

พฤติกรรมของลมที่ส่งผลต่อพื้นที่ภายในผังโครงการอาคารพักอาศัย
กรณีศึกษา กลุ่มอาคารชุดบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2

THE BEHAVIOR OF WIND EFFECTING THE AREA WITHIN
THE MASTER PLAN RESIDENTIAL BUILDINGS

CASE STUDY THE LAYOUT OF BUILDING BAAN UEA ARTHON ROM KLAO 2



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2563

KMITL-2020-AR-M-002-001

พฤติกรรมของลมที่ส่งผลต่อพื้นที่ภายในผังโครงการอาคารพักอาศัย
กรณีศึกษา กลุ่มอาคารชุดบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2

THE BEHAVIOR OF WIND EFFECTING THE AREA WITHIN
THE MASTER PLAN RESIDENTIAL BUILDINGS
CASE STUDY THE LAYOUT OF BUILDING BAAN UEA ARTHON ROM KLAO 2



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2563
KMITL-2020-AR-M-002-001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE BEHAVIOR OF WIND EFFECTING THE AREA WITHIN
THE MASTER PLAN RESIDENTIAL BUILDINGS
CASE STUDY THE LAYOUT OF BUILDING BAAN UEA ARTHON ROM KLAO 2



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ARCHITECTURE PROGRAM IN TROPICAL ARCHITECTURE
FACULTY OF ARCHITECTURE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2020
KMITL-2020-AR-M-002-001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2020

FACULTY OF ARCHITECTURE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์

พฤติกรรมของลมที่ส่งผลต่อพื้นที่ภายในผังโครงการ
อาคารพักอาศัย กรณีศึกษา กลุ่มอาคารชุดบ้านเอื้ออาทร
ร่มเกล้า 2

นักศึกษา

นายจิรเชษฐ์ ไชยเจริญ

รหัสประจำตัว

58602080

ปริญญา

สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา

สถาปัตยกรรมเขตร้อน

พ.ศ.

2563

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รศ.ศุทธา ศรีเผด็จ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์(ร่วม)

ดร.รวิช ควรประเสริฐ

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่ออธิบายรูปแบบที่เกิดจากการบังลมของกลุ่มอาคารเมื่อกระแสลมประจำทิศเคลื่อนที่ผ่านผังโครงการ กระทั่งความเร็วลมอยู่ในช่วงต่ำกว่า 0.25 m/s (ไม่รู้สึกว่ามีลม) ตามเกณฑ์ของ Szokolay เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงและวางผังโครงการเพื่อการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติสำหรับอาคารพักอาศัยของผู้มีรายได้น้อย โดยขั้นตอนการศึกษาจะทำการเก็บข้อมูลความเร็วลมประจำทิศของปี 2558 จากกรมอุตุนิยมวิทยาจากสถานีตรวจวัดอากาศกรุงเทพมหานคร (บางนา) ซึ่งเป็นสถานีที่อยู่ใกล้กับผังโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2 จากนั้นนำค่าเฉลี่ยความเร็วลมที่เกิดขึ้นมากที่สุดที่ตรวจวัดได้ของทั้งปี คือ 1.5 m/s มาวิเคราะห์รูปแบบการบังเมื่อกระแสลมประจำทิศทั้ง 16 ทิศที่เคลื่อนผ่านผังโครงการด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Computational Fluid Dynamics (CFD) จากผลการทดลองพบว่า กระแสลมประจำทิศของแต่ละทิศเมื่อเคลื่อนที่ผ่านผังโครงการจะส่งผลกระทบต่อพื้นที่ที่แตกต่างกันทั่วทั้งผังโครงการ โดยกลุ่มกระแสลมที่ส่งผลกระทบต่อผังโครงการมากที่สุดคือกลุ่มกระแสลมประจำทิศตะวันออกประกอบด้วยกระแสลมประจำทิศตะวันออกไปจนถึงกระแสลมทิศตะวันออกเฉียงใต้ค่อนข้างไปทางใต้ คิดเป็น 83 % ของกลุ่มอาคารทั้งหมดภายในผังโครงการ รองลงมาเป็นกลุ่มกระแสลมทางทิศตะวันตกประกอบด้วยกระแสลมประจำทิศตะวันตกไปจนถึงกระแสลมประจำทิศตะวันตกเฉียงเหนือค่อนข้างไปทางเหนือ คิดเป็น 80 % ของอาคารทั้งหมดภายในผังโครงการ กลุ่มกระแสลมประจำทิศเหนือประกอบด้วยกระแสลมประจำทิศเหนือไปจนถึงกระแสลมประจำทิศตะวันออกเฉียงเหนือค่อนข้างไปทางตะวันออก คิดเป็น 33 % ของอาคารภายในผังโครงการ และกลุ่มกระแสลมประจำทิศใต้ประกอบด้วยกระแสลมประจำทิศใต้ไปจนถึงกระแสลมประจำทิศตะวันตกเฉียงใต้ค่อนข้างไปทางตะวันตก คิดเป็น 28 % ของอาคารภายในผังโครงการ จากผลดังกล่าวสามารถวิเคราะห์ได้ว่ารูปแบบของพื้นที่และรูปทรงของอาคารระยะห่างระหว่างอาคารและระยะทางการเคลื่อนที่ของกระแสลมประจำทิศที่มาปะทะตั้งแต่ต้นลม

จนเคลื่อนที่ผ่านผังโครงการจนถึงปลายลมที่มีระยะทางยาว จะส่งผลการไหลของกระแสลมประจำ
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทิศ ทำให้ความเร็วของกระแสลมประจำทิศลดลงอยู่ในช่วงต่ำกว่า 0.25 m/s (ไม่รู้สึกว่ามีลม)
เติมพื้นที่มากกว่า ผังโครงการทางด้านที่มีรูปแบบของพื้นที่และรูปทรงของอาคาร ระยะห่างระหว่าง
อาคารและระยะทางในการเคลื่อนที่ของกระแสลมประจำทิศที่มาปะทะจนเคลื่อนที่ผ่านผังโครงการที่
มีระยะสั้น ดังนั้นเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพของการไหลของกระแสลม ในกรณีที่ผังโครงการมีรูปทรง
เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ในการออกแบบและวางผังโครงการในอนาคตจึงต้องคำนึงถึงที่ว่างระหว่างอาคาร
รูปทรงของอาคาร เพื่อที่สามารถนำการไหลผ่านของกระแสลมประจำทิศมาใช้ประโยชน์กับผัง
โครงการและตัวอาคารมากที่สุด

คำสำคัญ : กระแสลมประจำทิศ , การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ , ผังโครงการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต่ออ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	THE Behavior of Wind Effecting The Area within The Master Plan Residential Buildings Case Study The Layout of Building Baan Uea Arthon Rom Klao 2
Student	Mr.Girachat Chaijareon
Student ID	58602080
Degree	Master of Architecture
Program	Tropical Architecture
Year	2020
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Sutta Sripshadej
Thesis Co.Advisor	Dr.Ravij Kuanprasert

ABSTRACT

The objective of this research is to explain the patterns of building blockage that affect wind direction and velocity of the monsoon winds when the wind passes through the residential master plan. Until the wind speed is under 0.25 m/s (unnoticed wind) according to Szokolay's criteria. The research results will be used to improving and planning future natural ventilation projects for low-income residential buildings. The study started by collect a whole year data of the monsoon winds direction and velocity in 2015 from Thai Meteorological Department (TMD), Bang Na Weather Monitoring Station which is the closest station to the Baan Uea Arthon Rom Klao 2 Master Plan. From this weather monitoring station, the highest average monsoon winds velocity at 1.5 m/s is used for analyzing wind movements that pass through the master plan. The research team used 16-point compass rose of wind directions in Computational Fluid Dynamics (CFD) application for simulating and determining the building blockage pattern. The results show relationship between the building blockage and wind flow pattern throughout the master plan. The east wind movements that flow between the east and the southeast directions affect 83% on the master plan which is the highest value. Followed by 80% value of the west wind group that flow between the west and the northwest directions. The north wind group consists of the north wind to the northwest wind, which is 33% of the buildings within

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

the master plan. The lowest percentage value found on the south wind group that flow between the south and the southwest directions which is 28% impact on the master plan. From the above results, it can be analyzed that the shape of the whole area, the form of the buildings, the opening between the buildings, upwind and downwind conditions will affect streamline patterns of wind direction and velocity as wind impinges on the building patterns throughout the master plan. The long side of building layout with narrow opening between the buildings that gradually reduce wind velocity to 0.25 m/s (unnoticed wind) have higher impact on the master plan than the short side of building layout. Therefore, the shape and space between buildings must be considered in designing and planning layout phases to achieve high efficiency and benefit of air flow in natural ventilation project.

Keywords : Monsoon Winds , Natural ventilation , Master plan

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยคำแนะนำการช่วยเหลือสนับสนุนและความเมตตาจาก รศ.ศุทธา ศรีเผด็จ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และ ดร.รวิข ควรรประเสริฐ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้มี ประสพการณ์และให้คำแนะนำตลอดจนแนวทางในการทำงานวิจัย รศ.สุพัฒน์ บุญยฤทธิกิจ ประธาน หลักสูตรสถาปัตยกรรมเขตร้อน ที่ให้ความอนุเคราะห์ พรีสอนแนะนำและให้โอกาส รวมทั้งแนวทาง ในการทำงาน ข้าพเจ้าจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

รวมทั้งคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ซึ่งประกอบด้วย รศ.วิวัฒน์ เตมียพันธ์ รศ.ดร.ปรีชญา รังสิรักษ์ รศ.ชนินทร์ ทิพย์โยธาส สำหรับข้อแนะนำที่เป็นประโยชน์และชี้ให้เห็นข้อบกพร่องในจุดต่างๆ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์

อาจารย์คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่เปิดโอกาสและให้ความรู้ตลอดเวลาที่ได้ศึกษาอยู่ที่สถาบันแห่งนี้

ตลอดจนน้องๆโดยเฉพาะ คุณสรลพร ต่องทรัพย์อนันต์ คุณจรงค์จิต ชูปาน คุณณัฐธิดา สมหมาย และคุณนิത്യชญา จันทร ที่ช่วยเหลือข้าพเจ้าตลอดการเรียนที่สถาบันแห่งนี้จึงทำให้ การศึกษาในครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้สำหรับคุณประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณและ เคารพยิ่งทุกคนที่มีส่วนเกี่ยวข้องจนทำให้ข้าพเจ้ามีทุกวันนี้ขึ้นมาได้

จิระเชษฐ์ ไชยเจริญ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	XI
สารบัญภาพ.....	XII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการประสงค์ศึกษา.....	3
1.3 สมมติฐานของการศึกษา.....	3
1.4 ขอบเขตการวิจัย.....	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
1.6 ระเบียบวิธีวิจัย.....	5
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรมและกรอบแนวคิด.....	6
2.1 ทฤษฎีการไหลเบื้องต้น.....	6
2.1.1 ของไหลจริงและของไหลจินตนาการ.....	6
2.1.2 พิจารณาจากคุณสมบัติในการบีบอัดของของไหล.....	7
2.1.3 พิจารณาจากการเปรียบเทียบกับเวลาเมื่อพิจารณาที่จุดใดจุดหนึ่งในสนามการ การไหล.....	7
2.1.4 พิจารณาจากเส้นทางการเคลื่อนที่ของอนุภาคของไหล.....	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.1.5 พิจารณาจากลักษณะการเคลื่อนตัวของอนุภาคของไหล.....	8
2.1.6 คุณสมบัติพื้นฐานของการไหล.....	8
2.2 การเกิดกระแสลมและหลักการไหลของกระแสลม.....	10
2.2.1 ลมพื้นผิว.....	11
2.2.2 หลักการไหลของกระแสลม.....	11
2.2.3 การประมาณการไหลเวียนของกระแสลม.....	13
2.3 สถานีกรมอุตุนิยมวิทยากรม.และการวัดความเร็วลมประจำทิศรอบฝั่งโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2.....	15
2.3.1 สถานีกรมอุตุนิยมวิทยากรม.....	15
2.3.2 การวัดความเร็วลมประจำทิศรอบฝั่งโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2.....	16
2.4 ระดับผลกระทบที่เกิดจากความเร็วลมและปัจจัยที่มีผลต่อการระบายอากาศ.....	24
2.4.1 ระดับผลกระทบที่เกิดจากความเร็วลม.....	24
2.4.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการระบายอากาศ.....	27
2.5 ที่ตั้งโครงการและลักษณะทางกายภาพของอาคารภายในฝั่งโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2.....	28
2.6 กระแสลมกับการเคลื่อนที่ผ่านฝั่งโครงการ.....	31
2.6.1 จำนวนอาคาร.....	31
2.6.2 รูปทรงอาคาร.....	36
2.6.3 หลักการไหลของอากาศผ่านอาคาร.....	38
2.7 กรอบแนวคิด.....	39
บทที่ 3 การเตรียมวัสดุสร้างเครื่องมือและวิธีการทดลอง.....	40
3.1 สรุปรูปแบบของกระแสลมที่ส่งผลต่ออาคารภายในฝั่งโครงการ.....	40

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.1.1 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการไหลเบื้องต้น	40
3.1.2 การเก็บข้อมูลของกระแสลมรอบฝั่งโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2.....	40
3.1.3 ผลกระทบที่เกิดจากความเร็วลมและปัจจัยที่มีผลต่อการระบายอากาศ	40
3.1.4 ศึกษาลักษณะทางกายภาพของอาคารภายในฝั่งโครงการ.....	41
3.2 การหาเครื่องมือเพื่อหาค่าการเปลี่ยนแปลงของกระแสลมจนส่งผลต่ออาคารภายในฝั่งโครงการ.....	41
3.2.1 การจำลองด้วยโต๊ะจำลองของไหล	41
3.2.3 การคำนวณด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์	42
3.3 การกำหนดตัวแปร.....	44
3.3.1 ความเร็วของกระแสลมที่เกิดขึ้นในพื้นที่ฝั่งโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2...44	
3.3.2 ระดับผลกระทบต่อการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ	45
3.4 ฝั่งโครงการจากกรณีศึกษา	45
3.4.1 ลักษณะทางกายภาพของอาคารภายในฝั่งโครงการ.....	45
3.5 วิธีการทดลอง	50
3.5.1 เตรียมหุ่นจำลองเพื่อใช้กับโปรแกรม Auto Desk CFD 2019.....	50
3.5.2 นำหุ่นจำลองเข้าสู่โปรแกรม Auto Desk CFD 2019	51
3.5.3 เปรียบเทียบผลที่ได้จากโปรแกรม	53
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	54
4.1 การใส่เงื่อนไขในการทดสอบอัตราการไหลของกระแสลมประจำทิศที่ส่งผลต่อพื้นที่ภายในฝั่งโครงการ	54
4.1.1 การสร้างขอบเขตการไหล (Boundary simulation)	55
4.1.2 การกำหนดวัสดุให้กับขอบเขตการไหล.....	55
4.1.3 กำหนดวัสดุที่ใช้ในการทดลอง.....	55

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.1.4	การกำหนดทิศทางการไหลของกระแสลม.....	56
4.1.5	ขั้นตอนการรวมข้อมูลและแสดงผลการทดสอบ.....	57
4.2	ผลการทดสอบการไหลของกระแสลมประจำทิศที่ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Auto desk CFD 2019.....	57
4.3	ผลการทดสอบอัตราการไหลของกระแสลมประจำทิศที่ส่งผลต่อพื้นที่ภายในผังโครงการ.....	58
4.3.1	อัตราการไหลของกระแสลมประจำทิศทางทิศเหนือ (N).....	58
4.3.2	อัตราการไหลของกระแสลมประจำทิศทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือค่อนไปทางเหนือ (NNE).....	59
4.3.3	อัตราการไหลของกระแสลมประจำทิศทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE).....	60
4.3.4	อัตราการไหลของกระแสลมประจำทิศทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือค่อนไปทางตะวันออกเฉียง (ENE).....	61
4.3.5	อัตราการไหลของกระแสลมประจำทิศ ทางทิศตะวันออกเฉียง (E).....	62
4.3.6	อัตราการไหลของกระแสลมประจำทิศทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ค่อนไปทางตะวันออกเฉียง (ESE).....	63
4.3.7	อัตราการไหลของกระแสลมประจำทิศทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE).....	64
4.3.8	อัตราการไหลของกระแสลมประจำทิศทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ค่อนไปทางใต้ (SSE).....	65
4.3.9	อัตราการไหลของกระแสลมประจำทิศทางทิศใต้ (S).....	66
4.3.10	อัตราการไหลของกระแสลมประจำทิศ ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ค่อนไปทางใต้ (SSW).....	67
4.3.11	อัตราการไหลของกระแสลมประจำทิศ ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW).....	68
4.3.12	อัตราการไหลของกระแสลมประจำทิศทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ค่อนไปทางตะวันตก (WSW).....	69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และดัดแปลงอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.3.13	อัตราการใช้ของกระแสลมประจำทิศทางทิศตะวันตก (W)	70
4.3.14	อัตราการใช้ของกระแสลมประจำทิศทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือค่อนไปทาง ตะวันตก (WNW).....	71
4.3.15	อัตราการใช้ของกระแสลมประจำทิศทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW).....	72
4.3.16	อัตราการใช้ของกระแสลมประจำทิศทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือค่อนไปทางเหนือ (NNW)..	73
4.4	รูปแบบที่เกิดจากการบังกันของกลุ่มอาคารเมื่อกระแสลมประจำทิศเคลื่อนที่ผ่านจนส่งผล ต่อความเร็วลมในการระบายอากาศภายในผังโครงการ.....	75
4.4.1	รูปแบบการบังกันของอาคารจนส่งผลกระทบต่อการระบายอากาศโดยวิธี ธรรมชาติเมื่อกลุ่มกระแสลมประจำทิศเหนือเคลื่อนที่ผ่านผังโครงการ.....	75
4.4.2	รูปแบบการบังกันของอาคารจนส่งผลกระทบต่อการระบายอากาศโดยวิธี ธรรมชาติเมื่อกลุ่มกระแสลมประจำทิศตะวันออกเคลื่อนที่ผ่านผังโครงการ	76
4.4.3	รูปแบบการบังกันของอาคารจนส่งผลกระทบต่อการระบายอากาศโดยวิธี ธรรมชาติเมื่อกลุ่มกระแสลมประจำทิศใต้เคลื่อนที่ผ่านผังโครงการ	77
4.4.4	รูปแบบการบังกันของอาคารจนส่งผลกระทบต่อการระบายอากาศโดยวิธี ธรรมชาติเมื่อกลุ่มกระแสลมประจำทิศตะวันตกเคลื่อนที่ผ่านผังโครงการ.....	78
บทที่ 5	สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	79
5.1	สรุปผลการทดลอง.....	79
5.1.1	วิเคราะห์กระแสการไหลผ่านอาคารภายในผังโครงการจากงานวิจัยกรณีศึกษา	79
5.1.2	รูปแบบที่เกิดจากการบังกันของกลุ่มอาคารเมื่อกระแสลมประจำทิศเคลื่อนที่ผ่าน จนส่งผลต่อความเร็วลมในการระบายอากาศภายในผังโครงการ.....	80
5.2	ข้อเสนอแนะ	81
บรรณานุกรม.....		82
ภาคผนวก ก		84
ภาคผนวก ข		97
ภาคผนวก ค		102
ประวัติผู้เขียน.....		104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ความหนาแน่นของสสารบางชนิดที่อุณหภูมิ 0 องศาและความดัน 1 บรรยากาศ6	
2.2 แสดงความเร็วกระแสลมตามมาตรวัตโบฟอร์ต25	
2.3 การเปรียบเทียบความเร็วลมกับผลของการรับรู้ของมนุษย์ โดย Szokolay.....27	
3.1 เปรียบเทียบคุณสมบัติเครื่องมือการจำลองการระบายอากาศประเภทต่างๆ43	
4.1 แสดงความสัมพันธ์ของอัตราการไหลกระแสลมประจำทิศที่ส่งผลกระทบต่อการระบายอากาศภายในผังโครงการอาคารพักอาศัย 74	



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 แสดงผลการดำเนินงานของการเคหะแห่งชาติ (พ.ศ.2519-กันยายน พ.ศ.2558).....	1
1.2 แสดงผังบริเวณของโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2.....	2
1.3 แสดงผลการทดลองการไหลผ่านพื้นที่ต่างๆของลมในโครงการบ้านเอื้ออาทร ร่มเกล้า 2.3	
1.4 ระเบียบวิธีวิจัย.....	5
2.1 แสดงลักษณะอัตราการไหลในหนึ่งปริมาตร	9
2.2 แสดงการเคลื่อนที่ของลมพื้นผิว	11
2.3 แสดงการเปลี่ยนแปลงความเร็วกระแสลมตามลักษณะภูมิประเทศ.....	12
2.4 แสดงการไหลของอากาศตามลักษณะภูมิประเทศ.....	12
2.5 แสดงหลักการไหลของกระแสลมตามความกดอากาศ.....	13
2.6 แสดงการไหลของอากาศแบบ Cross ventilation ตามนิยามของ The Aynsley method.....	15
2.7 แสดงตำแหน่งสถานีตรวจวัดอากาศในพื้นที่ กทม.....	16
2.8 แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของลมในเดือนมกราคม	18
2.9 แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของลมในเดือนกุมภาพันธ์.....	18
2.10 แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของลมในเดือนมีนาคม	19
2.11 แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของลมในเดือนเมษายน	19
2.12 แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของลมในเดือนพฤษภาคม	20
2.13 แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของลมในเดือนมิถุนายน	20
2.14 แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของลมในเดือนกรกฎาคม	21
2.15 แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของลมในเดือนสิงหาคม.....	21
2.16 แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของลมในเดือนกันยายน	22
2.17 แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของลมในเดือนตุลาคม.....	22
2.18 แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของลมในเดือนพฤศจิกายน	23
2.19 แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของลมในเดือนธันวาคม.....	23
2.20 แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของลมทั้ง 12 เดือน.....	24
2.21 แสดงแผนที่กรุงเทพมหานคร	28

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.22 แสดงแผนที่เขตลาดกระบังและภาพถ่ายทางอากาศของบริเวณผังโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2.....	28
2.23 แสดงตำแหน่งการวางผังโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2 กับทิศเหนือ	29
2.24 แสดงระยะห่างระหว่างตัวอาคารภายในผังโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2	29
2.25 แสดงรูปแปลนภายในตัวอาคาร (ชั้น 3-4).....	30
2.26 แสดงแสดงรูปด้าน 1 และรูปด้าน 2	30
2.27 แสดงแสดงรูปด้าน 3 และรูปด้าน 4.....	30
2.28 แสดงลักษณะของกระแสลมประจำทิศที่มักกระทำกับผังโครงการ.....	31
2.29 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่แบบ Downwash	32
2.30 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่แบบ The corner effect.....	32
2.31 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่แบบ Downwash และ The corner effect	32
2.32 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่แบบ Low bar –row effect	33
2.33 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ผ่านกลุ่มอาคารแบบ Cumulative effect.....	33
2.34 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ผ่านกลุ่มอาคารแบบ Low and high building	34
2.35 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ผ่านกลุ่มอาคารแบบ Low and high building	34
2.36 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ผ่านกลุ่มอาคารแบบ Channelling	35
2.37 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ผ่านกลุ่มอาคารแบบ Funnelling.....	35
2.38 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ผ่านกลุ่มอาคารแบบ Funnelling.....	36
2.39 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ผ่านกลุ่มอาคารแบบ Courtyards.....	36
2.40 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ผ่านรูปทรงสี่เหลี่ยมและรูปทรงโค้งหรือหลายเหลี่ยม	37
2.41 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ผ่านรูปทรง Tower podium building	37
2.42 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ผ่านรูปทรงปิรามิด.....	38
2.43 แสดงการไหลของกระแสลมผ่านอาคาร	38
2.44 แสดงลักษณะอาคารและตำแหน่งช่องว่างภายในอาคารที่กระแสลมไหลผ่านตัวอาคารได้ตลอดเวลา	39
2.45 แสดงตัวแปรต่างๆในการทดลองการเคลื่อนที่ของกระแสลมประจำทิศที่ส่งผลต่อพื้นที่ภายในผังโครงการ	39

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.1 แนวทางในการทดลองและเกณฑ์ในการรายงานผลเมื่อกลุ่มกระแสมประจำปีเคลื่อนที่ผ่านผังโครงการ	41
3.2 แสดงการทดสอบด้วยไต้ะน้ำ flow visualisation apparatus รุ่น H14 MKII	42
3.3 แสดงการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์	43
3.4 แสดงระดับความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของกระแสมที่เกิดขึ้นรอบผังโครงการประจำปี 2558	44
3.5 แสดงการกำหนดขอบเขตของตัวอาคารภายในผังโครงการ	46
3.6 แสดงโมเดลที่ใช้ในการทดลอง	46
3.7 แสดงอาคารกลุ่มที่ 1 และอาคารกลุ่มที่ 2	47
3.8 แสดงอาคารกลุ่มที่ 3 และอาคารกลุ่มที่ 4	47
3.9 แสดงอาคารกลุ่มที่ 5 และอาคารกลุ่มที่ 6	48
3.10 แสดงอาคารกลุ่มที่ 7 และอาคารกลุ่มที่ 8	48
3.11 แสดงอาคารกลุ่มที่ 9 และอาคารกลุ่มที่ 10	49
3.12 แสดงอาคารกลุ่มที่ 11 และอาคารกลุ่มที่ 12	49
3.13 แสดงอาคารกลุ่มที่ 13 และอาคารกลุ่มที่ 14	50
3.14 แสดงอาคารกลุ่มที่ 15	50
3.15 แสดงการวางตำแหน่งอาคารภายในผังโครงการด้วยโปรแกรม Auto Cad	51
3.16 แสดงขั้นตอนการนำหุ่นจำลองเข้าสู่โปรแกรม	51
3.17 แสดงผลการทดสอบแบบรวมทั้งผังโครงการ	52
3.18 แสดงผลการทดสอบแบบการตรวจวัดเฉพาะจุด	52
3.19 แสดงตารางรายงานผลความเร็วกระแสมประจำปีตามเกณฑ์ของ Szokolay	53
4.1 แสดงขั้นตอนการสร้างขอบเขตการไหล	55
4.2 แสดงขั้นตอนการกำหนดวัสดุในขอบเขตการไหล	55
4.3 แสดงขั้นตอนการกำหนดวัสดุในโมเดลการทดลอง	56
4.4 แสดงขั้นตอนการกำหนดทิศทางไหลของกระแสมประจำปี	56
4.5 แสดงขั้นตอนการประมวลผลก่อนการคำนวณของโปรแกรม Auto desk CFD 2019	57
4.6 แสดงผลการทดสอบการไหลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์	57
4.7 แสดงผลการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของกระแสมประจำปีเหนือ	58

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.8 แสดงผลการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของกระแสลมประจำทิศตะวันออกเฉียงเหนือก่อนไปทางเหนือ.....	59
4.9 แสดงผลการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของกระแสลมประจำทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	60
4.10 แสดงผลการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของกระแสลมประจำทิศตะวันออกเฉียงเหนือก่อนไปทางตะวันออก.....	61
4.11 แสดงผลการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของกระแสลมประจำทิศตะวันออกเฉียงเหนือ.....	62
4.12 แสดงผลการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของกระแสลมประจำทิศตะวันออกเฉียงใต้ก่อนไปทางตะวันออก	63
4.13 แสดงผลการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของกระแสลมประจำทิศตะวันออกเฉียงใต้.....	64
4.14 แสดงผลการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของกระแสลมประจำทิศตะวันออกเฉียงใต้ก่อนไปได้.....	65
4.15 แสดงผลการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของกระแสลมประจำทิศใต้	66
4.16 แสดงผลการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของกระแสลมประจำทิศตะวันตกเฉียงใต้ก่อนไปทางใต้.....	67
4.17 แสดงผลการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของกระแสลมประจำทิศตะวันตกเฉียงใต้.....	68
4.18 แสดงผลการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของกระแสลมประจำทิศตะวันตกเฉียงใต้ก่อนไปทางตะวันตก.....	69
4.19 แสดงผลการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของกระแสลมประจำทิศตะวันตก	70
4.20 แสดงผลการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของกระแสลมประจำทิศตะวันตกเฉียงเหนือก่อนไปทางตะวันตก.....	71
4.21 แสดงผลการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของกระแสลมประจำทิศตะวันตกเฉียงเหนือ.....	72
4.22 แสดงผลการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของกระแสลมประจำทิศตะวันตกเฉียงเหนือก่อนไปทางเหนือ.....	73

สารบัญภาพ (ต่อ)

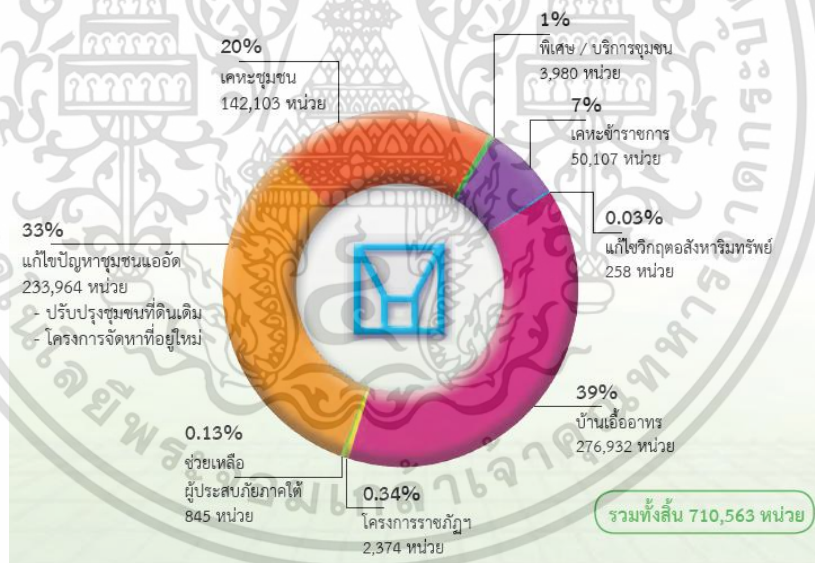
ภาพที่	หน้า
4.23 แสดงรูปแบบการบังกันของอาคารจนส่งผลกระทบต่อการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ เมื่อกลุ่มกระแสนลมประจำทิศเหนือเคลื่อนที่ผ่านผังโครงการ	75
4.24 แสดงรูปแบบการบังกันของอาคารจนส่งผลกระทบต่อการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ เมื่อกลุ่มกระแสนลมประจำทิศตะวันออกเคลื่อนที่ผ่านผังโครงการ	76
4.25 แสดงรูปแบบการบังกันของอาคารจนส่งผลกระทบต่อการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ เมื่อกลุ่มกระแสนลมประจำทิศใต้เคลื่อนที่ผ่านผังโครงการ	77
4.26 แสดงรูปแบบการบังกันของอาคารจนส่งผลกระทบต่อการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ เมื่อกลุ่มกระแสนลมประจำทิศใต้เคลื่อนที่ผ่านผังโครงการ	78
5.1 แสดงรูปแบบการบังกันของกลุ่มอาคารเมื่อกระแสนลมประจำทิศเหนือเคลื่อนที่ผ่านพื้นที่ ภายในผังโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2	81

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากปัญหาที่อยู่อาศัยของผู้มีรายได้น้อยในกรุงเทพมหานครซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี ทางรัฐจึงได้มอบหมายให้ทางราชการเคหะแห่งชาติแก้ไขปัญหาระยะยาวเรื่องที่อยู่อาศัย เพื่อให้โอกาสกับผู้มีรายได้น้อยที่มีความต้องการมีที่อยู่อาศัยเป็นของตนเองได้มีสิทธิเป็นเจ้าของ จากผลการดำเนินการในปีงบประมาณ 2558 (เดือนตุลาคม 2557 ถึงเดือนกันยายน 2558) การเคหะแห่งชาติอยู่ระหว่างดำเนินโครงการบ้านเอื้ออาทร รวมทั้งสิ้น 281,556 หน่วย และสร้างเสร็จแล้ว 276,932 หน่วย อยู่ระหว่างดำเนินการก่อสร้าง 4,624 หน่วย ส่งมอบทั้งสิ้นแล้ว 261,821 หน่วย โดยในปี 2558 ได้จัดสร้างเสร็จแล้ว 1,307 หน่วย จากข้อมูลข้างต้น เป็นส่วนที่อยู่ในกรุงเทพฯและปริมณฑล 278 หน่วย และที่อยู่ในส่วนภูมิภาค 1,029 หน่วย¹



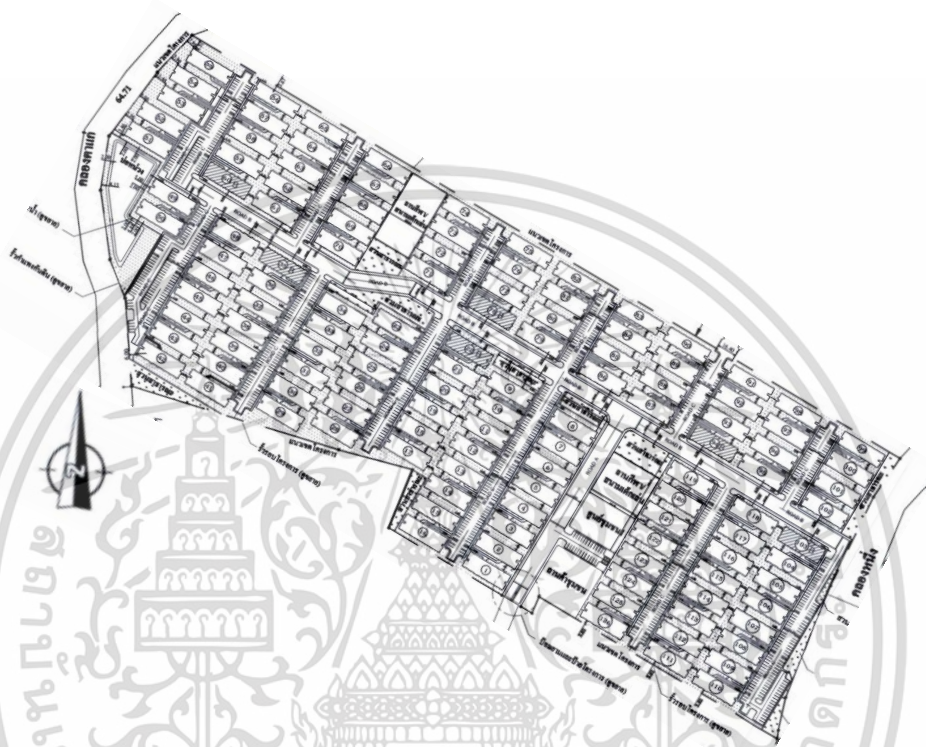
ภาพที่ 1.1 แสดงผลการดำเนินงานของการเคหะแห่งชาติ (พ.ศ.2519-กันยายน พ.ศ.2558)

ที่มา : วารสารการเคหะแห่งชาติ (2558), หน้า 40

บ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2 ก็เป็นหนึ่งในโครงการที่จัดสรรที่อยู่อาศัยสำหรับผู้มีรายได้น้อย โดยโครงการตั้งอยู่ที่ ซอยรามคำแหง 160 ถ.ราชบุรีพัฒนา แขวงคลองสองต้นนุ่น เขตลาดกระบัง

¹ “รายงานประจำปี 2558”,วารสารการเคหะแห่งชาติ (2558), หน้า 40.
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ยูได้เห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรุงเทพมหานคร ตั้งอยู่บนพื้นที่ 108 ไร่ ทางด้านทิศเหนือติดกับโครงการบ้านจัดสรรและตลาดนัดทางทิศตะวันออกติดกับอาคารบ้านพักอาศัยแบบทาวนเฮาส์สูง 3 และ 4 ชั้นและคลองหนึ่ง ทิศใต้และทิศตะวันตกติดกับทุ่งนา ลักษณะของอาคารเป็นประเภทที่อยู่อาศัยรวม (อาคารชุด) ประกอบด้วย อาคารอยู่อาศัยรวมขนาด 4 ชั้น มีจำนวน 126 อาคาร 6,024 หน่วย² แบ่งเป็น อาคาร A 120 อาคาร อาคาร B 6 อาคาร



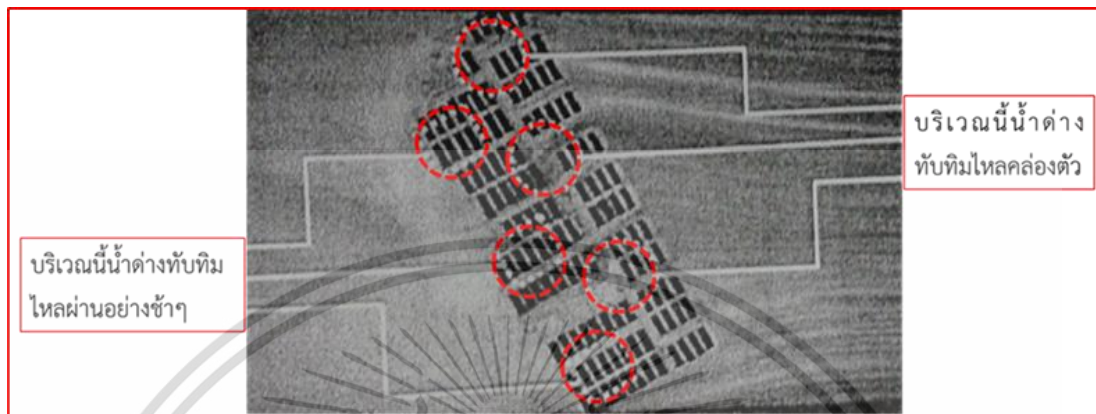
ภาพที่ 1.2 แสดงผังบริเวณของโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2

ที่มา : รายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2

จากงานวิจัยเรื่องการปรับปรุงอาคารชุดบ้านเอื้ออาทรเพื่อให้เกิดภาวะน่าสบายโดยวิธีธรรมชาติ กรณีศึกษา โครงการบ้านเอื้ออาทรชุมชนร่มเกล้า โดยผลการทดลองด้วยโตะน้ำเพื่อสังเกตรูปแบบการบังกันของอาคารภายในผังโครงการ พบว่าพื้นที่ภายในผังโครงการมีบางพื้นที่ที่สีของน้ำต่างทับทิมมีสีอ่อน ซึ่งหมายถึงการไหลอย่างคล่องตัว และบางพื้นที่สีของน้ำต่างทับทิมมีสีเข้ม ซึ่งหมายถึงการไหลแบบไม่คล่องตัว จากผลการทดลองดังกล่าวเป็นรูปแบบการบังกันของอาคารที่เกิด

² “รายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2 ”, กรุงเทพมหานคร

จากการไหลเพียงทิศเดียว โดยอรุณโรจน์³ได้กล่าวไว้ว่า การศึกษาทฤษฎีการเคลื่อนที่ของลมที่พัดผ่านอาคารภายนอกเมื่อเกิดการปะทะ ณ ด้านใดด้านหนึ่ง จะเกิดพื้นที่ที่ถูกบังลมขึ้นในด้านตรงกันข้าม



ภาพที่ 1.3 แสดงผลการทดลองการไหลผ่านพื้นที่ต่างๆของลมในโครงการบ้านเอื้ออาทร ร่มเกล้า 2

ที่มา : ศิริินพ สุขพัฒน์นิกุล ,การปรับปรุงอาคารชุดบ้านเอื้ออาทรเพื่อให้เกิดภาวะน่าสบายโดยวิธีธรรมชาติ กรณีศึกษา โครงการบ้านเอื้ออาทรชุมชนร่มเกล้า (2554), หน้า 56.

ดังนั้นเพื่อให้ทราบถึงรูปแบบของพื้นที่ที่ถูกบังลมในทิศอื่น จึงต้องแสดงความสัมพันธ์ของกระแสลมประจำทิศที่มากกระทำกับผังโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2 จนเกิดรูปแบบของพื้นที่การบังกันของตัวอาคารภายในผังโครงการที่ส่งผลต่อความเร็วลมในการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ก่อนการวางผังโครงการอาคารพักอาศัยสำหรับผู้มีรายได้น้อย จึงเป็นที่มาของงานวิจัยเรื่อง “พฤติกรรมของลมที่ส่งผลต่อพื้นที่ภายในผังโครงการอาคารพักอาศัย กรณีศึกษา กลุ่มอาคารชุดบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2”

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 วิเคราะห์กระแสการไหลของลมผ่านอาคารภายในผังโครงการ

1.2.2 รูปแบบที่เกิดจากการบังกันของกลุ่มอาคารเมื่อกระแสลมประจำทิศเคลื่อนที่ผ่านและส่งผลต่อความเร็วลมในการระบายอากาศ

³ อรุณโรจน์ สิริโภาควิบูลย์,อิทธิพลของกฎหมายอาคารที่มีผลต่อประสิทธิภาพการระบายอากาศ :

กรณีศึกษาการวางผังกลุ่มบ้านแถวในเขตปริมณฑลของกรุงเทพมหานคร,(2557) , หน้า 1.
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้เผยแพร่เป็นการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

1.3.1 เมื่อกระแสลมเปลี่ยนทิศรูปแบบพื้นที่ที่เกิดจากการบังกันของอาคารภายในผังโครงการจะส่งผลต่อพื้นที่ในการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติที่แตกต่างกัน

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 ศึกษาการไหลของกระแสลมประจำทิศในพื้นที่ กทม.ประจำปี 2558 ที่มากระทำกับผังโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2

1.4.2 จำลองการไหลของกระแสลมประจำทิศที่มากระทำกับผังโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2 ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ CFD

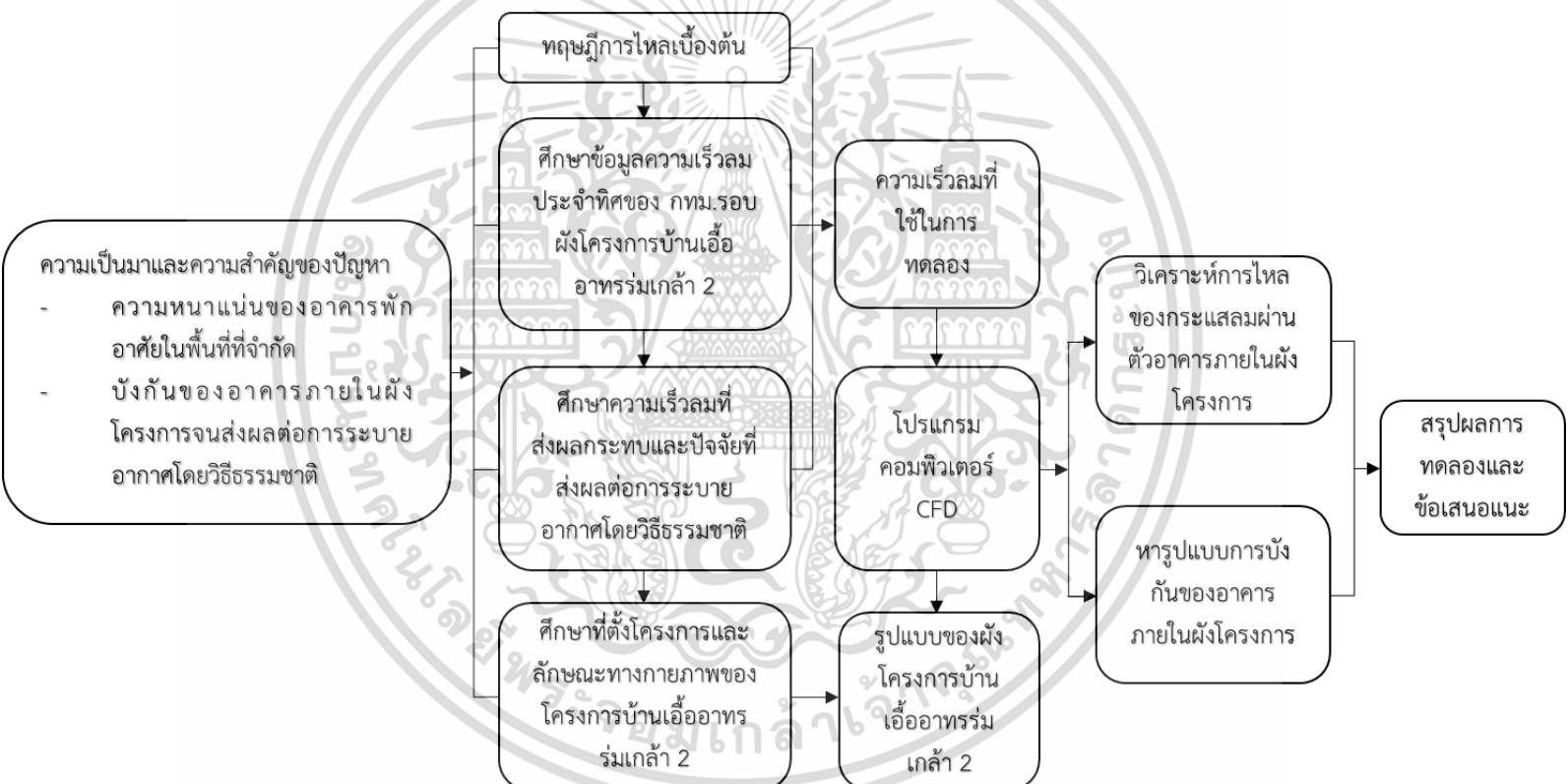
1.4.3 ใช้ความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุดของ กทม.ที่เกิดขึ้นรอบผังโครงการประจำปี 2558 เพื่อจำลองการไหล

1.4.4 ศึกษาการไหลของกระแสลมผ่านผังโครงการและพื้นที่ว่างภายในอาคารที่เปิดโล่งอยู่ตลอดเวลาโดยไม่ใช้ตัวแปรอื่นที่อยู่รอบผังโครงการในการทดสอบ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 แสดงรูปแบบการบังกันของอาคารภายในผังโครงการที่เกิดจากการไหลผ่านของกระแสลมประจำทิศ

1.5.2 เป็นแนวทางในการกำหนดผังโครงการอาคารพักอาศัยสำหรับผู้มีรายได้น้อยเพื่อให้เกิดแนวรับลมในการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ



ภาพที่ 1.4 ระเบียบวิธีวิจัย

ที่มา : ผู้วิจัย 2562

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรมและกรอบแนวคิด

2.1 ทฤษฎีการไหลเบื้องต้น

ของไหล (Fluid) หมายถึง สสารที่สามารถเปลี่ยนรูปร่างได้อย่างต่อเนื่องเมื่อถูกกระทำด้วยแรงเค้นเฉือนจะคงรูปได้ 2 สถานะคือของเหลวและก๊าซ การศึกษาพลศาสตร์ของไหลจำเป็นต้องเข้าใจถึงคุณสมบัติของของไหลเพื่อนำไปใช้เป็นตัวแปรต่างๆในการคำนวณ⁴

โดยคุณสมบัติของของไหล ประกอบไปด้วย ความหนาแน่น น้ำหนักจำเพาะ ปริมาตรจำเพาะ และความถ่วงจำเพาะ⁵

ตารางที่ 2.1 ความหนาแน่นของสสารบางชนิดที่อุณหภูมิ 0 องศาและความดัน 1 บรรยากาศ

ของเหลว		ก๊าซ	
สาร	ความหนาแน่น (kg/m ³)	สาร	ความหนาแน่น (kg/m ³)
ปรอท	13.6×10^3	ออกซิเจน	1.429
น้ำทะเล	1.024×10^3	ไนโตรเจน	1.251
น้ำ (4 °C)	1.00×10^3	อากาศ	1.292
เอทิลแอลกอฮอล์	0.79×10^3	ฮีเลียม	0.179
น้ำมันเบนซิน	0.68×10^3	ไฮโดรเจน	0.09

ที่มา : <http://www.rmutphysics.com/charud/oldnews/0/286/15/9/Fluid/density.htm>

สามารถแบ่งประเภทของการไหลโดยพิจารณาได้จาก 5 หลักเกณฑ์

2.1.1 ของไหลจริงและของไหลจินตนาการ (Real Fluid and Ideal Fluid)

ในสนามการไหลของของไหลจริง (Real Fluid) จะมีผลกระทบจากความหนืด ซึ่งจะทำให้เกิดแรงเค้นเฉือน ขึ้นระหว่างอนุภาคของของไหลเมื่ออนุภาคของไหลมีความเร็วแตกต่างกัน

