



การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$
และลักษณะทางกายภาพของเมืองด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
และแบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ

ANALYZE OF THE RELATIONSHIP BETWEEN 2.5 PARTICULATE MATTER
DISTRIBUTION AND PHYSICAL CHARACTERISTICS OF URBAN AREA
BY USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM
AND COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS

ศิริพัชร มั่งคั่ง

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2563

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$
และลักษณะทางกายภาพของเมืองด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
และแบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิสารสนเทศ
คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ANALYZE OF THE RELATIONSHIP BETWEEN 2.5 PARTICULATE MATTER
DISTRIBUTION AND PHYSICAL CHARACTERISTICS OF URBAN AREA
BY USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM
AND COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of MASTER OF SCIENCE
(Geoinformatics)

Faculty of Social Sciences, Srinakharinwirot University

2020

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$
และลักษณะทางกายภาพของเมืองด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
และแบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ

ของ

ศิริพัชร มั่งคั่ง

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิสารสนเทศ

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก

(อาจารย์ ดร.สุภาทิพย์ ขวณะเวชสกุล)

..... ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประพัทธ์พงษ์ อุปลา)

..... ที่ปรึกษาร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พันธุ์ทิพย์ ปิยะทัศนานนท์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชูเดช โลศิริ)

ชื่อเรื่อง	การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM _{2.5} และลักษณะทางกายภาพของเมืองด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และแบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ
ผู้วิจัย	ศิริพัชร มั่งคั่ง
ปริญญา	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2563
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. สุชาติพิทย์ ขวนะเวสสกุล
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พันทิพย์ ปิยะทัศนานนท์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละออง PM_{2.5} และปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาภายในพื้นที่เมือง ด้วยการวิเคราะห์ทางสถิติ ศึกษาลักษณะทางกายภาพของเมืองที่มีผลต่อการไหลเวียนของลมภายในพื้นที่เมือง ที่ระดับความสูง 10, 30 และ 100 เมตร ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละออง PM_{2.5} และลักษณะทางกายภาพของเมือง จากระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และแบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ พื้นที่ศึกษาเขตพัฒนากรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า ความเร็วลมมีความสัมพันธ์ต่อความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{2.5} มากที่สุด ในบริเวณที่มีอาคารสูงหนาแน่นในพื้นที่ การไหลเวียนของลมจะลดลง และส่วนใหญ่แล้วกระแสลมมีความสัมพันธ์ต่ออาคารในรูปแบบ Staggered Buildings และแบบ Channelling เมื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละออง PM_{2.5} และลักษณะทางกายภาพของเมือง พบว่ามีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยบริเวณที่มีความหนาแน่นของอาคารสูงในพื้นที่สูงที่สุด ค่าความเข้มข้นฝุ่นละออง PM_{2.5} ตลอดทั้งปี ก็มีความเข้มข้นที่สูงที่สุดด้วยเช่นกัน และในบริเวณพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของอาคารสูง ในพื้นที่ต่ำที่สุด ค่าความเข้มข้นฝุ่นละออง PM_{2.5} ตลอดทั้งปีก็มีความเข้มข้นที่ต่ำที่สุดเช่นกัน เมื่อพิจารณาจากแหล่งกำเนิดมลพิษ การพัดพาและแปรสภาพของมลพิษ ปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยา และลักษณะทางกายภาพของเมือง ในบริเวณพื้นที่นั้น ปัจจัยเหล่านี้ส่งผลต่อการเกิดปัญหาฝุ่นละออง PM_{2.5} การวางผังเมืองและการออกแบบช่องว่างระหว่างอาคารของเมืองอัจฉริยะ (Smart city) ที่คำนึงถึงการไหลเวียนของลมและการระบายอากาศที่ดี จะช่วยให้ลมสามารถพัดพาฝุ่นละออง PM_{2.5} ให้แพร่กระจายตัวออกจากพื้นที่ได้ดีมากขึ้น

คำสำคัญ : ฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM_{2.5}, ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่เมือง, การไหลเวียนของกระแสลมในพื้นที่เมือง, พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ

Title	ANALYZE OF THE RELATIONSHIP BETWEEN 2.5 PARTICULATE MATTER DISTRIBUTION AND PHYSICAL CHARACTERISTICS OF URBAN AREA BY USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM AND COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS
Author	SIRAPACH MANGKANG
Degree	MASTER OF SCIENCE
Academic Year	2020
Thesis Advisor	Dr. Sutatip Chavanavesskul
Co Advisor	Assistant Professor Dr. Pantip Piyatadsananon

This research aims to study the relationship between Particulate Matter 2.5 and meteorological factors in urban areas. The statistical analysis was used to study the physical characteristics of urban areas considering the wind flow at altitudes of 10, 30 and 100 meters. The computational fluid dynamics model and the Geographic Information System were integrated to perform the dynamic model of Particulate Matter 2.5 associated with urban physical characteristics. The Wattana district of Bangkok was selected as the study area. It was found that wind speed was mostly correlated with Particulate Matter 2.5 concentrations. In addition, the high density of high-rise buildings can reduce local wind circulation efficiency. It is clearly shown that wind current is associated with the building appearances, staggered buildings and channeling. It was also confirmed that Particulate Matter 2.5 was related to the physical characteristics of an urban area. In the areas with the highest building density, Particulate Matter 2.5 concentrations throughout the year were also at the highest concentrations. Also, in the areas with the lowest building density, Particulate Matter 2.5 concentrations throughout the year were also at the lowest concentration. Due to the source of pollution, the transport and the conversion of pollution, meteorological factors, and the physical characteristics of urban areas in the areas that affected the problem with Particulate Matter 2.5. Urban planning and the design of the spaces between the buildings of a Smart City take into account the flow of wind and good ventilation. This will help the wind to blow the Particulate Matter 2.5 to better spread out across the area.

Keyword : Particulate Matter 2.5, Urban physical characteristics, Wind flow in urban areas, Computational Fluid Dynamics

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อ.ดร.สุชาติพิทย์ ชวนะเวสสกุล และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผศ.ดร.พันทิพย์ ปิยะทัศนานนท์ ให้ความกรุณาสละเวลามาให้คำชี้แนะ ช่วยเหลือ และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องปริญญานิพนธ์เล่มนี้ จนทำให้ผู้วิจัยสามารถดำเนินการทำปริญญานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณประธานกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ รศ.ดร.ประพัทธ์พงษ์ อุปลาคณะกรรมการสอบและคณาจารย์ ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำ ชี้แนะ และมอบความรู้ให้แก่ผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณ รศ.วิวัฒน์ อุดมปิณฑทรัพย์ ผู้เชี่ยวชาญด้านแบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ ที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะต่างๆ และช่วยแก้ปัญหาทำให้ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา พี่น้อง คนสนิท และเพื่อนๆ ที่คอยสนับสนุนและให้กำลังใจผู้วิจัยเสมอมา

ศิริพัชร มั่งคั่ง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง.....	ณ
สารบัญรูปภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1. ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย.....	1
2. วัตถุประสงค์.....	4
3. ขอบเขตในการดำเนินการวิจัย	4
4. นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
5. กรอบแนวคิดการวิจัย	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
1. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับลักษณะทางกายภาพของเมือง	8
2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับลม และการไหลเวียนของลมในชั้นบรรยากาศบริเวณพื้นที่เมือง.....	20
3. พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (Computational Fluid Dynamics : CFD).....	35
4. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศ.....	42
5. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS)	54
6. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation Analysis).....	55
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	56
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	60

1. พื้นที่ศึกษา	60
2. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา	67
3. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา	72
4. การจัดเตรียมข้อมูล	74
5. การวิเคราะห์ข้อมูล	75
6. ข้อจำกัดในการศึกษา	80
บทที่ 4 ผลการศึกษา	82
1. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ กับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา ภายในพื้นที่เมือง	82
2. การศึกษาลักษณะทางกายภาพของเมืองที่มีผลต่อการไหลเวียนของลมภายในพื้นที่เมือง ที่ ระดับความสูง 10 เมตร 30 เมตร และ 100 เมตร	88
3. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ และลักษณะทางกายภาพของ เมืองด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และแบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ	147
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	170
1. สรุปผลการศึกษา	170
2. อภิปรายผลการศึกษา	175
3. ข้อเสนอแนะ	177
บรรณานุกรม	179
ภาคผนวก	184
ภาคผนวก ก	185
ภาคผนวก ข	188
ประวัติผู้เขียน	199

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 ค่าความขรุขระตามลักษณะพื้นผิวของภูมิประเทศตามมาตรฐาน American Society of Civil Engineers	25
ตาราง 2 การจำแนกประเภทความขรุขระตามลักษณะภูมิประเทศ	26
ตาราง 3 จำนวนรถตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์จดทะเบียนสะสมจำแนกตามชนิดเชื้อเพลิง และการปล่อยฝุ่นละออง	46
ตาราง 4 การเปรียบเทียบความเร็วลม	48
ตาราง 5 การแบ่งเกณฑ์ให้ความหมายของปริมาณน้ำฝน ประเทศในพื้นที่แถบมรสุมเขตร้อน....	50
ตาราง 6 พื้นที่อาคารสูงเดิมและอาคารที่อนุญาตปลูกสร้าง พ.ศ. 2560 ที่มีความสูง 5 ชั้น ขึ้นไป	61
ตาราง 7 ลักษณะกลุ่มอาคาร ความสูงอาคาร ความหนาแน่นอาคาร ความเร็วลม และฝุ่นละออง PM _{2.5}	65
ตาราง 8 รายละเอียดสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่ใช้ในการศึกษา	68
ตาราง 9 ค่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM _{2.5} จากสถานีตรวจวัดที่ใช้ในการศึกษา	69
ตาราง 10 ค่าเฉลี่ย ค่าสูงที่สุด และต่ำที่สุดของอุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม และทิศทางลม รายเดือน พ.ศ. 2562 จากสถานีกรมอุตุนิยมวิทยา บางนา	71
ตาราง 11 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา พ.ศ. 2562	84
ตาราง 12 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลฝุ่นละออง PM _{2.5} กับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา	85
ตาราง 13 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอุณหภูมิกับฝุ่นละออง PM _{2.5} รายเดือน พ.ศ. 2562	86
ตาราง 14 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความชื้นและฝุ่นละออง PM _{2.5} รายเดือน พ.ศ. 2562	87
ตาราง 15 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความเร็วลมและฝุ่นละออง PM _{2.5} รายเดือน พ.ศ. 2562...	88
ตาราง 16 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละออง PM _{2.5} และลักษณะทางกายภาพของเมือง เดือนมกราคม พ.ศ. 2562	169

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 พื้นที่ศึกษาเขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร.....	5
ภาพประกอบ 2 กรอบการศึกษา.....	7
ภาพประกอบ 3 อัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดิน (FAR)	12
ภาพประกอบ 4 อัตราส่วนพื้นที่คลุมดินต่อแปลงที่ดิน (BCR)	13
ภาพประกอบ 5 อัตราส่วนของที่ว่างต่อพื้นที่อาคารรวม (OSR).....	13
ภาพประกอบ 6 สัญลักษณ์กำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินตามกฎหมายกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวม กรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2556	17
ภาพประกอบ 7 แผนผังกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินตามที่ได้จำแนกประเภทของกรมโยธาธิการ และผังเมือง เขตวัฒนา	20
ภาพประกอบ 8 ความแตกต่างกันของความเร็วลมกลางวันและกลางคืน ที่ความสูงเหนือพื้นดิน	24
ภาพประกอบ 9 แนวคิดความแตกต่างของความเร็วลมที่เปลี่ยนแปลงในแนวดิ่ง (Wind Velocity Profile) และลักษณะพื้นผิว	25
ภาพประกอบ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะกระแสลมกับอาคารเดี่ยวในรูปแบบ Downwash	27
ภาพประกอบ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะกระแสลมกับอาคารเดี่ยวในรูปแบบ The Conner Effect.....	27
ภาพประกอบ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะกระแสลมกับอาคารเดี่ยวในรูปแบบ The Wake Effect.....	28
ภาพประกอบ 13 ระหว่างลักษณะกระแสลมกับอาคารเดี่ยวในรูปแบบ Low Bar - Row Effect .	28
ภาพประกอบ 14 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสลมกับกลุ่มอาคารในรูปแบบ Cumulative Effect	29
ภาพประกอบ 15 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสลมกับกลุ่มอาคารในรูปแบบ Low and High Building.....	29

ภาพประกอบ 16 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสลมกับกลุ่มอาคารในรูปแบบ Staggered Buildings	30
ภาพประกอบ 17 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสลมกับกลุ่มอาคารในรูปแบบ Channelling	30
ภาพประกอบ 18 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสลมกับกลุ่มอาคารในรูปแบบ Funnelling	31
ภาพประกอบ 19 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสลมกับกลุ่มอาคารในรูปแบบ Stepping.....	31
ภาพประกอบ 20 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสลมกับกลุ่มอาคารในรูปแบบ Courtyards	32
ภาพประกอบ 21 ทิศทางของลมมรสุม.....	33
ภาพประกอบ 22 ตัวอย่างการสร้างโครงตาข่าย (Meshing)	36
ภาพประกอบ 23 ตัวอย่างการจำลองเชิงตัวเลขโดยตรง (DNS)	39
ภาพประกอบ 24 ตัวอย่างการจำลองแบบหมุนวนขนาดใหญ่ (LES)	39
ภาพประกอบ 25 ตัวอย่างการจำลองแบบเรย์โนลด์ส เฉลี่ย นาเวียร์-สโตกส์ (RANS)	40
ภาพประกอบ 26 ระบบภาวะมลพิษทางอากาศ (Air Pollution System)	43
ภาพประกอบ 27 ตัวอย่างการผกผันของอุณหภูมิ (Temperature of Inversion).....	49
ภาพประกอบ 28 พฤติกรรมของลมในบริเวณที่มีภูมิประเทศแบบชายฝั่งทะเล	51
ภาพประกอบ 29 พฤติกรรมของลมในบริเวณที่มีภูมิประเทศแบบภูเขาหรือหุบเขา	52
ภาพประกอบ 30 การไหลรอบอาคารแบบลูกบาศก์ โครงสร้างในพื้นที่โล่งจะทำให้การไหลของลมที่เปลี่ยนแปลงไป.....	53
ภาพประกอบ 31 อิทธิพลของอาคารต่อการไหลของลมและการกระจายตัวของมลพิษ	53
ภาพประกอบ 32 พื้นที่ศึกษาภายในเขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร	63
ภาพประกอบ 33 แสดงตำแหน่งสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่ใช้ในการศึกษา.....	68
ภาพประกอบ 34 ขั้นตอนการศึกษา.....	76
ภาพประกอบ 35 ขั้นตอนการจำลองการไหลเวียนของลม	78
ภาพประกอบ 36 การไหลเวียนของลมบริเวณพื้นที่ A ที่ระดับความสูง 10, 30 และ 100 เมตร. 100	
ภาพประกอบ 37 การไหลเวียนของลมบริเวณพื้นที่ B ที่ระดับความสูง 10, 30 และ 100 เมตร. 112	

ภาพประกอบ 38 การไหลเวียนของลมบริเวณพื้นที่ C ที่ระดับความสูง 10, 30 และ 100 เมตร.	123
ภาพประกอบ 39 การไหลเวียนของลมบริเวณพื้นที่ D ที่ระดับความสูง 10, 30 และ 100 เมตร.	134
ภาพประกอบ 40 การไหลเวียนของลมบริเวณพื้นที่ E ที่ระดับความสูง 10, 30 และ 100 เมตร.	146
ภาพประกอบ 41 ความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และลักษณะทางกายภาพของเมือง พ.ศ. 2562 บริเวณพื้นที่ A.....	150
ภาพประกอบ 42 ความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และลักษณะทางกายภาพของเมือง พ.ศ. 2562 บริเวณพื้นที่ B.....	155
ภาพประกอบ 43 ความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และลักษณะทางกายภาพของเมือง พ.ศ. 2562 บริเวณพื้นที่ C	159
ภาพประกอบ 44 ความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และลักษณะทางกายภาพของเมือง พ.ศ. 2562 บริเวณพื้นที่ D	163
ภาพประกอบ 45 ความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และลักษณะทางกายภาพของเมือง พ.ศ. 2562 บริเวณพื้นที่ E.....	167
ภาพประกอบ 46 ความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และลักษณะทางกายภาพของเมือง พื้นที่ เขตวัฒนา เดือนมกราคม.....	174

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย

มลพิษทางอากาศ คือ ภาวะของอากาศที่มีการเจือปนของสารต่างๆ ฝุ่นละออง หรือวัตถุอันตรายชนิดอื่นๆ ในปริมาณที่สูงกว่าระดับปกติ ทำให้คุณภาพอากาศแย่งจนก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์ สัตว์ พืช(กรมควบคุมมลพิษ, 2554) สร้างความระคายเคืองตามอวัยวะต่างๆ เช่น ตา จมูก คอ และปอด มีอาการแสบตา ไอ และแน่นหน้าอกได้หากอยู่ในบริเวณที่มีมลพิษทางอากาศสูง และที่สำคัญมลพิษทางอากาศเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดโรคต่างๆ โดยเฉพาะโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจ มลพิษทางอากาศที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่างๆ เหล่านี้ ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) ก๊าซโอโซน (O_3) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) เป็นต้น โดยเฉพาะฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) หรือฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ ที่มีความอันตรายมากกว่าฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่กว่า (กรมควบคุมมลพิษ, 2554) เนื่องจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ เป็นฝุ่นละอองที่สามารถเคลื่อนที่ผ่านโพรงจมูกเข้าสู่ปอด และผ่านผนังปอดเข้าสู่กระแสเลือดได้ ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ ทำให้เส้นเลือดหดตัว ความดันโลหิตสูงขึ้น และชีพจรเต้นเร็ว นำมาซึ่งการเกิดโรคที่เกี่ยวข้องกับหัวใจ หลอดเลือดหัวใจ ระบบทางเดินหายใจ และปอด ทั้งนี้ปัญหามลพิษทางอากาศมีสาเหตุการเกิดมาจาก 3 ปัจจัย คือ แหล่งกำเนิดมลพิษ การพัดพาและแปรสภาพของมลพิษ และลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ (กรมควบคุมมลพิษ, 2561) โดยแหล่งกำเนิดมลพิษมีแหล่งกำเนิดจากธรรมชาติและจากกิจกรรมของมนุษย์ (กรมควบคุมมลพิษ, 2554) แต่ส่วนใหญ่แล้วมลพิษทางอากาศมีแหล่งกำเนิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ได้แก่ การเผาในที่โล่ง ทั้งการเผาทั่วไป และการเผาเพื่อการเกษตร การใช้เชื้อเพลิงจากการจราจร การปล่อยควันไฟและก๊าซพิษจากโรงงานอุตสาหกรรมและการเกษตร เป็นต้น ล้วนมีการปล่อยมลพิษทางอากาศ อาทิเช่น การปล่อยคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) เป็นต้น และการพัดพาและแปรสภาพของมลพิษจากลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ก็เป็นปัจจัยสำคัญอีกปัจจัยหนึ่ง เนื่องจากสภาพแวดล้อมและสภาพอุตุนิยมวิทยามีผลต่อการแพร่กระจายของมลพิษ เช่น ฤดูกลมีผลต่อลมมรสุมหรือลมประจำฤดู ซึ่งลมประจำฤดูก็จะมีผลต่อไปยังสภาพอากาศ อุณหภูมิ ทิศทางลม ความชื้น ความกดอากาศ ที่ล้วนเป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดการผกผันของอุณหภูมิ (Inversion) จากปกติอุณหภูมิ

ในบรรยากาศจะลดลงเมื่อมีความสูงมากขึ้น ทำให้มลพิษทางอากาศสามารถไหลเวียนและกระจายตัวออกนอกบริเวณพื้นที่นั้นได้ แต่เมื่อเกิดการผกผันของอุณหภูมิ (Inversion) ทำให้มีผลต่อการจมตัวหรือการแพร่กระจายตัวของมลพิษทางอากาศ เช่นเดียวกับลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ที่มีความแตกต่างกันไปตามภูมิประเทศและสิ่งกีดขวางที่มีความหลากหลายตามลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ (นิรันดร์ วิทิตอนันต์, 2539) ส่งผลต่อการกระจายตัวของมลพิษจากการไหลเวียนของลมภายในบริเวณนั้น อีกทั้งภูมิประเทศที่มีลักษณะเป็นแอ่งกระทะหรือลักษณะของสิ่งปลูกสร้างที่อยู่ในรูปแบบอาคารสูง และแนวรถไฟฟ้าที่กีดขวางการไหลเวียนของอากาศ ย่อมส่งผลต่อการกระจายตัวของมลพิษ เช่น ลอสแอนเจลิส ประเทศสหรัฐอเมริกา ที่มีลักษณะทางกายภาพของพื้นที่มีหุบเขาล้อมรอบเมืองและมีพื้นที่ติดทะเล มลพิษจากแหล่งกำเนิดต่างๆ โดยเฉพาะมลพิษจากการจราจรจะไม่สามารถไหลเวียน หรือกระจายตัวออกจากหุบเขาได้จากการได้รับอิทธิพลจากลมทะเลและลมจากภูเขา เนื่องจากลมบกอ่อนกำลังกว่าลมทะเลและลมบกจากพื้นราบอ่อนกำลังกว่าลมจากภูเขาที่พัดเข้าสู่เมืองซึ่งเป็นพื้นที่ราบที่มีลักษณะเป็นแอ่ง ทำให้มลพิษเกิดการสะสมและถูกเก็บกักไว้ในแอ่ง เกิดผลกระทบต่อประชากรที่อาศัยอยู่ในเมือง เป็นต้น (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ, 2534)

ในปัจจุบันมลพิษทางอากาศเป็นปัญหาสำคัญที่เมืองใหญ่ทั่วโลกกำลังประสบ ทั้งนี้จากข้อมูลขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization หรือ WHO) พ.ศ.2561 พบว่าร้อยละ 91 ของจำนวนประชากรทั่วโลก กำลังอาศัยอยู่ในพื้นที่ที่มีค่าคุณภาพอากาศเกินมาตรฐานที่องค์การอนามัยโลกกำหนด และมีประชากรมากถึง 4.2 ล้านคนต่อปี ที่ต้องเสียชีวิตจากปัญหามลพิษทางอากาศ โดยเฉพาะเมืองของประเทศที่กำลังพัฒนาในภูมิภาคแปซิฟิกตะวันตกและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่มีจำนวนผู้เสียชีวิตมากที่สุด ทั้งนี้เกิดปัญหามลพิษมากในประเทศที่กำลังพัฒนา (WHO, 2019) เนื่องจากมีการเติบโตทางด้านเศรษฐกิจ อุตสาหกรรม การคมนาคม การขนส่ง ที่ก่อให้เกิดการอพยพหรือการเคลื่อนย้ายของประชากรนอกพื้นที่เมืองเข้าสู่พื้นที่เมืองตามความต้องการของการจ้างงาน เกิดความเป็นเมือง (Urbanization) ดังนั้นลักษณะทางกายภาพด้านโครงสร้างของความเป็นเมืองย่อมมีการเปลี่ยนแปลง (Oke, 2004) เกิดข้อจำกัดด้านพื้นที่จากความต้องการของประชากรที่ไม่สอดคล้องกัน ทำให้เมืองเกิดการขยายตัวทางแนวดิ่งของอาคารสูง ตอบสนองความต้องการด้านที่พักอาศัยในรูปแบบอาคารชุด และความต้องการด้านอาคารสำนักงาน โดยไม่ได้มีการวางแผนโครงสร้างเมือง และไม่คำนึงถึงผลกระทบจากการความหนาแน่นของเมือง ที่เกิดสิ่งกีดขวางการระบายอากาศจากการไหลเวียนของลมและความร้อนของเมือง บรรยากาศภายในเมืองเกิดการเปลี่ยนแปลง ก่อให้เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง

(Urban Heat Island) ส่งผลต่อความสบายเชิงอุณหภูมิ (Thermal Comfort) ที่มีผลต่อการกระจายตัวของมลพิษทางอากาศ (วันเพ็ญ เจริญตระกูลปิติ, 2557) ผสมกับแหล่งกำเนิดมลพิษจากการประกอบกิจกรรมของมนุษย์ที่ปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ฝุ่นละอองขนาดเล็กและอื่นๆ ที่เพิ่มมากขึ้นตามจำนวนประชากรที่อพยพเข้าพื้นที่เมือง เช่น เมืองเดลี ประเทศปากีสถาน เมืองหางโจว สาธารณรัฐประชาชนจีน และเมืองซาคราเมนโต ประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นต้น (กรีนพีซ ประเทศไทย, 2562)

พื้นที่เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร เป็นหนึ่งในพื้นที่เมืองที่ประสบปัญหามลพิษทางอากาศจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ เกินมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่ให้เกิน 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยเฉพาะในเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ที่ผ่านมา จากการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ ในสถานีตรวจวัดมลพิษทางอากาศรอบพื้นที่เขตวัฒนา จากกรมควบคุมมลพิษ เช่น สถานีตรวจวัดริมถนนพระราม 4 เขตปทุมวัน และริมถนนดินแดง เขตดินแดง มีจำนวนวันที่เกินมาตรฐาน 18 วัน และสำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร ได้แก่ สถานีตรวจวัดเขตคลองเตย ที่มีจำนวนวันที่เกินมาตรฐาน 21 วัน (กรมควบคุมมลพิษ, 2562) และจากการเป็นเขตศูนย์กลางด้านธุรกิจและพาณิชยกรรมอีกแห่งในกรุงเทพมหานคร มีลักษณะทางกายภาพ สภาพแวดล้อมภายในพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของความเป็นเมืองสูงที่เปลี่ยนแปลงไปจากอดีต พื้นที่ส่วนใหญ่ภายในเขตวัฒนา มีการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก ในรูปแบบของอาคารสูง ความหนาแน่นภายในพื้นที่ยังมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากสถิติการอนุญาตปลูกสร้างอาคารในเขตกรุงเทพมหานคร ที่มีพื้นที่รวมทั้งหมดที่มีการอนุญาตปลูกสร้างอาคารในกลุ่มเขตศูนย์กลางธุรกิจและพาณิชยกรรม ช่วง พ.ศ. 2555 – 2560 (สำนักการวางผังและพัฒนาเมือง กรุงเทพมหานคร, 2561) ลักษณะทางกายภาพของความเป็นเมืองที่มีอาคารและสิ่งปลูกสร้างต่างๆ นี้ อาจส่งผลต่อการเกิดปัญหาของฝุ่นละอองภายในพื้นที่ กีดขวางการไหลเวียนของลม การเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมือง ส่งผลต่อการระบายอากาศภายในเมือง ผสมกับพื้นที่เขตวัฒนายังมีแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ ที่สำคัญ คือ ไอเสียจากรถยนต์หรือจากการจราจรที่ติดขัด ที่เกิดขึ้นในเส้นทางการคมนาคมหลักหลายสายที่เชื่อมโยงแหล่งธุรกิจและพาณิชยกรรมในพื้นที่ ทำให้พื้นที่เขตวัฒนามีแหล่งกำเนิดมลพิษ มีลักษณะทางกายภาพ และลักษณะสภาพอุตุนิยมวิทยาของพื้นที่ ที่ส่งผลต่อการกระจายตัวของฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ ถูกสะสมตัวอยู่ภายในพื้นที่ ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศ

การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ กับการไหลเวียนของลมภายในพื้นที่จากลักษณะทางกายภาพของเมือง โดยประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information Systems : GIS) ร่วมกับพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (Computational Fluid Dynamics : CFD) เพื่อทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศและการไหลเวียนของลมจากลักษณะทางกายภาพของเมือง ก่อให้เกิดแนวทางการลดปัญหามลพิษทางอากาศ และเป็นแนวทางในการวางผังเมืองของเมืองใหม่ เพื่อบรรเทาปัญหาด้านมลพิษทางอากาศในพื้นที่เมือง สร้างความยั่งยืนต่อสิ่งแวดล้อมและประชากรที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ต่อไป

2. วัตถุประสงค์

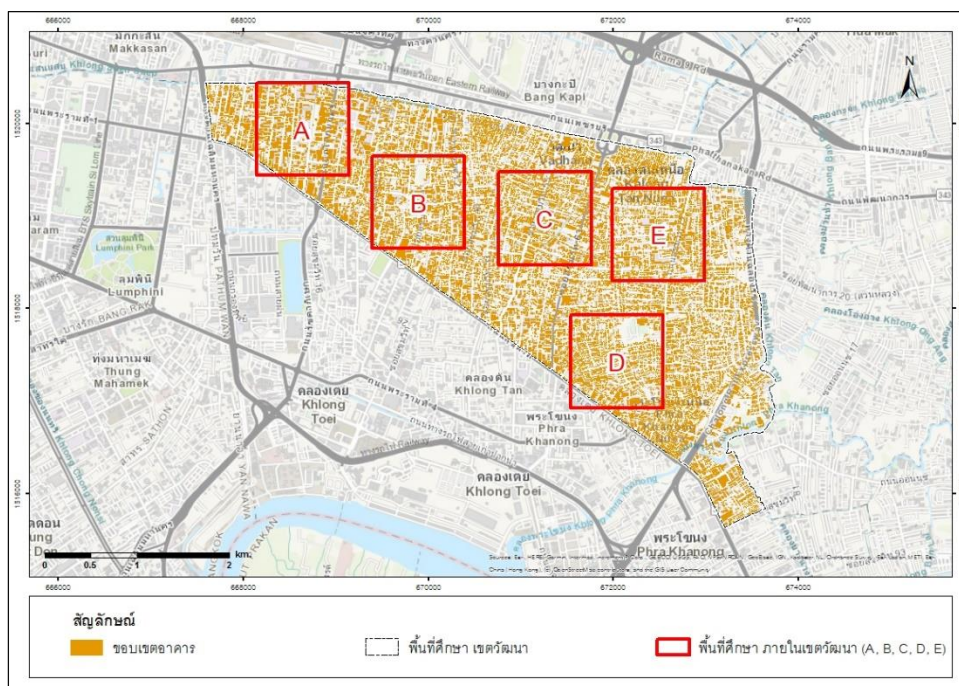
1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ และปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาภายในพื้นที่เมือง ด้วยการวิเคราะห์ทางสถิติ
2. เพื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพของเมืองที่มีผลต่อการไหลเวียนของลมภายในพื้นที่เมือง ที่ระดับความสูง 10 เมตร 30 เมตร และ 100 เมตร
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ และลักษณะทางกายภาพของเมืองด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และแบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ

3. ขอบเขตในการดำเนินการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้ ได้แบ่งขอบเขตการวิจัยออกเป็นขอบเขตด้านพื้นที่และขอบเขตด้านเนื้อหา ดังนี้

ขอบเขตด้านพื้นที่

พื้นที่ศึกษา ได้แก่ พื้นที่เขตวัฒนา จังหวัดกรุงเทพมหานคร มีพื้นที่ 12.565 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมแขวงคลองเตยเหนือ แขวงคลองตันเหนือ และแขวงพระโขนงเหนือ เป็นพื้นที่ที่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มศูนย์กลางด้านธุรกิจและพาณิชยกรรม ที่มีความเจริญเติบโตและเกิดการขยายตัวทางด้านลักษณะทางกายภาพของพื้นที่และสาธารณูปโภคพื้นฐานของความเป็นเมืองอย่างรวดเร็ว เช่น อาคารสูงที่มีความหนาแน่น เส้นทางการคมนาคมและระบบขนส่งมวลชน เช่น รถไฟฟ้าบีทีเอส เรือโดยสาร และถนนสายหลัก ได้แก่ ถนนสุขุมวิท ถนนอโศกมนตรี ถนนทองหล่อ ถนนเอกมัย และถนนปรีดิพนมยงค์ ที่เชื่อมโยงแหล่งธุรกิจพาณิชยกรรมในพื้นที่ (สำนักงานเขตวัฒนา, 2554) ซึ่งล้วนเป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศ



ภาพประกอบ 1 พื้นที่ศึกษาเขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร

ขอบเขตด้านเนื้อหา

1. ข้อมูลฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ หรือฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เฉลี่ยรายวัน พ.ศ. 2562 จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ กรมควบคุมมลพิษ 7 สถานีที่อยู่ใกล้เคียงพื้นที่ศึกษา ได้แก่ สถานีตรวจวัดริมถนนพระราม 4 เขตปทุมวัน (50R), ริมถนนดินแดง เขตดินแดง (54R), กรมอุตุนิยมวิทยาบางนา เขตบางนา (05T), สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น เขตบางกะปิ (10T), สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง เขตดินแดง (11T), โรงเรียนบดินทรเดชา(สิงห์ สิงหเสนี) เขตวังทองหลาง (61T) และสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร 1 สถานี ได้แก่ สถานีตรวจวัดเขตคลองเตย เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยา ด้วยวิธีการทางสถิติ และเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ กับการไหลเวียนของลมในพื้นที่ จากลักษณะทางกายภาพของเมือง ดังภาพประกอบ 33 ที่แสดงตำแหน่งสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่ใช้ในการศึกษา

2. ข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วลม เฉลี่ยรายวัน พ.ศ. 2562 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยา ภายในพื้นที่เมือง ด้วยวิธีการหาความสัมพันธ์ทางสถิติ และข้อมูลความถี่

ของทิศทางลม รายเดือน พ.ศ. 2562 เพื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพของเมืองที่มีผลต่อการไหลเวียนของลมภายในพื้นที่เมือง จากระบบตรวจวัดสภาพอากาศอัตโนมัติ (<http://www.aws-observation.tmd.go.th/web/main/index.asp>) จากสถานีตรวจวัดสภาพอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา บางนา

3. ขอบเขตด้านข้อมูลขอบเขตอาคาร (BLDG) จากสำนักการวางผังและพัฒนาเมือง กรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบข้อมูลทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ครอบคลุมพื้นที่เขตวัฒนา เพื่อสร้างแบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (CFD) จำลองการไหลเวียนของลมภายในพื้นที่ศึกษา และนำผลลัพธ์ที่ได้ไปศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ กับการไหลเวียนของลมในพื้นที่จากลักษณะทางกายภาพของเมือง

ขอบเขตด้านเวลา

1. ข้อมูลฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ที่นำมาใช้ในการศึกษาคือ ข้อมูลเฉลี่ยรายวัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม - 31 ธันวาคม พ.ศ. 2562 จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ กรมควบคุมมลพิษ และสำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานครที่อยู่ใกล้เคียงพื้นที่ศึกษา ทั้งนี้ข้อมูลที่นำมาทำการศึกษามีข้อจำกัดด้านการติดตั้งสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ ในมลพิษประเภทฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ที่ไม่ได้ทำการติดตั้งในพื้นที่ศึกษา และสถานีตรวจวัดในบริเวณพื้นที่ใกล้เคียงได้เริ่มตรวจวัดในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน จึงทำให้ผู้วิจัย เลือกช่วงวันที่มีการตรวจวัดฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ช่วงวันเดียวกัน ในทุกๆ สถานี

2. ข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วลม เฉลี่ยรายวัน เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทางด้านอุตุนิยมวิทยาและข้อมูลฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ที่มีข้อจำกัดด้านเวลา ในการนำมาใช้ในการศึกษา และข้อมูลความถี่ของทิศทางลม รายเดือน เพื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพของเมืองที่มีผลต่อการไหลเวียนของลมภายในพื้นที่เมือง ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม - 31 ธันวาคม พ.ศ. 2562 ยกเว้นวันที่ 1 - 31 ตุลาคม พ.ศ. 2562 เนื่องจากกรมอุตุนิยมวิทยา บางนา ไม่ได้มีการบันทึกข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยา

4. นิยามศัพท์เฉพาะ

มลพิษทางอากาศ (Air Pollution) หมายถึง สาร ก๊าซ ฝุ่น หรือสิ่งต่างๆ ที่เคลื่อนที่หรือแพร่กระจายออกจากแหล่งกำเนิด เข้าสู่บรรยากาศก่อให้เกิดผลเสียต่อคน สัตว์ และสิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้นๆ เมื่อได้รับหรือสัมผัสสาร ก๊าซ ฝุ่น หรือสิ่งต่างๆ ในระยะเวลาที่ก่อให้เกิดผลเสียและอันตรายต่อคน สัตว์ และสิ่งมีชีวิต

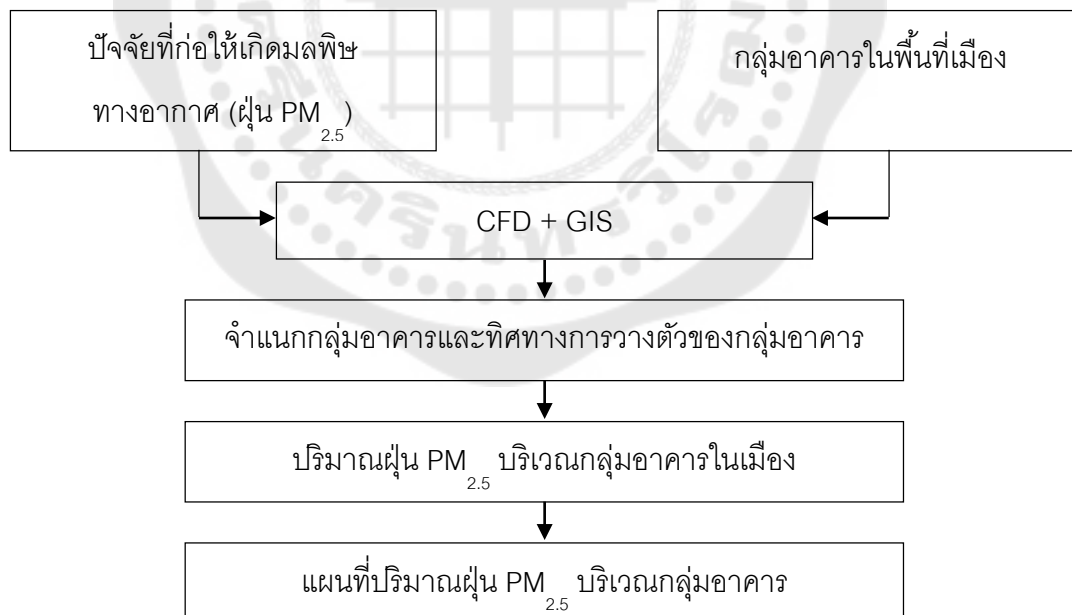
ฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ (2.5 Particulate Matter) หมายถึง ฝุ่นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 2.5 ไมครอน มีแหล่งกำเนิดที่เกิดจากธรรมชาติและกิจกรรมที่มนุษย์สร้างขึ้น ได้แก่ การเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของยานพาหนะ การเผาไหม้ในที่โล่ง โรงงานอุตสาหกรรม และไฟฟ้า เป็นต้น ส่งผลเสียต่อสุขภาพของมนุษย์

ลักษณะทางกายภาพเมือง (Urban Physical characteristics) หมายถึง ลักษณะของสิ่งปลูกสร้างต่างๆ หรือโครงสร้างที่เป็นองค์ประกอบอยู่ภายในพื้นที่เมือง เช่น อาคารพาณิชย์กรรม อาคารสูง และแนวรางรถไฟฟ้าบีทีเอส เป็นต้น

อาคารสูง หมายถึง อาคารสูงที่มีความสูงตั้งแต่ 30 เมตรขึ้นไป เนื่องจากสภาพของพื้นที่เมืองที่มีอาคารสูงตั้งอยู่อย่างหนาแน่น ประกอบด้วยอาคารสูงหลายระดับ ลดหลั่นกันไป ความแตกต่างของระดับอาคารสูงส่งผลต่อการไหลเวียนของลม ขวางทิศทางการ

ความหนาแน่นของพื้นที่ หมายถึง ความหนาแน่นของพื้นที่อาคารต่อพื้นที่ทั้งหมดที่มีผลต่อการไหลเวียนของลม

5. กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพประกอบ 2 กรอบการศึกษา

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากที่กล่าวมาว่ามลพิษทางอากาศ ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เป็นปัญหาสำคัญที่เมืองใหญ่ทั่วโลกกำลังประสบ และกรุงเทพมหานคร ในพื้นที่เขตวัฒนาก็เป็นอีกหนึ่งพื้นที่ที่ประสบปัญหานี้ ทั้งนี้ลักษณะทางกายภาพของเมือง และปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยามีผลต่อการกระจายตัวของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เช่นเดียวกับความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และการไหลเวียนของลมในพื้นที่เมืองที่มีความหนาแน่นของอาคารสูงจำนวนมาก ที่คาดว่ามีความสัมพันธ์ในลักษณะของความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาโดยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ ที่จะแสดงให้เห็นถึงการไหลเวียนของลมภายในพื้นที่ และนำมาทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และการไหลเวียนของลมที่ได้จากแบบจำลอง ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำมาใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาทางงานวิจัย ดังนี้

1. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับลักษณะทางกายภาพของเมือง
2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับลมและการไหลเวียนของลมในชั้นบรรยากาศ ในพื้นที่เมือง
3. พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ
4. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศ
5. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
6. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation Analysis)
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับลักษณะทางกายภาพของเมือง

1.1 ความหมายและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเมืองและลักษณะทางกายภาพของเมือง

เมือง ตามความหมายของพจนานุกรมศัพท์ภูมิศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน กล่าวว่าเมือง คือ พื้นที่ตั้งชุมชนซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าหมู่บ้าน มีระบบสาธารณูปโภคและระบบสาธารณูปการ โดยมีองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นดูแลและจัดการ ทั้งนี้เมืองแต่ละเมือง อาจถูกเรียกตามลักษณะกิจกรรมที่สำคัญหรือสถานที่ตั้งของเมืองนั้นๆ เช่น เมืองการค้า เมืองอุตสาหกรรม และเมืองชายทะเล เป็นต้น (อิสริยา เลหาดีรานนท์, 2553)

มหานคร (Metropolis) ตามราชบัณฑิตยสถานบัญญัติ หมายถึง เมืองขนาดใหญ่มากหรือเมืองแม่ของรัฐหรือประเทศ มีความสำคัญทั้งในทางเศรษฐกิจและวัฒนธรรม มีลักษณะ

สำคัญ คือการเป็นศูนย์กลางการปกครอง เศรษฐกิจการเงิน สังคม และวัฒนธรรม สามารถที่จะดึงดูดผลผลิตของประเทศนั้นๆ มาอยู่ภายในเขตเมืองใหญ่ เพื่อการเก็บรวบรวม การค้าขาย และการขนส่ง ตามปกติแหล่งอุตสาหกรรมจะตั้งอยู่ภายในหรือใกล้มหานครด้วย และมหานครจะตั้งอยู่โดดๆ ไม่มีอาณาเขตติดต่อกับมหานครอื่นๆ เช่น กรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นมหานครที่มีความเป็นเอกนคร หรือเมืองโดดเดี่ยว (Primate City) จากการที่เป็นเมืองที่มีขนาดใหญ่ที่สุดของประเทศ ที่เกิดจากการขยายตัวของเมืองมากกว่าเมืองอื่น และจำนวนประชากรของกรุงเทพมหานครก็มีความแตกต่างจากเมืองอื่นอย่างเห็นได้ชัด ทำให้กรุงเทพมหานครมีขนาดใหญ่กว่าเมืองในระดับรองมากถึง 2-3 เท่า (อิสริยา เลหาดีรานนท์, 2553)

1.2 ลักษณะของเมือง

ลักษณะของเมืองจะมีความแตกต่างกันกับชนบท ทั้งนี้ชูเกียรติ นุราช (2553) อธิบายลักษณะที่สำคัญของเมืองไว้ดังนี้

1.2.1 ด้านการตั้งถิ่นฐาน ประชากรจะมีการรวมตัวกันอยู่ภายในพื้นที่อย่างหนาแน่น จากอัตราส่วนของประชากรเมืองกับพื้นที่เมือง ซึ่งแต่ละเมืองจะมีข้อกำหนดด้านความหนาแน่นของเมืองที่แตกต่างกันไป โดยประเทศไทยกำหนดให้พื้นที่เมืองจะต้องมีความหนาแน่น 5,000 คนต่อพื้นที่เมืองขึ้นไป

1.2.2 ด้านสิ่งปลูกสร้าง ภายในเมืองจะประกอบไปด้วยอาคาร เพื่อเป็นสถานที่ประกอบการทำกิจกรรมด้านการค้า การบริการ และโรงงานอุตสาหกรรม โดยเฉพาะพื้นที่ใจกลางที่จะมีอาคารหรือสิ่งปลูกสร้างขนาดใหญ่ตั้งอยู่อย่างหนาแน่น และจะมีการขยายตัวของอาคารและสิ่งปลูกสร้าง ทั้งในแนวราบและแนวดิ่งตามศักยภาพของพื้นที่ อาทิเช่น อาคารสูง อาคารขนาดใหญ่ และอาคารที่อยู่อาศัย เป็นต้น

1.2.3 ด้านการประกอบอาชีพ ประชากรที่อาศัยอยู่ภายในพื้นที่เมืองจะประกอบอาชีพด้านการค้า การบริการ และอุตสาหกรรม

1.2.4 ด้านสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ จากความหนาแน่นของเมืองและการขยายตัวด้านอาคารและสิ่งปลูกสร้าง จากความต้องการด้านอาคารสำนักงาน เพื่อประกอบธุรกิจและที่พักอาศัย สิ่งแวดล้อมเกิดความเปลี่ยนแปลงไปตามความต้องการด้านการใช้พื้นที่

1.2.5 การขยายตัวด้านวัตถุ จะมีการเปลี่ยนแปลงและขยายตัวอย่างรวดเร็ว ได้แก่ สถานเริงรมย์ และสถานประกอบการ เป็นต้น (ชูเกียรติ นุราช, 2553)

1.3 กายภาพของเมือง

Kevin Lynch (1960) อธิบายถึงองค์ประกอบทางกายภาพของเมืองว่าจะเป็สิ่งทีบ่งบอกให้ทราบถึงลักษณะของเมืองนั้นๆ โดยประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ดังนี้ (Lynch, 1960)

1.3.1 เส้นทาง (Paths) คือ ช่องทางที่สามารถเดินทาง หรือมีศักยภาพในการเคลื่อนย้ายได้ ได้แก่ ถนน ทางเดินเท้า เส้นทางรถขนส่งมวลชนสาธารณะ ทางรถไฟ และคลอง เป็นต้น ยกตัวอย่างเช่น เส้นทางในรูปแบบของถนน ประกอบด้วย ถนนประธานและถนนสายรอง ซึ่งจะขั้วทางของถนนใหญ่ รวมถึงถนนในระดับหมู่บ้าน ที่จะมีขั้วทางของถนนเล็กเชื่อมต่อที่พัคอาศัยเข้าสู่ถนนใหญ่ เป็นต้น ทั้งนี้เส้นทางเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเมือง ที่ใช้ในการเดินทางของผู้คนภายในเมือง

1.3.2 เส้นขอบ (Edges) คือ เส้นขอบของพื้นที่ 2 พื้นที่ เป็นเส้นแบ่งเขตแดน เช่น ขอบเขตอำเภอหรือเขตที่มีลักษณะเป็นตะเข็บ แต่ในบางเขตหรือบางอำเภอจะไม่มีเส้นขอบที่ชัดเจน

1.3.3 ย่าน (Districts) คือ พื้นที่ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ของเมืองที่บ่งบอกถึงลักษณะภายในพื้นที่นั้นๆ เช่น ส่วนที่พัคอาศัยภายในเมือง ซึ่งอาจมีทั้งที่พัคอาศัยในรูปแบบหมู่บ้าน บ้านเดี่ยวและที่พัคอาศัยในรูปแบบอาคารสูงได้ พื้นที่ประกอบกิจกรรมทางเศรษฐกิจ ซึ่งอาจจะประกอบด้วย อาคารพาณิชย์รวม โรงงาน หรืออาคารสูงที่ภายในอาคารจะประกอบด้วยสำนักงานของผู้ประกอบการทางเศรษฐกิจต่างๆ สถานศึกษา ศูนย์กลางของเมือง ใจกลางเมือง และเมืองส่วนบน เป็นต้น ซึ่งจะมีการเรียกพื้นที่ส่วนต่างๆ นี้ว่าย่าน (Districts)