⁴ ธีฎดร ออภาวลา, *กลศาสตร์ของไหล Fluid Mechanics* (2553), หน้า 3-1

⁵ ศ.ดร.ปรียาพร โกษา, *ชลศาสตร์*. (2554), หน้า 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนของไหลจินตนาการ (Ideal Fluid) เป็นการไหลที่สมมติให้ของไหลไม่มีผลกระทบเนื่องจากความหนืด (การไหลที่ไม่เกิดขึ้นจริง) ดังนั้นในสนามการไหลจะไม่เกิดแรงเค้นเฉือนระหว่างอนุภาคของของไหล และความเร็วของอนุภาคของไหลจะเท่ากัน

2.1.2 พิจารณาจากคุณสมบัติในการบีบอัดของของไหล (Compressibility)

หากของไหลอัดตัวได้ (Compressible Fluid) เคลื่อนที่ในสนามการไหลเมื่อความดันเปลี่ยนแปลงไป ปริมาตรของของไหลจะเกิดการเปลี่ยนแปลง การวิเคราะห์อัตราการไหลจึงมีความซับซ้อนมากขึ้นในทางตรงกันข้าม

หากของไหลอัดตัวไม่ได้ (Incompressible Fluid) เคลื่อนที่ในสนามการไหล ของไหลจะมี ปริมาตรคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามขนาดของความดันในการวิเคราะห์ อัตราการไหลจะมีความซับซ้อนน้อยลงโดยส่วนมากของไหลมีสถานะเป็นของเหลวจะถือว่าของไหลนั้นเป็นของไหลที่อัดตัวไม่ได้

2.1.3 พิจารณาจากการเปรียบเทียบกับเวลาเมื่อพิจารณาที่จุดใดจุดหนึ่งในสนามการไหล

หากในช่วงเวลาที่วิเคราะห์ค่าของตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องไม่มีการเปลี่ยนแปลงจะถือว่าการไหลนั้นไม่แปรเปลี่ยนตามเวลา หรือที่เราเรียกว่า Steady Flow ในทางตรงกันข้ามหากในช่วงเวลาที่วิเคราะห์ค่าของตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องมีการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัดจะถือว่าการไหลนั้นแปรเปลี่ยนตามเวลา หรือที่เราเรียกว่า Unsteady Flow

2.1.4 พิจารณาจากเส้นทางการเคลื่อนที่ของอนุภาคของไหล

หากพิจารณาจากเส้นทางการเคลื่อนที่ของอนุภาคของไหลในสนามการไหลสามารถแบ่งประเภทการไหลได้เป็น 2 ลักษณะคือ

- การไหลแบบราบเรียบ (Laminar Flow) อนุภาคของของไหลจะเคลื่อนที่อย่างเป็นระเบียบไปตามเส้นทางที่แน่นอน (เคลื่อนที่ไปตาม Stream Line) สภาพการไหลไม่มีความปั่นป่วน การไหลประเภทนี้ มักจะเกิดกับการไหลของของไหลที่มีความหนืดสูงหรือการไหลที่มีความเร็วต่ำมากๆ

- การไหลแบบปั่นป่วน (Turbulent Flow) อนุภาคของของไหลเคลื่อนที่อย่างไม่เป็นระเบียบอนุภาคของของไหลมีเส้นทางการเคลื่อนที่ไม่แน่นอน สภาพการไหลในสนามการไหล

ความปั่นป่วนการไหล ประเภทนี้มักเกิดกับของไหลที่มีความหนืดต่ำหรือการไหลที่มีความเร็วสูง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 พิจารณาจากลักษณะการเคลื่อนตัวของอนุภาคของไหล

หากพิจารณาจากลักษณะของการเคลื่อนตัวของอนุภาคของของไหล สามารถแบ่งได้ 2 ลักษณะคือ

- การไหลแบบหมุน (Rotational Flow) คือการไหลที่อนุภาคของของไหลเคลื่อนที่ไปพร้อมกับการหมุน
- การไหลแบบไม่หมุน (Irrotational Flow) คือการไหลที่อนุภาคของของไหลเคลื่อนที่ไปแต่ไม่มีการหมุนโดยส่วนมากในการวิเคราะห์ปัญหาเกี่ยวกับการไหลจะสมมุติให้การไหลเป็นแบบ Irrotational Flow

เพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ โดยส่วนมากเมื่อกล่าวถึงการไหลจะหมายถึง การไหลจินตนาการ (Ideal Fluid) ซึ่งจะมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

ไม่มีผลกระทบบนเนื่องจากความหนืด (Nonviscous Flow)

การไหลเป็นแบบที่อัดตัวไม่ได้ (Incompressible Fluid)

มีการไหลแบบคงตัว (Steady Flow)

การไหลแบบไม่หมุน (Irrotational Flow)

2.1.6 คุณสมบัติพื้นฐานของการไหล

สมบัติทางฟิสิกส์ของของไหลได้แก่ ความเร็ว ความเร่ง ความดัน ความหนาแน่น ปริมาตรจำเพาะ น้ำหนักจำเพาะ ความถ่วงจำเพาะ ซึ่งสมบัติดังกล่าวสามารถเปลี่ยนแปลงไปตามตำแหน่งและเวลา ในการศึกษาขั้นพื้นฐาน มักศึกษาในระนาบเดียว เพราะง่ายต่อการเข้าใจ ไม่ต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่สูงมาก การบอกถึงการไหลสามารถแสดงได้ด้วยความเร็วของการไหล (Velocity) และอัตราการไหล (Discharge or Rate of flow)⁶ ดังต่อไปนี้

2.1.6.1 ความเร็วการไหล (Velocity): V คือ เมื่อของไหลเกิดการไหลมวลของของไหลมีการเปลี่ยนตำแหน่ง โดยระยะทาง S ที่มวลของของไหลเคลื่อนที่ไป ในหนึ่งหน่วยเวลา t เรียกว่า เกิดความเร็วของการไหล

$$V = S / t \quad \text{เมตร/วินาที, (m/s)}$$

⁶ปราโมทย์ พลพะฒนาวิ, หลักการคำนวณปริมาณน้ำผ่านอาคารชลประทาน.(2554), หน้า 4-5
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6.2 อัตราการไหล (Discharge or Rate of flow): Q คือ ปริมาณหรือปริมาตร V_o ของของไหลที่เปลี่ยนตำแหน่งหรือเคลื่อนที่ไปในหนึ่งหน่วยเวลา t เกิดความเร็วการไหล V

$$Q = V_o / t \quad \text{m}^3/\text{s}$$

หากให้ S = ระยะการเปลี่ยนตำแหน่ง หรือเคลื่อนที่ ; $S = V.t$

A = พื้นที่หน้าตัดของของไหลที่เคลื่อนที่

ดังนั้น $V_o = S.A = V.t.A$

หารด้วย t ทั้งสองด้าน

$$V_o / t = VA$$

ดังนั้น $Q = VA \dots\dots\dots\text{m}^3/\text{s}$



ภาพที่ 2.1 แสดงลักษณะอัตราการไหลในหนึ่งปริมาตร

ที่มา : ผู้วิจัย 2562

ส่วนการไหลของอากาศผ่านวัตถุอาจเป็นการไหลแบบ Steady หรือ Unsteady ก็ได้⁷ ดังนั้น เพื่อตอบคำถามของวัตถุประสงค์ที่ 1 จึงต้องศึกษาตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับผังโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2 เพิ่มเติม

⁷สืบศักดิ์ ประสารสุข,การคำนวณของไหลของอากาศผ่านอาคารแบบ 3 มิติ (2547), หน้า 8
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การเกิดกระแสลมและหลักการไหลของกระแสลม

ลม หมายถึง อากาศที่เคลื่อนที่ไปในทิศทางในแนวราบ เกิดจากการแทนที่ของอากาศ เนื่องจากอากาศ ในบริเวณที่ร้อนจะลอยตัวสูงขึ้น ในขณะที่อากาศบริเวณใกล้เคียงที่อุณหภูมิต่ำกว่า จะเคลื่อนที่เข้ามาแทนที่ เมื่อมีการเคลื่อนไหวของอากาศที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงและแตกต่างกัน ของความกดอากาศ อากาศบริเวณที่มีความกดอากาศสูงจะเคลื่อนที่เข้ามายังบริเวณที่มีความกดอากาศต่ำ มวลอากาศที่เคลื่อนที่ที่เราเรียกว่า "ลม"⁸ ส่วนกระแสลมที่ส่งผลต่อสภาวะแวดล้อมโดยทั่วไป เรียกว่าลมพื้นผิว⁹

2.2.1 ลมพื้นผิว¹⁰

ลมพื้นผิว (Surface winds) เป็นลมที่พัดบริเวณผิวพื้นในระดับความสูงไม่เกิน 1 กิโลเมตรเหนือพื้นดิน ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการคลุกเคล้าของอากาศ และมีแรงเสียดทานเกิดจากการปะทะกับสิ่งกีดขวางร่วมกระทำด้วย ในระดับต่ำแรงความดันจากความกดอากาศในแนวนอนจะไม่สมดุลกับแรงคอริโอลิส และแรงเสียดทานทำให้ความเร็วลมลดลงมีผลให้แรงคอริโอลิสลดลงไปด้วย ลมพื้นผิวจึงไม่พัดขนานกับไอโซบาร์ (เส้นแนวความดันเท่า) แต่พัดข้ามไอโซบาร์จากความกดอากาศสูงไปยังความกดอากาศต่ำ และทำมุมกับไอโซบาร์ มุมที่ลมพัดทำกับไอโซบาร์ในระดับความสูงต่ำกว่า 10 เมตรเหนือผิวนั้นขึ้นอยู่กับความหยาบของผิว ถ้าเป็นทะเลที่ราบเรียบแรงเสียดทานจะทำมุม 10 ถึง 20 องศา ถ้าเป็นพื้นดินจะทำมุม 20 ถึง 40 องศา และบริเวณที่เป็นป่าไม้หนาที่บอาจทำมุม 90 องศา ส่วนที่ระดับความสูงมากกว่า 10 เมตร ขึ้นไปแรงเสียดทานและความเร็วสูงขึ้น มุมที่ทำกับไอโซบาร์จะน้อยลง โดยที่ระดับความสูง 1 กิโลเมตรนั้นเกือบไม่มีแรงเสียดทานนั้นลมจึงพัดขนานกับไอโซบาร์

⁸ ฐานุมาศ สีนอ, การประยุกต์ใช้หลักการพลศาสตร์ของไหลกับการไหลของอากาศในพื้นที่ซับซ้อน เพื่อหาตำแหน่งติดตั้งกังหันลม: ภาควิชา วิศวกรรมโยธา ภาควิชา วิศวกรรมโยธา (2556), หน้า 4

⁹ สิริลักษณ์ วรรณธีระเดช, แนวทางการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านกระแสลมของอาคารต่อสภาพแวดล้อมเมือง (2559), หน้า 16

¹⁰ รศ. สมาน เสนางามและคณะ, การศึกษาศักยภาพพลังงานลมเฉพาะแหล่ง (2549), หน้า 2-6
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.2 แสดงการเคลื่อนที่ของลมพื้นผิว

ที่มา : สิริลักษณ์ วรรณธีระเดช,แนวทางการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านกระแสลมของอาคาร
ต่อสภาพแวดล้อมเมือง (2559), หน้า 16

2.2.2 หลักการไหลของกระแสลม¹¹

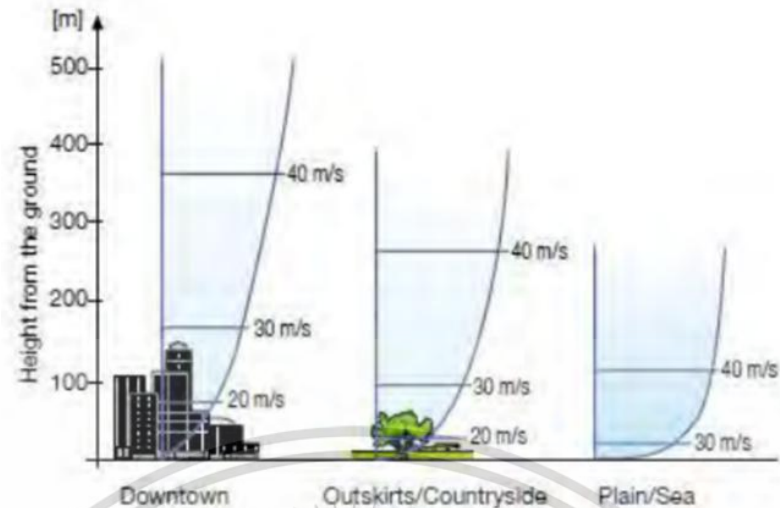
ลักษณะการไหลของลมยังขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศ รวมไปถึงสิ่งแวดล้อม เช่น ในกรณีของกระแสลมที่เกิดขึ้นที่กรุงเทพฯกับชนบทก็จะมี ความแตกต่างกัน เนื่องจากสิ่งแวดล้อมแต่ละพื้นที่ก็มีภูมิประเทศต่างกัน จึงส่งผลถึงเรื่องกระแสลมด้วย หลัก 3 ประการที่ควบคุมการเคลื่อนที่ของกระแสลมและความสัมพันธ์ของกระแสลมธรรมชาติกับภูมิประเทศและสิ่งแวดล้อมได้แก่

หลักการข้อที่ 1 คือ เป็นผลจากแรงเสียดทาน และความเร็วกระแสลมเมื่อเข้าใกล้พื้นผิวของโลก และจะเพิ่มขึ้นเมื่อระดับความสูงเปลี่ยนไปสู่ชั้นบรรยากาศ ความลาดชันหรือความสูงต่ำของผิวดินเป็นตัวทำให้เกิดความเร็วกระแสลมที่แตกต่างกัน ดังนั้นลักษณะภูมิประเทศจึงมีผลต่อความเร็วลม

¹¹ชญาดา วาณิชพงษ์,การศึกษาารูปแบบการวางผังที่ดินและอาคารของหมู่บ้านจัดสรรในจังหวัด

เชียงใหม่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ.(2556), หน้า 13-15

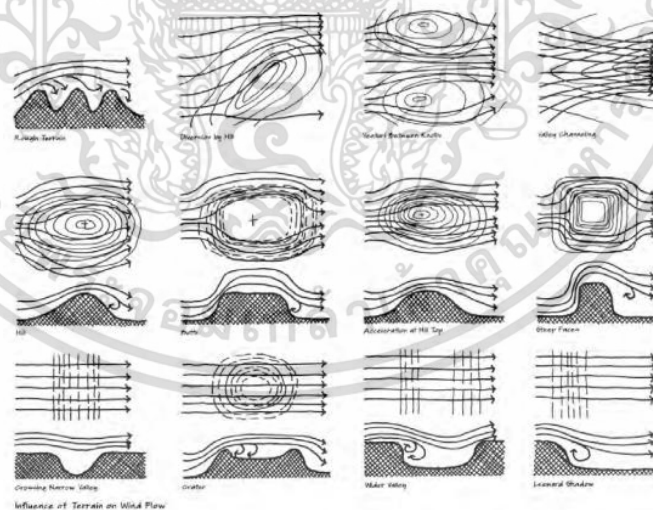
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.3 แสดงการเปลี่ยนแปลงความเร็วกระแสลมตามลักษณะภูมิประเทศ

ที่มา : ชญาดา วาณิชพงษ์, การศึกษารูปแบบการวางผังที่ดินและอาคารของหมู่บ้านจัดสรรในจังหวัดเชียงใหม่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ.(2556), หน้า 13-15

หลักการข้อที่ 2 คือ เป็นผลจากแรงเฉื่อย อากาศมีแนวโน้มที่จะเคลื่อนย้ายในทิศทางเดียวกัน เมื่อพบสิ่งกีดขวาง ดันนั้นมันจะไหลไปรอบๆวัตถุ เช่นเดียวกับน้ำที่ไหลไปรอบๆหินในลำธาร แทนที่จะสะท้อนจากวัตถุในทิศทางที่ไม่มีแบบแผน

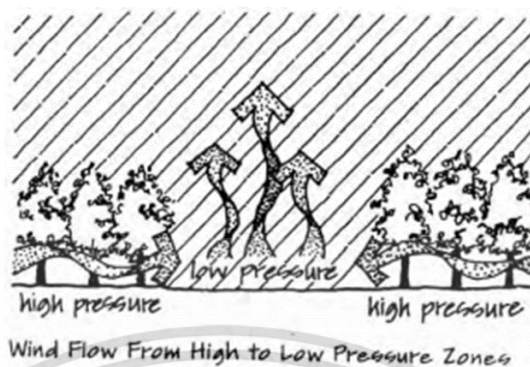


ภาพที่ 2.4 แสดงลักษณะการไหลของอากาศเมื่อผ่านภูมิประเทศในแต่ละรูปแบบ

ที่มา : ชญาดา วาณิชพงษ์, การศึกษารูปแบบการวางผังที่ดินและอาคารของหมู่บ้านจัดสรรในจังหวัดเชียงใหม่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ.(2556), หน้า 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการข้อที่ 3 คือ อากาศไหลจากบริเวณที่มีความกดอากาศสูงไปยังบริเวณที่มีความกดอากาศต่ำ



ภาพที่ 2.5 แสดงหลักการไหลของกระแสลมตามความกดอากาศ

ที่มา : ชญาดา วาณิชพงษ์, การศึกษารูปแบบการวางผังที่ดินและอาคารของหมู่บ้านจัดสรรในจังหวัดเชียงใหม่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ.(2556), หน้า 13-15

2.2.3 การประมาณการไหลเวียนของกระแสลม¹²

การประมาณการไหลเวียนกระแสลมด้วยการคำนวณเป็นวิธีการประมาณอัตราการไหลเวียนกระแสลมที่ไม่ต้องการความแม่นยำมากนักก็มีหลายวิธี แต่ที่นิยมใช้มี 2 วิธีได้แก่

2.2.3.1 The British standard method

เป็นการประมาณอัตราการไหลเวียนของกระแสลมทั้งการรั่วไหลของอากาศ (infiltration) การไหลเวียนอากาศด้านเดียว (single-side) และการไหลเวียนอากาศผ่านตัวอาคาร (cross ventilation) วิธีการคำนวณจะเน้นที่การไหลของอากาศเนื่องจากแรงลมและจากความแตกต่างของอุณหภูมิ ซึ่งไม่รวมถึงอิทธิพลของรูปทรงและลักษณะผนังภายในอาคาร สูตรคำนวณปรากฏ ดังนี้

$$Q = K A V$$

เมื่อ

Q = ปริมาณลม ลูกบาศก์ฟุตต่อชั่วโมง

K = ค่าคงที่ของอัตราส่วนของช่องลมเข้าและออก

A = พื้นที่ช่องลมเข้า (ft²)

V = ค่าความเร็วลม (ft/h)

¹²Servando Alvarez , *Natural Ventilation in Building : A Design Handbook* , (2002), หน้า 64-67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3.2 The Aynsley method

เป็นวิธีที่เหมาะสมกับกรณีของการไหลเวียนกระแสลมผ่านอาคาร (cross ventilation) โดยถือว่าช่องเปิดมี 2 ช่องอยู่ด้านตรงข้ามกัน แต่ต้องใช้ค่า Cp_1 และ Cp_2 หรือค่าสัมประสิทธิ์ความดันอันเนื่องมาจากการกระทำของแรงลมในแต่ละด้าน โดยเขียนเป็นสมการ ดังนี้

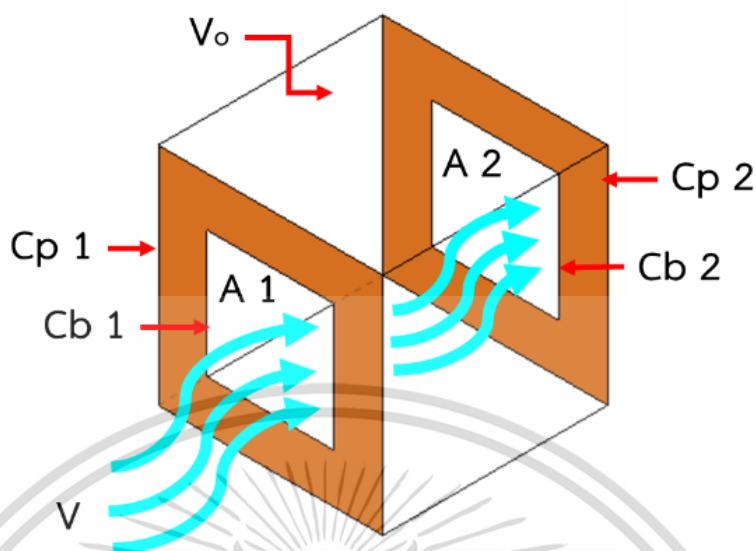
$$Q = \frac{\sqrt{Cp_1 - Cp_2}}{\frac{1}{A_1^2 Cb_1^2} + \frac{1}{A_2^2 Cb_2^2}} * V$$

- เมื่อ
- Q = อัตราการไหลเวียนของกระแสลม (m^3/s)
 - Cp_1 = ค่าสัมประสิทธิ์ความดันด้านลมเข้า
 - Cp_2 = ค่าสัมประสิทธิ์ความดันด้านลมออก
 - Cb_1 = ค่าสัมประสิทธิ์ช่องลมเข้า (discharge coefficients)
 - Cb_2 = ค่าสัมประสิทธิ์ช่องลมออก (discharge coefficients)
 - A_1 = พื้นที่ช่องลมเข้า (m^2)
 - A_2 = พื้นที่ช่องลมออก (m^2)
 - V = ค่าความเร็วลมภายนอก (m/s)

โดยที่ค่า Cd_1 และค่า Cd_2 จะขึ้นอยู่กับความกว้างและความลึกของช่องเปิด ซึ่งโดยทั่วไปแล้วให้ใช้ค่า 0.6 แทนลงไปนในสมการได้เลย ส่วนค่า Cp_1 และ Cp_2 ในกรณีที่อาคารไม่เป็นไปตามรูปร่างที่กำหนดให้ไว้ให้ใช้ค่า Cp_1 เท่ากับ 0.4 ส่วนค่า Cp_2 เท่ากับ -0.25 ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัดจากอาคารรูปร่างต่างๆ สำหรับช่องลมออกของหลังคาให้ใช้ค่า Cp_2 เท่ากับ -0.30¹³

จากสมมติฐานของงานวิจัย ที่สนใจรูปแบบของกระแสลมที่เกิดจากการบังกันของกลุ่มอาคารภายในผังโครงการ ซึ่งลักษณะของรูปทรงของอาคารและกลุ่มอาคารภายในผังโครงการเป็นรูปทรงที่เหมือนกันและในแต่ละกลุ่มอาคารมีจำนวนอาคารที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นการคำนวณการเคลื่อนที่ของกระแสลมผ่านตัวอาคารภายในผังโครงการต้องใช้วิธีที่ละเอียด จึงเลือกใช้วิธีการคำนวณของ The aynsley method เพื่อตอบคำถามของวัตถุประสงค์ที่ 2 ในงานวิจัย

¹³ณรงค์ชัย ประเสริฐศักดิ์ดา, การออกแบบปรับปรุงความเร็วลมเพื่อภาวะน่าสบายใต้ถุนอาคารสูง. (2550), หน้า 9-11



ภาพที่ 2.6 แสดงการไหลของอากาศแบบ Cross Ventilation ตามนิยามของ The Aynsley method
ที่มา : ผู้วิจัย 2562

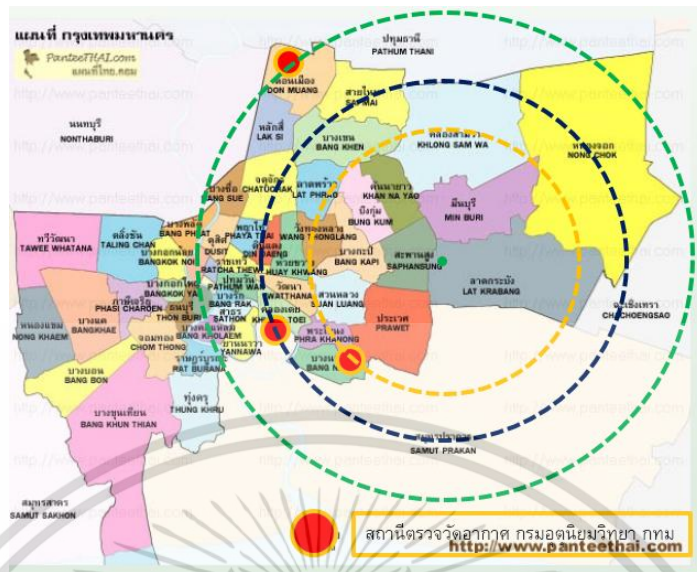
2.3. สถานิกรมอุตุนิยมวิทยาทวมและการวัดความเร็วลมประจำทิศรอบฝั่งโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2

2.3.1 สถานิกรมอุตุนิยมวิทยาทวม¹⁴

สถานิกรมอุตุนิยมวิทยากรุงเทพฯประกอบด้วย สถานิกรมอุตุนิยมวิทยากรุงเทพฯ (เฉลิมพระเกียรติ) เขตคลองเตย ประมาณละติจูด $13^{\circ} 44'$ เหนือ ลองจิจูด $100^{\circ} 34'$ ตะวันออก สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 3 เมตร สถานิกรมอุตุนิยมวิทยากรุงเทพฯ (ดอนเมือง) เขตดอนเมือง ประมาณละติจูด $13^{\circ} 55'$ เหนือ ลองจิจูด $100^{\circ} 36'$ ตะวันออก สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 4 เมตร และสถานิกรมอุตุนิยมวิทยากรุงเทพฯ (กลุ่มงานเกษตร) เขตบางนา ประมาณละติจูด $13^{\circ} 40'$ เหนือ ลองจิจูด $100^{\circ} 36'$ ตะวันออก สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 0.8 เมตร ซึ่งได้ทำการตรวจสอบประกอบอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ วันละ 8 เวลา คือ 01.00, 04.00, 07.00, 10.00, 13.00, 16.00, 19.00 และ 22.00 น.

¹⁴<http://climate.tmd.go.th/data/province/กลาง/ภูมิอากาศกรุงเทพมหานคร.pdf>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.7 แสดงตำแหน่งสถานีตรวจวัดอากาศในพื้นที่ กทม.
ที่มา : <http://www.panteethai.com>

2.3.2 การวัดความเร็วลมประจำทิศรอบฝั่งโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2

2.3.2.1 การวัดลม¹⁵

การวัดลมมีค่าที่ต้องวัด 2 ค่า คือ การวัดทิศลมและวัดความเร็วลม โดยทิศลมอาจเรียกชื่อตามทิศต่างๆของเข็มทิศหรือเรียกเป็นองศาจากทิศเหนือ ปัจจุบันการวัดทิศลมนิยมวัดตามเข็มทิศ และวัดเป็นองศา ถ้าวัดทิศลมด้วยเข็มทิศ เข็มทิศจะถูกแบ่งออกเป็น ทิศใหญ่ๆ 4 ทิศ คือ ทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก ทิศตะวันตก ซึ่งทิศทั้ง 4 ทิศเมื่อแบ่งย่อยอีกจะเป็น 8 ทิศ โดยจะเพิ่มทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ทิศตะวันออกเฉียงใต้ ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ และทิศตะวันออกเฉียงใต้ นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งจาก 8 ทิศ ให้ย่อยเป็น 16 ทิศหรือ 32 ทิศได้อีก แต่การรายงานทิศนั้นมักนิยมรายงานจำนวนทิศเพียง 8 หรือ 16 ทิศเท่านั้น ความเร็วลม คือ อัตราการเคลื่อนที่ของอากาศที่มีพลังงานจลน์ ทำให้เกิดแรงกระทำต่อวัตถุใดๆที่ปะทะลมได้ ดังนั้นคุณสมบัติการเคลื่อนที่ของลมสามารถแสดงได้ด้วยความเร็วและทิศทางลมเพื่อใช้งานด้านอุตุนิยมวิทยาตามข้อกำหนดของกรม

¹⁵รศ. สมาน เสนงามและคณะ,การศึกษาศักยภาพพลังงานลมเฉพาะแหล่ง (2549), หน้า 2-1,2-2 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุตุนิยมวิทยาโลก โดยจะวัดที่ความสูง 10 เมตร และมักตั้งสถานีวัดอยู่ตามเมืองใหญ่ๆหรือที่มีสนามบิน ข้อมูลที่ได้จะแสดงในรูปความเร็วและทิศทางของลม¹⁶

2.3.2.3 ความเร็วลมประจำทิศรอบฝั่งโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2

ที่ตั้งของโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2 ตั้งอยู่ในเขตลาดกระบัง ซึ่งเป็นพื้นที่บริเวณชานเมือง จากข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ใช้วัดทิศทางลมในกรุงเทพมหานครด้วยโปรแกรม Wind rose จากศูนย์วัดบางนา สถานีอุตุนิยมวิทยากรุงเทพฯ (กลุ่มงาน เกษตร) เขตบางนา (ประมาณละติจูด $13^{\circ} 40'$ เหนือ ลองจิจูด $100^{\circ} 36'$ ตะวันออก สูงจากระดับน้ำทะเล ปานกลาง 0.8 เมตร) ซึ่งเป็นศูนย์ที่ใกล้กับพื้นที่นี้ ได้รายงานทิศทางลมและความเร็วของลมของแต่ละเดือนในกรุงเทพมหานครออกมาทั้งหมด 16 ทิศ ประกอบด้วย ทิศเหนือ (N) ทิศตะวันออกเฉียงเหนือค่อนไปทางเหนือ (NNE) ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE) ทิศตะวันออกเฉียงเหนือค่อนไปทางตะวันออก (ENE) ทิศตะวันออก (E) ทิศตะวันออกเฉียงใต้ค่อนไปทางตะวันออก (ESE) ทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE) ทิศตะวันออกเฉียงใต้ค่อนไปทางใต้ (SSE) ทิศใต้ (S) ทิศตะวันตกเฉียงใต้ค่อนไปทางใต้ (SSW) ทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW) ทิศตะวันตกเฉียงใต้ค่อนไปทางตะวันตก (WSW) ทิศตะวันตก (W) ทิศตะวันตกเฉียงเหนือค่อนไปทางตะวันตก (WNW) ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW) และทิศตะวันตกเฉียงเหนือค่อนไปทางเหนือ (NNW) ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการวัดความเร็วของลมจากกรมอุตุนิยมวิทยาในแต่ละทิศของเดือนต่างๆจะรายงานความเร็วของลมประทิศในกรุงเทพมหานครมา 6 ระดับ ประกอบด้วย

ระดับ A มีความเร็วของลมตั้งแต่ 0.00 -<5.40 km/h

ระดับ B มีความเร็วของลมตั้งแต่ 5.40 -<8.86 km/h

ระดับ C มีความเร็วของลมตั้งแต่ 8.86 -<16.09 km/h

ระดับ D มีความเร็วของลมตั้งแต่ 16.09 -<24.95 km/h

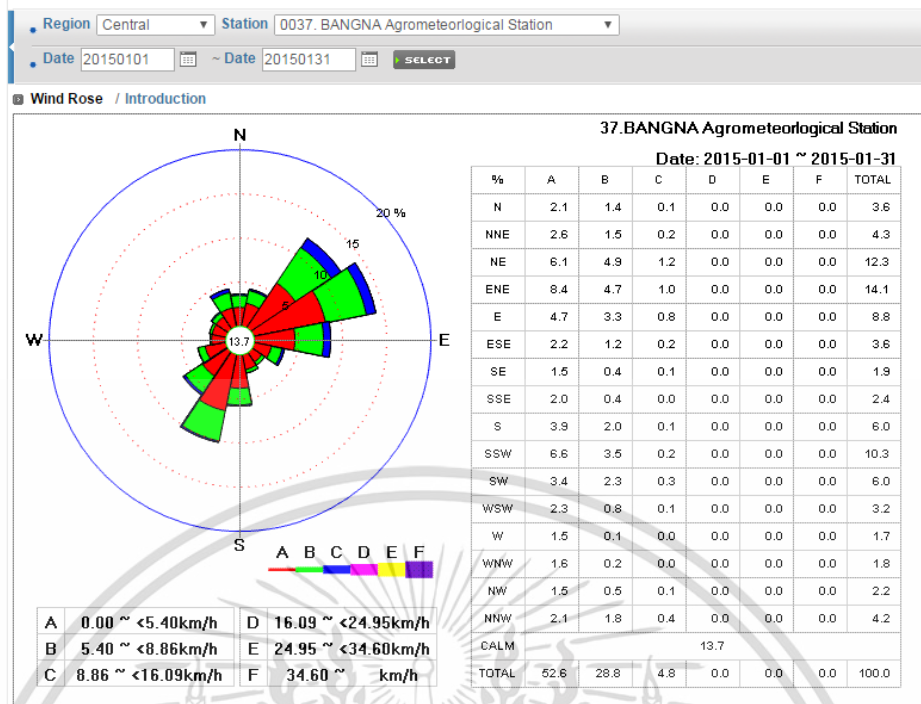
ระดับ E มีความเร็วของลมตั้งแต่ 24.95 -<34.60 km/h

ระดับ F มีความเร็วของลมตั้งแต่ 34.60 km/h

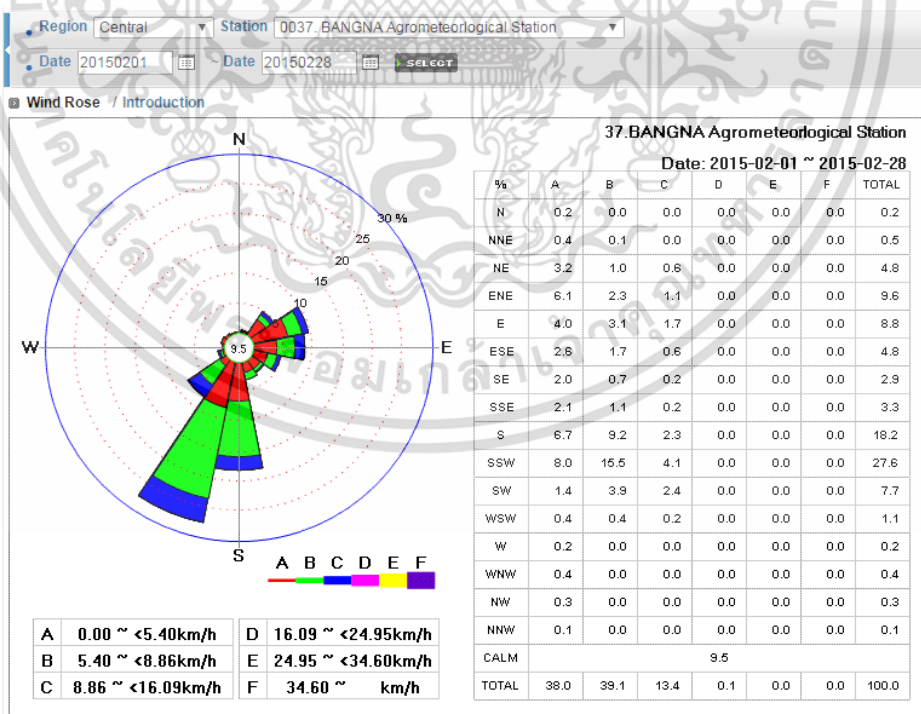
ดังที่จะปรากฏในรูปดังต่อไปนี้

¹⁶ มหาวิทยาลัยศิลปากร , รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการความร่วมมือด้านพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานระหว่างไทยกับพม่า (การศึกษาศักยภาพพลังงานลม) (2551), หน้า 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

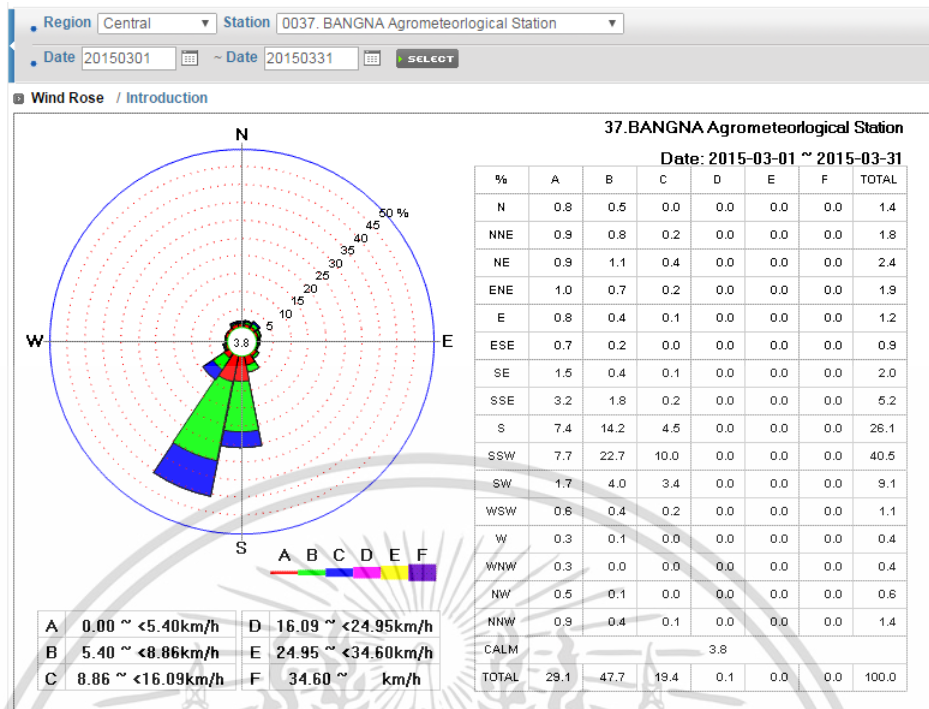


ภาพที่ 2.8 แสดงทิศทางลมที่ของลมในเดือนมกราคม
ที่มา : http://www.aws-observation.tmd.go.th/web/aws/aws_windroses.asp

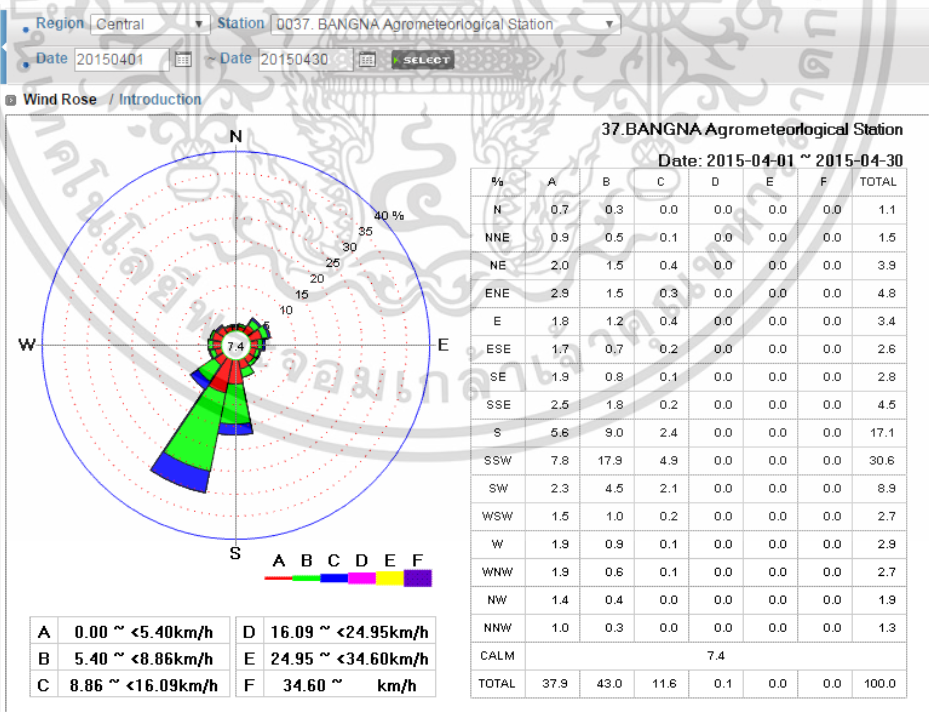


ภาพที่ 2.9 แสดงทิศทางลมที่ของลมในเดือนกุมภาพันธ์
ที่มา : http://www.aws-observation.tmd.go.th/web/aws/aws_windroses.asp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

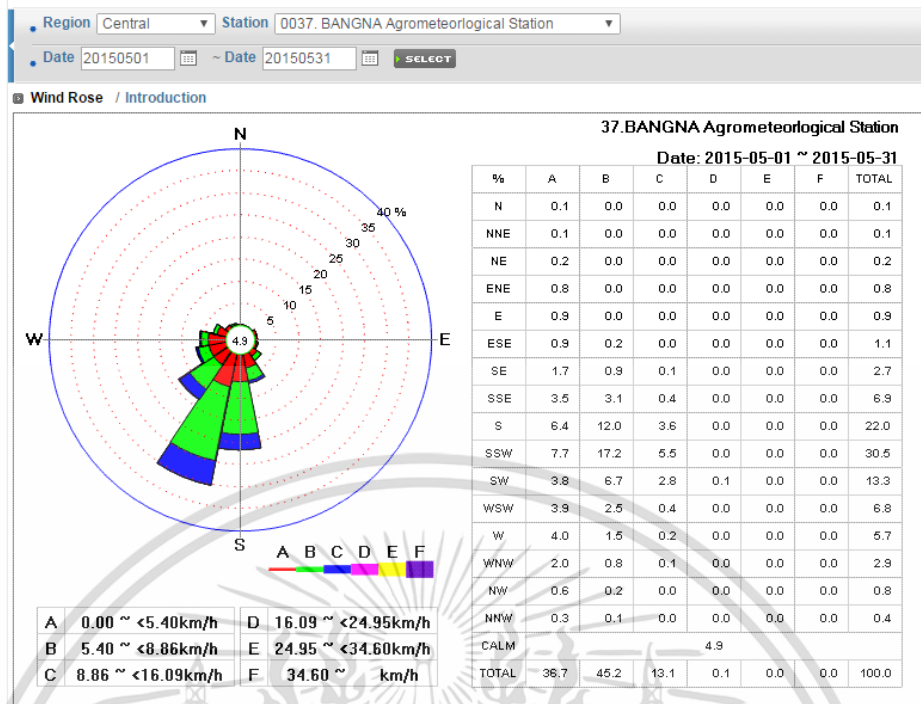


ภาพที่ 2.10 แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของลมในเดือนมีนาคม
ที่มา : http://www.aws-observation.tmd.go.th/web/aws/aws_windroses.asp

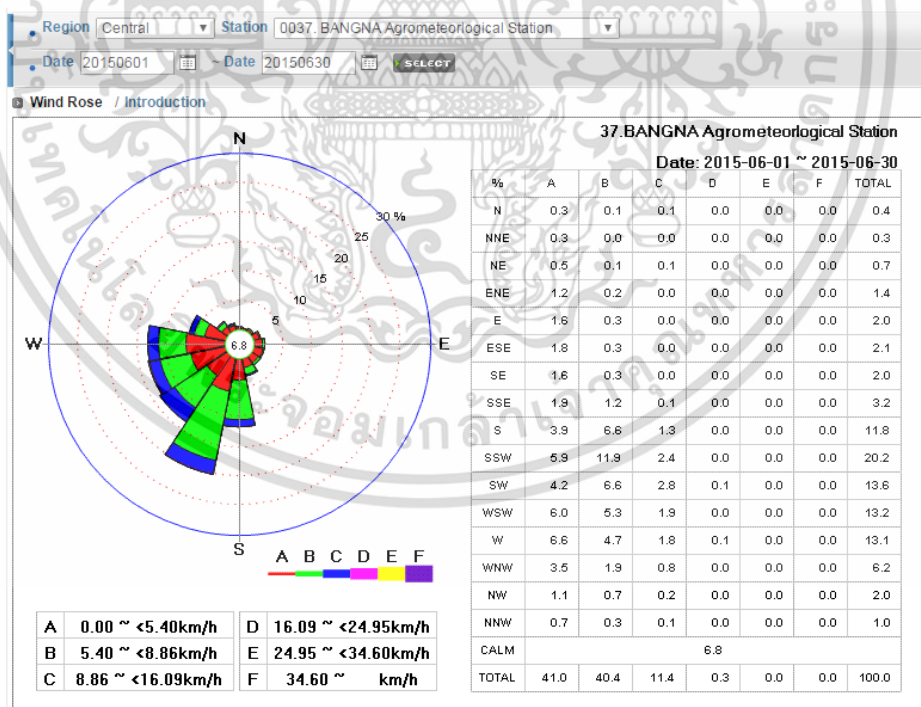


ภาพที่ 2.11 แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของลมในเดือนเมษายน
ที่มา : http://www.aws-observation.tmd.go.th/web/aws/aws_windroses.asp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

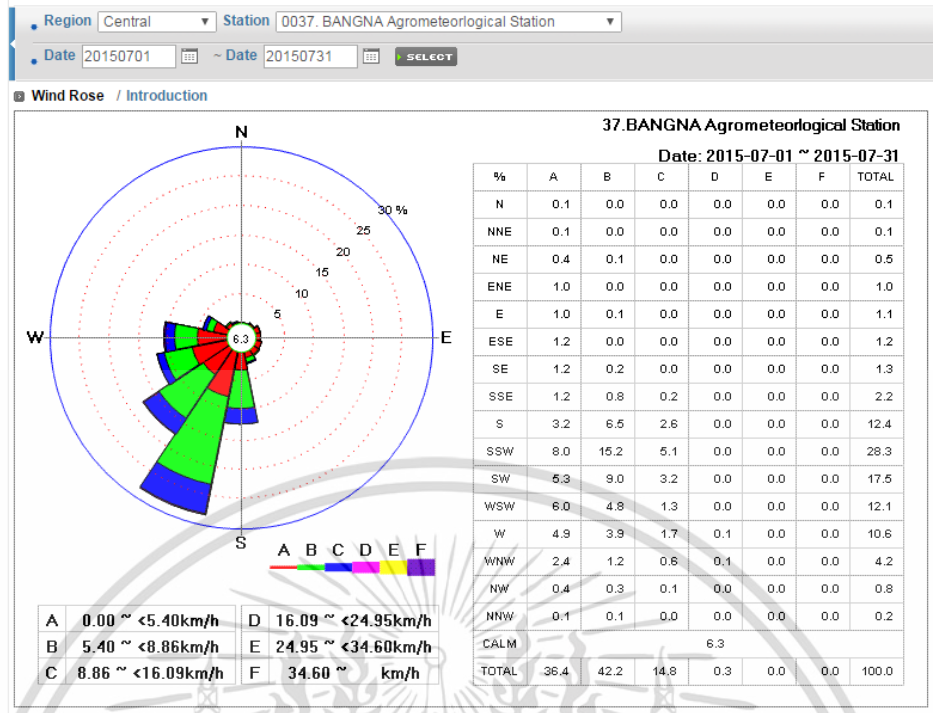


ภาพที่ 2.12 แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของลมในเดือนพฤษภาคม
ที่มา : http://www.aws-observation.tmd.go.th/web/aws/aws_windroses.asp

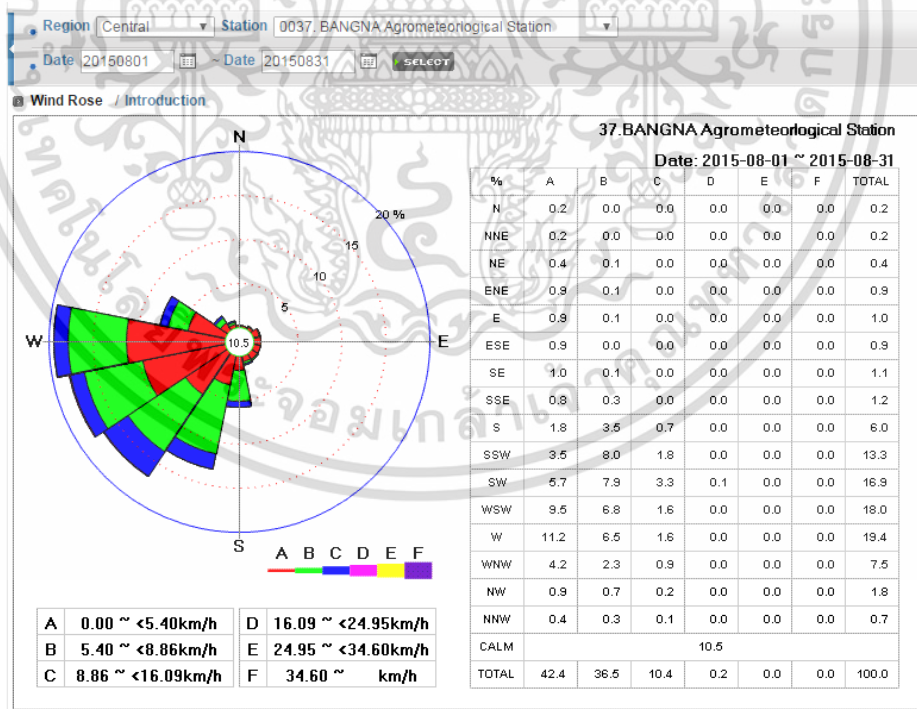


ภาพที่ 2.13 แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของลมในเดือนมิถุนายน
ที่มา : http://www.aws-observation.tmd.go.th/web/aws/aws_windroses.asp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

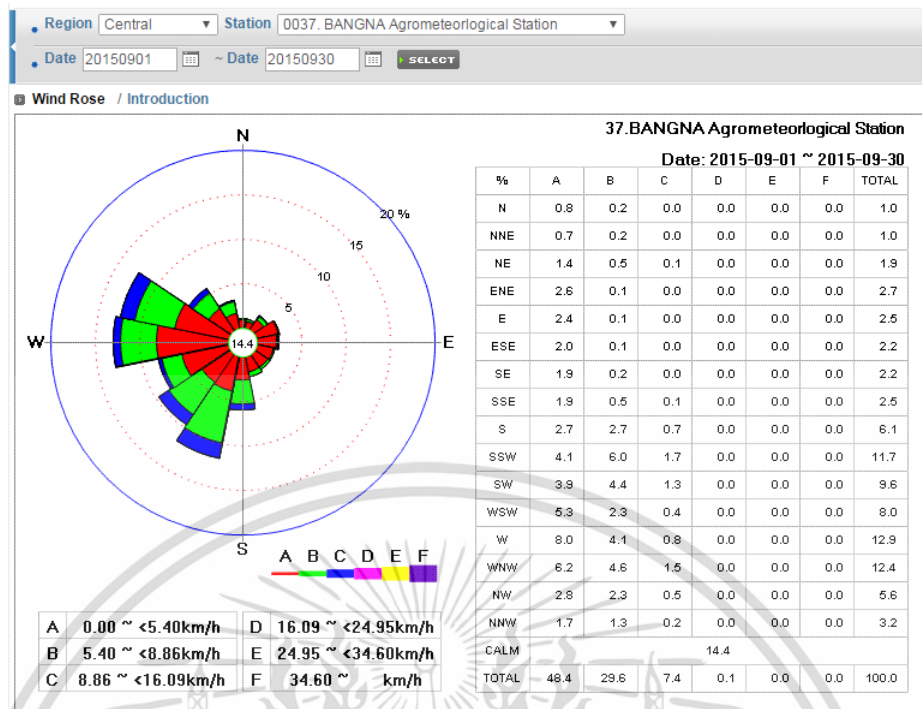


ภาพที่ 2.14 แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของลมในเดือนกรกฎาคม
ที่มา : http://www.aws-observation.tmd.go.th/web/aws/aws_windroses.asp

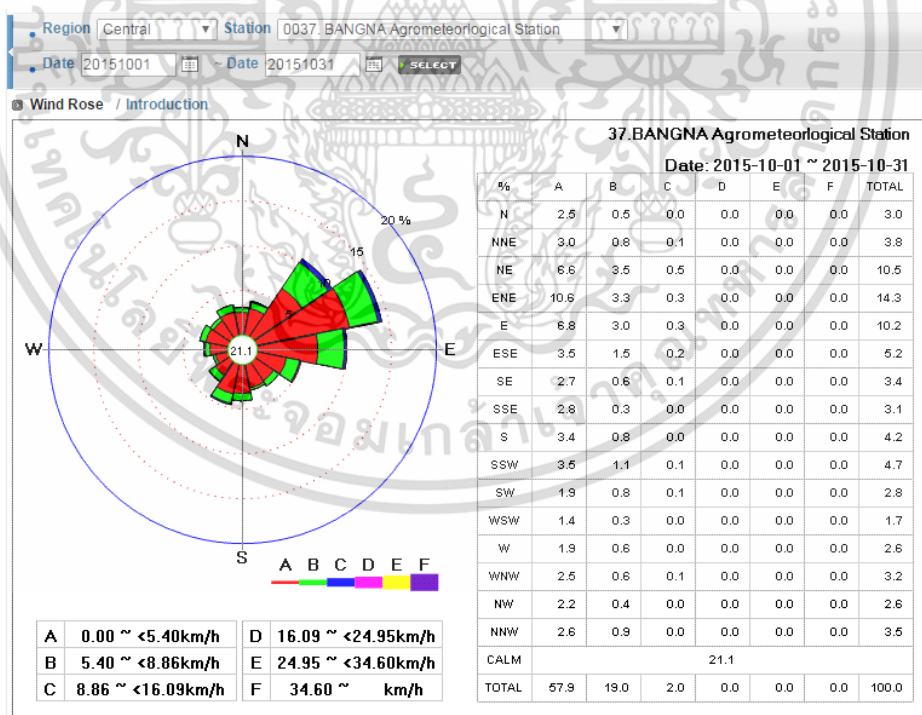


ภาพที่ 2.15 แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของลมในเดือนสิงหาคม
ที่มา : http://www.aws-observation.tmd.go.th/web/aws/aws_windroses.asp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

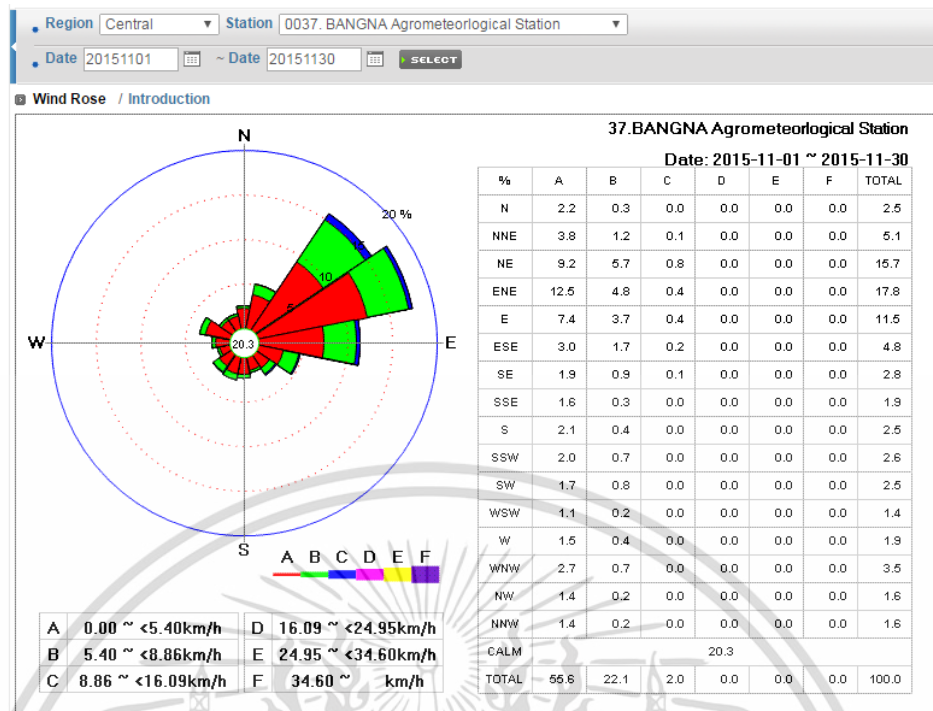


ภาพที่ 2.16 แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของลมในเดือนกันยายน
ที่มา : http://www.aws-observation.tmd.go.th/web/aws/aws_windroses.asp

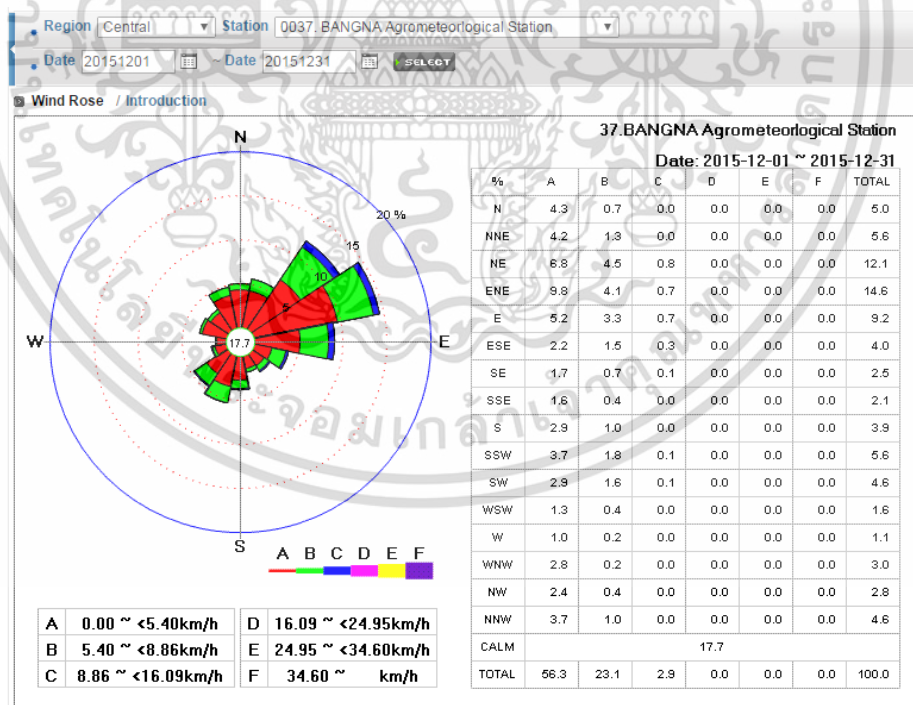


ภาพที่ 2.17 แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของลมในเดือนตุลาคม
ที่มาของภาพ : http://www.aws-observation.tmd.go.th/web/aws/aws_windroses.asp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

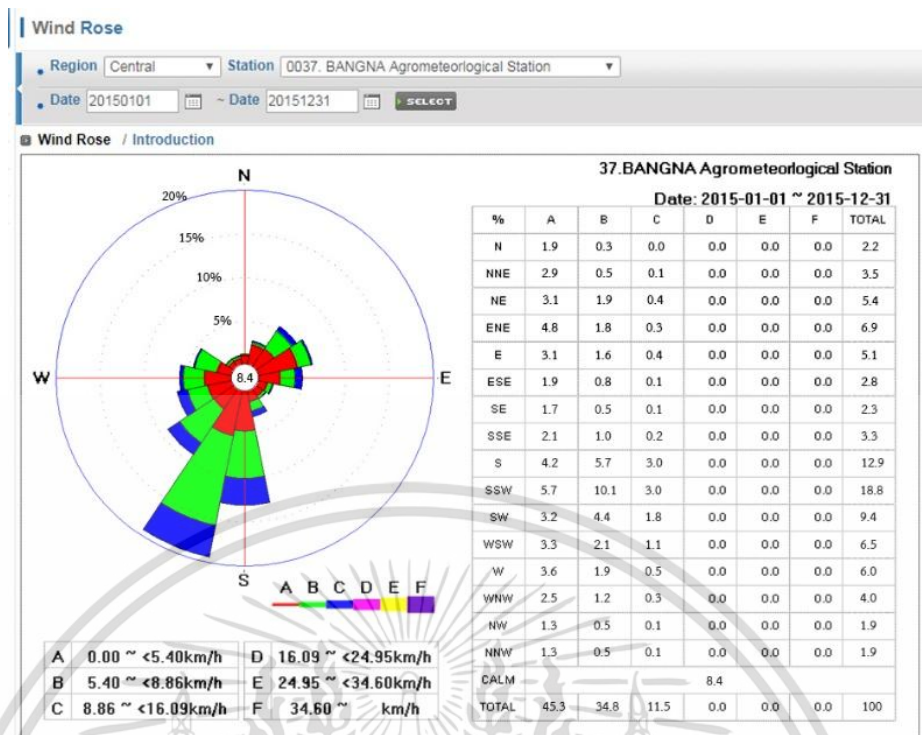


ภาพที่ 2.18 แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของลมในเดือนพฤศจิกายน
ที่มา : http://www.aws-observation.tmd.go.th/web/aws/aws_windroses.asp



ภาพที่ 2.19 แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของลมในเดือนธันวาคม
ที่มา : http://www.aws-observation.tmd.go.th/web/aws/aws_windroses.asp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.20 แสดงทิศทางและการเคลื่อนที่ของลมทั้ง 12 เดือน

ที่มา : http://www.aws-observation.tmd.go.th/web/aws/aws_windroses.asp

จากข้อมูลความเร็วของกระแสลมประจำทิศทางที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยา จะเห็นว่าความเร็วของกระแสลมประจำทิศทางของปี 2558 ซึ่งเป็นปีที่ใช้เก็บข้อมูล กระแสลมประจำทิศทางจะมีระดับความเร็วเกิดขึ้นจากการวัดของสถานีบางนา 3 ระดับ คือ ระดับ A มีความเร็วของลมตั้งแต่ 0.00 -<5.40 km/h ระดับ B มีความเร็วของลมตั้งแต่ 5.40 -<8.86 km/h ระดับ C มีความเร็วของลมตั้งแต่ 8.86 -<16.09 km/h จากทั้งหมด 6 ระดับ ซึ่งในแต่ละระดับสามารถอธิบายถึงระดับผลกระทบที่เกิดจากกระแสลมได้จากมาตราความเร็วลม

2.4 ระดับผลกระทบที่เกิดจากความเร็วลมและปัจจัยที่มีผลต่อการระบายอากาศ

2.4.1 ระดับผลกระทบที่เกิดจากความเร็วลม

ความเร็วลมในแต่ละระดับนั้น สังเกตได้จากปรากฏการณ์ของวัตถุที่อยู่รอบๆ ดังนั้นจึงมีการกำหนดมาตราความเร็วลมขึ้น เรียกว่ามาตราโบฟอร์ต (Beaufort Scale) โดยมาตราโบฟอร์ต ใช้สำหรับเปรียบเทียบความเร็วลมกับสิ่งที่กีดขวางทั้งบนบกและในทะเลโดยสิ่งกีดขวางต่างๆ ได้แก่ ใบไม้ กิ่งไม้ สายโทรเลข สายโทรศัพท์ ธง สิ่งปรักหักพังต่างๆ และคลื่นในทะเล เกณฑ์ที่ใช้กำหนดความเร็วลม ได้มาจากการสังเกตกำลังลมเหนือพื้นดินและในทะเล มาตราโบฟอร์ต เริ่มต้นจากมาตราที่ 0 ไป เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จนถึงมาตราที่ 17 ความเร็วลมจะเพิ่มขึ้นคือ ที่มาตรา 0 จะเป็นเขตลมสงบ ไปจนถึงมาตราที่ 17 ลมมีกำลังแรงจัดกลายเป็นพายุเฮอริเคน¹⁷

ตารางที่ 2.2 แสดงความเร็วกระแสลมตามมาตรวัตโบฟอร์ต

	ความเร็วลม		ชนิดลม	ลักษณะผลกระทบอันเกิดจากกระแสลม	
	km/hr	m/s		ในทะเล	บนบก
0	<1.85	0.51	ลมสงบ	ทะเลคล้ายกระจก	สงบคลื่นลอยขึ้นตรง
1	1.85-5.55	0.51-1.54	ลมเบา	ทะเลพริ้วยอดคลื่นไม่เป็นฟอง	ทิศทางลมสังเกตเห็นได้จากคลื่นแต่ไม่ใช่จากลูกศร
2	>5.55-11.11	>1.54-3.08	ลมอ่อน	คลื่นเป็นระลอกเล็กๆสังเกตเห็นได้ชัดแต่ยังไม่แตกเป็นฟอง	รู้สึกมีลมปะทะหน้าไปมา เคลื่อนไหว สครลมเริ่มหัน ทิศทางไปตามลม
3	>11.11-18.52	>3.08-5.14	ลมเชื่อย	คลื่นเป็นระลอกโตขึ้น คลื่นเริ่มแตกเป็นฟองขาว	ใบไม้และกิ่งไม้เล็กๆ เคลื่อนไหวตลอดเวลา ธงคลื่นออกตามลม
4	>18.52-29.63	>5.14-8.23	ลมปานกลาง	คลื่นขนาดเล็กใหญ่ขึ้นและ เป็นฟองขาวมากขึ้น	ฝุ่นฟุ้ง กระจาดาขปลิว กิ่งไม้เล็กๆโยก
5	>29.63-38.89	>8.23-10.83	ลมกระโชก	คลื่นขนาดปานกลางยามากขึ้น โอกาสที่จะเป็นฝอยน้ำได้บ้าง	ต้นไม้เล็กๆเริ่มโยก แหล่งน้ำบนบก เช่น แม่น้ำลำคลองหนองบึง เป็นระลอก
6	>38.89-50.00	>10.83-13.89	ลมแรง	คลื่นมีขนาดใหญ่ขึ้น แตกฟองขาวมากขึ้นเป็นฝอยน้ำมากขึ้น	กิ่งไม้ใหญ่โยก สายโทรเลขตั้งหือๆไม่สะดวกที่จะถือ ร่ม
7	>50.00-61.11	>13.89-16.97	พายุปานกลาง	น้ำทะเลสูงขึ้นและฟองแตกเป็นทาง เริ่มพัดกระจัดกระจายไปตามคลื่นหัวแตก	ต้นไม้โยก เดินด้านลมไม่สะดวก

ที่มา : สิริลักษณ์ วรรณธีระเดช,แนวทางการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านกระแสลมของอาคารต่อสภาพแวดล้อมเมือง (2559), หน้า 25-26

¹⁷สิริลักษณ์ วรรณธีระเดช,แนวทางการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านกระแสลมของอาคารต่อสภาพแวดล้อมเมือง (2559), หน้า 24-26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงความเร็วกระแสลมตามมาตรฐานวัดโบฟอร์ต (ต่อ)

	ความเร็วลม		ชนิด ลม	ลักษณะผลกระทบอันเกิดจากกระแสลม	
	km/hr	m/s		ในทะเล	บนบก
8	>61.11- 74.08	>16.97 -20.57	พายุ กระโช ก	คลื่นค่อนข้างสูง มีช่วงคลื่นขึ้น คลื่นที่ พองน้ำแตกเป็นทางเห็นได้ชัด	กิ่งไม้หักเดิน ไปด้านข้างไม้ สะดวก
9	>74.08- 87.04	>20.57 -24.17	พายุ แรง	คลื่นสูงยอดคลื่นเริ่มม้วนตัว คลื่นที่พองน้ำ แตกเป็นทางที่ขีบ และพองน้ำที่พัดอยู่สูงใน อากาศ ทำให้มีทัศนวิสัยเลว	สิ่งก่อสร้าง เสียหาย เล็กน้อย
1 0	>87.04- 101.86	>24.17 -28.29	พายุจัด	คลื่นสูงมากมียอดคลื่นที่ยื่นออก ทะเลมี พองขาวไปหมด การม้วนตัวของคลื่นมาก ขึ้น และทัศนวิสัยเลว	ต้นไม้ถอน ราก สิ่งก่อสร้าง เสียหายมาก
1 1	>101.86- 116.68	>28.29 -32.41	พายุจัด	คลื่นสูงใหญ่มาก ทะเลมีพองขาวเต็มไป หมด ทัศนวิสัยเลว	สิ่งก่อสร้าง เสียหายเป็น บริเวณกว้าง
1 2 - 1 7	>116.68	>32.41	เฮอริ เคน	แตกเป็นพวยอยู่ในอากาศเต็มไปหมด ทัศนวิสัยเลวลงมาก	สิ่งก่อสร้าง เสียหายหนัก

ที่มา : สิริลักษณ์ วรรณธีระเดช,แนวทางการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมของอาคาร
ต่อสภาพแวดล้อมเมือง (2559), หน้า 25-26

จากตารางมาตรฐานของโบฟอร์ตเมื่อนำข้อมูลความเร็วกระแสลมที่ได้จากการเก็บข้อมูลจาก
กรมอุตุนิยมวิทยาที่สถานีบางนา จะพบว่ากระแสลมที่เกิดขึ้นบริเวณรอบฝั่งโครงการจะอยู่ที่ระดับ A-
C ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับตารางของโบฟอร์ตช่วงของผลกระทบจะอยู่ที่ระดับ 0-5 จัดเป็นช่วง
ของกระแสลมสงบไปจนถึงกระแสลมกระโชก โดยมีอัตราความเร็วลมมาตรฐานที่ความสูง 10 เมตร
เหนือพื้นดินอยู่ที่ 0 - 10.7 เมตรต่อวินาที จากมาตรวัดดังกล่าวเป็นการอธิบายคุณสมบัติสำหรับการ
ประมาณการความเร็วลมเหนือพื้นดินซึ่งอธิบายถึงลักษณะการสังเกตกระแสลมเมื่อมากระทบสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลมต่างๆโดยรอบ แต่งานวิจัยชิ้นนี้ศึกษาพฤติกรรมของกระแสลมที่เคลื่อนที่ผ่านผังโครงการซึ่งเป็นผลต่อการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติจึงจำเป็นต้องศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติเพิ่มเติม

2.4.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการระบายอากาศ

การระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ คือ การเคลื่อนที่ของอากาศจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง เป็นวิธีที่ไม่ต้องใช้พลังงานกลและสามารถทำให้ผู้อยู่อาศัยรู้สึกสบายได้ เมื่อมีอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลมที่เหมาะสม การระบายอากาศวิธีนี้จะลดการใช้พลังงานไฟฟ้า ดังนั้นการออกแบบผัง และอาคารควรทำให้สามารถใช้ประโยชน์จากลมธรรมชาติให้มากที่สุดเพื่อสร้างความสบายให้กับผู้อยู่อาศัย¹⁸

ซึ่ง Szokolay ได้อธิบายถึงการเปรียบเทียบความเร็วลมกับผลของการรับรู้ของมนุษย์ไว้ดังนี้ โดยค่าความเร็วลม 0.00-0.25 m/s จะเป็นลมสงบ มนุษย์ไม่รู้สึกถึงการสัมผัสของลม เมื่อความเร็วลม 0.25-0.50 m/s มนุษย์จะไม่รับรู้ถึงการสัมผัสของลม แต่รู้สึกได้ถึง ความสบาย แต่เมื่อความเร็วลม 0.50-1.00 m/s มนุษย์จะรู้สึกถึงความสบายและรับรู้ถึงการสัมผัสของลม ซึ่งเป็นค่าความเร็วลมที่เหมาะสมกับความสบาย เมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้นเป็น 1.00-1.50 m/s มนุษย์จะรู้สึกถึงลมปะทะ จนรู้สึกรบกวนเล็กน้อย แต่เมื่อความเร็วลมมีค่ามากกว่า 1.50 m/s มนุษย์จะรู้สึกว่าเกิดการรบกวน ดังที่แสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 การเปรียบเทียบความเร็วลมกับผลของการรับรู้ของมนุษย์ โดย Szokolay

ความเร็วลม (เมตรต่อวินาที)	ผลกระทบ
< 0.25	ไม่รู้สึกว่ามีลม
0.25 - 0.50	รู้สึกพอใจ
0.50 - 1.00	พอใจ และรู้สึกว่ามีลม
1.00 - 1.50	รู้สึกว่าลมรบกวน
> 1.50	รู้สึกว่ารบกวนมาก

ที่มา : Andris Auliciems and Steven V. Szokolay, Passive and Low Energy Architecture International design tools and techniques , Thermal comfort (2007), หน้า 14

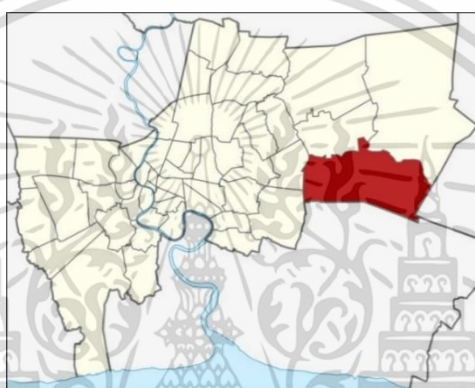
¹⁸ชญาดา วาณิชพงษ์, การศึกษารูปแบบการวางผังที่ดินและอาคารของหมู่บ้านจัดสรรในจังหวัด

เชียงใหม่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ (2556), หน้า 25-28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ที่ตั้งโครงการและลักษณะทางกายภาพของอาคารภายในผังโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2

โครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2 เป็นโครงการที่ตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกของกรุงเทพมหานคร แขวงคลองสองต้นนุ่น เขตลาดกระบัง ตั้งอยู่บนพื้นที่ 108 ไร่¹⁹ โดยทางด้านทิศเหนือของโครงการติดกับโครงการบ้านจัดสรรและตลาดนัด ทางทิศตะวันออกติดกับอาคารบ้านพักอาศัยแบบทาวน์เฮาส์สูง 3 และ 4 ชั้นและคลองหนึ่ง ทิศใต้และทิศตะวันตกติดกับทุ่งนา



ภาพที่ 2.21 แสดงแผนที่กรุงเทพมหานคร

ที่มา : https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Amphoe_1011.svg



ภาพที่ 2.22 แสดงแผนที่เขตลาดกระบังและภาพถ่ายทางอากาศของบริเวณผังโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2

ที่มา : URL://www.niems.go.th/Upload/File/255612021332124802_84jglUPgoLUBXEWTH.pdf

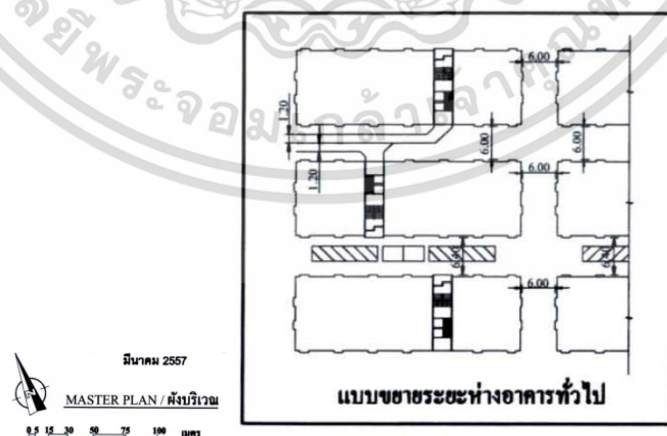
¹⁹ “รายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2”, กรุงเทพมหานคร

การเคหะแห่งชาติ (15 มีนาคม 2557) เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษานี้ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยเป็นหนึ่งในโครงการจัดสรรที่อยู่อาศัยสำหรับผู้มีรายได้น้อย จัดเป็นอาคารประเภทอยู่อาศัยรวม (อาคารชุดแฟลต) ประกอบด้วย อาคารอยู่อาศัยรวมขนาด 4 ชั้น มีจำนวน 126 อาคาร 6,024 หน่วย แบ่งเป็นอาคาร A 120 อาคาร อาคาร B 6 อาคาร ถนนภายในโครงการเขตทาง(ฟุตบอล)การแบ่งเป็น 3 ระยะคือ ถนนหลักกว้าง 18 เมตร ถนนรองกว้าง 16 เมตร และที่จอดรถกว้าง 19 เมตร ลักษณะของอาคารเป็นอาคารกว้าง 39.30 เมตร ลึก 12.98 เมตร สูง 16.15 เมตร วางเรียงตัวเป็นแนวมีระยะห่างระหว่างอาคาร 6 เมตร ตามภาพที่ได้แสดงด้านล่าง (รายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2 , 2557)

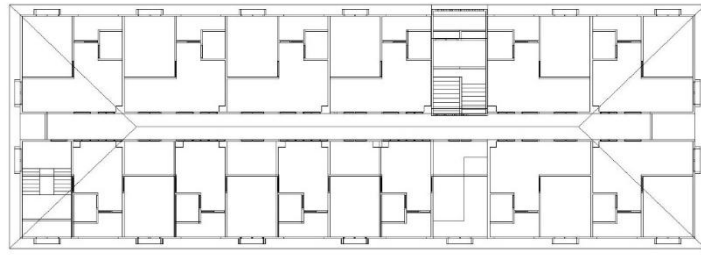


ภาพที่ 2.23 แสดงตำแหน่งการวางผังโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2 กับทิศเหนือ
ที่มา : รายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2



ภาพที่ 2.24 แสดงระยะห่างระหว่างตัวอาคารภายในผังโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2
ที่มา : รายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.25 แสดงรูปแบบภายในตัวอาคาร (ชั้น 3-4)
ที่มา: ผู้วิจัย 2562



รูปด้าน 1

รูปด้าน 2

ภาพที่ 2.26 แสดงแสดงรูปด้าน 1 และรูปด้าน 2

ที่มา: ผู้วิจัย 2562



รูปด้าน 3

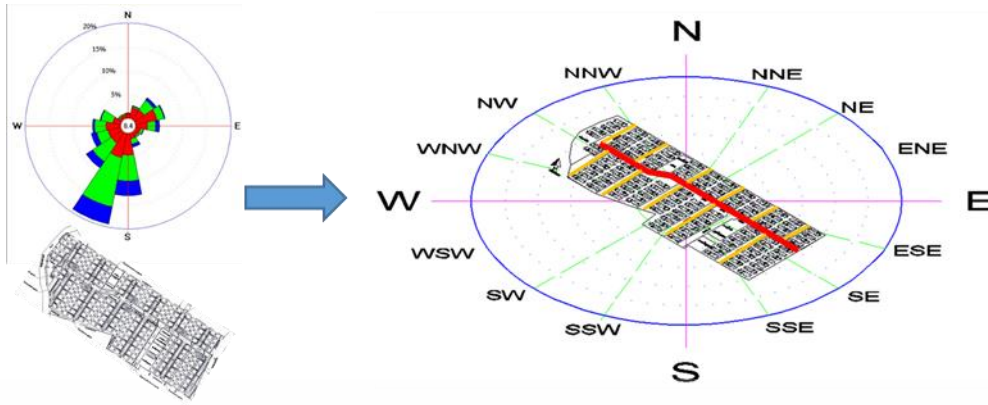
รูปด้าน 4

ภาพที่ 2.27 แสดงแสดงรูปด้าน 3 และรูปด้าน 4

ที่มา: ผู้วิจัย 2562

จากลักษณะทางกายภาพของผังโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2 สามารถอธิบายการเคลื่อนที่ของกระแสลมประจำทิศทางที่ส่งผลต่ออัตราการไหลเวียนของอากาศภายในผังโครงการเมื่อกระแสลมเคลื่อนที่ผ่านผังโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2 ดังรูปที่ 2.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.28 แสดงลักษณะของกระแสมประจำทิศที่มากกระทำกับผังโครงการ
ที่มา : ผู้วิจัย 2562

2.6 กระแสลมกับการเคลื่อนที่ผ่านผังโครงการ

ในการวางผังอาคารโดยทั่วไป มักก่อให้เกิดปัญหาด้านการไหลของกระแสลม เป็นสาเหตุของการเกิดความกดอากาศสูงในด้านที่ลมปะทะยังอาคาร และเกิดความกดอากาศต่ำในทิศทางตรงข้าม รวมถึงการเกิดความแปรปรวนของกระแสลม ณ จุดที่ความกดอากาศสูงและต่ำปะทะกัน การศึกษา รูปแบบหรือลักษณะการเคลื่อนที่ของกระแสลมอันเกิดมาจากปัจจัยอาคารในแง่ต่างๆจึงเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อการคาดคะเนและลดปัญหาข้างต้น โดยแบ่งเป็น 2 ประเด็น คือ จำนวนอาคาร และรูปทรงอาคาร ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้²⁰

2.6.1 จำนวนอาคาร

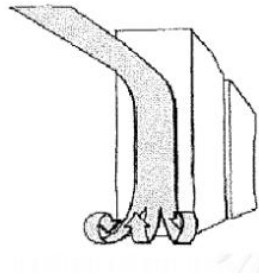
2.6.1.1 อาคารเดี่ยว

โดยส่วนใหญ่ในสภาพแวดล้อมเมือง มักมีอาคารโดยรอบเป็นปัจจัยประกอบด้วยเสมอ ในกรณีนี้เป็นการศึกษาโดยเน้นในแง่ของลักษณะของกระแสลมที่เกิดขึ้นยังตัวอาคารเองซึ่งมีลักษณะการเคลื่อนที่ดังนี้

- การเคลื่อนที่แบบ Downwash คือการเคลื่อนที่ของกระแสลมซึ่งเกิดจากความกดอากาศด้านบนอาคารในทิศทางที่ลมปะทะมีมากกว่าในส่วนล่างของอาคาร ทำให้ความเร็วลม ใน Pedestrian level สูงกว่าบริเวณอื่นมาก มักเกิดขึ้นในอาคารสูงเป็นส่วนใหญ่

²⁰สิริลักษณ์ วรรณธีระเดช,แนวทางการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านกระแสลมของอาคารต่อสภาพแวดล้อมเมือง (2559), หน้า 24-26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



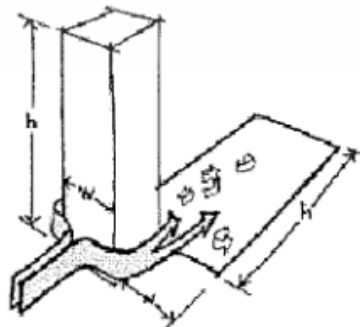
ภาพที่ 2.29 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่แบบ Downwash
ที่มา : Jessica Bennett, Wind design guide (2007), หน้า 12

- The corner effect คือ การเคลื่อนที่ของกระแสลม ณ บริเวณด้านข้าง หรือ มุมของอาคาร ทั้งนี้ความเร็วลมขึ้นกับความกดอากาศบริเวณทิศทางที่ลมปะทะ และทิศทางตรงข้าม โดยกระแสลมที่เกิดขึ้นอาจได้รับผลกระทบเป็นพื้นที่ยาวเท่ากับสัดส่วนความกว้างอาคาร การแก้ปัญหาอาจทำได้โดยลดพื้นที่ที่เป็นเหลี่ยมมุมของอาคาร การปลูกต้นไม้ หรือเพิ่มระแนงเพื่อลดทอนแรงปะทะข้างต้น



ภาพที่ 2.30 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่แบบ The corner effect
ที่มา : Jessica Bennett, Wind design guide (2007), หน้า 13

- The wake effect คือ กระแสลมที่เกิดจาก Downwash และ The corner effect ทำให้เกิดกระแสลมแปรปรวนบริเวณด้านข้างของอาคาร

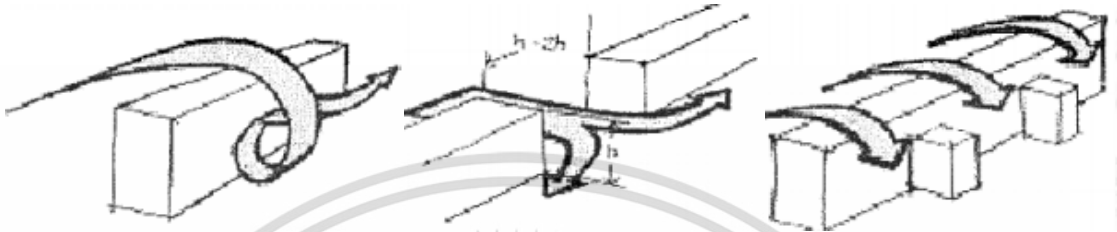


ภาพที่ 2.31 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่แบบ Downwash และ The corner effect

ที่มา : Jessica Bennett, Wind design guide (2007), หน้า 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Low bar –row effect คือ กระแสลมที่เกิดขึ้นกับอาคารที่มีพื้นผิวในทิศทางลมปะทะค่อนข้างกว้าง และมีด้านสกัดแคบ ส่งผลให้เกิด Row effect รวมถึงช่องว่างระหว่างอาคารหากมีความกว้างน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 เท่าของความสูงอาคาร ส่งผลให้สภาวะน่าสบายในระดับ Pedestrian level ลดลง



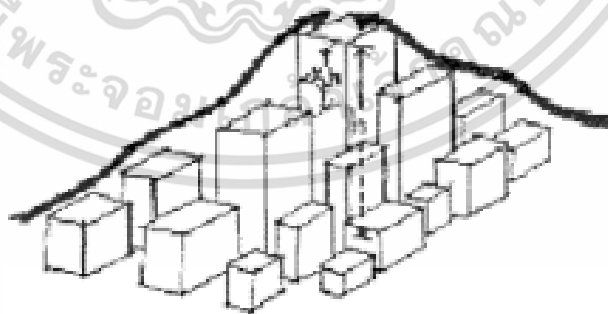
ภาพที่ 2.32 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่แบบ Low bar –row effect

ที่มา : Jessica Bennett, Wind design guide (2007), หน้า 14

2.6.1.2 กลุ่มอาคาร

เป็นการศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่ของกระแสลม ที่มีโอกาสเกิดขึ้นในสภาพแวดล้อมเมือง ซึ่งประกอบด้วยอาคารหลากหลายแบบ ที่มีการเรียงตัวแตกต่างกัน โดยมีลักษณะการเคลื่อนที่ดังนี้

- Cumulative effect เกิดจากการพัดผ่านข้ามกลุ่มอาคารที่สูงน้อยกว่าไปยังอาคารสูงมากกว่า (อัตราส่วน 1: 3) ทำให้เกิดความเร็วลมที่เพิ่มมากขึ้น หากลักษณะทางกายภาพของผังเมืองไล่จากอาคารที่สูงน้อยไปยังกลุ่มอาคารที่สูงมากขึ้นเรื่อยๆ จะส่งผลให้ความเร็วลมมากขึ้นเรื่อยๆ เช่นกัน

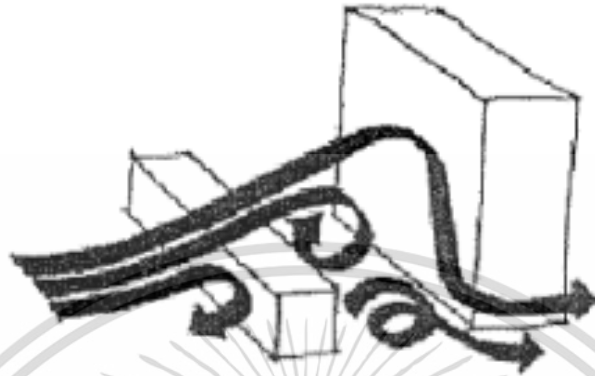


ภาพที่ 2.33 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ผ่านกลุ่มอาคารแบบ Cumulative effect

ที่มา : Jessica Bennett, Wind design guide (2007), หน้า 15

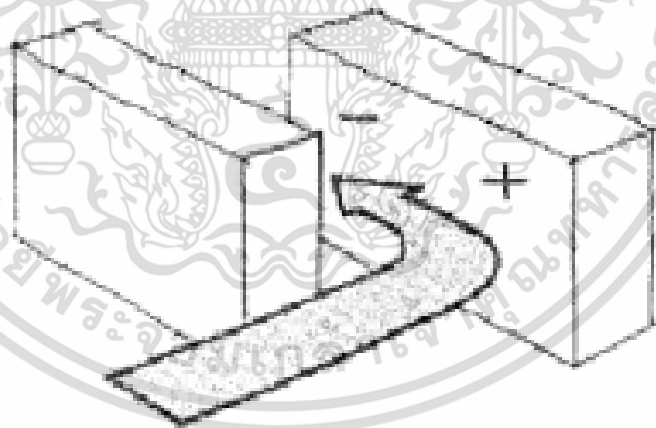
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Low and high building เกิดจากกรณีอาคารสูงกว่าอยู่ในทิศใต้ลมของอาคารเตี้ยกว่า ทำให้เกิดการสะสมของ roe effect และ downwash ทำให้เกิดกระแสลมค่อนข้างแรงในช่องว่างระหว่างอาคาร



ภาพที่ 2.34 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ผ่านกลุ่มอาคารแบบ Low and high building
ที่มา : Jessica Bennett, Wind design guide (2007), หน้า 15

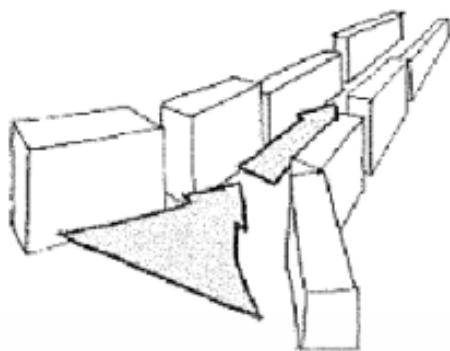
- Staggered building คือกระแสลมที่เกิดบริเวณช่องว่างระหว่างอาคารซึ่งอาจทำให้เกิดทั้งผลดี หรือผลเสียด้านกระแสลมทั้งนี้ขึ้นอยู่กับทิศทางของลม ขนาด และระยะห่างของอาคาร



ภาพที่ 2.35 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ผ่านกลุ่มอาคารแบบ Low and high building
ที่มา : Jessica Bennett, Wind design guide (2007), หน้า 16

- Channelling เกิดจากช่องว่างการเรียงตัวในแนวเดียวกันของอาคาร เช่น ถนนซอยต่างๆ มักเป็นบริเวณที่เกิดปัญหาด้านกระแสลมได้ ในกรณีที่อาคารที่เรียงตัวกันไม่มีช่องว่าง หรือมีช่องว่างเพียงเล็กน้อย หรือช่องว่างหรือแนวถนนดังกล่าวแคบเกินไป หรือน้อยกว่าอัตราส่วน 1:3

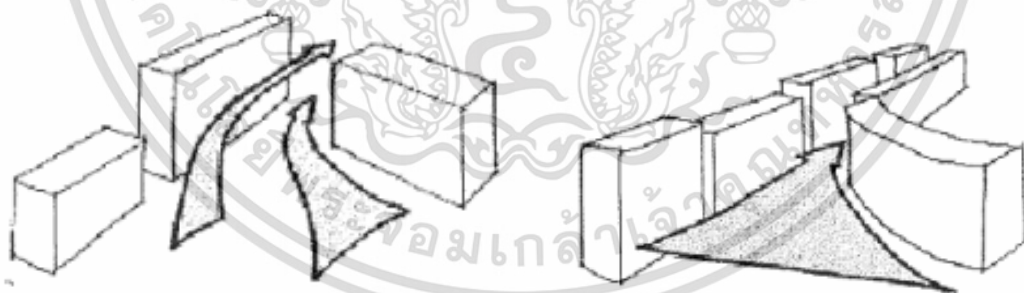
เมื่อเทียบกับความสูงอาคารทั้งสองข้าง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.36 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ผ่านกลุ่มอาคารแบบ Channelling

ที่มา : Jessica Bennett, Wind design guide (2007), หน้า 16

- Funnelling เกิดจากกรณีที่อาคารเรียงตัวกันในลักษณะค่อยๆเข้าใกล้กันเรื่อยๆ หรือระยะห่างระหว่างอาคารค่อยๆลดลง จนเกิดช่องลมที่มีลักษณะเหมือนคอขวด ซึ่งยิ่งแคบมาก ส่งผลให้เกิดกระแสลมแปรปรวนมากเช่นเดียวกัน การเกิดกระแสลมในลักษณะดังกล่าวจะเกิดขึ้นเมื่อ บริเวณช่องแคบนั้น อาคารทั้งสองข้างสูงมากกว่า 5 ชั้น และเรียงตัวกันในระยะมากกว่า 100 เมตรขึ้นไป ในกรณีที่ช่องว่างแคบที่มีลักษณะเป็นคอขวดเป็นพื้นที่ที่มีลักษณะเป็นช่องผายออกซึ่งเป็นสาเหตุของ Venturi effect หรือปรากฏการณ์ช่องลม ที่อาคารมีความสูง 5 ชั้น จะส่งผลให้สภาวะน่าสบาย ในระดับ Pedestrian level ลดลงได้ถึง 100%

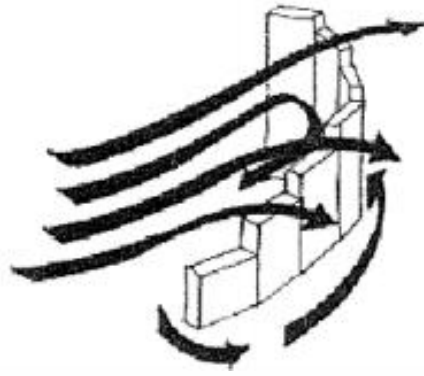


ภาพที่ 2.37 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ผ่านกลุ่มอาคารแบบ Funnelling

ที่มา : Jessica Bennett, Wind design guide (2007), หน้า 16

- Funnelling คือกระแสลมที่เกิดจากการเรียงตัวของอาคารที่มีความสูงไล่ระดับไปเรื่อยๆเมื่อปะทะยังกลุ่มอาคารดังกล่าว ที่มีความกดอากาศแตกต่างกันตามระดับความสูงอาคาร จึงทำให้เกิด row effect ขึ้น ณ ตำแหน่งดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.38 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ผ่านกลุ่มอาคารแบบ Funnelling

ที่มา : Jessica Bennett, Wind design guide (2007), หน้า 17

- Courtyards คือกระแสมบริเวณพื้นที่เปิดโล่งกลางอาคาร ซึ่งการเคลื่อนที่ของกระแสลมสามารถเกิดได้ทั้งในกรณีพัดข้าม หรือพัดเข้ายังพื้นที่ใช้งาน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ดังต่อไปนี้ ขนาดของพื้นที่เปิดโล่งกลางอาคาร ความสูงเฉลี่ยของอาคารโดยรอบ ทิศทางลม สัดส่วนความกว้างของช่องว่างที่ให้กระแสลมเข้าสู่พื้นที่เปิดโล่ง



ภาพที่ 2.39 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ผ่านกลุ่มอาคารแบบ Courtyards

ที่มา : Jessica Bennett, Wind design guide (2007), หน้า 18

2.6.2 รูปทรงอาคาร

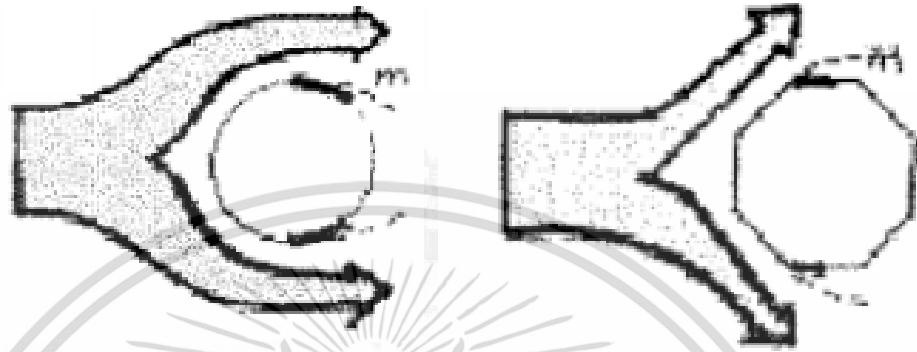
การออกแบบรูปทรงอาคารให้เหมาะสมกับทิศทางลม เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ผู้ใช้งานทั้งภายในและภายนอกอาคาร สามารถใช้พื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงลดผลกระทบบริบทโดยรอบเช่นกัน โดยรูปทรงอาคารรูปแบบต่างๆมีความสัมพันธ์กับกระแสดังต่อไปนี้

- รูปทรงสี่เหลี่ยม เป็นอาคารที่สามารถพบเห็นได้โดยทั่วไป เนื่องจากเป็นรูปทรงที่ใช้ประโยชน์ด้านที่ตั้งอาคารได้คุ้มค่าที่สุดที่สุดในขณะที่เป็นสาเหตุของการเกิดปัญหาด้านกระแสมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

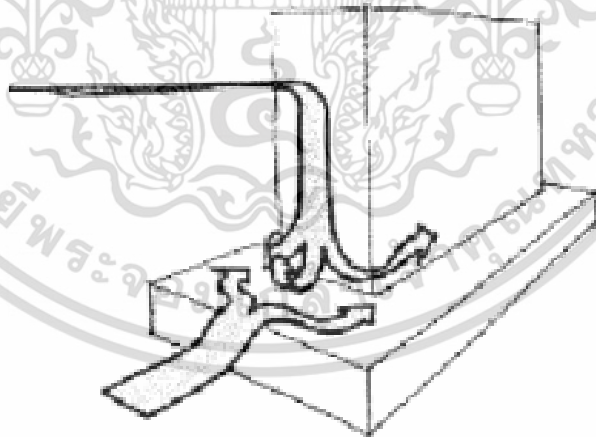
ที่สุดเช่นกัน โดยเฉพาะอาคารที่มีสัดส่วนด้านใดด้านหนึ่งมากเกินไปทั้งความยาว ความกว้าง รวมถึงความสูง

- รูปทรงโค้งหรือหลายเหลี่ยม เป็นรูปทรงที่ส่งผลดีกับการเคลื่อนที่ของกระแสลม เนื่องจากสามารถลดทอน ชะลอ ความแปรปรวนของกระแสลม จากพื้นผิวของอาคารได้



ภาพที่ 2.40 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ผ่านรูปทรงสี่เหลี่ยมและรูปทรงโค้งหรือหลายเหลี่ยม
ที่มา : Jessica Bennett, Wind design guide (2007), หน้า 19