1.3.4 จุดเชื่อมต่อ (Nodes) คือ จุดเชื่อมต่อการเดินทางของเมืองและภายในเมือง จุดเชื่อมจะเป็นจุดที่มีการเปลี่ยนเส้นทางจากรูปแบบหนึ่งไปยังอีกรูปแบบหนึ่ง ที่ผู้เดินทางเข้ามายังเมือง สามารถสังเกตได้ง่าย

1.3.5 จุดสังเกต (Landmarks) คือ สิ่งปลูกสร้างที่เด่นภายในเมือง อาจจะมีทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ สามารถเห็นได้ชัดจากระยะไกลหรือจะสามารถเห็นได้ในระยะใกล้

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าองค์ประกอบทางกายภาพของเมืองนี้เป็นองค์ประกอบของโครงสร้างรูปแบบเมืองที่แต่ละเมืองจะมีความแตกต่างกันไปตามองค์ประกอบของเมืองทั้งทางด้านลักษณะทางกายภาพของเมืองและการประกอบกิจกรรมภายในเมือง เช่น ลักษณะภูมิประเทศ ภูมิอากาศ การตั้งถิ่นฐาน สภาพแวดล้อม ลักษณะของอาคารบ้านเรือน และสิ่งปลูกสร้างลักษณะของสังคมและเศรษฐกิจ ลักษณะการประกอบอาชีพ และกฎหมาย เป็นต้น ทำให้เกิดความเข้าใจถึงบริบททางกายภาพและสภาพแวดล้อมของเมือง

1.4 อาคารสูงภายในพื้นที่เมือง

1.4.1 ความหมายของอาคารสูง

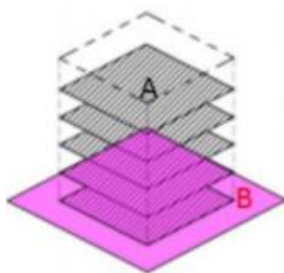
อาคารสูง ตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2543 หมายถึง อาคารที่บุคคลอาจเข้าอยู่หรือเข้าใช้สอยได้ มีความสูงตั้งแต่ยี่สิบสามเมตรขึ้นไป การวัดความสูงของอาคาร ให้วัดจากระดับพื้นดินที่ก่อสร้างถึงพื้นดาดฟ้า สำหรับอาคารทรงจั่วหรือปั้นหยา ให้วัดจากระดับพื้นดินที่ก่อสร้างถึงยอดผนังของชั้นสูงสุด

อัน นิมมานเหมินทร์ (2531) ให้นิยามไว้ว่า อาคารสูง หมายถึง ตึกระฟ้า (Sky scraper) หรือ High rise building ซึ่งมีการอนุโลมให้ ถือว่าอาคารสูงมีความสูงตั้งแต่ 5 ชั้นขึ้นไป สามารถแบ่งตามความสูงได้ 3 ระดับ คือ ขนาดเตี้ย ความสูงประมาณ 5 – 12 ชั้น ขนาดปานกลาง ความสูงประมาณ 20 – 30 ชั้น ขนาดสูง ความสูงประมาณ 40 – 50 ชั้น (ชูขวัญ สายสะอาด, 2537)

ทั้งนี้จากที่กล่าวมาองค์ประกอบทางกายภาพของเมือง ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร โดยเฉพาะในเขตวัฒนา เป็นพื้นที่เมืองที่มีองค์ประกอบทางกายภาพของเมือง ที่มีความหนาแน่นในพื้นที่ เนื่องจากเป็นย่าน (Districts) เศรษฐกิจ การค้าและที่พักอาศัย ที่เป็นย่านศูนย์กลางทางเศรษฐกิจ (Central Business District : CBD) เป็นพื้นที่ที่มีการขนส่งมวลชนระบบราง คือ รถไฟฟ้าบีทีเอสสายสีเขียวอ่อนหรือสุขุมวิท ที่มีสถานีจอดรับส่งผู้โดยสาร 5 สถานี ได้แก่ สถานีอโศก พร้อมพงษ์ ทองหล่อ พระโขนง และอ่อนนุช และมีเส้นทางคมนาคมหลักของถนนหลายสาย ที่เชื่อมโยงแหล่งธุรกิจและพาณิชยกรรมในพื้นที่ ได้แก่ ถนนสุขุมวิท ถนนอโศกมนตรี ถนนทองหล่อ ถนนเอกมัย และถนนปรีดิพนมยงค์ ทำให้เกิดการขยายตัวทางแนวดิ่ง (Vertical Growth) ได้แก่ อาคารชุดเพื่อพักอาศัยและอาคารสำนักงานที่อยู่ในรูปแบบอาคารทั่วไป และอาคารสูง กระจุกตัวหนาแน่นตามแนวรถไฟฟ้า และถนนสายหลักในพื้นที่

1.5 ความหนาแน่นของเมือง

1.5.1 การกำหนดสัดส่วนพื้นที่อาคาร (Floor Area Ratio : FAR) หมายถึง อัตราส่วนของพื้นที่ใช้สอยอาคารสูงสุดที่ได้รับอนุญาตให้ก่อสร้างได้ เทียบกับขนาดของแปลงที่ดินนั้น ตัวอย่างเช่น หากกำหนด FAR = 1 และแปลงที่ดินมีขนาด 100 ตารางเมตร หมายความว่า เจ้าของที่ดินสามารถก่อสร้างอาคารมีขนาดพื้นที่รวมกันไม่เกิน 100 ตารางเมตร หรือไม่เกินหนึ่งเท่าของขนาดแปลงที่ดินนั้น (ธงชัย โรจนกานนท์, 2553) ดังภาพประกอบ 3 อัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดิน (FAR) เท่ากับ A ต่อ B

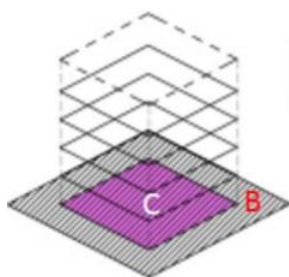


ภาพประกอบ 3 อัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดิน (FAR)

ที่มา: วียดา ทรงกิตติภักดี. (2557). FAR BCR OSR. สืบค้นเมื่อ 6 ธันวาคม 2562, จาก http://office.dpt.go.th/csp/images/stories/PowerPoint/G_plan5/SeminarUrbanNew/FAR_BCR_OS.pdf

การกำหนดอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดิน (FAR) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการควบคุมความหนาแน่น (Density) ของพื้นที่เมืองให้สอดคล้องกับศักยภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ เป็นดัชนีบ่งบอกสิทธิในการพัฒนาที่ดิน และการกำหนดความหนาแน่นของพื้นที่จะช่วยแก้ปัญหาให้กับพื้นที่ที่มีความหนาแน่นมากเกินไป

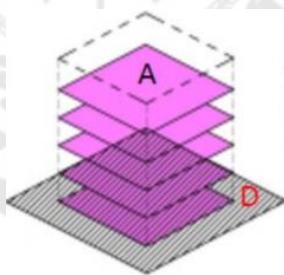
1.5.2 การกำหนดอัตราส่วนพื้นที่คลุมดินต่อแปลงที่ดิน (Building Coverage Ratio : BCR) หมายถึง อัตราส่วนของพื้นที่ดินที่ใช้เป็นที่ตั้งอาคาร ที่ไม่ได้เป็นที่ว่างอันปราศจากสิ่งปกคลุมต่อพื้นที่ดินที่ใช้เป็นที่ตั้งอาคาร โดยข้อบัญญัติกรุงเทพมหานครกำหนดให้มีค่าต่ำกว่า 70% สำหรับอาคารอยู่อาศัย และ 90% สำหรับห้องแถว ตึกแถว อาคารพาณิชย์ โรงงาน อาคารสาธารณะ และอาคารอื่นที่ไม่ได้ใช้เป็นที่อยู่อาศัย ดังภาพประกอบ 4 อัตราส่วนพื้นที่คลุมดินต่อแปลงที่ดิน (BCR) เท่ากับ C ต่อ B



ภาพประกอบ 4 อัตราส่วนพื้นที่คลุมดินต่อแปลงที่ดิน (BCR)

ที่มา: วัยดา ทรงกิตติภักดี. (2557). FAR BCR OSR. สืบค้นเมื่อ 6 ธันวาคม 2562, จาก http://office.dpt.go.th/csp/images/stories/PowerPoint/G_plan5/SeminarUrbanNew/FAR_BCR_OS.pdf

1.5.3 การกำหนดอัตราส่วนของที่ว่างต่อพื้นที่อาคารรวม (Open Space Ratio : OSR) หมายถึง อัตราส่วนของที่ว่างอันปราศจากสิ่งปกคลุมของพื้นที่ดินที่ใช้เป็นที่ตั้งอาคารต่อพื้นที่อาคารรวมทุกชั้นของอาคารทุกหลังที่ก่อสร้างในที่ดินแปลงเดียวกัน ดังภาพประกอบ 5 อัตราส่วนของที่ว่างต่อพื้นที่อาคารรวม (OSR) เท่ากับ D ต่อ A



ภาพประกอบ 5 อัตราส่วนของที่ว่างต่อพื้นที่อาคารรวม (OSR)

ที่มา: วัยดา ทรงกิตติภักดี. (2557). FAR BCR OSR. สืบค้นเมื่อ 6 ธันวาคม 2562, จาก http://office.dpt.go.th/csp/images/stories/PowerPoint/G_plan5/SeminarUrbanNew/FAR_BCR_OS.pdf

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการกำหนดสัดส่วนพื้นที่อาคาร (FAR) การกำหนดอัตราส่วนพื้นที่คลุมดินต่อแปลงที่ดิน (BCR) การกำหนดอัตราส่วนของที่ว่างต่อพื้นที่อาคารรวม (OSR) เป็น

เครื่องมือควบคุมความหนาแน่นต่อตัวอาคารในแต่ละพื้นที่ ระบุศักยภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ในแต่ละพื้นที่ ที่จะเป็นสิ่งควบคุมระยะถอยจากแนวเขตที่ดินทั้งด้านข้างและด้านหลัง ก่อให้เกิดพื้นที่โล่งหรือช่องว่างตลอดแนวเขตที่ดินของขนาดเขตทาง ช่วยให้พื้นที่มีการระบายอากาศ มีสุขอนามัย และป้องกันการลามไฟ ในกรณีของการเกิดไฟไหม้

1.5.4 ความหนาแน่นของพื้นที่ตามการกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ความหนาแน่นของพื้นที่ตามที่ได้จำแนกประเภททำกฎกระทรวงให้บังคับใช้ผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2556 สามารถจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ดังนี้ (กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2556)

1.5.4.1 การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท ย.1 ถึง ย.4 คือ การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อย (สีเหลือง) สามารถจำแนกได้ ดังนี้

การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท ย.1 คือ พื้นที่เพื่อส่งเสริมสภาพแวดล้อมที่อยู่อาศัยบริเวณพื้นที่ชานเมือง

การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท ย.2 คือ พื้นที่เพื่อการรองรับการขยายตัวของที่อยู่อาศัยที่มีสภาพแวดล้อมที่ดี ในบริเวณพื้นที่ชานเมือง

การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท ย.3 คือ พื้นที่เพื่อดำรงรักษาการอยู่อาศัยที่มีสภาพแวดล้อมที่ดี ในบริเวณพื้นที่ชานเมือง

การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท ย.4 คือ พื้นที่เพื่อดำรงรักษาการอยู่อาศัยที่มีสภาพแวดล้อมที่ดี ในบริเวณชานเมืองซึ่งอยู่ในเขตการให้บริการของระบบขนส่งมวลชน

1.5.4.2 การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท ย.5 ถึง ย.7 คือ การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง (สีส้ม) สามารถจำแนกได้ ดังนี้

การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท ย.5 คือ พื้นที่ที่จะรองรับการขยายตัวของที่อยู่อาศัยในบริเวณพื้นที่ต่อเนื่องกับพื้นที่เมืองชั้นใน

การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท ย.6 คือ พื้นที่รองรับการอยู่อาศัยในบริเวณพื้นที่เชื่อมต่อเมืองชั้นใน ชุมชนชานเมือง และพื้นที่เขตอุตสาหกรรม

การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท ย.7 คือ พื้นที่รองรับการอยู่อาศัยในบริเวณพื้นที่ที่เชื่อมต่อกับเมืองชั้นใน ในบริเวณพื้นที่ที่มีการบริการระบบขนส่งมวลชนสาธารณะ

1.5.4.3 การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท ย.8 ถึง ย.10 คือ การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก (สีน้ำตาล) สามารถจำแนกได้ ดังนี้

การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท ย.8 คือ พื้นที่รองรับการอยู่อาศัยในพื้นที่เขตเมืองชั้นใน ที่มีการสนับสนุนให้รักษาทัศนียภาพและสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ

การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท ย.9 คือ พื้นที่รองรับการอยู่อาศัยในบริเวณพื้นที่เมืองชั้นในซึ่งอยู่ในเขตพื้นที่การให้บริการระบบขนส่งมวลชนสาธารณะ

การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท ย.10 คือ พื้นที่รองรับการอยู่อาศัยในบริเวณพื้นที่เมืองชั้นในต่อเนื่องกับย่านพาณิชยกรรมศูนย์กลางเมืองและเขตพื้นที่การให้บริการระบบขนส่งมวลชนสาธารณะ

1.5.4.4 การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท พ.1 ถึง พ.5 คือ การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพาณิชยกรรม (สีแดง) สามารถจำแนกได้ ดังนี้

การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท พ.1 คือ ศูนย์พาณิชยกรรมของชุมชน กระจายกิจกรรมการค้า และการบริการที่อำนวยความสะดวกต่อการดำรงชีวิตประจำวันของประชาชนที่อยู่อาศัยในบริเวณชานเมือง

การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท พ.2 คือ ศูนย์ชุมชนชานเมือง ส่งเสริมความเป็นศูนย์กลางทางธุรกิจ การค้า การบริการ และนันทนาการที่จะก่อให้เกิดความสมดุลระหว่างที่อยู่อาศัยและแหล่งงานของประชาชนที่อยู่อาศัยบริเวณชานเมือง

การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท พ.3 คือ พื้นที่พาณิชยกรรมของเมือง ที่รองรับการดำเนินการทางด้านธุรกิจ การค้า การบริการ และนันทนาการแก่ประชาชนที่อาศัยอยู่โดยทั่วไป

การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท พ.4 คือ พื้นที่พาณิชยกรรมรอง ที่สนับสนุนการเป็นศูนย์กลางทางด้านธุรกิจ การค้า การบริการ และนันทนาการ ในบริเวณพื้นที่โดยรอบเขตการให้บริการของระบบขนส่งมวลชน

การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท พ.5 คือ ศูนย์พาณิชยกรรมหลัก ส่งเสริมความเป็นศูนย์กลางทางธุรกิจ การค้า การบริการ นันทนาการ และการท่องเที่ยวในระดับภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

1.5.4.5 การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท อ.1 ถึง อ.2 คือ การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอุตสาหกรรม (สีม่วง) สามารถจำแนกได้ ดังนี้

การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท อ.1 คือ พื้นที่เขตการบริหารและจัดการด้านสิ่งแวดล้อม สำหรับการประกอบกิจกรรมประเภทอุตสาหกรรมการผลิตที่มีมลพิษน้อย

การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท อ.2 คือ พื้นที่เขตการบริหารและจัดการด้านสิ่งแวดล้อมสำหรับการประกอบกิจกรรมประเภทอุตสาหกรรมการผลิต

1.5.4.6 การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท อ.3 คือ การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท คลังสินค้า (สีม่วงมะพร้าว) มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นคลังสินค้าสำหรับการขนส่งในระดับภูมิภาค เอเซียตะวันออกเฉียงใต้

1.5.4.7 การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท ก.1 ถึง ก.3 คือ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ประเภทอนุรักษ์ชนบทและเกษตรกรรม (สีเขียวมีกรอบและเส้นทแยงสีเขียว) สามารถจำแนกได้ ดังนี้

การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท ก.1 คือ พื้นที่เพื่อการอนุรักษ์สภาพแวดล้อม ทางธรรมชาติในพื้นที่ชนบทและเกษตรกรรม บริเวณพื้นที่ที่มีข้อจำกัด ด้านการระบายน้ำและ มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัย

การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท ก.2 คือ พื้นที่เพื่อการสงวนรักษาสภาพแวดล้อม ทางธรรมชาติในพื้นที่ชนบทและเกษตรกรรม

การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท ก.3 คือ พื้นที่เพื่อการสงวนรักษาสภาพทาง ธรรมชาติของพื้นที่ชนบทและเกษตรกรรม และการส่งเสริมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเค็มและน้ำกร่อย บริเวณชายฝั่งทะเล

1.5.4.8 การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท ก.4 ถึง ก.5 คือ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ประเภทชนบทและเกษตรกรรม (สีเขียว) สามารถจำแนกได้ ดังนี้

การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท ก.4 คือ พื้นที่เพื่อเกษตรกรรม การสงวนรักษา สภาพทางธรรมชาติ และการส่งเสริมเศรษฐกิจการเกษตร

การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท ก.5 คือ พื้นที่เพื่อเป็นชุมชนและศูนย์กลาง การให้บริการทางสังคมและการส่งเสริมเศรษฐกิจชุมชนในพื้นที่ชนบทและเกษตรกรรม

1.5.4.9 การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท ศ.1 ถึง ศ.2 คือ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ประเภทอนุรักษ์เพื่อส่งเสริมเอกลักษณ์ศิลปวัฒนธรรมไทย (สีน้ำตาลอ่อน) สามารถจำแนกได้ ดังนี้

การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท ศ.1 คือ พื้นที่เพื่อการอนุรักษ์และส่งเสริม เอกลักษณ์ศิลปวัฒนธรรมของชาติ และส่งเสริมกิจกรรมทางเศรษฐกิจด้านการท่องเที่ยว

การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท ศ.2 คือ พื้นที่เพื่อการอนุรักษ์และส่งเสริม เอกลักษณ์ศิลปวัฒนธรรมของชาติ และส่งเสริมกิจกรรมด้านพาณิชยกรรม การบริการ และการท่องเที่ยวในเขตอนุรักษ์ศิลปวัฒนธรรม

1.5.4.10 การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท ส. คือ การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท สถาบันราชการ การสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ (สีน้ำเงิน) มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นสถาบัน

ราชการและการดำเนินกิจการของรัฐที่เกี่ยวกับการสาธารณูปโภค สาธารณูปการหรือ
สาธารณประโยชน์ รายละเอียดการแสดงสัญลักษณ์การใช้ประโยชน์ที่ดิน ดังภาพประกอบ 6

สรุปข้อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินตามกฎหมายกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2556

การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท	ก1	ก2	ก3	ก4	ก5	ก6	ก7	ก8	ก9	ก10	ก11	ก12	ก13	ก14	ก15	ก16	ก17	ก18	ก19	ก20	ก21	ก22	ก23	ก24	ก25	ก26	ก27	ก28	ก29	ก30	ก31	ก32	ก33	ก34	ก35	ก36	ก37	ก38	ก39	ก40	ก41	ก42	ก43	ก44	ก45	ก46	ก47	ก48	ก49	ก50	ก51	ก52	ก53	ก54	ก55	ก56	ก57	ก58	ก59	ก60	ก61	ก62	ก63	ก64	ก65	ก66	ก67	ก68	ก69	ก70	ก71	ก72	ก73	ก74	ก75	ก76	ก77	ก78	ก79	ก80	ก81	ก82	ก83	ก84	ก85	ก86	ก87	ก88	ก89	ก90	ก91	ก92	ก93	ก94	ก95	ก96	ก97	ก98	ก99	ก100	ก101	ก102	ก103	ก104	ก105	ก106	ก107	ก108	ก109	ก110	ก111	ก112	ก113	ก114	ก115	ก116	ก117	ก118	ก119	ก120	ก121	ก122	ก123	ก124	ก125	ก126	ก127	ก128	ก129	ก130	ก131	ก132	ก133	ก134	ก135	ก136	ก137	ก138	ก139	ก140	ก141	ก142	ก143	ก144	ก145	ก146	ก147	ก148	ก149	ก150	ก151	ก152	ก153	ก154	ก155	ก156	ก157	ก158	ก159	ก160	ก161	ก162	ก163	ก164	ก165	ก166	ก167	ก168	ก169	ก170	ก171	ก172	ก173	ก174	ก175	ก176	ก177	ก178	ก179	ก180	ก181	ก182	ก183	ก184	ก185	ก186	ก187	ก188	ก189	ก190	ก191	ก192	ก193	ก194	ก195	ก196	ก197	ก198	ก199	ก200	ก201	ก202	ก203	ก204	ก205	ก206	ก207	ก208	ก209	ก210	ก211	ก212	ก213	ก214	ก215	ก216	ก217	ก218	ก219	ก220	ก221	ก222	ก223	ก224	ก225	ก226	ก227	ก228	ก229	ก230	ก231	ก232	ก233	ก234	ก235	ก236	ก237	ก238	ก239	ก240	ก241	ก242	ก243	ก244	ก245	ก246	ก247	ก248	ก249	ก250	ก251	ก252	ก253	ก254	ก255	ก256	ก257	ก258	ก259	ก260	ก261	ก262	ก263	ก264	ก265	ก266	ก267	ก268	ก269	ก270	ก271	ก272	ก273	ก274	ก275	ก276	ก277	ก278	ก279	ก280	ก281	ก282	ก283	ก284	ก285	ก286	ก287	ก288	ก289	ก290	ก291	ก292	ก293	ก294	ก295	ก296	ก297	ก298	ก299	ก300	ก301	ก302	ก303	ก304	ก305	ก306	ก307	ก308	ก309	ก310	ก311	ก312	ก313	ก314	ก315	ก316	ก317	ก318	ก319	ก320	ก321	ก322	ก323	ก324	ก325	ก326	ก327	ก328	ก329	ก330	ก331	ก332	ก333	ก334	ก335	ก336	ก337	ก338	ก339	ก340	ก341	ก342	ก343	ก344	ก345	ก346	ก347	ก348	ก349	ก350	ก351	ก352	ก353	ก354	ก355	ก356	ก357	ก358	ก359	ก360	ก361	ก362	ก363	ก364	ก365	ก366	ก367	ก368	ก369	ก370	ก371	ก372	ก373	ก374	ก375	ก376	ก377	ก378	ก379	ก380	ก381	ก382	ก383	ก384	ก385	ก386	ก387	ก388	ก389	ก390	ก391	ก392	ก393	ก394	ก395	ก396	ก397	ก398	ก399	ก400	ก401	ก402	ก403	ก404	ก405	ก406	ก407	ก408	ก409	ก410	ก411	ก412	ก413	ก414	ก415	ก416	ก417	ก418	ก419	ก420	ก421	ก422	ก423	ก424	ก425	ก426	ก427	ก428	ก429	ก430	ก431	ก432	ก433	ก434	ก435	ก436	ก437	ก438	ก439	ก440	ก441	ก442	ก443	ก444	ก445	ก446	ก447	ก448	ก449	ก450	ก451	ก452	ก453	ก454	ก455	ก456	ก457	ก458	ก459	ก460	ก461	ก462	ก463	ก464	ก465	ก466	ก467	ก468	ก469	ก470	ก471	ก472	ก473	ก474	ก475	ก476	ก477	ก478	ก479	ก480	ก481	ก482	ก483	ก484	ก485	ก486	ก487	ก488	ก489	ก490	ก491	ก492	ก493	ก494	ก495	ก496	ก497	ก498	ก499	ก500	ก501	ก502	ก503	ก504	ก505	ก506	ก507	ก508	ก509	ก510	ก511	ก512	ก513	ก514	ก515	ก516	ก517	ก518	ก519	ก520	ก521	ก522	ก523	ก524	ก525	ก526	ก527	ก528	ก529	ก530	ก531	ก532	ก533	ก534	ก535	ก536	ก537	ก538	ก539	ก540	ก541	ก542	ก543	ก544	ก545	ก546	ก547	ก548	ก549	ก550	ก551	ก552	ก553	ก554	ก555	ก556	ก557	ก558	ก559	ก560	ก561	ก562	ก563	ก564	ก565	ก566	ก567	ก568	ก569	ก570	ก571	ก572	ก573	ก574	ก575	ก576	ก577	ก578	ก579	ก580	ก581	ก582	ก583	ก584	ก585	ก586	ก587	ก588	ก589	ก590	ก591	ก592	ก593	ก594	ก595	ก596	ก597	ก598	ก599	ก600	ก601	ก602	ก603	ก604	ก605	ก606	ก607	ก608	ก609	ก610	ก611	ก612	ก613	ก614	ก615	ก616	ก617	ก618	ก619	ก620	ก621	ก622	ก623	ก624	ก625	ก626	ก627	ก628	ก629	ก630	ก631	ก632	ก633	ก634	ก635	ก636	ก637	ก638	ก639	ก640	ก641	ก642	ก643	ก644	ก645	ก646	ก647	ก648	ก649	ก650	ก651	ก652	ก653	ก654	ก655	ก656	ก657	ก658	ก659	ก660	ก661	ก662	ก663	ก664	ก665	ก666	ก667	ก668	ก669	ก670	ก671	ก672	ก673	ก674	ก675	ก676	ก677	ก678	ก679	ก680	ก681	ก682	ก683	ก684	ก685	ก686	ก687	ก688	ก689	ก690	ก691	ก692	ก693	ก694	ก695	ก696	ก697	ก698	ก699	ก700	ก701	ก702	ก703	ก704	ก705	ก706	ก707	ก708	ก709	ก710	ก711	ก712	ก713	ก714	ก715	ก716	ก717	ก718	ก719	ก720	ก721	ก722	ก723	ก724	ก725	ก726	ก727	ก728	ก729	ก730	ก731	ก732	ก733	ก734	ก735	ก736	ก737	ก738	ก739	ก740	ก741	ก742	ก743	ก744	ก745	ก746	ก747	ก748	ก749	ก750	ก751	ก752	ก753	ก754	ก755	ก756	ก757	ก758	ก759	ก760	ก761	ก762	ก763	ก764	ก765	ก766	ก767	ก768	ก769	ก770	ก771	ก772	ก773	ก774	ก775	ก776	ก777	ก778	ก779	ก780	ก781	ก782	ก783	ก784	ก785	ก786	ก787	ก788	ก789	ก790	ก791	ก792	ก793	ก794	ก795	ก796	ก797	ก798	ก799	ก800	ก801	ก802	ก803	ก804	ก805	ก806	ก807	ก808	ก809	ก810	ก811	ก812	ก813	ก814	ก815	ก816	ก817	ก818	ก819	ก820	ก821	ก822	ก823	ก824	ก825	ก826	ก827	ก828	ก829	ก830	ก831	ก832	ก833	ก834	ก835	ก836	ก837	ก838	ก839	ก840	ก841	ก842	ก843	ก844	ก845	ก846	ก847	ก848	ก849	ก850	ก851	ก852	ก853	ก854	ก855	ก856	ก857	ก858	ก859	ก860	ก861	ก862	ก863	ก864	ก865	ก866	ก867	ก868	ก869	ก870	ก871	ก872	ก873	ก874	ก875	ก876	ก877	ก878	ก879	ก880	ก881	ก882	ก883	ก884	ก885	ก886	ก887	ก888	ก889	ก890	ก891	ก892	ก893	ก894	ก895	ก896	ก897	ก898	ก899	ก900	ก901	ก902	ก903	ก904	ก905	ก906	ก907	ก908	ก909	ก910	ก911	ก912	ก913	ก914	ก915	ก916	ก917	ก918	ก919	ก920	ก921	ก922	ก923	ก924	ก925	ก926	ก927	ก928	ก929	ก930	ก931	ก932	ก933	ก934	ก935	ก936	ก937	ก938	ก939	ก940	ก941	ก942	ก943	ก944	ก945	ก946	ก947	ก948	ก949	ก950	ก951	ก952	ก953	ก954	ก955	ก956	ก957	ก958	ก959	ก960	ก961	ก962	ก963	ก964	ก965	ก966	ก967	ก968	ก969	ก970	ก971	ก972	ก973	ก974	ก975	ก976	ก977	ก978	ก979	ก980	ก981	ก982	ก983	ก984	ก985	ก986	ก987	ก988	ก989	ก990	ก991	ก992	ก993	ก994	ก995	ก996	ก997	ก998	ก999	ก1000	ก1001	ก1002	ก1003	ก1004	ก1005	ก1006	ก1007	ก1008	ก1009	ก1010	ก1011	ก1012	ก1013	ก1014	ก1015	ก1016	ก1017	ก1018	ก1019	ก1020	ก1021	ก1022	ก1023	ก1024	ก1025	ก1026	ก1027	ก1028	ก1029	ก1030	ก1031	ก1032	ก1033	ก1034	ก1035	ก1036	ก1037	ก1038	ก1039	ก1040	ก1041	ก1042	ก1043	ก1044	ก1045	ก1046	ก1047	ก1048	ก1049	ก1050	ก1051	ก1052	ก1053	ก1054	ก1055	ก1056	ก1057	ก1058	ก1059	ก1060	ก1061	ก1062	ก1063	ก1064	ก1065	ก1066	ก1067	ก1068	ก1069	ก1070	ก1071	ก1072	ก1073	ก1074	ก1075	ก1076	ก1077	ก1078	ก1079	ก1080	ก1081	ก1082	ก1083	ก1084	ก1085	ก1086	ก1087	ก1088	ก1089	ก1090	ก1091	ก1092	ก1093	ก1094	ก1095	ก1096	ก1097	ก1098	ก1099	ก1100	ก1101	ก1102	ก1103	ก1104	ก1105	ก1106	ก1107	ก1108	ก1109	ก1110	ก1111	ก1112	ก1113	ก1114	ก1115	ก1116	ก1117	ก1118	ก1119	ก1120	ก1121	ก1122	ก1123	ก1124	ก1125	ก1126	ก1127	ก1128	ก1129	ก1130	ก1131	ก1132	ก1133	ก1134	ก1135	ก1136	ก1137	ก1138	ก1139	ก1140	ก1141	ก1142	ก1143	ก1144	ก1145	ก1146	ก1147	ก1148	ก1149	ก1150	ก1151	ก1152	ก1153	ก1154	ก1155	ก1156	ก1157	ก1158	ก1159	ก1160	ก1161	ก1162	ก1163	ก1164	ก1165	ก1166	ก1167	ก1168	ก1169	ก1170	ก1171	ก1172	ก1173	ก1174	ก1175	ก1176	ก1177	ก1178	ก1179	ก1180	ก1181	ก1182	ก1183	ก1184	ก1185	ก1186	ก1187	ก1188	ก1189	ก1190	ก1191	ก1192	ก1193	ก1194	ก1195	ก1196	ก1197	ก1198	ก1199	ก1200	ก1201	ก1202	ก1203	ก1204	ก1205	ก1206	ก1207	ก1208	ก1209	ก1210	ก1211	ก1212	ก1213	ก1214	ก1215	ก1216	ก1217	ก1218	ก1219	ก1220	ก1221	ก1222	ก1223	ก1224	ก1225	ก1226	ก1227	ก1228	ก1229	ก1230	ก1231	ก1232	ก1233	ก1234	ก1235	ก1236	ก1237	ก1238	ก1239	ก1240	ก1241	ก1242	ก1243	ก1244	ก1245	ก1246	ก1247	ก1248	ก1249	ก1250	ก1251	ก1252	ก1253	ก1254	ก1255	ก1256	ก1257	ก1258	ก1259	ก1260	ก1261	ก1262	ก1263	ก1264	ก1265	ก1266	ก1267	ก1268	ก1269	ก1270	ก1271	ก1272	ก1273	ก1274	ก1275	ก1276	ก1277	ก1278	ก1279	ก1280	ก1281	ก1282	ก1283	ก1284	ก1285	ก1286	ก1287	ก1288	ก1289	ก1290	ก1291	ก1292	ก1293	ก1294	ก1295	ก1296	ก1297	ก1298	ก1299	ก1300	ก1301	ก1302	ก1303	ก1304	ก1305	ก1306	ก1307	ก1308	ก1309	ก1310	ก1311	ก1312	ก1313	ก1314	ก1315	ก1316	ก1317	ก1318	ก1319	ก1320	ก1321	ก1322	ก1323	ก1324	ก1325	ก1326	ก1327	ก1328	ก132
----------------------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------

1.5.5 ความหนาแน่นของพื้นที่ตามการกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ศึกษา เขตวัฒนา

การกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินตามที่ได้จำแนกประเภททำกฎกระทรวงให้บังคับผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ.2556 กำหนดให้พื้นที่เขตวัฒนา เป็นพื้นที่ที่ประกอบไปด้วยที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก ที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง ที่ดินประเภทพาณิชยกรรม และที่ดินประเภทสถาบันราชการ การสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ โดยมีที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก เป็นพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินมากที่สุดในเขตวัฒนา เป็นพื้นที่อยู่อาศัยในบริเวณพื้นที่เขตเมืองชั้นใน ที่ต่อเนื่องกับย่านพาณิชยกรรมศูนย์กลางเมือง และเขตการให้บริการของระบบขนส่งมวลชน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1.5.5.1 ที่ดินประเภท ย.7 กำหนดไว้เป็นสีส้ม เป็นที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง มีวัตถุประสงค์เพื่อรองรับการอยู่อาศัยในบริเวณพื้นที่ต่อเนื่องกับเขตเมืองชั้นใน ซึ่งอยู่ในเขตการให้บริการของระบบขนส่งมวลชน จำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทนี้ให้เป็นไป ดังต่อไปนี้

มีอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดินไม่เกิน 5 : 1 (แม้ว่าใช้ประโยชน์แล้วก็ตาม และมีการแบ่งแยกหรือโอนแล้วก็ตาม)

มีอัตราส่วนของที่ว่างต่อพื้นที่อาคารรวมไม่น้อยกว่าร้อยละ 6 แต่อัตราส่วนของที่ว่างต้องไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำของที่ว่างอันปราศจากสิ่งปกคลุมตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร และให้มีพื้นที่น้ำซึมผ่านได้เพื่อปลูกต้นไม้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ว่าง

1.5.5.2 ที่ดินประเภท ย.9 กำหนดไว้เป็นสีน้ำตาล เป็นที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก มีวัตถุประสงค์เพื่อรองรับการอยู่อาศัยในบริเวณพื้นที่เขตเมืองชั้นใน อยู่ในเขตการให้บริการของระบบขนส่งมวลชน มีการใช้ประโยชน์ที่ดิน ดังต่อไปนี้

มีอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดินไม่เกิน 7 : 1 (แม้ว่าใช้ประโยชน์แล้วก็ตาม และมีการแบ่งแยกหรือโอนแล้วก็ตาม)

มีอัตราส่วนของที่ว่างต่อพื้นที่อาคารรวมไม่น้อยกว่าร้อยละ 4.5 แต่อัตราส่วนของที่ว่างต้องไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำของที่ว่างอันปราศจากสิ่งปกคลุมตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร และให้มีพื้นที่น้ำซึมผ่านได้เพื่อปลูกต้นไม้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ว่าง

1.5.5.3 ที่ดินประเภท ย.10 กำหนดไว้เป็นสีน้ำตาล มีวัตถุประสงค์เพื่อรองรับการอยู่อาศัยในบริเวณพื้นที่เขตเมืองชั้นในที่ต่อเนื่อง กับย่านพาณิชยกรรมศูนย์กลางเมือง และเขตการให้บริการของระบบขนส่งมวลชน การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทนี้ให้เป็นไป ดังต่อไปนี้

มีอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดินไม่เกิน 8 : 1 (แม้ว่าใช้ประโยชน์แล้วก็ตาม) และมีการแบ่งแยกหรือโอนแล้วก็ตาม)

มีอัตราส่วนของที่ว่างต่อพื้นที่อาคารรวมไม่น้อยกว่าร้อยละ 4 แต่อัตราส่วนของที่ว่างต้องไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำของที่ว่างอันปราศจากสิ่งปกคลุมตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร และให้มีพื้นที่น้ำซึมผ่านได้เพื่อปลูกต้นไม้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ว่าง

1.5.5.4 ที่ดินประเภท พ.3 กำหนดไว้เป็นสีแดง เป็นที่ดินประเภทพาณิชยกรรม มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ใช้ประโยชน์เป็นศูนย์พาณิชยกรรมของเมือง รองรับการประชุมทางธุรกิจ การค้า การบริการ และนันทนาการที่ให้บริการแก่ประชาชนโดยทั่วไป การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทนี้ที่ไม่ใช่เพื่อการอยู่อาศัยประเภทบ้านเดี่ยวและบ้านแฝดให้เป็นไป ดังต่อไปนี้

มีอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดินไม่เกิน 7 : 1 (แม้ว่าใช้ประโยชน์แล้วก็ตาม) และมีการแบ่งแยกหรือโอนแล้วก็ตาม)

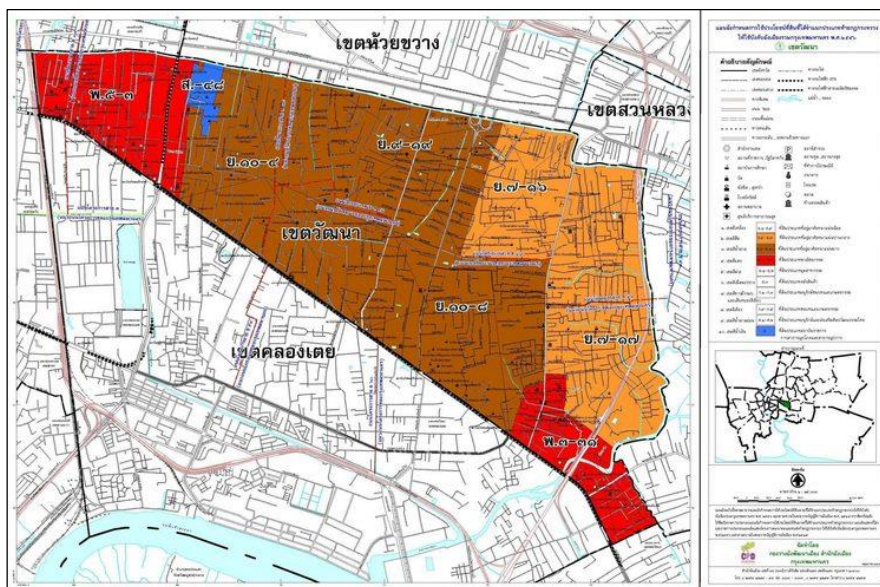
มีอัตราส่วนของที่ว่างต่อพื้นที่อาคารรวมไม่น้อยกว่า ร้อยละ 4.5 แต่อัตราส่วนของที่ว่างต้องไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำของที่ว่างอันปราศจากสิ่งปกคลุมตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร และให้มีพื้นที่น้ำซึมผ่านได้เพื่อปลูกต้นไม้ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ว่าง

1.5.5.5 ที่ดินประเภท พ.5 กำหนดไว้เป็นสีแดง เป็นที่ดินประเภทพาณิชยกรรม มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ใช้ประโยชน์เป็นศูนย์พาณิชยกรรมหลัก ส่งเสริมความเป็นศูนย์กลางทางธุรกิจ การค้า การบริการ นันทนาการ และการท่องเที่ยวในระดับภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทนี้ให้เป็นไป ดังต่อไปนี้

มีอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดินไม่เกิน 10 : 1 แม้จะใช้ประโยชน์แล้วก็ตาม (แม้ว่าใช้ประโยชน์แล้วก็ตาม และมีการแบ่งแยกหรือโอนแล้วก็ตาม)

มีอัตราส่วนของที่ว่างต่อพื้นที่อาคารรวมไม่น้อยกว่าร้อยละ 3 แต่อัตราส่วนของที่ว่างต้องไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำของที่ว่างอันปราศจากสิ่งปกคลุมตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร และให้มีพื้นที่น้ำซึมผ่านได้เพื่อปลูกต้นไม้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ว่าง

1.5.5.6 ที่ดินประเภท ส. ที่กำหนดไว้เป็นสีน้ำเงิน ให้เป็นที่ดินประเภทสถาบันราชการ การสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นสถาบันราชการและการดำเนินกิจการของรัฐที่เกี่ยวกับการสาธารณูปโภค สาธารณูปการ หรือสาธารณประโยชน์ดังกล่าวประกอบ 7 (สำนักการวางผังและพัฒนาเมือง กรุงเทพมหานคร, 2556)



ภาพประกอบ 7 แผนผังกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินตามที่ได้จำแนกประเภทของกรมโยธาธิการ
และผังเมือง เขตวัฒนา

ที่มา: กรมโยธาธิการและผังเมือง. (2556). แผนผังกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ได้
จำแนกประเภททำกฎกระทรวง ให้ใช้บังคับผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2556. สืบค้นเมื่อ
10 พฤศจิกายน 2562, จาก http://cpd.bangkok.go.th:90/web2/DISTRICT_CPD/1039.pdf

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับลม และการไหลเวียนของลมในชั้นบรรยากาศบริเวณพื้นที่เมือง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับลมและพลศาสตร์ของลม

2.1.1 ความหมายของลม

ลม (Wind) คือ สิ่งที่เกิดจากความกดอากาศ แรงคอริโอลิส (Coriolis) และแรง
เสียดทานรวมกัน ความกดอากาศนี้เกิดขึ้นจากเขตความกดอากาศสูงและต่ำ

ลม (Wind) คือ อากาศหรือกระแสของอากาศที่มีการเคลื่อนที่ในแนวราบ ที่เกิดจาก
การแทนที่ของอากาศ ในบริเวณที่มีอุณหภูมิสูง อากาศจะเกิดการลอยตัวสูงขึ้น และอากาศ
ในบริเวณพื้นที่ใกล้เคียงที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจะเข้ามาแทนที่ จากความแตกต่างกันของอุณหภูมิและ
ความกดอากาศ เกิดการไหลเวียนหรือการเคลื่อนที่ของอากาศ มวลอากาศที่เคลื่อนที่นี้ เรียกว่าลม
แต่ถ้ามีการเคลื่อนที่ทางแนวดิ่งจะเรียกว่ากระแสอากาศ

ความเร็วลม คือ อัตราการเคลื่อนที่ของลมที่ทำให้เกิดแรงลมหรือความกด ที่ผ่านจุด
ที่กำหนดให้บนพื้นผิวโลก มีค่าไม่คงที่ (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2562)

2.1.2 ประเภทของลม

2.1.2.1 ลมชั้นบน

ลมอีโอสโทรฟิก (Geostrophic Wind) คือ ลมที่เกิดจากแรง 2 แรง ได้แก่ แรงความชันของความกดอากาศ (Pressure Gradient Force) และแรงคอริโอลิส (Coriolis Force) กระทำต่อกัน ลมนี้เป็นลมชั้นบนอยู่สูงจากพื้นดินตั้งแต่ 1 กิโลเมตรขึ้นไป เป็นชั้นที่ไม่มีแรงเสียดทาน และอยู่พ้นจากอิทธิพลของสิ่งกีดขวางธรรมชาติบนพื้นโลก โดยเกิดที่ละติจูดประมาณ 10 หรือ 15 เหนือศูนย์สูตร

ลมเกรเดียนต์ (Gradient Wind) คือ ลมที่เกิดจากแรง 3 แรง ได้แก่ แรงความชันความกดอากาศ (Pressure Gradient Force) ในแนวนอน แรงคอริโอลิส (Coriolis Force) และแรงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Force) กระทำต่อกันและมีความสมดุลกัน

2.1.3 ลมผิวพื้น (Surface Wind)

ลมผิวพื้น (Surface Wind) คือ ลมที่เกิดขึ้นบริเวณพื้นผิวโลก ในระดับความสูงไม่เกิน 1 กิโลเมตรเหนือพื้นดิน เป็นบริเวณที่มีแรงฝืดหรือแรงเสียดทานจากลมผิวพื้นปะทะกับสิ่งกีดขวางบนพื้นโลกที่มีลักษณะพื้นผิวที่แตกต่างกัน โดยความเร็วของลมจะขึ้นอยู่กับระดับความสูง และความหยาบของพื้นผิว เมื่อลมเกิดการปะทะกับพื้นผิว ซึ่งในระดับความสูงที่ต่ำกว่า 10 เมตร จะมีความฝืดที่ทำให้ความเร็วของลมลดลง แต่ถ้าความสูงมากกว่า 10 เมตรขึ้นไป แรงฝืดหรือแรงเสียดทานจะลดลง ความเร็วลมจะสูงขึ้น (ศูนย์อุตุนิยมวิทยาทะเล กรมอุตุนิยมวิทยา, 2547)

2.1.4 ลักษณะของลมตามธรรมชาติเมื่อเคลื่อนที่ผ่านโครงสร้าง

ลมตามธรรมชาติจะมีการเคลื่อนที่มาปะทะหรือกระทำกับโครงสร้างต่างๆ ในพื้นที่นั้นๆ โดยมีองค์ประกอบสำคัญในการกระทำ 2 องค์ประกอบ คือ ความเร็วลมเฉลี่ย (Mean Wind Speed) และความเร็วลมที่แปรปรวน (Turbulent Wind Speed) ดังสมการ

$$U(z, t) = \bar{U}(z) + u(z, t)$$

โดยที่ $U(z, t)$ คือ ความเร็วลม ณ เวลา t ที่ระดับความสูง z

$\bar{U}(z)$ คือ ความเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับความสูง z

$u(z, t)$ คือ ความเร็วลมแปรปรวน

การเปลี่ยนแปลงของความเร็วลมเฉลี่ย (Mean Wind Speed Profile)

เมื่อลมตามธรรมชาติเคลื่อนที่มาปะทะหรือกระทำกับพื้นผิวโลกหรือโครงสร้างต่างๆ จึงก่อให้เกิดความเสียดทาน หรือแรงต้านที่แตกต่างกันไปตามความขรุขระของพื้นผิว (Surface roughness) นั้นๆ ซึ่งบริเวณชั้นบรรยากาศนั้นจะเรียกว่า Atmospheric Boundary layer โดยความเร็วลมในชั้นบรรยากาศนี้จะมีความเร็วลมที่เพิ่มขึ้นตามระดับความสูง โดยความเร็วลมที่ชั้นบนสุด เรียกว่า Gradient Wind Speed แต่ทั้งนี้ระดับความเร็วลมที่เพิ่มขึ้นตามความสูง ก็จะมีความสัมพันธ์กับความขรุขระของพื้นผิว (Surface roughness) และลักษณะภูมิประเทศในพื้นที่นั้นๆ ที่จะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ดังสมการต่อไปนี้

The Logarithmic Law

$$U_H = U_{met} \left(\frac{\delta_{met}}{H_{met}} \right)^a \left(\frac{H}{\delta} \right)^a$$

โดยที่	U_H	คือ ค่าความเร็วลมในระดับที่ต้องการ
	U_{met}	คือ ความเร็วลมในระดับอ้างอิง
	H	คือ ระดับความสูงที่ต้องการ
	H_{met}	คือ ระดับความสูงอ้างอิง (10 เมตร)
	δ	คือ ความหนาของชั้นบรรยากาศที่ต้องการ
	δ_{met}	คือ ความหนาของชั้นบรรยากาศที่อ้างอิง
	a	คือ ดัชนีความเสียดทานผิวที่ต้องการ
	a_{met}	คือ ดัชนีความเสียดทานผิวอ้างอิง