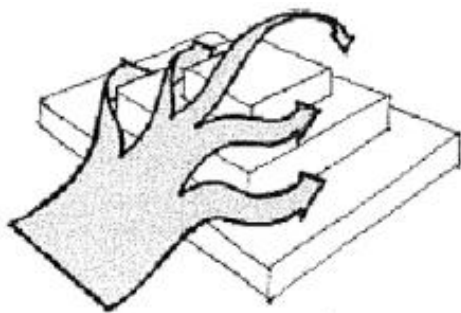
- Tower podium building การออกแบบอาคารซึ่งมี Podium ในสัดส่วนที่เหมาะสม สามารถลดทอนความเร็วลมที่เกิดจาก Downwash ได้



ภาพที่ 2.41 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ผ่านรูปทรง Tower podium building
ที่มา : Jessica Bennett, Wind design guide (2007), หน้า 20

- รูปทรงปิรามิด เป็นรูปทรงอาคารที่สามารถลดทอนความแปรปรวนของกระแสลม บริเวณ Pedestrian level ได้เนื่องจากลมสามารถเคลื่อนที่ไล่ระดับไปตามการลดทอนของรูปทรง

อาคาร เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.42 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ผ่านรูปทรงพีรามิด
ที่มา : Jessica Bennett, Wind design guide (2007), หน้า 20

2.6.3 หลักการไหลของอากาศผ่านอาคาร²¹

การระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติต้องอาศัยหลักการไหลเวียนของอากาศผ่านพื้นที่อาคาร โดยอาศัยแรงลมซึ่งเกิดจากความแตกต่างของความกดอากาศต่ำที่ด้านขนานและด้านหลังอาคาร การเจาะช่องเปิดอาคารจึงควรเลือกวางตำแหน่งช่องเปิดที่ด้านตรงข้ามของความกดอากาศที่ผิวอาคาร ทำให้เกิดการระบายอากาศแบบข้ามฟาก เรียกว่า Cross Ventilation ซึ่งเป็นการระบายอากาศที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด และเมื่ออากาศเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคารหรือช่องทางที่คอดลง ทำให้อากาศถูกบีบให้มีความเร็วเพิ่มขึ้นเรียกว่า Venturi Effect



ภาพที่ 2.43 แสดงการไหลของกระแสลมผ่านอาคาร

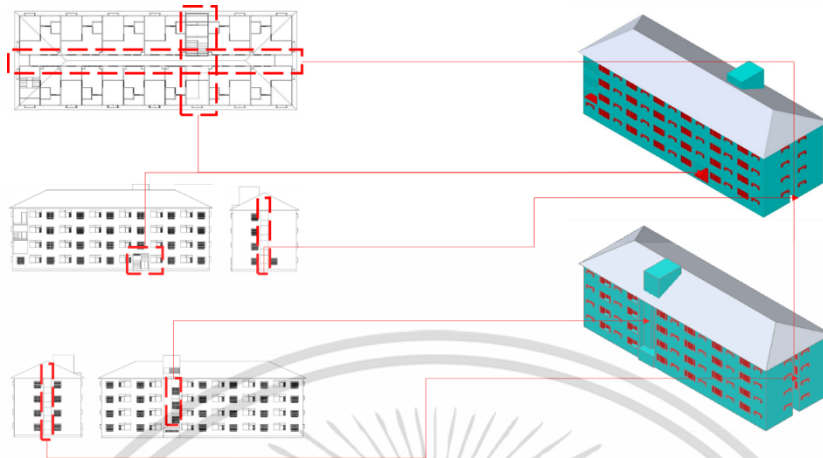
ที่มา : ชญาดา วาณิชพงษ์, การศึกษารูปแบบการวางผังที่ดินและอาคารของหมู่บ้านจัดสรรในจังหวัดเชียงใหม่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ (2556), หน้า 17-18

ดังนั้นการเกิดปรากฏการณ์เคลื่อนที่ของอากาศแบบข้ามฟาก Cross Ventilation และการเกิดปรากฏการณ์อากาศถูกบีบให้มีความเร็วเพิ่มขึ้น Venturi Effect เมื่อไหลผ่านตัวอาคาร

²¹ชญาดา วาณิชพงษ์, การศึกษารูปแบบการวางผังที่ดินและอาคารของหมู่บ้านจัดสรรในจังหวัดเชียงใหม่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ (2556), หน้า 17-18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

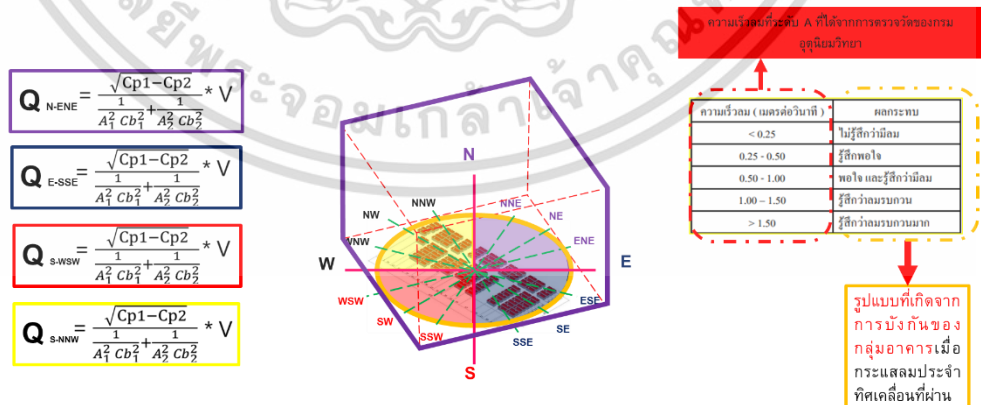
บ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2 จะเกิดขึ้นบริเวณทางเดินภายในตัวอาคารและบริเวณโถงบันได เนื่องจากบริเวณดังกล่าวเป็นบริเวณที่เปิดโล่งอยู่ตลอดเวลา



ภาพที่ 2.44 แสดงลักษณะอาคารและตำแหน่งช่องว่างภายในอาคารที่กระแสลมไหลผ่านตัวอาคารได้ตลอดเวลา
ที่มา : ผู้วิจัย 2562

2.7 กรอบแนวคิด

สรุปตัวแปรที่ใช้ในการอธิบายรูปแบบที่เกิดการบังกันของอาคารจนส่งผลกระทบต่อการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติตามมาตรวัดของ Szokolay เมื่อกระแสลมเคลื่อนที่ผ่านผังโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2 เพื่อใช้สำหรับตอบคำถามของวัตถุประสงค์ โดยเป็นการแบ่งกลุ่มการเคลื่อนที่ของกระแสลมประจำทิศที่มากกระทำกับผังโครงการออกเป็น 4 กลุ่ม ที่ระดับความเร็วกระแสลมอ้างอิงจากกรมอุตุนิยมวิทยา เพื่อใช้ในการแทนลงในสมการในการวิจัยต่อไป



ภาพที่ 2.45 แสดงตัวแปรต่างๆในการทดลองการเคลื่อนที่ของกระแสลมประจำทิศที่ส่งผลกระทบต่อพื้นที่ภายในผังโครงการ
ที่มา : ผู้วิจัย 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การเตรียมวัสดุสร้างเครื่องมือและวิธีการทดลอง

3.1 สรุปแนวทางของกระแสลมที่ส่งผลต่ออาคารภายในผังโครงการ

ในขั้นตอนนี้เป็นการสรุปปัจจัยของพฤติกรรมของกระแสลมทิศทางต่างๆที่มากระทำกับผังโครงการเพื่อกำหนดขอบเขตที่จะทำการวิจัยได้ดังนี้

3.1.1 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการไหลเบื้องต้น

การไหลเป็นแขนงหนึ่งของกลศาสตร์ เพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ โดยส่วนมากเมื่อกล่าวถึงการไหลจะหมายถึง การไหลจินตนาการ (Ideal Fluid) ไม่มีผลกระทบบนเนื่องจากความหนืด (Nonviscous Flow) การไหลเป็นแบบที่อัดตัวไม่ได้ (Incompressible Fluid) มีการไหลแบบคงตัว (Steady Flow) การไหลแบบไม่หมุน (Irrotational Flow) ส่วนการไหลของอากาศผ่านวัตถุอาจเป็นการไหลแบบ Steady หรือ Unsteady ซึ่งการไหลของกระแสลมที่ใช้ในการทดสอบสำหรับงานวิจัยขั้นนี้เป็นการไหลของกระแสลมพื้นผิว

3.1.2 การเก็บข้อมูลของกระแสลมรอบผังโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2

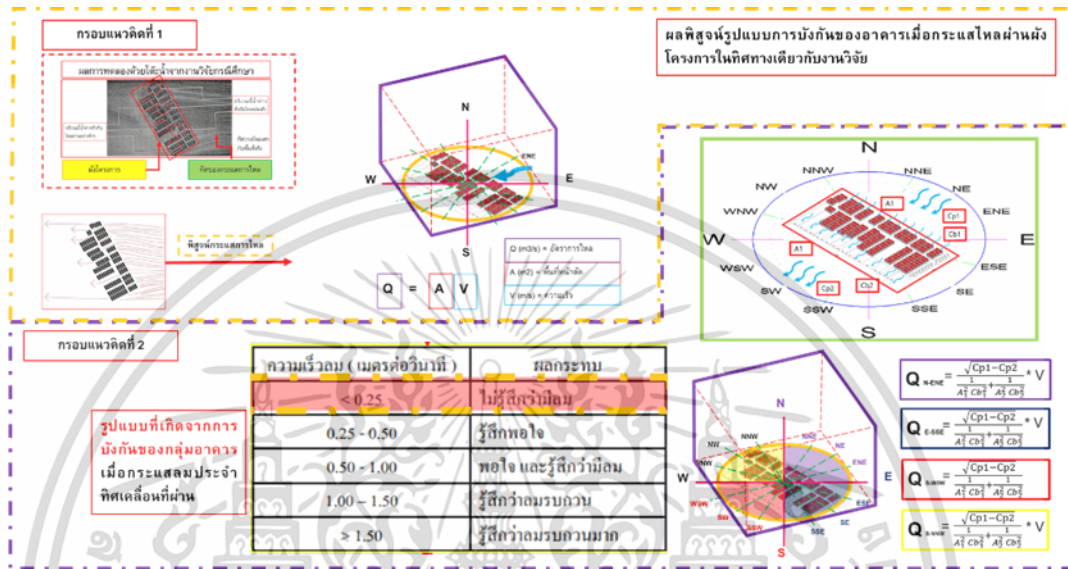
อ้างอิงจากข้อมูลความเร็วของกระแสลมประจำทิศของกรุงเทพมหานครประจำปี 2558 ซึ่งเป็นปีที่ใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการทำวิจัย จากกรมอุตุนิยมวิทยา ศูนย์วัดบาง

3.1.3 ผลกระทบที่เกิดจากความเร็วลมและปัจจัยที่มีผลต่อการระบายอากาศ

เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของกระแสลมประจำทิศกับตัวอาคารภายในพื้นที่ของผังโครงการ เพื่ออธิบายถึงตำแหน่งที่ตั้งของตัวอาคารที่ได้รับผลกระทบเนื่องจากการบังกันของกลุ่มอาคารภายในผังโครงการ ซึ่งการศึกษาในส่วนนี้ทำให้เห็นถึงจำนวนอาคารที่สามารถใช้ประโยชน์จากกระแสลมที่เกิดขึ้นในแต่ละทิศ

3.1.4 ศึกษาลักษณะทางกายภาพของอาคารภายในผังโครงการ

เป็นการศึกษาระยะห่างระหว่างตัวอาคาร ความสูงของอาคาร และรูปลักษณะของตัวอาคารที่ตั้งอยู่ภายในผังโครงการ เพื่อกำหนดของเขตของตัวอาคารภายในผังโครงการที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้



ภาพที่ 3.1 สรุปแนวทางในการทดลองและเกณฑ์ในการรายงานผลเมื่อกลุ่มกระแสนลมประจำทิศเคลื่อนที่ผ่านผัง
ที่มา : ผู้วิจัย 2562

3.2 การหาเครื่องมือเพื่อหาค่าการเปลี่ยนแปลงของกระแสลมจนส่งผลกระทบต่ออาคารภายในผังโครงการ

3.2.1 การจำลองด้วยโต๊ะจำลองของไหล²²

เป็นอุปกรณ์ทดสอบในลักษณะ 2 มิติ โดยอาศัยการสร้างแบบจำลองของผังพื้นที่ ตัดในมาตราส่วนต่างๆ เพื่อเป็นตัวแทนของกรณีศึกษาและใช้ลักษณะของกระแสน้ำที่ไหลผ่านแบบจำลองเป็นตัวแทนการไหลเวียนของอากาศเหมาะสมกับการศึกษาในขั้นตอนที่ต้องการทราบลักษณะการไหลเวียนอากาศโดยคร่าว

²²ณรงค์ชัย ประเสริฐศักดิ์ดา,การออกแบบปรับปรุงความเร็วลมเพื่อภาวะน่าสบายใต้ถุนอาคารสูง, เอกสารนี้(2550), เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 แสดงการทดสอบด้วยโต๊ะน้ำ flow visualisation apparatus รุ่น H14 MKII
ที่มา : กรธิชา อุ่นไพโร , การออกแบบช่องเปิดสำหรับอาคารโรงเรียนในชนบทภาคเหนือตอนล่าง,
(2548), หน้า 221

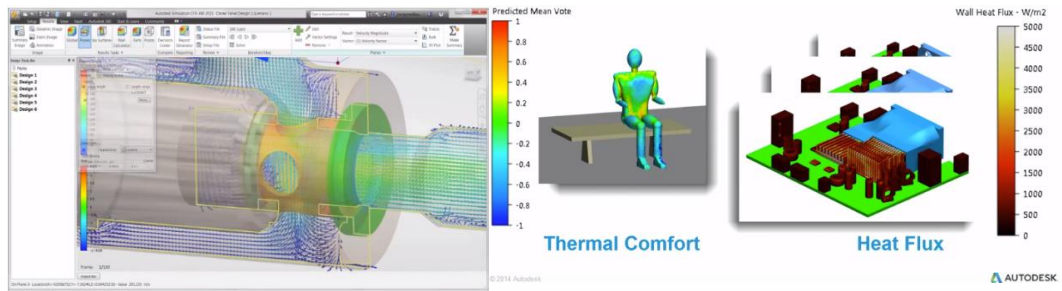
3.2.3 การคำนวณด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

เป็นการจำลองการไหลโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเภท CFD (Computer Fluid Dynamics) ซึ่งมีความแม่นยำสูงใกล้เคียงกับอุโมงค์ลม การทดลองโดยการสร้างโมเดล 3 มิติ และแสดงผลได้ทั้งในแนว 2 มิติและ 3 มิติโดยการป้อนค่าของตัวแปรลงในโปรแกรมและรายงานผลออกเป็นกราฟฟิค กราฟ ตัวเลข สี ซึ่งมีความชัดเจนกว่าการจำลองด้วยโต๊ะน้ำและอุโมงค์ลมและลดระยะเวลาในการสร้างโมเดลจำลอง

ขั้นตอนก่อนการประมวลผล (Pre-Processing) คือขั้นตอนการกำหนดปัญหาตัวแปรตาม ทฤษฎีต่างๆเช่นข้อมูลทิศทางลม และความเร็วของลมเฉลี่ย 10 ปี เป็นต้น ลงในพารามิเตอร์ของโปรแกรมเพื่อช่วยในการคำนวณซึ่งผลที่ออกมาจะเป็นไปตามข้อมูลที่กรอกลงไปโดยพารามิเตอร์ที่ จะต้องบันทึกประกอบไปด้วย

- การสร้างแบบจำลอง (Geometry Modelling)
- การสร้างกริด (Grid Generation)
- การกำหนดขอบเขต (B.C Setup)
- การกำหนดคุณสมบัติการไหลและวัตถุของตัวโมเดล (Fluid and Material Setup)
- ขั้นตอนการประมวลผล (Process)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.3 แสดงการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์
ที่มา : <https://www.autodesk.com/products/cfd/overview>

ตารางที่ 3.1 แสดงเปรียบเทียบคุณสมบัติเครื่องมือการจำลองการระบายอากาศประเภทต่างๆ

คุณสมบัติ	โต๊ะจำลองของไหล	การคำนวณพลศาสตร์ของไหล
ความถูกต้องแม่นยำ	ต่ำ	สูง
ความครบถ้วนของข้อมูล	ต่ำ(เฉพาะการไหลในแบบ 2 มิติ)	ครบถ้วน
สร้างความเข้าใจต่อผลจำลอง	ปานกลาง (ด้วยสีของของเหลวที่ผสมกับน้ำ)	ง่าย(ด้วยกราฟฟิกส์และเวกเตอร์)
ค่าใช้จ่าย	ต่ำ	ปานกลาง
ระยะเวลา	สั้น	ปานกลาง
ความต้องการความรู้พิเศษ	น้อย	มาก
ความเหมาะสมกับกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรม	ขั้นต้น	ตั้งแต่ต้นถึงขั้นปลาย

ที่มา : ณรงค์ชัย ประเสริฐศักดิ์, การออกแบบปรับปรุงความเร็วลมเพื่อภาชนะนำสลายใต้ถุนอาคารสูง, (2550)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

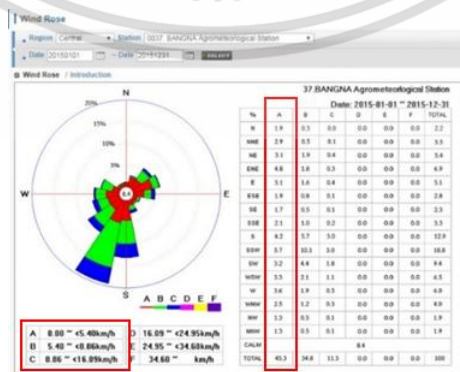
จากตารางเปรียบเทียบที่ณรงค์ชัย ได้กล่าวไว้แสดงให้เห็นถึงข้อจำกัดและจุดเด่นของเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบที่ต่างกัน โดยที่ การทดสอบด้วยโต๊ะน้ำเป็นการทดสอบที่ใช้ต้นทุนต่ำและความถูกต้องแม่นยำของผลที่ได้ก็อยู่ในระดับที่ต่ำจึงเป็นเพียงแค่การทดสอบในขั้นต้นเท่านั้น ส่วนการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์นั้น มีความถูกต้องแม่นยำสูงและแสดงผลที่เข้าใจง่ายในรูปแบบของกราฟฟิคค่าใช้จ่ายและใช้ระยะเวลาในการทดสอบไม่มากนัก สามารถแสดงผลขบวนการตั้งแต่การออกแบบในขั้นต้นจนถึงขั้นปลาย ดังนั้นการทดสอบงานวิจัยเรื่อง พฤติกรรมของกระแสมที่ส่งผลต่อพื้นที่ภายในผังโครงการอาคารชุดพักอาศัย กรณีศึกษา บ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2 จึงเลือกทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

3.3 การกำหนดตัวแปร

จากวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ซึ่งเป็นการศึกษาการไหลของกระแสมธรรมชาติเพื่อแสดงลักษณะความสัมพันธ์กันของกระแสมกับตัวกลุ่มอาคารภายในผังโครงการซึ่งสามารถแบ่งตัวแปรได้ดังนี้

3.3.1 ความเร็วของกระแสมที่เกิดขึ้นในพื้นที่ผังโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2

จากข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา ศูนย์วัดบางนาแสดงข้อมูลความเร็วของกระแสมออกเป็น 6 ระดับ แต่ที่เกิดขึ้นบริเวณสถานีวัดมีอยู่ 3 ระดับ คือความเร็วที่ ระดับ A ความเร็วของของกระแสมอยู่ที่ 0.00-5.40 km/h (0.00-1.50 m/s) ระดับ B ความเร็วของกระแสมอยู่ที่ 5.40-8.86 km/h (1.50-2.46 m/s) และระดับ C ความเร็วของกระแสมอยู่ที่ 8.86-16.09 km/h (2.46-4.46 m/s) แต่ความถี่ของกระแสมที่เกิดขึ้นมากที่สุดจากข้อมูลที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยา คือ ความเร็วของกระแสมที่รับ A



ภาพที่ 3.4 แสดงระดับความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของกระแสมที่เกิดขึ้นรอบผังโครงการประจำปี 2558

ที่มา : ผู้วิจัย 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 ระดับผลกระทบต่อการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ

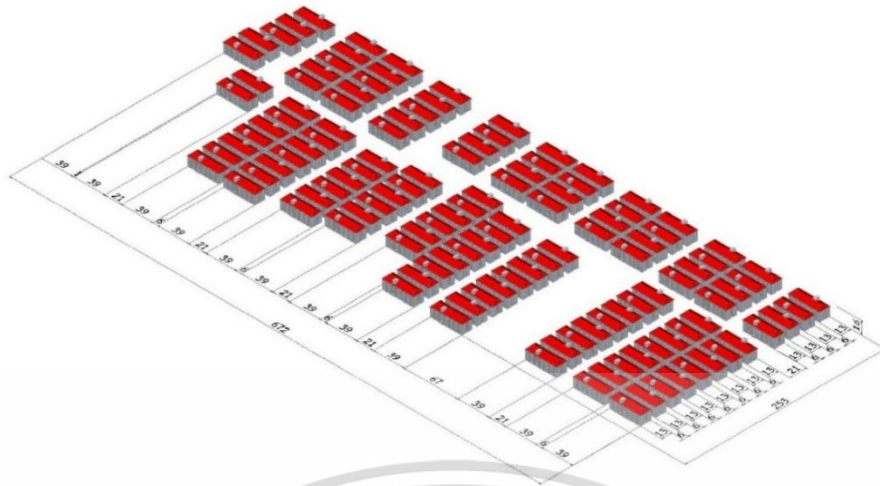
เมื่อนำกระแสลมเฉลี่ยที่เกิดขึ้นสูงสุดประจำปี 2558 มาเทียบกับมาตราวัดของ โบฟอร์ต (Beaufort Scale) ผลกระทบของกระแสลมจะอยู่ในช่วงของลมเบา ซึ่งมีความเร็วอยู่ที่ 1.5 m/s แต่เมื่อเทียบกับทฤษฎีการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติตามคำอธิบายของ Szokolay สามารถแบ่งรายละเอียดของผลกระทบได้ถึง 5 ระดับ จึงใช้เกณฑ์นี้ในการอธิบายผลกระทบที่เกิดขึ้นรอบผังโครงการ โดยการเคลื่อนที่และเปลี่ยนแปลงความเร็วของกระแสลม ซึ่งงานวิจัยที่เป็นกรณีศึกษาได้ทำการเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของกระแสลมในพื้นที่จริงที่ระดับความสูง 1.5 m จึงเป็นที่มาของระดับความสูงที่ใช้ในการแสดงรูปแบบของพื้นที่ ที่เกิดการบังกันของอาคารเมื่อกระแสลมประจำทิศเคลื่อนที่ผ่านผังโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2

3.4 ผังโครงการจากกรณีศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำเอาลักษณะการเรียงตัวของอาคารภายในผังโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2 เพื่อนำมาใช้ในการทดลองแสดงความสัมพันธ์ของตำแหน่งอาคารภายในผังโครงการกับความเร็วของกระแสลมประจำทิศที่เปลี่ยนไปเมื่อเคลื่อนที่ผ่านพื้นที่ต่างภายในผังโครงการ

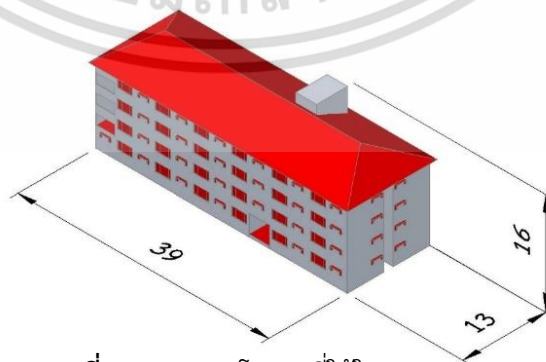
3.4.1 ลักษณะทางกายภาพของอาคารภายในผังโครงการ

จากข้อมูลของการเคหะแห่งชาติโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2 ตั้งอยู่บนพื้นที่ 108 ไร่ ซึ่งลักษณะของพื้นที่ตั้งโครงการเป็นรูป 4 เหลี่ยมผืนผ้า มีขนาดความกว้างของที่ดินโครงการอยู่ที่ 739 m. ความลึกของที่ดินอยู่ที่ 280 m. มีจำนวนอาคาร 126 หลัง เรียงตัวกันเป็นกลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มอาคารจะมีถนนกว้าง 12 เมตร เป็นตัวกำหนดในการแบ่งอาคารออกเป็นกลุ่มๆ



ภาพที่ 3.5 แสดงการกำหนดขอบเขตของตัวอาคารภายในผังโครงการ
ที่มา : ผู้วิจัย 2562

ลักษณะทางกายภาพของตัวอาคารภายในผังโครงการเป็นอาคารพักอาศัยโดยใช้ทางเดินร่วมกันตรงกลางอาคาร แบ่งเป็น อาคาร A และอาคาร B ซึ่ง จะแตกต่างกันที่ชั้น 1 โดยชั้นที่ 1 ของอาคาร A เป็นห้องพักทั้งหมด ส่วนอาคาร B ชั้นที่ 1 จะมีส่วนที่ใช้ทำกิจกรรมตรงบริเวณทางเข้า แต่เมื่อมองจากภายนอกลักษณะอาคารจะไม่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งลักษณะของกลุ่มอาคารภายในโครงการ จะเป็นอาคารสูง 4 ชั้น เป็นหลังคาแบน กว้าง 39.30 เมตร ลึก 12.98 เมตร สูง 16.15 เมตร ระยะห่างของอาคารแต่ละหลังห่างกัน 6 เมตร เป็นแนวเต็มพื้นที่ซึ่งการเรียงตัวของกลุ่มอาคารดังกล่าวจะมี 2 ลักษณะคือ แบบเรียงเป็นแนวเดียวกันและแบบสลับ โดยทุกหลังเป็นหลังคาทำมุมเอียง 25 องศา ชายคายื่นรอบอาคาร 0.60 m. ช่องหน้าต่างมีฟิลด์บังแดดยื่นออกมาขนาด 0.30 m. สูง 0.90 m กว้าง 1.55 m. เหนือโถงบันไดมี แท็งก์เก็บน้ำคอนกรีตสูง 2.1 m.รวมความสูงอาคารจากพื้นดินจนถึงหลังคาแท็งก์เก็บน้ำ สูง 16.15 m.



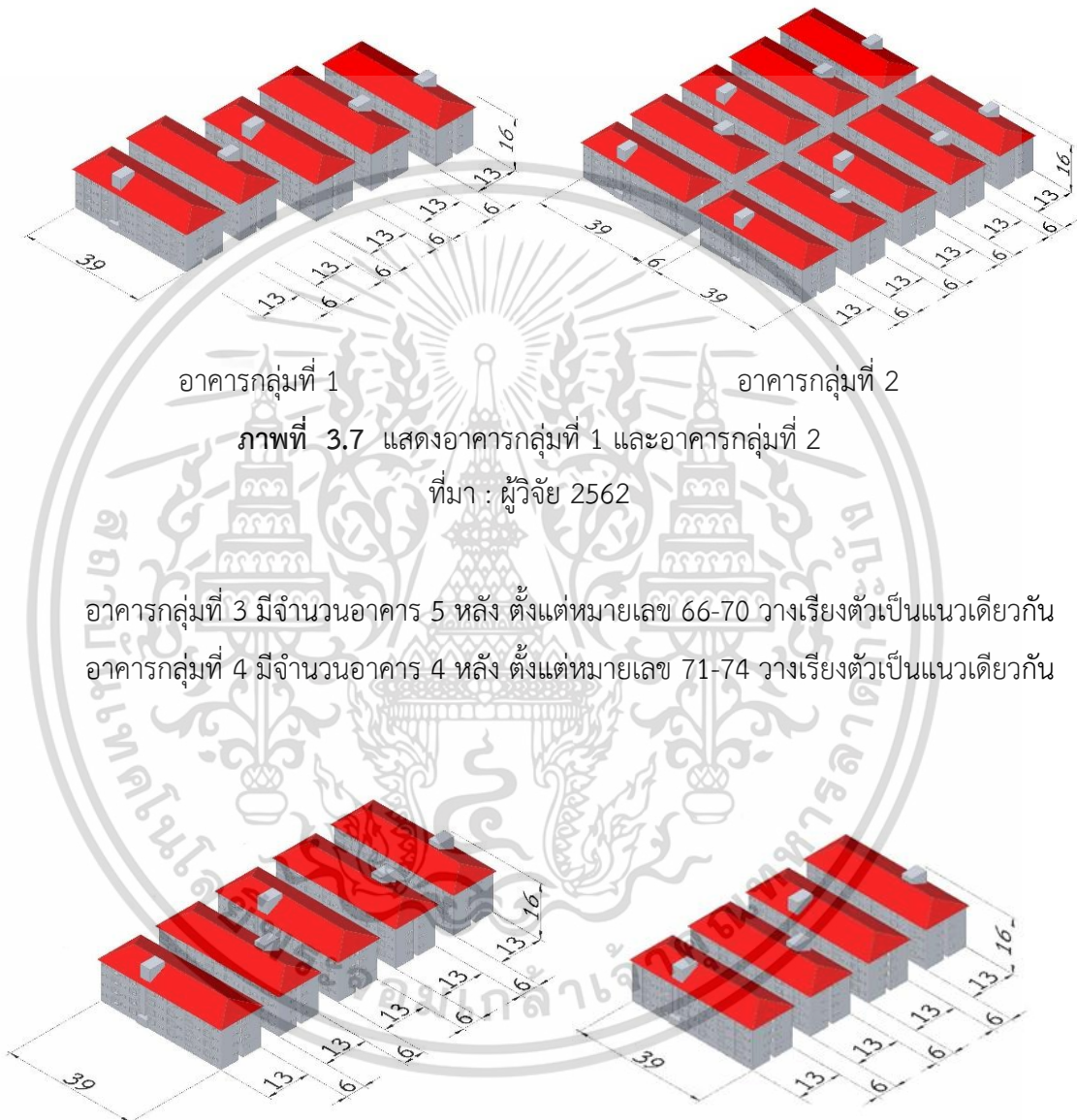
ภาพที่ 3.6 แสดงโมเดลที่ใช้ในการทดลอง
ที่มา : ผู้วิจัย 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งถ้าแบ่งกลุ่มอาคารภายในผังโครงการตามแนวนอนหลังของโครงการจะแบ่งกลุ่มอาคารออกได้เป็น 15 กลุ่มอาคารดังต่อไปนี้

อาคารกลุ่มที่ 1 จำนวนอาคาร 5 หลัง ตั้งแต่หมายเลข 51-55 วางเรียงตัวเป็นแนวสลับกัน

อาคารกลุ่มที่ 2 มีจำนวนอาคาร 10 หลัง ตั้งแต่หมายเลข 56-65 วางเรียงตัวเป็นแนวเดียวกัน



อาคารกลุ่มที่ 1

อาคารกลุ่มที่ 2

ภาพที่ 3.7 แสดงอาคารกลุ่มที่ 1 และอาคารกลุ่มที่ 2

ที่มา : ผู้วิจัย 2562

อาคารกลุ่มที่ 3 มีจำนวนอาคาร 5 หลัง ตั้งแต่หมายเลข 66-70 วางเรียงตัวเป็นแนวเดียวกัน

อาคารกลุ่มที่ 4 มีจำนวนอาคาร 4 หลัง ตั้งแต่หมายเลข 71-74 วางเรียงตัวเป็นแนวเดียวกัน

อาคารกลุ่มที่ 3

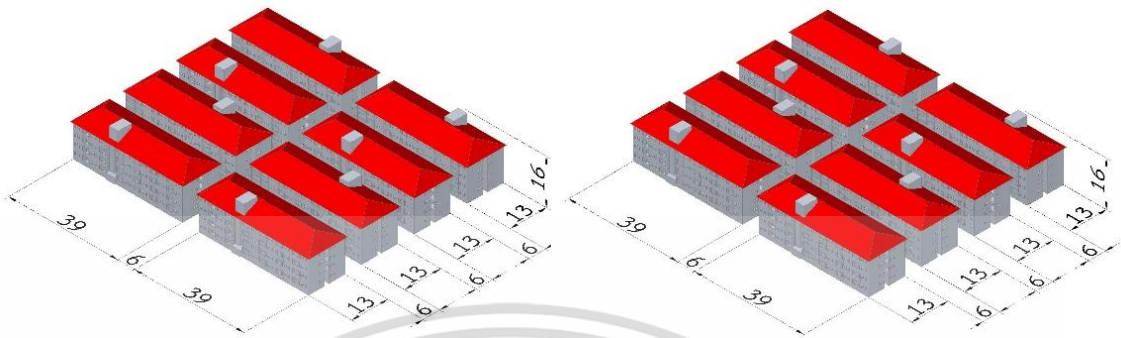
อาคารกลุ่มที่ 4

ภาพที่ 3.8 แสดงอาคารกลุ่มที่ 3 และอาคารกลุ่มที่ 4

ที่มา : ผู้วิจัย 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาคารกลุ่มที่ 5 มีจำนวนอาคาร 8 หลัง ตั้งแต่หมายเลข 75-82 วางเรียงตัวเป็นแนวเดียวกัน
อาคารกลุ่มที่ 6 มีจำนวนอาคาร 8 หลัง ตั้งแต่หมายเลข 83-90 วางเรียงตัวเป็นแนวเดียวกัน



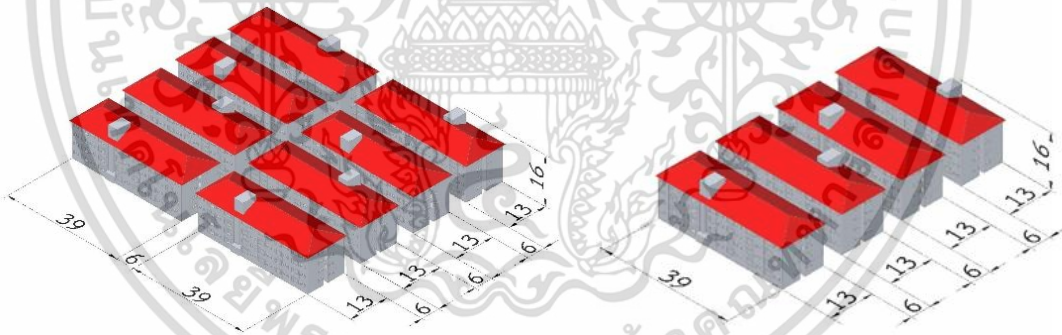
อาคารกลุ่มที่ 5

อาคารกลุ่มที่ 6

ภาพที่ 3.9 แสดงอาคารกลุ่มที่ 5 และอาคารกลุ่มที่ 6

ที่มา : ผู้วิจัย 2562

อาคารกลุ่มที่ 7 มีจำนวนอาคาร 8 หลัง ตั้งแต่หมายเลข 91-98 วางเรียงตัวเป็นแนวเดียวกัน
อาคารกลุ่มที่ 8 มีจำนวนอาคาร 4 หลัง ตั้งแต่หมายเลข 99-102 วางเรียงตัวเป็นแนวเดียวกัน



อาคารกลุ่มที่ 7

อาคารกลุ่มที่ 8

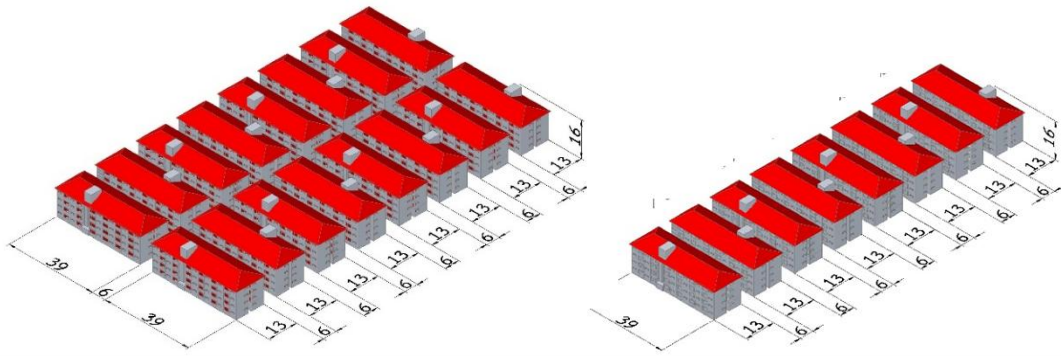
ภาพที่ 3.10 แสดงอาคารกลุ่มที่ 7 และอาคารกลุ่มที่ 8

ที่มา : ผู้วิจัย 2562

อาคารกลุ่มที่ 9 มีจำนวนอาคาร 16 หลัง ตั้งแต่หมายเลข 103-118 วางเรียงตัวเป็นแนวเดียวกัน

อาคารกลุ่มที่ 10 มีจำนวนอาคาร 8 หลัง ตั้งแต่หมายเลข 119-126 วางเรียงตัวเป็นแนวเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อาคารกลุ่มที่ 9

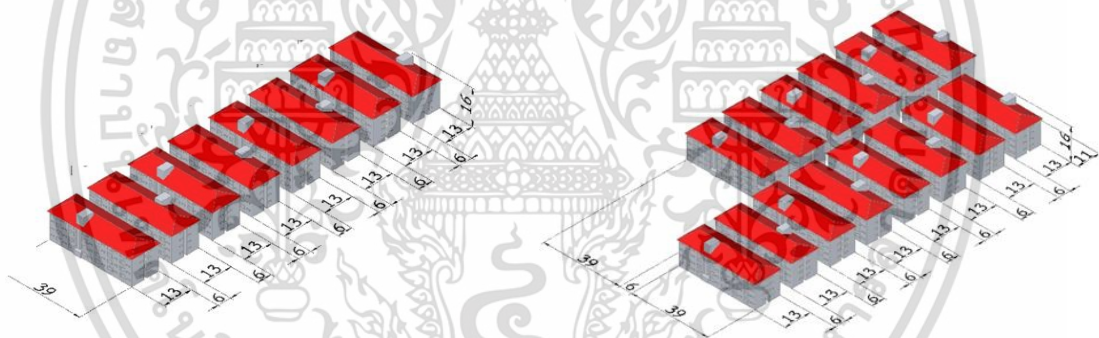
อาคารกลุ่มที่ 10

ภาพที่ 3.11 แสดงอาคารกลุ่มที่ 9 และอาคารกลุ่มที่ 10

ที่มา : ผู้วิจัย 2562

อาคารกลุ่มที่ 11 มีจำนวนอาคาร 8 หลัง ตั้งแต่หมายเลข 1-8

อาคารกลุ่มที่ 12 มีจำนวนอาคาร 14 หลัง ตั้งแต่หมายเลข 9-22 วางเรียงตัวเป็นแนวสลับกัน



อาคารกลุ่มที่ 11

อาคารกลุ่มที่ 12

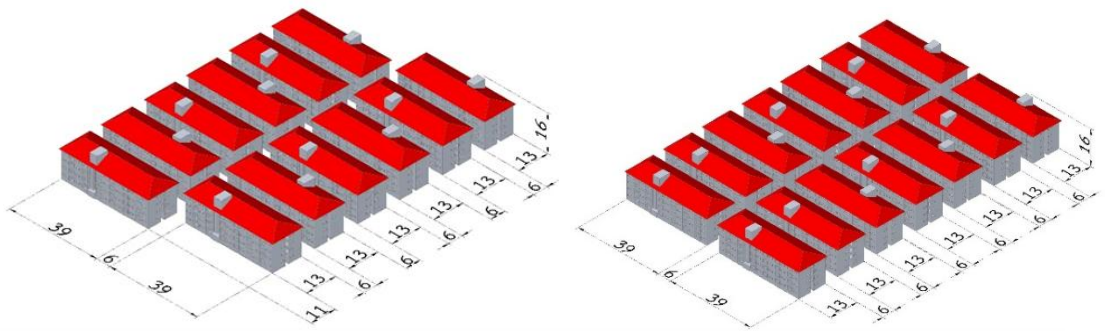
ภาพที่ 3.12 แสดงอาคารกลุ่มที่ 11 และอาคารกลุ่มที่ 12

ที่มา : ผู้วิจัย 2562

อาคารกลุ่มที่ 13 มีจำนวนอาคาร 12 หลัง ตั้งแต่หมายเลข 23-34 วางเรียงตัวเป็นแนวเดียวกัน

อาคารกลุ่มที่ 14 มีจำนวนอาคาร 14 หลัง ตั้งแต่หมายเลข 35-48 วางเรียงตัวเป็นแนวเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



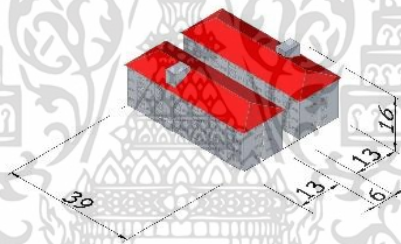
อาคารกลุ่มที่ 13

อาคารกลุ่มที่ 14

ภาพที่ 3.13 แสดงอาคารกลุ่มที่ 13 และอาคารกลุ่มที่ 14

ที่มา : ผู้วิจัย 2562

อาคารกลุ่มที่ 15 มีจำนวนอาคาร 2 หลัง ตั้งแต่หมายเลข 49-50 วางเรียงตัวเป็นแนวเดียวกัน



ภาพที่ 3.14 แสดงอาคารกลุ่มที่ 15

ที่มา : ผู้วิจัย 2562

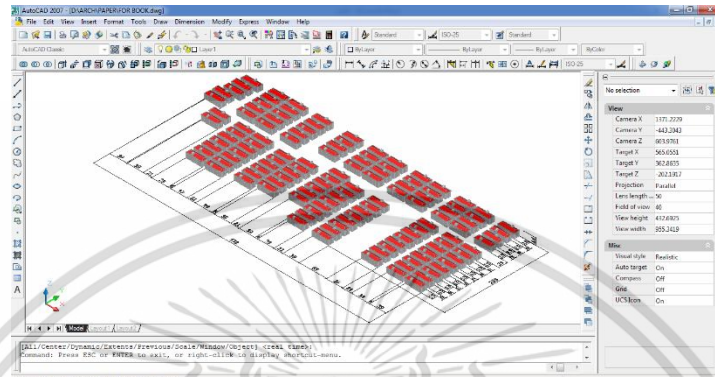
3.5 วิธีการทดลอง

จากตัวแปรที่ได้จากการเก็บข้อมูลและการทบทวนวรรณกรรมสามารถสร้างหุ่นจำลองเพื่อตอบคำถามวัตถุประสงค์ได้ดังนี้

3.5.1 เตรียมหุ่นจำลองเพื่อใช้กับโปรแกรม Auto Desk CFD 2019

การขึ้นหุ่นจำลองด้วยโปรแกรม Auto Desk CFD 2019 ค่อนข้างมีความยุ่งยาก จึงจำเป็นต้องขึ้นโมเดลจำลองด้วยโปรแกรม Auto Cad 2007 ในรูปแบบ 3 มิติ โดยเริ่มต้นจากการวางแผนการขึ้นเป็นเอกสารที่สแกนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

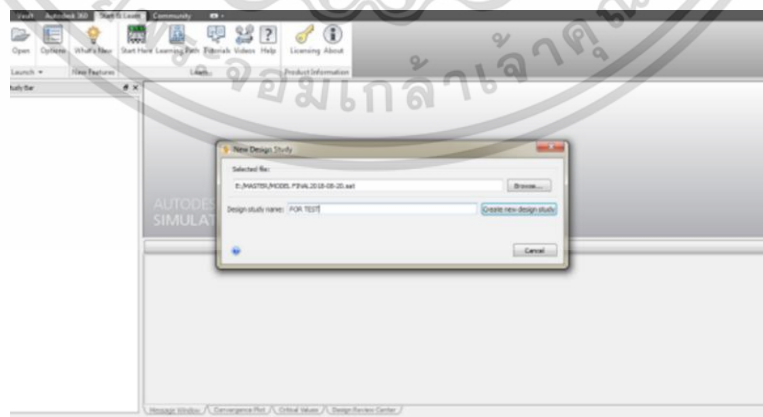
ตำแหน่งของตัวอาคารภายในผังโครงการในรูปแบบ 2 มิติ แล้วจึงนำตัวอาคารที่ขึ้นในรูปแบบ 3 มิติ มาวางลงในผังโครงการ แต่เนื่องจากขีดจำกัดของโปรแกรมทำให้มีขนาดไฟล์งานที่มีขนาดใหญ่จึงจำเป็นต้องขึ้นตัวอาคารในรูปแบบปิดห้องพักและเปิดเฉพาะทางเดินและโถงบันไดเพื่อลดขนาดของไฟล์งาน แล้ว Export ไฟล์งานเป็น ACIS (*.sat)



ภาพที่ 3.15 แสดงการวางตำแหน่งอาคารภายในผังโครงการด้วยโปรแกรม Auto Cad
ที่มา : ผู้วิจัย 2562

3.5.2 นำหุ่นจำลองเข้าสู่โปรแกรม Auto Desk CFD 2019

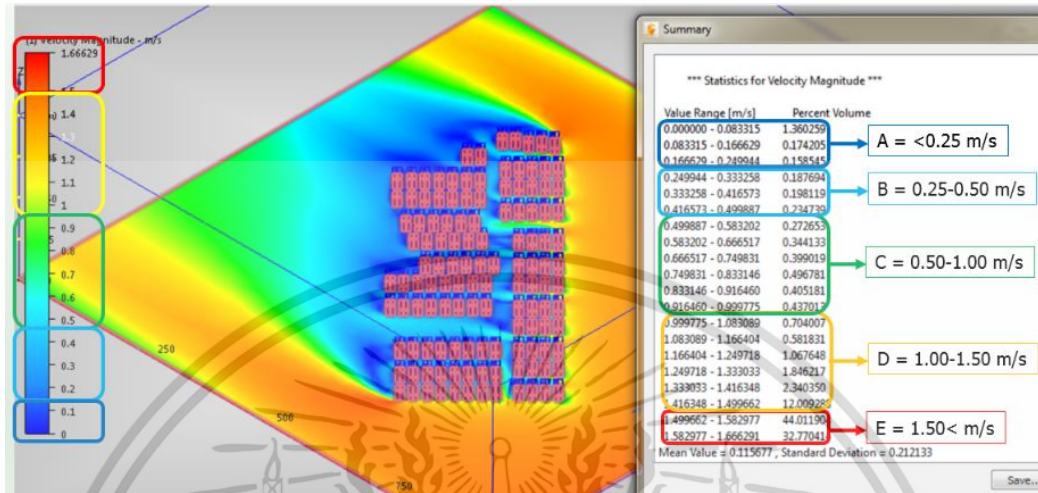
หลังจากขึ้นหุ่นจำลองและ Export เป็นไฟล์ ACIS (*.sat) หุ่นจำลองเข้าสู่โปรแกรม Auto Desk 2019 โดยเลือก ไอคอน New ในโปรแกรม แล้วเลือกไฟล์งานที่ Browse หลังจากนั้นโปรแกรมจะให้สร้าง โพรเจกต์สำหรับเก็บไฟล์งาน ที่ Design study name เมื่อตั้งชื่อตามต้องการแล้วกดปุ่ม Create new study โปรแกรมก็จะนำโมเดลเข้าสู่ตัวโปรแกรมเพื่อตั้งค่าตามตัวแปรอื่นต่อไป



ภาพที่ 3.16 แสดงขั้นตอนการนำหุ่นจำลองเข้าสู่โปรแกรม
ที่มา : ผู้วิจัย 2562

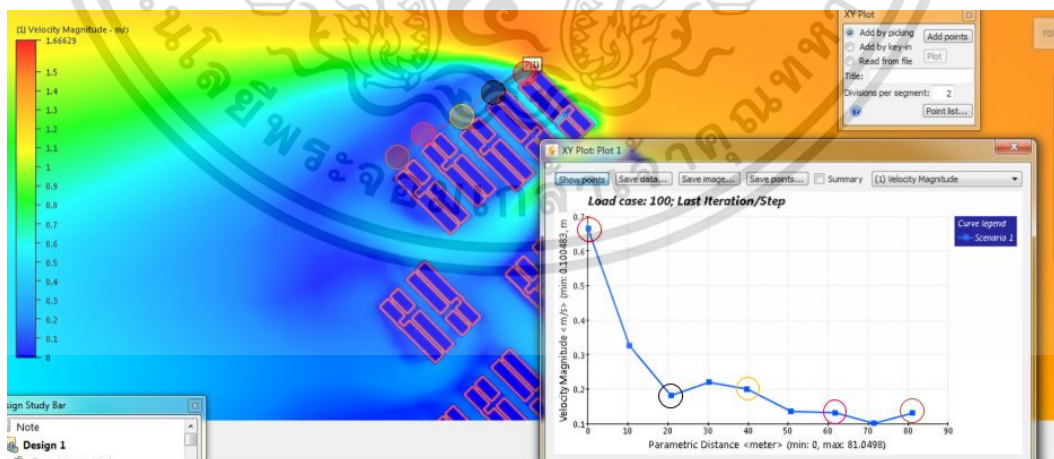
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยผลที่ได้จากการทดลองจะถูกกำหนดการวัดเพื่อแสดงค่าความเร็วลมที่ 1.5 เมตร ซึ่งค่าที่ได้จะถูกแสดงออกมาเป็นระดับความเร็วทั้งหมดที่เกิดขึ้นในผังโครงการตาม Scale ที่แสดงในรูปและผลจะถูกแสดงในช่อง Summary File



ภาพที่ 3.17 แสดงผลการทดสอบแบบรวมทั้งผังโครงการ
ที่มา : ผู้วิจัย 2562

หรือสามารถวัดละเอียดได้โดยการกำหนดจุดการวัดลงไปพื้นที่ ที่ต้องการวัดผลที่ได้ก็จะถูกแสดงออกมาเฉพาะจุด ซึ่งการทดลองที่ต้องการทราบอัตราการไหลของกระแสลมที่ส่งผลต่อพื้นที่ภายในผังโครงการจึงเลือกวัดแบบนี้

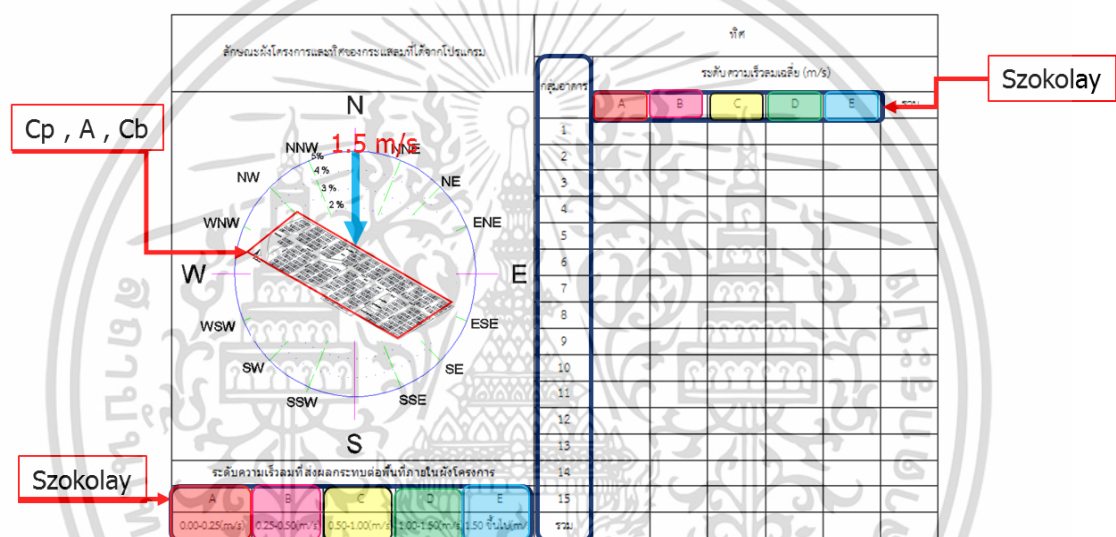


ภาพที่ 3.18 แสดงผลการทดสอบแบบการตรวจวัดเฉพาะจุด
ที่มา : ผู้วิจัย 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.3 เปรียบเทียบผลที่ได้จากโปรแกรม

จากการสร้างเครื่องมือเพื่อการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Autodesk CFD 2019 เพื่อแสดงตำแหน่งของอาคารภายในผังโครงการที่ได้รับผลกระทบจากพฤติกรรมของกระแสลมเมื่อเคลื่อนที่ผ่านผังจนทำให้เกิดบริเวณที่มีกระแสลมต่ำอันเนื่องมาจากการบังกันของตัวอาคารจนส่งผลต่อการระบายอากาศในบริเวณพื้นที่รอบตัวอาคาร โดยทุกกรณีจะใช้กระแสลมที่ได้จากการเก็บข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยาที่ความถี่ที่เกิดขึ้นสูงสุดของทั้งปีที่ระดับความเร็ว 1.5 m/s โดยที่ทิศของกระแสลมจะเปลี่ยนแปลงตามข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา



ภาพที่ 3.19 ตารางรายงานผลความเร็วกระแสลมประจำทิศตามเกณฑ์ของ Szokolay
ที่มา : ผู้วิจัย 2562 (ภาคผนวก ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

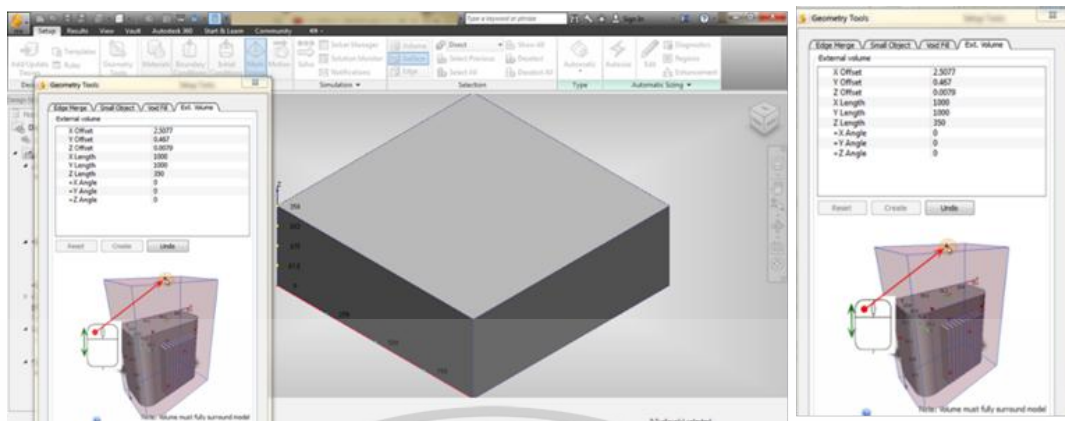
การทดสอบเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของพฤติกรรมของกระแสลมประจำทิศที่มากระทำกับรูปแบบการเรียงตัวของกลุ่มอาคารภายในผังโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2 ในทิศต่างๆ ทั้ง 16 ทิศ เพื่อแสดงผลกระทบต่อการระบายอากาศรอบตัวอาคาร ด้วยโปรแกรม Auto desk CFD 2019 (Computer Fluid Dynamics) โดยกำหนดขอบเขต boundary simulation การเคลื่อนที่ของกระแสลม ที่ใช้ในการทดลองมีขนาดกว้าง 1000 เมตร ยาว 1000 เมตร สูง 350 เมตร ซึ่งเป็นระดับความสูงที่กระแสลมบริเวณชานเมืองเริ่มคงที่ โดยกำหนดทิศทางเข้าของกระแสลมตามกรมอุตุนิยมวิทยาทั้ง 16 ทิศ และใช้ความเร็วของกระแสลมเฉลี่ย 1.5 m/s ซึ่งเป็นความเร็วของกระแสลมที่ได้จากการวัดของกรมอุตุนิยมวิทยาศูนย์วัดบางนา โดยที่ตัวอาคารภายในผังโครงการท่ามูมเอียง 45 องศา กับทางทิศเหนือ ขนาดความกว้างของผังโครงการวัดจากตัวอาคารมีขนาด 253 x 672 เมตร แบ่งกลุ่มอาคารภายในผังโครงการออกเป็น 15 กลุ่ม โดยใช้ช่วงของถนนหลักภายในโครงการเป็นตัวกำหนดขอบเขตของกลุ่มอาคารและแสดงผลของความเร็วของกระแสลมที่ความสูงระดับ 1.5 เมตร มากระทำกับตัวอาคารภายในผังโครงการจำนวน 15 กลุ่มอาคาร จากจำนวนอาคารทั้งหมด 126 หลัง

4.1 การใส่เงื่อนไขในการทดสอบอัตราการไหลของกระแสลมประจำทิศที่ส่งผลต่อพื้นที่ภายในผังโครงการ

เมื่อนำโมเดลอาคารที่ขึ้นรูปด้วยโปรแกรม Auto Cad 2007 เป็นไฟล์ ACIS (*.sat) เข้าสู่โปรแกรม Auto desk CFD 2019 (Computer Fluid Dynamics) แล้วนั้น ขั้นตอนต่อไปเป็นการกำหนดเงื่อนไขในการทดสอบตามกรอบแนวคิดที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรม ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.1.1 การสร้างขอบเขตการไหล (Boundary simulation)

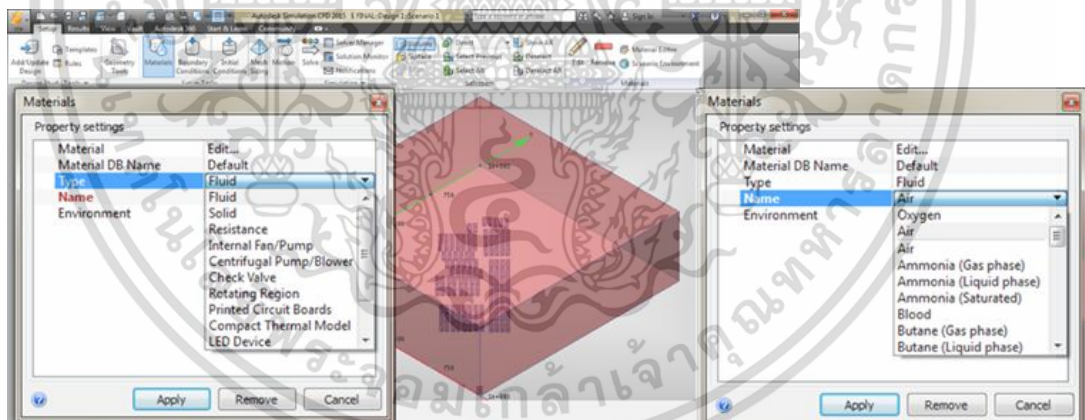
การกำหนดขอบเขตการไหลของกระแสลมประจำทิศ โดยกำหนดความสูงตามหลักการเคลื่อนที่ของกระแสลมตามภูมิประเทศ ซึ่งโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2 ตั้งอยู่บริเวณชานเมืองซึ่งมีความสูงที่ใช้ในการเก็บข้อมูลอยู่ที่ช่วง 300-400 เมตร และขนาดความกว้างของขอบเขตการไหล 1000 x 1000 เมตร ซึ่งโปรแกรมจะคำนวณค่ากึ่งกลางแล้วขยายออกเท่ากันทุกด้าน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.1 แสดงขั้นตอนการสร้างขอบเขตการไหล
ที่มา : ผู้วิจัย 2562

4.1.2 การกำหนดวัสดุให้กับขอบเขตการไหล

เนื่องจากการจำลองการไหลของอากาศจึงกำหนดให้เป็นลักษณะการไหลของอากาศ

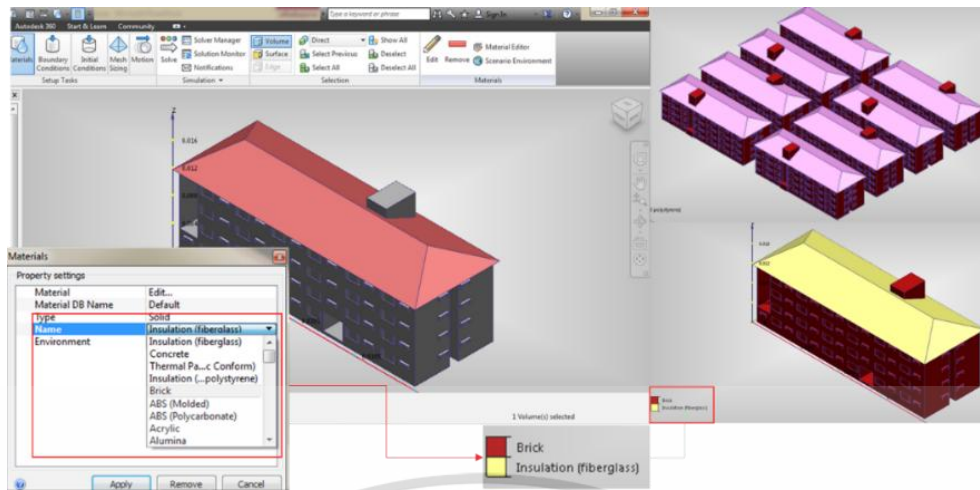


ภาพที่ 4.2 แสดงขั้นตอนการกำหนดวัสดุขอบเขตการไหล
ที่มา : ผู้วิจัย 2562

4.1.3 กำหนดวัสดุที่ใช้ในการทดลอง

การกำหนดวัสดุที่ใช้ในการทดลองลงไปบนตัวอาคารนั้น จะอ้างอิงจากวัสดุที่มีค่าใกล้เคียงกับตัวอาคารจริงที่อยู่ภายในผังโครงการ ในที่นี้ผนังอาคารจะถูกกำหนดให้เป็นอิฐและตัวหลังคาจะถูกกำหนดให้เป็นฉนวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

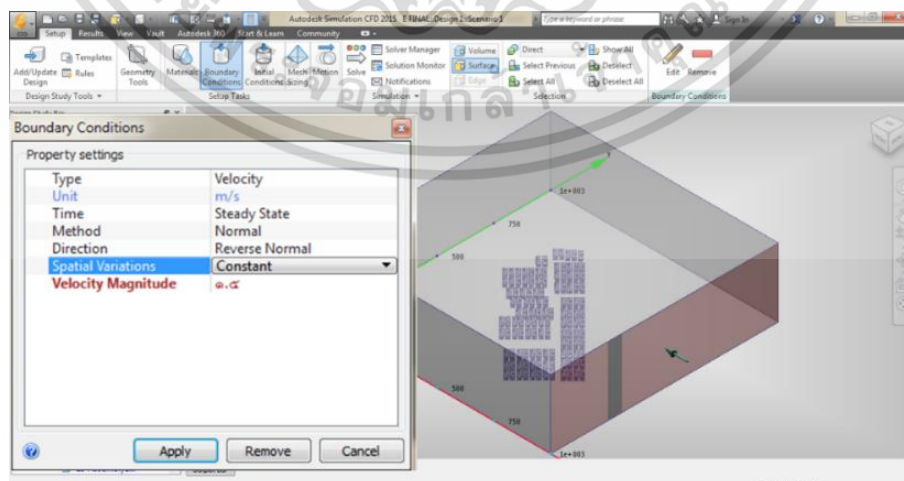


ภาพที่ 4.3 แสดงขั้นตอนการกำหนดวัสดุในโมเดลการทดลอง

ที่มา : ผู้วิจัย 2562

4.1.4 การกำหนดทิศทางการไหลของกระแสลม

หลังจากกำหนดวัสดุของขอบเขตการไหลแล้วขั้นตอนต่อมาเป็นการกำหนดตัวแปรทางด้านความเร็วลม โดยเลือกไปที่ค่า Velocity และกำหนดหน่วยในการแสดงค่าให้เป็น เมตรต่อวินาที (m/s) และลักษณะการไหลให้เป็นการไหลแบบคงตัว (Steady state) ตามหลักทฤษฎีการของพลศาสตร์ของไหล และกำหนดทิศทางการไหลลงไปที่ขอบเขตการไหลโดยหัวลูกศรจะถูกกำหนดให้ไหลเข้าและฝั่งตรงข้ามจะเป็นลักษณะของการไหลออก โดยที่กำหนดค่าความเร็วของกระแสลมได้ที่ช่อง Velocity Magnitude ซึ่งเป็นค่าความเร็วลมที่ระดับความเร็ว 1.5 เมตรต่อวินาที (m/s) ซึ่งเกิดขึ้นมากสุดในปี 2558 ตามรายงานของกรมอุตุนิยมวิทยา



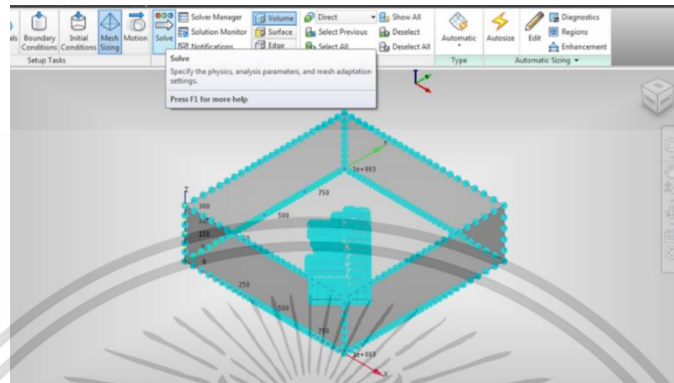
ภาพที่ 4.4 แสดงขั้นตอนการกำหนดทิศทางการไหลของกระแสลมประจำทิศ

ที่มา : ผู้วิจัย 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.5 ขั้นตอนการรวมข้อมูลและแสดงผลการทดสอบ

Mesh sizing เป็นขั้นตอนการรวมข้อมูลหลังจากกำหนดเงื่อนไขของไหลในโมเดลและขอบเขตการจำลองเสร็จแล้วเพื่อทำการรันข้อมูล Solve

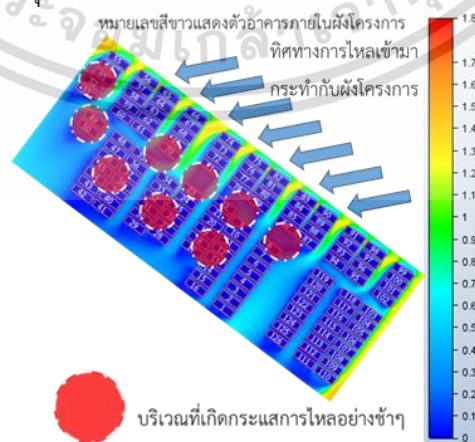


ภาพที่ 4.5 แสดงขั้นตอนการประมวลผลก่อนการคำนวณของโปรแกรม Auto desk CFD 2019

ที่มา : ผู้วิจัย 2562

4.2 ผลการทดสอบการไหลของกระแสลมประจำทิศที่ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Auto desk CFD 2019

เมื่อทำการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Autodesk CFD 2019 ในการวิเคราะห์ผลโดยกำหนดของไหลให้เป็นก๊าซประเภทอากาศที่ความหนาแน่น 1.292 kg/m^3 เพื่ออธิบายการไหลของกระแสลมภายในผังโครงการของทิศที่เทียบเคียงกับงานวิจัยที่เป็นกรณีศึกษา พบว่าบริเวณที่กระแสลมไหลอย่างช้าๆจะอยู่บริเวณตรงกลางและกลุ่มอาคารที่อยู่ด้านท้ายของกระแสลม โดยการบังลมจะเกิดขึ้นมากบริเวณที่มีจำนวนกลุ่มอาคารที่หนาแน่น



ภาพที่ 4.6 แสดงผลการทดสอบการไหลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ที่มา : ผู้วิจัย 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการทดสอบอัตราการไหลของกระแสลมประจำทิศที่ส่งผลต่อพื้นที่ภายในผังโครงการ

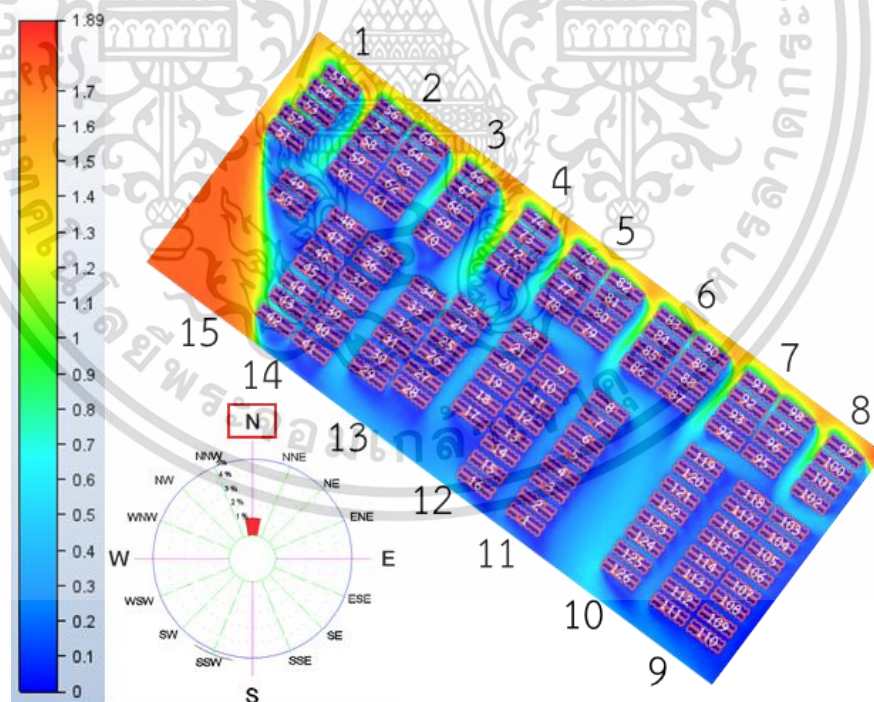
4.3.1 อัตราการไหลของกระแสลมประจำทิศทางทิศเหนือ (N)

ผลจากรันโปรแกรมของกระแสลมประจำทิศเหนือเคลื่อนที่มาปะทะกับตัวอาคารภายในผังโครงการ จะพบว่า

อาคารกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 4 มีค่าความเร็วลมเฉลี่ยอยู่ระดับ C จัดอยู่ในช่วงรู้สึกสบาย และรับรู้ถึงสัมผัสของลม

อาคารกลุ่มที่ 2-3 และกลุ่มที่ 5-8 มีค่าเฉลี่ยความเร็วลมที่อยู่ในระดับ B จัดอยู่ในช่วงไม่รับรู้ถึงการสัมผัสของลม แต่รู้สึกได้ถึงความสะดวกสบาย

โดยที่กลุ่มอาคารกลุ่มที่ 9-15 มีค่าเฉลี่ยความเร็วลมที่ระดับ A จัดอยู่ในช่วงลมสงบ ไม่รู้สึกถึงการสัมผัสของลม โดยที่กลุ่มอาคารเหล่านี้เป็นกลุ่มอาคารที่อยู่ทางด้านทางออกของกระแสลม



ภาพที่ 4.7 แสดงผลการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของกระแสลมประจำทิศเหนือ

ที่มา : ผู้วิจัย 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

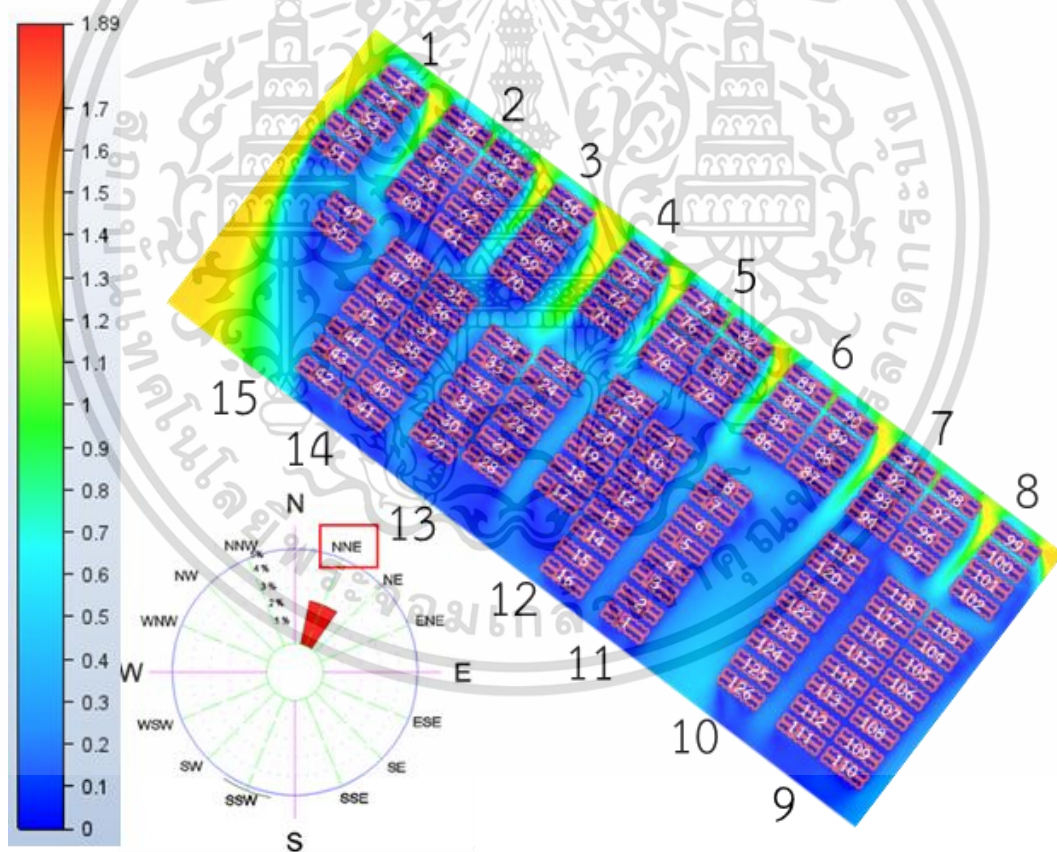
4.3.2 อัตราการไหลของกระแสลมประจำทิศทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือก่อนไปทางเหนือ (NNE)

ผลจากรันโปรแกรมของกระแสลมประจำทิศตะวันออกเฉียงเหนือก่อนไปทางเหนือ เคลื่อนที่มาปะทะกับตัวอาคารภายในผังโครงการ จะพบว่า

อาคารกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 4-6 อาคารกลุ่มที่ 8 มีค่าความเร็วลมเฉลี่ยอยู่ระดับ C จัดอยู่ในช่วงรู้สึกสบายและรับรู้ถึงสัมผัสของลม

อาคารกลุ่มที่ 2-3 กลุ่มที่ 7 มีค่าเฉลี่ยความเร็วลมที่อยู่ในระดับ B จัดอยู่ในช่วงไม่รับรู้ถึงการสัมผัสของลม แต่รู้สึกได้ถึงความสะดวกสบาย

โดยที่กลุ่มอาคารกลุ่มที่ 9-15 มีค่าเฉลี่ยความเร็วลมที่ระดับ A จัดอยู่ในช่วงลมสงบ ไม่รู้สึกถึงการสัมผัสของลม โดยที่กลุ่มอาคารเหล่านี้เป็นกลุ่มอาคารที่อยู่ทางด้านทางออกของกระแสลม



ภาพที่ 4.8 แสดงผลการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของกระแสลมประจำทิศตะวันออกเฉียงเหนือก่อนไปทางเหนือ

ที่มา : ผู้วิจัย 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

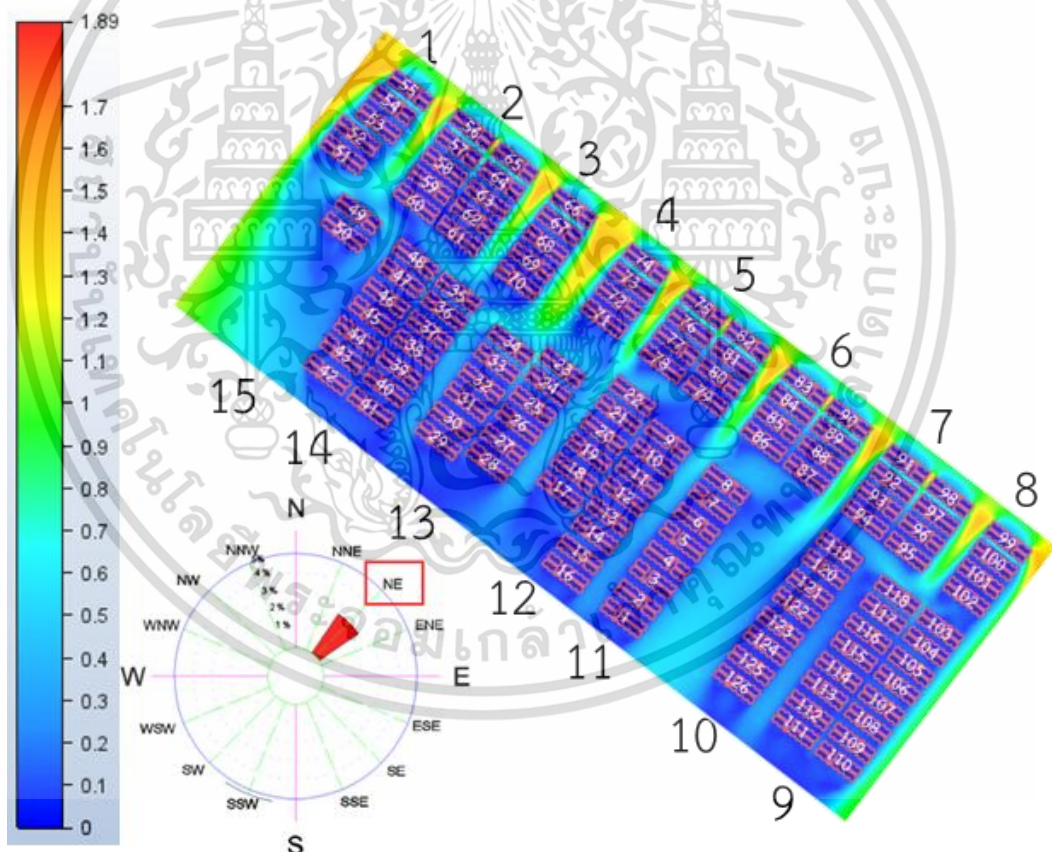
4.3.3 อัตราการไหลของกระแสลมประจำทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE)

ผลจากรันโปรแกรมของกระแสลมประจำทิศตะวันออกเฉียงเหนือเคลื่อนที่มาปะทะกับตัวอาคารภายในผังโครงการ จะพบว่า

อาคารกลุ่มที่ 3-8 มีค่าความเร็วลมเฉลี่ยอยู่ระดับ C จัดอยู่ในช่วงรู้สึกสบายและรับรู้ถึงสัมผัสของลม

อาคารกลุ่มที่ 1-2 มีค่าเฉลี่ยความเร็วลมที่อยู่ในระดับ B จัดอยู่ในช่วงไม่รับรู้ถึงการสัมผัสของลม แต่รู้สึกได้ถึงความสบาย

โดยที่กลุ่มอาคารกลุ่มที่ 9-15 มีค่าเฉลี่ยความเร็วลมที่ระดับ A จัดอยู่ในช่วงลมสงบไม่รู้สึกถึงการสัมผัสของลม โดยที่กลุ่มอาคารเหล่านี้เป็นกลุ่มอาคารที่อยู่ทางด้านทางออกของกระแสลม



ภาพที่ 4.9 แสดงผลการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของกระแสลมประจำทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

ที่มา : ผู้วิจัย 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

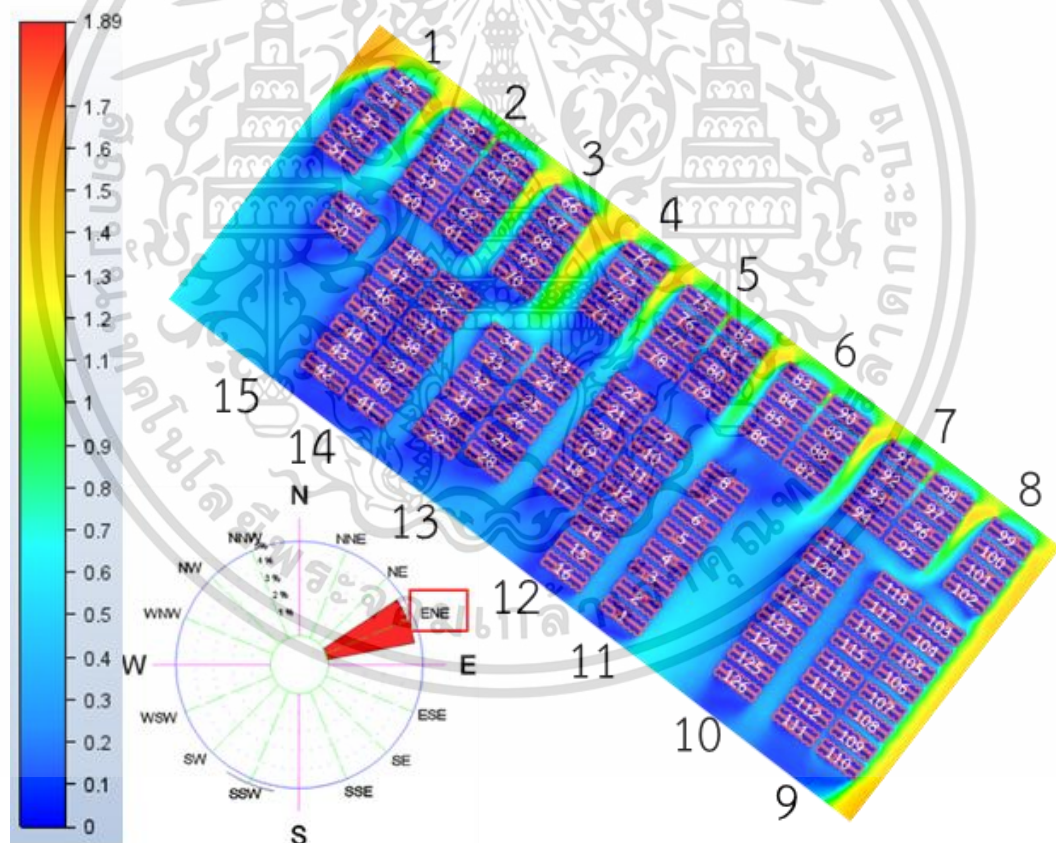
4.3.4 อัตราการไหลของกระแสลมประจำทิศทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือก่อนไปทางตะวันออกเฉียง (ENE)

ผลจากรันโปรแกรมของกระแสลมประจำทิศตะวันออกเฉียงเหนือก่อนไปทางตะวันออกเฉียงเคลื่อนที่มาปะทะกับตัวอาคารภายในผังโครงการ จะพบว่า

อาคารกลุ่มที่ 3-4 กลุ่มที่ 8 มีค่าความเร็วลมเฉลี่ยอยู่ระดับ C จัดอยู่ในช่วงรู้สึกสบาย และรับรู้ถึงสัมผัสของลม

อาคารกลุ่มที่ 1-2 กลุ่มที่ 5-7 กลุ่มที่ 9 มีค่าเฉลี่ยความเร็วลมที่อยู่ในระดับ B จัดอยู่ในช่วงไม่รับรู้ถึงการสัมผัสของลม แต่รู้สึกได้ถึงความสะดวกสบาย

โดยที่กลุ่มอาคารกลุ่มที่ 10-15 มีค่าเฉลี่ยความเร็วลมที่ระดับ A จัดอยู่ในช่วงลมสงบ ไม่รู้สึกถึงการสัมผัสของลม โดยที่กลุ่มอาคารเหล่านี้เป็นกลุ่มอาคารที่อยู่ทางด้านทางออกของกระแสลม



ภาพที่ 4.10 แสดงผลการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของกระแสลมประจำทิศตะวันออกเฉียงเหนือก่อนไปทางตะวันออกเฉียง

ที่มา : ผู้วิจัย 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

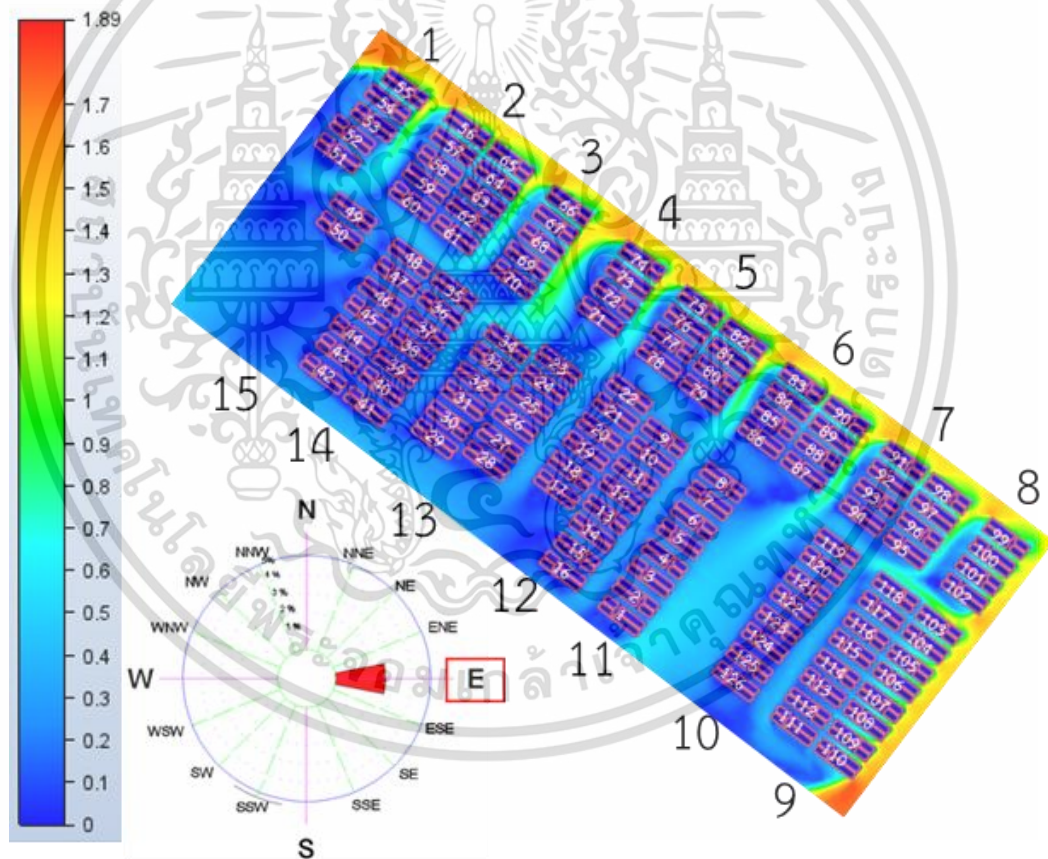
4.3.5 อัตราการไหลของกระแสลมประจำทิศ ทางทิศตะวันออก (E)

ผลจากรันโปรแกรมของกระแสลมประจำทิศตะวันออกเคลื่อนที่มาปะทะกับตัวอาคารภายในผังโครงการ จะพบว่า

อาคารกลุ่มที่ 8 มีค่าความเร็วลมเฉลี่ยอยู่ระดับ C จัดอยู่ในช่วงรู้สึกสบายและรับรู้ถึงสัมผัสของลม

อาคารกลุ่มที่ 1-7 กลุ่มที่ 9 มีค่าเฉลี่ยความเร็วลมที่อยู่ในระดับ B จัดอยู่ในช่วงไม่รับรู้ถึงการสัมผัสของลม แต่รู้สึกได้ถึงความสะดวกสบาย

โดยที่กลุ่มอาคารกลุ่มที่ 10-15 มีค่าเฉลี่ยความเร็วลมที่ระดับ A จัดอยู่ในช่วงลมสงบไม่รู้สึกถึงการสัมผัสของลม โดยที่กลุ่มอาคารเหล่านี้เป็นกลุ่มอาคารที่อยู่ทางด้านทางออกของกระแสลม



ภาพที่ 4.11 แสดงผลการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของกระแสลมประจำทิศตะวันออก

ที่มา : ผู้วิจัย 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

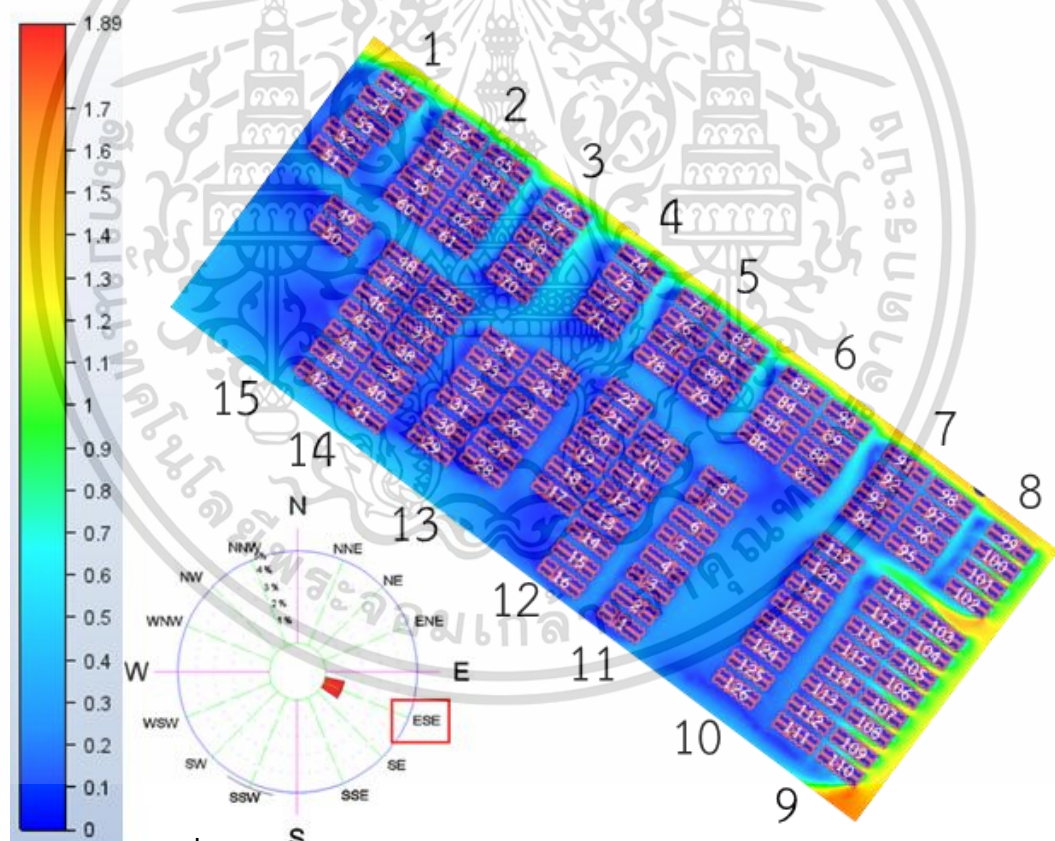
4.3.6 อัตราการไหลของกระแสลมประจำทิศทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ก่อนไปทางตะวันออกเฉียง (ESE)

ผลจากรันโปรแกรมของกระแสลมประจำทิศตะวันออกเฉียงใต้ก่อนไปทางตะวันออกเฉียง เคลื่อนที่มาปะทะกับตัวอาคารภายในผังโครงการ จะพบว่า

อาคารกลุ่มที่ 8 มีค่าความเร็วลมเฉลี่ยอยู่ระดับ C จัดอยู่ในช่วงรู้สึกสบายและรับรู้ถึงสัมผัสของลม

อาคารกลุ่มที่ 3 กลุ่มที่ 6-7 กลุ่มที่ 9 มีค่าเฉลี่ยความเร็วลมที่อยู่ในระดับ B จัดอยู่ในช่วงไม่รับรู้ถึงการสัมผัสของลม แต่รู้สึกได้ถึงความสะดวกสบาย

โดยที่กลุ่มอาคารกลุ่มที่ 1-2 กลุ่มที่ 4-5 กลุ่มที่ 10-15 มีค่าเฉลี่ยความเร็วลมที่ระดับ A จัดอยู่ในช่วงลมสงบ ไม่รู้สึกถึงการสัมผัสของลม โดยที่กลุ่มอาคารเหล่านี้เป็นกลุ่มอาคารที่อยู่ทางด้านทางออกของกระแสลม



ภาพที่ 4.12 แสดงผลการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของกระแสลมประจำทิศตะวันออกเฉียงใต้ก่อนไปทางตะวันออกเฉียง

ที่มา : ผู้วิจัย 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

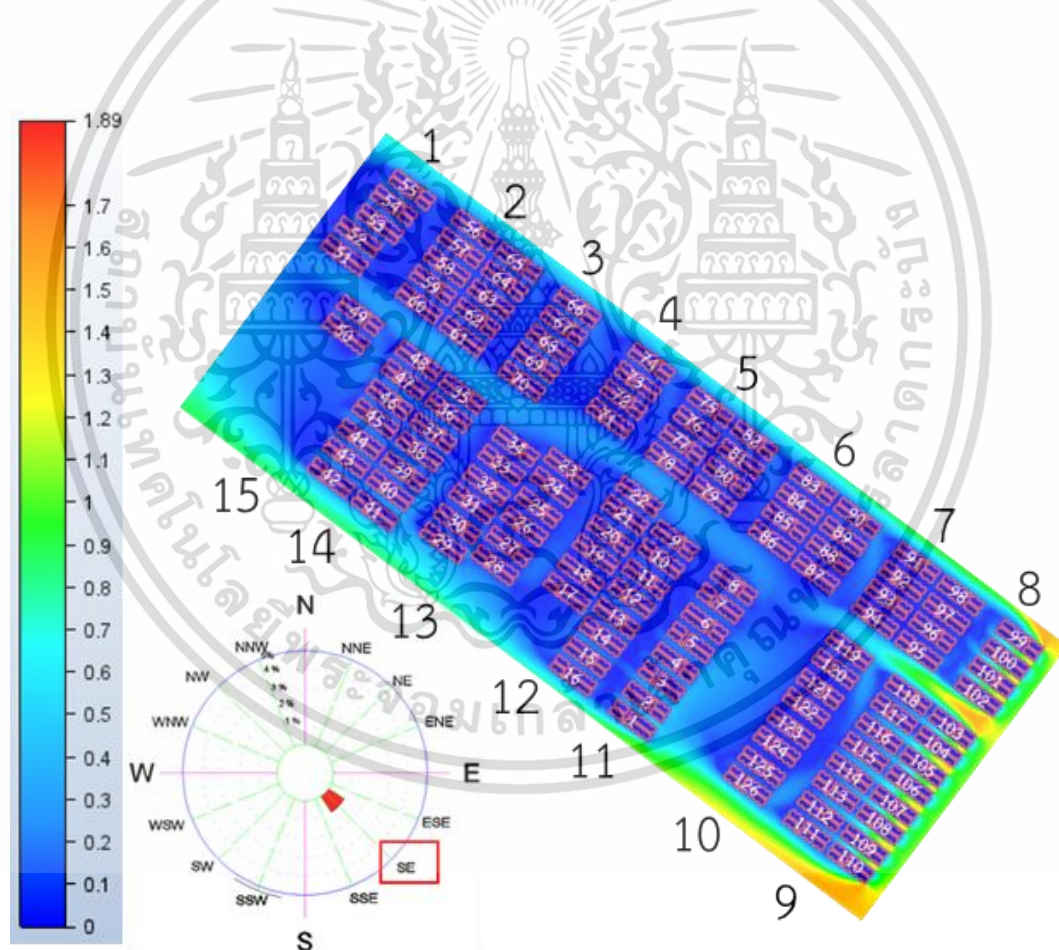
4.3.7 อัตราการไหลของกระแสลมประจำทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE)

ผลจากรันโปรแกรมของกระแสลมประจำทิศตะวันออกเฉียงใต้เคลื่อนที่มาปะทะกับตัวอาคารภายในผังโครงการ จะพบว่า

อาคารกลุ่มที่ 8 มีค่าความเร็วลมเฉลี่ยอยู่ระดับ C จัดอยู่ในช่วงรู้สึกสบายและรับรู้ถึงสัมผัสของลม

อาคารกลุ่มที่ 9 มีค่าเฉลี่ยความเร็วลมที่อยู่ในระดับ B จัดอยู่ในช่วงไม่รับรู้ถึงการสัมผัสของลม แต่รู้สึกได้ถึงความสบาย

โดยที่กลุ่มอาคารกลุ่มที่ 1-7 กลุ่มที่ 9-15 มีค่าเฉลี่ยความเร็วลมที่ระดับ A จัดอยู่ในช่วงลมสงบ ไม่รู้สึกถึงการสัมผัสของลม โดยที่กลุ่มอาคารเหล่านี้เป็นกลุ่มอาคารที่อยู่ทางด้านทางออกของกระแสลม



ภาพที่ 4.13 แสดงผลการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของกระแสลมประจำทิศตะวันออกเฉียงใต้