2.1.5 การไหลเวียนของลมในชั้นบรรยากาศบริเวณพื้นที่เมือง

การไหลเวียนของลม (Wind flow) หมายถึง การเคลื่อนที่ของลม อากาศ หรือบรรยากาศภายในพื้นที่ ก่อให้เกิดการระบายอากาศ

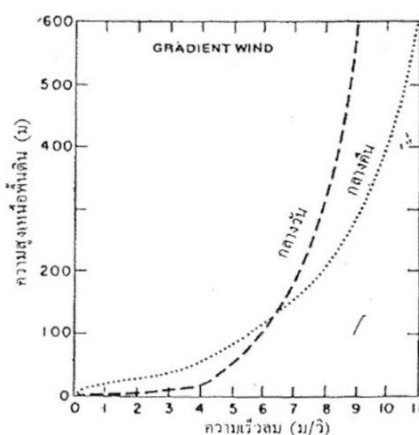
มนุษย์อาศัยอยู่ในชั้นโทรโพสเฟียร์ (Troposphere) มีระดับความสูงตั้งแต่ 0 - 12 กิโลเมตรจากพื้นผิวโลก เป็นชั้นบรรยากาศที่มีไอน้ำมหาศาล ก่อให้เกิดเมฆ หมอก พายุ และฝน รวมถึงพื้นผิวโลกก็เป็นอีกปัจจัยที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อชั้นบรรยากาศ จึงทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ และเกิดฤดูกาล โดยชั้นบรรยากาศที่อยู่ในชั้นโทรโพสเฟียร์ (Troposphere) ที่อยู่ติดพื้นผิวโลกมากที่สุดคือชั้น Atmospheric Boundary Layer หรือ Planetary Boundary Layer

ที่สามารถแบ่งชั้นบรรยากาศได้อีกหลายชั้น โดยชั้นบรรยากาศนี้เป็นชั้นบรรยากาศที่ระดับพื้นผิว และสูงขึ้นไปถึง 1 - 2 กิโลเมตร ซึ่งเป็นชั้นบรรยากาศที่ปรากฏกระบวนการการเคลื่อนที่หรือการถ่ายเทของมวลอากาศ ได้รับอิทธิพลจากพื้นผิวโลกมากที่สุด แต่มีความแตกต่างกันไปตามลักษณะของพื้นผิวหรือที่เรียกว่า ความขรุขระของพื้นผิว กล่าวคือ ความหยาบหรือความฝืดของพื้นผิวตามลักษณะภูมิประเทศแบบต่างๆ เมื่อมีลมเข้ามาปะทะ อาจทำให้ความเร็วลมลดลงหรือเพิ่มขึ้นได้ เช่น ภูเขา แหล่งน้ำ พืช และสิ่งปลูกสร้างที่มนุษย์สร้างขึ้น เป็นต้น ยกตัวอย่างเช่น ในพื้นที่ขนาดเดียวกัน พื้นที่ที่มีทะเลสาบจะมีการระเหยของน้ำมากกว่าทุ่งหญ้า และดินที่แห้งแล้งสามารถดูดซับรังสีจากดวงอาทิตย์มากกว่าพื้นที่ที่มีหิมะปกคลุม เป็นต้น สามารถแบ่งชั้นบรรยากาศภายในชั้นโทรโพสเฟียร์ (Troposphere) ได้ดังนี้

Surface Layer เป็นชั้นที่อยู่ในระดับความสูงจากพื้นดินขึ้นมาจนถึงระดับความสูง 100 เมตร ที่ระดับความสูงจากพื้นดินขึ้นมาจนถึงระดับความสูง 10 เมตร จะได้รับผลกระทบจากความขรุขระของพื้นผิวเมืองมากที่สุดจากการมีสิ่งกีดขวางในพื้นที่ ได้แก่ ต้นไม้ อาคาร บ้าน สิ่งปลูกสร้างต่างๆ ในพื้นที่ ส่งผลกระทบต่อการเคลื่อนที่ของมวลอากาศในแนวระนาบ ก่อให้เกิดการปั่นป่วนของมวลอากาศมากกว่าชั้นบรรยากาศที่อยู่ในระดับที่สูงขึ้นไป นอกจากนี้พื้นผิวโลกก็เป็นแหล่งกำเนิดและเป็นแหล่งสะสมมลพิษ มีผลต่อคุณภาพอากาศที่ใช้หายใจ ที่ระดับความสูง 100 เมตร เป็นระดับความสูงที่ได้รับผลกระทบจากความขรุขระของพื้นผิวเมือง จากการมีสิ่งกีดขวางในพื้นที่เช่นเดียวกับที่ระดับ 10 เมตร แต่น้อยกว่า การเคลื่อนที่ของมวลอากาศในแนวระนาบลดลง ได้รับอิทธิพลการเคลื่อนที่ของมวลอากาศในแนวตั้งมากขึ้น จากความปั่นป่วนของอากาศที่พาให้มวลอากาศลอยตัวขึ้นในชั้นบรรยากาศที่สูงขึ้น เป็นระดับความสูงเดียวกับชั้นความสูงผสม (Mixing Layer) ที่มวลอากาศจะเคลื่อนที่นำมลพิษขึ้นมาผสมกับบรรยากาศในชั้นนี้ ซึ่งจะกำหนดขอบเขตของชั้นบรรยากาศโดยชั้นอุณหภูมิผกผัน (Inversion layer) มีค่าระดับความสูงของชั้นบรรยากาศตั้งแต่ 10 เมตร ถึง 1 - 2 กิโลเมตร (Laboratory, 2014)

การไหลเวียนของลมหรืออากาศที่เข้ามาสู่เมืองในชั้น Surface Layer ที่อยู่ติดพื้นผิวเมืองในชั้นบรรยากาศ Atmospheric Boundary Layer (ABL) นี้จะได้รับผลกระทบจาก Surface Roughness หรือความขรุขระของพื้นผิว (Oke, 2004) มีผลต่อความเปลี่ยนแปลงของความเร็วลมและทิศทางลมในแนวตั้ง ดังตาราง 1 ค่าความขรุขระตามลักษณะพื้นผิวของภูมิประเทศตามมาตรฐาน American Society of Civil Engineers และตาราง 2 ที่แสดงค่าความขรุขระตามลักษณะพื้นผิวเมืองในชั้นบรรยากาศ Atmospheric Boundary Layer ของ ASHRAE

จากแนวคิด Wind Velocity Profile ที่แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงความเร็วลมในระดับต่างๆ จากพื้นดิน ที่มีความแตกต่างกันไปตามลักษณะฐานของพื้นที่ และมีช่วงเวลาเป็นองค์ประกอบร่วม ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของความเร็วลม เนื่องจากตอนกลางวัน ความร้อนที่เกิดจากแสงอาทิตย์ ก่อให้เกิดความแปรปรวนของอากาศ ที่ช่วยทำให้เกิดการผสมกันของบรรยากาศ ทำให้ความเร็วลมที่ระดับต่างๆ สม่่าเสมอกว่าตอนกลางคืน ดังภาพประกอบ 8

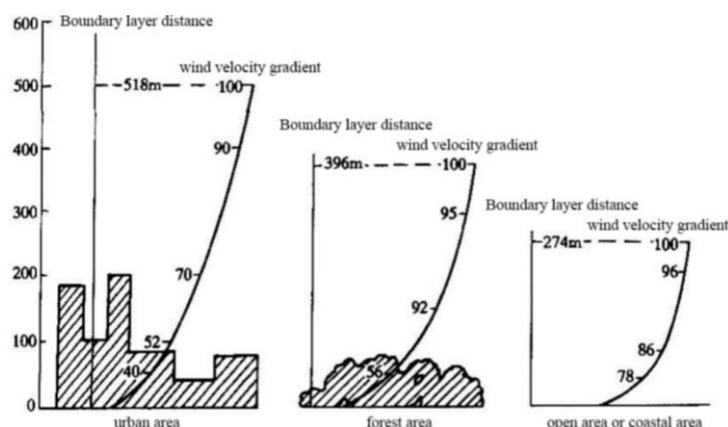


ภาพประกอบ 8 ความแตกต่างกันของความเร็วลมกลางวันและกลางคืน ที่ความสูงเหนือพื้นดิน

ที่มา: วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์ และคณะ. (2543). มลภาวะอากาศ. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ในส่วนการเปลี่ยนแปลงความเร็วลมในระดับต่างๆ จากพื้นดิน มีความแตกต่างกันไปตามลักษณะฐานของพื้นที่ ดังภาพประกอบ 9 แสดงค่าความเร็วลมที่ระดับพื้นดินเท่ากับศูนย์ และมีค่าความเร็วลมสูงขึ้นตามลำดับความสูง ค่าความเร็วลมที่ระดับต่างๆ ที่วัดได้จะแสดงออกมาในรูปแบบของเส้นโค้ง และมีความแตกต่างกันไปตามลักษณะฐานของพื้นที่เมือง คือ จะมีความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงระดับความเร็วลม ในพื้นที่ต่างๆ เช่น พื้นที่เมืองที่มีความหนาแน่น พื้นที่ป่า และพื้นที่เปิดโล่งหรือพื้นที่ชายฝั่ง เป็นต้น

สรุปได้ว่าพื้นที่ที่มีลักษณะโครงสร้างของเมือง จะมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วลมของชั้นอากาศในระดับใต้หลังคาสิ่งปลูกสร้างลงมา เรียกว่า Urban Canopy Layer หรือที่เรียกว่าอากาศในชั้นเหนือเรือนยอดของเมือง (Oke, 1988)



ภาพประกอบ 9 แนวคิดความแตกต่างของความเร็วลมที่เปลี่ยนแปลงในแนวดิ่ง (Wind Velocity Profile) และลักษณะพื้นผิว

ที่มา: Yuelang Gan and Ying Wang. (2016). A Case Study on Optimization of Urban Design Base on Wind Environment Simulation. Retrieved March 25, 2019, from https://www.researchgate.net/figure/Atmospheric-boundary-layer-curve-chart-of-different-landforms_fig3_307085075

ตาราง 1 ค่าความขรุขระตามลักษณะพื้นผิวของภูมิประเทศตามมาตรฐาน American Society of Civil Engineers

ลักษณะพื้นผิวของภูมิประเทศ	Z_0 (m)
ทราย	0.0001- 0.001
หิมะ, น้ำ	0.001-0.006
ทุ่งหญ้าโล่ง	0.01-0.04
ทุ่งหญ้าสูง	0.04-0.1
อาคารนอกเมือง	0.2-0.4
อาคารหนาแน่นในเมือง	0.8-1.2
กลางเมืองใหญ่	2-3

ที่มา: American Society of Civil Engineers. (2002). Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures : Surface roughness. USA: SEI/ASCE. Retrieved May 15, 2019, from <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/003/asce.7.2002.pdf>

ตาราง 2 การจำแนกประเภทความขรุขระตามลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะพื้นผิว	Exponent a	Layer Thickness δ , m
ศูนย์กลางเมืองขนาดใหญ่ อาคารสูงมากกว่า 21 เมตร อย่างน้อยร้อยละ 50 ในระยะอย่างน้อย 2,000 เมตร	0.33	460
พื้นที่ในเมือง ชานเมือง ป่า หรืออื่นๆ ที่มีสิ่งกีดขวางจำนวนมาก ที่มีระยะห่างใกล้เคียงกัน มีขนาดเท่ากับบ้านเดี่ยวหรือใหญ่กว่า ในระยะอย่างน้อย 2,000 เมตร	0.22	370
พื้นที่โล่งที่มีสิ่งกีดขวางกระจัดกระจาย มีความสูงโดยทั่วไปน้อยกว่า 10 เมตร	0.14	270
พื้นที่ราบไม่มีสิ่งกีดขวางสัมผัสกับลมไหลเหนือน้ำอย่างน้อย 1.6 กม. ในระยะ 500 เมตร หรือ 10 เท่าของความสูงของโครงสร้าง	0.10	210

ที่มา: ASHRAE. (2001). 2001 ASHRAE Fundamentals Handbook. USA. Retrieved May 15, 2019, from https://www.academia.edu/26602849/ASHRAE_HVAC_2001_Fundamentals_Handbook_pdf

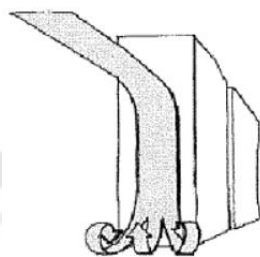
ทั้งนี้ Z_0 คือ ระยะความขรุขระ (Roughness Length) สามารถจำแนกระยะความขรุขระของลักษณะพื้นผิวของภูมิประเทศจากความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นผิวที่มีผลต่อการไหล ดังตารางที่แสดงในข้างต้น (ASHRAE, 2001)

2.1.6 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการไหลเวียนของกระแสลมกับอาคาร

รูปแบบการวางตัวของอาคาร ก่อให้เกิดการไหลของกระแสลมหลายรูปแบบ เช่น ก่อให้เกิดเคลื่อนที่ของความกดอากาศสูงของลมไปปะทะอาคาร เกิดความกดอากาศต่ำบริเวณตรงกันข้าม และเกิดความแปรปรวนของกระแสลมในบริเวณที่ความกดอากาศสูงและต่ำปะทะกัน เป็นต้น โดยเฉพาะในพื้นที่เมือง ที่ส่วนใหญ่จะประกอบด้วยอาคารจำนวนมาก ทั้งนี้ รูปแบบ ลักษณะ ความหนาแน่นหรือจำนวนของอาคารที่แตกต่างกันก็จะมีผลต่อกระแสลมที่ต่างกัน โดยเฉพาะอาคารเดี่ยวและกลุ่มอาคาร (Bennett, 2007) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

2.1.6.1 อาคารเดี่ยว มีความสัมพันธ์ระหว่างการไหลเวียนของกระแสลมและอาคาร ดังนี้

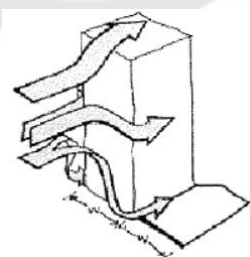
Downwash คือ ความเร็วลมเพิ่มขึ้นในระดับความสูงที่เพิ่มมากขึ้น การเคลื่อนที่ของกระแสลมที่เกิดจากความกดอากาศด้านบนอาคารปะทะอาคารส่วนบน มากกว่าส่วนล่าง ความเร็วลมในระดับ Pedestrian Level สูงกว่าระดับอื่น มักจะเกิดในอาคารสูง



ภาพประกอบ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะกระแสลมกับอาคารเดี่ยวในรูปแบบ Downwash

ที่มา: Bennett, Jessica. (2007). Wind design guild. Retrieved November 19, 2019, from <https://core.ac.uk/download/pdf/144148765.pdf>

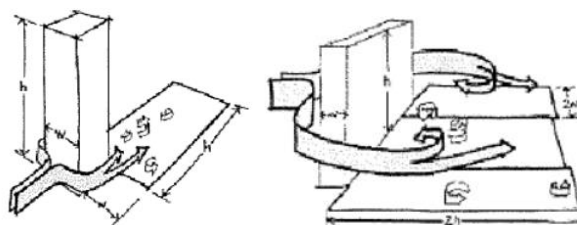
The Conner Effect คือ การเคลื่อนที่ของกระแสลม ในบริเวณมุมอาคารหรือด้านข้างของอาคาร ความเร็วลมที่เกิดขึ้นจะขึ้นกับความกดอากาศ บริเวณทิศทางที่ลมปะทะและตรงข้าม กระแสลมที่เกิดขึ้นจะมีพื้นที่ยาวเท่ากับสัดส่วนความกว้างของอาคาร



ภาพประกอบ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะกระแสลมกับอาคารเดี่ยวในรูปแบบ The Conner Effect

ที่มา: Bennett, Jessica. (2007). Wind design guild. Retrieved November 19, 2019, from <https://core.ac.uk/download/pdf/144148765.pdf>

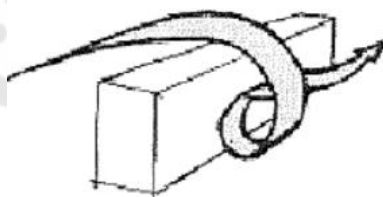
The Wake Effect คือ การเคลื่อนที่ของกระแสลมที่เกิดจาก Downwash และ The Conner Effect ก่อให้เกิดความแปรปรวนของกระแสลม ในบริเวณมุมหรือด้านข้างของอาคาร



ภาพประกอบ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะกระแสลมกับอาคารเดี่ยวในรูปแบบ The Wake Effect

ที่มา: Bennett, Jessica. (2007). Wind design guild. Retrieved November 19, 2019, from <https://core.ac.uk/download/pdf/144148765.pdf>

Low Bar-Row Effect คือ อาคารที่มีความสูงต่ำ แต่พื้นผิวของอาคารกว้าง การเคลื่อนที่ของกระแสลมที่ไหลไปปะทะอาคารที่มีพื้นผิวกว้าง ด้านสะกดแคบ ก่อให้เกิดความผิดปกติของลมที่เรียกว่า Row Effect

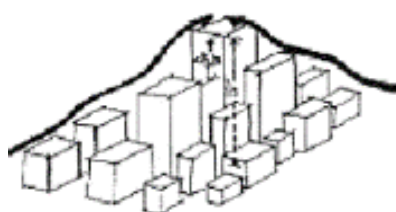


ภาพประกอบ 13 ระหว่างลักษณะกระแสลมกับอาคารเดี่ยวในรูปแบบ Low Bar - Row Effect

ที่มา: Bennett, Jessica. (2007). Wind design guild. Retrieved November 19, 2019, from <https://core.ac.uk/download/pdf/144148765.pdf>

2.1.6.2 กลุ่มอาคาร ความสัมพันธ์ระหว่างการไหลเวียนของกระแสลมกับกลุ่มอาคาร เป็นความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในพื้นที่เมือง จากความแตกต่างของอาคารทั้งด้านรูปแบบ ความสูง ก่อให้เกิดความสัมพันธ์ ดังนี้

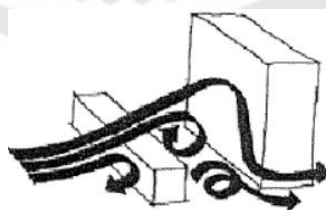
Cumulative Effect คือ การเคลื่อนที่ของกระแสลมที่เคลื่อนผ่านกลุ่มอาคารที่สูงน้อยกว่าไปยังกลุ่มอาคารที่มีความสูงมากกว่า มีอัตราส่วน 1 ต่อ 3 ความเร็วของลมจะเพิ่มมากขึ้นตามระดับความสูงของกลุ่มอาคารที่ลมเคลื่อนที่ผ่าน



ภาพประกอบ 14 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสลมกับกลุ่มอาคารในรูปแบบ Cumulative Effect

ที่มา: Bennett, Jessica. (2007). Wind design guild. Retrieved November 19, 2019, from <https://core.ac.uk/download/pdf/144148765.pdf>

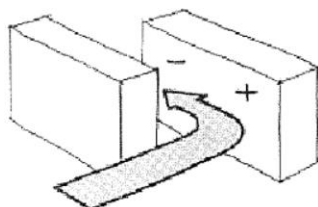
Low and High Building คือ การเคลื่อนที่ของกระแสลมที่อาคารสูงกว่า อยู่ในทิศใต้ลมของอาคารที่ต่ำกว่า ก่อให้เกิดการการสะสมตัวของ Row Effect ในบริเวณช่องว่างของอาคาร และเกิด Downwash บริเวณที่มีระดับความสูงมากจะมีความเร็วลมแรงกว่าระดับที่ต่ำกว่า และเกิด Wake Effect ระหว่างอาคาร ดังนั้น ในบริเวณช่องว่างระหว่างอาคารจะมีกระแสลมแรง และจากการศึกษาพบว่า การเคลื่อนที่ของกระแสลมในรูปแบบนี้จะพบในอาคารที่สูง 20 ชั้น และอาคารสูงประมาณ 5 ชั้น



ภาพประกอบ 15 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสลมกับกลุ่มอาคารในรูปแบบ Low and High Building

ที่มา: Bennett, Jessica. (2007). Wind design guild. Retrieved November 19, 2019, from <https://core.ac.uk/download/pdf/144148765.pdf>

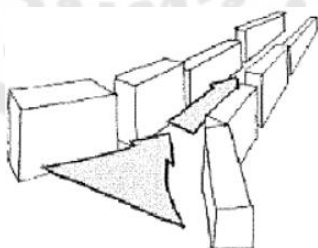
Staggered Buildings คือ การเคลื่อนที่ของกระแสลมในบริเวณช่องว่างระหว่างอาคาร รูปแบบการเคลื่อนที่จะขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างอาคาร ทิศทางลมแบบขนาน



ภาพประกอบ 16 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสลมกับกลุ่มอาคารในรูปแบบ Staggered Buildings

ที่มา: Bennett, Jessica. (2007). Wind design guild. Retrieved November 19, 2019, from <https://core.ac.uk/download/pdf/144148765.pdf>

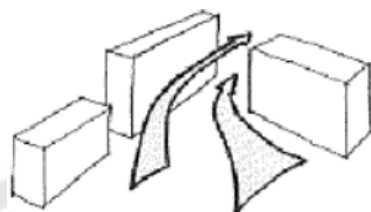
Channelling คือ การเคลื่อนที่ของกระแสลม ที่เคลื่อนที่ผ่านช่องว่างในแนวเดียวกัน เช่น ถนน และซอย เป็นต้น รูปแบบการวางตัวของอาคาร ก่อให้เกิดช่องว่างของการเรียงตัวของอาคารในรูปแบบเดียวกัน การเคลื่อนที่ของกระแสลมจะสูญเสียไปตามช่องว่าง ความเร็วลมหรือกระแสลมจะแคบลงเรื่อยๆ



ภาพประกอบ 17 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสลมกับกลุ่มอาคารในรูปแบบ Channelling

ที่มา: Bennett, Jessica. (2007). Wind design guild. Retrieved November 19, 2019, from <https://core.ac.uk/download/pdf/144148765.pdf>

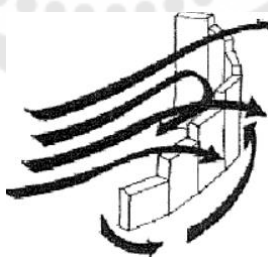
Funnelling คือ การเคลื่อนที่ของกระแสลม ที่จะสู่ความเร็วลมหรือกระแสลมให้แคบลงเรื่อยๆ รูปแบบของกระแสลมจะเกิดขึ้นเมื่ออาคารด้านข้างมีความสูงของทั้ง 2 ด้านมากกว่า 5 ชั้น และเรียงตัวกันมากกว่า 100 เมตรขึ้นไป และถ้าหากมีช่องแคบในรูปแบบคอขวดแล้วขยายออก จะก่อให้เกิด Venturing Effect



ภาพประกอบ 18 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสลมกับกลุ่มอาคารในรูปแบบ Funnelling

ที่มา: Bennett, Jessica. (2007). Wind design guild. Retrieved November 19, 2019, from <https://core.ac.uk/download/pdf/144148765.pdf>

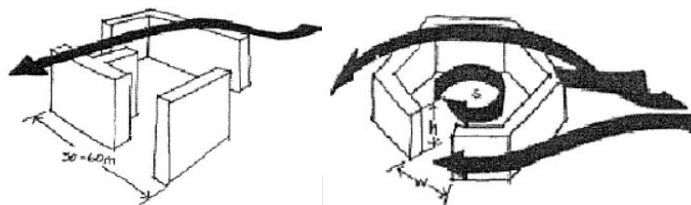
Stepping คือ การเคลื่อนที่ของกระแสลมที่มีการเรียงตัวของอาคารที่มีความสูงไล่ระดับขึ้นไปเรื่อยๆ เมื่อลมปะทะกลุ่มอาคารประเภทนี้ ก่อให้เกิดความกดอากาศแตกต่างกันตามระดับความสูงอาคาร ที่ทำให้เกิด Row Effect



ภาพประกอบ 19 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสลมกับกลุ่มอาคารในรูปแบบ Stepping

ที่มา: Bennett, Jessica. (2007). Wind design guild. Retrieved November 19, 2019, from <https://core.ac.uk/download/pdf/144148765.pdf>

Courtyards คือ การเคลื่อนที่ของกระแสลม ในบริเวณพื้นที่เปิดโล่งของกลางอาคาร สามารถเคลื่อนที่เข้าสู่กลางอาคารหรือเคลื่อนที่ข้ามเขตพื้นที่ได้ จากปัจจัยทางด้านขนาดของพื้นที่เปิดโล่ง ความสูงเฉลี่ยของอาคารโดยรอบ และทิศทางลม เป็นต้น



ภาพประกอบ 20 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสลมกับกลุ่มอาคารในรูปแบบ Courtyards

ที่มา: Bennett, Jessica. (2007). Wind design guild. Retrieved November 19, 2019, from <https://core.ac.uk/download/pdf/144148765.pdf>

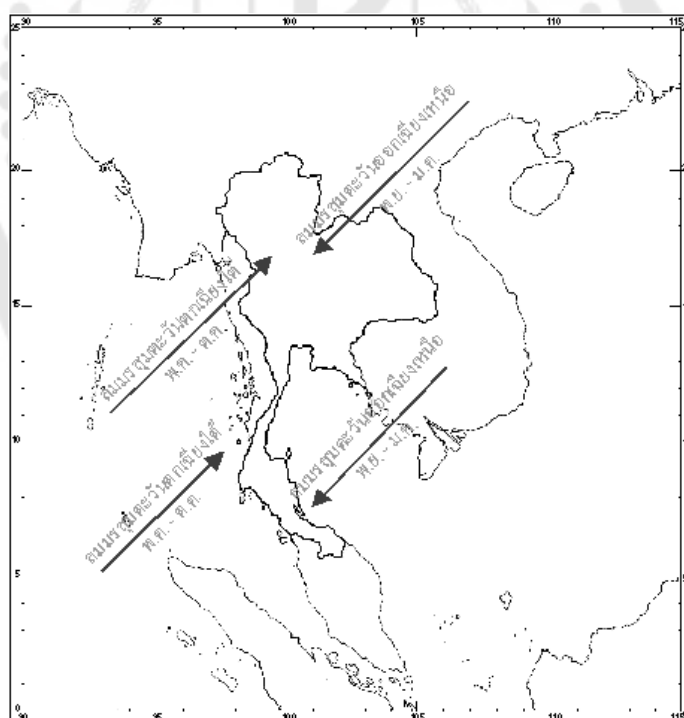
2.1.7 ลมในประเทศไทย

ลมมรสุม คือ ลมที่เกิดขึ้นในประเทศไทย หรือเรียกว่าลมประจำฤดู โดยกรมอุตุนิยมวิทยากล่าวในหนังสืออุตุนิยมวิทยาว่ามรสุม หรือ Monsoon มาจากคำว่า Mausim ในภาษาอาหรับแปลว่าฤดูกาล (Season) คือ ลมที่มีการพัดและหมุนเวียนตามฤดูกาล หรือที่เรียกว่า ลมประจำฤดู การพัดหรือหมุนเวียนของลมจะมีทิศทางที่แน่นอนและสม่ำเสมอ โดยลมมรสุมนี้เกิดจากความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของพื้นดิน และพื้นน้ำในฤดูหนาว อุณหภูมิของพื้นดินเย็นกว่า อุณหภูมิของน้ำในมหาสมุทร อากาศเหนือพื้นน้ำจึงมีอุณหภูมิสูงกว่า และลอยตัวขึ้นสู่เบื้องบน ความเย็นจากอากาศเหนือแผ่นดินไหลหรือพัดพาเข้าไปแทนที่อากาศเหนือพื้นน้ำ แต่พอถึงฤดูร้อน แผ่นดินจะมีอุณหภูมิที่สูงกว่าอุณหภูมิในมหาสมุทร อากาศถูกพัดไปในทิศทางตรงข้ามกับฤดูหนาว ลมมรสุมที่มีกำลังลมแรง มักจะเกิดขึ้นบริเวณทางใต้ และทางตะวันออกเฉียงใต้ของทวีปเอเชีย ทั้งนี้ประเทศไทยมักจะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุม 2 ชนิด ได้แก่ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ คือ ลมที่จะพัดเข้าปกคลุมประเทศไทยในช่วงระหว่างกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม ลมมรสุมมีแหล่งกำเนิดจากบริเวณที่มีความกดอากาศสูง ในมหาสมุทรอินเดีย และถูกพัดออกจากศูนย์กลางกลายเป็นลมตะวันตกเฉียงใต้ เมื่อ

พัดข้ามเส้นศูนย์สูตร ลมตะวันออกเฉียงใต้ก็จะกลายเป็นลมตะวันตกเฉียงใต้ และเมื่อลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดผ่านประเทศไทยทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ก็จะนำมวลอากาศขึ้นจากมหาสมุทรอินเดียมาสู่ประเทศไทยด้วย ทำให้ประเทศไทยมีเมฆและฝนตกมากโดยเฉพาะในบริเวณชายฝั่งและบริเวณเทือกเขาด้านที่รับลม

ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ คือ ลมที่จะพัดเข้าปกคลุมประเทศไทยในช่วงประมาณกลางเดือนตุลาคมจนถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ ลมมรสุมนี้จะเกิดขึ้นหลังจากหมดอิทธิพลของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้แล้ว มีแหล่งกำเนิดจากบริเวณความกดอากาศสูงในซีกโลกเหนือประเทศมองโกเลียและจีน พัดพานำมวลอากาศเย็นและแห้งเข้ามาสู่ประเทศไทย ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้ประเทศไทยมีอากาศหนาวเย็นและแห้งแล้ง โดยเฉพาะพื้นที่ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แต่ในภาคใต้ โดยเฉพาะในภาคใต้ฝั่งตะวันออก เมื่อได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมนี้ ลมมรสุมนี้ก็จะนำความชุ่มชื้นจากอ่าวไทยเข้ามา ก่อให้เกิดฝนตกชุก (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2562)



ภาพประกอบ 21 ทิศทางของลมมรสุม

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา. (2562). หนังสืออุตุนิยมวิทยา. สืบค้นเมื่อ 21 มีนาคม 2562, จาก <https://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=52>

2.1.8 ลมในกรุงเทพมหานคร

กรุงเทพมหานคร เป็นพื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลของมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ สามารถแบ่งออกได้ตามฤดูกาล ได้แก่ ฤดูหนาว และฤดูร้อน ดังนี้

ฤดูหนาวจะเริ่มตั้งแต่กลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ กรุงเทพมหานคร จะได้รับอิทธิพลจากมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ที่มีความกดอากาศสูงจากประเทศจีนแผ่ลงมาที่ประเทศไทย รวมถึงกรุงเทพฯ ทำให้อุณหภูมิต่ำลง แต่เนื่องจากกรุงเทพฯ อยู่ทางตอนล่างของภาคกลาง จึงได้รับอิทธิพลของมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือช้ากว่าภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยกรุงเทพฯ จะเริ่มมีอุณหภูมิที่ต่ำลงประมาณกลางเดือนพฤศจิกายน เป็นต้นไป และสิ้นสุดในช่วงฤดูร้อน

ฤดูร้อนจะเริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม เป็นฤดูที่จะไม่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมใดๆ แต่จะมีหย่อมความกดอากาศต่ำ ลมใต้ และลมตะวันออกเฉียงใต้พัดปกคลุม ทำให้มีอากาศร้อนอบอ้าว

ฤดูฝนจะเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม เป็นฤดูที่กรุงเทพมหานคร จะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมอีกครั้ง โดยลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จากมหาสมุทรอินเดียจะพัดเข้าประเทศไทย ทำให้พื้นที่กรุงเทพฯ มีฝนตกชุก จากร่องความกดอากาศต่ำที่พัดผ่านมาจากทางภาคใต้ของประเทศไทย และเคลื่อนขึ้นมายังบริเวณภาคกลางและภาคเหนือ ทำให้พื้นที่กรุงเทพฯ มีฝนตกมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเดือนกันยายน (ศูนย์ภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา, 2562)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่ากรุงเทพฯ ได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทิศทางและความเร็วลมจากลมประจำฤดูกาลมีความแตกต่างกันไปตามฤดูกาล มีผลต่อการไหลเวียนของอากาศและมลพิษทางอากาศภายในเมืองและพื้นที่ศึกษา เช่น ในช่วงเดือนธันวาคม หรือปลายฤดูหนาวของทุกๆ ปี ความกดอากาศสูงจากประเทศจีน จะแผ่ลงมาปกคลุมเป็นช่วงๆ ทำให้มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดปกคลุมประเทศไทยตอนบนมีกำลังแรงขึ้น อุณหภูมิจะลดลง แต่ในบางช่วงความกดอากาศสูง แผ่ลงมาปกคลุมบริเวณดังกล่าว มีกำลังอ่อนลง ส่งผลให้มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีกำลังอ่อนลง ผสมกับการเกิดการผกผันของอุณหภูมิ (Inversion) ในระดับล่าง การลอยตัวหรือการกระจายตัวของมลพิษอยู่ในระดับต่ำ เมื่อลมมรสุมอ่อนกำลังลง เกิดลมสงบ ทำให้อากาศไม่สามารถไหลเวียนหรือถ่ายเทได้ เกิดการสะสมของมลพิษในบรรยากาศ ปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ สูงเกินค่ามาตรฐาน (ศูนย์ภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา, 2562)

3. พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (Computational Fluid Dynamics : CFD)

3.1 ความหมายของพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (Computational Fluid Dynamics: CFD)

พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (Computational Fluid Dynamics หรือ CFD) คือ การวิเคราะห์ระบบหรือปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการไหลของของไหล การถ่ายเทความร้อนและปรากฏการณ์ต่างๆ เช่น ปฏิกิริยาทางเคมี โดยใช้การจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ ที่จะทำให้การวิเคราะห์เพื่อจำลองพฤติกรรมที่เกิดขึ้น ซึ่งอาจจะเรียกได้ว่าพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณคือวิธีเชิงตัวเลขสำหรับการไหลที่มีพื้นฐานมาจากสมการนาเวียร์-สโตกส์ (Navier-Stokes Equations) โดยพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ ถูกพัฒนาขึ้นมาตั้งแต่ ค.ศ. 1960 เริ่มแรกถูกนำมาประยุกต์ใช้ในงานด้านอุตสาหกรรมการบินและอวกาศ ที่ได้ประยุกต์ใช้ร่วมกับการออกแบบและพัฒนาการผลิตอากาศยานและเครื่องยนต์เจ็ท หลังจากนั้นพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณถูกนำมาพัฒนาและนำไปประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในสายงานอื่นๆ ที่ต้องการวิเคราะห์การไหล เนื่องจากเป็นเทคนิคการวิเคราะห์ที่มีประสิทธิภาพครอบคลุมการวิเคราะห์หลากหลายประเภท ได้แก่ ด้านอากาศพลศาสตร์ คือ แรงทางอากาศพลศาสตร์ที่กระทำกับอากาศยานและยานพาหนะ เช่น การยกและลากยานพาหนะ ด้านวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เช่น การระบายความร้อนของอุปกรณ์และวงจรขนาดเล็กต่างๆ ด้านวิศวกรรมเคมี เช่น การผสมและแยกสารเคมี และการขึ้นรูปโพลิเมอร์ เป็นต้น ด้านอุตุนิยมวิทยา เช่น การพยากรณ์อากาศ ด้านสภาพแวดล้อม เช่น การกระจายของสารมลพิษและของเสีย การระบายอากาศภายในและภายนอกอาคาร และการระบายอากาศภายในเมือง เป็นต้น (จอมภพ แวค์ศักดิ์, 2549)

3.2 การทำงานของพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ

พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณจะทำงานโดยใช้รหัส (Code) ในที่นี้ Code คือ อัลกอริธึมเชิงเลขที่สามารถจัดการปัญหาการไหลของของไหลได้ อยู่ในแพ็คเกจ ประกอบด้วยส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (User Interfaces) ที่ใช้ในการนำเข้าตัวแปร (Parameters) และตรวจสอบผลลัพธ์ ดังนั้นรหัส (Code) จะประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก คือ ก่อนการประมวลผล (Pre-processing) การแก้ปัญหา (Solver) และหลังการประมวลผล (Post-processing)

3.2.1 ก่อนการประมวลผล (Pre – Processing)

ในขั้นตอนก่อนการประมวล (Pre - Processing) เป็นการกำหนดโดเมนการไหล ที่ต้องการทำการวิเคราะห์ ประกอบด้วยการนำเข้าของปัญหาของของไหล ซูเปอร์แกรมพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (CFD) ซึ่งรูปแบบของอินเทอร์เฟซ จะมีลักษณะที่สามารถใช้งานง่ายและ

มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของข้อมูลนำเข้าที่เหมาะสมในการใช้งาน โดยประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.2.1.1 การกำหนดรูปทรงหรือเรขาคณิต เป็นขอบเขตทางกายภาพของพื้นที่ศึกษาในครั้งนี้ โดยการคำนวณและสร้างรูปทรงของโดเมน

3.2.1.2 การสร้างโครงตาข่ายหรือสร้างเมช (Meshing) คือ การแบ่งโดเมนออกเป็นเอลิเมนต์ที่มีขนาดเล็กๆ ที่เล็กกว่าโดเมนและไม่ซ้อนทับกันซึ่งก็คือกริด (Grid) หรือโครงตาข่าย (Mesh) ของเซลล์



ภาพประกอบ 22 ตัวอย่างการสร้างโครงตาข่าย (Meshing)

ที่มา: วารสารวิทยาศาสตร์ทักษิณ. (2549). พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ. สืบค้นเมื่อ 5 มิถุนายน 2562, จาก <http://kb.tsu.ac.th/jspui/bitstream/123456789/126/1/article%204.pdf>

3.2.1.3 การเลือกลักษณะทางกายภาพที่เกิดขึ้นในแบบจำลอง

3.2.1.4 การระบุคุณสมบัติของของไหล

3.2.1.5 การกำหนดรายละเอียดของเงื่อนไขขอบเขต (Boundary Condition) ที่เหมาะสม

วิธีการแก้ปัญหการไหล เช่น ความเร็วลม อุณหภูมิ ความกดอากาศ จะถูกกำหนดไว้ที่ไหน ภายในเซลล์แต่ละเซลล์ ความถูกต้องแม่นยำในการคำนวณเพื่อสร้างแบบจำลองนี้จะขึ้นอยู่กับจำนวนของเซลล์ ระยะเวลาที่ใช้ในการคำนวณจะขึ้นอยู่กับความละเอียดของกริดและประสิทธิภาพของฮาร์ดแวร์

3.2.2 การแก้ปัญหา (Solver)

การแก้ปัญหา (Solver) หรือการประมวลผล (Processing) เป็นขั้นตอนการเลือกรูปแบบ เพื่อใช้ในการสร้างสมการเพื่อการคำนวณสร้างแบบจำลอง โดยมีรายละเอียด ดังนี้

3.2.2.1 การเลือกรูปแบบสมการประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ดังนี้

- (1) การบูรณาการร่วมกันของสมการของไหลในทุก
- (2) การแปลงค่าของข้อมูลให้มีรายละเอียดต่ำลง โดยการแปลงสมการอินทิกรัลให้กลายเป็นระบบสมการพีชคณิต
- (3) ผลลัพธ์ที่ได้จากสมการพีชคณิตโดยวิธีการวนซ้ำ

3.2.2.2 สมการที่ใช้สร้างแบบจำลองคำนวณพลศาสตร์การไหลของของไหล

การไหลของของไหลประเภทลมจะมีรูปแบบการไหลที่มีความปั่นป่วนตามลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ สมการที่นำมาใช้ในการจำลองทางด้านพลศาสตร์ของไหลจะนำสมการความต่อเนื่อง สมการโมเมนตัม และสมการพลังงาน มาใช้ในการควบคุมหลักเพื่อที่จะแสดงให้เห็นรูปแบบของการไหล มีรายละเอียด ดังนี้ (จอมภพ แวศักดิ์, 2558)

สมการความต่อเนื่อง

$$\nabla \bar{V} = 0$$

สมการโมเมนตัม

$$p(\bar{V} * \nabla \bar{V}) = -\nabla \bar{P} + \mu(\nabla^2 \bar{V}) - pg_i, i = x, y, z$$

สมการพลังงาน

$$pc_p(\bar{V} * \nabla T) = k(\nabla^2 T)$$

เมื่อ $\bar{V}$ คือ เวกเตอร์ความเร็ว

$\bar{P}$ คือ เวกเตอร์ความดัน

μ คือ ความหนืดของของไหล

k คือ ค่าการนำความร้อน

p คือ ความหนาแน่นอากาศ

c_p คือ ค่าความจุความร้อนจำเพาะ

g คือ ค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงโลก

T คือ อุณหภูมิในหน่วยเคลวิน

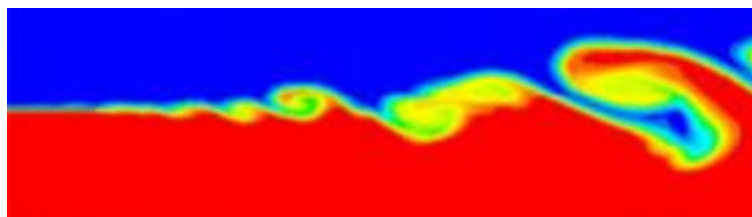
แบบจำลองปั่นป่วน (Turbulence Models) จะถูกนำมาใช้ในการพิจารณาความปั่นป่วนในกระบวนการไหล โดยจะใช้ตัวเลขเรย์โนลด์ในการพิจารณา ระบุความหนืดของของไหล ดังสมการ

$$Re = \rho LU / \mu$$

เมื่อ	Re	คือ ตัวเลขเรย์โนลด์
	ρ	คือ ความหนาแน่นของของไหล
	μ	คือ ความหนืดพลวัตของของไหล
	L	คือ ความยาวคุณลักษณะ
	U	คือ อัตราเร็ว (Speed) ของของไหล

ทั้งนี้การคำนวณพลศาสตร์ของไหลในรูปแบบการไหลแบบปั่นป่วน เพื่อสร้างแบบจำลอง สามารถทำได้หลายรูปแบบ ดังนี้

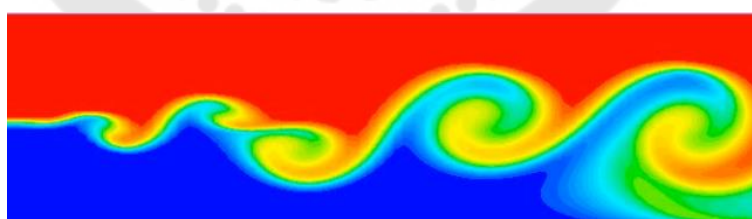
1) การจำลองเชิงตัวเลขโดยตรง (Direct Numerical Simulation : DNS) คือ การแก้สมการ Navier-Stokes โดยไม่ใช่แบบจำลองความปั่นป่วน แต่เป็นการแก้สมการด้วยวิธีเชิงตัวเลข เหมาะสมแก่การวิเคราะห์พื้นที่ที่มีความละเอียดและซับซ้อน ในระดับสเกลเล็ก เนื่องจากจะทำการจำลองการไหลของกระแสมหุนวนที่เกิดขึ้นทุกๆ ขนาด (Length Scale) ตั้งแต่กระแสมหุนวนขนาดเล็กที่สุดจนถึงกระแสมหุนวนที่ใหญ่ที่สุด ดังภาพประกอบ 23 ซึ่งทำให้การสร้างแบบจำลองจะมีความถูกต้องสูง แต่ไม่สามารถใช้ในการจำลองระดับเมืองได้จากความละเอียดในการวิเคราะห์ที่มากเกินไปที่จะสามารถประมวลผลได้ (Chung & Malone-Lee, 2011) อีกทั้งการคำนวณจะใช้ระยะเวลานาน จึงเป็นแบบจำลองที่ยากแก่การนำมาใช้งาน และไม่เหมาะในการใช้งานจริง



ภาพประกอบ 23 ตัวอย่างการจำลองเชิงตัวเลขโดยตรง (DNS)

ที่มา: ANSYS. (2012). The Most Accurate & Advanced Turbulence Capabilities. Retrieved June 5, 2019, from <https://support.ansys.com/staticassets/ANSYS/Conference/Confidence/Chicago/Downloads/most-accurate-advanced-turbulence-capabilities.pdf>

2) การจำลองแบบหมุนวนขนาดใหญ่ (Large Eddy Simulation : LES) เป็นแบบจำลองการเคลื่อนที่ใช้แบบจำลองแบบปั่นป่วนของของไหลที่ไม่คงที่ ปรับปรุงมาจากการจำลองแบบ DNS สามารถจำลองได้ทั้งในระดับสเกลเล็กและสเกลใหญ่ มีการหมุนวนทั้งขนาดใหญ่และขนาดเล็ก ถ้าทำการจำลองแบบกระแสมุขวนขนาดใหญ่ จะทำการจำลองโดยสมการนาเวียร์-สโตกส์ ในส่วนการหมุนวนที่มีขนาดเล็ก จะทำการจำลองโดยใช้การจำลองความปั่นป่วนที่นำข้อมูลทางสถิติของกระแสมุขวนขนาดเล็กมาคำนวณ ทั้งนี้ความละเอียดของโครงตาข่ายหรือเมชของการจำลองแบบหมุนวนขนาดใหญ่ (LES) จะมีความละเอียดและการใช้เวลาในการคำนวณที่น้อยกว่าการจำลองเชิงตัวเลขโดยตรง (DNS)

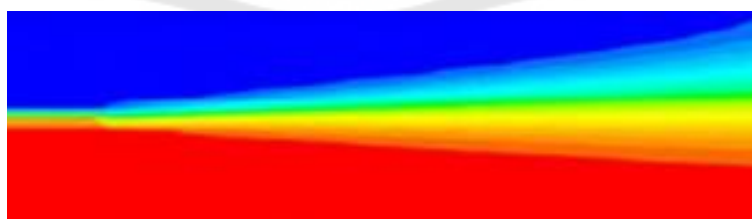


ภาพประกอบ 24 ตัวอย่างการจำลองแบบหมุนวนขนาดใหญ่ (LES)

ที่มา: ANSYS. (2012). The Most Accurate & Advanced Turbulence Capabilities. Retrieved June 5, 2019, from <https://support.ansys.com/staticassets/ANSYS/Conference/Confidence/Chicago/Downloads/most-accurate-advanced-turbulence-capabilities.pdf>

3) การจำลองแบบเรย์โนลด์เฉลี่ย นาเวียร์-สโตกส์ (Reynolds Averaged Navier-Stokes : RANS) เป็นการแก้สมการ RANS เพื่อหาความเร็วเฉลี่ย ด้วยการใช้แบบจำลองปั่นป่วน ในการวิเคราะห์การไหลแบบปั่นป่วน การจำลองแบบ RANS เป็นการสร้างแบบจำลองที่มีมาตั้งแต่ 30 ปีที่แล้ว มีความเก่าแก่มากที่สุดในแบบจำลองที่กล่าวมาในข้างต้น แต่เป็นที่นิยมใช้ในปัจจุบัน เนื่องจากการสร้างแบบจำลองที่วิเคราะห์การไหลแบบปั่นป่วนในลักษณะของปริมาตรปิด มีการแก้สมการ Reynolds-Averaged Navier-Stokes (RANS) และเพิ่มแรงเค้นเรย์โนลด์ส (Reynolds stress) เข้าไปในการวิเคราะห์การไหลแบบอัดตัวไม่ได้แบบปั่นป่วน โดยความเค้นของเรย์โนลด์จะประกอบด้วยสมาชิก 9 ตัว ที่มีความสมมาตร จึงสามารถแบ่งความเค้นนี้ออกเป็นความเค้นตั้งฉาก 3 ตัว และความเค้นเฉือน 3 ตัว ทั้งนี้ความเค้นของเรย์โนลด์จะมีอิทธิพลที่ส่งผลต่อการไหลแบบปั่นป่วนสูง ทำให้มีการส่งผ่านโมเมนตัมของของไหลมากขึ้น และความเค้นเฉือนจะมีผลต่อการส่งผ่านโมเมนตัมของเหลวมากกว่าความเค้นตั้งฉากของเรย์โนลด์