ที่มา : ผู้วิจัย 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

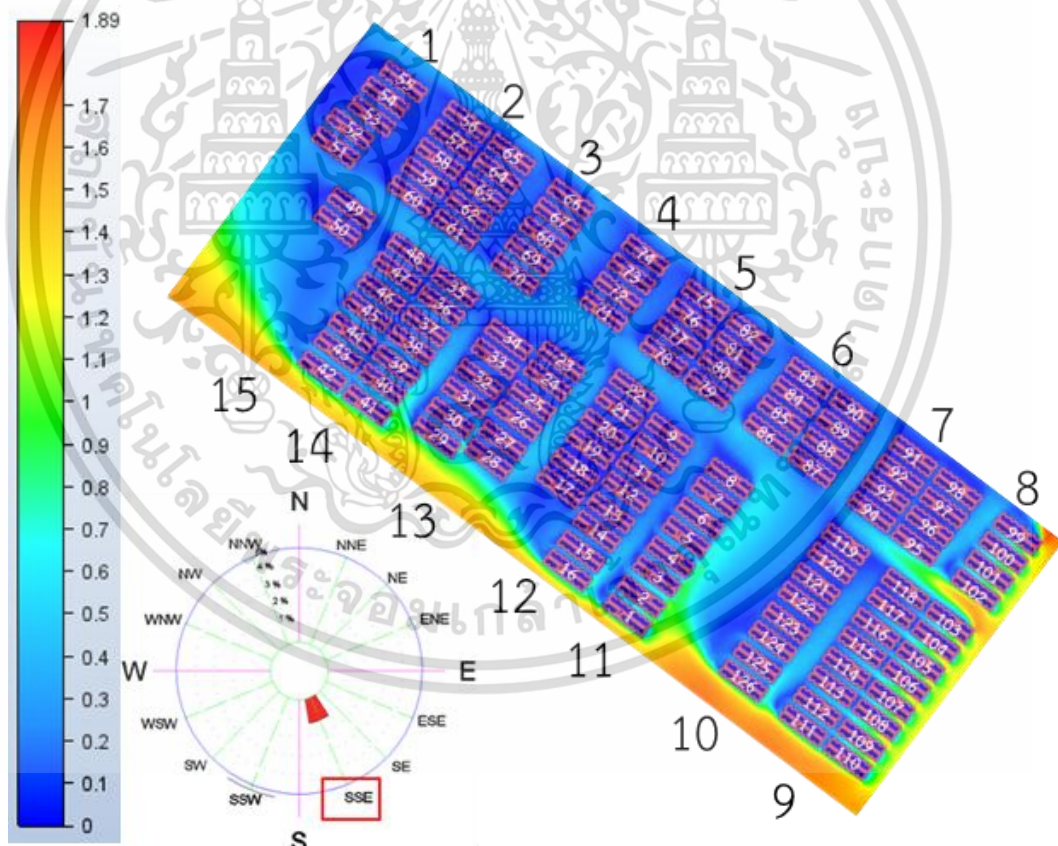
4.3.8 อัตราการไหลของกระแสลมประจำทิศตะวันออกเฉียงใต้ค่อนข้างไปทางใต้ (SSE)

ผลจากรันโปรแกรมของกระแสลมประจำทิศตะวันออกเฉียงใต้ค่อนข้างไปทางใต้ เคลื่อนที่มาปะทะกับตัวอาคารภายในผังโครงการ จะพบว่า

อาคารกลุ่มที่ 8 มีค่าความเร็วลมเฉลี่ยอยู่ระดับ C จัดอยู่ในช่วงรู้สึกสบายและรับรู้ถึงสัมผัสของลม

อาคารกลุ่มที่ 9 มีค่าเฉลี่ยความเร็วลมที่อยู่ในระดับ B จัดอยู่ในช่วงไม่รับรู้ถึงการสัมผัสของลม แต่รู้สึกได้ถึงความสะดวกสบาย

โดยที่กลุ่มอาคารกลุ่มที่ 1-7 กลุ่มที่ 10 กลุ่มที่ 7-15 มีค่าเฉลี่ยความเร็วลมที่ระดับ A จัดอยู่ในช่วงลมสงบ ไม่รู้สึกถึงการสัมผัสของลม โดยที่กลุ่มอาคารเหล่านี้เป็นกลุ่มอาคารที่อยู่ทางด้านทางออกของกระแสลม



ภาพที่ 4.14 แสดงผลการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของกระแสลมประจำทิศตะวันออกเฉียงใต้ค่อนข้างไปทางใต้

ที่มา : ผู้วิจัย 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

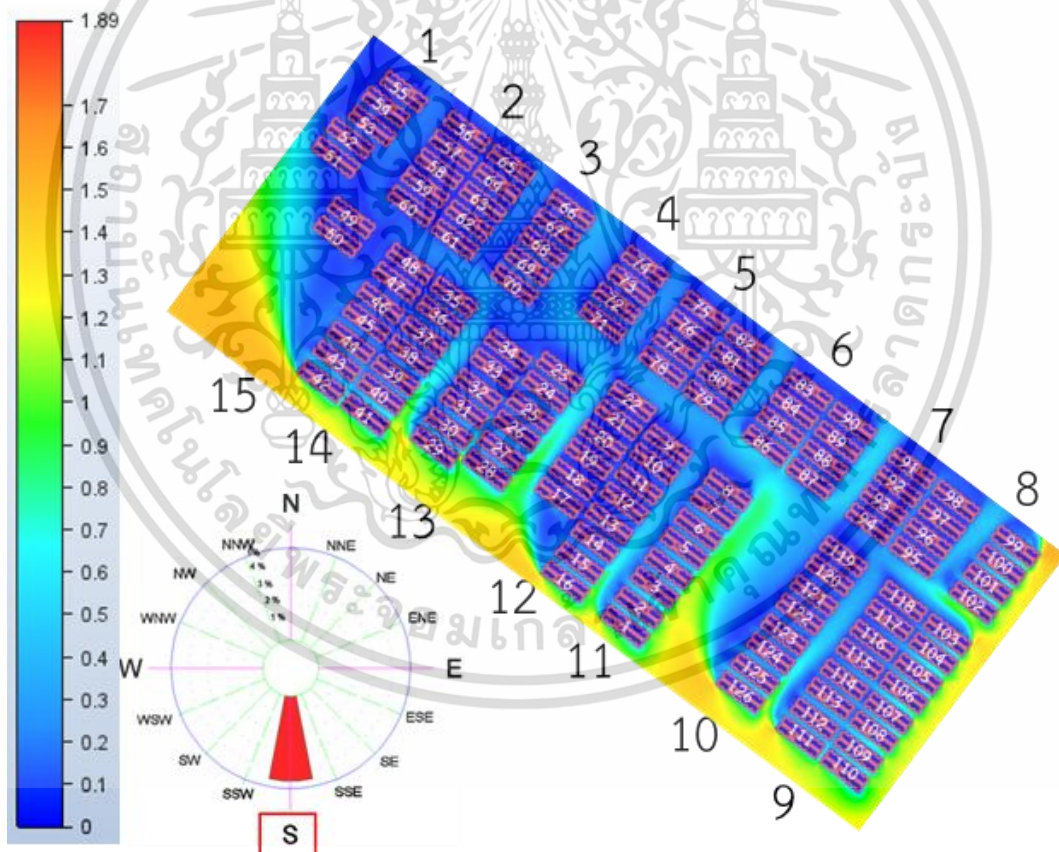
4.3.9 อัตราการไหลของกระแสลมประจำทิศทางทิศใต้ (S)

ผลจากรันโปรแกรมของกระแสลมประจำทิศใต้เคลื่อนที่มาปะทะกับตัวอาคารภายในผังโครงการ จะพบว่า

อาคารกลุ่มที่ 8 กลุ่มที่ 11 มีค่าความเร็วลมเฉลี่ยอยู่ระดับ C จัดอยู่ในช่วงรู้สึกสบาย และรับรู้ถึงสัมผัสของลม

อาคารกลุ่มที่ 7 กลุ่มที่ 9-10 กลุ่มที่ 12-14 มีค่าเฉลี่ยความเร็วลมที่อยู่ในระดับ B จัดอยู่ในช่วงไม่รับรู้ถึงการสัมผัสของลม แต่รู้สึกได้ถึงความสะดวกสบาย

โดยที่กลุ่มอาคารกลุ่มที่ 1-6 กลุ่มที่ 15 มีค่าเฉลี่ยความเร็วลมที่ระดับ A จัดอยู่ในช่วงลมสงบ ไม่รู้สึกถึงการสัมผัสของลม โดยที่กลุ่มอาคารเหล่านี้เป็นกลุ่มอาคารที่อยู่ทางด้านทางออกของกระแสลม



ภาพที่ 4.15 แสดงผลการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของกระแสลมประจำทิศใต้

ที่มา : ผู้วิจัย 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

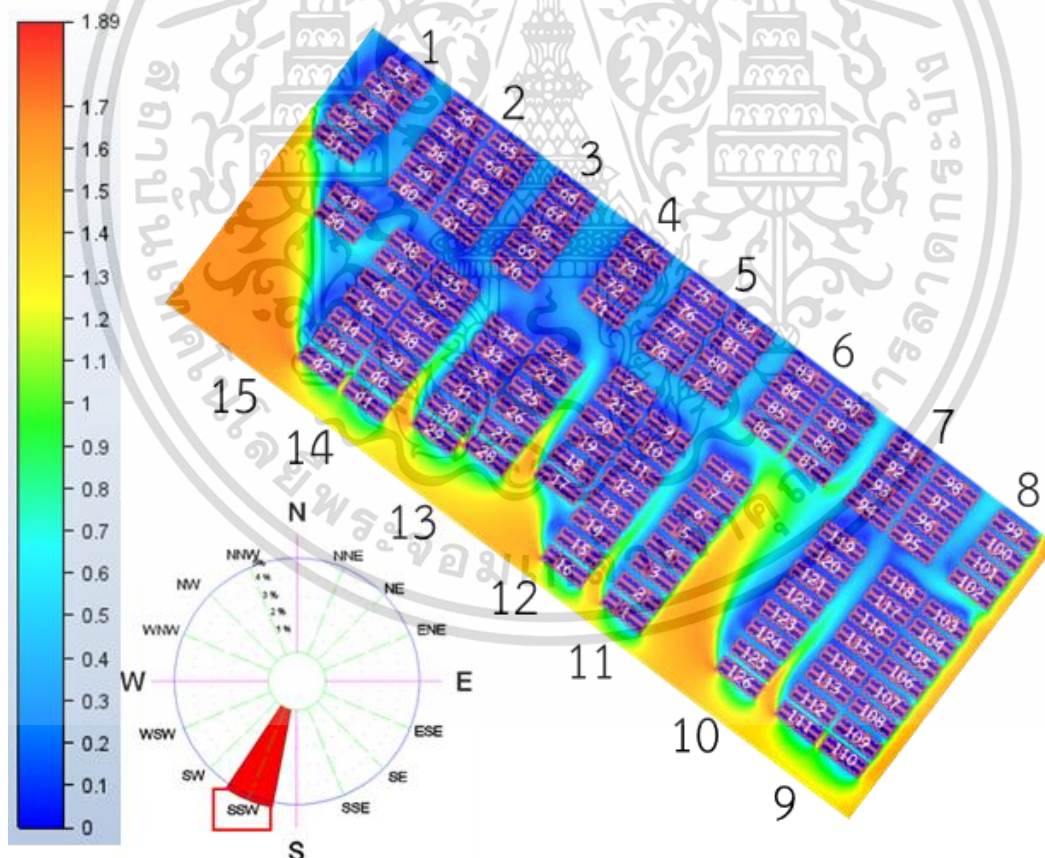
4.3.10 อัตราการไหลของกระแสลมประจำทิศ ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ค่อนข้างไปทางใต้ (SSW)

ผลจากรันโปรแกรมของกระแสลมประจำทิศตะวันตกเฉียงใต้ค่อนข้างไปทางใต้เคลื่อนที่ มาปะทะกับตัวอาคารภายในผังโครงการ จะพบว่า

อาคารกลุ่มที่ 8 กลุ่มที่ 11 มีค่าความเร็วลมเฉลี่ยอยู่ระดับ C จัดอยู่ในช่วงรู้สึกสบาย และรับรู้ถึงสัมผัสของลม

อาคารกลุ่มที่ 6-7 กลุ่มที่ 9-10 กลุ่มที่ 12-15 มีค่าเฉลี่ยความเร็วลมที่อยู่ในระดับ B จัดอยู่ในช่วงไม่รับรู้ถึงการสัมผัสของลม แต่รู้สึกได้ถึงความสะดวกสบาย

โดยที่กลุ่มอาคารกลุ่มที่ 1-5 มีค่าเฉลี่ยความเร็วลมที่ระดับ A จัดอยู่ในช่วงลมสงบ ไม่รู้สึกถึงการสัมผัสของลม โดยที่กลุ่มอาคารเหล่านี้เป็นกลุ่มอาคารที่อยู่ทางด้านทางออกของกระแสลม



ภาพที่ 4.16 แสดงผลการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของกระแสลม ประจำทิศตะวันตกเฉียงใต้ค่อนข้างไปทางใต้

ที่มา : ผู้วิจัย 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

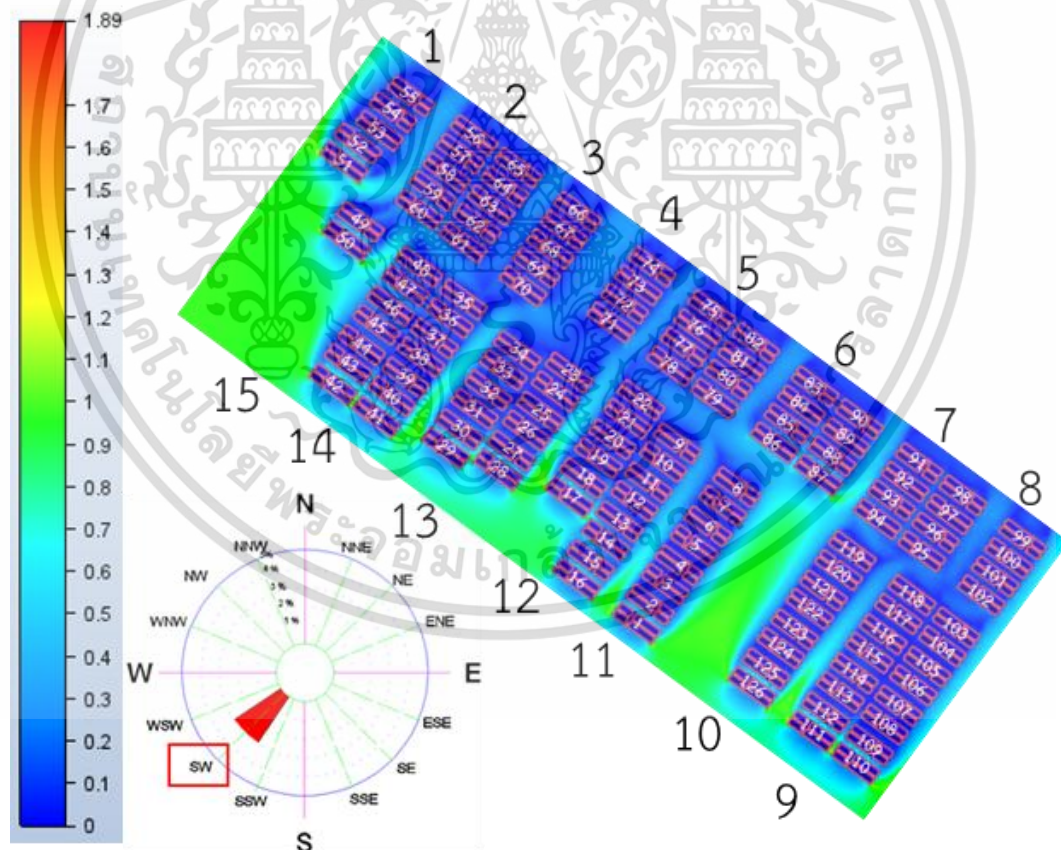
4.3.11 อัตราการไหลของกระแสลมประจำทิศ ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW)

ผลจากรันโปรแกรมของกระแสลมประจำทิศตะวันตกเฉียงใต้เคลื่อนที่มาปะทะกับตัวอาคารภายในผังโครงการ จะพบว่า

อาคารกลุ่มที่ 15 มีค่าความเร็วลมเฉลี่ยอยู่ระดับ C จัดอยู่ในช่วงรู้สึกสบายและรับรู้ถึงสัมผัสของลม

อาคารกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 9-10 กลุ่มที่ 6-14 มีค่าเฉลี่ยความเร็วลมที่อยู่ในระดับ B จัดอยู่ในช่วงไม่รับรู้ถึงการสัมผัสของลม แต่รู้สึกได้ถึงความสะดวกสบาย

โดยที่กลุ่มอาคารกลุ่มที่ 2-5 มีค่าเฉลี่ยความเร็วลมที่ระดับ A จัดอยู่ในช่วงลมสงบไม่รู้สึกถึงการสัมผัสของลม โดยที่กลุ่มอาคารเหล่านี้เป็นกลุ่มอาคารที่อยู่ทางด้านทางออกของกระแสลม



ภาพที่ 4.17 แสดงผลการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของกระแสลมประจำทิศตะวันตกเฉียงใต้

ที่มา : ผู้วิจัย 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

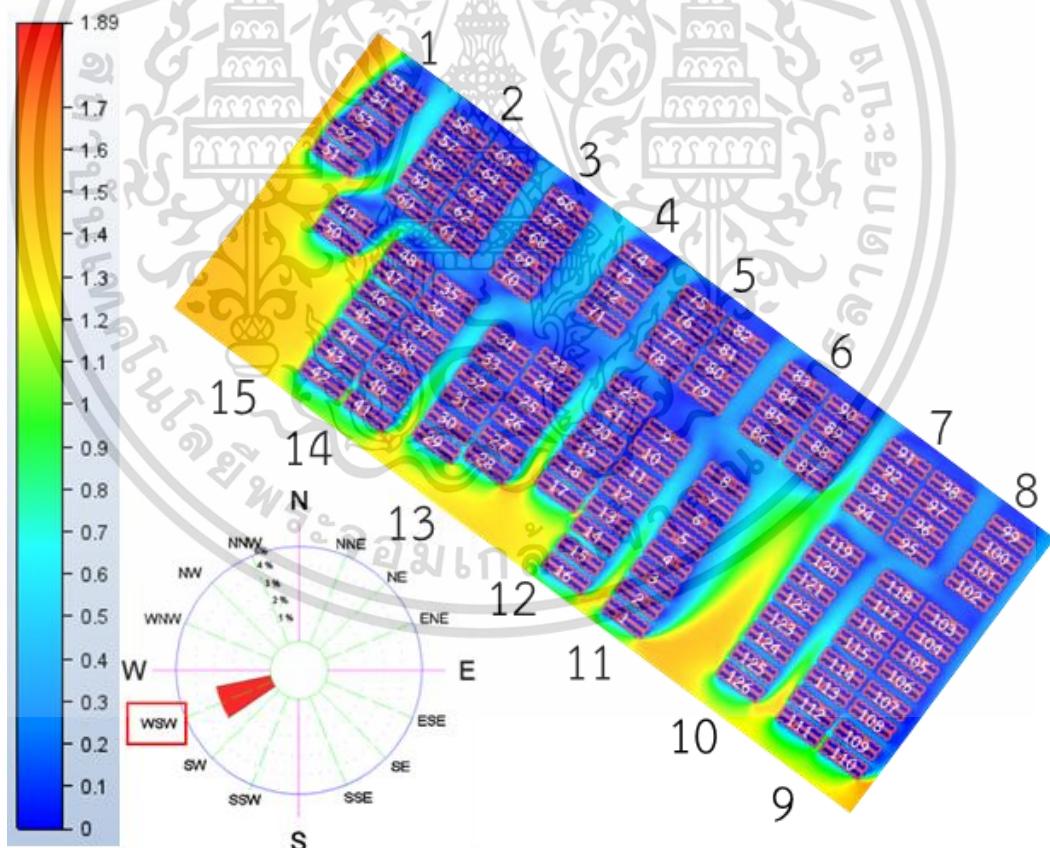
4.3.12 อัตราการไหลของกระแสลมประจำทิศทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ค่อนไปทางตะวันตก (WSW)

ผลจากรันโปรแกรมของกระแสลมประจำทิศตะวันตกเฉียงใต้ค่อนไปทางตะวันตก เคลื่อนที่มาปะทะกับตัวอาคารภายในผังโครงการ จะพบว่า

อาคารกลุ่มที่ 15 มีค่าความเร็วลมเฉลี่ยอยู่ระดับ C จัดอยู่ในช่วงรู้สึกสบายและรับรู้ถึงสัมผัสของลม

อาคารกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 9-14 มีค่าเฉลี่ยความเร็วลมที่อยู่ในระดับ B จัดอยู่ในช่วงไม่รับรู้ถึงการสัมผัสของลม แต่รู้สึกได้ถึงความสะดวกสบาย

โดยที่กลุ่มอาคารกลุ่มที่ 2-8 มีค่าเฉลี่ยความเร็วลมที่ระดับ A จัดอยู่ในช่วงลมสงบ ไม่รู้สึกถึงการสัมผัสของลม โดยที่กลุ่มอาคารเหล่านี้เป็นกลุ่มอาคารที่อยู่ทางด้านทางออกของกระแสลม



ภาพที่ 4.18 แสดงผลการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของกระแสลมประจำทิศตะวันตกเฉียงใต้ค่อนไปทางตะวันตก

ที่มา : ผู้วิจัย 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

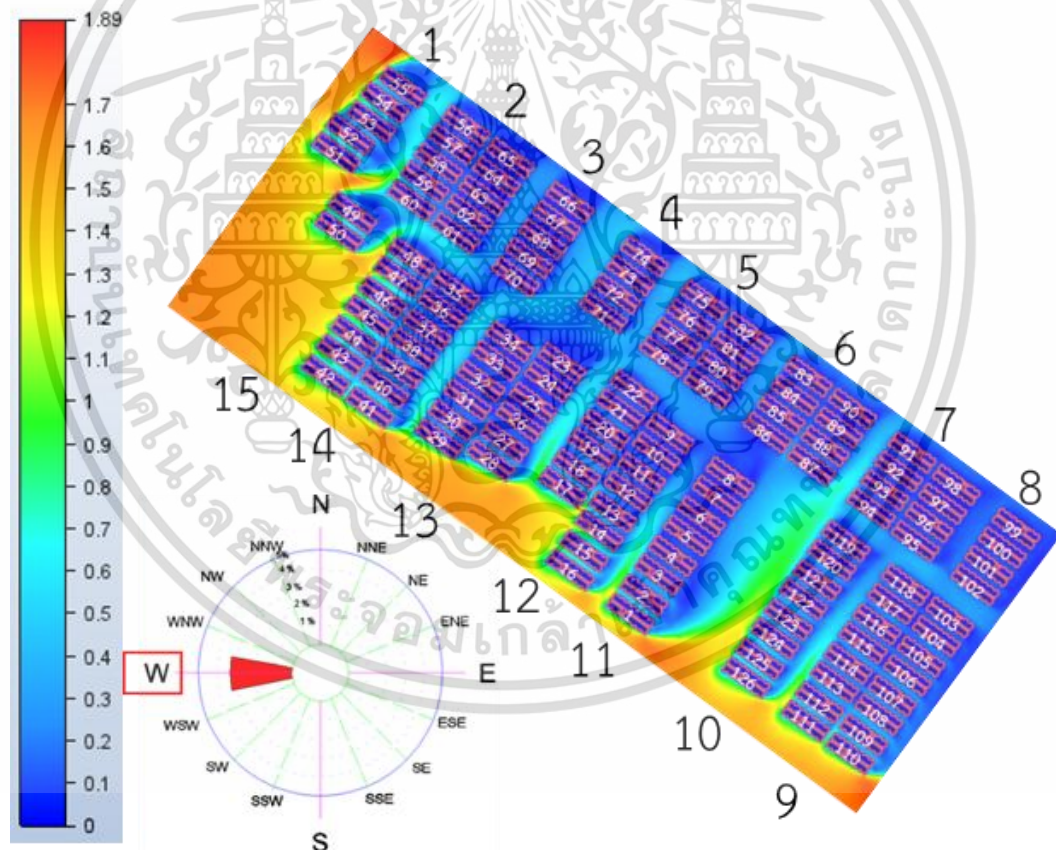
4.3.13 อัตราการไหลของกระแสลมประจำทิศตะวันตก (W)

ผลจากรันโปรแกรมของกระแสลมประจำทิศตะวันตกเคลื่อนที่มาปะทะกับตัวอาคาร ภายในผังโครงการ จะพบว่า

อาคารกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 15 มีค่าความเร็วลมเฉลี่ยอยู่ระดับ C จัดอยู่ในช่วงรู้สึกสบาย และรับรู้ถึงสัมผัสของลม

อาคารกลุ่มที่ 9-14 มีค่าเฉลี่ยความเร็วลมที่อยู่ในระดับ B จัดอยู่ในช่วงไม่รับรู้ถึงการสัมผัสของลม แต่รู้สึกได้ถึงความสะดวกสบาย

โดยที่กลุ่มอาคารกลุ่มที่ 2-8 มีค่าเฉลี่ยความเร็วลมที่ระดับ A จัดอยู่ในช่วงลมสงบ ไม่รู้สึกถึงการสัมผัสของลม โดยที่กลุ่มอาคารเหล่านี้เป็นกลุ่มอาคารที่อยู่ทางด้านทางออกของกระแสลม



ภาพที่ 4.19 แสดงผลการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของกระแสลมประจำทิศตะวันตก
ที่มา : ผู้วิจัย 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

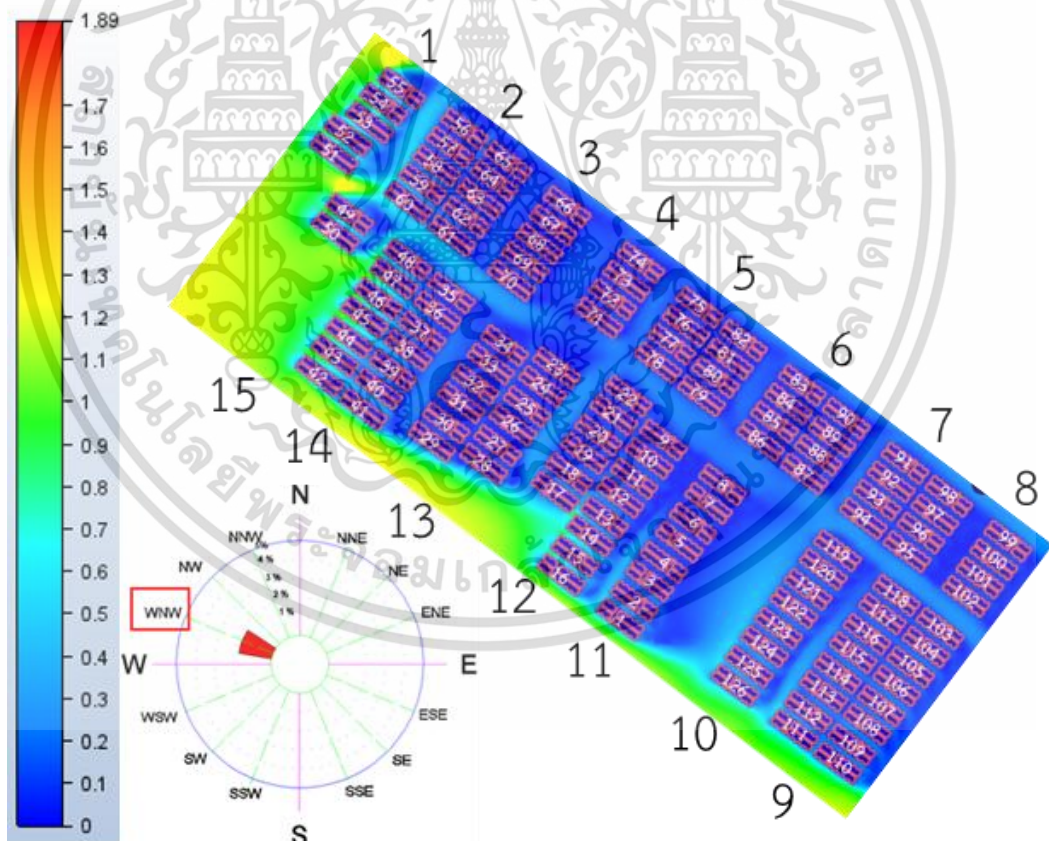
4.3.14 อัตราการไหลของกระแสลมประจำทิศทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือก่อนไปทางตะวันตก (WNW)

ผลจากรันโปรแกรมของกระแสลมประจำทิศตะวันตกเฉียงเหนือก่อนไปทางตะวันตกเคลื่อนที่มาปะทะกับตัวอาคารภายในผังโครงการ จะพบว่า

อาคารกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 15 มีค่าความเร็วลมเฉลี่ยอยู่ระดับ C จัดอยู่ในช่วงรู้สึกสบาย และรับรู้ถึงสัมผัสของลม

อาคารกลุ่มที่ 14 มีค่าเฉลี่ยความเร็วลมที่อยู่ในระดับ B จัดอยู่ในช่วงไม่รับรู้ถึงการสัมผัสของลม แต่รู้สึกได้ถึงความสะดวกสบาย

โดยที่กลุ่มอาคารกลุ่มที่ 2-13 มีค่าเฉลี่ยความเร็วลมที่ระดับ A จัดอยู่ในช่วงลมสงบ ไม่รู้สึกถึงการสัมผัสของลม โดยที่กลุ่มอาคารเหล่านี้เป็นกลุ่มอาคารที่อยู่ทางด้านทางออกของกระแสลม



ภาพที่ 4.20 แสดงผลการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของกระแสลมประจำทิศตะวันตกเฉียงเหนือก่อนไปทางตะวันตก

ที่มา : ผู้วิจัย 2562

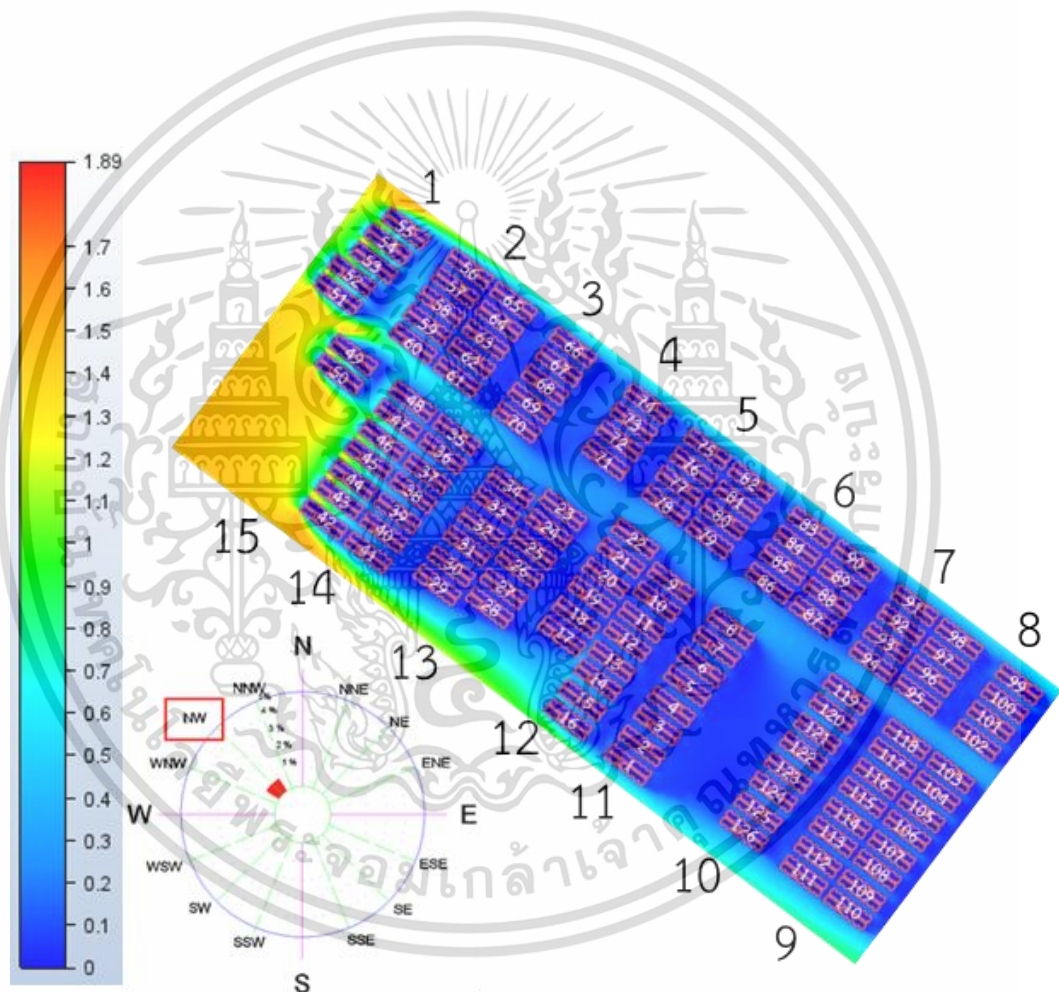
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.15 อัตราการไหลของกระแสลมประจำทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW)

ผลจากรันโปรแกรมของกระแสลมประจำทิศตะวันตกเฉียงเหนือเคลื่อนที่มาปะทะกับตัวอาคารภายในผังโครงการ จะพบว่า

อาคารกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 14-15 มีค่าเฉลี่ยความเร็วลมที่อยู่ในระดับ B จัดอยู่ในช่วงไม่รับรู้ถึงการสัมผัสของลม แต่รู้สึกได้ถึงความสะดวกสบาย

โดยที่กลุ่มอาคารกลุ่มที่ 2-13 มีค่าเฉลี่ยความเร็วลมที่ระดับ A จัดอยู่ในช่วงลมสงบ ไม่รู้สึกถึงการสัมผัสของลม โดยที่กลุ่มอาคารเหล่านี้เป็นกลุ่มอาคารที่อยู่ทางด้านทางออกของกระแสลม



ภาพที่ 4.21 แสดงผลการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของกระแสลมประจำทิศตะวันตกเฉียงเหนือ

ที่มา : ผู้วิจัย 2562

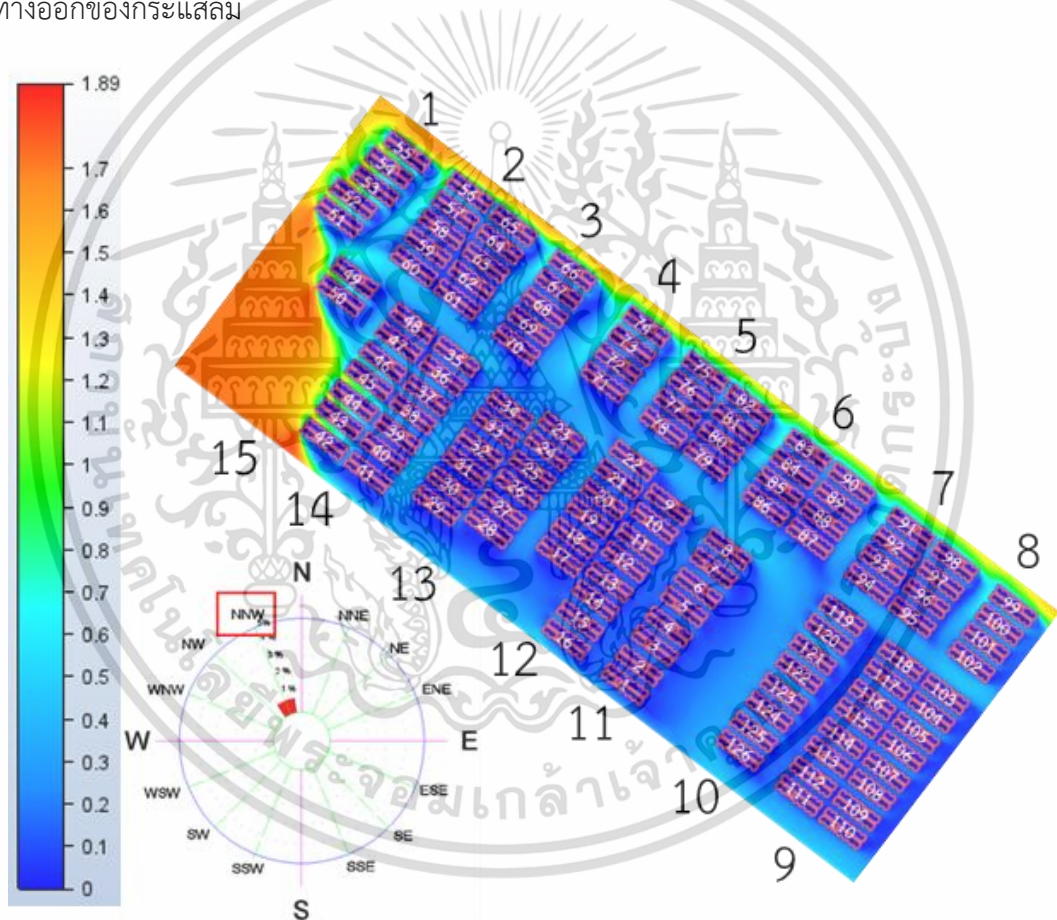
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.16 อัตราการไหลของกระแสลมประจำทิศ ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือค่อนไปทางเหนือ (NNW)

ผลจากรันโปรแกรมของกระแสลมประจำทิศตะวันตกเฉียงเหนือค่อนไปทางเหนือ เคลื่อนที่มาปะทะกับตัวอาคารภายในผังโครงการ จะพบว่า

อาคารกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 4 กลุ่มที่ 14-15 มีค่าเฉลี่ยความเร็วลมที่อยู่ในระดับ B จัดอยู่ในช่วงไม่รับรู้ถึงการสัมผัสของลม แต่รู้สึกได้ถึงความสะดวกสบาย

โดยที่กลุ่มอาคารกลุ่มที่ 2-3 กลุ่มที่ 5-13 มีค่าเฉลี่ยความเร็วลมที่ระดับ A จัดอยู่ในช่วงลมสงบ ไม่รู้สึกถึงการสัมผัสของลม โดยที่กลุ่มอาคารเหล่านี้เป็นกลุ่มอาคารที่อยู่ทางด้านทางออกของกระแสลม



ภาพที่ 4.22 แสดงผลการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของกระแสลมประจำทิศตะวันตกเฉียงเหนือค่อนไปทางเหนือ

ที่มา : ผู้วิจัย 2562

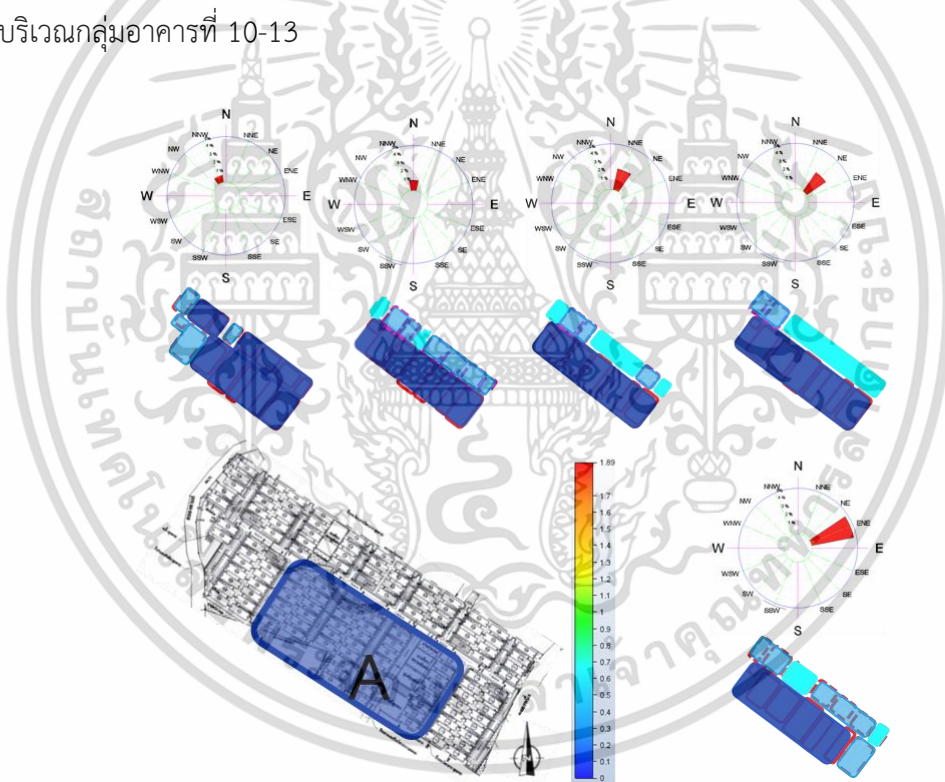
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 รูปแบบที่เกิดจากการบังกันของกลุ่มอาคารเมื่อกระแสลมประจำทิศเคลื่อนที่ผ่านจนส่งผลต่อความเร็วลมในการระบายอากาศภายในผังโครงการ

4.4.1 รูปแบบการบังกันของอาคารจนส่งผลกระทบต่อการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติเมื่อกลุ่มกระแสลมประจำทิศเหนือเคลื่อนที่ผ่านผังโครงการ

เมื่อกระแสลมประจำทิศเหนือเริ่มเปลี่ยนทิศจากทิศเหนือไปสู่ทิศตะวันออก โดยเคลื่อนที่ผ่านผังโครงการรูปแบบของพื้นที่ที่บังกันของกลุ่มอาคารจะมีความเร็วลมอยู่ที่ระดับ A คงที่ และจะเริ่มเปลี่ยนรูปแบบอีกครั้งเมื่อกระแสลมประจำทิศตะวันออกมาปะทะกับผังโครงการ

จากพฤติกรรมข้างต้นผลของรูปแบบพื้นที่ที่เกิดการบังกันของกลุ่มอาคารเมื่อกลุ่มกระแสลมประจำทิศเหนือเคลื่อนที่เข้ามาปะทะกับผังโครงการจะเกิดรูปแบบที่ความเร็วลมอยู่ที่ระดับ A บริเวณกลุ่มอาคารที่ 10-13



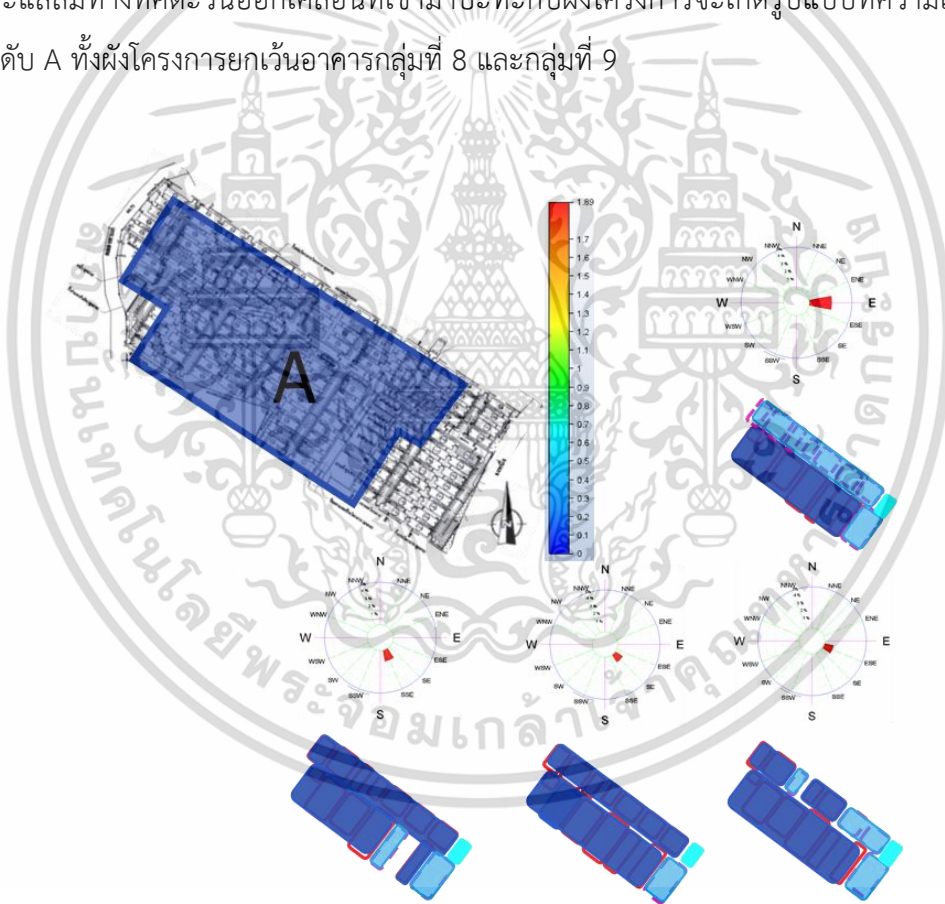
ภาพที่ 4.23 แสดงรูปแบบการบังกันของอาคารจนส่งผลกระทบต่อการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติเมื่อกลุ่มกระแสลมประจำทิศเหนือเคลื่อนที่ผ่านผังโครงการ

ที่มา : ผู้วิจัย 2562

4.4.2 รูปแบบการบังกันของอาคารจนส่งผลกระทบต่อการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติเมื่อกลุ่มกระแสลมประจำทิศตะวันออกเฉียงที่ผ่านผังโครงการ

เมื่อกระแสลมประจำทิศตะวันออกเฉียงเริ่มเปลี่ยนทิศจากทิศตะวันออกเฉียงไปสู่ทิศใต้ โดยเคลื่อนที่ผ่านผังโครงการรูปแบบของพื้นที่ที่บังกันของกลุ่มอาคารจนความเร็วลมลดลงจนอยู่ระดับ A จะเริ่มเปลี่ยนรูปแบบโดยมีพื้นที่ที่ความเร็วลมระดับ A เพิ่มขึ้นเมื่อกระแสลมประจำทิศตะวันออกเฉียงใต้ค่อนไปทางตะวันออกเฉียงตัวมาปะทะกับผังโครงการและจะเติมพื้นที่ยกเว้นกลุ่มอาคารที่ 8 และ 9 ซึ่งเป็นกลุ่มอาคารที่อยู่ด้านหน้าเมื่อกระแสลมประจำทิศตะวันออกเฉียงใต้มาปะทะกับผังโครงการ โดยรูปแบบจะเปลี่ยนอีกครั้งเมื่อกระแสลมประจำทิศใต้มาปะทะกับผังโครงการ

จากพฤติกรรมข้างต้น ผลของรูปแบบพื้นที่ที่เกิดการบังกันของกลุ่มอาคารเมื่อกลุ่มกระแสลมทางทิศตะวันออกเฉียงที่เข้ามาปะทะกับผังโครงการจะเกิดรูปแบบที่ความเร็วลมอยู่ในระดับ A ทั้งผังโครงการยกเว้นอาคารกลุ่มที่ 8 และกลุ่มที่ 9



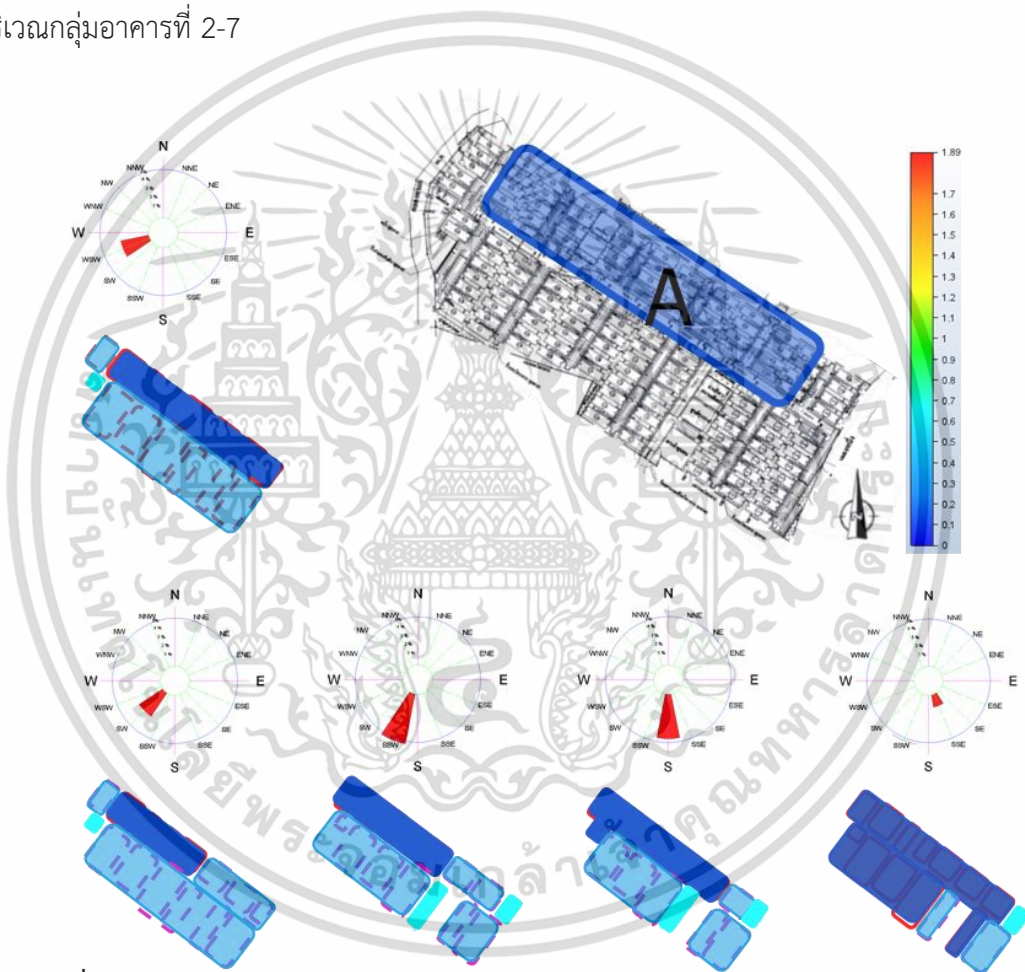
ภาพที่ 4.24 แสดงรูปแบบการบังกันของอาคารจนส่งผลกระทบต่อการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติเมื่อกลุ่มกระแสลมประจำทิศตะวันออกเฉียงที่ผ่านผังโครงการ