ทั้งนี้แบบจำลองนี้มีความละเอียดน้อยกว่าแบบจำลองเชิงตัวเลขโดยตรง (DNS) และแบบจำลองแบบหมุนวนขนาดใหญ่ (LES) และจะใช้เวลาในการสร้างแบบจำลองน้อยกว่าแบบจำลองทั้งสองที่กล่าวมาในข้างต้น สามารถสร้างแบบจำลองได้ในคอมพิวเตอร์ทั่วไป แบบจำลองนี้เหมาะสมแก่การวิเคราะห์การไหลเวียนของลมในระดับเมือง (Urban) ที่ไม่ได้แสดงรายละเอียดของอาคารและสิ่งปลูกสร้าง ซึ่งอาคารที่ใช้ในการศึกษาจะอยู่ในรูปทรงปริมาตรมีพื้นผิวราบเรียบ ผู้ศึกษาจึงได้นำแบบจำลองเรย์โนลด์เฉลี่ยนาเวียร์-สโตกส์ (Reynolds Averaged Navier-Stokes : RANS) มาใช้ในการศึกษาครั้งนี้



ภาพประกอบ 25 ตัวอย่างการจำลองแบบเรย์โนลด์เฉลี่ย นาเวียร์-สโตกส์ (RANS)

ที่มา: ANSYS. (2012). The Most Accurate & Advanced Turbulence Capabilities. Retrieved June 5, 2019, from <https://support.ansys.com/staticassets/ANSYS/Conference/Confidence/Chicago/Downloads/most-accurate-advanced-turbulence-capabilities.pdf>

3.2.3 หลังการประมวลผล (Post - Processing)

ในขั้นตอนหลังการประมวลผลจะเป็นขั้นตอนที่ใช้ในการแสดงผลข้อมูลเชิงภาพในรูปแบบกราฟฟิก สามารถแสดงผลได้หลากหลายรูปแบบ ได้แก่

3.2.3.1 รูปทรงเรขาคณิตของโดเมนและการแสดงผลในรูปแบบกริด

3.2.3.2 การแสดงผลในรูปแบบเวกเตอร์

3.2.3.3 การแสดงผลในรูปแบบเส้นและเงาของเส้นชั้นความสูง

3.2.3.4 การแสดงผลในรูปแบบพื้นผิว 2 มิติและ 3 มิติ

3.2.3.5 การติดตามการเคลื่อนที่ของอนุภาค

3.2.3.6 การแสดงผลที่สามารถจัดการได้ เช่น สามารถหมุน หรือปรับขนาดได้ และในปัจจุบันสามารถแสดงผลในรูปแบบภาพเคลื่อนไหว แสดงให้เห็นการเคลื่อนที่แบบไดนามิก และสามารถส่งออกข้อมูลเพื่อนำไปจัดการเพิ่มเติมภายนอกโปรแกรมได้ (Versteeg & Malalasekera, 2007)

3.3 พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณเพื่อการออกแบบเมืองและการวางผังเมือง

พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ หรือ CFD นิยมนำมาใช้ในการวิเคราะห์และการจำลองในงานด้านสถาปัตยกรรม ด้านการออกแบบชุมชนเมืองและการวางผังเมือง เนื่องจากการวิเคราะห์และสร้างแบบจำลอง จะช่วยประเมินผลกระทบด้านกระแสนลม ความสามารถในการระบายอากาศตามธรรมชาติ ในระดับความสูงต่างๆ ช่วยประเมินศักยภาพเพียงพอที่จะลดความร้อนและการสะสมตัวของมลพิษ เป็นแนวป้องกันการเกิดปัญหาจากการวางผังอาคาร หรือการพัฒนาพื้นที่ในระยะยาว ยกตัวอย่างเช่น ในปัจจุบันมีการใช้พลังงานภายในเมืองจำนวนมาก เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง เกิดปัญหาด้านมลพิษทางอากาศ จากความหนาแน่นของพื้นที่ที่มีพื้นที่เปิดโล่งที่ไม่เพียงพอ การจราจร ทางเท้า และถนนมีความแออัด เป็นต้น ซึ่งการออกแบบพื้นที่ที่ดีจะต้องมีการคำนึงถึงการระบายอากาศภายในเมือง โดยที่ Harvard Lomax เป็นผู้ริเริ่มในการนำพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณมาใช้ในการวิเคราะห์ทิศทางลม ความเร็วลม และอุณหภูมิจากการแผ่รังสีความร้อน (Chung & Malone-Lee, 2011) ในฮ่องกง ได้ทำการศึกษาผลกระทบด้านกระแสนลมและสภาพแวดล้อมเมือง โดยใช้แบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณจำนวนมาก เนื่องจากฮ่องกงมีความหนาแน่นของพื้นที่ ที่ประกอบด้วยอาคารสูงจำนวนมาก ป้องกันความรุนแรงของกระแสนลม การเกิดพื้นที่อับลมอากาศไม่สามารถถ่ายเทได้ ส่งผลต่อการเกิดปัญหามลพิษทางอากาศ และการติดเชื้อในบริเวณ

พื้นที่นั้นๆ ในประเทศแคนาดา สำนักการวางผังและพัฒนาเมือง ได้ทำการจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ เพื่อจัดทำคู่มือผลกระทบที่เกิดจากกระแสลมที่ส่งผลต่อสภาวะความสบายในระดับ Pedestrian Level ในฤดูร้อนและฤดูหนาว เป็นต้น และเมืองฉางชุง ประเทศจีน ได้ทำการสร้างแบบจำลองลักษณะสภาพแวดล้อมของลมภายในเมือง และเสนอแนวระบายนโยบายอากาศภายในเมืองเพื่อปรับปรุงสภาพแวดล้อมด้านลม ช่วยบรรเทาผลกระทบของการเกิดปัญหามลพิษทางอากาศและปรากฏการณ์เกาะความร้อนภายในเมือง โดยการสร้างแบบจำลองลักษณะสภาพแวดล้อมด้านลมช่วงฤดูร้อนและฤดูหนาวภายในพื้นที่ (Shouzhi, Jiang, & Zhao, 1998)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการสร้างแบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ เป็นที่ยอมรับและนิยมในงานด้านสถาปัตยกรรม การออกแบบชุมชนเมืองและการวางผังเมือง ทั้งในขั้นตอนก่อนการสร้างอาคารและหลังการสร้าง ช่วยลดผลกระทบและปัญหาที่เกิดจากลักษณะการวางตัวของอาคารและสิ่งปลูกสร้าง เกิดการระบายอากาศในพื้นที่เมืองที่ระดับเหมาะสม ลดการเกิดปัญหาปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง และปัญหามลพิษทางอากาศ

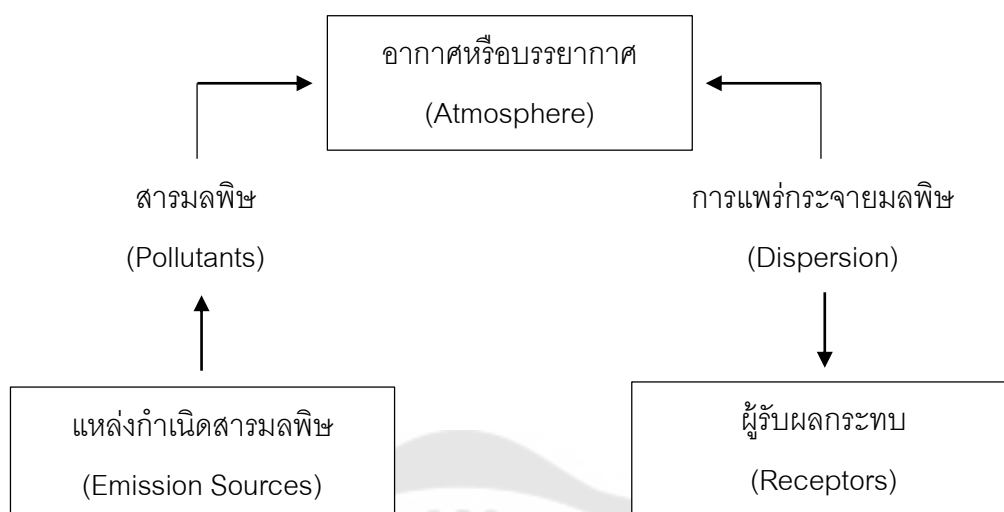
4. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศ

4.1 ความหมายของมลพิษทางอากาศ

มลพิษทางอากาศ (Air Pollution) หมายถึง ภาวะของอากาศที่มีการเจือปนของสารต่างๆ ฝุ่นละออง หรือวัตถุอันตรายชนิดอื่นๆ ในปริมาณและระยะเวลาที่สามารถก่อให้เกิดผลเสียและเกิดอันตรายต่อมนุษย์ สัตว์ พืช และสภาพแวดล้อมต่างๆ เช่น ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ สารอินทรีย์ระเหยง่าย และฝุ่นละออง เป็นต้น

4.2 ระบบภาวะมลพิษทางอากาศ

ระบบภาวะมลพิษทางอากาศ จะเกิดขึ้นได้จากการรวมกันของ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ แหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ (Emission Sources) อากาศหรือบรรยากาศ (Atmosphere) และผู้ได้รับผลเสียหรือผลกระทบ (Receptors) เกิดความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ก่อให้เกิดระบบภาวะมลพิษทางอากาศ (กรมควบคุมมลพิษ, 2554)



ภาพประกอบ 26 ระบบภาวะมลพิษทางอากาศ (Air Pollution System)

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ. (2554). วัฏรอบทิศมลพิษทางอากาศ บทเรียน แนวคิดและการจัดการ. สืบค้นเมื่อ 23 มีนาคม 2562, จาก <http://air4thai.pcd.go.th/webV2/download.php>

4.2.1 แหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ (Emission Sources) คือ แหล่งที่สร้างสารมลพิษให้เกิดขึ้นและปลดปล่อยออกสู่บรรยากาศ ก่อให้เกิดมลพิษในอากาศ กำเนิดออกมาได้ทั้งจากธรรมชาติและมนุษย์เป็นผู้ที่สร้างขึ้น เช่น จากการเผาไหม้ในที่โล่ง การเผาเพื่อเกษตรกรรม การเผาไหม้จากโรงงานอุตสาหกรรม และการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของยานพาหนะ รวมถึงการจราจรที่ติดขัด

4.2.2 อากาศหรือบรรยากาศ (Atmosphere) คือ ตัวกลางหรือสื่อกลางที่ทำให้มลพิษแพร่กระจายออกจากแหล่งกำเนิด มีตัวแปรด้านอุตุนิยมวิทยาและตัวแปรด้านลักษณะทางกายภาพของพื้นที่เป็นตัวควบคุมระยะการแพร่กระจายตัว โดยตัวแปรด้านอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ความเร็วลม ทิศทางลม และอุณหภูมิ เป็นต้น ที่ช่วยนำพามลพิษออกจากแหล่งกำเนิดแพร่กระจายออกไปยังพื้นที่ต่างๆ ตัวแปรด้านลักษณะทางกายภาพหรือลักษณะพื้นฐานเป็นอีกหนึ่งตัวแปรหลักที่มีผลต่อการแพร่กระจายตัวของมลพิษ ลักษณะทางกายภาพหรือลักษณะพื้นฐานที่แตกต่างกัน ย่อมมีผลต่อการกระจายตัวของมลพิษที่แตกต่างกัน ได้แก่ ลักษณะภูมิประเทศแบบราบลุ่ม ภูเขา หุบเขา แหล่งน้ำ ต้นไม้ และอาคารหรือสิ่งปลูกสร้างต่างๆ เป็นต้น

4.2.3 ผู้ได้รับผลเสียหรือผลกระทบ (Receptors) คือ ผู้ที่ได้รับหรือสัมผัสมลพิษในอากาศ ได้แก่ คน สัตว์ และสิ่งแวดล้อมต่างๆ ที่อยู่รอบแหล่งกำเนิด ได้รับผลกระทบเกิดความเสียหายตามระดับความเข้มข้น และระยะเวลาที่ได้รับหรือสัมผัสมลพิษ

4.3 แหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ

แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ แหล่งกำเนิดตามธรรมชาติ (Natural Sources) และแหล่งกำเนิดที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ (Man - Made Sources หรือ Anthropogenic Sources)

4.3.1 แหล่งกำเนิดตามธรรมชาติ (Natural Sources) เป็นแหล่งกำเนิดที่เกิดจากธรรมชาติ มีกระบวนการสร้างสารที่เป็นมลพิษขึ้นมาและปลดปล่อยออกมาทางอากาศตามกระบวนการทางธรรมชาติ เช่น แผ่นดินไหว ไฟป่าตามธรรมชาติ การปล่อยก๊าซจากการย่อยสลายของซากพืชซากสัตว์ เป็นต้น

4.3.2 แหล่งกำเนิดที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ (Man - Made Sources หรือ Anthropogenic Sources) เป็นแหล่งกำเนิดที่เกิดจากการทำกิจกรรมของมนุษย์ ที่ทำให้มีการปลดปล่อยหรือแพร่กระจายตัวออกมา แบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ

4.3.2.1 แหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศที่อยู่กับที่ ได้แก่ การปลดปล่อยมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม ไอระเหยจากคลังน้ำมันและสถานีบริการน้ำมัน เป็นต้น มลพิษที่ถูกปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดประเภทนี้ ได้แก่ ฝุ่นละออง คาร์บอนมอนอกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ และสารอินทรีย์ระเหยง่าย เป็นต้น

4.3.2.2 แหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศที่เคลื่อนที่ ได้แก่ มลพิษจากยานพาหนะต่างๆ เช่น รถยนต์ รถบรรทุก เรือ เครื่องบิน เป็นต้น ยานพาหนะต่างๆ จะขับเคลื่อนได้ต้องใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในการขับเคลื่อน ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศจากการระบายออกจากห้องเครื่องยนต์และท่อไอเสียจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ มลพิษที่ถูกปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดประเภทนี้ ได้แก่ คาร์บอนมอนอกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ และฝุ่นละอองขนาดเล็ก เป็นต้น

4.3.2.3 มลพิษทางอากาศที่ไม่มีแหล่งกำเนิดแน่นอน ได้แก่ การเผาในที่โล่ง การลักลอบเผาป่า การเผาตอซังในนาข้าว การเผาขยะ ฝุ่นละอองจากพื้นดินที่ถูกพัดพาโดยลม เป็นต้น ก่อให้เกิดมลพิษต่างๆ เช่น ฝุ่นละออง คาร์บอนมอนอกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ และรวมถึงโอโซน เป็นต้น ซึ่งการเผาไหม้ในที่โล่งหรือการเผาในรูปแบบต่างๆ นี้ จะส่งผลกระทบต่อคน สัตว์ พืชและสิ่งแวดล้อมต่างๆ ในวงกว้าง สามารถก่อให้เกิดมลพิษข้ามแดน (Transboundary Pollution) ได้

4.4 ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) หรือฝุ่นละอองขนาดเล็ก

PM_{2.5}

ประเทศไทยได้มีการกำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศ ไว้ในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535 มาตรา 32 ตามหลักเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับความเป็นไปได้ด้านเศรษฐกิจ สังคม และเทคโนโลยี ที่เกี่ยวข้องกับประเทศ ทั้งนี้มลพิษทางอากาศที่มีการกำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศประกอบด้วยมลพิษ 7 ชนิด รวมถึงฝุ่นละออง PM_{2.5}

ฝุ่นละออง PM_{2.5} เป็นฝุ่นละอองที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 2.5 ไมครอน มีแหล่งกำเนิดจากแหล่งกำเนิดตามธรรมชาติ (Natural Sources) และแหล่งกำเนิดที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ (Man-Made Sources หรือ Anthropogenic Sources) ได้แก่ ไฟป่า การเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของยานพาหนะ การเผาวัสดุการเกษตร โรงไฟฟ้า โรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น ฝุ่นละออง PM_{2.5} เป็นฝุ่นละอองที่สามารถเดินทางเข้าไปถึงถุงลมในปอดได้ ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ ก่อให้เกิดโรคในระบบทางเดินหายใจ และโรคปอดต่างๆ เป็นต้น หากได้รับในปริมาณมากหรือเป็นเวลานานจะสะสมในเนื้อเยื่อปอด ทำให้การทำงานของปอดเสื่อมประสิทธิภาพลง หอบเหนื่อย อ่อนเพลีย มีอาการหอบหืด

ฝุ่นละออง PM_{2.5} ในพื้นที่เมือง เกิดจากการปล่อยมลพิษจากแหล่งกำเนิด ทั้งจากแหล่งกำเนิดทางธรรมชาติ และจากกิจกรรมของมนุษย์ โดยเฉพาะแหล่งกำเนิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ได้แก่ การเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของยานพาหนะ การจราจรที่ติดขัดจากการเพิ่มขึ้นของรถยนต์ ณ วันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ.2561 มีรถยนต์จดทะเบียนสะสมตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ ทั้งหมด 38.27 ล้านคัน มีรถที่ใช้ น้ำมันดีเซลจำนวน 9.84 ล้านคัน คิดเป็นร้อยละ 25.7 สามารถปล่อยฝุ่นละอองได้ทั้งหมด 246,000 กรัมต่อกิโลเมตร รถจดทะเบียนสะสมตามกฎหมาย ว่าด้วยการขนส่งทางบกมีจำนวน 1.29 ล้านคัน ใช้ น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง จำนวน 0.98 ล้านคัน คิดเป็นร้อยละ 76.31 สามารถปล่อยฝุ่นละอองได้ทั้งหมด 980,000 กรัมต่อกิโลเมตร และถ้าหารถยนต์ใช้น้ำมันดีเซลวิ่งพร้อมกันอยู่บนถนนทั้งหมด 10,820,000 คัน พบว่ารถยนต์เหล่านี้จะปล่อยฝุ่นละอองมากถึง 373,400.00 กรัมต่อกิโลเมตร รายละเอียดดังตาราง 3 (กรมการขนส่งทางบก, 2562)

ตาราง 3 จำนวนรถตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์จดทะเบียนสะสมจำแนกตามชนิดเชื้อเพลิง และการปล่อยฝุ่นละออง

ประเภทรถยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล	ค่ามาตรฐานการปล่อย PM (กรัม/กิโลเมตร)	จำนวนรถที่จดทะเบียนทั้งหมด (ณ 31 ธ.ค. 61)	ค่าการปล่อย PM จากจำนวนรถทั้งหมด (กรัม/กิโลเมตร)
รถจดทะเบียนสะสมตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์	0.03	9,840,000	246,000.00
รถจดทะเบียนสะสมตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก	0.13	980,000	127,400.00
รวม	-	10,820,000	373,400.00

ที่มา: กรมการขนส่งทางบก. (2562). รายงานจำนวนรถจดทะเบียนสะสม ณ วันที่ 31 ธันวาคม 2561. สืบค้นเมื่อ 28 พฤศจิกายน 2562, จาก <https://web.dlt.go.th/statistics/#%E0%B9%88>

แต่ทั้งนี้การกระจายตัวของปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกัน จากกระแสนลมที่มีความแตกต่างกัน เช่น พื้นที่ชายทะเล แอ่งกระทะ อาคารสูง และการเกิดเกาะความร้อนเมือง เป็นต้น (วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์ และคณะ. 2543) ดังนั้นปัจจัยที่ก่อให้เกิดฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ได้แก่ แหล่งกำเนิดมลพิษ การพัดพาและแปรสภาพของมลพิษ

การพัดพาและแปรสภาพของมลพิษ (Transportation and Transformation of Pollutants) เกิดขึ้นจากปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยาและลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ ปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับสภาพทางอุตุนิยมวิทยาและสภาพแวดล้อมของพื้นที่นั้นๆ เนื่องจากบรรยากาศเป็นตัวกลางนำพาฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เคลื่อนที่ การเคลื่อนที่ได้ไกลหรือใกล้จะขึ้นอยู่กับสภาพทางอุตุนิยมวิทยา เช่น อุณหภูมิ ความเร็วลม และทิศทางลม เป็นต้น เกิดการพัดพาหรือแพร่กระจายตัวไปยังพื้นที่ต่างๆ

4.4.1 ปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยาที่ก่อให้เกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM_{2.5}

4.4.1.1 ลม (Wind)

ลม (Wind) คือ อากาศที่มีการเคลื่อนที่ขนานกับผิวโลก เกิดจากความกดอากาศ แรงเฉื่อย และแรงเสียดทาน ลมจะมีความสัมพันธ์กับมลพิษหรือฝุ่นละออง PM_{2.5} เสมอ เนื่องจากมีความสัมพันธ์ที่ส่งผลให้ฝุ่นละอองมีความเข้มข้นมากขึ้นหรือเจือจางลง ความเร็วลมและทิศทางลมเป็นปัจจัยสำคัญในการวิเคราะห์ลักษณะการแพร่กระจายของมลพิษ

ความเร็วลม (Wind Speed) ช่วยทำให้ฝุ่นละออง PM_{2.5} เกิดการเคลื่อนที่ออกไป ในพื้นที่ต่างๆ เกิดความเจือจาง จากการที่ลมพัดผ่านแหล่งกำเนิด ทำให้มีความเข้มข้นของฝุ่นละอองลดลง การเคลื่อนที่ของอากาศแบบกระแสวน (Eddy) มีความสำคัญต่อการเจือจางของมลพิษ การเคลื่อนที่ของอากาศแบบกระแสวนจะเป็นการเคลื่อนไหวอิสระขึ้นลง (Fluctuating) ทั้งแนวดิ่งและราบ เป็นการเคลื่อนที่ก่อให้เกิดความปั่นป่วน (Turbulence) (วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์, 2543) ถ้าหากการเคลื่อนที่ของอากาศแบบกระแสวนหมุนวน (Eddy) มีขนาดเล็กกว่ากลุ่มของมลพิษ ก็จะช่วยทำให้ความเข้มข้นของมลพิษเจือจางลงกระแสน้ำอากาศหมุนวนใหญ่กว่ามลพิษ ก็จะทำให้มลพิษเคลื่อนที่ออกไปได้มากขึ้น กระแสไหลวนมากขึ้น สามารถเจือจางมลพิษได้มากขึ้น แต่ถ้าวการเคลื่อนที่ของอากาศแบบกระแสวน มีความปั่นป่วนในบรรยากาศลดลง ความสามารถในการเจือจางของมลพิษจะลดต่ำลง ปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองในพื้นที่ก็จะมากขึ้น

ทิศทางลม (Wind Direction) ช่วยทำให้ฝุ่นละออง แพร่กระจายออกไปยังทิศทางต่างๆ เนื่องจากทิศทางลมมีผลต่อการกระจายตัวของอากาศ เป็นตัวกำหนดว่าฝุ่นละอองจะเคลื่อนที่ไปยังทิศทางไหน (Oke, 1988)

ประเทศไทย มีสภาพทางอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ส่งผลต่อทิศทางลมและความเร็วลมที่แตกต่างกันไปตามฤดู มีลมท้องถิ่น ได้แก่ ลมบก ลมทะเล และลมเมือง ที่มีความเร็วลมต่ำ ลมต่างๆ เหล่านี้ ล้วนมีความสัมพันธ์ต่อการเกิดมลพิษทางอากาศ จากลักษณะของลมที่แตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ในแต่ละฤดู ดังตาราง 4

ตาราง 4 การเปรียบเทียบความเร็วลม

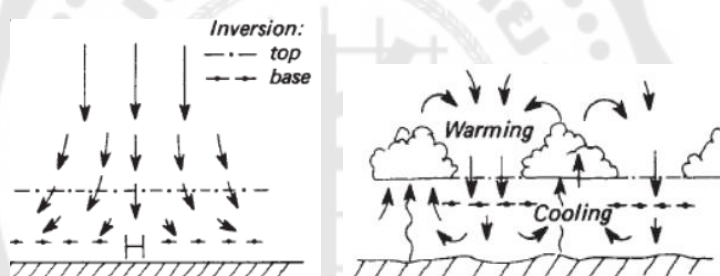
ชนิดลม	ความเร็วลม		ลักษณะผลกระทบที่เกิดจากกระแสลม
	น็อต	กิโลเมตร/ชั่วโมง	
ลมสงบ	< 1	< 1	ลมสงบ ควันลอยขึ้นตรง
ลมเบา	1 - 3	1 - 5	ทิศทางลมสังเกตได้จากควัน ที่ไม่ใช่จากศรลม
ลมอ่อน	4 - 6	6 - 11	รู้สึกมีลมปะทะหน้า ใบไม้เคลื่อนไหว ศรลมเริ่มหันทิศทางไปตามลม
ลมเจือย	7 - 10	12 - 19	ใบไม้และกิ่งไม้เล็กๆ เคลื่อนไหวตลอดเวลา
ลมปานกลาง	11 - 16	20 - 28	ฝุ่นละอองฟุ้ง กระดาษปลิว กิ่งไม้เล็กๆ โยก
ลมกระโชก	17 - 21	29 - 38	ต้นไม้เล็กๆ เริ่มโยก แหล่งน้ำบนบกเริ่มเคลื่อนเป็นระลอก
ลมแรง	22 - 27	39 - 49	กิ่งไม้ใหญ่โยก ไม่สะดวกที่จะใช้ร่ม
พายุปานกลาง	28 - 33	50 - 61	ต้นไม้โยก เดินด้านลมไม่สะดวก
พายุกระโชก	34 - 40	62 - 74	กิ่งไม้หัก เดินไปข้างหน้าไม่สะดวก
พายุแรง	41 - 47	75 - 88	สิ่งก่อสร้างเสียหายเล็กน้อย
พายุจัด	48 - 55	89 - 102	ต้นไม้ถอนรากสิ่งก่อสร้างเสียหายมาก
พายุจัด	56 - 63	103 - 177	สิ่งก่อสร้างเสียหายเป็นบริเวณกว้าง
เฮอริเคน	> 63	> 117	สิ่งก่อสร้างเสียหายหนัก

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา. (2562). หนังสืออุตุนิยมวิทยา. สืบค้นเมื่อ 21 มีนาคม 2562, จาก <https://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=52>

4.4.1.2 อุณหภูมิ (Temperature)

อุณหภูมิและระดับความสูงของบรรยากาศ มีความสัมพันธ์ต่อการเคลื่อนที่ของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เนื่องจากบรรยากาศในแต่ละระดับความสูง มีอุณหภูมิแตกต่างกัน ซึ่งโดยปกติแล้วอุณหภูมิจะต่ำลงเมื่อความสูงเพิ่มขึ้น ความแตกต่างของอุณหภูมิในแต่ละระดับความสูงของบรรยากาศ ส่งผลต่อปริมาณความปั่นป่วนของอากาศ ที่จะนำมลพิษในอากาศเคลื่อนที่ไปด้วย ในเวลากลางวัน โดยเฉพาะฤดูร้อน ฝุ่นละอองในบรรยากาศจะมีการแพร่กระจายตัวได้ดี เนื่องจากแสงอาทิตย์ที่ส่องลงมายังพื้นผิวโลกจะมีการแผ่คลื่นความร้อน ทำให้อุณหภูมิ

ใกล้พื้นผิวดินร้อน และเกิดความปั่นป่วนของอากาศ อากาศร้อนจะเคลื่อนที่พามลพิษลอยตัวขึ้นด้านบนในรูปแบบหมุนวน (Turbulence) ขึ้นไปได้สูงถึง 2,000 - 3,000 เมตร หรือที่เรียกว่า Mixed Layer ซึ่งเป็นชั้นบรรยากาศที่มลพิษแทรกเข้าไปผสมในอากาศ จะสามารถแทรกเข้าไปได้ดี เมื่อขอบเขตของบรรยากาศเกิดความไม่เสถียร (Unstable Boundary Layer) แต่ในฤดูหนาว อุณหภูมิใกล้พื้นผิวดินต่ำกว่าระดับความสูงของบรรยากาศที่อยู่ด้านบน อากาศที่มีอุณหภูมิต่ำ จะจมตัวลงแทนการลอยตัวขึ้นด้านบนในรูปแบบหมุนวน (Turbulence) ที่ปกติจะสามารถขึ้นไปได้สูงถึง 2,000 - 3,000 เมตร แต่เมื่ออากาศเย็นจมตัวลง ชั้น Mixed Layer จะลดระดับลงมาอยู่ที่ความสูง 200 - 300 เมตร เกิดการผกผันของอุณหภูมิ (Temperature of Inversion) ทำให้ขอบเขตของชั้นบรรยากาศเป็นแบบเสถียร (Stable Boundary Layer) อากาศนิ่ง การกระจายตัวของมลพิษต่ำ เกิดการสะสมตัวของมลพิษ ดังภาพประกอบ 27 (Oke, 1988)



ภาพประกอบ 27 ตัวอย่างการผกผันของอุณหภูมิ (Temperature of Inversion)

ที่มา: T.R. Oke (1988). Boundary layer climates. Retrieved October 20, 2019, from https://www.academia.edu/16752781/T._R._Oke__Boundary_Layer_Climates_1988_.PDF?auto=download

4.4.1.3 ความชื้น (Humidity)

ความชื้นมีความสัมพันธ์ต่อการเคลื่อนที่ของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เนื่องจากความชื้นคือ จำนวนไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศ การเปลี่ยนแปลงของความชื้นจะขึ้นอยู่กัอุณหภูมิ ซึ่งอุณหภูมิตมีความสัมพันธ์กับการเกิดมลพิษจากที่กล่าวไปในข้างต้น

ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) คือ อัตราส่วนของปริมาณไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศ ต่อ ปริมาณไอน้ำที่จะทำให้อากาศอิ่มตัว ณ อุณหภูมิเดียวกัน แสดงค่าอยู่ในรูปแบบเปอร์เซ็นต์ โดยไอน้ำที่อิ่มตัว จะมีค่าความชื้นสัมพัทธ์เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ (Saturation

Gas) และ 0 เปอร์เซนต์ หมายถึงอากาศแห้ง (Vapor-Free Gas) ความชื้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมและลักษณะทางกายภาพต่างๆ เช่น ในช่วงฤดูร้อนความชื้นจะต่ำกว่าปกติ เป็นต้น ประเทศไทย มีอากาศร้อนชื้นเกือบทั้งปี เนื่องจากตั้งอยู่ในบริเวณเขตร้อนใกล้เส้นศูนย์สูตร จะมีความชื้นสูงในบริเวณพื้นที่ติดทะเล และลดต่ำลงในบริเวณที่ลึกเข้าไปในแผ่นดิน ตั้งแต่ภาคกลางขึ้นไป ประเทศไทยมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี ประมาณ 72 - 74 เปอร์เซนต์ฤดูร้อนจะมีความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 62 - 69 เปอร์เซนต์ (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2562)

4.4.1.4 ฝนและปริมาณน้ำฝน (Rain)

ฝนที่ตกลงมาจะช่วยสร้างความชุ่มชื้นและส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชในพื้นที่ ฝนมีความสัมพันธ์ต่อมลพิษทางอากาศ จากการช่วยชะล้างและลดปริมาณมลพิษหรืออนุภาคที่เป็นพิษต่างๆ ที่ฟุ้งกระจายอยู่ในบรรยากาศ ทั้งนี้ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมา สามารถแบ่งปริมาณตามเกณฑ์การให้ความหมายปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมา โดยประเทศในพื้นที่แถบมรสุมเขตร้อน สามารถแบ่งเกณฑ์ได้ดังตาราง 5

ตาราง 5 การแบ่งเกณฑ์ให้ความหมายของปริมาณน้ำฝน ประเทศในพื้นที่แถบมรสุมเขตร้อน

เกณฑ์การวัด	ปริมาณน้ำฝน
ฝนวัดจำนวนไม่ได้	น้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร
ฝนเล็กน้อย	0.1 - 10 มิลลิเมตร
ฝนตกปานกลาง	10.1 - 35 มิลลิเมตร
ฝนตกหนัก	35.1 - 90 มิลลิเมตร
ฝนตกหนักมาก	ตั้งแต่ 90.1 มิลลิเมตรขึ้นไป

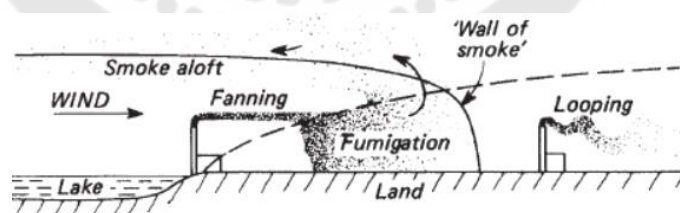
ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา. (2562). หนังสืออุตุนิยมวิทยา. สืบค้นเมื่อ 21 มีนาคม 2562, จาก <https://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=52>

4.4.2 ปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมหรือลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ที่ก่อให้เกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM_{2.5}

สภาพแวดล้อมหรือลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ที่แตกต่างกัน มีความสัมพันธ์ต่อการแพร่กระจายของมลพิษ ประสิทธิภาพในการเคลื่อนที่หรือการกระจายตัวของมลพิษย่อมมีความแตกต่างกัน เช่น ภูมิประเทศของผิวโลก ในแต่ละพื้นที่มีลักษณะทางกายภาพ ที่

มีอิทธิพลต่อลมประจำถิ่นแตกต่างกัน ลักษณะภูมิประเทศที่ส่งผลต่อการเกิดมลพิษ ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ได้แก่

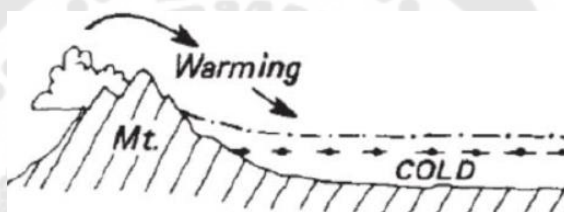
4.4.2.1 ลักษณะภูมิประเทศชายฝั่งทะเล เป็นลักษณะภูมิประเทศที่ส่งผลต่อการกระจายตัวหรือสะสมตัวของมลพิษ จากการมีแนวชายฝั่งที่อากาศเหนือพื้นดินมีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศด้านบน เกิดอุณหภูมิผกผัน (Inversion) มลพิษไม่สามารถลอยขึ้นด้านบนได้ และเมื่ออากาศเคลื่อนที่ลึกเข้าไปยังแผ่นดินจนถึงแนวปะทะลมทะเล (Sea Breeze Front) มวลอากาศเย็นจากทะเลจะไหลแทนที่มวลอากาศร้อนบนบก ทำให้มวลอากาศร้อนบนบกที่เบากว่า ลอยขึ้นด้านบน เกิดแนวกำแพงกันควัน (Wall of Smoke) หรือมลพิษ ทำให้มลพิษไม่สามารถกระจายไปตามลมได้ แต่จะกระจายขึ้นด้านบนแทน ส่วนในบริเวณด้านหน้าแนวปะทะลมทะเล จะเกิดขึ้นบรรยากาศที่มีลักษณะเป็นฝาชีหรือโดมที่ครอบไว้ ทำให้มลพิษไม่สามารถกระจายตัวขึ้นด้านบนได้ เกิดการกักเก็บมลพิษ จากการที่ความร้อนของพื้นดิน ลดความหนาของชั้นบรรยากาศที่มีอุณหภูมิผกผันลง แต่ไม่สามารถลดความหนาของชั้นบรรยากาศได้หมด เกิดเป็นฝาชีหรือโดมครอบ (Oke, 2004) รวมถึงการเกิดลมบก-ลมทะเล ซึ่งเป็นลมท้องถิ่น ในตอนกลางวันจะเกิดลมทะเลจากอุณหภูมิของอากาศเหนือพื้นน้ำต่ำกว่าอุณหภูมิเหนือพื้นดิน มวลอากาศเหนือพื้นดินที่อุณหภูมิสูงกว่าจะลอยขึ้นด้านบน มวลอากาศที่เย็นกว่าเหนือพื้นน้ำก็จะลอยเข้ามาแทนที่ และในตอนกลางคืน จะเกิดลมบกจากมวลอากาศบนบกหรือแผ่นดินไหลย้อนกลับ ซึ่งการเกิดลมบก-ลมทะเล มีผลต่อมลพิษที่อยู่ในอากาศ จากระดับความสูงของลมบก-ลมทะเล ที่มีความสูงหลายร้อยเมตรเหนือความสูงของมลพิษที่ถูกปล่อยออกมา ดังภาพประกอบ 28



ภาพประกอบ 28 พฤติกรรมของลมในบริเวณที่มีภูมิประเทศแบบชายฝั่งทะเล

ที่มา: T.R. Oke. (1988). Boundary layer climates. Retrieved October 20, 2019, from https://www.academia.edu/16752781/T._R._Oke__Boundary_Layer_Climates_1988_.PDF?auto=download

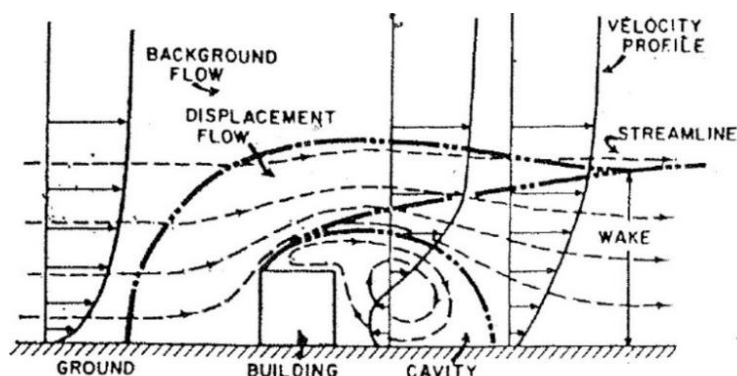
4.4.2.2 ลักษณะภูมิประเทศแบบภูเขาหรือหุบเขา เป็นลักษณะทางกายภาพของ ที่ก่อให้เกิดลมภูเขาและหุบเขา ซึ่งเป็นลมท้องถิ่นที่ในตอนกลางวัน อากาศใกล้พื้นดินบนภูเขา ได้รับแสงพระอาทิตย์มากกว่า พื้นดินบนภูเขาจะมีอุณหภูมิสูงกว่า อากาศเกิดการลอยตัวขึ้น อากาศในหุบเขาไหลเข้าไปแทนที่ ในตอนกลางคืน อากาศจะไหลลงมาตามหุบเขา เนื่องจากในหุบเขา มีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศที่อยู่ที่สูง ดังนั้นจะเห็นได้ว่าทั้งลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ ก่อให้เกิดลมภูเขาและหุบเขา มีอิทธิพลต่อการเกิดมลพิษทางอากาศ ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ จากการนำ มลพิษที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ต่างๆ เคลื่อนที่ตามลักษณะทางกายภาพของพื้นที่มาทับอากาศหรือลม เช่น โรงไฟฟ้าตั้งอยู่ใกล้กับทะเล ลมทะเลก็จะพัดนำมลพิษเข้ามาในแผ่นดิน และการมีแหล่งกำเนิด มลพิษอยู่ในหุบเขา ลมอาจทำให้มลพิษถูกสะสมตัวอยู่ในหุบเขา เป็นต้น ดังภาพประกอบ 29



ภาพประกอบ 29 พฤติกรรมของลมในบริเวณที่มีภูมิประเทศแบบภูเขาหรือหุบเขา

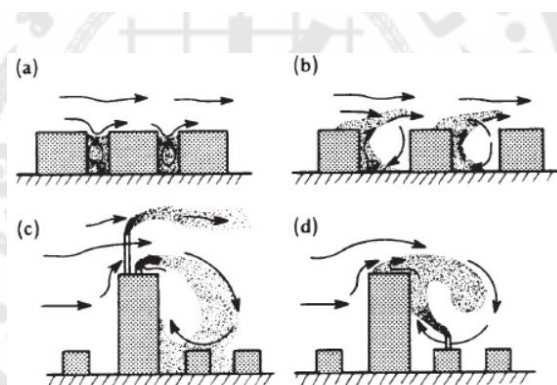
ที่มา: T.R. Oke (1988). Boundary layer climates. Retrieved October 20, 2019, from https://www.academia.edu/16752781/T._R._Oke__Boundary_Layer_Climates_1988_.PDF?auto=download

4.4.2.3 ลักษณะทางกายภาพแบบพื้นที่เมือง จะประกอบไปด้วยอาคารและสิ่งปลูกสร้างต่างๆ เช่น อาคารสูง สถานีและแนวรถไฟฟ้าบีทีเอส ทางเดิน Sky Walk และทางยกระดับ เป็นต้น ความสูงของอาคารที่แตกต่างกัน สิ่งกีดขวางหรือความขรุขระของพื้นผิวแบบเมือง รวมถึงการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง จะเป็นสิ่งที่ช่วยในการกระจายตัวของมลพิษ จากความแปรปรวนของอากาศ แต่ทั้งนี้เมื่อลมหรืออากาศเคลื่อนที่ผ่านอาคาร จะเกิดการแยกตัวของอากาศที่ไหลผ่านอาคาร ทำให้เกิดช่องว่าง (Cavity) ขนาดใหญ่ด้านหลังอาคาร ภายในช่องว่างก็จะเกิดการไหลย้อน (Backflow) นำมลพิษที่อยู่ใต้ลมขึ้นมา ถ้ามลพิษอยู่ในบริเวณที่มีการไหลแยกเข้าสู่ช่องว่าง มลพิษนี้ก็ยังคงสะสมอยู่ในช่องว่าง ไม่มีการกระจายตัว การไหลแยกที่ก่อให้เกิดการสะสมตัวของมลพิษด้านหลังอาคารนี้ สามารถเกิดขึ้นได้กับด้านหลังของภูเขาหรือหุบเขา (วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์, 2543) ภาพประกอบ 30 และ 31



ภาพประกอบ 30 การไหลรอบอาคารแบบลูกบาศก์ โครงสร้างในพื้นที่โล่งจะทำให้การไหลของลมที่เปลี่ยนแปลงไป

ที่มา: วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์. (2543). มลภาวะอากาศ. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.



ภาพประกอบ 31 อิทธิพลของอาคารต่อการไหลของลมและการกระจายตัวของมลพิษ

ที่มา: T.R. Oke (1988). Boundary layer climates. Retrieved October 20, 2019, from https://www.academia.edu/16752781/T._R._Oke__Boundary_Layer_Climates_1988_.PDF?auto=download

พื้นที่เขตพัฒนา เป็นพื้นที่ที่มีลักษณะทางกายภาพของความเป็นเมือง คือ อาคารสูงและสิ่งปลูกสร้างหรือสิ่งกีดขวางต่างๆ ที่มีผลต่อสภาพทางอุตุนิยมวิทยา เช่น การเกิดกระแสลมแบบไหลแยก เมื่อเคลื่อนผ่านอาคารและสิ่งปลูกสร้าง ที่ส่งผลให้ด้านหลังของอาคารหรือสิ่งปลูกสร้างมีการสะสมตัวของมลพิษ เกิดอากาศนิ่ง อุณหภูมิผกผัน เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง ที่เกิดในพื้นที่จากความหนาแน่นสูง ทำให้พื้นที่พัฒนาเป็นพื้นที่ที่มีปัญหา

มลพิษทางอากาศ ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ จากลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ที่มีอาคารสูง ในระดับความสูงต่างๆ ที่สัมพันธ์กับสภาพทางอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ความเร็วลมและทิศทางการเกิดการแยกตัวของอากาศหรือลมที่ไหลผ่านอาคาร ทำให้เกิดช่องว่างหรือ Cavity และ Wake เกิดการสะสมตัวของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ในพื้นที่เมือง ทำให้ฝุ่นละอองไม่สามารถกระจายตัวได้

5. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS)

5.1 ความหมายของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ หมายถึง ระบบคอมพิวเตอร์และโปรแกรมที่ออกแบบ เพื่อสนับสนุน การนำเข้าข้อมูล (Capture) การจัดการข้อมูล (Management) การเปลี่ยนแปลงข้อมูล (Manipulation) การวิเคราะห์ข้อมูล (Analysis, Modeling) และแสดงผล (Display) ของข้อมูลเชิงพื้นที่

Peter A. Burrough (1998) กล่าวว่า ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ คือ เครื่องมือที่ใช้เพื่อรวบรวมและจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบและระบบต่างๆ ให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลสารสนเทศเชิงพื้นที่ สามารถนำข้อมูลสารสนเทศเชิงพื้นที่กลับมาใช้ได้ และสามารถแสดงลักษณะข้อมูลได้ตามที่ผู้ใช้งานต้องการ (Burrough & McDonnell, 1998)

สรวิศ ใจ กลิ่นดาว (2545) กล่าวว่า ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ คือ ระบบปฏิบัติการที่ใช้ในการรวบรวม จัดเก็บข้อมูล สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ และรายละเอียดของข้อมูลนั้นๆ ในรูปแบบของข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute Data) เพื่อนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ไปใช้เป็นเครื่องมือในกระบวนการตัดสินใจของผู้บริการ

5.2 องค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 5 องค์ประกอบ ได้แก่ ฮาร์ดแวร์ (Hardware), ซอฟต์แวร์ (Software), ข้อมูล (Data), วิธีการหรือขั้นตอนการทำงาน (Methodology หรือ Procedure) และบุคลากร (People) เป็นต้น

5.2.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware) คือ เครื่องมือที่เป็นองค์ประกอบที่สามารถจับต้องได้ ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องต่างๆ เช่น ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์ และจอภาพ ซึ่งเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จะต้องกระทำการจัดเก็บและประมวลผลข้อมูลเชิงพื้นที่ในปริมาณมาก ดังนั้นเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะต้องมีประสิทธิภาพที่ดีเพียงพอต่อการจัดเก็บและประมวลผลข้อมูล

5.2.2 ซอฟต์แวร์ (Software) คือ ชุดของคำสั่งสำเร็จรูป หรือที่เรียกว่าโปรแกรมประยุกต์ทางระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เช่น โปรแกรม ArcGIS, QGIS และ MapInfo เป็นต้น

ภายในชุดคำสั่งสำเร็จรูปหรือโปรแกรมประยุกต์ต่างๆ เหล่านี้ จะประกอบไปด้วยเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการนำเข้าข้อมูล, ปรับแต่งข้อมูล, จัดการข้อมูล, เรียกค้น, วิเคราะห์ข้อมูล และจำลองภาพ หรือแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่

5.2.3 ข้อมูล (Data) คือ ข้อมูลต่างๆ ที่จะใช้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และถูกจัดเก็บในรูปแบบของฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ที่อยู่ในรูปแบบข้อมูลดิจิทัล โดยได้รับการดูแลจากระบบจัดการฐานข้อมูลหรือ DBMS ข้อมูลจะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญรองลงมาจากบุคลากร

5.2.4 บุคลากร (People) คือ ผู้ปฏิบัติงานซึ่งเกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เช่น เป็นผู้นำเข้าข้อมูล ผู้ดูแลระบบฐานข้อมูล ผู้เชี่ยวชาญด้านวิเคราะห์ข้อมูล และเป็นผู้บริหารที่จะเป็นผู้นำข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการตัดสินใจ เป็นต้น ถ้าขาดบุคลากรไป ก็จะไม่มีการนำข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้

5.2.5 วิธีการหรือขั้นตอนการทำงาน (Methodology หรือ Procedure) คือ วิธีการขั้นตอนการทำงานที่องค์กรหรือหน่วยงานต่างๆ จะใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจัดการแก้ไขปัญหา ซึ่งวิธีการหรือขั้นตอนการทำงานก็จะเป็นไปตามความต้องการขององค์กรหรือหน่วยงานนั้นๆ ดังนั้นบุคลากร ผู้ปฏิบัติงานจะต้องเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด ในการทำงานเพื่อการจัดการและแก้ไขปัญหาเชิงพื้นที่

6. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation Analysis)

การวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation Analysis) คือ การวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวแปรหรือมากกว่า 2 ตัวแปร โดยผลลัพธ์ที่ได้จะเรียกว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) เขียนแทนด้วย r ทั้งนี้ หลักการทางสถิติที่ใช้ในการคำนวณหาความสัมพันธ์จะมีความแตกต่างกันไปตามลักษณะของตัวแปร เช่น สหสัมพันธ์เชิงเดียว (Simple Correlation) และสหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation) เป็นต้น โดยการหาค่าสหสัมพันธ์เชิงเดียว (Simple Correlation) มีรายละเอียด ดังนี้

6.1 สหสัมพันธ์เชิงเดียว (Simple Correlation)

สหสัมพันธ์เชิงเดียวหรือที่เรียกว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson's Correlation) เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัว ที่มีการวัดความสัมพันธ์ในรูปแบบเชิงเส้น สมการที่ใช้ในการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ได้แก่

$$r = \frac{n(\Sigma xy) - (\Sigma x)(\Sigma y)}{\sqrt{[n(\Sigma x^2) - (\Sigma x)^2][n(\Sigma y^2) - (\Sigma y)^2]}}$$

6.1.1 ผลลัพธ์ของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)

ผลลัพธ์ของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ที่ได้จะมีค่าตั้งแต่ -1.00 ถึง 1.00 โดยมีรายละเอียด ดังนี้ (กัลวัฒน์ มัญชะสิงห์, 2557)

$r = +1.00$ คือ ข้อมูลมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างสมบูรณ์

ระหว่าง 2 ตัวแปร

$r = -1.00$ คือ ข้อมูลมีความสัมพันธ์ทางลบอย่างสมบูรณ์

ระหว่าง 2 ตัวแปร

$r = 0.00$ คือ ข้อมูลไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่าง 2 ตัวแปร

ทั้งนี้ผลลัพธ์การหาความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยาที่ได้จะอยู่ในรูปแบบผลลัพธ์ของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ที่มีค่าตั้งแต่ -1 ถึง 1

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาลักษณะทางกายภาพและรูปแบบการระบายอากาศของเมืองอุทัยธานี จากการที่ปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองเป็นปรากฏการณ์ที่ส่งผลโดยตรงกับประชากร ที่อาศัยอยู่ภายในเมือง ความเข้มข้นของเกาะความร้อนส่งผลให้อุณหภูมิสูงขึ้น ส่งผลต่อสภาวะน่าสบายเชิงอุณหภูมิของเมือง การระบายอากาศจึงเป็นหนึ่งตัวแปรที่ช่วยบรรเทาความร้อนภายในเมือง อุณหภูมิความร้อนและการระบายอากาศภายในเมืองก็จะขึ้นอยู่กับลักษณะกายภาพของเมืองด้วย การศึกษาลักษณะทางกายภาพและรูปแบบการระบายอากาศของเมือง มีวัตถุประสงค์เพื่ออธิบายถึงลักษณะทางกายภาพของเมืองจากปัจจัยด้านสิ่งปกคลุม และการศึกษารูปแบบการระบายอากาศเพื่อเสนอเป็นแนวทางของการขยายตัวของเมืองต่อไป ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ ข้อมูลสิ่งปกคลุมพื้นผิว, ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน และข้อมูลความสูงอาคารต่อความกว้างถนน จากกรมโยธาธิการและผังเมือง ข้อมูลด้านภูมิอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิ ความเร็วลม และทิศทางลม ในช่วงวันที่ 2 ถึงวันที่ 11 สิงหาคม พ.ศ. 2555 และช่วงวันที่ 13 ถึงวันที่ 22 สิงหาคม พ.ศ. 2555 และทำการวิเคราะห์การระบายอากาศของเมือง 3 ช่วงเวลา คือ 1) 6.00 น.

(ชั่วโมงที่อุณหภูมิต่ำที่สุดก่อนพระอาทิตย์ขึ้น) 2) 14.00 น. (ชั่วโมงที่อุณหภูมิสูงที่สุดที่พื้นผิวมีการกักเก็บความร้อน) และ 3) 19.00 น. (การระบายอากาศ 1 ชั่วโมงหลังจากพระอาทิตย์ตกดิน เป็นเวลาที่เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง) โดยผลการศึกษาด้านลักษณะกายภาพของเมืองกับอุณหภูมิ พบว่าอุณหภูมิภายในเมืองและพื้นที่รอบนอกของเมืองไม่ได้มีความแตกต่างกันชัดเจน เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่ของเมืองอุทัยธานีถูกปกคลุมด้วยพืชพรรณ แต่เมืองอุทัยธานีก็มีแนวโน้มที่อุณหภูมิจะสูงขึ้นจากการขยายตัวของเมืองที่มีสิ่งปลูกสร้างในรูปแบบพื้นคอนกรีตเพิ่มมากขึ้นและผลการศึกษาด้านรูปแบบการระบายอากาศของเมืองในระดับพื้นผิว ที่ระดับพื้นดินสูงขึ้นไปในระดับหลังคาของอาคารในพื้นที่เมือง (Urban canopy layer) 3 ช่วงเวลา พบว่า การระบายอากาศในเมืองอุทัยธานีเป็นการระบายอากาศจากการไหลเวียนของลมทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ทิศตะวันออก และทิศใต้ไปยังทิศเหนือของเมือง โดยมีเทือกเขาสะแกกรังเป็นตัวควบคุมทิศทาง ดังนั้นการระบายอากาศของเมืองอุทัยธานีจึงถูกควบคุมด้วยเทือกเขา อาคาร สิ่งปลูกสร้าง และทิศทางและความกว้างของถนน (วันเพ็ญ เจริญตระกูลปิติ, 2557)

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเชิงสัญญาณและการระบายอากาศเมือง พื้นที่พัฒนาหนาแน่นของกรุงเทพมหานครชั้นใน ในระดับตัวบุคคล (Pedestrian Level) ในพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของอาคารสูงมากที่สุดในกรุงเทพมหานคร ได้แก่ เขตบางรัก เขตราชเทวี เขตวัฒนา และเขตธนบุรี โดยปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์การระบายอากาศของเมือง ได้แก่ ปัจจัยด้านความสูง คือ ค่าความสูงของอาคารเป็นปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์การไหลของลมในแนวตั้ง ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับเนื้อเมือง คือ ค่าขนาดอนุเมืองที่ใช้ในการวิเคราะห์การไหลของลมในแนวนอน และปัจจัยด้านทิศทางการวางตัวของอาคาร เป็นปัจจัยการวิเคราะห์ทิศทางการไหลผ่านของลมและการขวางกั้นลม รวมกับการนำข้อมูลความเร็วลมที่ได้มีการเก็บข้อมูลในพื้นที่จริง และค่าความเร็วลมเฉลี่ยในพื้นที่ทุกๆ 1 ตร.กม. มาร่วมใช้ในการศึกษา โดยการสร้างแบบจำลองเชิงสถิติจากการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์สัญญาณของเมือง รวมทั้งการจำลองการไหลจากพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ เพื่อการสร้างแบบจำลองเชิงสัญญาณร่วมกับการวิเคราะห์การระบายอากาศในพื้นที่ศึกษา ผลการศึกษาพบว่าพื้นที่เขตบางรักที่มีอาคารสูงหนาแน่นมีลักษณะเชิงสัญญาณของเมือง 2 ลักษณะ คือลักษณะอาคารสูงที่มีความหนาแน่น ได้แก่ ถนนสีลม สาทร และลักษณะอาคารเตี้ยที่มีความหนาแน่น ได้แก่ ถนนสุรวงศ์ และถนนสีพระยา และการจำลองการไหลของอากาศภายในเมือง ด้วยการวิเคราะห์ทางสถิติจากพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ พบว่าลักษณะเชิงสัญญาณในแต่ละรูปแบบมีผลต่อการระบายอากาศ (ศศิธร ศรีเฟื่องฟุ้ง, 2558)

การสร้างแบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณของการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ และการคืนสภาพตัวดูดซับในฟลูอิด์เบด จากปัญหาที่เกิดจากภาวะโลกร้อนที่เกิดจากการปล่อยก๊าซมลพิษที่ก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนจากแหล่งกำเนิดออกสู่บรรยากาศ เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ได้จะช่วยลดภาวะโลกร้อน ในการศึกษาครั้งนี้จึงทำการศึกษาในด้านการควบคุมปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกสู่บรรยากาศ โดยการสร้างแบบจำลองที่พัฒนามาจากแบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ ผลการศึกษาพบว่า ถ้าหากอุณหภูมิสูง การดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์จะต่ำลง แต่ถ้าหากอุณหภูมิต่ำ การดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์จะสูงขึ้น (ฉันทันต์ สงวนนภาพร, 2559)

การประยุกต์ใช้พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อสร้างแบบจำลองลักษณะสภาพแวดล้อมของลมภายในเมืองและเสนอแนวระบายอากาศภายในเมืองเพื่อปรับปรุงสภาพแวดล้อมด้านลมช่วยบรรเทาผลกระทบของมลพิษและปรากฏการณ์เกาะความร้อนภายในเมือง โดยการสร้างแบบจำลองลักษณะสภาพแวดล้อมด้านลมในช่วงฤดูร้อนและฤดูหนาวภายในพื้นที่เมืองนางซุง สาธารณรัฐประชาชนจีน โดยการนำข้อมูลขอบเขตอาคาร สามมิติ ข้อมูลภูมิประเทศ ข้อมูลประชากร ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา มาใช้ในการวิเคราะห์และสร้างแบบจำลอง โดยใช้แบบจำลองจากโปรแกรม The WinAir วิเคราะห์พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณที่ระดับความสูง 3 ระดับ ได้แก่ 1.5 เมตร สำหรับคนเดินเท้า 10 - 30 เมตร สำหรับความสูงของสภาพแวดล้อมที่มนุษย์อาศัยอยู่ และ 100 เมตร สำหรับหลังคาเมือง ทั้งนี้พื้นที่การจำลองแบ่งออกเป็น 99 แถว และ 99 คอลัมน์ ครอบคลุมพื้นที่กริด 320 X 320 เมตร โดยนำข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยามาใช้เป็นพารามิเตอร์แสดงเงื่อนไขในแบบจำลอง การจำลองในครั้งนี้ได้ทำการจำลองซ้ำ 500 ครั้ง เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีเสถียรภาพ และทำการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวจากภาพถ่ายดาวเทียม รวมถึงการวิเคราะห์คุณภาพอากาศจากการประมาณค่าด้วยวิธีการประมาณค่าเชิงพื้นที่แบบ Inverse Distance Weighted (IDW) แสดงการกระจายตัวของคุณภาพอากาศ ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นถึงความเร็วลมและทิศทางลมในฤดูหนาวและฤดูร้อน โดยพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากมลพิษทางอากาศคือพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของประชากรสูง ความหนาแน่นของอาคารสูง ถนนมีลักษณะแคบ และมีพื้นที่สีเขียวน้อย โดยพื้นที่ส่วนใหญ่จะถูกปกคลุมด้วยพื้นคอนกรีตเป็นพื้นที่กว้าง โดยช่องทางระบายอากาศที่มีศักยภาพในการระบายอากาศ คือพื้นที่ที่มีความกว้างของถนนอยู่ในระดับที่เหมาะสม ปราศจากอาคารสูง ทั้งนี้พื้นที่สีเขียวและเส้นทางน้ำก็เป็นช่องทางที่ลมไหลเวียนระบายความร้อนและมลพิษได้ ดังนั้นการพัฒนาช่องทางระบายอากาศภายในเมืองจะเป็นช่องทางตามแนวถนนสายหลัก พื้นที่สีเขียว และ

เส้นทางภายในเมือง โดยเมืองฉางชุงมีช่องทางลมที่เด่นชัดอยู่ 5 เส้นทาง ที่อากาศดีสามารถไหลเวียนเข้าถึงพื้นที่เมืองชั้นใน บรรเทาผลกระทบของมลพิษทางอากาศและปรากฏการณ์เกาะความร้อนภายในเมือง ดังนั้นถ้าหากมีการก่อสร้างเพิ่มขึ้นหรือมีการเกิดเมืองใหม่และเขตอุตสาหกรรมใหม่ขึ้น ควรมีการนำปัจจัยด้านสภาพอากาศและสิ่งแวดล้อมร่วมในการวางผังเมือง ควรมีการควบคุมอาคารสูง ความหนาแน่นของถนน และการวางแผนการใช้ที่ดินและการออกแบบชุมชนเมือง ลดการเกิดปัญหามลพิษ และปรากฏการณ์เกาะความร้อนภายในเมือง (Shouzhi et al., 1998)

การประเมินศักยภาพลมด้วยลักษณะพื้นฐานของเมือง กรณีศึกษาเมืองปักกิ่ง สาธารณรัฐประชาชนจีน ได้แสดงให้เห็นว่าพลังงานลมเป็นพลังงานที่มีประโยชน์ต่อการพัฒนาเมืองอย่างยั่งยืน และพื้นฐานวิทยาของเมือง คือการศึกษารูปแบบของเมือง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการระบุการเป็นเนื้อเมืองเดียวกัน ในด้านพื้นฐานวิทยาและในกระบวนการความเป็นเมืองที่ดี พื้นฐานของเมืองจึงเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมและเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการวางผังเมือง โดยรูปแบบของเมืองนั้นจะมีความสำคัญต่อการประสบปัญหาของเมือง เช่น การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ การใช้พลังงานภายในเมือง และการวิเคราะห์ด้านการจราจร เป็นต้น การวิจัยนี้จึงทำการประมาณการศักยภาพของลม และทำการเปรียบเทียบกันในแต่ละพื้นฐานวิทยาของเมือง 7 ประเภท ในพื้นที่เมืองปักกิ่ง ด้วยการจำลองลม แล้วทำการเปรียบเทียบศักยภาพของลมในแต่ละพื้นฐานเมือง และประเมินศักยภาพลมเหนือหลังคาของอาคารสูงที่สูงที่สุดในแต่ละเมือง 10 เมตร โดยใช้ตัวบ่งชี้ทางพื้นฐานวิทยาของเมือง เช่น อัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดิน ค่าเฉลี่ยความสูงของอาคาร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสูงอาคาร และปริมาตรของอาคาร เป็นต้น ร่วมกับการจำลองเชิงตัวเลขที่อยู่ในแบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (CFD) ของโปรแกรม ANSYS 14.0 และการใช้โปรแกรม Autodesk CAD 2015 ในการสร้างรูปทรงเรขาคณิตของอาคาร ผลลัพธ์ที่ได้พบว่า พื้นฐานวิทยาของเมืองที่มีอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดินต่ำ จะมีความหนาแน่นของลมสูง พื้นฐานวิทยาของเมืองที่มีช่องว่างมาก ก็จะมีค่าความหนาแน่นของลมสูงเช่นเดียวกัน และบริเวณที่มีค่าเฉลี่ยความสูงของอาคารสูง ก็มีความหนาแน่นของลมสูงกว่าในพื้นที่อื่นๆ ของพื้นฐานวิทยาของเมืองนั้นๆ (Wang & MingleiDuan, 2018)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ และลักษณะทางกายภาพของเมืองที่มีผลต่อการกระจายตัวของมลพิษทางอากาศจากการไหลเวียนของลมภายในพื้นที่เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ประกอบด้วยอาคารสูงมากที่สุดในกรุงเทพมหานคร ผสมกับเป็นพื้นที่ที่ประสบปัญหามลพิษทางอากาศ ผู้วิจัยจึงมีวิธีดำเนินการวิจัย ซึ่งเป็นวิธีการและขั้นตอนที่ผู้วิจัยจะกระทำตามเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. พื้นที่ศึกษา
2. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา
3. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา
4. การเตรียมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. พื้นที่ศึกษา

การศึกษานี้ ผู้วิจัยได้ทำการเลือกพื้นที่ศึกษาจากปัจจัยในด้านต่างๆ เพื่อให้มีความสัมพันธ์กับความเป็นเมืองที่มีลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ อาคารสูง ที่ส่งผลกระทบต่อ การเกิดมลพิษทางอากาศ ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และปัจจัยของลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์จากข้อมูลต่างๆ ดังนี้

1.1 การเลือกพื้นที่ศึกษาจากความหนาแน่นของพื้นที่อาคารสูงตั้งแต่ 5 ชั้นขึ้นไปในพื้นที่เขตการปกครองกรุงเทพมหานคร

กรุงเทพมหานครมีอาคารสูงกระจายตัวอยู่ทั่วทุกเขต ในแต่ละเขตมีความหนาแน่นของความสูงตั้งแต่ 5 ชั้นขึ้นไป (17.5 เมตรขึ้นไป) ส่วนใหญ่พบความหนาแน่นของอาคารสูงมากบริเวณที่มีกิจกรรมด้านธุรกิจและพาณิชยกรรม อยู่ในเขตจตุจักรและเขตวัฒนา โดยที่ในพ.ศ. 2562 เขตวัฒนาได้มีการยื่นขออนุญาตสร้างอาคารสูงเพิ่มขึ้นในอนาคต ดังนั้นเขตวัฒนาจึงเป็นเขตที่จะมีจำนวนและความหนาแน่นของอาคารสูงมากที่สุด (40 หน่วย) ในกรุงเทพมหานคร (ตามตาราง 6) (สำนักการวางผังและพัฒนาเมือง กรุงเทพมหานคร, 2561) ซึ่งอาคารสูงเหล่านี้มีผลต่อการไหลเวียนของลม อาทิ การขวางทิศทางของลม ก่อให้เกิดช่องว่างด้านหลังอาคาร และระหว่างอาคาร ส่งผลให้เกิดการสะสมตัวของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$

ตาราง 6 พื้นที่อาคารสูงเดิมและอาคารที่อนุญาตปลูกสร้าง พ.ศ. 2560 ที่มีความสูง 5 ชั้น ขึ้นไป

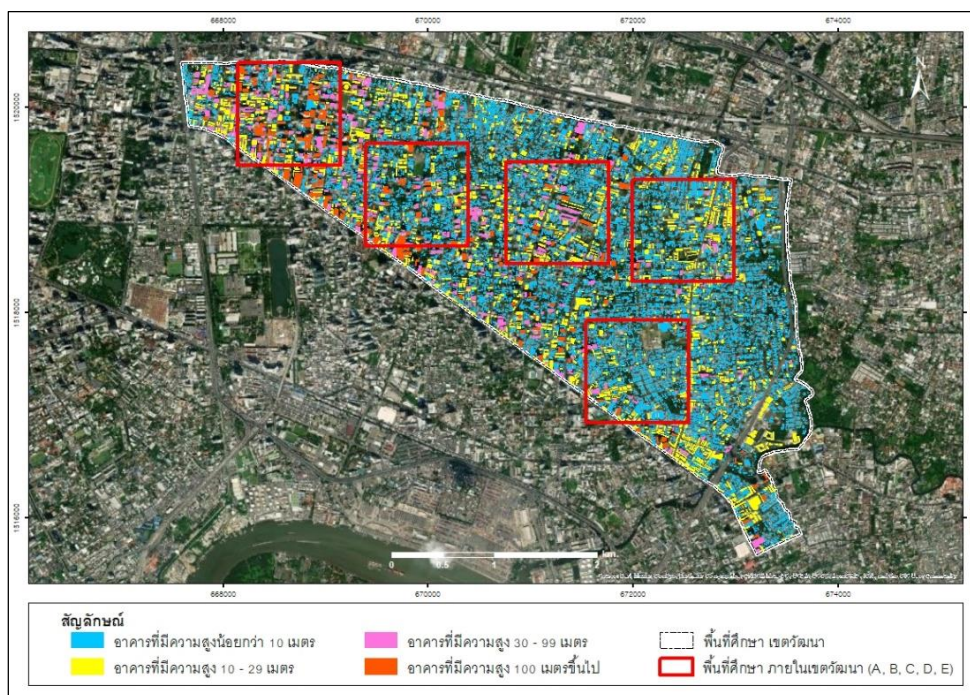
เขต	อาคารสูงเดิม		อาคารสูงที่อนุญาต ก่อสร้าง พ.ศ. 2560		รวมพื้นที่ทั้งหมด (ตร.ม.)
	หน่วย	พื้นที่อาคาร (ตร.ม.)	หน่วย	พื้นที่อาคาร (ตร.ม.)	
พระนคร	1,901	897,86065.	4	8,356.82	906,217.47
ป้อมปราบศัตรูพ่าย	1,597	583,87826.	5	8,878.00	592,756.26
สัมพันธวงศ์	1,322	480,77132.	4	2,838.91	483,610.23
ดุสิต	1,573	883,65673.	2	-	883,65673.
ธนบุรี	2,072	886,38731.	4	7,175.00	893,562.31
คลองสาน	1,968	802,62217.	2	4,978.00	807,600.17
บางกอกน้อย	2,289	968,44158.	9	22,550.00	990,991.58
บางพลัด	2,033	892,79006.	15	96,241.00	989,031.06
บางกอกใหญ่	1,342	507,84813.	1	42,655.00	550,503.13
ปทุมวัน	1,629	1,353,14593.	7	32,111.00	1,385,256.93
บางรัก	2,064	1,011,41239.	13	82,415.00	1,093,827.39
ยานนาวา	2,171	1,162,43993.	8	52,609.55	1,215,049.48
สาทร	2,180	1,007,99437.	21	69,290.00	1,077,284.37
บางคอแหลม	1,990	895,33436.	2	5,854.00	901,188.36
บางซื่อ	2,489	995,720.49	5	13,158.00	1,008,878.49
พญาไท	1,736	890,556.62	24	44,492.65	935,049.27
ราชเทวี	1,760	1,181,722.13	9	37,895.00	1,219,617.13
ห้วยขวาง	1,622	914,977.05	32	357,334.24	1,272,311.29
ดินแดง	2,481	1,142,532.98	25	140,231.00	1,282,763.98
คลองเตย	2,232	1,539,468.23	12	113,473.50	1,652,941.73
วัฒนา	2,927	1,584,290.68	40	627,744.00	2,212,034.68
จตุจักร	3,894	2,029,991.22	39	316,292.75	2,346,283.97
พระโขนง	1,028	481,039.68	29	165,640.00	646,679.68
บางนา	1,290	847,550.87	26	184,507.00	1,032,057.87

ตาราง 6 (ต่อ)

เขต	อาคารสูงเดิม		อาคารสูงที่อนุญาต ก่อสร้าง พ.ศ. 2560		รวมพื้นที่ทั้งหมด (ตร.ม.)
	หน่วย	พื้นที่อาคาร (ตร.ม.)	หน่วย	พื้นที่อาคาร (ตร.ม.)	
ประเทศ	1,717	1,027,869.37	19	23,456.00	1,051,325.37
สวนหลวง	1,604	776,702.82	26	58,216.00	834,918.82
บางเขน	1,717	743,076.23	14	-	743,076.23
สายไหม	1,250	559,848.59	78	3,950.00	563,798.59
ดอนเมือง	965	944,893.41	14	-	944,893.41
หลักสี่	1,070	990,386.88	14	-	990,386.88
บางกะปิ	2,076	1,358,984.04	20	48,697.00	1,407,681.04
วังทองหลาง	1,787	789,025.84	26	-	789,025.84
ลาดพร้าว	1,085	365,727.04	14	-	365,727.04
บึงกุ่ม	633	360,199.67	3	47,687.00	407,886.67
คันนายาว	598	407,545.26	7	-	407,545.26
สะพานสูง	470	242,844.47	4	3,540.00	246,384.47
หนองจอก	685	556,508.34	1	2,146.00	558,654.34
มีนบุรี	910	669,260.13	9	-	669,260.13

ที่มา: สำนักงานวางผังและพัฒนาเมือง กรุงเทพมหานคร. (2561). รายงานสถิติการอนุญาตปลูกสร้างอาคาร ในเขตกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2560. สืบค้นเมื่อ 30 ตุลาคม 2562, จาก <http://cpd.bangkok.go.th:90/web2/SAT/build60.pdf>

เขตวัฒนาจึงถูกเลือกเป็นพื้นที่ศึกษา โดยเลือกทำการศึกษา 5 พื้นที่ แบ่งออกเป็นบริเวณพื้นที่ A, B, C, D และ E แต่ละบริเวณพื้นที่ที่ครอบคลุมพื้นที่ 1 ตารางกิโลเมตร โดยมีอาคารจำแนกตามความสูงได้ 4 ประเภท คือ สูงน้อยกว่า 10 เมตร, 10 – 29 เมตร, 30 – 99 เมตร และ 100 เมตร ขึ้นไป ดังภาพประกอบ 32



ภาพประกอบ 32 พื้นที่ศึกษาภายในเขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร

บริเวณพื้นที่ A เป็นพื้นที่ที่มีความหนาแน่นอาคารสูงเฉลี่ยมากที่สุด พบบริเวณพื้นที่ย่านนอศอก ตามแนวถนนนอศอกมนตรีที่เชื่อมกับถนนสุขุมวิท เป็นย่านเศรษฐกิจใจกลางเมือง ประกอบด้วยที่พักอาศัย สำนักงาน พาณิชยกรรม ห้างสรรพสินค้า รวมถึงสถานศึกษา โดยมีความหนาแน่นของอาคารสูง ระหว่าง 0.65 – 2.22 มีความเร็วลมระหว่าง 0.05 – 1.10 m/s และมีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ระหว่าง $\mu g/m^3$ ดังตาราง 7

บริเวณพื้นที่ B เป็นพื้นที่ที่มีความหนาแน่นอาคารสูง พบบริเวณพื้นที่ย่านสุขุมวิท – พร้อมพงษ์ เชื่อมกับถนนสุขุมวิท มีส่วนติดต่อกับย่านนอศอก ประกอบด้วยศูนย์การค้าขนาดใหญ่ ที่พักอาศัยประเภทคอนโดมิเนียม โรงแรม รวมถึง บ้านเดี่ยว ทาวน์เฮ้าส์ อพาร์ทเมนต์ อาคารสำนักงาน และอาคารพาณิชยกรรม รวมถึงมีพื้นที่โล่งอยู่ภายในพื้นที่ โดยมีความหนาแน่นของอาคารสูง ระหว่าง 0.29 – 1.35 มีความเร็วลม ระหว่าง 0.10 – 1.21 m/s และมีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ระหว่าง $\mu g/m^3$ ดังตาราง 7

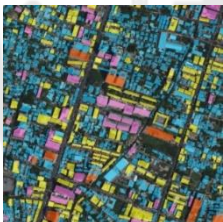
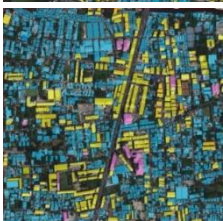
บริเวณพื้นที่ C เป็นพื้นที่ที่มีความหนาแน่นอาคารสูง พบบริเวณพื้นที่ย่านสุขุมวิท – ทองหล่อ มีถนนทองหล่อหรือถนนสุขุมวิท 55 ผ่านพื้นที่ เป็นย่านศูนย์กลางทางธุรกิจอีกแห่งหนึ่งที่เชื่อมต่อมาจากย่านนอศอก ประกอบด้วยอาคารประเภทต่างๆ เช่น อาคารที่พักอาศัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งคอนโดมิเนียม และเซอร์วิสอพาร์ทเมนต์ ซึ่งเป็นที่พักของชาวต่างชาติที่ทำงาน

และดำเนินการทางธุรกิจในประเทศ รวมถึงบ้านเดี่ยว อาคารสำนักงาน อาคารพาณิชย์กรรม และคอมมูนิตี้มอลล์ เป็นต้น โดยมีความหนาแน่นของอาคารสูง ระหว่าง 0.17 – 1.47 มีความเร็วลมระหว่าง 0.05 – 1.85 m/s และมีความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{2.5} ระหว่าง $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ดังตาราง 7

บริเวณพื้นที่ D เป็นพื้นที่ที่มีความหนาแน่นอาคารสูงลดลง ในบริเวณพื้นที่ย่านเอกมัย – พระโขนง มีถนนสุขุมวิท 65 และถนนสุขุมวิท 71 ขนาบพื้นที่ ภายในพื้นที่ประกอบด้วยอาคารประเภทต่างๆ เช่น อาคารที่พักอาศัย อาคารพาณิชย์กรรม อาคารสำนักงาน สถานประกอบการ สถานศึกษา และศาสนสถาน รวมถึงพื้นที่เปิดโล่ง แต่ส่วนใหญ่แล้วประกอบด้วยบ้านเดี่ยว และทาวน์เฮ้าส์ โดยมีความหนาแน่นของอาคารสูง ระหว่าง 0.02 – 0.14 มีความเร็วลมระหว่าง 0.05 – 1.75 m/s และมีความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{2.5} ระหว่าง $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ดังตาราง 7

บริเวณพื้นที่ E เป็นพื้นที่ที่มีความหนาแน่นอาคารสูงลดลง ในบริเวณพื้นที่ย่านพระโขนง – คลองตัน มีถนนปรีดิพนมยงค์หรือที่เรียกว่าถนนสุขุมวิท 71 เชื่อมระหว่างถนนสุขุมวิทและถนนรามคำแหง เข้าสู่พื้นที่ใจกลางเมือง ประกอบด้วยชุมชนต่างๆ ภายในพื้นที่ ส่วนใหญ่ประกอบด้วยอาคารประเภทต่างๆ เช่น อาคารพาณิชย์กรรม สำนักงาน คอนโดมิเนียม แต่ส่วนใหญ่แล้วประกอบด้วย บ้านเดี่ยว ตึกแถว ทาวน์เฮ้าส์ และหอพัก เป็นต้น มีความหนาแน่นของอาคารสูง ระหว่าง 0.01 – 1.09 มีความเร็วลมระหว่าง 0.05 – 1.98 m/s และมีความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{2.5} ระหว่าง $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ดังตาราง 7

ตาราง 7 ลักษณะกลุ่มอาคาร ความสูงอาคาร ความหนาแน่นอาคาร ความเร็วลม และฝุ่นละออง PM_{2.5}

พื้นที่ศึกษา	รูปกลุ่มอาคาร	ความสูงอาคาร (m)	ความหนาแน่นอาคารต่อพื้นที่เขตพัฒนา (ร้อยละ)	ความเร็วลม (m/s)	ฝุ่นละออง PM _{2.5} (µg/m ³)
พื้นที่ A		10	2.22	0.05 – 0.90	56.70
		30	1.41	0.05 – 1.00	57.00
		100	0.65	0.05 – 1.10	58.20
พื้นที่ B		10	1.35	0.10 – 1.00	55.60
		30	0.69	0.10 – 1.10	58.50
		100	0.29	0.10 – 1.21	59.50 – 60.00
พื้นที่ C		10	1.47	0.05 – 1.20	56.50 – 57.00
		30	0.56	0.08 – 1.50	58.00
		100	0.17	0.10 – 1.85	58.70
พื้นที่ D		10	0.02	0.05 – 1.20	59.0 – 64.0
		30	0.14	0.07 – 1.28	60.50
		100	0.02	0.20 – 1.75	60.50
พื้นที่ E		10	1.09	0.05 – 1.60	58.30 – 59.60
		30	0.14	0.10 – 1.80	59.30 – 59.80
		100	0.01	0.20 – 1.98	59.50 – 59.80

หมายเหตุ		อาคารสูงน้อยกว่า 10 เมตร		อาคารสูง 30 - 99 เมตร
		อาคารสูง 30 - 99 เมตร		อาคารสูง 100 เมตรขึ้นไป

1.2 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM_{2.5}

สภาพอุตุนิยมวิทยา และความหนาแน่นของความเป็นเมือง พื้นที่เขตวัฒนา

พื้นที่เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร เป็นหนึ่งในพื้นที่เมืองที่ประสบปัญหาหมอกพิษทางอากาศจากฝุ่นละออง PM_{2.5} เกินมาตรฐานค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2554) โดยเฉพาะในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศที่ได้จากกรมควบคุมมลพิษ เช่น สถานีตรวจวัดริมถนนพระราม 4 และริมถนนดินแดง พบว่า มีจำนวนวันที่เกินมาตรฐานเท่ากันเป็นจำนวน 18 วัน และสำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร ได้แก่ สถานีเขตคลองเตย มีจำนวนวันที่เกินมาตรฐาน 21 วัน ซึ่งคาดการณ์ว่ามีสาเหตุมาจากปัจจัยด้านแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองสภาพอุตุนิยมวิทยา และสภาพแวดล้อมของพื้นที่ที่ส่งผลต่อการแพร่กระจายของฝุ่นละอองเนื่องจากพื้นที่เขตวัฒนา ถูกจัดอยู่ในกลุ่มเขตศูนย์กลางด้านธุรกิจและพาณิชยกรรม (สำนักการวางผังและพัฒนาเมือง กรุงเทพมหานคร, 2561) มีลักษณะทางกายภาพสภาพแวดล้อมภายในพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของความเป็นเมืองสูง (ความหนาแน่นของพื้นที่อาคารต่อพื้นที่ทั้งหมด) พื้นที่ส่วนใหญ่ภายในเขตวัฒนา มีการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก ที่รองรับการอยู่อาศัยในบริเวณพื้นที่เขตเมืองชั้นใน ต่อเนื่องกับย่านพาณิชยกรรมศูนย์กลางเมือง และเขตการให้บริการของระบบขนส่งมวลชน มีอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดินไม่เกิน 8 : 1 และมีอัตราส่วนของที่ว่างต่อพื้นที่อาคารรวมไม่น้อยกว่าร้อยละ 4 รวมถึงมีการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง ที่ดินประเภทพาณิชยกรรม และที่ดินประเภทสถาบันราชการ การสาธารณูปโภค และสาธารณูปการ อยู่ในพื้นที่ด้วย นอกจากนี้ความหนาแน่นภายในพื้นที่ยังมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากสถิติการอนุญาตปลูกสร้างอาคารในเขตกรุงเทพมหานคร ที่มีพื้นที่รวมการอนุญาตปลูกสร้างอาคารในกลุ่มเขตศูนย์กลางธุรกิจและพาณิชยกรรม ช่วงปี พ.ศ. 2555 – 2560 มากที่สุดอันดับ 2 คือ มีพื้นที่รวมที่ทำการอนุญาต 3,204,670.37 ตารางเมตร รองจากเขตห้วยขวาง ที่มีพื้นที่ขออนุญาตรวมทั้งหมด 3,433,929.24 ตารางเมตร ในปี พ.ศ. 2560 เขตวัฒนาเป็นพื้นที่ที่มีการอนุญาตการปลูกสร้างอาคารทั้งหมดมากที่สุดเป็นอันดับที่ 1 จำนวน 212 หน่วย คิดเป็นพื้นที่ 1,525,356.75 ตารางเมตร และมีการอนุญาตการปลูกสร้างอาคารสูงมากกว่า 5 ชั้นขึ้นไป จำนวน 40 หน่วย คิดเป็นพื้นที่ 627,744.00 ตารางเมตร ซึ่งเป็นการขออนุญาตการปลูกอาคารสูงมากที่สุดในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2560 จากรายงานสถิติการอนุญาตปลูกสร้างอาคารในเขตกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2560 สำนักการวางผังและพัฒนาเมือง กรุงเทพมหานคร (สำนักการวางผังและพัฒนาเมือง กรุงเทพมหานคร, 2561) ส่งผลต่อการเกิดปัญหาฝุ่นละออง

ภายในพื้นที่ ผนวกกับพื้นที่เขตวัฒนามีแหล่งกำเนิดฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ที่สำคัญคือ ไอเสียจากรถยนต์ หรือจากการจราจรที่ติดขัด ที่เกิดขึ้นในสายหลักเชื่อมโยงแหล่งธุรกิจและพาณิชยกรรมในพื้นที่ ได้แก่ ถนนสุขุมวิท ถนนอโศกมนตรี ถนนทองหล่อ ถนนเอกมัย และถนนปรีดิพนมยงค์

ทั้งนี้ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดมลพิษทางอากาศจากฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ คือ ปัจจัยทางด้านแหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง ที่ส่วนใหญ่แล้วเกิดจากมนุษย์สร้างขึ้น ในพื้นที่เมืองและพื้นที่ที่มีการประกอบกิจกรรมด้านอุตสาหกรรม เช่น การเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของยานพาหนะ การเผาในที่โล่ง และการปล่อยมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม และปัจจัยทางด้านการพัดพา และแปรสภาพของมลพิษ ที่ประกอบด้วยสภาพอุตุนิยมวิทยา เช่น ฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งจะส่งผลต่ออุณหภูมิ ความชื้นความเร็วลม และทิศทางลม เป็นต้น และลักษณะสภาพแวดล้อม เช่น ลักษณะภูมิประเทศแบบแอ่งกระทะ และสิ่งปลูกสร้าง หรือสิ่งกีดขวางในพื้นที่เมือง เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการพัดพามลพิษให้แพร่กระจายหรือทำให้เกิดการสะสมของมลพิษที่เพิ่มมากขึ้น (กรมควบคุมมลพิษ, 2561)

ดังนั้นจากปัจจัยการเกิดฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ที่กล่าวมาในช่วงต้น ล้วนเป็นปัจจัยที่มีอยู่ และเกิดขึ้นอยู่ในพื้นที่เขตวัฒนา ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีประมาณฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เกินมาตรฐาน และมีสภาพอุตุนิยมวิทยาและสภาพแวดล้อมของความเป็นเมือง ที่ส่งผลต่อการแพร่กระจายของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ จึงทำให้เขตวัฒนาเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมในการวิจัยครั้งนี้

2. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษานี้ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

2.1 ข้อมูลฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เฉลี่ยรายวัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม – 31 ธันวาคม พ.ศ. 2562 จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ กรมควบคุมมลพิษ 7 สถานี ที่อยู่ใกล้เคียงพื้นที่ศึกษา ได้แก่ สถานีริมถนนพระราม 4 เขตปทุมวัน (50R), ริมถนนดินแดง เขตดินแดง (54R), กรมอุตุนิยมวิทยาบางนา เขตบางนา (05T), สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น เขตบางกะปิ (10T), สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง เขตดินแดง (11T), โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) เขตวังทองหลาง (61T) และสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร ได้แก่ สถานีเขตคลองเตย รายละเอียดดังภาพประกอบ 33 และตาราง 8 ข้อมูลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบข้อมูล Excel ทั้งนี้มีข้อจำกัดด้านการติดตั้งสถานีตรวจวัดมลพิษทางอากาศในมลพิษประเภทฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ที่ไม่ได้ทำการตรวจวัดในพื้นที่ศึกษา และในบริเวณพื้นที่ใกล้เคียงได้ และเริ่มมีการตรวจวัดในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ดังตาราง 9



ภาพประกอบ 33 แสดงตำแหน่งสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่ใช้ในการศึกษา

ตาราง 8 รายละเอียดสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่ใช้ในการศึกษา

ชื่อสถานี	ที่ตั้งสถานี	ตำแหน่งที่ตั้งสถานี	
		Latitude	Longitude
กรมควบคุมมลพิษ			
ริมถนนพระราม 4	เขตปทุมวัน	13.729858	100.536374
ริมถนนดินแดง	เขตดินแดง	13.762638	100.550265
กรมอุตุนิยมวิทยาบางนา	เขตบางนา	13.666208	100.605978
สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น	เขตบางกะปิ	13.779599	100.645725
สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง เขตดินแดง	เขตดินแดง	13.775534	100.569170
โรงเรียนบดินทร์เดชา (สิงห์ สิงหเสนี)	เขตวังทองหลาง	13.769628	100.614481
สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร			
เขตคลองเตย	เขตคลองเตย	13708525.	100583729.

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ. (2562). รายงานสถานการณ์และคุณภาพอากาศประเทศไทย. สืบค้นเมื่อ 20 พฤศจิกายน 2562 จาก <http://air4thai.pcd.go.th/webV2/>

ตาราง 9 ค่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM_{2.5} จากสถานีตรวจวัดที่ใช้ในการศึกษา

เดือน	สถานีตรวจวัดฝุ่นละออง PM _{2.5} (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)						
	ริมถนนพหลโยธิน 4	ริมถนนดินแดง	กรมอุตุนิยมวิทยา บางนา	สำนักงานการเคหะ ชุมชนคลองจั่น	สำนักงานการเคหะ ชุมชน	โรงเรียนดินนรเศรษฐา (สิงห์ สิงหเสนี)	เขตคลองเตย
	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย
พ.ศ. 2561							
มกราคม	41	-	45	-	-	40	-
กุมภาพันธ์	47	-	17	-	-	47	-
มีนาคม	32	-	19	-	-	32	-
เมษายน	27	-	14	-	-	28	30
พฤษภาคม	20	-	18	-	-	19	17
มิถุนายน	17	-	12	-	-	16	20
กรกฎาคม	19	-	15	-	-	17	22
สิงหาคม	19	23	10	-	-	16	21
กันยายน	22	31	19	-	-	16	24
ตุลาคม	26	36	23	19	21	19	30
พฤศจิกายน	35	42	31	28	30	30	39
ธันวาคม	34	47	35	36	35	38	46
พ.ศ. 2562							
มกราคม	54	58	45	47	46	57	62
กุมภาพันธ์	28	32	17	22	25	26	30
มีนาคม	29	32	19	22	24	26	29
เมษายน	22	29	14	17	19	22	22
พฤษภาคม	26	30	18	20	20	23	25
มิถุนายน	17	24	12	11	13	15	17

ตาราง 9 (ต่อ)

เดือน	สถานีตรวจวัดฝุ่นละออง PM _{2.5} (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)						
	ริมถนนพหลโยธิน 4	ริมถนนดินแดง	กรมอุตุนิยมวิทยา บางนา	สำนักงานการเคหะ ชุมชนคลองจั่น	สำนักงานการเคหะ ชุมชน	โรงเรียนปดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)	เขตคลองเตย
	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย
กรกฎาคม	18	25	15	12	14	16	18
สิงหาคม	15	20	10	9	12	13	16
กันยายน	25	32	19	18	21	24	25
ตุลาคม	26	34	23	21	23	25	28
พฤศจิกายน	-	-	31	29	30	31	36
ธันวาคม	37	44	35	28	31	37	44

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ. (2562). รายงานสถานการณ์และคุณภาพอากาศประเทศไทย. สืบค้นเมื่อ 20 พฤศจิกายน 2562 จาก <http://air4thai.pcd.go.th/webV2/>

หมายเหตุ เครื่องหมาย - คือ ไม่มีการบันทึกข้อมูลฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM_{2.5} ในเดือนนั้น

2.2 ข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม และทิศทางลม เป็นข้อมูลสำคัญที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์การไหลเวียนของลมภายในพื้นที่ ผู้วิจัยจึงนำข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม และทิศทางลม เฉลี่ยรายวัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม – 31 ธันวาคม พ.ศ. 2562 จากสถานีกรมอุตุนิยมวิทยา บางนา ที่อยู่ในรูปแบบข้อมูล Excel จากเว็บไซต์ <http://www.aws-observation.tmd.go.th/> ดังเช่นตาราง 10 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าต่ำที่สุด และค่าที่สูง รายเดือน พ.ศ. 2562 ของอุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม และทิศทางลม จากสถานีตรวจวัดสภาพอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา บางนา

ตาราง 10 ค่าเฉลี่ย ค่าสูงที่สุด และต่ำที่สุดของอุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม และทิศทางลม
รายเดือน พ.ศ. 2562 จากสถานีกรมอุตุนิยมวิทยา บางนา

เดือน	อุณหภูมิ (°C)			ความชื้น (%)			ความเร็วลม (กม/ชม.)		ทิศทางลม (องศา)	
	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด
พ.ศ.2561										
มกราคม	26.9	18.6	35.0	77	39	100	4.7	24.5	110	47
กุมภาพันธ์	26.9	18.9	33.9	79	-	100	5.4	22.0	147	41
มีนาคม	29.0	21.5	34.9	80	47	100	6.9	20.2	172	196
เมษายน	28.8	21.5	35.6	81	43	100	6.5	26.6	164	44
พฤษภาคม	29.3	24.0	35.5	83	53	100	5.0	24.5	153	115
มิถุนายน	29.4	23.0	35.6	79	53	100	6.6	24.5	213	227
กรกฎาคม	28.8	23.0	34.7	80	55	100	5.7	26.6	224	293
สิงหาคม	28.3	23.0	33.3	83	57	100	6.6	26.3	210	204
กันยายน	28.3	22.3	35.8	85	48	100	4.9	25.9	230	1
ตุลาคม	28.3	22.6	35.4	83	39	100	4.6	24.8	82	45
พฤศจิกายน	28.5	21.2	35.5	74	37	100	4.3	24.5	55	131
ธันวาคม	28.3	21.5	35.6	72	39	100	4.8	24.8	43	50
พ.ศ. 2562										
มกราคม	27.4	20.2	20.2	71	27	100	41.	227.	66	43
กุมภาพันธ์	29.0	24.1	24.1	79	44	100	77.	216.	192	174
มีนาคม	29.7	24.6	24.6	79	26	100	84.	212.	186	202
เมษายน	31.3	22.2	22.2	76	28	100	85.	230.	188	210
พฤษภาคม	30.7	24.0	24.0	76	-	100	62.	259.	216	292
มิถุนายน	29.9	23.3	23.3	80	1	100	64.	306.	200	293
กรกฎาคม	29.1	22.4	22.4	74	43	92	59.	274.	227	278
สิงหาคม	28.7	20.2	20.2	75	1	92	65.	31	215	286
กันยายน	28.5	23.0	23.0	77	46	92	51.	302.	189	283

ตาราง 10 (ต่อ)

เดือน	อุณหภูมิ (°C)			ความชื้น (%)			ความเร็วลม (กม/ชม.)		ทิศทางลม (องศา)	
	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด
ตุลาคม	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
พฤศจิกายน	28.7	23.4	23.4	63	35	92	53.	266.	81	44
ธันวาคม	270.	178.	341.	63	37	92	52.	245.	91	56

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา. (2562). ข้อมูลสถิติรายเดือน. สืบค้นเมื่อ 20 พฤศจิกายน 2562 จาก http://www.aws-observation.tmd.go.th/web/reports/weather_months.asp

หมายเหตุ เครื่องหมาย – คือ ไม่มีการบันทึกข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม และ ทิศทางลมในเดือนนั้น

2.3 ข้อมูลด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ที่ใช้ในการศึกษาภายในพื้นที่เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร

2.3.1 ขอบเขตอาคาร (BLDG) จากสำนักการวางผังและพัฒนาเมือง กรุงเทพมหานคร ที่อยู่ในรูปแบบข้อมูล shape file (.shp) แบบพื้นที่ (Polygon) ประกอบด้วย ข้อมูลเชิงบรรยาย ได้แก่ ข้อมูลประเภทอาคาร ข้อมูลจำนวนชั้น ข้อมูลความสูงอาคาร ข้อมูลพื้นที่อาคาร เป็นต้น

2.3.2 ข้อมูลขอบเขตการปกครอง (District) จากบริษัท โกลบเทค จำกัด (Globe Tech Co., Ltd.) ที่อยู่ในรูปแบบข้อมูล Shape File (.shp) แบบพื้นที่ (Polygon)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษานี้ ผู้วิจัยได้ทำเลือกใช้อุปกรณ์และเครื่องมือที่เหมาะสมแก่การศึกษา เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

3.1 คอมพิวเตอร์ 1 ชุด มีคุณสมบัติ ดังนี้

3.1.1 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) แบบ Intel Core i7

3.1.2 หน่วยความจำหลัก (RAM) ความจุ 32 GB

3.1.3 หน่วยจัดเก็บข้อมูลชนิด Solid State (SSD) ขนาดความจุ 512 GB

3.2 โปรแกรม SPSS for Windows คือ ซอฟต์แวร์ที่ใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา และลักษณะทางกายภาพของเมือง