ที่มา : ผู้วิจัย 2562

4.4.3 รูปแบบการบังกันของอาคารจนส่งผลกระทบต่อการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติเมื่อกลุ่มกระแสนลมประจำทิศใต้เคลื่อนที่ผ่านผังโครงการ

เมื่อกระแสลมประจำทิศใต้เริ่มเปลี่ยนทิศใต้ไปสู่ทิศตะวันตก โดยเคลื่อนที่เข้ามาปะทะกับผังโครงการ รูปแบบของพื้นที่ที่บังกันของคลุมอาคารจนความเร็วลมอยู่ที่ระดับ A จะลดลงไปเรื่อยๆ และจะเพิ่มจำนวนพื้นที่ความเร็วลมอยู่ที่ระดับ A อีกครั้ง เมื่อเคลื่อนที่เข้าสู่ทิศตะวันตก

จากพฤติกรรมข้างต้นผลของรูปแบบของพื้นที่ที่เกิดการบังกันของคลุมอาคาร เมื่อกลุ่มกระแสนลมประจำทิศใต้เคลื่อนที่เข้ามาปะทะกับผังโครงการจะเกิดความเร็วลมที่ระดับ A ซ้ำกัน บริเวณกลุ่มอาคารที่ 2-7



ภาพที่ 4.25 แสดงรูปแบบการบังกันของอาคารจนส่งผลกระทบต่อการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติเมื่อกลุ่มกระแสนลมประจำทิศใต้เคลื่อนที่ผ่านผังโครงการ

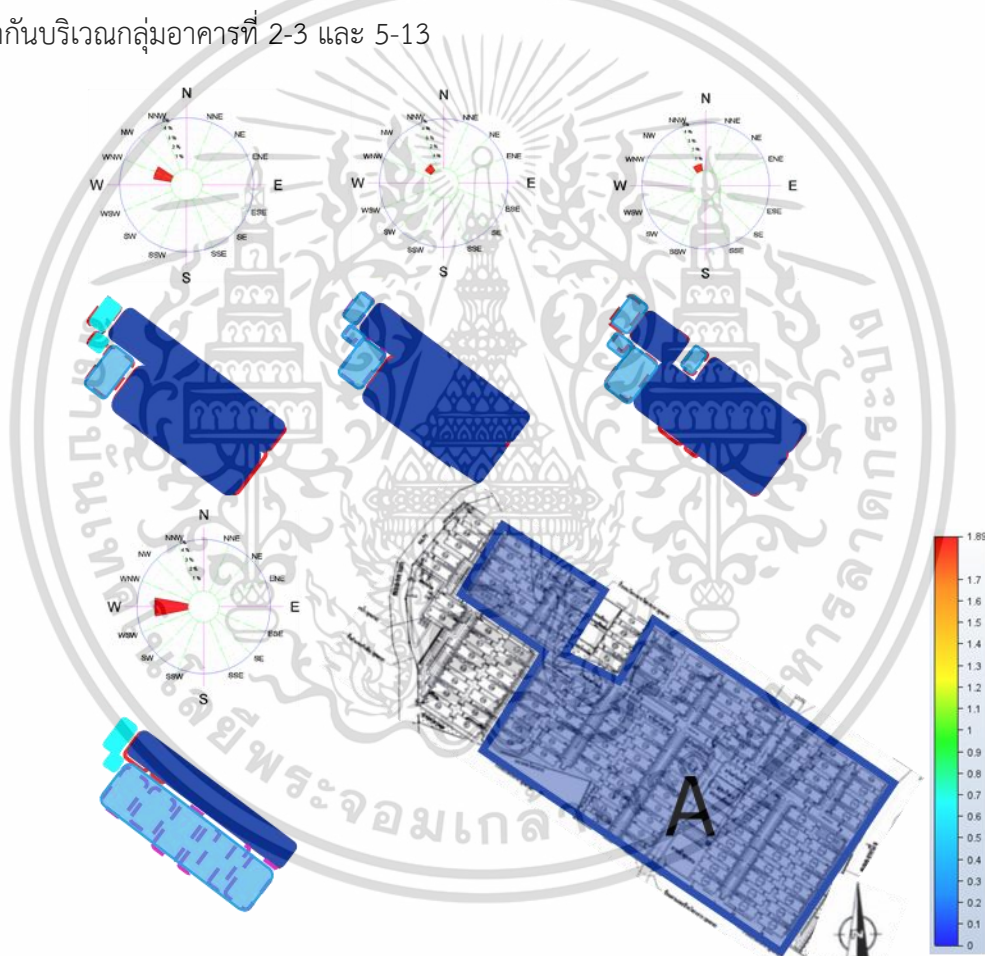
ที่มา : ผู้วิจัย 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.4 รูปแบบการบังกันของอาคารจนส่งผลกระทบต่อการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติเมื่อกลุ่มกระแสมประจำทิศตะวันตกเคลื่อนที่ผ่านผังโครงการ

เมื่อกระแสมประจำทิศตะวันตกเริ่มเปลี่ยนทิศจากทิศตะวันตกไปสู่ทิศเหนือ โดยเคลื่อนที่เข้ามาปะทะกับผังโครงการรูปแบบของพื้นที่ที่บังกันของกลุ่มอาคารจนความเร็วลมอยู่ที่ระดับ A จะมีรูปแบบที่เพิ่มขึ้นจนเต็มพื้นที่ยกเว้นกลุ่มอาคารที่ 1 , 14 และ 15 โดยพื้นที่จะลดลงอีกครั้งเมื่อกระแสมประจำทิศเหนือเคลื่อนที่เข้ามาปะทะกับผังโครงการ

จากพฤติกรรมข้างต้นผลของรูปแบบของพื้นที่ที่เกิดการบังกันของกลุ่มอาคาร เมื่อกลุ่มกระแสมประจำทิศตะวันตกเคลื่อนที่เข้ามาปะทะกับผังโครงการจะเกิดความเร็วลมที่ระดับ A ซ้ำกันบริเวณกลุ่มอาคารที่ 2-3 และ 5-13



ภาพที่ 4.26 แสดงรูปแบบการบังกันของอาคารจนส่งผลกระทบต่อการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติเมื่อกลุ่มกระแสมประจำทิศตะวันตกเคลื่อนที่ผ่านผังโครงการ

ที่มา : ผู้วิจัย 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ในการจัดผังโครงการสำหรับผู้มีรายได้น้อยในพื้นที่จำกัดนอกจากให้ความสำคัญกับพื้นที่ใช้สอยและจำนวนห้องพัก จำเป็นจะต้องเข้าใจรูปแบบของกระแสลมประจำทิศที่เกิดขึ้นบริเวณรอบผังโครงการ เพื่อที่สามารถจะใช้ประโยชน์จากกระแสลมในการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติมาใช้กับตัวอาคารและแก้ปัญหาทางด้านกระแสลมรอบผังโครงการ

5.1 สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยชิ้นนี้เป็นการศึกษาพฤติกรรมของกระแสลมประจำทิศ เพื่อแสดงทิศที่ส่งผลกระทบต่อการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติภายในผังโครงการอาคารพักอาศัย ซึ่งใช้เป็นแนวทางในการนำกระแสลมธรรมชาติมาใช้ประโยชน์กับตัวอาคาร เมื่อกระแสลมเคลื่อนที่ผ่านผังโครงการที่มีลักษณะรูปร่าง ความกว้าง ความลึก ความสูงของอาคารที่เหมือนกัน แต่ความหนาแน่นของกลุ่มอาคารภายในผังโครงการแตกต่างกัน โดยทำการทดลองด้วยโปรแกรม Auto desk CFD 2019 เพื่อลดขั้นตอนการทำงานและเพิ่มความละเอียดในการแสดงความสัมพันธ์ของกระแสลมประจำทิศที่มากระทำกับผังโครงการ ดังนั้นการทดลองนี้แสดงการไหลของกระแสลมผ่านพื้นที่ภายในผังโครงการ โดยการแบ่งกลุ่มอาคารภายในผังโครงการภายในผังโครงการออกเป็น 15 กลุ่มอาคาร จำแนกกลุ่มอาคารตามแนวถนนที่เกิดขึ้นภายในผังโครงการ และแสดงความสัมพันธ์ของกระแสลมธรรมชาติที่เกิดขึ้นบริเวณผังโครงการจากข้อมูลความเร็วลมประจำทิศของกรมอุตุนิยมวิทยา ศูนย์วัดกรุงเทพมหานคร สถานีวัดบางนา ที่ความเร็วลม 1.5 m/s ซึ่งเป็นความเร็วลมเฉลี่ยที่มีเปอร์เซ็นต์ที่เกิดขึ้นบ่อยสุดประจำปี 2558 รวมทั้งสิ้น 16 ทิศ เพื่อเปรียบเทียบรูปแบบที่เกิดจากการบังกันของอาคารภายในผังโครงการเมื่อกระแสลมประจำทิศไหลผ่านซึ่งประกอบไปด้วย

5.1.1 วิเคราะห์กระแสการไหลผ่านอาคารภายในผังโครงการจากงานวิจัยกรณีศึกษา

จากผลการศึกษาการไหลของอาคารกับงานวิจัยกรณีศึกษาที่ได้ศึกษาการไหลของน้ำพบว่า ผลของรูปแบบการบังกันของอาคารที่ได้มีจุดที่แตกต่างกันบางจุด เนื่องจากค่าความหนาแน่นและค่าความหนืดของของเหลวทั้งสองชนิดมีค่าความหนาแน่นที่แตกต่างกัน โดยการไหลของน้ำจะไหลได้คล่องกว่าการไหลของอากาศจึงทำให้ผลที่ได้แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2 รูปแบบที่เกิดจากการบังกันของกลุ่มอาคารเมื่อกระแสลมประจำทิศเคลื่อนที่ผ่านจนส่งผลต่อความเร็วลมในการระบายอากาศภายในผังโครงการ

ผลการศึกษารูปแบบที่เกิดการบังกันของอาคารภายในผังโครงการ โดยแบ่งกลุ่มกระแสลมออกเป็น 4 ทิศ พบว่า

กลุ่มกระแสลมประจำทิศเหนือ ซึ่งประกอบไปด้วยกระแสลมประจำทิศเหนือไปจนถึงกระแสลมประจำทิศตะวันออกเฉียงเหนือก่อนไปทางตะวันออก ซึ่งกลุ่มกระแสลมกลุ่มนี้จะส่งผลต่อผังโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2 บริเวณกลุ่มอาคารกลุ่มที่ 9-13 คิดเป็น 33 % ของอาคารทั้งหมดภายในผังโครงการ

กลุ่มกระแสลมประจำทิศตะวันออก ซึ่งประกอบไปด้วยกระแสลมประจำทิศตะวันออกไปจนถึงกระแสลมประจำทิศตะวันออกเฉียงใต้ก่อนไปทางใต้ ซึ่งกลุ่มกระแสลมกลุ่มนี้จะส่งผลต่อผังโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2 บริเวณกลุ่มอาคารกลุ่มที่ 1-7 และ 11-15 คิดเป็น 84 % ของอาคารทั้งหมดภายในผังโครงการ

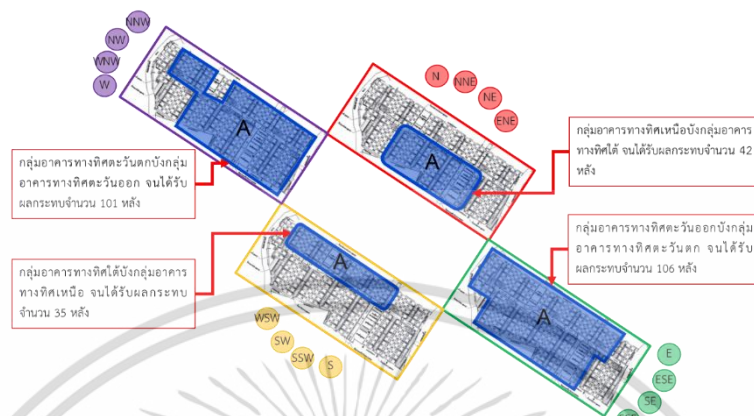
กลุ่มกระแสลมประจำทิศใต้ ซึ่งประกอบไปด้วยกระแสลมประจำทิศใต้ไปจนถึงกระแสลมประจำทิศตะวันตกเฉียงใต้ก่อนไปทางตะวันตก ซึ่งกลุ่มกระแสลมกลุ่มนี้จะส่งผลต่อผังโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2 บริเวณกลุ่มอาคารกลุ่มที่ 2-6 คิดเป็น 28 % ของอาคารทั้งหมดภายในผังโครงการ

กลุ่มกระแสลมประจำทิศตะวันตก ซึ่งประกอบไปด้วยกระแสลมประจำทิศตะวันตกไปจนถึงกระแสลมประจำทิศตะวันตกเฉียงเหนือก่อนไปทางเหนือ ซึ่งกลุ่มกระแสลมกลุ่มนี้จะส่งผลต่อผังโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2 บริเวณกลุ่มอาคารกลุ่มที่ 2-3 และ 5-13 คิดเป็น 80 % ของอาคารทั้งหมดภายในผังโครงการ

จากผลการทดลองดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่าระยะความลึกต่อความกว้างรวมของผังโครงการ การเรียงตัวของอาคาร ที่วางระหว่างอาคาร จะส่งผลต่อการไหลของกระแสลมประจำทิศ โดยกลุ่มกระแสลมประจำทิศที่มีผลกระทบมากที่สุดคือกลุ่มกระแสลมประจำทิศตะวันออกและกลุ่มกระแสลมประจำทิศตะวันตกอยู่ที่ 83 % และ 80 % ตามลำดับ เนื่องจากลักษณะการเรียงตัวกันของอาคารภายในผังโครงการและระยะทางเคลื่อนที่ผ่านผังโครงการที่มีระยะ 672 เมตร ซึ่งเป็นระยะทางที่ยาวกว่าการเคลื่อนที่ผ่านผังโครงการของกลุ่มกระแสลมประจำทิศเหนือและทิศใต้ที่ได้รับผลกระทบอยู่ที่ 33 % และ 28 % ตามลำดับ ซึ่งมีระยะทางการเคลื่อนที่ผ่านผังโครงการอยู่ที่ 253 เมตร ดังนั้นการวางผังอาคารสำหรับผู้มีรายได้น้อย เพื่อลดผลกระทบอันเกิดจากการบังกันของกลุ่มอาคารที่ส่งผลต่อการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ ในกรณีที่รูปแบบของผังโครงการเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าจำเป็นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะต้องเว้นที่ว่างระหว่างอาคารภายในผังทางด้านความลึกของผังโครงการเพิ่มเพื่อให้กระแสลมเคลื่อนที่ได้สะดวกและลดจำนวนอาคารที่ได้รับผลกระทบจากความเร็วมลอยู่ในช่วงต่ำกว่าเกณฑ์ความสบายจากกระแสลมของ Szokolay



ภาพที่ 5.1 แสดงรูปแบบที่เกิดจากการบังกันของอาคารเมื่อกระแสลมประจำทิศเมื่อเคลื่อนที่ผ่านพื้นที่ภายในผังโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2
ที่มา : ผู้วิจัย 2562

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 เนื่องด้วยงานวิจัยเรื่องนี้ใช้การจำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ประกอบกับลักษณะของผังโครงการที่ขนาดใหญ่และมีจำนวนอาคารที่มาก ส่งผลต่อระยะเวลาในการประมวลผลที่ต้องใช้เวลานานและรายละเอียดของโมเดลของอาคารที่ไม่สามารถเจาะช่องว่างบริเวณห้องพักได้ตามแบบ เพราะประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์มีขีดจำกัด ดังนั้นหากขนาดของไฟล์และประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์สอดคล้องกันจะทำให้ผลที่ได้แม่นยำมากกว่านี้

5.2.2 เป็นการทดลองแบบ Cross Ventilation เฉพาะทางเดินร่วมและโถงบันไดโดยไม่ใส่ตัวแปรของประเภทของหน้าต่าง ดังนั้นเพื่อผลวิจัยที่ถูกต้องแม่นยำจึงควรจำลองรูปแบบของหน้าต่างเพิ่มเติมตามแบบของการเคหะ

5.2.3 ความเร็วของกระแสลมที่ใช้ในการทดลองเป็นความเร็วลมเฉลี่ยที่เกิดขึ้นน้อยที่สุดเพียงความเร็วลมเดียวซึ่งเป็นค่าความเร็วลมต่ำสุด ในความเป็นจริงแล้วความเร็วลมมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เพราะฉะนั้นรูปแบบที่เกิดขึ้นก็อาจจะเปลี่ยนแปลงไปด้วย ในการทดลองครั้งต่อไปจึงควรใช้ความเร็วลมที่สูงขึ้น เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์กับตัวอาคารและผังโครงการได้มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- รายงานประจำปี 2558”,วารสารการเคหะแห่งชาติ (2558), หน้า 40
- รายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการบ้านเอื้ออาทรร่มเกล้า 2”,กรุงเทพมหานคร
การเคหะแห่งชาติ (15 มีนาคม 2557)
- อรุณโรจน์ สิริโกควิบูลย์,อิทธิพลของกฎหมายอาคารที่มีผลต่อประสิทธิภาพการระบายอากาศ
:กรณีศึกษาการวางผังกลุ่มบ้านแถวในเขตปริมณฑลของกรุงเทพมหานคร,(2557)
- ฉัญดร ออภาเสลา,กลศาสตร์ของไหล Fluid Mechanics,(2553)
- ผศ.ดร.ปรียาพร โกษา,ชลศาสตร์,(2554)
- ปราโมทย์ พลพณะนาวิ,หลักการคำนวณปริมาณน้ำผ่านอาคารชลประทาน,(2554)
- ศิรินพ สุขพัฒน์นิกุล ,การปรับปรุงอาคารชุดบ้านเอื้ออาทรเพื่อให้เกิดภาวะน่าสบายโดยวิธี
ธรรมชาติ กรณีศึกษา โครงการบ้านเอื้ออาทรชุมชนร่มเกล้า,(2554)
- สื่บศักดิ์ ประสารสุข,การคำนวณของไหลของอากาศผ่านอาคารแบบ 3 มิติ,(2547)
- ภานุมาศ สีนอ,การประยุกต์ใช้หลักพลศาสตร์ของไหลการไหลของอากาศในพื้นที่ซับซ้อนเพื่อหา
ตำแหน่งติดตั้งกังหันลม : กรณีศึกษา ณ เขื่อนลำตะคอง,(2556)
- สิริลักษณ์ วรรณธีระเดช,แนวทางการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านกระแสลมของอาคารต่อ
สภาพแวดล้อมเมือง,(2559)
- รศ. สมาน เสนางามและคณะ,การศึกษาศักยภาพพลังงานลมเฉพาะแหล่ง,(2549)
- ชญาดา วาณิชพงศ์,การศึกษารูปแบบการวางผังที่ดินและอาคารของหมู่บ้านจัดสรรในจังหวัด
เชียงใหม่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ,(2556)
- ณรงค์ชัย ประเสริฐศักดิ์,การออกแบบปรับปรุงความเร็วลมเพื่อภาวะน่าสบายใต้ถุนอาคารสูง
,(2550)
- มหาวิทยาลัยศิลปากร,รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการความร่วมมือด้านพลังงานทดแทนและอนุรักษ์
พลังงานระหว่างไทยกัมพูชา (การศึกษาศักยภาพพลังงานลม),(2551)
- กรธิชา อุ๋นไพโร,การออกแบบช่องเปิดสำหรับอาคารโรงเรียนในชนบทภาคเหนือตอนล่าง,(2548),
Jessica Bennett,Wind design guide,(2007)
- Servando Alvarez,Natural Ventilation in Building : A Design Handbook,(2002)
- Andris Auliciems and Steven V. Szokolay,Passive and Low Energy Architecture
International design tools and techniques , Thermal comfort,(2007)

: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Amphoe_1011.svg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

- : http://www.aws-observation.tmd.go.th/web/aws/aws_windroses.asp
- : http://www.niems.go.th/th/Upload/File/255612021332124802_84jgUPgoLUBXewTH.pdf
- : <http://www.panteethai.com>
- : <https://www.autodesk.com/products/cfd/overview>
- : <http://climate.tmd.go.th/data/province/กลาง/ภูมิอากาศกรุงเทพมหานคร.pdf>
- : <http://www.rmutphysics.com/charud/oldnews/0/286/15/9/Fluid/density.htm>

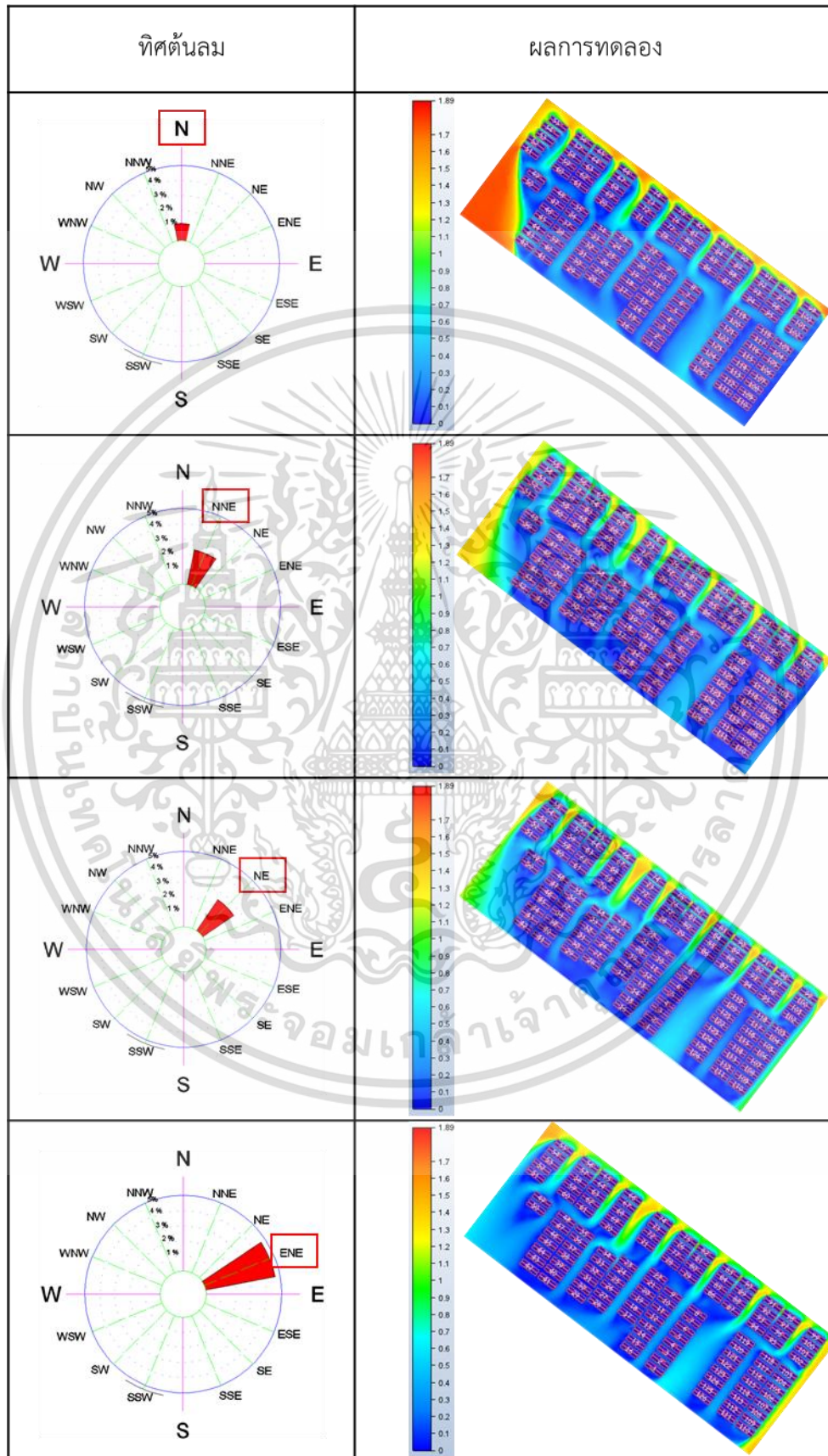


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



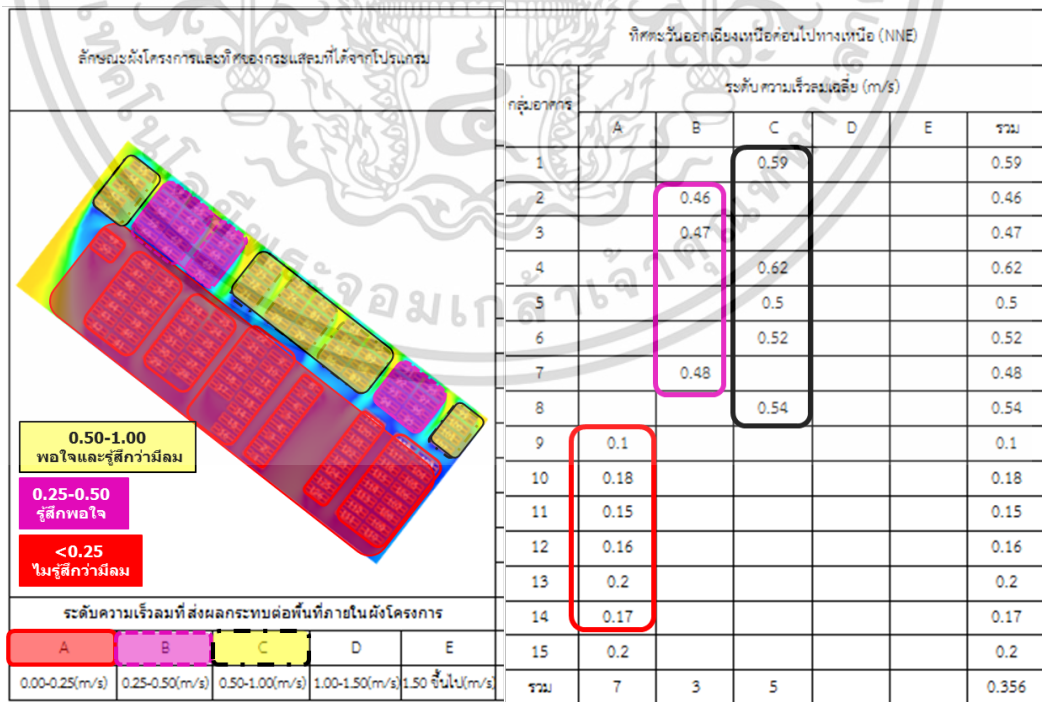
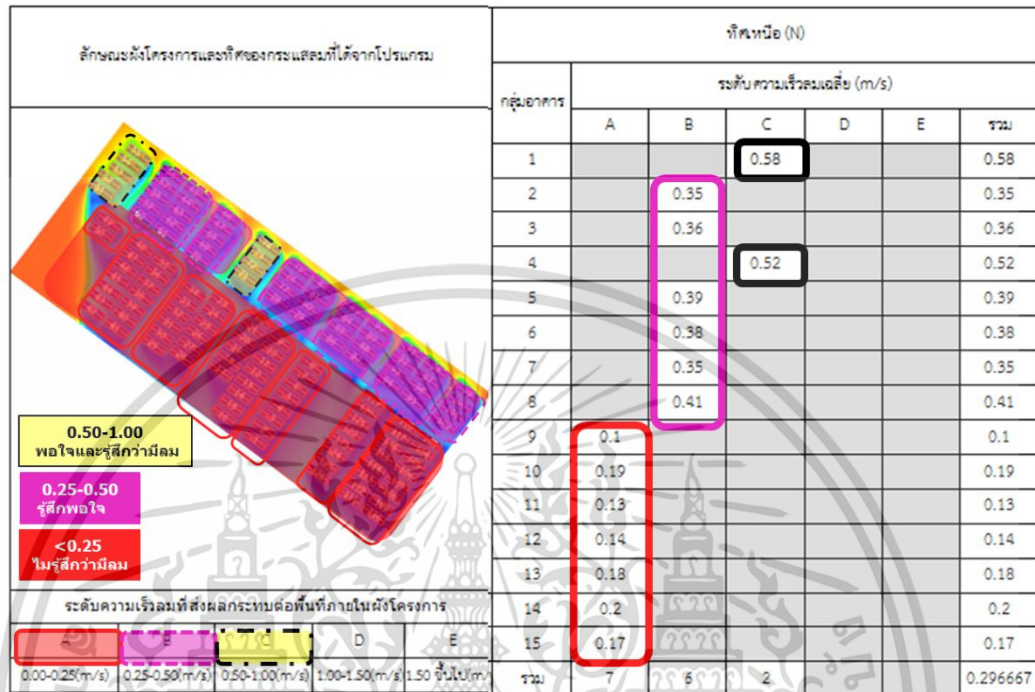
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผลการทดลองการไหลของกลุ่มกระแสมทางทิศเหนือเมื่อเคลื่อนที่ผ่านผังโครงการ



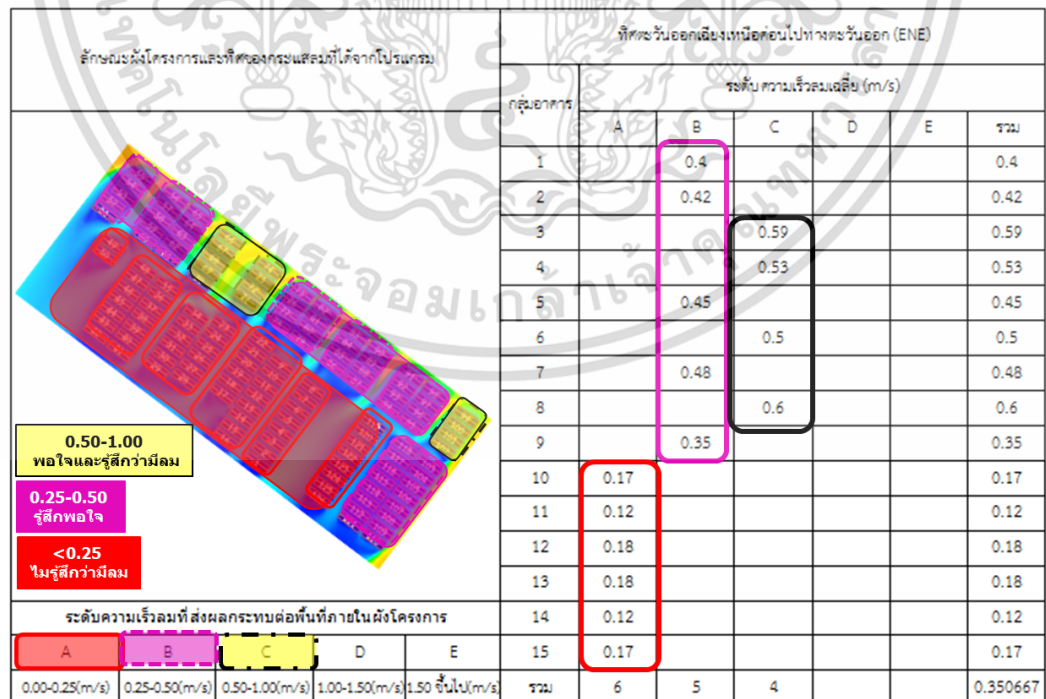
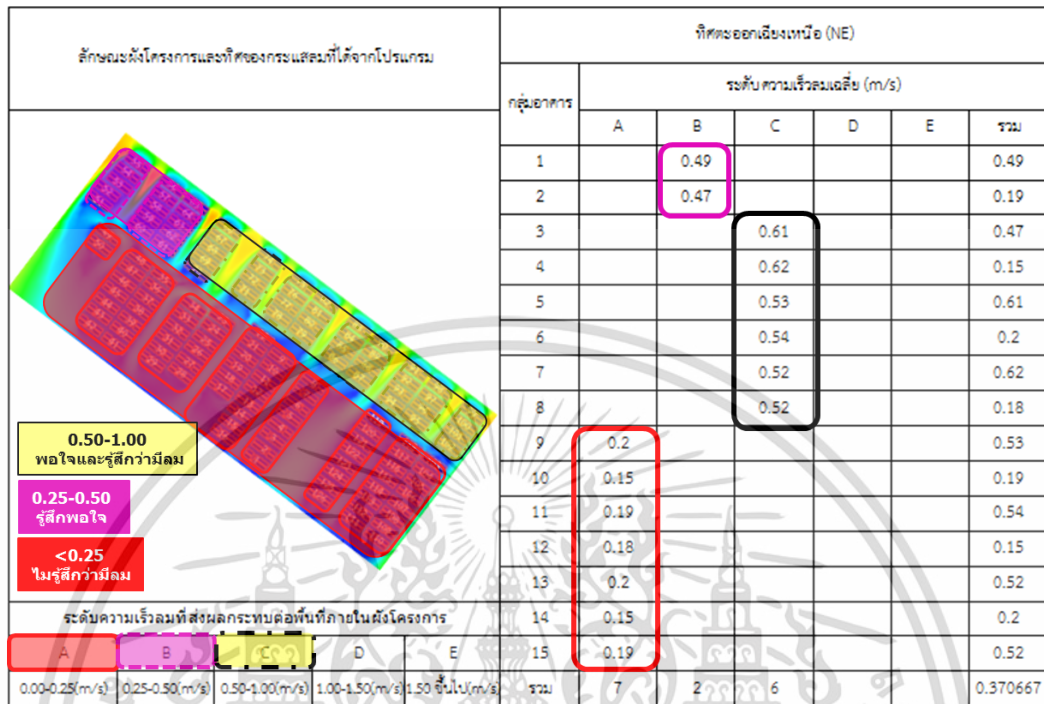
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบที่เกิดจากการบังกันของกลุ่มอาคารเมื่อกลุ่มกระแสนลมประจำทิศเหนือเคลื่อนที่ผ่านจนส่งผลต่อความเร็วลมในการระบายอากาศภายในผังโครงการ



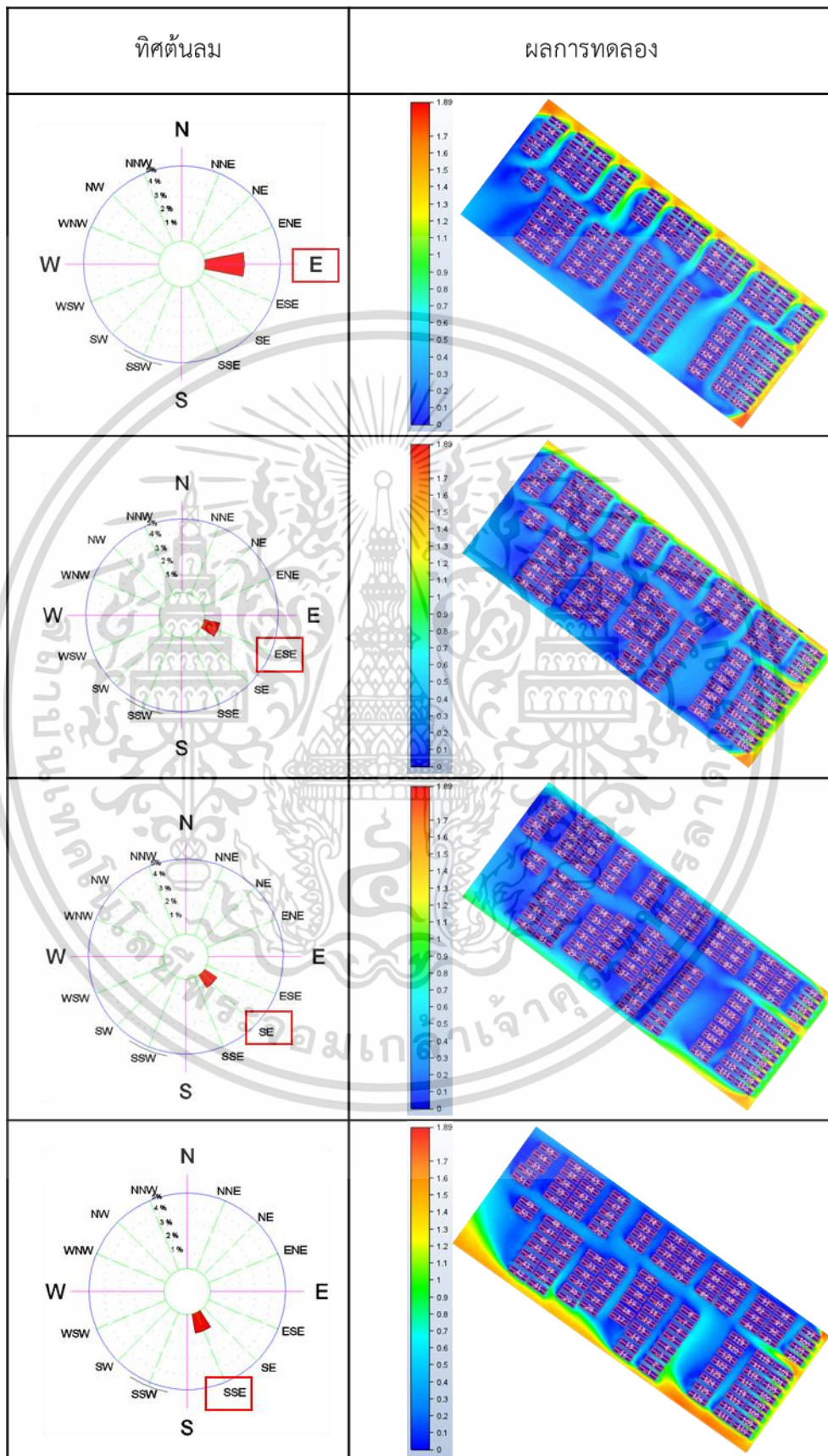
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบที่เกิดจากการบังกันของกลุ่มอาคารเมื่อกลุ่มกระแสนลมประจำทิศเหนือเคลื่อนที่ผ่านจนส่งผล
ต่อความเร็วลมในการระบายอากาศภายในผังโครงการ (ต่อ)



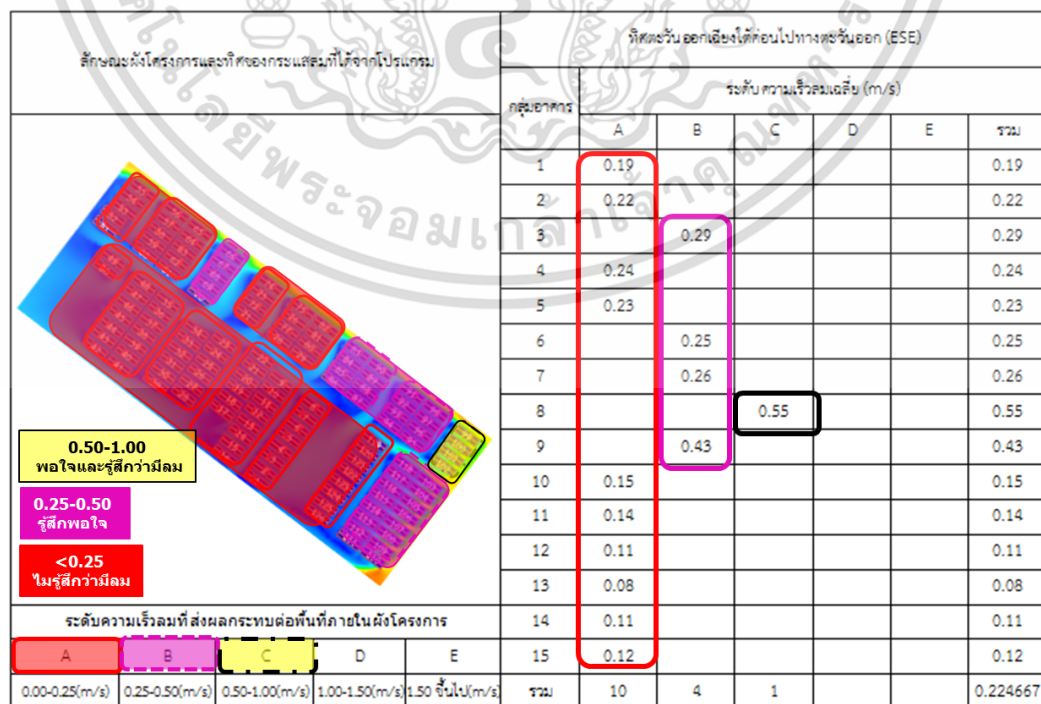
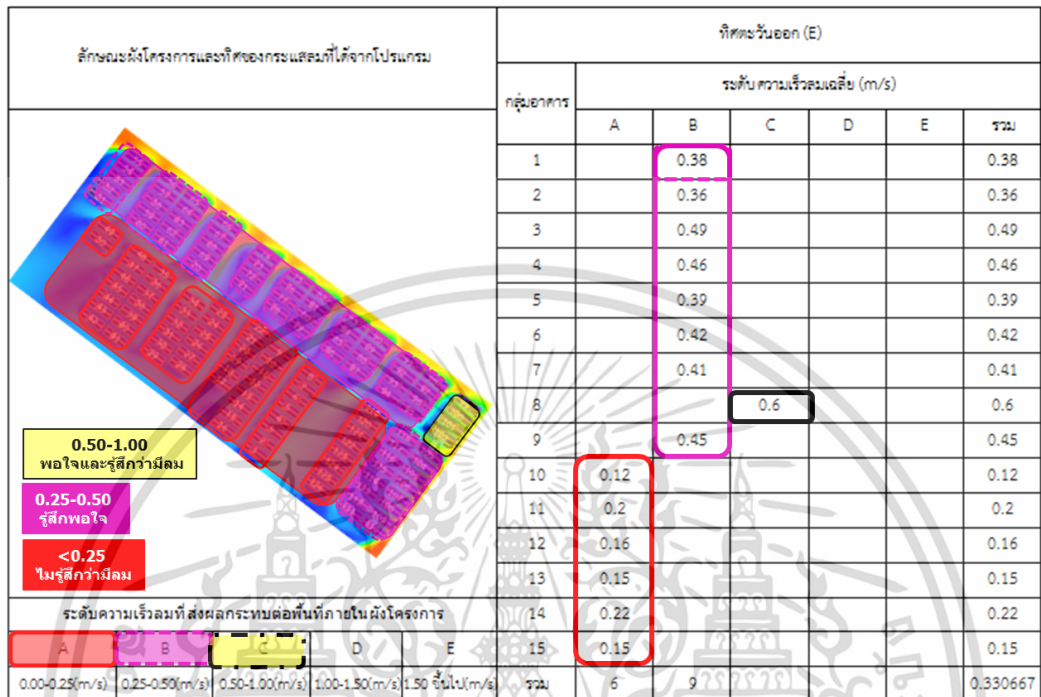
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผลการทดลองการไหลของกลุ่มกระแสน้ำทางทิศตะวันออกที่เคลื่อนเมื่อผ่านผังโครงการ



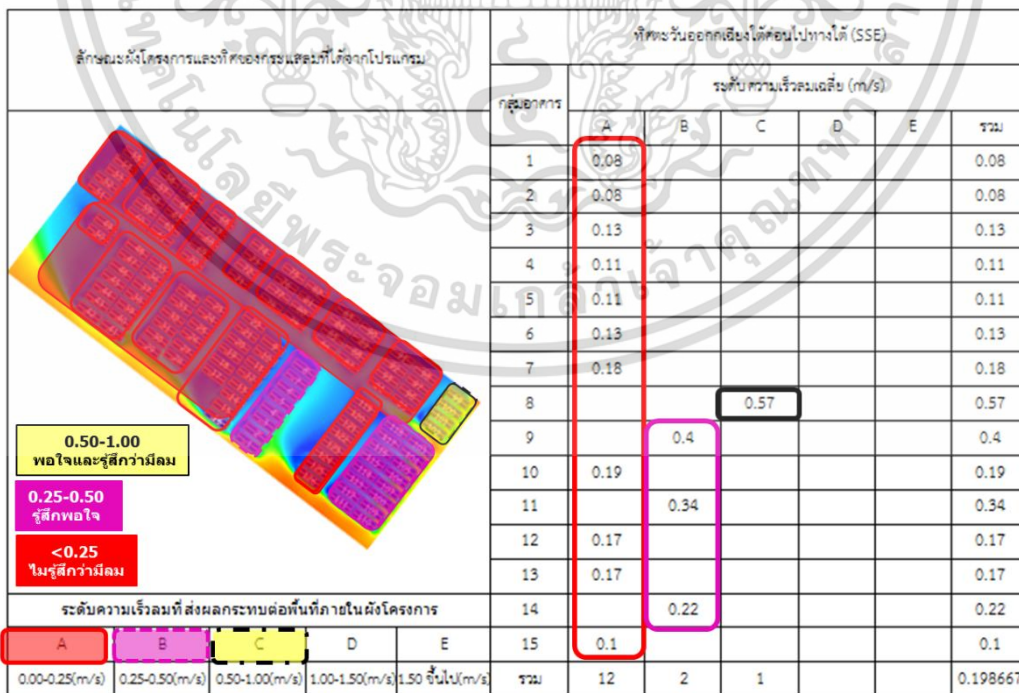
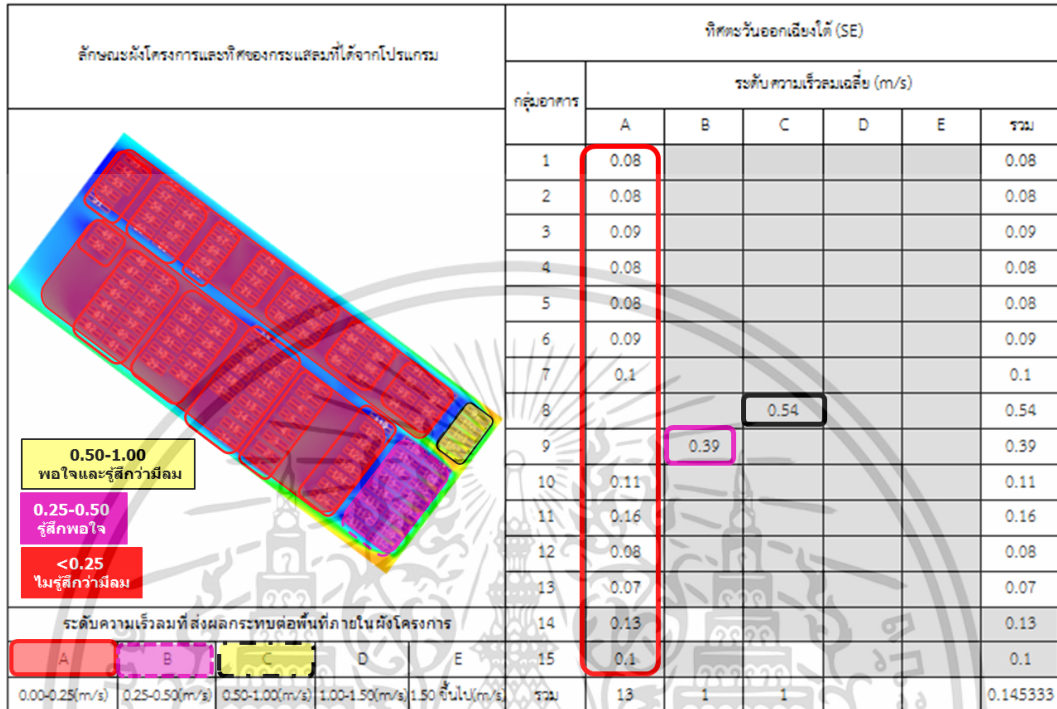
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบที่เกิดจากการบังกันของกลุ่มอาคารเมื่อกลุ่มกระแสลมประจำทิศตะวันออกเฉียงเหนือที่ผ่านจนส่งผลต่อความเร็วลมในการระบายอากาศภายในผังโครงการ



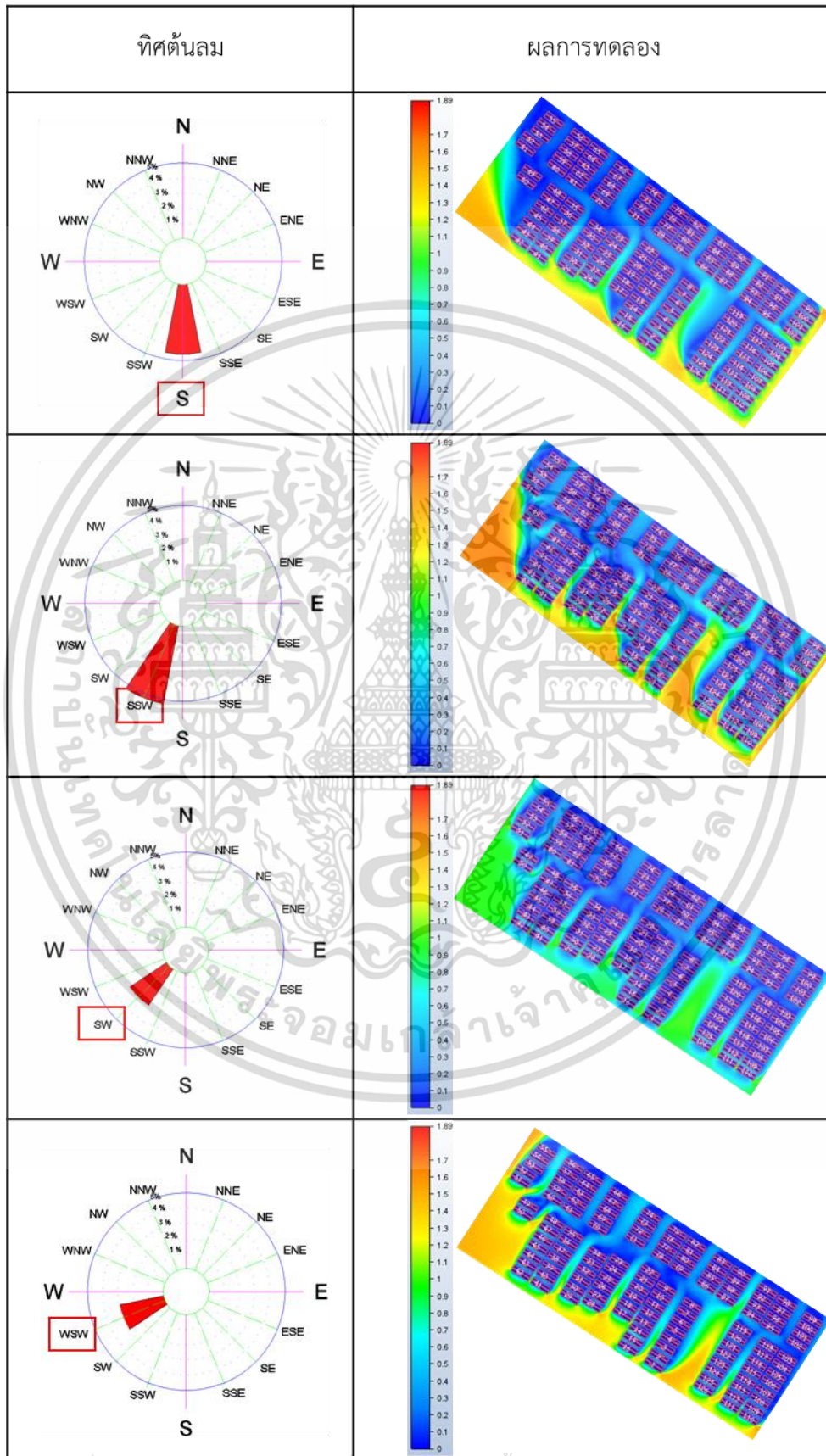
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบที่เกิดจากการบังกันของกลุ่มอาคารเมื่อกลุ่มกระแสนลมประจำทิศตะวันออกเฉียงที่ผ่านจนส่งผลต่อความเร็วลมในการระบายอากาศภายในผังโครงการ (ต่อ)



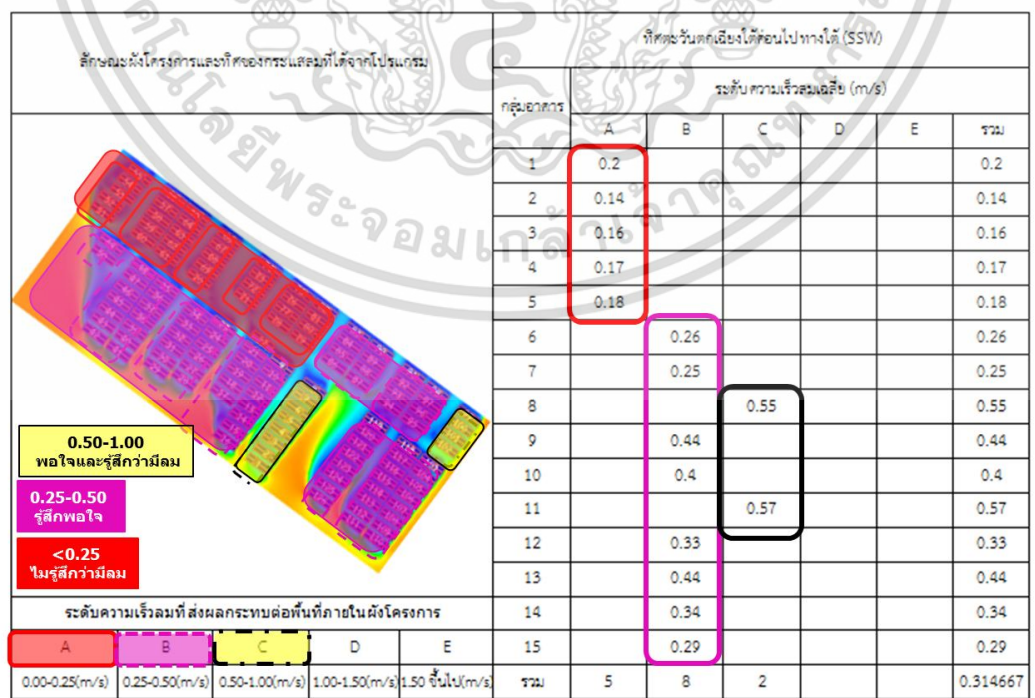
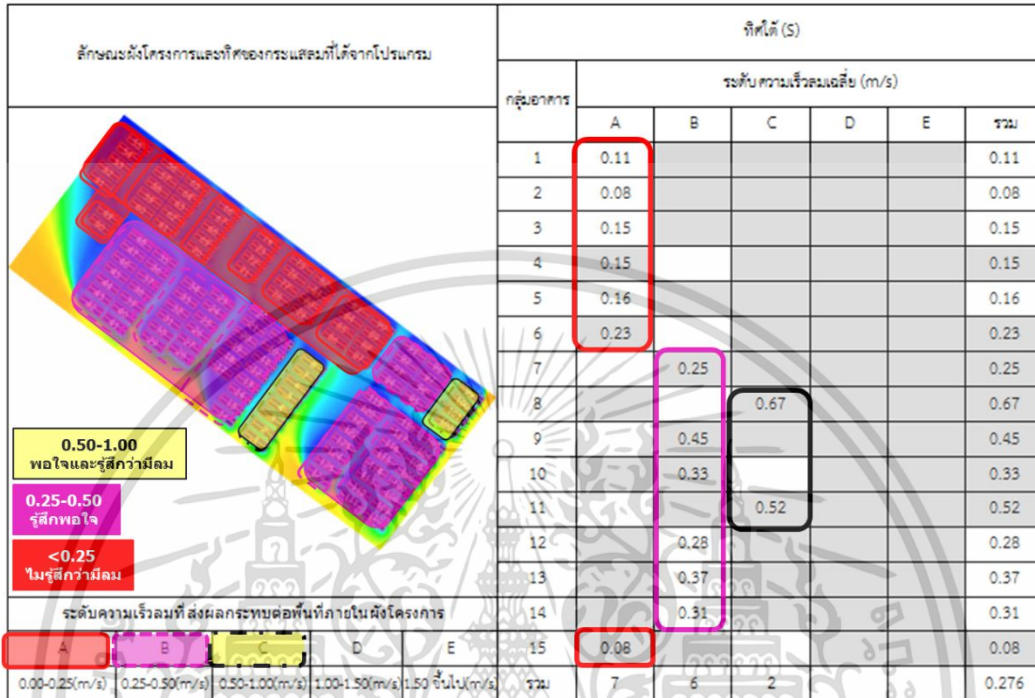
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผลการทดลองการไหลของกลุ่มกระแสน้ำทางทิศใต้เมื่อเคลื่อนที่ผ่านผังโครงการ



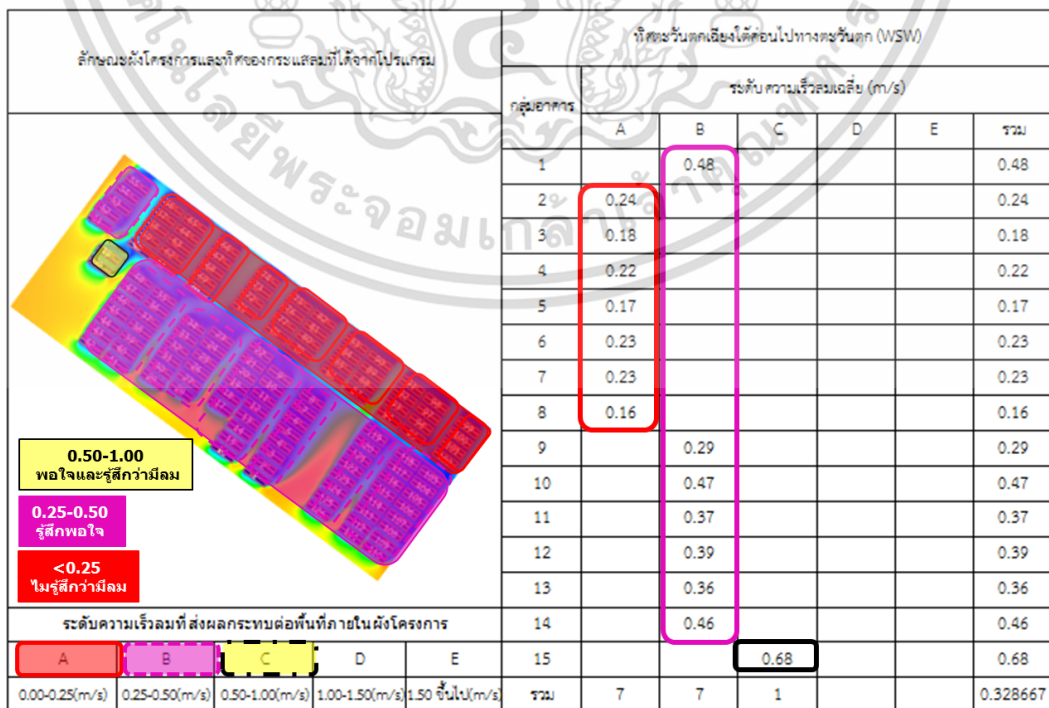
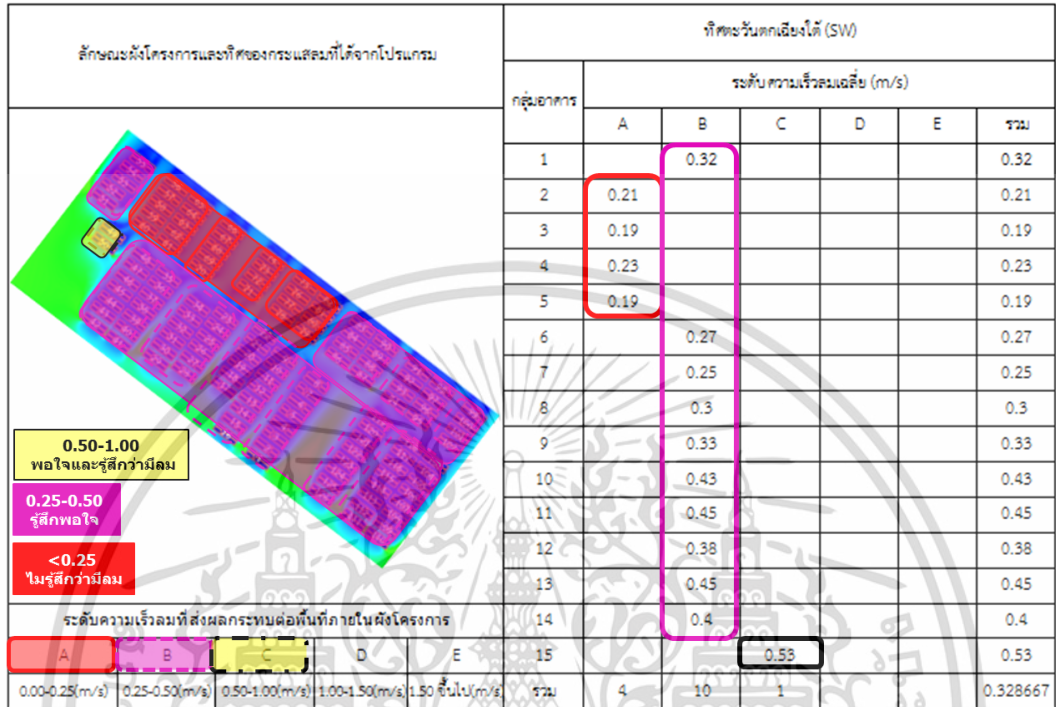
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบที่เกิดจากการบังกันของกลุ่มอาคารเมื่อกลุ่มกระแสนลมประจำทิศใต้เคลื่อนที่ผ่านจนส่งผลต่อ
ความเร็วลมในการระบายอากาศภายในผังโครงการ



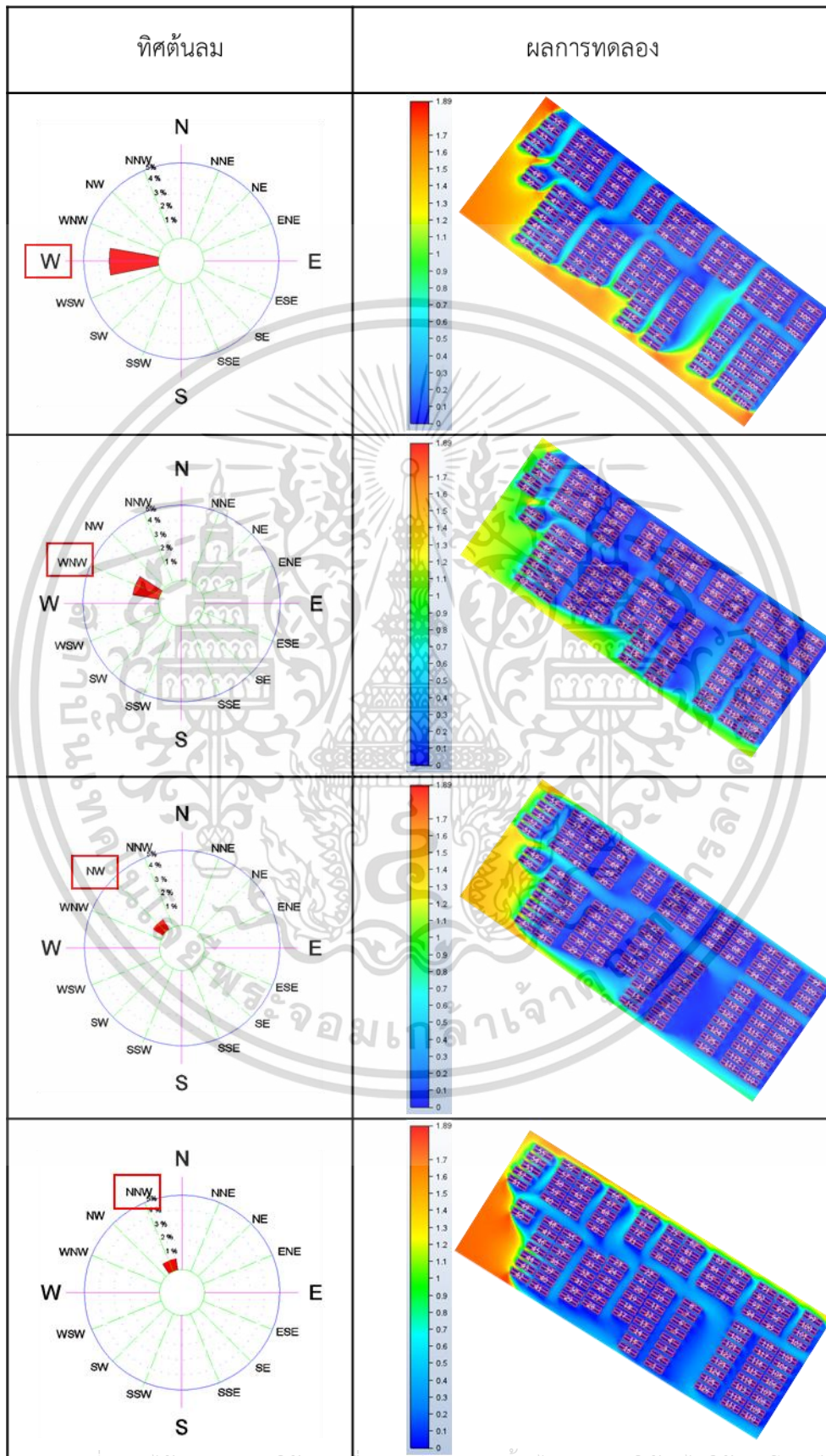
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบที่เกิดจากการบังกันของกลุ่มอาคารเมื่อกลุ่มกระแสมลประจำทิศใต้เคลื่อนที่ผ่านจนส่งผลต่อ
ความเร็วลมในการระบายอากาศภายในผังโครงการ (ต่อ)



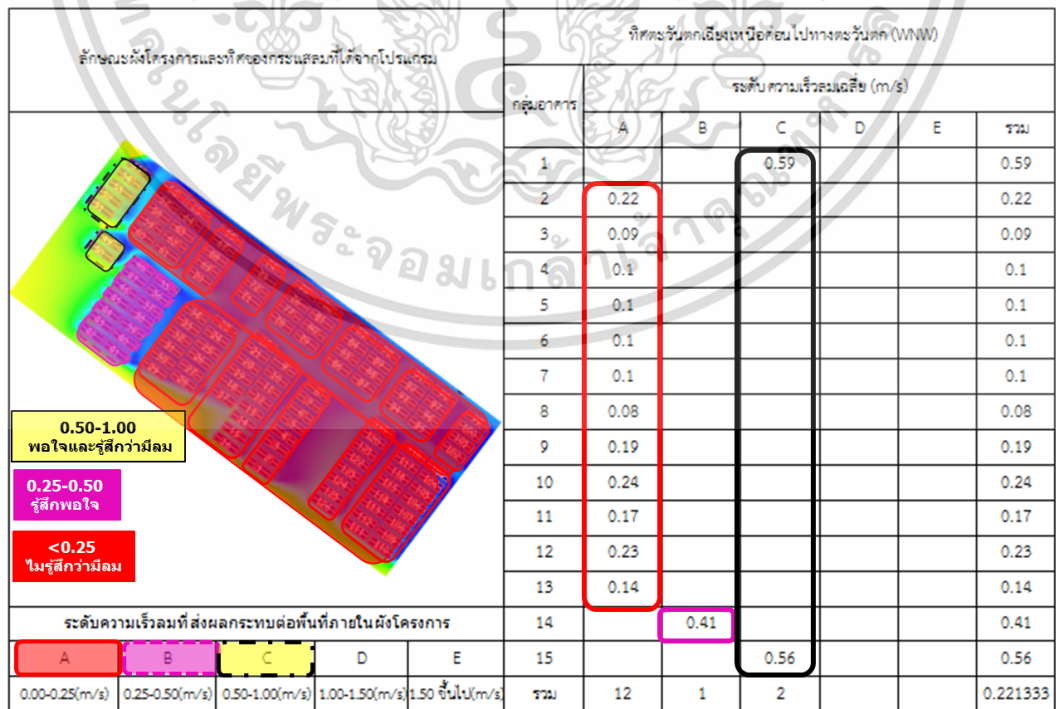
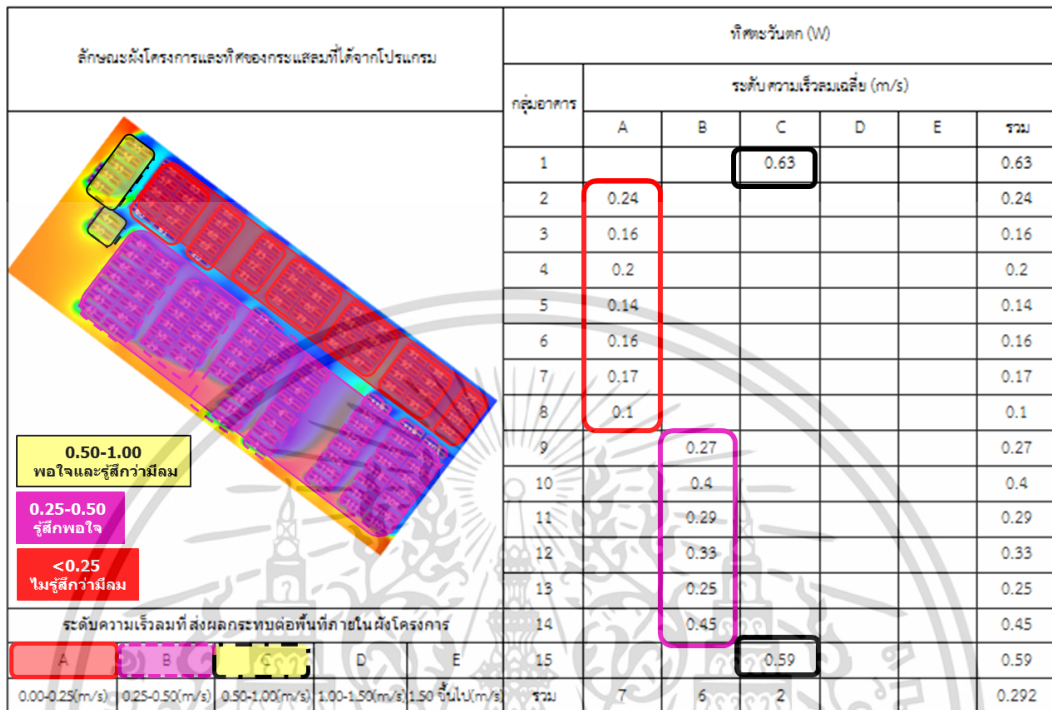
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผลการทดลองการไหลของกลุ่มกระแสลมทางทิศตะวันตกเมื่อเคลื่อนที่ผ่านผังโครงการ



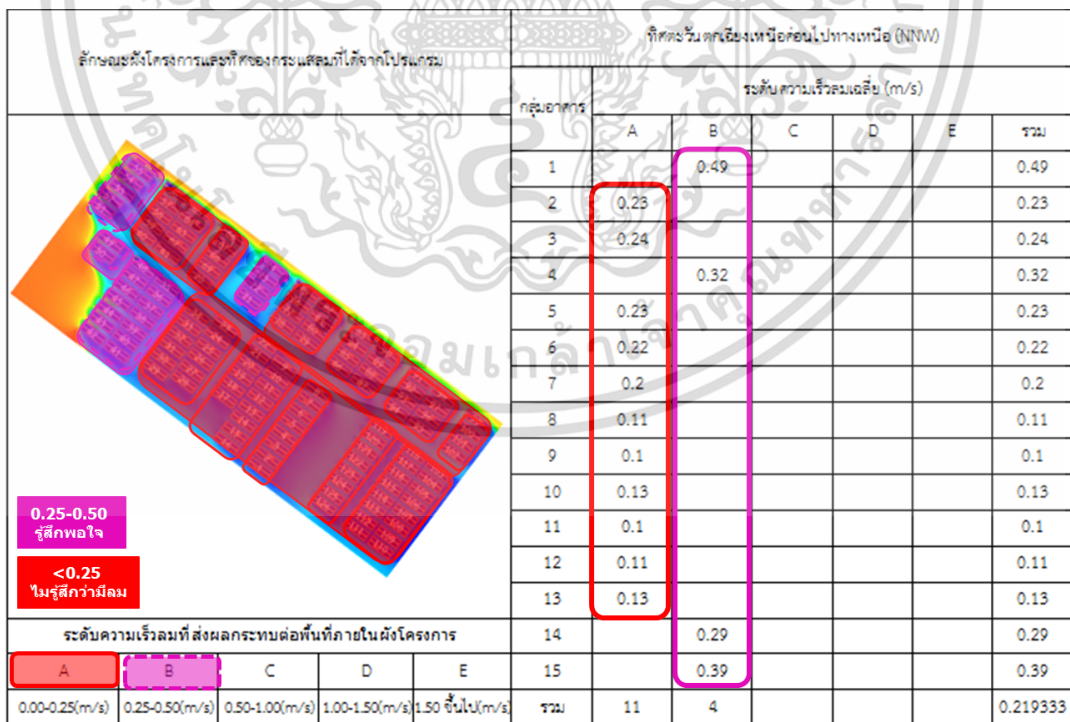
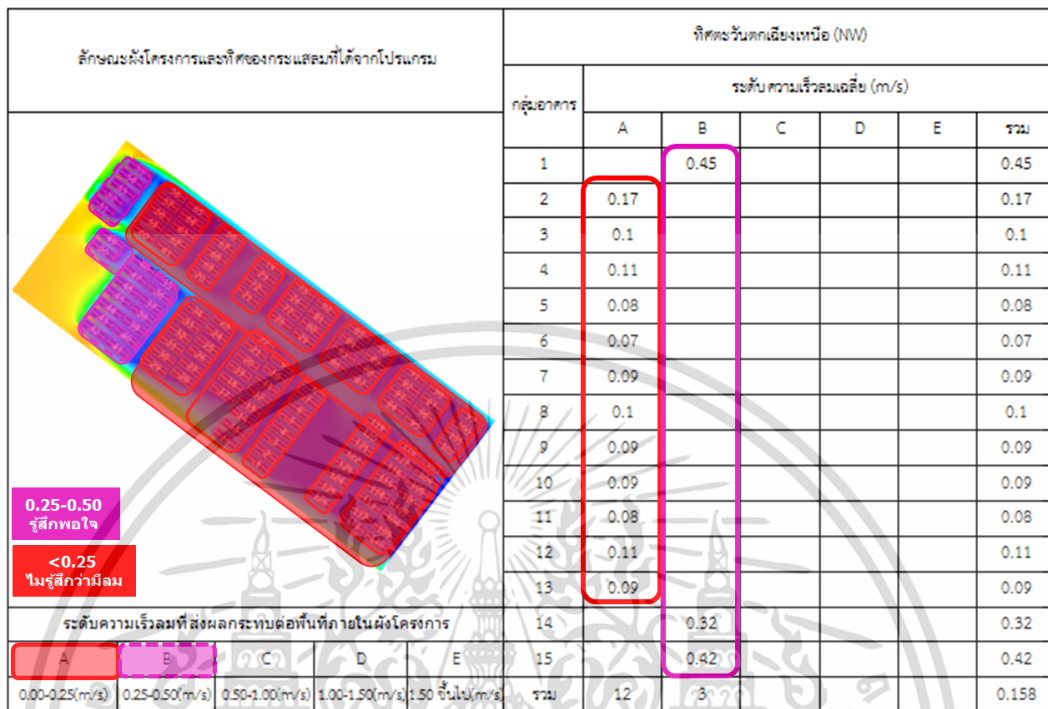
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ลงนามไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบที่เกิดจากการบังกันของกลุ่มอาคารเมื่อกลุ่มกระแสมประจำทิศตะวันตกเคลื่อนที่ผ่านจนส่งผลต่อความเร็วลมในการระบายอากาศภายในผังโครงการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบที่เกิดจากการบังกันของกลุ่มอาคารเมื่อกลุ่มกระแสมประจำทิศตะวันตกเคลื่อนที่ผ่านจนส่งผลต่อความเร็วลมในการระบายอากาศภายในผังโครงการ (ต่อ)



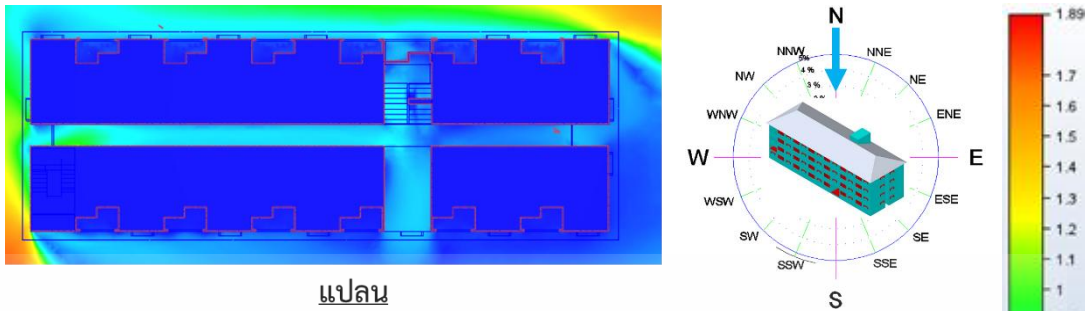
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



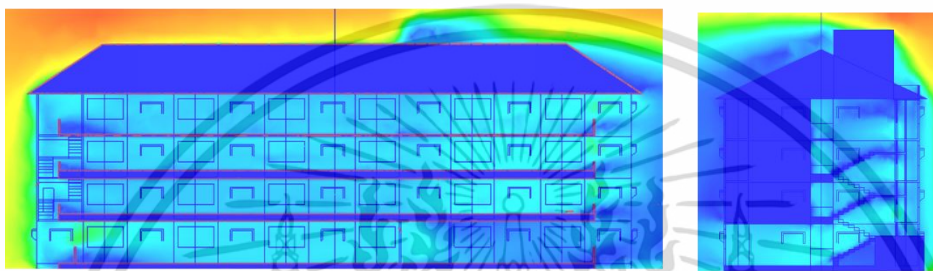
ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Velocity (m/s)



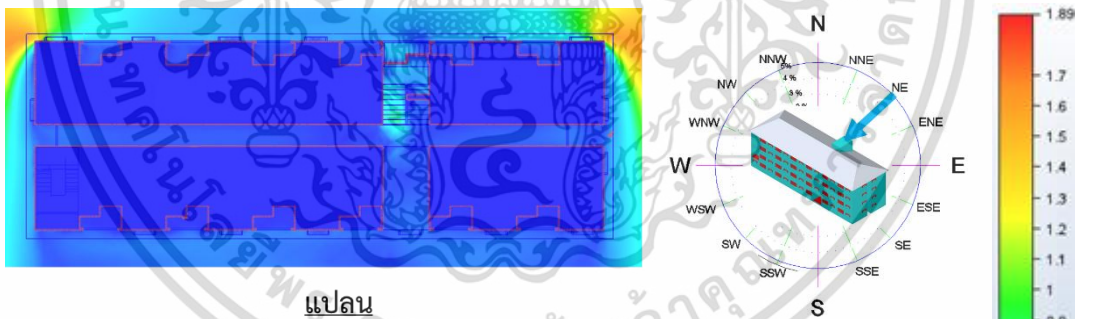
แปลน



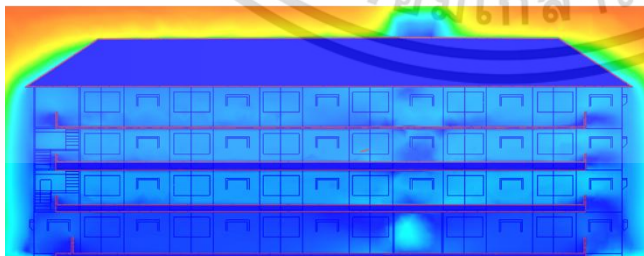
รูปด้าน 1

รูปด้าน 2

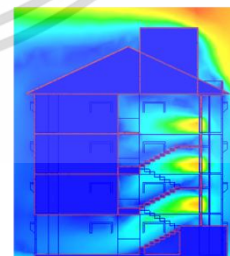
แสดงผลเมื่อกระแสลมประจำทิศเหนือเคลื่อนที่ผ่านอาคาร



แปลน



รูปด้าน 1

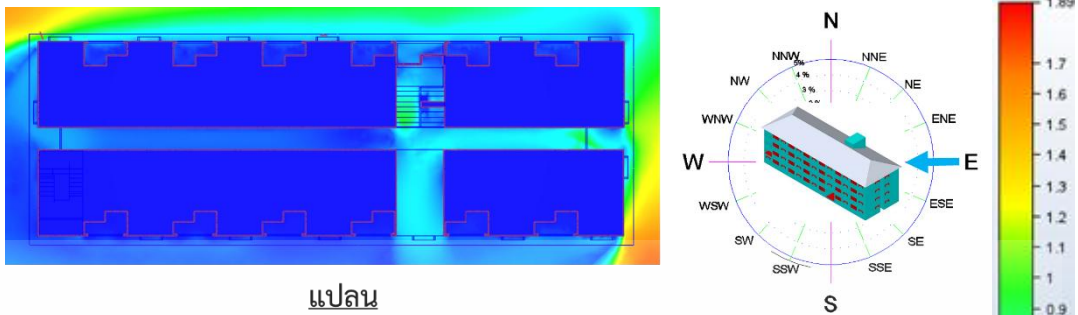


รูปด้าน 2

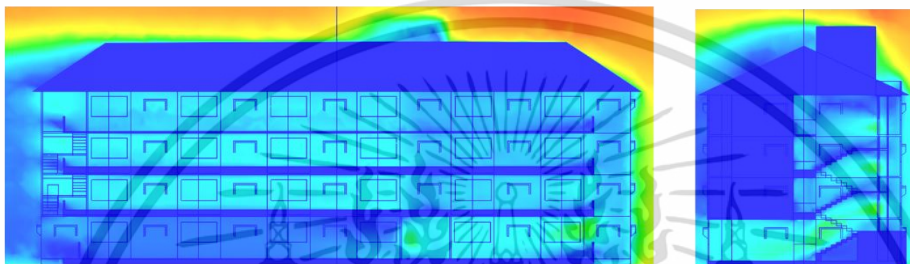
แสดงผลเมื่อกระแสลมประจำทิศตะวันออกเฉียงเหนือเคลื่อนที่ผ่านอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Velocity (m/s)



แปลน

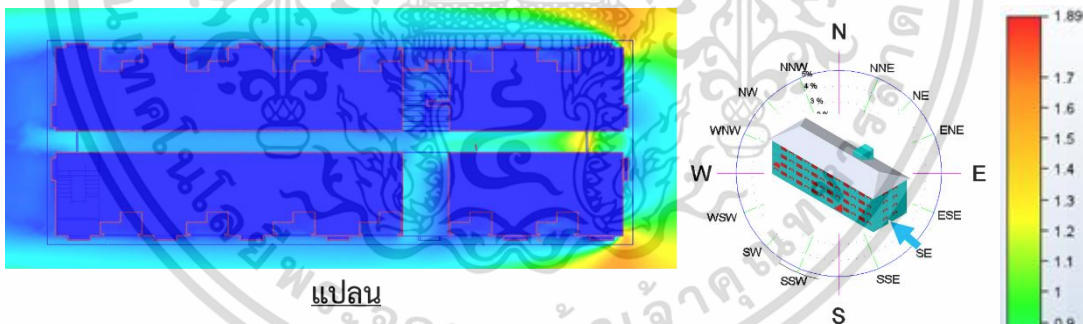


รูปด้าน 1

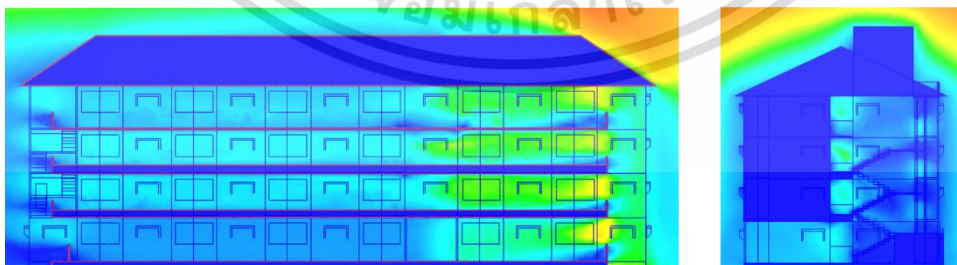
รูปด้าน 2

แสดงผลเมื่อกระแสลมประจำทิศตะวันออกเฉียงใต้เคลื่อนที่ผ่านอาคาร

Velocity (m/s)



แปลน

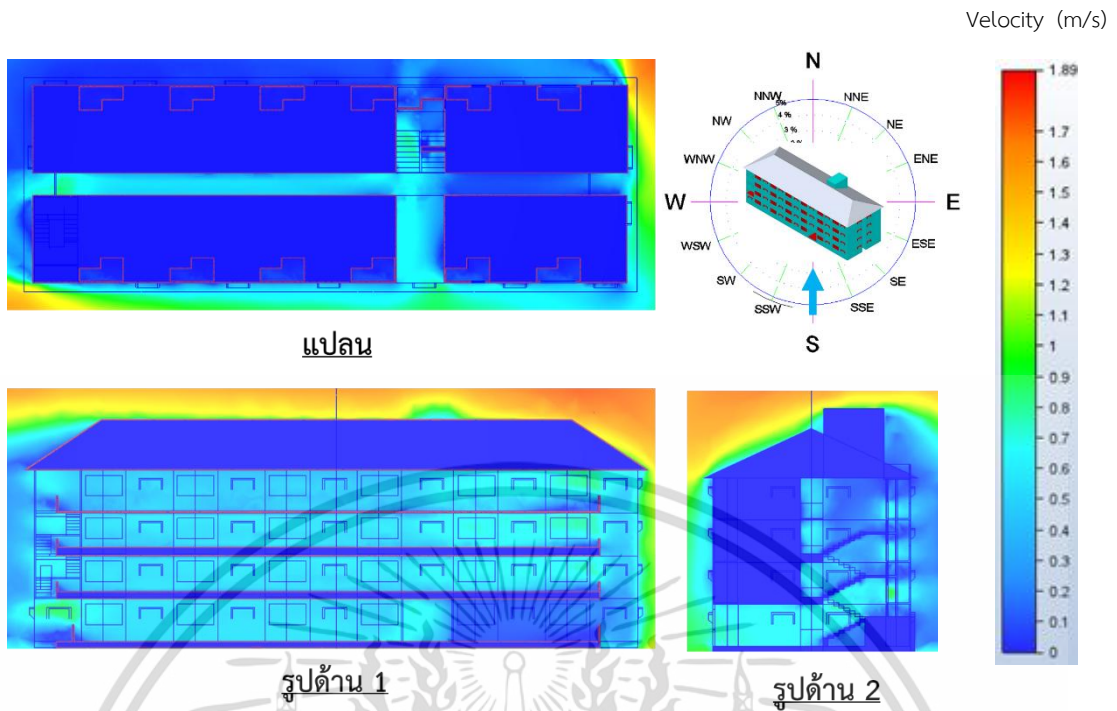


รูปด้าน 1

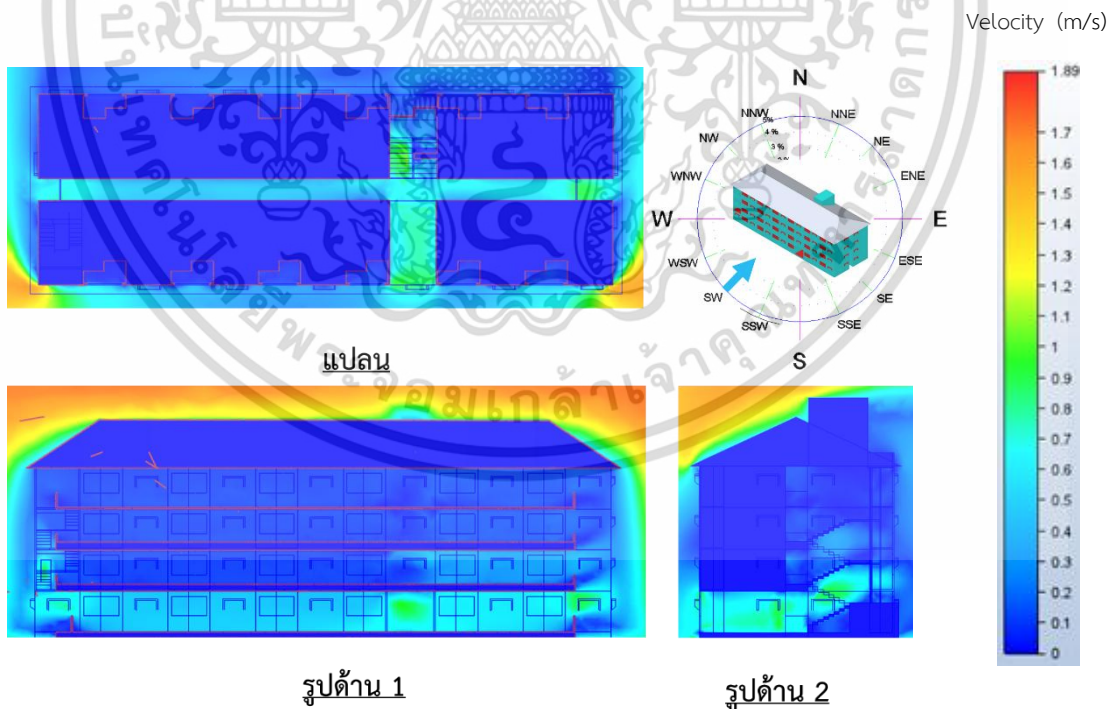
รูปด้าน 2

แสดงผลเมื่อกระแสลมประจำทิศตะวันออกเฉียงใต้เคลื่อนที่ผ่านอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

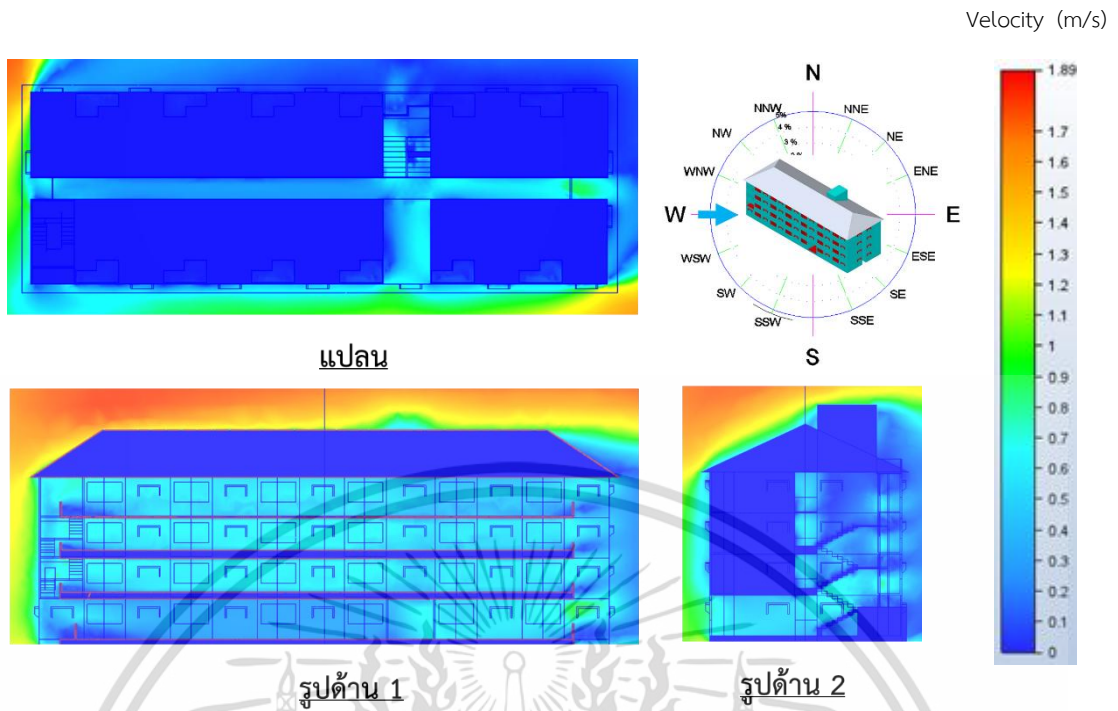


แสดงผลเมื่อกระแสลมประจำทิศใต้เคลื่อนที่ผ่านอาคาร

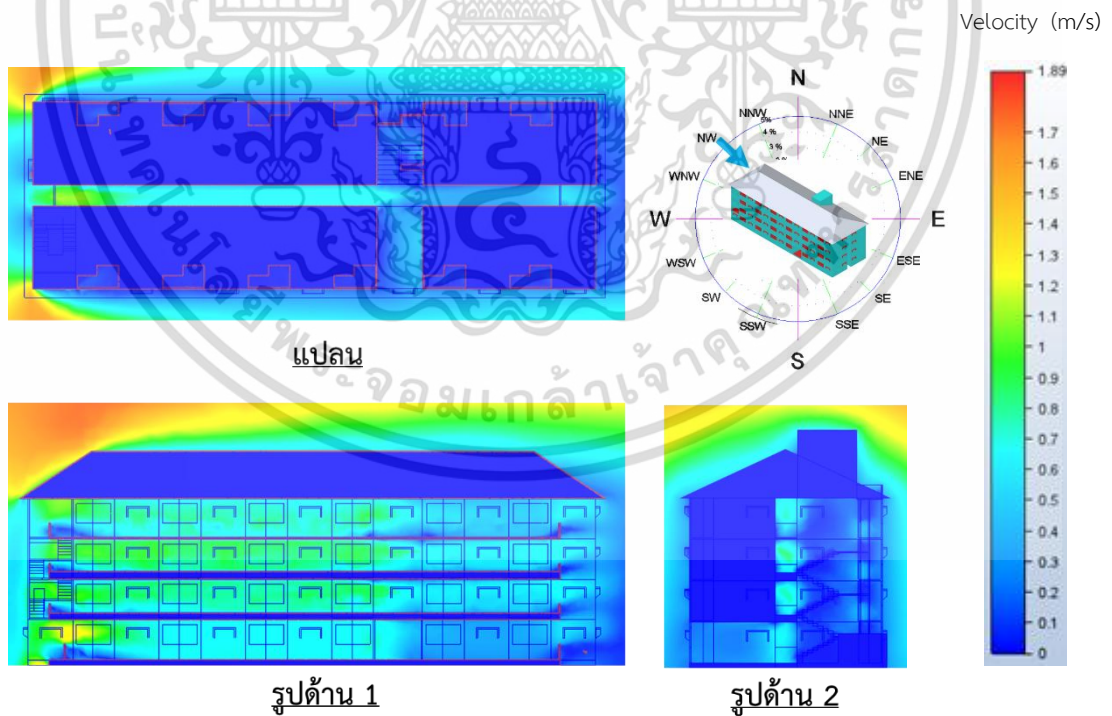


แสดงผลเมื่อกระแสลมประจำทิศตะวันตกเฉียงใต้เคลื่อนที่ผ่านอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แสดงผลเมื่อกระแสลมประจำทิศตะวันตกเคลื่อนที่ผ่านอาคาร



แสดงผลเมื่อกระแสลมประจำทิศตะวันตกเฉียงเหนือเคลื่อนที่ผ่านอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Autodesk Education Community

Dear Girachat Chaijareon,

Licensee's product license information:

Product:	CFD Ultimate 2019
License Type:	Education Stand-alone
Access Type:	Single-user
Authorized Usage:	Install on up to 2 personal devices*
Product Key:	811K1
Serial Number:	901-51281577
Term:	3-year term
Licensee:	Girachat Chaijareon

* Your Autodesk Account may display this usage right as 1 seat.

During installation, enter this product key and serial number. The first time you start the product, you will be prompted to activate your license. This date marks the start of your three-year term.

Getting started: [Education Resources for students & educators](#)
[Autodesk Design Academy](#)

Thank you,
 Autodesk Education Team

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายจิรเชษฐ์ ไชยเจริญ
 วัน เดือน ปีเกิด 4 กันยายน พ.ศ.2526
 ที่อยู่ 63/2522 ม.เคหะธานี 4 ถ.ราษฎร์พัฒนา ซอย 5 เขตสะพานสูง
 จังหวัด กรุงเทพมหานคร 10240
 E-mail gchajareon@gmail.com

ประวัติการศึกษา

2550 วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (วทอ.)
 ภาควิชา เทคโนโลยีวิศวกรรมอุตสาหกรรม
 สาขาวิชา เทคโนโลยีวิศวกรรมไม้ (WoET)
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
 2562 สถาบันยุวทัศน์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
 สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน
 คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้