3.3 โปรแกรม ArcGIS คือ ซอฟต์แวร์ประยุกต์ด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อใช้ในการจัดการข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบข้อมูลเชิงพื้นที่ ที่อ้างอิงระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยจะนำโปรแกรม ArcGIS มาใช้ในการปรับปรุงและปรับแก้ข้อมูลขอบเขตอาคาร 2 มิติ และทำการประมาณค่าเชิงพื้นที่ของค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ รวมถึงการประมาณค่าแบบไม่ต่อเนื่อง ด้วยการใช้วิธีรูปหลายเหลี่ยมทิสเสน (Thiessen Polygon) เพื่อเพิ่มจุดข้อมูลค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ นำมาใช้ในการประมาณค่าเชิงพื้นที่

3.4 โปรแกรม ArcScene คือ ซอฟต์แวร์ประยุกต์ด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบข้อมูลเชิงพื้นที่ 3 มิติ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำโปรแกรมมาใช้ในการสร้างโมเดลขอบเขตอาคาร 3 มิติ จากข้อมูลขอบเขตอาคารที่อยู่ในรูปแบบข้อมูล 2 มิติ ด้วยชุดเครื่องมือ 3D Analyst

3.5 โปรแกรม Autodesk Revit คือ ซอฟต์แวร์ที่ใช้เป็นเครื่องมือในการนำโมเดลขอบเขตอาคาร 3 มิติ จากระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เข้าสู่โปรแกรมการจำลองทางด้านพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ คือ โปรแกรม Autodesk CFD เพื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพของเมืองที่มีผลต่อการไหลเวียนของลมภายในพื้นที่เมือง

3.6 โปรแกรม Autodesk CFD คือ ซอฟต์แวร์ประยุกต์ทางด้านพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองการไหลของของไหล โดยในการศึกษาครั้งนี้จะนำโปรแกรม Autodesk CFD มาใช้เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของเมืองที่มีผลต่อการไหลเวียนของลมภายในพื้นที่เมือง และเพื่อนำไปศึกษาร่วมกับแผนที่ความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ในพื้นที่ศึกษา เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และลักษณะทางกายภาพของเมือง

4. การจัดเตรียมข้อมูล

4.1 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ และปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาภายในพื้นที่เมือง ด้วยการวิเคราะห์ทางสถิติ

ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาภายในพื้นที่เมือง ด้วยการวิเคราะห์ทางสถิติ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เฉลี่ยรายวัน พ.ศ. 2562 จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ กรมควบคุมมลพิษ และสำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร และปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม จากเว็บไซต์ <http://www.aws-observation.tmd.go.th/> ของกรมอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) มีลักษณะเป็นข้อมูลเอกสาร (Soft Data) มาทำการรวมข้อมูลและจัดเตรียมข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบข้อมูล Excel เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ กับปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยาดังที่กล่าวมาในข้างต้น ด้วยโปรแกรมทางสถิติ SPSS for Windows

4.2 การศึกษาลักษณะทางกายภาพของเมืองที่มีผลต่อการไหลเวียนของลมภายในพื้นที่เมือง ที่ระดับความสูง 10 เมตร 30 เมตร และ 100 เมตร

ในการศึกษาลักษณะทางกายภาพของเมืองที่มีผลต่อการไหลเวียนของลม ผู้วิจัยได้นำข้อมูลขอบเขตอาคาร (BLDG) ซึ่งเป็นลักษณะทางกายภาพของเมือง ที่ได้จากสำนักการวางผังและพัฒนาเมือง กรุงเทพมหานคร ในรูปแบบข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ที่อยู่ในรูปแบบพื้นที่ (Polygon) แบบแสดงทิศทาง (Vector Data) 2 มิติ พ.ศ. 2560 มาทำการปรับปรุงและจัดกระทำข้อมูล ให้เป็นข้อมูลปัจจุบัน และทำการแปลงข้อมูลขอบเขตอาคาร (BLDG) ให้อยู่ในรูปแบบ 3 มิติ โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ทั้งนี้ข้อมูลขอบเขตอาคาร (BLDG) เป็นข้อมูลที่ประกอบด้วยข้อมูลเชิงบรรยาย ซึ่งความสูงของอาคารจะเป็นข้อมูลเชิงบรรยายที่ถูกจัดเก็บอยู่ในตารางข้อมูล Attribute ของข้อมูลขอบเขตอาคาร (BLDG) ในแต่ละอาคาร ผู้วิจัยจึงสามารถดึงข้อมูลความสูงมาใช้ในการสร้างอาคาร 3 มิติที่มีความสูงที่ถูกต้องได้

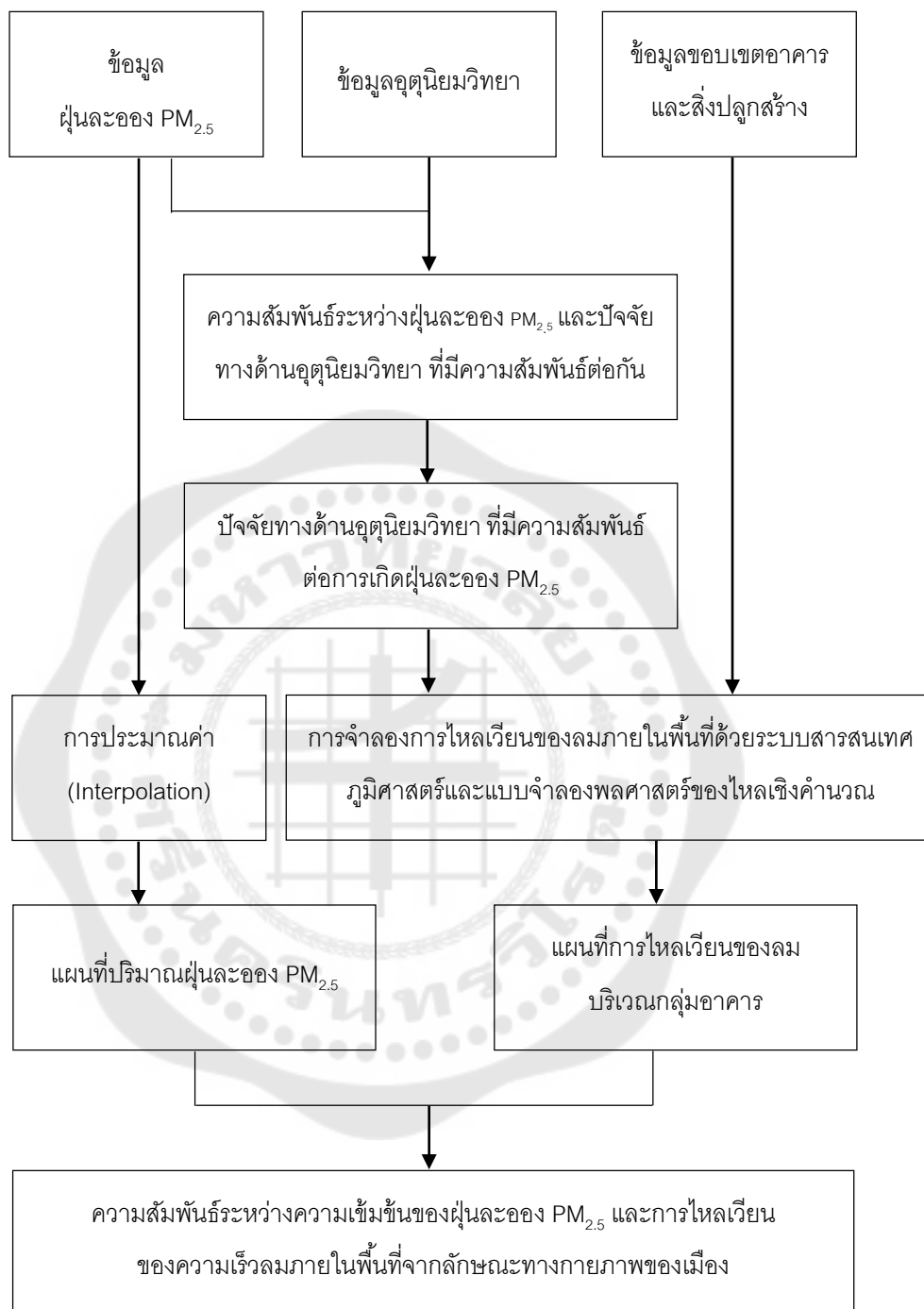
ในส่วนการไหลเวียนของลมภายในพื้นที่เมือง ผู้วิจัยได้นำข้อมูลค่าเฉลี่ยความเร็วลมและความถี่ของทิศทางลมที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือนของปี พ.ศ. 2562 จากสถานีตรวจวัดสภาพอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา ซึ่งเป็นข้อมูลตั้งต้นมาทำการคำนวณหา Wind Velocity Profile ในระดับความสูงต่างๆ ให้ได้มาซึ่งค่าความเร็วลมในแต่ละระดับความสูง ที่จะนำเข้าสู่โปรแกรมการจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ เพื่อจำลองการไหลเวียนของลมในพื้นที่ศึกษา

4.3 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ และลักษณะทางกายภาพของเมืองด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และแบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ

ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และลักษณะทางกายภาพของเมืองด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และแบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เฉลี่ยรายเดือนของทุกสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ มาทำการจัดเตรียมข้อมูลด้วยการนำเข้าสู่ข้อมูลสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ในรูปแบบจุด (Point) และทำการประมาณค่าแบบไม่ต่อเนื่อง ด้วยการใช้วิธีรูปหลายเหลี่ยมทิสเซน (Thiessen polygon) เพื่อสร้างโครงข่ายสามเหลี่ยมจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่อยู่ใกล้เคียงกัน นำมาใช้ในการสร้างจุดข้อมูลฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เพิ่ม เนื่องจากการประมาณค่าแบบไม่ต่อเนื่อง จะช่วยกระจายจุดข้อมูลฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ให้มีความถี่ของจุดข้อมูลที่จะนำไปใช้ในประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธี Kriging เนื่องจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศจากกรมควบคุมมลพิษ และสำนักสิ่งแวดล้อมกรุงเทพมหานครที่ใช้ในการศึกษา ไม่มีจุดตรวจวัดในบริเวณด้านตะวันออกของพื้นที่ ทำให้สามารถระบุจุดตรวจวัดได้ครอบคลุมรอบพื้นที่มากขึ้น สามารถสร้างแผนที่ความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ในพื้นที่ศึกษามีความละเอียดมากยิ่งขึ้น เหมาะสมแก่การนำไปการศึกษาความสัมพันธ์

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของมลพิษในอากาศและการไหลเวียนของลมภายในพื้นที่จะประกอบไปด้วยการศึกษาสถิติความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ กับปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยาที่มีความสัมพันธ์ต่อกัน การสร้างแบบจำลองการไหลเวียนของลมภายในพื้นที่ และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และการไหลเวียนของความเร็วลมภายในพื้นที่จากลักษณะทางกายภาพของเมือง ที่ได้จากแบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ โดยมีรายละเอียด ดังนี้



ภาพประกอบ 34 ขั้นตอนการศึกษา

5.1 การศึกษาความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM_{2.5} และปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยา ที่มีความสัมพันธ์ต่อกัน

การศึกษาสถิติความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{2.5} กับปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วลม ที่มีความสัมพันธ์ต่อกัน ด้วยการจัดกระทำข้อมูล สถิติความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{2.5} ที่ได้จากกรมควบคุมมลพิษ และสำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร ข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วลม จากสถานีกรมอุตุนิยมวิทยา บางนา ที่ได้จากเว็บไซต์ <http://www.aws-observation.tmd.go.th/> แสดงค่าเฉลี่ยรายวัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม - 31 ธันวาคม พ.ศ. 2562 ยกเว้นเดือนตุลาคม ตั้งแต่วันที่ 1 - 31 ตุลาคม พ.ศ. 2562 เนื่องจากกรมอุตุนิยมวิทยา บางนา ไม่ได้ทำการจัดเก็บข้อมูลในช่วงเดือนนี้ โดยผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จัดเตรียมให้อยู่ในรูปแบบข้อมูล Excel มาทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างกัน ด้วยโปรแกรมทางสถิติ SPSS for Windows ที่จะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{2.5} กับอุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วลม ว่าปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา ตัวแปรใด มีผลต่อความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{2.5} ที่เกิดขึ้นในพื้นที่เมืองมากที่สุด

5.2 การจำลองการไหลเวียนของลมภายในพื้นที่ เพื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพของเมืองที่มีผลต่อการกระจายตัวของมลพิษทางอากาศจากการไหลเวียนของลม

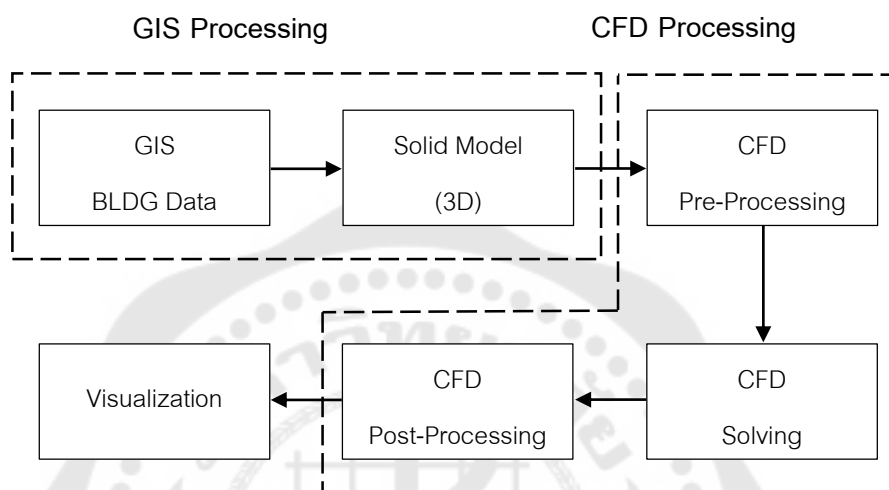
การจำลองการไหลเวียนของลมภายในพื้นที่ศึกษา จะทำการจำลองด้วยโปรแกรม และเครื่องมือทางด้านพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ เพื่อศึกษารูปแบบการไหลเวียนของลมในแต่ละระดับความสูง ทั้งนี้ผู้วิจัยต้องการศึกษาการไหลเวียนของลมที่ระดับความสูง 10, 30 และ 100 เมตร จากพื้นผิว โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ระดับความสูง 10 เมตร คือ ระดับความสูงของบรรยากาศในชั้น Surface Layer ได้รับผลกระทบจากความขรุขระของพื้นผิวเมืองมากที่สุด จากการมีสิ่งกีดขวางในพื้นที่ ได้แก่ ต้นไม้ อาคาร บ้าน สิ่งปลูกสร้างต่างๆ ในพื้นที่ ส่งผลกระทบต่อการเคลื่อนที่ของมวลอากาศในแนวระนาบ (Laboratory, 2014)

ระดับความสูง 30 เมตร คือ ระดับความสูงของบรรยากาศในชั้น Surface Layer ได้รับผลกระทบจากความขรุขระของพื้นผิวเมืองเช่นเดียวกับที่ระดับความสูง 10 เมตร แต่น้อยลง ส่งผลกระทบต่อการเคลื่อนที่ของมวลอากาศในแนวระนาบลดลง แต่ได้รับอิทธิพลการเคลื่อนที่ของมวลอากาศในแนวตั้งมากขึ้น (Laboratory, 2014)

ระดับความสูง 100 เมตร คือ ระดับความสูงของหลังคาเมืองหรือ Urban Canopy Layer (Oke, 1988) ได้รับผลกระทบจากความขรุขระของพื้นผิวเมืองน้อยที่สุด

การสร้างแบบจำลองจะกระทำโดยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ร่วมกับพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (CFD) ในการสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม Autodesk CFD โดยมีขั้นตอนการศึกษา ดังภาพประกอบ 35



ภาพประกอบ 35 ขั้นตอนการจำลองการไหลเวียนของลม

5.2.1 กระบวนการด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS Processing) เป็นขั้นตอนในการแปลงข้อมูลขอบเขตอาคาร (BLDG) ที่อยู่ในรูปแบบข้อมูล 2 มิติ ให้เป็นข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบ 3 มิติ ด้วยโปรแกรม ArcScene และส่งออกข้อมูลในรูปแบบนามสกุลไฟล์ .DWG เพื่อนำข้อมูลขอบเขตอาคาร (BLDG) 3 มิติ ที่ได้เข้าสู่โปรแกรม Autodesk Revit ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีลักษณะเป็น Solid Model ส่งต่อข้อมูลขอบเขตอาคาร (BLDG) เข้าสู่โปรแกรมด้านการจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ Autodesk CFD ที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่เท่ากับ 1 ต่อ 1000

5.2.2 Pre - Processing (ก่อนการประมวลผล) ในขั้นตอนก่อนการประมวลผลประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

5.2.2.1 กำหนดรูปทรงเรขาคณิตหรือโดเมน ซึ่งเป็นขอบเขตทางด้านกายภาพของพื้นที่ศึกษาที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ โดยมีหลักเกณฑ์การกำหนดค่าตามมาตรฐานด้านวิศวกรรม ASHRAE ปี ค.ศ.2004 ที่กำหนดให้ด้านหน้าและด้านข้างที่ลมหรืออากาศไหลเข้ามาในพื้นที่ มีความกว้างของพื้นที่ว่างเท่ากับ 2 เท่าของความสูง และด้านหลังที่ลมหรืออากาศไหลออกไป มีความกว้างของพื้นที่ว่างเท่ากับ 4 เท่าของความสูง

5.2.2.2 การกำหนดวัสดุ (Materials) คือ การกำหนดวัสดุให้กับโมเดลที่ใช้ในการจำลอง เพื่อให้ทราบว่าคุณสมบัติและพื้นผิวเป็นวัสดุประเภทใด และบริเวณไหนคืออากาศ ซึ่งเราจะกำหนดให้ขอบเขต หรือ Boundary เป็นอากาศ

5.2.2.3 การสร้างโครงตาข่ายหรือสร้างเมช (Meshing) คือ การแบ่งย่อยปริมาตรของรูปทรง ได้แก่ อาคารสิ่งปลูกสร้างและพื้นของพื้นที่ที่ต้องการวิเคราะห์หรือออกเป็นเซลล์หรือจุด ความละเอียดของเซลล์แต่ละพื้นที่จะแบ่งตามความละเอียดที่ผู้วิเคราะห์ต้องการวิเคราะห์ในบริเวณหรือพื้นที่นั้นๆ โดยพื้นที่ราบจะมีความละเอียดต่ำกว่าพื้นผิวของอาคาร

5.2.2.4 กำหนดเงื่อนไขของขอบเขต (Boundary Conditions) เป็นการระบุเงื่อนไขด้านสภาพอากาศที่เกิดจริงจากข้อมูลสถิติค่าเฉลี่ยความเร็วลม และความถี่ของทิศทางลม จากกรมอุตุนิยมวิทยา บางนา ที่ผ่านการคำนวณ Wind Velocity Profile ในระดับความสูงต่างๆ เพื่อได้มาซึ่งค่าความเร็วลมในแต่ละระดับความสูง ที่จะนำไปใช้ในการจำลองการไหลเวียนของลมภายใน Boundary Condition โดยมีการกำหนดรูปแบบของพื้นผิวทั้งด้านที่ลมเคลื่อนที่เข้ามา (Air Inlet) และด้านที่ลมเคลื่อนที่ออกไป (Outlet)

5.2.3 Solving (การแก้ปัญหา) เป็นกระบวนการที่ผู้วิจัยจะทำการเลือกรูปแบบแบบจำลองหรือสมการที่จะใช้ในการศึกษา โดยในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้การจำลองแบบ ADV 5 (Modified petrov-galerkin) ซึ่งเหมาะสมกับการจำลองที่มีความซับซ้อนมากที่สุด

5.2.4 Post - Processing (หลังการประมวลผล) เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยจะทำการแสดงผลการวิเคราะห์แบบจำลองของการศึกษา โดยจะแสดงผลในรูปแบบแผนที่แสดงทิศทางและความเร็วลมที่กระทำต่อกลุ่มอาคารในบริเวณพื้นที่ศึกษา ที่ระดับความสูง 10, 30 และ 100 เมตร ในบริเวณพื้นที่ศึกษา 5 พื้นที่ ภายในพื้นที่เขตพัฒนา แสดงให้เห็นการไหลเวียนของลมภายในพื้นที่ โดยเฉพาะในบริเวณที่มีความหนาแน่นของอาคารสูง และมีโครงสร้างของเมืองที่หนาแน่น เปรียบเทียบกับพื้นที่ที่มีลักษณะพื้นที่เป็นพื้นที่โล่งหรือพื้นที่ที่มีการวางตัวของอาคารในรูปแบบต่างๆ ที่แตกต่างกันออกไป โดยจะมีการแสดงค่าความเร็วลมที่ไหลเวียนภายในพื้นที่ด้วยการไล่เฉดสีตามค่าความเร็วลม

5.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ และการไหลเวียนของความเร็วลมภายในพื้นที่จากลักษณะทางกายภาพของเมือง ที่ได้จากแบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (CFD)

ในการศึกษาครั้งนี้จะศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ กับการไหลเวียนของลมภายในพื้นที่เมือง ตัวแปรทั้ง 2 มีรายละเอียด ดังนี้

5.3.1 ปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ที่ได้จากการประมาณค่า (Interpolation) ด้วยวิธี Kriging ความละเอียดเชิงพื้นที่เท่ากับ 10 X 10 เมตร จากข้อมูลฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ที่ได้จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ 7 สถานี จากกองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ และสำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร รวมถึงจุดข้อมูลฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ที่ได้จากการสร้างรูปหลายเหลี่ยมทิสเซน (Thiessen Polygon) ด้วยโปรแกรมทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (ArcGIS) และแสดงผลในรูปแบบแผนที่ปริมาณความเข้มข้นฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เฉลี่ยรายเดือน

5.3.2 การไหลเวียนของลมภายในพื้นที่เมือง เป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (CFD) ที่จะจำลองทิศทางและความเร็วลมที่กระทำต่อกลุ่มอาคารในรูปแบบต่างๆ ในรูปแบบแผนที่การไหลเวียนของลมที่ระดับความสูง 10 เมตร

5.3.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้ง 2 ตัวแปรด้วยการซ้อนทับข้อมูลเชิงพื้นที่ (Overlay) ของทั้งแผนที่ปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และแผนที่การไหลเวียนของลมภายในพื้นที่เมืองที่ระดับความสูง 10 เมตร ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในบริเวณพื้นที่ศึกษา 5 พื้นที่ ภายในพื้นที่เขตวัฒนา ในแต่ละเดือนของปี พ.ศ. 2562

6. ข้อจำกัดในการศึกษา

6.1 ข้อมูลขอบเขตอาคารที่ได้ทำการขอความอนุเคราะห์จากสำนักงานการวางผังและพัฒนาเมือง กรุงเทพมหานคร ยังไม่ได้มีการปรับปรุงข้อมูลให้เป็นข้อมูลปัจจุบันในพ.ศ. 2562 ทำให้ผู้วิจัยต้องใช้ระยะเวลาในการปรับปรุงข้อมูลขอบเขตอาคาร เพื่อนำมาใช้ในการสร้างแบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ จำลองการเคลื่อนที่ของลม ในระดับเมือง ให้มีความถูกต้องมากที่สุด

6.2 เนื่องจากกรมอุตุนิยมวิทยา บางนา ไม่ได้ทำการบันทึกข้อมูลปัจจัยด้านอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม และทิศทางลม ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 ทำให้ไม่สามารถทำการศึกษาตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยได้ในเดือนนี้

6.3 เนื่องจากไม่มีสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ภายในพื้นที่ศึกษา ทั้งจากกรมควบคุมมลพิษ และสำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร ทำให้เกิดความจำกัดด้านความละเอียดของข้อมูลฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์

6.4 คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ จำลองการเคลื่อนที่ของลม ในระดับเมือง มีประสิทธิภาพไม่เพียงพอที่จะรองรับข้อมูลขนาดใหญ่ ในระดับเมือง (ขนาดพื้นที่ศึกษา เท่ากับ 12.565 ตารางกิโลเมตร) ทำให้เกิดความติดขัด และเกิด

ความล่าช้าในการสร้างแบบจำลองเมือง และการประมวลผลเพื่อสร้างแบบจำลองการเคลื่อนที่ของลมในพื้นที่เมือง ทั้งนี้คอมพิวเตอร์ที่ใช้มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) แบบ Intel Core i7 หน่วยความจำหลัก (RAM) ความจุ 32 GB และหน่วยจัดเก็บข้อมูลชนิด Solid State (SSD) ขนาดความจุ 512 GB



บทที่ 4

ผลการศึกษา

จากที่กล่าวมาว่ามลพิษทางอากาศเป็นปัญหาสำคัญที่เมืองใหญ่ทั่วโลกกำลังประสบปัญหา และกรุงเทพมหานคร ในพื้นที่เขตวัฒนาก็เป็นอีกหนึ่งพื้นที่ที่กำลังประสบปัญหานี้ ทั้งนี้ ลักษณะทางกายภาพของเมือง และปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยามีผลต่อการกระจายตัวของมลพิษทางอากาศ ผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ และลักษณะทางกายภาพของเมือง ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และแบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

1. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ กับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาภายในพื้นที่เมือง
2. การศึกษาลักษณะทางกายภาพของเมืองที่มีผลต่อการไหลเวียนของลมภายในพื้นที่เมือง ที่ระดับความสูง 10 เมตร 30 เมตร และ 100 เมตร
3. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ และลักษณะทางกายภาพของเมืองด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และแบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ

1. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ กับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาภายในพื้นที่เมือง

พื้นที่เขตวัฒนา เป็นพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของเมืองสูง จากการเป็นเขตศูนย์กลางด้านธุรกิจและพาณิชยกรรมอีกแห่งในกรุงเทพมหานคร ภายในพื้นที่เขตวัฒนาจึงประกอบไปด้วยอาคาร ที่อยู่ในรูปแบบของอาคารสูง ทั้งอาคารที่อยู่อาศัย และอาคารสำนักงาน ส่งผลต่อการเกิดปัญหามลพิษทางอากาศ ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วลม

จากการวิเคราะห์ข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา พ.ศ. 2562 ยกเว้นเดือนตุลาคม เนื่องจากไม่ได้มีการบันทึกข้อมูลปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ อุณหภูมิ, ความชื้น และความเร็วลม พบว่าพื้นที่เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร ยังคงพบปัญหามลพิษทางอากาศ จากค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เกินมาตรฐานค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ที่กำหนดให้ไม่เกิน 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$

นี้มีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยาตามการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศที่เปลี่ยนไปตามฤดูกาลทั้ง 3 ฤดู คือ ฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว

โดยอุณหภูมิมีผลต่อความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ อุณหภูมิต่ำค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ จะสูง ดังเช่น เดือนมกราคมและเดือนธันวาคมที่อยู่ในฤดูหนาว อุณหภูมิจะต่ำกว่าเดือนอื่นๆ อากาศไม่เกิดการเคลื่อนที่แบบหมุนวนที่จะทำให้ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ กระจายตัวออกไปได้ ทำให้ความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ อยู่ในช่วง 45 – 62 และ 29 - 44 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่สูงกว่าเดือนอื่นๆ และในทางกลับกัน ในช่วงที่อุณหภูมิสูง ก่อให้เกิดการไหลเวียนของอากาศแบบหมุนวน เกิดความปั่นป่วนในชั้นบรรยากาศ ฝุ่นละอองสามารถเคลื่อนที่กระจายตัวออกไปได้ ค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ จะต่ำ ดังเช่น เดือนเมษายน ที่อยู่ในฤดูร้อน อุณหภูมิสูงกว่าเดือนอื่นๆ ทำให้ความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ อยู่ในช่วง 14 – 30 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และอุณหภูมิส่งผลต่อการไหลเวียนของอากาศหรือลม ทำให้ความเร็วลมมีผลต่อความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ จากการที่ในช่วงความเร็วลมต่ำ ค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ จะสูง เนื่องจากลมนิ่ง ไม่สามารถพัดพาฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ให้ฟุ้งกระจายหรือเคลื่อนที่ออกไปได้ เกิดการสะสมตัว ปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ สูงขึ้น ในช่วงฤดูหนาว และช่วงความเร็วลมสูง ค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ จะต่ำ เนื่องจากลมเคลื่อนที่แบบหมุนวน สามารถพัดพาฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ให้ฟุ้งกระจายหรือเคลื่อนที่ออกไปได้ ได้แก่ ในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝนที่มีความเร็วลมสูง แต่ทั้งนี้ความชื้นมีผลต่อความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ แบบแปรปรวน ไม่ได้ขึ้นกับสภาพอากาศตามฤดูกาลนั้นๆ ดังเช่น ในฤดูฝน เดือนกรกฎาคมที่ความเร็วลมต่ำ และความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ต่ำ และเดือนกันยายนความเร็วลมสูงและความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ต่ำ

1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ กับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาภายในพื้นที่เมือง พ.ศ. 2562

ความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ กับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบรายปี พ.ศ. 2562 พบว่าฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.13 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (S.D. = 14.22) อุณหภูมิมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 29.17 องศาเซลเซียส (S.D. = 1.82) ความชื้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 74.45 เปอร์เซ็นต์ (S.D. = 8.54) ความเร็วลมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.38 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (S.D. = 2.00) ดังตาราง 11

ตาราง 11 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา พ.ศ. 2562

ตัวแปร	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
ฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$)	25.1255	14.21947
อุณหภูมิ ($^{\circ}C$)	29.1671	1.82104
ความชื้น (%)	74.4466	8.54161
ความเร็วลม (m/s)	6.3848	2.00178

โดยที่อุณหภูมิมีความสัมพันธ์ต่อฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ในทางลบหรือทางตรงกันข้าม ($r = 0.272$) ความชื้นมีความสัมพันธ์ต่อฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ในทางลบหรือทางตรงกันข้าม ($r = 0.240$) และความเร็วลมมีความสัมพันธ์ต่อฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ในทางลบหรือทางตรงกันข้าม ($r = 0.385$) ดังนั้นจะเห็นได้ว่าปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาที่มีผลต่อความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ มากที่สุด คือ ความเร็วลม กล่าวคือ เมื่ออุณหภูมิมีค่าสูงขึ้น ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ จะมีค่าความเข้มข้นต่ำ และในขณะเดียวกัน เมื่ออุณหภูมิต่ำลงในช่วงฤดูหนาว หรือจากการเกิดปรากฏการณ์อุณหภูมิผกผัน ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ จะมีค่าความเข้มข้นสูงขึ้น รายละเอียดดังตาราง 12

กล่าวคือ เมื่อความชื้นมีค่าสูงขึ้น ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ จะมีค่าความเข้มข้นต่ำ และในขณะเดียวกัน เมื่อความชื้นต่ำลง ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ จะมีค่าความเข้มข้นสูงขึ้น สอดคล้องกับ อุณหภูมิ กล่าวคือ เมื่อมีความเร็วลมสูง ลมจะพัดพาฝุ่นละอองให้ฟุ้งกระจายออกจากพื้นที่ ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ จึงมีค่าความเข้มข้นต่ำ และในขณะเดียวกัน เมื่อความเร็วลมต่ำ ลมไม่สามารถพัดพาฝุ่นละอองออกจากพื้นที่ได้ เกิดการสะสมตัวในพื้นที่ ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ จึงมีค่าความเข้มข้นสูงขึ้น

ตาราง 12 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลฝุ่นละออง PM_{2.5} กับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Correlation Coefficient)			
	ฝุ่นละออง PM _{2.5}	อุณหภูมิ	ความชื้น	ความเร็วลม
ฝุ่นละออง PM _{2.5}	1.000	-	-	-
อุณหภูมิ	-0.272	1.000	-	-
ความชื้น	-0.240	0.121	1.000	-
ความเร็วลม	-0.385	0.490	-0.029	1.000

1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM_{2.5} กับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาภายในพื้นที่เมือง ด้วยการวิเคราะห์ทางสถิติ รายเดือน พ.ศ. 2562

1.2.1 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM_{2.5}

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ อุณหภูมิ และฝุ่นละออง PM_{2.5} ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบรายเดือน พ.ศ. 2562 พบว่า เดือนที่อุณหภูมิมีความสัมพันธ์ต่อฝุ่นละออง PM_{2.5} สูงที่สุดคือ เดือนมกราคม ($r = 0.519$) มีความสัมพันธ์ในทางบวกหรือทางเดียวกัน รองลงมาคือ เดือนกรกฎาคม ($r = 0.302$) มีความสัมพันธ์ในทางลบหรือทางตรงกันข้าม และเดือนกันยายน ($r = 0.216$) มีความสัมพันธ์ในทางบวกหรือทางเดียวกัน และเดือนที่มีความสัมพันธ์ระหว่างกันต่ำที่สุดคือ เดือนมิถุนายน ($r = 0.028$) มีความสัมพันธ์ในทางลบหรือทางตรงกันข้าม โดยอุณหภูมิมิอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของฝุ่นละออง PM_{2.5} มากที่สุดในเดือนในเดือนมกราคม กุมภาพันธ์ และกรกฎาคม เท่ากับ 27%, 21% และ 8.7% ตามลำดับ รายละเอียดดังตาราง 13

ตาราง 13 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอุณหภูมิกับฝุ่นละออง PM_{2.5} รายเดือน พ.ศ. 2562

เดือน	อุณหภูมิ	
	Correlation	R ²
มกราคม	0.519	0.27
กุมภาพันธ์	0.145	0.21
มีนาคม	0.044	0.002
เมษายน	0.109	0.012
พฤษภาคม	0.033	0.001
มิถุนายน	-0.028	0.001
กรกฎาคม	-0.302	0.087
สิงหาคม	0.075	0.006
กันยายน	0.216	0.047
ตุลาคม*	-	-
พฤศจิกายน	0.098	0.01
ธันวาคม	-0.119	0.014

หมายเหตุ *เดือนตุลาคม ไม่ได้มีการบันทึกข้อมูลความเร็วลม จากกรมอุตุนิยมวิทยา
บางนา

1.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM_{2.5}

ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ความชื้นและฝุ่นละออง PM_{2.5} ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบรายเดือน พ.ศ. 2562 พบว่า เดือนที่ความชื้นมีความสัมพันธ์ต่อฝุ่นละออง PM_{2.5} สูงที่สุดคือ เดือนกรกฎาคม ($r = 0.336$) มีความสัมพันธ์ในทางบวกหรือทางเดียวกัน รองลงมาคือ เดือนกันยายน ($r = 0.250$) มีความสัมพันธ์ในทางลบหรือทางตรงกันข้าม และเดือนพฤศจิกายน ($r = 0.217$) มีความสัมพันธ์ในทางบวกหรือทางเดียวกัน และเดือนที่มีความสัมพันธ์ระหว่างกันต่ำที่สุดคือ เดือนมีนาคม ($r = 0.008$) มีความสัมพันธ์ในทางลบหรือทางตรงกันข้าม โดยความชื้นมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของฝุ่นละออง PM_{2.5} มากที่สุดในเดือนเมษายน กรกฎาคม และกันยายน เท่ากับ 22%, 11.3% และ 6.3% ตามลำดับ รายละเอียดดังตาราง 14

ตาราง 14 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความเร็วลมและฝุ่นละออง PM_{2.5} รายเดือน พ.ศ. 2562

เดือน	ความสัมพันธ์	
	Correlation	R ²
มกราคม	0.109	0.012
กุมภาพันธ์	-0.126	0.016
มีนาคม	-0.008	0
เมษายน	-0.164	0.22
พฤษภาคม	-0.175	0.031
มิถุนายน	0.139	0.019
กรกฎาคม	0.336	0.113
สิงหาคม	-0.045	0.002
กันยายน	-0.25	0.063
ตุลาคม*	-	-
พฤศจิกายน	0.217	0.047
ธันวาคม	-0.121	0.015

หมายเหตุ * ค่า R Square เท่ากับ 0 หมายความว่า ไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่างตัวแปร ** เดือนตุลาคม ไม่ได้มีการบันทึกข้อมูลความเร็วลม จากกรมอุตุนิยมวิทยา บางนา

1.2.3 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก

PM_{2.5}

ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ความเร็วลม และฝุ่นละออง PM_{2.5} ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบรายเดือน พ.ศ. 2562 พบว่า เดือนที่ความเร็วลมมีความสัมพันธ์ต่อฝุ่นละออง PM_{2.5} สูงที่สุดคือ เดือนกุมภาพันธ์ ($r = 0.435$) มีความสัมพันธ์ในทางลบหรือทางตรงกันข้าม รองลงมาคือ เดือนกรกฎาคม ($r = 0.380$) มีความสัมพันธ์ในทางลบหรือทางตรงกันข้าม และเดือนมกราคม ($r = 0.376$) มีความสัมพันธ์ในทางลบหรือทางตรงกันข้าม และเดือนที่มีความสัมพันธ์ระหว่างกันต่ำที่สุดคือ เดือนกันยายน ($r = 0.037$) มีความสัมพันธ์ในทางบวกหรือทางเดียวกัน โดยความเร็วลมมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของฝุ่นละออง PM_{2.5}

มากที่สุดในเดือนในเดือนกุมภาพันธ์ กรกฎาคม และมกราคมเท่ากับ 18.9%, 14.4% และ 14.1% ตามลำดับ รายละเอียดดังตาราง 15

ตาราง 15 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความเร็วลมและฝุ่นละออง PM_{2.5} รายเดือน พ.ศ. 2562

เดือน	ความเร็วลม	
	Correlation	R ²
มกราคม	-0.376	0.141
กุมภาพันธ์	-0.435	0.189
มีนาคม	-0.26	0.067
เมษายน	-0.159	0.025
พฤษภาคม	-0.103	0.011
มิถุนายน	-0.326	0.106
กรกฎาคม	-0.38	0.144
สิงหาคม	-0.1	0.01
กันยายน	0.037	0.001
ตุลาคม*	-	-
พฤศจิกายน	-0.113	0.013
ธันวาคม	-0.282	0.08

หมายเหตุ * เดือนตุลาคม ไม่ได้มีการบันทึกข้อมูลความเร็วลม จากกรมอุตุนิยมวิทยา
บางนา

2. การศึกษาลักษณะทางกายภาพของเมืองที่มีผลต่อการไหลเวียนของลมภายในพื้นที่เมือง ที่ระดับความสูง 10 เมตร 30 เมตร และ 100 เมตร

การศึกษาลักษณะทางกายภาพของเมืองที่มีผลต่อการไหลเวียนของลมภายในพื้นที่เมือง ที่ระดับความสูง 10 เมตร 30 เมตร และ 100 เมตร ด้วยการสร้างแบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ ทำการจำลองการไหลเวียนของกระแสลม รายเดือน ในพ.ศ. 2562 ตั้งแต่เดือนมกราคม – เดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 ยกเว้นเดือนตุลาคมที่ไม่มีผลการตรวจวัดตัวแปรด้านอุตุนิยมวิทยา จากกรมอุตุนิยมวิทยา บางนา เพื่อศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่ของกระแสลม

ที่กระทำต่ออาคารในรูปแบบต่างๆ ทั้งด้านความเร็วลม และทิศทางลม ทั้งนี้บริเวณพื้นที่เขตวัฒนา ผู้วิจัยเลือกทำการศึกษาค้นคว้า 5 พื้นที่ คือ บริเวณพื้นที่ A, B, C, D และ E ตามที่กล่าวมาในบทที่ 3 ได้มาซึ่งผลการศึกษาค้นคว้าในแต่ละระดับความสูง และในแต่ละพื้นที่ที่ผู้วิจัยเลือกทำการศึกษาค้นคว้า ดังนี้

2.1 บริเวณพื้นที่ A

บริเวณพื้นที่ A มีกลุ่มช่วงความสูงอาคาร 10 เมตร อยู่ในบริเวณโรงเรียนวัฒนาวิทยาลัย ซอยสุขุมวิท 9 บริเวณท้ายซอยสุขุมวิท 11 และซอยสุขุมวิท 13 เป็นต้น ช่วงความสูงอาคาร 30 เมตร มีการกระจายตัวอยู่ทั่วพื้นที่ เช่น ในซอยสุขุมวิท 13, ซอยสุขุมวิท 15, ซอยสุขุมวิท 19 และ ซอยสุขุมวิท 23 เป็นต้น ช่วงความสูงอาคาร 100 เมตร มีการเรียงตัวกันอย่างหนาแน่น บนถนนอโศกมนตรี ส่งผลให้เกิดการไหลเวียนของกระแสลมกับกลุ่มอาคาร ดังภาพประกอบ 36 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

เดือนมกราคม กระแสลมมีทิศทางเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 1.14 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ 0.05 – 0.90 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น ในบริเวณโรงเรียนวัฒนาวิทยาลัย อาคารส่วนใหญ่ในพื้นที่ที่มีความสูงต่ำกว่า 10 เมตร และด้านข้างทั้ง 2 ด้านของโรงเรียนประกอบด้วยอาคารสูง ทั้งอาคารสำนักงานและอาคารที่อยู่อาศัย ความเร็วลมอยู่ในระดับลมเบา (0.45 – 0.90 m/s) และการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Channelling ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างในแนวเดียวกัน ได้แก่ แนวถนนอโศกมนตรี ซอยสุขุมวิท 13, 15 และ 19 ความเร็วลมอยู่ในระดับสงบถึงลมเบา (0.05 – 0.50 m/s)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลมสูงขึ้น เท่ากับ 0.05 – 1.00 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings และแบบ Channelling เช่นเดียวและบริเวณเดียวกัน

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลมสูง เท่ากับ 0.50 – 1.10 m/s เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าไปใกล้อาคาร เกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะมีการเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ในบริเวณด้านหน้าอาคารที่รับลม มีความเร็วลมสูง แต่บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ทำให้มีความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา เท่ากับ 0.05 – 0.45 m/s

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคาร ถนนหรือซอยแคบ โดยเฉพาะบริเวณด้านหลังอาคารที่จะเกิดช่องว่างระหว่างลม เช่น ในบริเวณอาคารสุขุมวิท สวิท, โรงแรมแกรนด์ เพรสซิเดนซ์ กรุงเทพ, โรงแรมโซฟิเทล กรุงเทพ สุขุมวิท, โรงแรมไฮแอท รีเจนซี่ กรุงเทพ สุขุมวิท และอาคารสำนักงานเดอะเทรนด์ ที่ตั้งอยู่ในซอยสุขุมวิท 11 และ 13 และบริเวณอาคารแกรนด์ พาร์ค วิว อโศก, ดี เอส อโศก และบีบี บีวดิง อโศก ที่ตั้งอยู่บนถนนอโศกมนตรี เป็นต้น

เดือนกุมภาพันธ์ กระแสลมมีทิศทางการเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SSW) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 2.14 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ 0.05 – 1.05 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น บริเวณโรงเรียนวัฒนาวิทยาลัย อาคารส่วนใหญ่ในพื้นที่ที่มีความสูงต่ำกว่า 10 เมตร และด้านข้างทั้ง 2 ด้านของโรงเรียนประกอบด้วยอาคารสูง ทั้งอาคารสำนักงาน และอาคารที่อยู่อาศัย ความเร็วลมอยู่ในระดับลมเบา (0.35 – 0.90 m/s) และการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Channelling ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างในแนวเดียวกัน ได้แก่ แนวถนนอโศกมนตรี ซอยสุขุมวิท 13, 15 และ 19 ตามแนวถนนและซอยทั้ง 2 ข้าง ความเร็วลมอยู่ในระดับสงบถึงลมเบา (0.1 – 1.05 m/s)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลมสูงขึ้น เท่ากับ 0.05 – 1.50 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings และแบบ Channelling เช่นเดียวและบริเวณเดียวกันกับที่ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.15 – 0.95 m/s) และระดับลมสงบถึงลมอ่อน (0.05 – 1.50 m/s) ตามลำดับ

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน ความเร็วลม เท่ากับ 0.50 – 2.15 m/s เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าใกล้อาคาร เกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะมีการเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ในบริเวณด้านหน้าอาคารที่รับลมมีความเร็วลมสูง แต่บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ทำให้มีความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา เท่ากับ 0.12 – 0.37 m/s

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคาร ถนนหรือซอยแคบ โดยเฉพาะบริเวณด้านหลังอาคารที่จะเกิด

ช่องว่างระหว่างลม เช่น ในบริเวณอาคารสุขุมวิท สวีท, โรงแรมแกรนด์ เพรสซิเดนซ์ กรุงเทพฯ, โรงแรมโซฟิเทล กรุงเทพฯ สุขุมวิท, โรงแรมไฮแอท รีเจนซี่ กรุงเทพฯ สุขุมวิท และอาคารสำนักงานเดอะเทรนต์ ที่ตั้งอยู่ในซอยสุขุมวิท 11 และ 13 และบริเวณอาคารแกรนด์ พาร์ค วิว อโศก, ดี เอส อโศก และบีบี บิวติ่ง อโศก ที่ตั้งอยู่บนถนนอโศกมนตรี เป็นต้น

เดือนมีนาคม กระแสลมมีทิศทางเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SSW) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 2.33 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ 0.05 – 1.15 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น บริเวณโรงเรียนวัฒนาวิทยาลัย อาคารส่วนใหญ่ในพื้นที่มีความสูงต่ำกว่า 10 เมตร และด้านข้างทั้ง 2 ด้านของโรงเรียนประกอบด้วยอาคารสูง ทั้งอาคารสำนักงาน และอาคารที่อยู่อาศัย ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.35 – 1.15 m/s) และการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Channelling ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างในแนวเดียวกัน ได้แก่ แนวถนนอโศกมนตรี ซอยสุขุมวิท 13, 15 และ 19 ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.07 – 0.85 m/s)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลมสูงขึ้น เท่ากับ 0.05 – 1.70 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings และแบบ Channelling เช่นเดียวและบริเวณเดียวกันกับที่ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลมอยู่ในระดับลมเบา (0.40 – 1.25 m/s) และระดับลมสงบถึงลมอ่อน (0.05 – 1.70 m/s) ตามลำดับ

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมเบาถึงลมอ่อน เท่ากับ 1.00 – 2.15 m/s เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าใกล้อาคาร เกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะมีการเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ในบริเวณด้านหน้าอาคารที่รับลม มีความเร็วลมสูง แต่บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ทำให้มีความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา เท่ากับ 0.05 – 0.35 m/s

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคาร ถนนหรือซอยแคบ โดยเฉพาะบริเวณด้านหลังอาคารที่จะเกิดช่องว่างระหว่างลม เช่น ในบริเวณอาคารสุขุมวิท สวีท, โรงแรมแกรนด์ เพรสซิเดนซ์ กรุงเทพฯ, โรงแรมโซฟิเทล กรุงเทพฯ สุขุมวิท, โรงแรมไฮแอท รีเจนซี่ กรุงเทพฯ สุขุมวิท และอาคารสำนักงาน

เดอะเทรนต์ ที่ตั้งอยู่ในซอยสุขุมวิท 11 และ 13 และบริเวณอาคารแกรนด์ พาร์ค วิว อโศก, ดี เอส อโศก และบีบี บีวดิง อโศก ที่ตั้งอยู่บนถนนอโศกมนตรี เป็นต้น

เดือนเมษายน กระแสลมมีทิศทางการเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ค่อนมาทางใต้ (SSW) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 2.36 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ 0.05 – 1.05 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น บริเวณโรงเรียนวัฒนาวิทยาลัย อาคารส่วนใหญ่ในพื้นที่ที่มีความสูงต่ำกว่า 10 เมตร และด้านข้างทั้ง 2 ด้านของโรงเรียนประกอบด้วยอาคารสูง ทั้งอาคารสำนักงาน และอาคารที่อยู่อาศัย ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.15 – 1.01 m/s) ในบริเวณที่ลมเกิดการปะทะกัน ความเร็วลมจะต่ำลง และการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Channelling ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างในแนวเดียวกัน ได้แก่ แนวถนนอโศกมนตรี ซอยสุขุมวิท 13, 15 และ 19 ความเร็วลมอยู่ในระดับสงบถึงลมเบา (0.10 – 1.05 m/s)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลมสูงขึ้น เท่ากับ 0.05 – 1.35 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings และแบบ Channelling เช่นเดียวและบริเวณเดียวกันกับที่ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.07 – 1.25 m/s) และระดับลมสงบถึงลมเบา (0.05 – 1.35 m/s) ตามลำดับ

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมเบาถึงลมอ่อน เท่ากับ 0.10 – 2.32 m/s เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าไปใกล้อาคาร เกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะมีการเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ในบริเวณด้านหน้าอาคารที่รับลม มีความเร็วลมสูง แต่บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ทำให้มีความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.10 – 0.40 m/s)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคาร ถนนหรือซอยแคบ โดยเฉพาะบริเวณด้านหลังอาคารที่จะเกิดช่องว่างระหว่างลม เช่น ในบริเวณอาคารสุขุมวิท สวีท, โรงแรมแกรนด์ เพรสซิเดนซ์ กรุงเทพฯ, โรงแรมโซฟิเทล กรุงเทพฯ สุขุมวิท, โรงแรมไฮแอท รีเจนซี่ กรุงเทพฯ สุขุมวิท และอาคารสำนักงานเดอะเทรนต์ ที่ตั้งอยู่ในซอยสุขุมวิท 11 และ 13 และบริเวณอาคารแกรนด์ พาร์ค วิว อโศก, ดี เอส อโศก และบีบี บีวดิง อโศก ที่ตั้งอยู่บนถนนอโศกมนตรี เป็นต้น

เดือนพฤษภาคม กระแสลมมีทิศทางการเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ค่อนมาทางใต้ (SSW) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 1.72 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ 0.04 – 1.05 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น บริเวณโรงเรียนวัฒนาวิทยาลัย อาคารส่วนใหญ่ในพื้นที่ที่มีความสูงต่ำกว่า 10 เมตร และด้านข้างทั้ง 2 ด้านของโรงเรียนประกอบด้วยอาคารสูง ทั้งอาคารสำนักงาน และอาคารที่อยู่อาศัย ความเร็วลมอยู่ในระดับลมเบา (0.25 – 1.01 m/s) ในบริเวณที่ลมเกิดการปะทะกัน ความเร็วลมจะต่ำลง และการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Channelling ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างในแนวเดียวกัน ได้แก่ แนวถนนอโศกมนตรี ซอยสุขุมวิท 13, 15 และ 19 ความเร็วลมอยู่ในระดับสงบถึงลมเบา (0.06 – 0.85 m/s)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลม เท่ากับ 0.04 – 1.25 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings และแบบ Channelling เช่นเดียวและบริเวณเดียวกันกับที่ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.04 – 0.82 m/s) และระดับลมสงบถึงลมเบา (0.05 – 1.00 m/s) ตามลำดับ

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน (0.12 – 1.78 m/s) เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าใกล้อาคาร เกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะมีการเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ในบริเวณด้านหน้าอาคารที่รับลม มีความเร็วลมสูง แต่บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ทำให้มีความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.12 – 0.35 m/s)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคาร ถนนหรือซอยแคบ โดยเฉพาะบริเวณด้านหลังอาคารที่จะเกิดช่องว่างระหว่างลม เช่น ในบริเวณอาคารสุขุมวิท สวิท, โรงแรมแกรนด์ เพรสซิเดนซ์ กรุงเทพฯ, โรงแรมโซฟิเทล กรุงเทพฯ สุขุมวิท, โรงแรมไฮแอท รีเจนซี่ กรุงเทพฯ สุขุมวิท และอาคารสำนักงานเดอะเทรนต์ ที่ตั้งอยู่ในซอยสุขุมวิท 11 และ 13 และบริเวณอาคารแกรนด์ พาร์ค วิว อโศก, ดี เอส อโศก และบีบี บิวติง อโศก ที่ตั้งอยู่บนถนนอโศกมนตรี เป็นต้น

เดือนมิถุนายน กระแสลมมีทิศทางการเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ค่อนมาทางใต้ (SSW) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 1.78 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ $0.04 - 0.85 \text{ m/s}$ มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น บริเวณโรงเรียนวัฒนาวิทยาลัย อาคารส่วนใหญ่ในพื้นที่ที่มีความสูงต่ำกว่า 10 เมตร และด้านข้างทั้ง 2 ด้านของโรงเรียนประกอบด้วยอาคารสูง ทั้งอาคารสำนักงาน และอาคารที่อยู่อาศัย ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.25 - 0.8 \text{ m/s}$) ในบริเวณที่ลมเกิดการปะทะกัน ความเร็วลมจะต่ำลง และการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Channelling ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างในแนวเดียวกัน ได้แก่ แนวถนนอโศกมนตรี ซอยสุขุมวิท 13, 15 และ 19 ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.04 - 0.85 \text{ m/s}$)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลม เท่ากับ $0.05 - 1.15 \text{ m/s}$ มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings และแบบ Channelling เช่นเดียวและบริเวณเดียวกันกับที่ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.10 - 0.82 \text{ m/s}$) และระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.05 - 1.12 \text{ m/s}$) ตามลำดับ

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน เท่ากับ $0.12 - 1.78 \text{ m/s}$ เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าใกล้อาคารเกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะมีการเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ในบริเวณด้านหน้าอาคารที่รับลม มีความเร็วลมสูง แต่บริเวณด้านหลังอาคาร เกิดช่องว่างระหว่างลม ทำให้มีความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.12 - 0.30 \text{ m/s}$)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคาร ถนนหรือซอยแคบ โดยเฉพาะบริเวณด้านหลังอาคารที่จะเกิดช่องว่างระหว่างลม เช่น ในบริเวณอาคารสุขุมวิท สวีท, โรงแรมแกรนด์ เพรสซิเดนซ์ กรุงเทพฯ, โรงแรมโซฟิเทล กรุงเทพฯ สุขุมวิท, โรงแรมไฮแอท รีเจนซี่ กรุงเทพฯ สุขุมวิท และอาคารสำนักงานเดอะเทรนด์ ที่ตั้งอยู่ในซอยสุขุมวิท 11 และ 13 และบริเวณอาคารแกรนด์ พาร์ค วิว อโศก, ดี เอส อโศก และบีบี บีวดิง อโศก ที่ตั้งอยู่บนถนนอโศกมนตรี เป็นต้น

เดือนกรกฎาคม กระแสลมมีทิศทางการเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ค่อนมาทางใต้ (SSW) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 1.64 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ $0.05 - 0.70 \text{ m/s}$ มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่าง

อาคาร เช่น บริเวณโรงเรียนวัฒนาวิทยาลัย อาคารส่วนใหญ่ในพื้นที่ที่มีความสูงต่ำกว่า 10 เมตร และด้านข้างทั้ง 2 ด้านของโรงเรียนประกอบด้วยอาคารสูง ทั้งอาคารสำนักงาน และอาคารที่อยู่อาศัย ความเร็วลมอยู่ในระดับสงบถึงเบา ($0.07 - 0.70$ m/s) ในบริเวณที่ลมเกิดการปะทะกัน ความเร็วลมจะต่ำลง และการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Channelling ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างในแนวเดียวกัน ได้แก่ แนวถนนอโศกมนตรี ซอยสุขุมวิท 13, 15 และ 19 ความเร็วลมอยู่ในระดับสงบถึงลมเบา ($0.06 - 0.70$ m/s)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น เท่ากับ $0.05 - 1.10$ m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings และแบบ Channelling เช่นเดียวและบริเวณเดียวกันกับที่ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา และระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.06 - 1.0$ m/s) ตามลำดับ

- ที่ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมอ่อน เท่ากับ $0.05 - 1.70$ m/s เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าใกล้อาคาร เกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะมีการเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ในบริเวณด้านหน้าอาคารที่รับลม มีความเร็วลมสูง แต่บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ทำให้มีความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.05 - 0.45$ m/s)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคาร ถนนหรือซอยแคบ โดยเฉพาะบริเวณด้านหลังอาคารที่จะเกิดช่องว่างระหว่างลม เช่น ในบริเวณอาคารสุขุมวิท สวิต, โรงแรมแกรนด์ เพรสซิเดนซ์ กรุงเทพฯ, โรงแรมโซฟิเทล กรุงเทพฯ สุขุมวิท, โรงแรมไฮแอท รีเจนซี่ กรุงเทพฯ สุขุมวิท และอาคารสำนักงานเดอะเทรนต์ ที่ตั้งอยู่ในซอยสุขุมวิท 11 และ 13 และบริเวณอาคารแกรนด์ พาร์ค วิว อโศก, ดี เอส อโศก และบีบี บิวติ้ง อโศก ที่ตั้งอยู่บนถนนอโศกมนตรี เป็นต้น

เดือนสิงหาคม กระแสลมมีทิศทางการเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ค่อนมาทางใต้ (SSW) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 1.81 m/s

- ที่ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ $0.05 - 0.78$ m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น บริเวณโรงเรียนวัฒนาวิทยาลัย อาคารส่วนใหญ่ในพื้นที่ที่มีความสูงต่ำกว่า 10 เมตร และด้านข้างทั้ง 2 ด้านของโรงเรียนประกอบด้วยอาคารสูง ทั้งอาคารสำนักงาน และอาคาร

ที่อยู่อาศัย ความเร็วลมอยู่ในระดับสงบถึงลมเบา ($0.05 - 0.78$ m/s) ในบริเวณที่ลมเกิดการปะทะกัน ความเร็วลมจะต่ำลง และการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Channelling ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างในแนวเดียวกัน ได้แก่ ถนน และซอย เช่น ในบริเวณแนวถนนอโศกมนตรี ซอยสุขุมวิท 13, 15 และ 19 ที่ตามแนวถนน และซอยทั้ง 2 ข้าง ประกอบด้วยอาคารพาณิชย์กรรม ตึกแถว และอาคารสูง เช่น อาคารสำนักงาน และอาคารที่พักอาศัย เป็นต้น ความเร็วลมอยู่ในระดับสงบถึงลมเบา ($0.05 - 0.75$ m/s)

- ที่ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลม เท่ากับ $0.03 - 1.15$ m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings และแบบ Channelling เช่นเดียวและบริเวณเดียวกันกับที่ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.04 - 0.85$ m/s) และระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.03 - 1.0$ m/s) ตามลำดับ

- ที่ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมเบา เท่ากับ $0.05 - 1.80$ m/s เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าไปใกล้อาคาร เกิดรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะมีการเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ในบริเวณด้านหน้าอาคารที่รับลมมีความเร็วลมสูง แต่บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ทำให้มีความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.05 - 0.38$ m/s)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคาร ถนนหรือซอยแคบ โดยเฉพาะบริเวณด้านหลังอาคารที่จะเกิดช่องว่างระหว่างลม เช่น ในบริเวณอาคารสุขุมวิท สวีท, โรงแรมแกรนด์ เพรสซิเดนซ์ กรุงเทพฯ, โรงแรมโซฟิเทล กรุงเทพฯ สุขุมวิท, โรงแรมไฮแอท รีเจนซี่ กรุงเทพฯ สุขุมวิท และอาคารสำนักงานเดอะเทรนต์ ที่ตั้งอยู่ในซอยสุขุมวิท 11 และ 13 และบริเวณอาคารแกรนด์ พาร์ค วิว อโศก, ดี เอส อโศก และบีบี บีวดิง อโศก ที่ตั้งอยู่บนถนนอโศกมนตรี เป็นต้น

เดือนกันยายน กระแสลมมีทิศทางการเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือค่อนมาทางตะวันตก (WNW) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 1.42 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ $0.03 - 1.00$ m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น บริเวณโรงเรียนวัฒนาวิทยาลัย อาคารส่วนใหญ่ในพื้นที่ที่มีความสูงต่ำกว่า 10 เมตร และด้านข้างทั้ง 2 ด้านของโรงเรียนประกอบด้วยอาคารสูง ทั้งอาคารสำนักงาน และอาคาร

ที่อยู่อาศัย ความเร็วลมอยู่ในระดับสงบถึงลมเบา ($0.05 - 1.2 \text{ m/s}$) ในบริเวณที่ลมเกิดการปะทะกัน ความเร็วลมจะต่ำลง และการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Channelling ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างในแนวเดียวกัน ได้แก่ แนวถนนอโศกมนตรี ซอยสุขุมวิท 13, 15 และ 19 ความเร็วลมอยู่ในระดับสงบถึงลมเบา ($0.03 - 0.95 \text{ m/s}$)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลม เท่ากับ $0.03 - 1.37 \text{ m/s}$ มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings และแบบ Channelling เช่นเดียวและบริเวณเดียวกันกับที่ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.15 - 1.30 \text{ m/s}$) และระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.03 - 1.37 \text{ m/s}$) ตามลำดับ

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน เท่ากับ $0.05 - 1.60 \text{ m/s}$ เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าใกล้อาคาร เกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะมีการเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ในบริเวณด้านหน้าอาคารที่รับลมมีความเร็วลมสูง แต่บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ทำให้มีความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.05 - 0.65 \text{ m/s}$)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคาร ถนนหรือซอยแคบ โดยเฉพาะบริเวณด้านหลังอาคารที่จะเกิดช่องว่างระหว่างลม เช่น ในบริเวณอาคารสุขุมวิท สวีท, โรงแรมแกรนด์ เพรสซิเดนซ์ กรุงเทพฯ, โรงแรมโซฟิเทล กรุงเทพฯ สุขุมวิท, โรงแรมไฮแอท รีเจนซี่ กรุงเทพฯ สุขุมวิท และอาคารสำนักงานเดอะเทรนต์ ที่ตั้งอยู่ในซอยสุขุมวิท 11 และ 13 และบริเวณอาคารแกรนด์ พาร์ค วิว อโศก, ดี เอส อโศก และบีบี บีวดิง อโศก ที่ตั้งอยู่บนถนนอโศกมนตรี เป็นต้น

เดือนพฤศจิกายน กระแสลมมีทิศทางเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ค่อยมาทางตะวันออก (ENE) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 1.47 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ $0.03 - 0.08 \text{ m/s}$ มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น บริเวณโรงเรียนวัฒนาวิทยาลัย อาคารส่วนใหญ่ในพื้นที่ที่มีความสูงต่ำกว่า 10 เมตร และด้านข้างทั้ง 2 ด้านของโรงเรียนประกอบด้วยอาคารสูง ทั้งอาคารสำนักงาน และอาคารที่อยู่อาศัย ความเร็วลมอยู่ในระดับสงบถึงลมเบา ($0.1 - 0.8 \text{ m/s}$) ในบริเวณที่ลมเกิดการปะทะกัน ความเร็วลมจะต่ำลง และการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Channelling ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่าน

ช่องว่างในแนวเดียวกัน ได้แก่ แนวถนนอโศกมนตรี ซอยสุขุมวิท 13, 15 และ 19 ความเร็วลมอยู่ในระดับสงบถึงลมเบา ($0.03 - 0.75 \text{ m/s}$)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลมเท่ากับ $0.03 - 0.85 \text{ m/s}$ มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings และแบบ Channelling เช่นเดียวกันและบริเวณเดียวกันกับที่ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.15 - 0.80 \text{ m/s}$) และระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.03 - 0.85 \text{ m/s}$) ตามลำดับ

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา เท่ากับ $0.05 - 1.12 \text{ m/s}$ เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าไปใกล้อาคารเกิดรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะมีการเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ในบริเวณด้านหน้าอาคารที่รับลม มีความเร็วลมสูง แต่บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ทำให้มีความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.05 - 0.35 \text{ m/s}$)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคาร ถนนหรือซอยแคบ โดยเฉพาะบริเวณด้านหลังอาคารที่จะเกิดช่องว่างระหว่างลม เช่น ในบริเวณอาคารสุขุมวิท สวีท, โรงแรมแกรนด์ เพรสซิเดนท กรุงเทพฯ, โรงแรมโซฟิเทล กรุงเทพฯ สุขุมวิท, โรงแรมไฮแอท รีเจนซี่ กรุงเทพฯ สุขุมวิท และอาคารสำนักงานเดอะเทรนต์ ที่ตั้งอยู่ในซอยสุขุมวิท 11 และ 13 และบริเวณอาคารแกรนด์ พาร์ค วิว อโศก, ดี เอส อโศก และบีบี บีวดิง อโศก ที่ตั้งอยู่บนถนนอโศกมนตรี เป็นต้น

เดือนธันวาคม กระแสลมมีทิศทางเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือค่อนมาทางตะวันออก (ENE) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 1.44 m/s

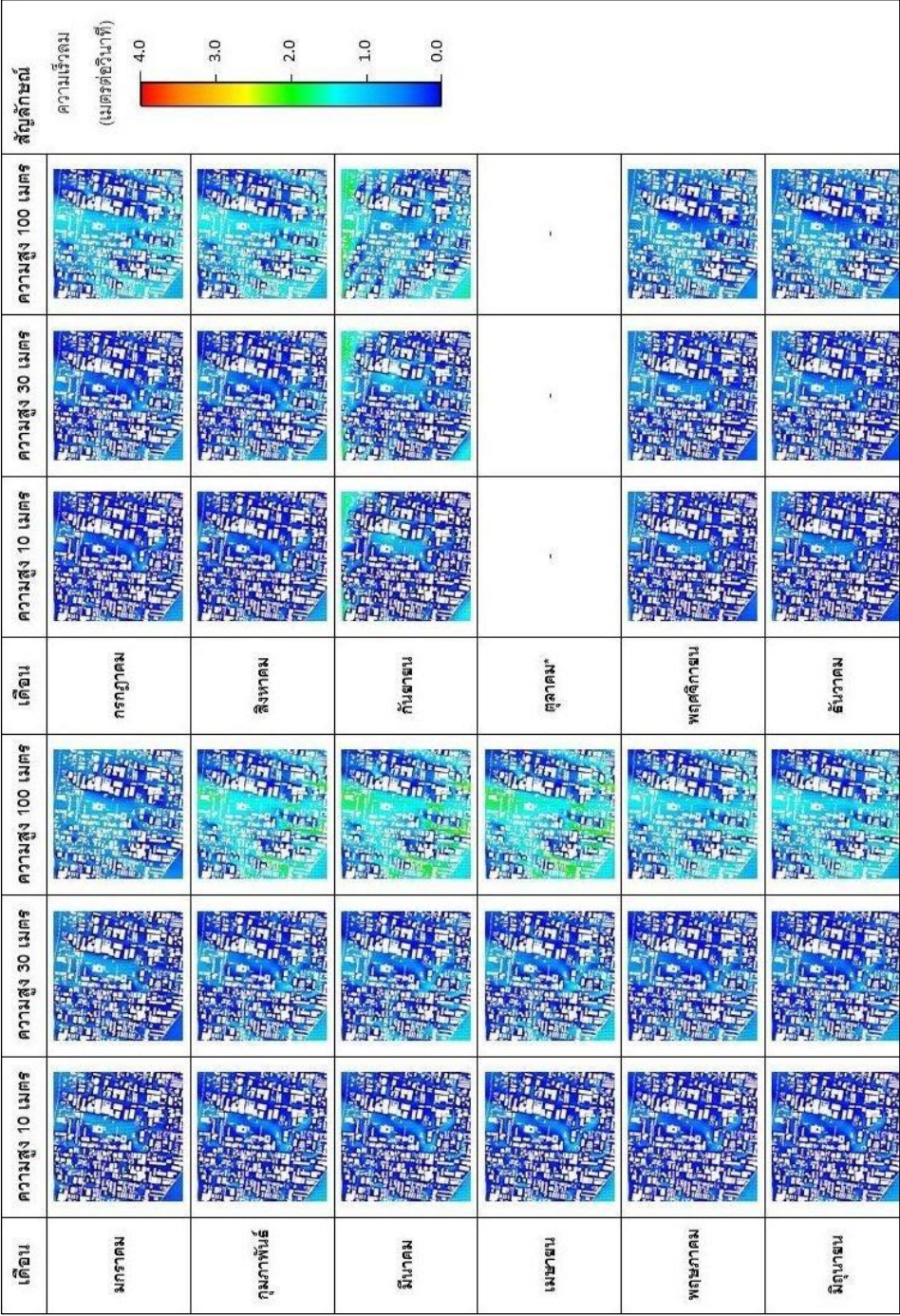
- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ $0.03 - 0.70 \text{ m/s}$ มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น บริเวณโรงเรียนวัฒนาวิทยาลัย อาคารส่วนใหญ่ในพื้นที่ที่มีความสูงต่ำกว่า 10 เมตร และด้านข้างทั้ง 2 ด้านของโรงเรียนประกอบด้วยอาคารสูง ทั้งอาคารสำนักงาน และอาคารที่อยู่อาศัย ความเร็วลมอยู่ในระดับสงบถึงลมเบา ($0.15 - 0.76 \text{ m/s}$) ในบริเวณที่ลมเกิดการปะทะกัน ความเร็วลมจะต่ำลง และการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Channelling ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างในแนวเดียวกัน ได้แก่ แนวถนนอโศกมนตรี ซอยสุขุมวิท 13, 15 และ 19 ความเร็วลมอยู่ในระดับสงบถึงลมเบา ($0.03 - 0.70 \text{ m/s}$)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น เท่ากับ $0.04 - 0.82 \text{ m/s}$ มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings และแบบ Channelling เช่นเดียวและบริเวณเดียวกันกับที่ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.25 - 0.78 \text{ m/s}$) และระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.04 - 0.82 \text{ m/s}$) ตามลำดับ

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา เท่ากับ $0.05 - 1.10 \text{ m/s}$ เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าไปใกล้อาคารเกิดรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะมีการเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ในบริเวณด้านหน้าอาคารที่รับลมมีความเร็วลมสูง แต่บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ทำให้มีความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.05 - 0.20 \text{ m/s}$)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคาร ถนนหรือซอยแคบ โดยเฉพาะบริเวณด้านหลังอาคารที่จะเกิดช่องว่างระหว่างลม เช่น ในบริเวณอาคารสุขุมวิท สวีท, โรงแรมแกรนด์ เพรสซิเดนซ์ กรุงเทพฯ, โรงแรมโซฟิเทล กรุงเทพฯ สุขุมวิท, โรงแรมไฮแอท รีเจนซี่ กรุงเทพฯ สุขุมวิท และอาคารสำนักงานเดอะเทรนต์ ที่ตั้งอยู่ในซอยสุขุมวิท 11 และ 13 และบริเวณอาคารแกรนด์ พาร์ค วิวโอไฮโอ, ดี เอส โอไฮโอ และบีบี บีวดิง โอไฮโอ ที่ตั้งอยู่บนถนนอโศกมนตรี เป็นต้น

หมายเหตุ เดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 ไม่ได้มีการบันทึกข้อมูลความเร็วลมและทิศทางลม จากกรมอุตุนิยมวิทยา บางนา ทำให้ไม่สามารถสร้างแบบจำลองการไหลเวียนของกระแสลมในเดือนนี้ได้



ภาพประกอบ 36 การไหลเวียนของลมบริเวณพื้นที่ A ที่ระดับความสูง 10, 30 และ 100 เมตร

2.2 บริเวณพื้นที่ B

บริเวณพื้นที่ B มีกลุ่มช่วงความสูงอาคาร 10 เมตร กระจายตัวอยู่ในบริเวณชอยพอร์ศรี ชอยพร้อมศรี ชอยสุขุมวิท 33 และชอยสุขุมวิท 39 เป็นต้น ช่วงความสูงอาคาร 30 เมตร อยู่ในบริเวณต้นชอยสุขุมวิท 33 ชอยสุขุมวิท 35 และชอยสุขุมวิท 49 เป็นต้น ช่วงความสูงอาคาร 100 เมตร มีอาคารตั้งอยู่หนาแน่นในบริเวณที่ติดกับถนนสุขุมวิท บริเวณต้นชอยสุขุมวิท 33 และชอยสุขุมวิท 35 เป็นต้น ส่งผลให้เกิดการไหลเวียนของกระแสลมกับกลุ่มอาคาร ดังภาพประกอบ 37 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

เดือนมกราคม กระแสลมมีทิศทางการเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 1.14 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ 0.10 – 1.00 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น ในบริเวณชอยสุขุมวิท 33 ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างคอนโดมิเนียมและอพาร์ทเมนต์ผ่านพื้นที่ว่าง และอาคารที่อยู่อาศัยประเภทบ้าน ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.20 – 0.40 m/s) และในบริเวณชอยพร้อมศรี 1 และ 2 ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.25 – 0.70 m/s) การเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Channelling ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างในแนวเดียวกัน ได้แก่ ในบริเวณชอยสุขุมวิท 39 ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.15 – 0.65 m/s) และการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Courtyards ที่ลมจะเคลื่อนที่ข้ามเขตพื้นที่ของอาคาร ในบริเวณชอยพอร์ศรี ที่เกิดจากขนาดของพื้นที่เปิดโล่งด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างอาคาร ที่นำพากระแสลมจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ เดินทางเข้าสู่อาคาร

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลม เท่ากับ 0.10 – 1.10 m/s ภายในพื้นที่มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา เท่ากับ 0.10 – 1.21 m/s เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าไปใกล้อาคารเกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะมีการเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ในบริเวณด้านหน้าอาคารที่รับลมมีความเร็วลมสูง แต่บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ทำให้มีความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบ (0.10 – 0.25 m/s)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคารแคบ เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 33 บริเวณอาคาร 33 ทาวเวอร์, เอพี สวีทส์ สุขุมวิท และ 33 เรสซิเดนซ์ อพาร์ทเมนต์ ในบริเวณซอยสุขุมวิท 39 บริเวณอาคารไบโอเฮ้าส์, ทับทิม แมนชั่น, 137 พิลล่า สวีท เรสซิเดนซ์ และบ้านจามจุรี อพาร์ทเมนต์ บริเวณซอยพร้อมศรี 1 และ 2 บริเวณอาคารจูนส์ การ์เดนโฮม, ญาดา เรสซิเดนซ์ทอลล์, วินเซนเต้ สุขุมวิท 49 และ 39 สวีท และบริเวณต้นซอยสุขุมวิท 35 บริเวณศูนย์การค้าเอ็มควอเทียร์, จีเอส แมนชั่น และอาคารพาณิชย์กรรมในบริเวณนั้น เป็นต้น

เดือนกุมภาพันธ์ กระแสลมมีทิศทางการเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ค่อนมาทางใต้ (SSW) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 2.14 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ 0.05 – 1.05 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 33 ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างคอนโดมิเนียม และอพาร์ทเมนต์ ผ่านพื้นที่ว่าง และอาคารที่อยู่อาศัยประเภทบ้าน ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.05 – 0.83 m/s) และบริเวณซอยพร้อมศรี 1 และ 2 ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างคอนโดมิเนียม ความเร็วลมอยู่ในระดับลมเบา (0.45 – 0.95 m/s) การเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Channelling ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างในแนวเดียวกัน ได้แก่ บริเวณซอยสุขุมวิท 39 ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.65 – 1.05 m/s)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลม เท่ากับ 0.05 – 1.05 m/s ภายในพื้นที่มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา เท่ากับ 0.10 – 1.21 m/s เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าไปใกล้อาคารเกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะมีการเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ในบริเวณด้านหน้าอาคารที่รับลมมีความเร็วลมสูง แต่บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ทำให้มีความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบ (0.10 – 0.23 m/s)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคารแคบ เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 33 บริเวณอาคาร

33 ทาวเวอร์, เอฟี สวิทช์ สุภูมิวิท และ 33 เรสซิเดนซ์ อพาร์ทเมนต์ ในบริเวณซอยสุขุมวิท 39 บริเวณอาคารไบโอเฮาส์, ทับทิม แมนชั่น, 137 พิลล่า สวิทเรสซิเดนซ์ และบ้านจามจุรี อพาร์ทเมนต์ และบริเวณต้นซอยสุขุมวิท 35 บริเวณศูนย์การค้าเอ็มควอเทียร์, จีเอส แมนชั่น และอาคารพาณิชย์กรรมในบริเวณนั้น เป็นต้น

เดือนมีนาคม กระแสลมมีทิศทางเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ค่อนมาทางใต้ (SSW) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 2.33 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ 0.05 – 1.70 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 33 ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างคอนโดมิเนียมและอพาร์ทเมนต์ ผ่านพื้นที่ว่าง และอาคารที่อยู่อาศัยประเภทบ้าน ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.05 – 0.98 m/s) และบริเวณซอยพร้อมศรี 1 และ 2 ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างคอนโดมิเนียม ความเร็วลมอยู่ในระดับลมเบา (0.45 – 1.05 m/s) การเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Channelling ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างในแนวเดียวกัน ได้แก่ บริเวณซอยสุขุมวิท 39 ความเร็วลมอยู่ในระดับลมเบาถึงลมอ่อน (0.55 – 1.70 m/s)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลม เท่ากับ 0.05 – 2.95 m/s ที่ภายในพื้นที่มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่าง มีความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมโชย เท่ากับ 0.07 – 3.80 m/s เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าไปใกล้อาคารเกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะมีการเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ในบริเวณด้านหน้าอาคารที่รับลม มีความเร็วลมสูง แต่บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ทำให้มีความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.07 – 0.68 m/s)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคารแคบ เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 33 บริเวณอาคาร 33 ทาวเวอร์, เอฟี สวิทช์ สุภูมิวิท และ 33 เรสซิเดนซ์ อพาร์ทเมนต์ ในบริเวณซอยสุขุมวิท 39 บริเวณอาคารไบโอเฮาส์, ทับทิม แมนชั่น, 137 พิลล่า สวิทเรสซิเดนซ์ และบ้านจามจุรี อพาร์ท

เม้นท์ และบริเวณต้นซอยสุขุมวิท 35 บริเวณศูนย์การค้าเอ็มควอเทียร์, จีเอส แมนชั่น และอาคารพาณิชย์กรรมในบริเวณนั้น เป็นต้น

เดือนเมษายน กระแสลมมีทิศทางการเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ค่อนมาทางใต้ (SSW) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 2.36 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ 0.05 – 1.70 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 33 ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างคอนโดมิเนียมและอพาร์ทเม้นท์ผ่านพื้นที่ว่าง และอาคารที่อยู่อาศัยประเภทบ้าน ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.05 – 1.00 m/s) และบริเวณซอยพร้อมศรี 1 และ 2 ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างคอนโดมิเนียมมีความเร็วลมอยู่ในระดับลมเบา (0.50 – 1.05 m/s) การเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Channelling ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างในแนวเดียวกัน ได้แก่ บริเวณซอยสุขุมวิท 39 ความเร็วลมอยู่ในระดับลมเบาถึงลมอ่อน (0.58 – 1.70 m/s)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลม เท่ากับ 0.05 – 3.35 m/s ภายในพื้นที่มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ลมที่เคลื่อนผ่านมีความเร็ว อยู่ในระดับลมสงบถึงลมโชย

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมโชย เท่ากับ 0.07 – 3.84 m/s เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าใกล้อาคารเกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะมีการเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร บริเวณด้านหน้าอาคารมีความเร็วลมสูง แต่บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ทำให้มีความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.07 – 0.45 m/s)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคารแคบ เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 33 บริเวณอาคาร 33 ทาวเวอร์, เอพี สวิตส์ สุขุมวิท และ 33 เรสซิเดนซ์ อพาร์ทเม้นท์ ในบริเวณซอยสุขุมวิท 39 บริเวณอาคารไบโอเฮาส์, ทับทิม แมนชั่น, 137 พิลล่า สวิตเรสซิเดนซ์ และบ้านจามจุรี อพาร์ทเม้นท์ และบริเวณต้นซอยสุขุมวิท 35 บริเวณศูนย์การค้าเอ็มควอเทียร์, จีเอส แมนชั่น และอาคารพาณิชย์กรรมในบริเวณนั้น เป็นต้น

เดือนพฤษภาคม กระแสลมมีทิศทางการเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ค่อนมาทางใต้ (SSW) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 1.72 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ 0.02 – 1.25 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 33 ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างคอนโดมิเนียมและอพาร์ทเมนต์ผ่านพื้นที่ว่าง และอาคารที่อยู่อาศัยประเภทบ้าน ลมที่เคลื่อนผ่านมีความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.02 – 0.75 m/s) และบริเวณซอยพร้อมศรี 1 และ 2 ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างคอนโดมิเนียม ความเร็วลมอยู่ในระดับลมเบา (0.30 – 0.77 m/s) การเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Channelling ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างในแนวเดียวกัน ได้แก่ บริเวณซอยสุขุมวิท 39 ความเร็วลมอยู่ในระดับลมเบา (0.37 – 1.25 m/s)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลม เท่ากับ 0.04 – 2.50 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา เท่ากับ 0.04 – 2.85 m/s เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าใกล้อาคารเกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะมีการเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ในบริเวณด้านหน้าอาคารที่รับลม มีความเร็วลมสูง แต่บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ทำให้มีความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.04 – 0.40 m/s)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคารแคบ เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 33 บริเวณอาคาร 33 ทาวเวอร์, เอพี สวีทส์ สุขุมวิท และ 33 เรสซิเดนซ์ อพาร์ทเมนต์ ในบริเวณซอยสุขุมวิท 39 บริเวณอาคารไบโอเฮาส์, ทับทิม แมนชั่น, 137 พิลล่า สวีทเรสซิเดนซ์ และบ้านจามจุรี อพาร์ทเมนต์ และบริเวณต้นซอยสุขุมวิท 35 บริเวณศูนย์การค้าเอ็มควอเทียร์, จีเอส แมนชั่น และอาคารพาณิชย์กรรมในบริเวณนั้น เป็นต้น

เดือนมิถุนายน กระแสลมมีทิศทางการเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ค่อนมาทางใต้ (SSW) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 1.78 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ $0.02 - 1.24 \text{ m/s}$ มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 33 ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างคอนโดมิเนียมและอพาร์ทเมนต์ที่ผ่านพื้นที่ว่าง และอาคารที่อยู่อาศัยประเภทบ้าน ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.02 - 0.76 \text{ m/s}$) และบริเวณซอยพร้อมศรี 1 และ 2 ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างคอนโดมิเนียม ความเร็วลมอยู่ในระดับลมเบา ($0.35 - 0.78 \text{ m/s}$) การเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Channelling ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างในแนวเดียวกัน ได้แก่ บริเวณซอยสุขุมวิท 39 ความเร็วลมอยู่ในระดับลมเบา ($0.35 - 1.24 \text{ m/s}$)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลม เท่ากับ $0.04 - 2.45 \text{ m/s}$ มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน เท่ากับ $0.05 - 2.89 \text{ m/s}$ เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าใกล้อาคารเกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะมีการเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ในบริเวณด้านหน้าอาคารที่รับลม มีความเร็วลมสูง แต่บริเวณด้านหลังอาคาร ความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.05 - 0.50 \text{ m/s}$)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคารแคบ เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 33 บริเวณอาคาร 33 ทาวเวอร์, เอพี สวีทส์ สุขุมวิท และ 33 เรสซิเดนซ์ อพาร์ทเมนต์ ในบริเวณซอยสุขุมวิท 39 บริเวณอาคารไบโอเฮาส์, ทับทิม แมนชั่น, 137 พิลล่า สวีทเรสซิเดนซ์ และบ้านจามจุรี อพาร์ทเมนต์ และบริเวณต้นซอยสุขุมวิท 35 บริเวณศูนย์การค้าเอ็มควอเทียร์, จีเอส แมนชั่น และอาคารพาณิชย์กรรมในบริเวณนั้น เป็นต้น

เดือนกรกฎาคม กระแสลมมีทิศทางการเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ค่อนมาทางใต้ (SSW) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 1.64 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ $0.02 - 1.18 \text{ m/s}$ มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 33 ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างคอนโดมิเนียมและอพาร์ทเมนต์ที่ผ่านพื้นที่ว่าง และอาคารที่อยู่อาศัยประเภทบ้าน ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.02

– 0.70 m/s) และบริเวณซอยพร้อมศรี 1 และ 2 ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างคอนโดมิเนียม ความเร็วลมอยู่ในระดับลมเบา (0.30 – 0.73 m/s) การเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Channelling ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างในแนวเดียวกัน ได้แก่ บริเวณซอยสุขุมวิท 39 ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.27 – 1.18 m/s)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลม เท่ากับ 0.04 – 2.30 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน เท่ากับ 0.04 – 2.74 m/s เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าใกล้อาคารเกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะมีการเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ในบริเวณด้านหน้าอาคาร ความเร็วลมสูง แต่บริเวณด้านหลังอาคาร ความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.04 – 0.45 m/s)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคารแคบ เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 33 บริเวณอาคาร 33 ทาวเวอร์, เอพี สวีทส์ สุขุมวิท และ 33 เรสซิเดนซ์ อพาร์ทเมนต์ ในบริเวณซอยสุขุมวิท 39 บริเวณอาคารไปโอเฮาส์, ทับทิม แมนชั่น, 137 พิลล่า สวีทเรสซิเดนซ์ และบ้านจามจุรี อพาร์ทเมนต์ และบริเวณต้นซอยสุขุมวิท 35 บริเวณศูนย์การค้าเอ็มควอเทียร์, จีเอส แมนชั่น และอาคารพาณิชย์กรรมในบริเวณนั้น เป็นต้น

เดือนสิงหาคม กระแสลมมีทิศทางการเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ค่อนมาทางใต้ (SSW) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 1.81 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ 0.02 – 1.27 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 33 ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างคอนโดมิเนียมและอพาร์ทเมนต์ ผ่านพื้นที่ว่าง และอาคารที่อยู่อาศัยประเภทบ้าน ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.02 – 0.76 m/s) และบริเวณซอยพร้อมศรี 1 และ 2 ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างคอนโดมิเนียม ความเร็วลมอยู่ในระดับลมเบา (0.33 – 0.79 m/s) การเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Channelling ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างในแนวเดียวกัน ได้แก่ บริเวณซอยสุขุมวิท 39 ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.35 – 1.27 m/s)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลม เท่ากับ $0.04 - 2.50$ m/s ภายในพื้นที่ที่มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน เท่ากับ $0.04 - 2.99$ m/s เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าใกล้อาคารเกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะมีการเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ในบริเวณด้านหน้าอาคารที่รับลมมีความเร็วลมสูง แต่บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ทำให้มีความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.04 - 0.50$ m/s)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคารแคบ เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 33 บริเวณอาคาร 33 ทาวเวอร์, เอพี สวิส สุขุมวิท และ 33 เรสซิเดนซ์ อพาร์ทเมนต์ ในบริเวณซอยสุขุมวิท 39 บริเวณอาคารไบโอเฮาส์, ทับทิม แมนชั่น, 137 พิลล่า สวิสเรสซิเดนซ์ และบ้านจามจุรี อพาร์ทเมนต์ และบริเวณต้นซอยสุขุมวิท 35 บริเวณศูนย์การค้าเอ็มควอเทียร์, จีเอส แมนชั่น และอาคารพาณิชย์กรรมในบริเวณนั้น เป็นต้น

เดือนกันยายน กระแสลมมีทิศทางเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือค่อนมาทางตะวันตก (WNW) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 1.42 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ $0.03 - 1.00$ m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 33 ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างคอนโดมิเนียมและอพาร์ทเมนต์ผ่านพื้นที่ว่าง และอาคารที่อยู่อาศัยประเภทบ้าน ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.15 - 0.35$ m/s) และบริเวณซอยพร้อมศรี 1 และ 2 ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างคอนโดมิเนียม ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.15 - 0.70$ m/s) การเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Channelling ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างในแนวเดียวกัน ได้แก่ บริเวณซอยสุขุมวิท 39 ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.25 - 0.68$ m/s)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลม เท่ากับ $0.03 - 1.30$ m/s ภายในพื้นที่ที่มีรูปแบบ

การเคลื่อนที่ของกระแสนลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสนลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน เท่ากับ $0.03 - 1.65$ m/s เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าไปใกล้อาคารเกิดการเคลื่อนที่ของกระแสนลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะมีการเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ในบริเวณด้านหน้าอาคารที่รับลมมีความเร็วลมสูง แต่บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม อยู่ในระดับลมสงบ ($0.03 - 0.20$ m/s)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคารแคบ เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 33 บริเวณอาคาร 33 ทาวเวอร์, เอพี สวีทส์ สุขุมวิท และ 33 เรสซิเดนซ์ อพาร์ทเมนต์ ในบริเวณซอยสุขุมวิท 39 บริเวณอาคารไบโอเฮาส์, ทับทิม แมนชั่น, 137 พิลล่า สวีทเรสซิเดนซ์ และบ้านจามจุรี อพาร์ทเมนต์ และบริเวณต้นซอยสุขุมวิท 35 บริเวณศูนย์การค้าเอ็มควอเทียร์, จีเอส แมนชั่น และอาคารพาณิชย์กรรมในบริเวณนั้น เป็นต้น

เดือนพฤศจิกายน กระแสนลมมีทิศทางเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ค่อยมาทางตะวันออก (ENE) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 1.47 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ $0.03 - 1.00$ m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสนลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 33 ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างคอนโดมิเนียมและอพาร์ทเมนต์ ผ่านพื้นที่ว่าง และอาคารที่อยู่อาศัยประเภทบ้านเข้าสู่ช่องว่าง ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.22 - 0.37$ m/s) และบริเวณซอยพร้อมศรี 1 และ 2 ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างคอนโดมิเนียม ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.40 - 1.00$ m/s) การเคลื่อนที่ของกระแสนลมแบบ Channelling ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างในแนวเดียวกัน ได้แก่ บริเวณซอยสุขุมวิท 39 ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.21 - 0.68$ m/s)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสนลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลม เท่ากับ $0.03 - 1.05$ m/s ภายในพื้นที่มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสนลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสนลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน เท่ากับ $0.10 - 1.52$

m/s เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าไปใกล้อาคารเกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะมีการเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ในบริเวณด้านหน้าอาคารที่รับลมมีความเร็วลมสูง แต่บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ทำให้มีความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.10 - 0.25$ m/s)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคารแคบ เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 33 บริเวณอาคาร 33 ทาวเวอร์, เอพี สวิตส์ สุขุมวิท และ 33 เรสซิเดนซ์ อพาร์ทเมนต์ ในบริเวณซอยสุขุมวิท 39 บริเวณอาคารไบโอเฮาส์, ทับทิม แมนชั่น, 137 พิลล่า สวิตเรสซิเดนซ์ และบ้านจามจุรี อพาร์ทเมนต์ และบริเวณต้นซอยสุขุมวิท 35 บริเวณศูนย์การค้าเอ็มควอเทียร์, จีเอส แมนชั่น และอาคารพาณิชย์กรรมในบริเวณนั้น เป็นต้น

เดือนธันวาคม กระแสลมมีทิศทางเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือค่อนมาทางตะวันออก (ENE) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 1.44 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ $0.02 - 0.90$ m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 33 ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างคอนโดมิเนียมและอพาร์ทเมนต์ผ่านพื้นที่ว่าง และอาคารที่อยู่อาศัยประเภทบ้านเข้าสู่ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.18 - 0.37$ m/s) และบริเวณซอยพร้อมศรี 1 และ 2 ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างคอนโดมิเนียมความเร็วลมอยู่ในระดับลมเบา ($0.34 - 0.95$ m/s) การเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Channelling ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างในแนวเดียวกัน ได้แก่ บริเวณซอยสุขุมวิท 39 ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.16 - 0.70$ m/s)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลม เท่ากับ $0.02 - 1.05$ m/s รูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา

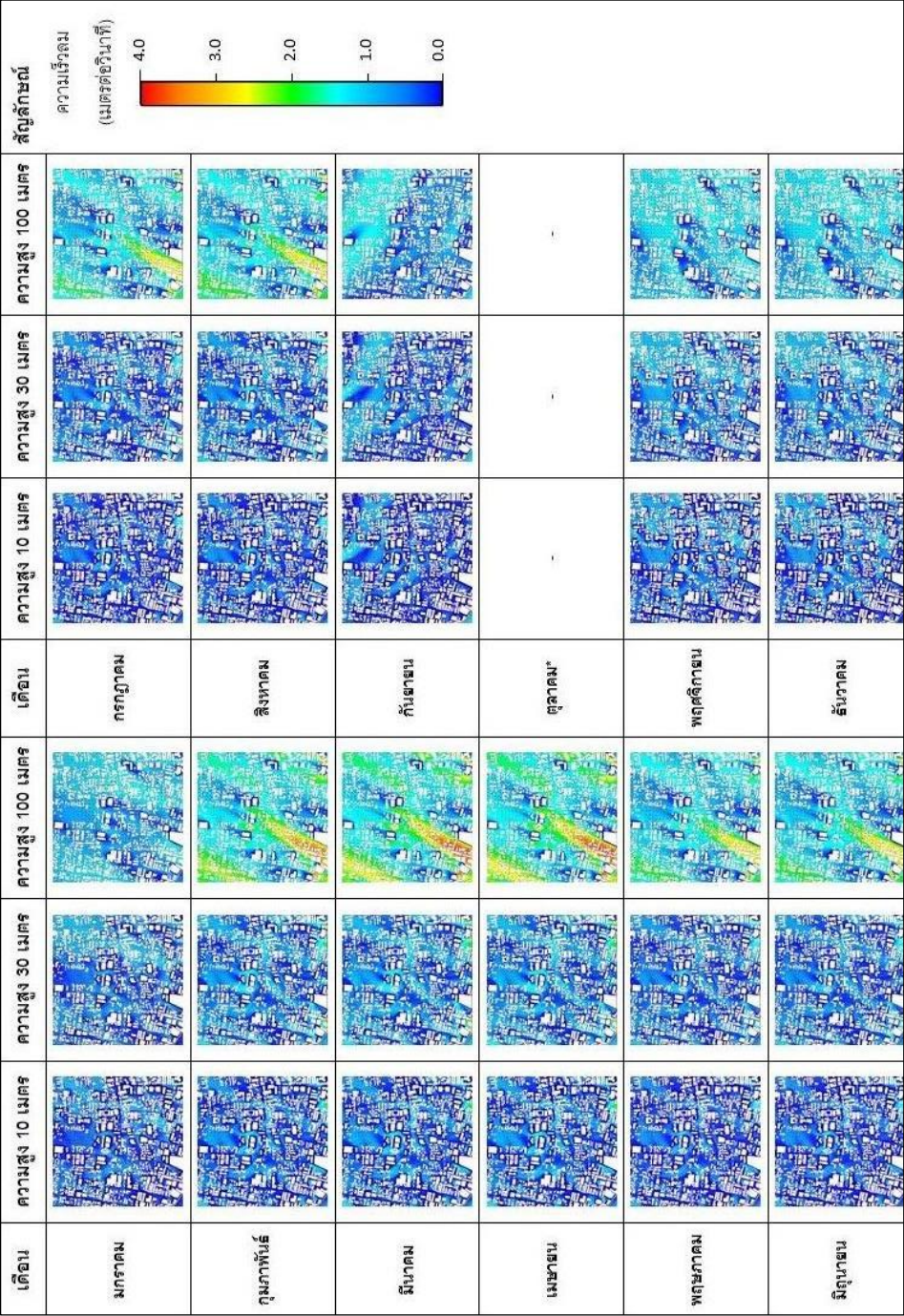
- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา เท่ากับ $0.02 - 1.50$ m/s เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าไปใกล้อาคารเกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะมีการเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ในบริเวณด้านหน้าอาคารที่รับลมมี

ความเร็วลมสูง แต่บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ทำให้มีความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบ ($0.02 - 0.27 \text{ m/s}$)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคารแคบ เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 33 บริเวณอาคาร 33 ทาวเวอร์, เอพี สวิทส์ สุขุมวิท และ 33 เรสซิเดนซ์ อพาร์ทเมนต์ ในบริเวณซอยสุขุมวิท 39 บริเวณอาคารไบโอเฮาส์, ทับทิม แมนชั่น, 137 พิลล่า สวิทเรสซิเดนซ์ และบ้านจามจุรี อพาร์ทเมนต์ และบริเวณต้นซอยสุขุมวิท 35 บริเวณศูนย์การค้าเอ็มควอเทียร์, จีเอส แมนชั่น และอาคารพาณิชย์กรรม เป็นต้น

หมายเหตุ เดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 ไม่ได้มีการบันทึกข้อมูลความเร็วลมและทิศทางลม จากกรมอุตุนิยมวิทยา บางนา ทำให้ไม่สามารถสร้างแบบจำลองการไหลเวียนของกระแสลมในเดือนนี้ได้





ภาพประกอบ 37 การไหลเวียนของลมบริเวณพื้นที่ B ที่ระดับความสูง 10, 30 และ 100 เมตร

2.3 บริเวณพื้นที่ C

บริเวณพื้นที่ C มีกลุ่มช่วงความสูงอาคาร 10 เมตร มีการกระจายตัวของอาคารอยู่ในซอยต่างๆ ที่เชื่อมต่อกับถนนสุขุมวิท 55 ในบริเวณกลางซอยถึงท้ายซอย แต่ส่วนใหญ่แล้วอยู่ในบริเวณกลางซอยทองหล่อ 19 ซอยทองหล่อ 21 ซอยต่อศักดิ์ และซอยลีลานุช เป็นต้น ช่วงความสูงอาคาร 30 เมตร มีความหนาแน่นของอาคารอยู่ในแนวถนนสุขุมวิท 55 เช่นเดียวกับช่วงความสูงอาคาร 100 เมตร ส่งผลให้เกิดการไหลเวียนของกระแสลมกับกลุ่มอาคารดังภาพประกอบ 38 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

เดือนมกราคม กระแสลมมีทิศทางการเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 1.14 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ 0.05 - 1.20 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Channelling ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างถนน เช่น บริเวณแนวถนนสุขุมวิท 55 ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.10 – 0.56 m/s) การเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น ในบริเวณซอยธารารมณ 2 ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.18 – 0.37 m/s) และบริเวณซอยทองหล่อ 15 ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบ (0.07 – 0.25 m/s)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลม เท่ากับ 0.08 – 1.50 m/s ภายในพื้นที่ที่มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน

- ที่ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน เท่ากับ 0.10 – 1.85 m/s เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าไปใกล้อาคารเกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะมีการเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ในบริเวณด้านหน้าอาคารที่รับลมมีความเร็วลมสูง แต่บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ทำให้มีความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบ (0.10 – 0.20 m/s)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคารแคบ เช่น ในบริเวณแนวถนนสุขุมวิท 55 บริเวณซอยธารารมณ 2 บริเวณอาคารเดอะไฮท์, ไคคอน 3 คอนโดมิเนียม, โนเบิล ออรา คอนโดมิเนียม และไอวี คอนโดมิเนียม ในบริเวณซอยทองหล่อ 13 บริเวณอาคารโฮม เฟลซ, โรงแรมวัน วัน แบงค็อก,

เจ อเวนิว และยูไนเต็ด ทาวเวอร์ และในบริเวณซอยทองหล่อ 10 บริเวณโรงแรมเซ็นเตอร์พอยต์ สุขุมวิท และแกรนด์เซ็นเตอร์พอยต์ เป็นต้น

เดือนกุมภาพันธ์ กระแสลมมีทิศทางการเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ค่อนไปทางทิศใต้ (SSW) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 2.14 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ 0.04 – 0.92 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Channelling ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่าง เช่น แนวถนนสุขุมวิท 55 ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.15 – 0.92 m/s) การเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น ในบริเวณซอยธารารมณ 2 ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างคอนโดมิเนียม ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.20 – 0.91 m/s) และบริเวณซอยทองหล่อ 15 ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างคอมมูนิตี้มอลล์ คอนโดมิเนียม โรงแรม และอาคารสำนักงาน ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.04 – 0.40 m/s)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลม เท่ากับ 0.04 – 1.65 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน เท่ากับ 0.15 – 2.91 m/s เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าใกล้อาคาร เกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ในบริเวณด้านหน้าอาคารที่รับลมมีความเร็วลมสูง แต่บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ทำให้มีความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.15 – 0.30 m/s)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคารแคบ เช่น ในบริเวณแนวถนนสุขุมวิท 55 บริเวณซอยธารารมณ 2 บริเวณอาคารเดอะไฮท์, ไอคอน 3 คอนโดมิเนียม, โนเบิล ออรา คอนโดมิเนียม และไอวี คอนโดมิเนียม ในบริเวณซอยทองหล่อ 13 บริเวณอาคารโฮม เฟลซ, โรงแรมวัน วัน แบงค็อก, เจ อเวนิว และยูไนเต็ด ทาวเวอร์ และในบริเวณซอยทองหล่อ 10 บริเวณโรงแรมเซ็นเตอร์พอยต์ สุขุมวิท และแกรนด์เซ็นเตอร์พอยต์ เป็นต้น

เดือนมีนาคม กระแสลมมีทิศทางการเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ค่อนไปทางทิศใต้ (SSW) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 2.33 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ $0.04 - 1.00 \text{ m/s}$ มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Channelling ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องถนน เช่น แนวถนนสุขุมวิท 55 ความเร็วลมอยู่ในระดับลมเบา ($0.15 - 1.00 \text{ m/s}$) การเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น ในบริเวณซอยธารารมณ 2 ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างคอนโดมิเนียม ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.30 - 1.00 \text{ m/s}$) และบริเวณซอยทองหล่อ 15 ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างคอมมูนิตีมอลล์ คอนโดมิเนียม โรงแรม และอาคารสำนักงาน ความเร็วลมอยู่ในระดับลมเบา ($0.04 - 0.48 \text{ m/s}$)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลม เท่ากับ $0.04 - 1.65 \text{ m/s}$ มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมเบา เท่ากับ $0.15 - 3.20 \text{ m/s}$ เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าใกล้อาคารเกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะมีการเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ในบริเวณด้านหน้าอาคารที่รับลมมีความเร็วลมสูง แต่บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ทำให้มีความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.15 - 0.50 \text{ m/s}$)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคารแคบ เช่น ในบริเวณแนวถนนสุขุมวิท 55 บริเวณซอยธารารมณ 2 บริเวณอาคารเดอะไฮท์, ไอคอน 3 คอนโดมิเนียม, โนเบิล ออรา คอนโดมิเนียม และไอวี คอนโดมิเนียม ในบริเวณซอยทองหล่อ 13 บริเวณอาคารโฮม เฟลซ, โรงแรมวัน วัน แบงค็อก, เจ อเวนิว และยูไนเต็ด ทาวเวอร์ ทองหล่อ และในบริเวณซอยทองหล่อ 10 บริเวณโรงแรมเซ็นเตอร์พอยต์ สุขุมวิท และแกรนด์เซ็นเตอร์พอยต์ เป็นต้น

เดือนเมษายน กระแสลมมีทิศทางการเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ค่อนไปทางทิศใต้ (SSW) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 2.36 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ $0.05 - 1.00 \text{ m/s}$ มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Channelling ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่าง เช่น แนวถนนสุขุมวิท 55 ความเร็วลมอยู่ในระดับลมเบา ($0.16 - 1.00 \text{ m/s}$) การเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น บริเวณซอยธารารมณ 2 ซึ่งเป็น

ช่องว่างระหว่างคอนโดมิเนียม ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.31 - 1.00 \text{ m/s}$) และบริเวณชอยทองหล่อ 15 ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างคอมมูนิตีมอลล์ คอนโดมิเนียม โรงแรม และอาคารสำนักงาน ความเร็วลมอยู่ในระดับลมเบา ($0.03 - 0.50 \text{ m/s}$)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลม เท่ากับ $0.05 - 2.00 \text{ m/s}$ มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมเบา เท่ากับ $0.10 - 3.20 \text{ m/s}$ เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าใกล้อาคารเกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะมีการเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ในบริเวณด้านหน้าอาคารที่รับลมมีความเร็วลมสูง แต่บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ทำให้มีความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.10 - 0.60 \text{ m/s}$)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคารแคบ เช่น ในบริเวณแนวถนนสุขุมวิท 55 บริเวณชอยธารารมณ 2 บริเวณอาคารเดอะไฮท์, ไอคอน 3 คอนโดมิเนียม, โนเบิล ออรา คอนโดมิเนียม และไอวี คอนโดมิเนียม ในบริเวณชอยทองหล่อ 13 บริเวณอาคารโฮม เฟลซ, โรงแรมวัน วัน แบงค็อก, เจ อเวนิว และยูไนเต็ท ทาวเวอร์ ทองหล่อ และในบริเวณชอยทองหล่อ 10 บริเวณโรงแรมเซ็นเตอร์พอยต์ สุขุมวิท และแกรนด์เซ็นเตอร์พอยต์ เป็นต้น

เดือนพฤษภาคม กระแสลมมีทิศทางเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ค่อนไปทางทิศใต้ (SSW) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 1.72 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ $0.04 - 0.74 \text{ m/s}$ มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Channelling ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่าง เช่น แนวถนนสุขุมวิท 55 ที่ตามแนวถนน และชอยทั้ง 2 ข้าง ประกอบด้วยอาคารพาณิชย์กรรม และอาคารสูง เช่น อาคารสำนักงาน และอาคารที่พักอาศัย เป็นต้น ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.15 - 0.74 \text{ m/s}$) การเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น ในบริเวณชอยธารารมณ 2 ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างคอนโดมิเนียม ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.25 - 0.74 \text{ m/s}$) และบริเวณชอยทองหล่อ 15 ซึ่งเป็น

ช่องว่างระหว่างคอมมูนิตีมอลล์ คอนโดมิเนียม โรงแรม และอาคารสำนักงาน ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.03 - 0.35 \text{ m/s}$)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลม เท่ากับ $0.04 - 1.30 \text{ m/s}$ มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน เท่ากับ $0.10 - 2.36 \text{ m/s}$ เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าใกล้อาคารเกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะมีการเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ในบริเวณด้านหน้าอาคารที่รับลมมีความเร็วลมสูง แต่บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ทำให้มีความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.10 - 0.42 \text{ m/s}$)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคารแคบ เช่น ในบริเวณถนนสุขุมวิท 55 บริเวณซอยธารารมณ 2 บริเวณอาคารเดอะไฮท์, ไอคอน 3 คอนโดมิเนียม, โนเบิล ออรา คอนโดมิเนียม และไอวี คอนโดมิเนียม ในบริเวณซอยทองหล่อ 13 บริเวณอาคารโฮม เฟลซ, โรงแรมวัน วัน แบงค็อก, เจ อเวนิว และยูไนเต็ท ทาวเวอร์ ทองหล่อ และในบริเวณซอยทองหล่อ 10 บริเวณโรงแรมเซ็นเตอร์พอยต์ สุขุมวิท และแกรนด์เซ็นเตอร์พอยต์ เป็นต้น

เดือนมิถุนายน กระแสลมมีทิศทางเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ค่อนไปทางทิศใต้ (SSW) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 1.78 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ $0.05 - 0.79 \text{ m/s}$ มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Channelling ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างถนน เช่น ถนนสุขุมวิท 55 ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.16 - 0.79 \text{ m/s}$) การเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น ในซอยธารารมณ 2 ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างคอนโดมิเนียม ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.25 - 0.75 \text{ m/s}$) และบริเวณซอยทองหล่อ 15 ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างคอมมูนิตีมอลล์ คอนโดมิเนียม และอาคารสำนักงาน ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.04 - 0.38 \text{ m/s}$)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลม เท่ากับ $0.05 - 1.40 \text{ m/s}$ มีรูปแบบการเคลื่อนที่

ของกระแสมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน เท่ากับ 0.10 – 2.40 m/s เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าใกล้อาคาร เกิดการเคลื่อนที่ของกระแสมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะมีการเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.10 – 0.42 m/s)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคารแคบ เช่น ในบริเวณถนนสุขุมวิท 55 บริเวณซอยธารารมณ 2 บริเวณอาคารเดอะไฮท์, ไอคอน 3 คอนโดมิเนียม, โนเบิล ออรา คอนโดมิเนียม และไอวี คอนโดมิเนียม ในบริเวณซอยทองหล่อ 13 บริเวณอาคารโฮม เฟลซ, โรงแรมวัน วัน แบงค็อก, เจ อเวนิว และยูไนเต็ท ทาวเวอร์ ทองหล่อ และในบริเวณซอยทองหล่อ 10 บริเวณโรงแรมเซ็นเตอร์พอยต์ สุขุมวิท และแกรนด์เซ็นเตอร์พอยต์ เป็นต้น

เดือนกรกฎาคม กระแสมมีทิศทางการเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ค่อนข้างไปทางทิศใต้ (SSW) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 1.64 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ 0.05 – 0.70 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสมแบบ Channelling ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างถนน เช่น ถนนสุขุมวิท 55 ที่ตามถนน และซอยทั้ง 2 ข้าง ประกอบด้วยอาคารพาณิชย์กรรม และอาคารสูง เช่น อาคารสำนักงาน และอาคารที่พักอาศัย เป็นต้น ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.11 – 0.70 m/s) การเคลื่อนที่ของกระแสมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น ในบริเวณซอยธารารมณ 2 ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างคอนโดมิเนียม ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.15 – 0.70 m/s) และบริเวณซอยทองหล่อ 15 ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างคอมมูนิตีมอลล์ คอนโดมิเนียม โรงแรม และอาคารสำนักงาน ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.05 – 0.32 m/s)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลม เท่ากับ 0.05 – 1.40 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน เท่ากับ 0.10 – 2.50 m/s เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าไปใกล้อาคารเกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะมีการเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ทำให้มีความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.10 – 0.40 m/s)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคารแคบ เช่น ในบริเวณถนนสุขุมวิท 55 บริเวณซอยธารารมณ 2 บริเวณอาคารเดอะไฮท์, ไอคอน 3 คอนโดมิเนียม, โนเบิล ออรา คอนโดมิเนียม และไอวี คอนโดมิเนียม ในบริเวณซอยทองหล่อ 13 บริเวณอาคารโฮม เฟลซ, โรงแรมวัน วัน แบงค็อก, เจ อเวนิว และยูไนเต็ท ทาวเวอร์ ทองหล่อ และในบริเวณซอยทองหล่อ 10 บริเวณโรงแรมเซ็นเตอร์พอยต์ สุขุมวิท และแกรนด์เซ็นเตอร์พอยต์ เป็นต้น

เดือนสิงหาคม กระแสลมมีทิศทางเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ค่อนไปทางทิศใต้ (SSW) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 1.81 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ 0.05 – 0.78 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Channelling ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างถนน เช่น ในถนนสุขุมวิท 55 ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.12 – 0.77 m/s) การเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น ในบริเวณซอยธารารมณ 2 ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างคอนโดมิเนียม ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.15 – 0.78 m/s) และบริเวณซอยทองหล่อ 15 ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างคอมมูนิตี้มอลล์ โรงแรม และอาคารสำนักงาน ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.05 – 0.32 m/s)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลม เท่ากับ 0.05 – 1.40 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน เท่ากับ 0.08 – 2.45 m/s เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าไปใกล้อาคารเกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะมีการเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ทำให้มีความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบ (0.08 – 0.25 m/s)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคารแคบ เช่น ในบริเวณแนวถนนสุขุมวิท 55 บริเวณซอยธารารมณ 2 บริเวณอาคารเดอะไฮท์, ไอคอน 3 คอนโดมิเนียม, โนเบิล ออรา คอนโดมิเนียม และไอวี คอนโดมิเนียม ในบริเวณซอยทองหล่อ 13 บริเวณอาคารโฮม เฟลซ, โรงแรมวัน วัน แบงค็อก, เจอเวนิว และยูไนเต็ท ทาวเวอร์ ทองหล่อ และในบริเวณซอยทองหล่อ 10 บริเวณโรงแรมเซ็นเตอร์พอยต์ สุขุมวิท และแกรนด์เซ็นเตอร์พอยต์ เป็นต้น

เดือนกันยายน กระแสลมมีทิศทางที่เปลี่ยนที่จากทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ค่อนไปทางทิศตะวันตก (WNW) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 1.42 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ 0.05 – 1.05 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Channelling ลมเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างถนน เช่น แนวถนนสุขุมวิท 55 ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.11 – 0.52 m/s) การเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น ในบริเวณซอยธารารมณ 2 ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างคอนโดมิเนียม ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.10 – 0.50 m/s) และบริเวณซอยทองหล่อ 15 ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างคอมมูนิตี้มอลล์ คอนโดมิเนียม และอาคารสำนักงาน ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.19 – 0.65 m/s)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลม เท่ากับ 0.05 – 1.25 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา เท่ากับ 0.09 – 1.32 m/s เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าใกล้อาคารเกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะมีการเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ในบริเวณด้านหน้าอาคารที่รับลมมีความเร็วลมสูง แต่บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ทำให้มีความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.09 – 0.33 m/s)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคารแคบ เช่น ในบริเวณแนวถนนสุขุมวิท 55 บริเวณซอยธารารมณ 2 บริเวณอาคารเดอะไฮท์, ไอคอน 3 คอนโดมิเนียม, โนเบิล ออรา คอนโดมิเนียม และไอวี คอนโดมิเนียม ในบริเวณซอยทองหล่อ 13 บริเวณอาคารโฮม เฟลซ, โรงแรมวัน วัน แบงค็อก,

เจ อเวนิว และยูไนเต็ต ทาวเวอร์ ทองหล่อ และในบริเวณซอยทองหล่อ 10 บริเวณโรงแรมเซ็นเตอร์พอยต์ สุขุมวิท และแกรนด์เซ็นเตอร์พอยต์ เป็นต้น

เดือนพฤศจิกายน กระแสลมมีทิศทางการเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ค่อนไปทางทิศตะวันออก (ENE) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 1.47 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ 0.05 – 1.08 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Channelling ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างถนน เช่น แนวถนนสุขุมวิท 55 ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.1 – 0.75 m/s) การเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น ในบริเวณซอยธารารมณ 2 ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างคอนโดมิเนียม ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.12 – 1.08 m/s) และบริเวณซอยทองหล่อ 13 ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างคอมมูนิตี้มอลล์ โรงแรม และอาคารสำนักงาน ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.28 – 0.43 m/s)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากความเร็วลม เท่ากับ 0.05 – 1.70 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน เท่ากับ 0.15 – 2.10 m/s เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าใกล้อาคารเกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะมีการเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ในบริเวณด้านหน้าอาคารที่รับลมมีความเร็วลมสูง แต่บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ทำให้มีความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.15 – 0.30 m/s)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคารแคบ เช่น ในบริเวณแนวถนนสุขุมวิท 55 บริเวณซอยธารารมณ 2 บริเวณอาคารเดอะไฮท์, ไอคอน 3 คอนโดมิเนียม, โนเบิล ออรา คอนโดมิเนียม และไอวี คอนโดมิเนียม ในบริเวณซอยทองหล่อ 15 บริเวณอาคารโฮม เฟลซ, โรงแรมวัน วัน แบงค็อก, เจ อเวนิว และยูไนเต็ต ทาวเวอร์ ทองหล่อ และในบริเวณซอยทองหล่อ 10 บริเวณโรงแรมเซ็นเตอร์พอยต์ สุขุมวิท และแกรนด์เซ็นเตอร์พอยต์ เป็นต้น

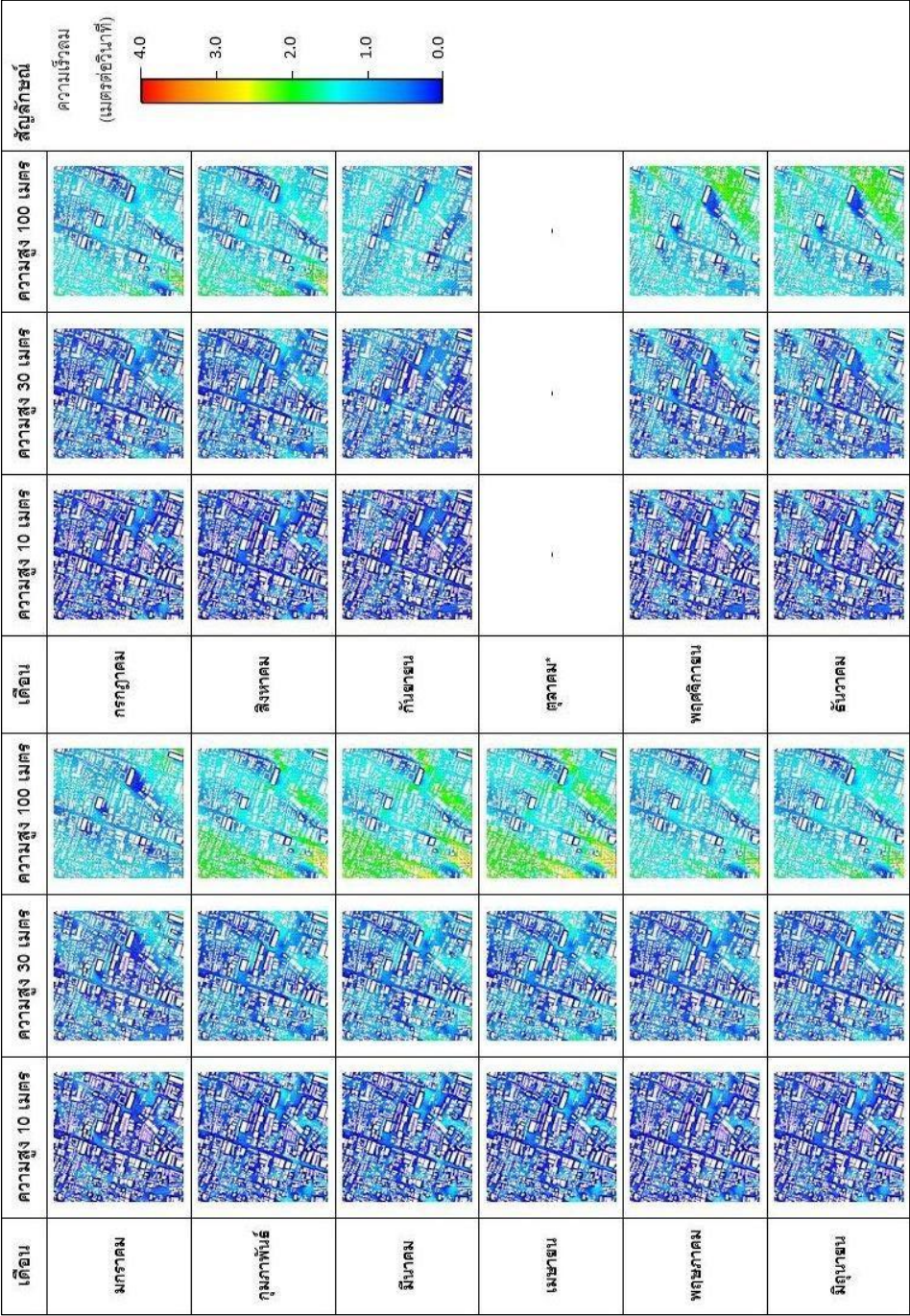
เดือนธันวาคม กระแสลมมีทิศทางการเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ค่อนไปทางทิศตะวันออก (ENE) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 1.44 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ $0.05 - 1.13 \text{ m/s}$ มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Channelling ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างถนน และซอย เช่น ในบริเวณแนวถนนสุขุมวิท 55 ที่ตามแนวถนน และซอยทั้ง 2 ข้าง ประกอบด้วยอาคารพาณิชย์กรรม และอาคารสูง เช่น อาคารสำนักงาน และพักอาศัย เป็นต้น ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.10 - 0.73 \text{ m/s}$) การเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น ในบริเวณซอยธารารมณ 2 ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างคอนโดมิเนียม ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.16 - 1.13 \text{ m/s}$) และบริเวณซอยทองหล่อ 15 ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างคอนโดมิเนียมตึ่มอลล์ คอนโดมิเนียม และอาคารสำนักงาน ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.27 - 0.43 \text{ m/s}$)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง ความเร็วลม เท่ากับ $0.05 - 1.65 \text{ m/s}$ มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน

- ระดับความสูง 100 เมตรความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน เท่ากับ $0.14 - 1.90 \text{ m/s}$ เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าไปใกล้อาคารเกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะมีการเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ในบริเวณด้านหน้าอาคารที่รับลมมีความเร็วลมสูง แต่บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ทำให้มีความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.14 - 0.30 \text{ m/s}$) ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคารแคบ เช่น ในบริเวณแนวถนนสุขุมวิท 55 บริเวณซอยธารารมณ 2 บริเวณอาคารเดอะไฮท์, ไอคอน 3 คอนโดมิเนียม, โนเบิล ออรา คอนโดมิเนียม และไอวี คอนโดมิเนียม ในบริเวณซอยทองหล่อ 13 บริเวณอาคารโฮม เฟลส, โรงแรมวัน วัน แบงค็อก, เจ อเวนิว และยูไนเต็ด ทาวเวอร์ ทองหล่อ และในบริเวณซอยทองหล่อ 10 บริเวณโรงแรมเซ็นเตอร์พอยต์ สุขุมวิท และแกรนด์เซ็นเตอร์พอยต์ เป็นต้น

หมายเหตุ เดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 ไม่ได้มีการบันทึกข้อมูลความเร็วลมและทิศทางลม จากกรมอุตุนิยมวิทยา บางนา ทำให้ไม่สามารถสร้างแบบจำลองการไหลเวียนของกระแสลมในเดือนนี้ได้



ภาพประกอบ 38 การไหลเวียนของลมบริเวณพื้นที่ C ที่ระดับความสูง 10, 30 และ 100 เมตร

2.4 บริเวณพื้นที่ D

บริเวณพื้นที่ D มีกลุ่มช่วงความสูงอาคาร 10 เมตร อยู่ในบริเวณถนนสุขุมวิท 71 ซอยปรีดิพนมยงค์ 26 และซอยสุขุมวิท 64 เป็นต้น ช่วงความสูงอาคาร 30 เมตร มีอาคารตั้งอยู่ในบริเวณถนนสุขุมวิท และบริเวณต้นซอยสุขุมวิท 65 เช่นเดียวกับช่วงความสูงอาคาร 100 เมตร ที่ตั้งอยู่ในบริเวณเดียวกัน ส่งผลให้เกิดการไหลเวียนของกระแสลมกับกลุ่มอาคาร ดังภาพประกอบ 39 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

เดือนมกราคม กระแสลมมีทิศทางการเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 1.14 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ 0.05 – 1.20 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 65 ที่เชื่อมต่อกับถนนสุขุมวิท ความเร็วลมอยู่ในระดับลมเบา (0.35 – 1.20 m/s) และบริเวณซอยเอกมัย 2 และ 4 ช่องว่างระหว่างคอนโดมิเนียม และอพาร์ทเมนต์ ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.10 – 0.40 m/s) เนื่องจากเกิดการปะทะกันของลม 2 ทิศทาง ในส่วนพื้นที่โล่งบริเวณซอยปรีดิพนมยงค์ 26 มีความเร็วลมสูงที่สุดอยู่ในระดับลมเบา (1.00 m/s) และบริเวณหมู่บ้านแสนสิริ ซอยสุขุมวิท 64 มีความเร็วลมสูงที่สุดอยู่ในระดับลมเบา (0.90 m/s)

- ที่ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลม เท่ากับ 0.07 – 1.28 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง จนเหลืออาคารสูงเพียง 2 อาคาร คือ คอนโดมิเนียมในบริเวณที่ติดกับถนนสุขุมวิท ทำให้กระแสลมสามารถไหลเวียนได้ทั่วพื้นที่ ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน เท่ากับ 0.20 – 1.75 m/s เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าใกล้อาคารเกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ทำให้ความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.23 – 0.50 m/s)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคารแคบ เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 65 ที่เชื่อมต่อกับถนนสุขุมวิท บริเวณ ไลฟ์ แอท สุขุมวิท คอนโดมิเนียม, สุขุมวิท 67 คอนโดมิเนียม, ชัยพฤกษ์ แมนชั่น,

เดอะลอฟท์ เอกมัย คอนโดมิเนียม และตึกแถวในบริเวณนั้น และบริเวณซอยเอกมัย 2 และ 4 บริเวณซุ้มเมอร์เซ่ต เอกมัย เซอร์วิส อพาร์ทเม้นท์, บลอสซั่ม วิลล์ คอนโดมิเนียม, เบเวอร์ลี่ฮิลล์ แมนชั่น และอาคารสำนักงานดิสทริค 8 เป็นต้น

เดือนกุมภาพันธ์ กระแสลมมีทิศทางเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ค่อนไปทางใต้ (SSW) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 2.14 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ 0.08 – 1.94 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 65 ที่เชื่อมต่อกับถนนสุขุมวิท ความเร็วลมอยู่ในระดับลมเบาถึงลมอ่อน (0.54 – 1.94 m/s) และบริเวณซอยเอกมัย 2 และ 4 ช่องว่างระหว่างคอนโดมิเนียม และอพาร์ทเม้นท์ ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.25 – 0.88 m/s) ในส่วนพื้นที่โล่งบริเวณซอยปริดีพนมยงค์ 26 ความเร็วลมสูงที่สุดอยู่ในระดับลมเบา (1.85 m/s) และบริเวณหมู่บ้านแสนสิริ ซอยสุขุมวิท 64 มีความเร็วลมสูงที่สุดอยู่ในระดับลมเบา (1.40 m/s)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลม เท่ากับ 0.08 – 2.28 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง จนเหลืออาคารสูงเพียง 2 อาคาร คือ คอนโดมิเนียมที่ติดกับถนนสุขุมวิท ทำให้กระแสลมสามารถไหลเวียนได้ทั่วพื้นที่ ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน เท่ากับ 0.25 – 2.42 m/s เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าใกล้อาคารเกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ทำให้มีความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.25 – 0.70 m/s)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคารแคบ เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 65 ที่เชื่อมต่อกับถนนสุขุมวิท บริเวณ ไหล่ แอท สุขุมวิท คอนโดมิเนียม, สุขุมวิท 67 คอนโดมิเนียม, ซัยพฤกษ์ แมนชั่น, เดอะลอฟท์ เอกมัย คอนโดมิเนียม และตึกแถวในบริเวณนั้น และบริเวณซอยเอกมัย 2 และ 4 บริเวณซุ้มเมอร์เซ่ต เอกมัย เซอร์วิสอพาร์ทเม้นท์, บลอสซั่ม วิลล์ คอนโดมิเนียม, เบเวอร์ลี่ฮิลล์ แมนชั่น และอาคารสำนักงานดิสทริค 8 เป็นต้น

เดือนมีนาคม กระแสลมมีทิศทางการเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ค่อนไปทางใต้ (SSW) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 2.33 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ 0.08 – 2.13 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 65 ที่เชื่อมต่อกับถนนสุขุมวิท ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.57 – 2.13 m/s) และบริเวณซอยเอกมัย 2 และ 4 ช่องว่างระหว่างคอนโดมิเนียม และอพาร์ทเมนต์ ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.53 – 1.03 m/s) ในส่วนพื้นที่โล่งบริเวณซอยปริดิพณมยงค์ 26 มีความเร็วลมสูงที่สุดอยู่ในระดับลมอ่อน (2.00 m/s) และบริเวณหมู่บ้านแสนสิริ ซอยสุขุมวิท 64 มีความเร็วลมสูงที่สุดอยู่ในระดับลมเบาถึงลมอ่อน (1.58 m/s)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลม เท่ากับ 0.08 – 2.50 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง จนเหลืออาคารสูงเพียง 2 อาคาร คือ คอนโดมิเนียมในบริเวณที่ติดกับถนนสุขุมวิท ทำให้กระแสลมสามารถไหลเวียนได้ทั่วพื้นที่ ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน เท่ากับ 0.20 – 2.64 m/s เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าใกล้อาคารเกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ทำให้ความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.20 – 0.70 m/s)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคารแคบ เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 65 ที่เชื่อมต่อกับถนนสุขุมวิท บริเวณ ไลฟ์ แอท สุขุมวิท คอนโดมิเนียม, สุขุมวิท 67 คอนโดมิเนียม, ชัยพฤกษ์ แมนชั่น, เดอะลอฟท์ เอกมัย คอนโดมิเนียม และตึกแถวในบริเวณนั้น และบริเวณซอยเอกมัย 2 และ 4 บริเวณซัมเมอร์เฮ้ท์ เอกมัย เซอร์วิสอพาร์ทเมนต์, บลอสซัม วิลล์ คอนโดมิเนียม, เบเวอร์ลีฮิลล์ แมนชั่น และอาคารสำนักงานดิสทริค 8 เป็นต้น

เดือนเมษายน กระแสลมมีทิศทางการเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ค่อนไปทางใต้ (SSW) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 2.36 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ 0.08 – 2.15 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร

เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 65 ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.57 - 2.15$ m/s) และบริเวณซอยเอกมัย 2 และ 4 ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.48 - 1.08$ m/s) ส่วนพื้นที่โล่งบริเวณซอยปรีดีพนมยงค์ 26 มีความเร็วลมสูงที่สุดอยู่ในระดับลมอ่อน (1.93 m/s) และบริเวณหมู่บ้านแสนสิริ ซอยสุขุมวิท 64 ที่อาคารมีความสูงต่ำกว่า 10 เมตร มีความเร็วลมสูงที่สุดอยู่ในระดับลมเบาถึงลมอ่อน (1.58 m/s)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากความเร็วลม เท่ากับ $0.08 - 2.52$ m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร มีความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน ($0.08 - 2.52$ m/s)

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง จนเหลือคอนโดมิเนียมในบริเวณที่ติดกับถนนสุขุมวิท 2 อาคาร ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน เท่ากับ $0.30 - 2.65$ m/s เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าใกล้อาคารเกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.30 - 0.72$ m/s)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคารแคบ เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 65 ที่เชื่อมต่อกับถนนสุขุมวิท บริเวณ ไลฟ์ แอท สุขุมวิท คอนโดมิเนียม, สุขุมวิท 67 คอนโดมิเนียม, ชัยพฤกษ์ แมนชั่น, เดอะลอฟท์ เอกมัย คอนโดมิเนียม และตึกแถวในบริเวณนั้น และบริเวณซอยเอกมัย 2 และ 4 บริเวณข้ามเมอร์เซ่ส เอกมัย เซอร์วิสอพาร์ทเม้นท์, บลอสซั่ม วิลล์ คอนโดมิเนียม, เบเวอร์ลีฮิลล์ แมนชั่น และอาคารสำนักงานดิสทริค 8 เป็นต้น

เดือนพฤษภาคม กระแสลมมีทิศทางเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ค่อนไปทางใต้ (SSW) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 1.72 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ $0.05 - 1.53$ m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 65 เป็นช่องว่างระหว่างแนวตึกแถว และคอนโดมิเนียม ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน ($0.44 - 1.53$ m/s) และบริเวณซอยเอกมัย 2 และ 4 ช่องว่างระหว่างคอนโดมิเนียม และอพาร์ทเม้นท์ ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.35 - 0.77$ m/s) ในส่วนพื้นที่โล่งบริเวณซอยปรีดีพนมยงค์ 26 มีความเร็วลมสูงที่สุดอยู่ในระดับลมเบา (1.40 m/s) และบริเวณหมู่บ้านแสนสิริ ซอยสุขุมวิท 64 ความเร็วลมสูงที่สุดอยู่ในระดับลมเบา (1.13 m/s)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลม เท่ากับ $0.05 - 1.84 \text{ m/s}$ มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ลมที่เคลื่อนผ่านมีความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง จนเหลืออาคารสูงเพียง 2 อาคาร คือ คอนโดมิเนียมที่ติดกับถนนสุขุมวิท ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน เท่ากับ $0.15 - 1.94 \text{ m/s}$ เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าใกล้อาคารเกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ทำให้มีความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.15 - 0.50 \text{ m/s}$)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคารแคบ เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 65 ที่เชื่อมต่อกับถนนสุขุมวิท บริเวณ ไลฟ์ แอท สุขุมวิท คอนโดมิเนียม, สุขุมวิท 67 คอนโดมิเนียม, ชัยพฤกษ์ แมนชั่น, เดอะลอฟท์ เอกมัย คอนโดมิเนียม และตึกแถวในบริเวณนั้น และบริเวณซอยเอกมัย 2 และ 4 บริเวณซั่มเมอร์เซ่ท์ เอกมัย เซอร์วิสอพาร์ทเม้นท์, บลอสซั่ม วิลล์ คอนโดมิเนียม, เบเวอร์ลี่ฮิลล์ แมนชั่น และอาคารสำนักงานดิสทริก 8 เป็นต้น

เดือนมิถุนายน กระแสลมมีทิศทางเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ค่อนไปทางใต้ (SSW) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 1.78 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ $0.05 - 1.37 \text{ m/s}$ มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 65 ที่เชื่อมต่อกับถนนสุขุมวิท ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน ($0.41 - 1.63 \text{ m/s}$) และบริเวณซอยเอกมัย 2 และ 4 ช่องว่างระหว่างคอนโดมิเนียม และอพาร์ทเม้นท์ ความเร็วลมอยู่ในระดับลมเบา ($0.35 - 0.76 \text{ m/s}$) ในส่วนพื้นที่โล่งบริเวณซอยปรีดีพนมยงค์ 26 ความเร็วลมสูงที่สุดอยู่ในระดับลมเบา (1.37 m/s) และบริเวณหมู่บ้านแสนสิริ ซอยสุขุมวิท 64 ที่มีความสูงต่ำกว่า 10 เมตร ความเร็วลมสูงที่สุด อยู่ในระดับลมเบา (1.20 m/s)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลม เท่ากับ $0.05 - 1.88 \text{ m/s}$ มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง จนเหลือเพียงคอนโดมิเนียม 2 อาคาร ติดกับถนนสุขุมวิท ลมสามารถไหลเวียนได้ทั่วพื้นที่ ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน เท่ากับ $0.17 - 1.99 \text{ m/s}$ เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าไปใกล้อาคารเกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ทำให้มีความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.17 - 0.55 \text{ m/s}$)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคารแคบ เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 65 ที่เชื่อมต่อกับถนนสุขุมวิท บริเวณ ไลฟ์ แอท สุขุมวิท คอนโดมิเนียม, สุขุมวิท 67 คอนโดมิเนียม, ชัยพฤกษ์ แมนชั่น, เดอะลอฟท์ เอกมัย คอนโดมิเนียม และตึกแถวในบริเวณนั้น และบริเวณซอยเอกมัย 2 และ 4 บริเวณซัมเมอร์เซ็ท เอกมัย เซอร์วิสอพาร์ทเม้นท์, บลอสซัม วิลล์ คอนโดมิเนียม, เบเวอร์ลี่ฮิลล์ แมนชั่น และอาคารสำนักงานดิสทริก 8 เป็นต้น

เดือนกรกฎาคม กระแสลมมีทิศทางเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ค่อนไปทางใต้ (SSW) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 1.64 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ $0.05 - 1.47 \text{ m/s}$ มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 65 ที่เชื่อมต่อกับถนนสุขุมวิท ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.35 - 1.47 \text{ m/s}$) และบริเวณซอยเอกมัย 2 และ 4 ช่องว่างระหว่างคอนโดมิเนียม และอพาร์ทเม้นท์ ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบ ($0.28 - 0.72 \text{ m/s}$) ในส่วนพื้นที่โล่งบริเวณซอยปรีดีพนมยงค์ 26 ความเร็วลมสูงที่สุดอยู่ในระดับลมเบา (1.35 m/s) และบริเวณหมู่บ้านแสนสิริ ซอยสุขุมวิท 64 ซึ่งเป็นบริเวณอาคารที่มีความสูงต่ำกว่า 10 เมตร ความเร็วลมสูงที่สุดอยู่ในระดับลมเบา (1.06 m/s)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง กระแสลมสามารถไหลเวียนได้มากขึ้น ความเร็วลม เท่ากับ $0.05 - 1.74 \text{ m/s}$ มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง จนเหลืออาคารสูงเพียง 2 อาคาร คือ คอนโดมิเนียมในบริเวณที่ติดกับถนนสุขุมวิท ลมไหลเวียนได้ทั่วพื้นที่ ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน เท่ากับ $0.10 - 1.84 \text{ m/s}$ เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าไปใกล้อาคารเกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะมีการเคลื่อนที่ผ่าน

ช่องว่างระหว่างอาคาร บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ทำให้มีความเร็วลมต่ำลง อยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.10 - 0.50 \text{ m/s}$)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคารแคบ เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 65 ที่เชื่อมต่อกับถนนสุขุมวิท บริเวณ ไลฟ์ แอท สุขุมวิท คอนโดมิเนียม, สุขุมวิท 67 คอนโดมิเนียม, ชัยพฤกษ์ แมนชั่น, เดอะลอฟท์ เอกมัย คอนโดมิเนียม และตึกแถวในบริเวณนั้น และบริเวณซอยเอกมัย 2 และ 4 บริเวณซั่มเมอร์เซ่ต เอกมัย เซอร์วิสอพาร์ทเม้นท์, บลอสซั่ม วิลล์ คอนโดมิเนียม, เบเวอร์ลี่ฮิลล์ แมนชั่น และอาคารสำนักงานดิสทริก 8 เป็นต้น

เดือนสิงหาคม กระแสลมมีทิศทางเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ค่อนไปทางใต้ (SSW) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 1.81 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ $0.05 - 1.65 \text{ m/s}$ มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 65 ที่เชื่อมต่อกับถนนสุขุมวิท ความเร็วลมอยู่ในระดับลมเบาถึงลมอ่อน ($0.39 - 1.65 \text{ m/s}$) และบริเวณซอยเอกมัย 2 และ 4 ช่องว่างระหว่างคอนโดมิเนียม และอพาร์ทเม้นท์ ความเร็วลมอยู่ในระดับลมเบา ($0.37 - 0.78 \text{ m/s}$) ในส่วนพื้นที่โล่งบริเวณซอยปรีดีพนมยงค์ 26 มีความเร็วลมสูงที่สุดอยู่ในระดับลมเบา (1.39 m/s) และบริเวณหมู่บ้านแสนสิริ ซอยสุขุมวิท 64 ซึ่งเป็นบริเวณอาคารที่มีความสูงต่ำกว่า 10 เมตร มีความเร็วลมสูงที่สุดอยู่ในระดับลมเบา (1.16 m/s)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง ความเร็วลม เท่ากับ $0.05 - 1.90 \text{ m/s}$ มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง จนเหลืออาคารสูงเพียง 2 อาคาร คือ คอนโดมิเนียมในบริเวณที่ติดกับถนนสุขุมวิท ลมสามารถไหลเวียนได้ทั่วพื้นที่ ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน เท่ากับ $0.12 - 1.99 \text{ m/s}$ เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าใกล้อาคารเกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ทำให้มีความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.12 - 0.70 \text{ m/s}$)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคารแคบ เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 65 ที่เชื่อมต่อกับถนนสุขุมวิท บริเวณ ไลฟ์ แอท สุขุมวิท คอนโดมิเนียม, สุขุมวิท 67 คอนโดมิเนียม, ชัยพฤกษ์ แมนชั่น,

เดอะลอฟท์ เอกมัย คอนโดมิเนียม และตึกแถวในบริเวณนั้น และบริเวณซอยเอกมัย 2 และ 4 บริเวณซุ้มเมอร์เซ่ต เอกมัย เซอร์วิสอพาร์ทเม้นท์, บลอสซั่ม วิลล์ คอนโดมิเนียม, เบเวอร์ลีฮิลล์ แมนชั่น และอาคารสำนักงานดิสทริก 8 เป็นต้น

เดือนกันยายน กระแสลมมีทิศทางเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ค่อนไปทางเหนือ (WNW) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 1.42 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ 0.05 – 1.25 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคารอาคารบังลมที่เคลื่อนมาจากตะวันตกเฉียงเหนือ เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 65 เชื่อมต่อกับถนนสุขุมวิท ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.04 – 0.29 m/s) และบริเวณซอยเอกมัย 2 และ 4 ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.23 – 0.39 m/s) ในส่วนพื้นที่โล่งบริเวณซอยปรีดิพนมยงค์ 26 มีความเร็วลมสูงที่สุดอยู่ในระดับลมเบา (0.48 m/s) และบริเวณหมู่บ้านแสนสิริ ซอยสุขุมวิท 64 มีความสูงต่ำกว่า 10 เมตร ความเร็วลมสูงที่สุดอยู่ในระดับลมเบา (0.35 m/s)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง ความเร็วลม เท่ากับ 0.05 – 1.35 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ลมที่เคลื่อนผ่านมีความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา

- ระดับความสูง 100 เมตรความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง จนเหลืออาคารสูงเพียง 2 อาคาร คือ คอนโดมิเนียมในบริเวณที่ติดกับถนนสุขุมวิท ลมสามารถไหลเวียนได้ทั่วพื้นที่ ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา เท่ากับ 0.05 – 1.95 m/s เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าใกล้อาคารเกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ทำให้มีความเร็วลมต่ำลงเป็นบริเวณกว้าง

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคารแคบ ตัวอาคารขวางกั้นการเคลื่อนที่ของลมและทิศทางลม เช่น ในบริเวณถนนสุขุมวิท บริเวณไลฟ์ แอท สุขุมวิท คอนโดมิเนียม, สุขุมวิท 67 คอนโดมิเนียม, ชัยพฤกษ์ แมนชั่น, เดอะลอฟท์ เอกมัย คอนโดมิเนียม และบริเวณวัดธาตุทอง ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างอาคารสูงที่ตั้งอยู่ในซอยเอกมัย 2 บริเวณซุ้มเมอร์เซ่ต เอกมัย เซอร์วิสอพาร์ทเม้นท์ และซอยสุขุมวิท 63 บริเวณ เดอะลอฟท์ เอกมัย คอนโดมิเนียม และตึกแถวในบริเวณนั้น เป็นต้น

เดือนพฤศจิกายน กระแสลมมีทิศทางเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ค่อนไปทางตะวันออก (ENE) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 1.47 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ $0.05 - 1.39 \text{ m/s}$ มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 65 ที่เชื่อมต่อกับถนนสุขุมวิท ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.40 - 1.39 \text{ m/s}$) และบริเวณซอยเอกมัย 2 และ 4 ช่องว่างระหว่างคอนโดมิเนียม และอพาร์ทเมนต์ ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.15 - 0.96 \text{ m/s}$) ในส่วนพื้นที่โล่งบริเวณซอยปริดีพนมยงค์ 26 มีความเร็วลมสูงที่สุดอยู่ในระดับลมเบา (1.06 m/s) และบริเวณหมู่บ้านแสนสิริ ซอยสุขุมวิท 64 ที่มีความสูงต่ำกว่า 10 เมตร ความเร็วลมสูงอยู่ในระดับลมเบา (1.03 m/s)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง ความเร็วลม เท่ากับ $0.05 - 1.52 \text{ m/s}$ มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง จนเหลืออาคารสูงเพียง 2 อาคาร คือ คอนโดมิเนียมที่ติดกับถนนสุขุมวิท ทำให้ลมไหลเวียนได้ทั่วพื้นที่ ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน เท่ากับ $0.18 - 1.93 \text{ m/s}$ เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าใกล้อาคารเกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.18 - 0.80 \text{ m/s}$)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคารแคบ เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 65 บริเวณไลฟ์ แอท สุขุมวิท คอนโดมิเนียม, สุขุมวิท 67 คอนโดมิเนียม, ชัยพฤกษ์ แมนชั่น, เดอะลอฟท์ เอกมัย คอนโดมิเนียม และตึกแถวบริเวณนั้น และบริเวณซอยเอกมัย 2 และ 4 บริเวณซัมเมอร์เซ็ท เอกมัย เซอร์วิสอพาร์ทเมนต์, บลอสซั่ม วิลล์ คอนโดมิเนียม, เบเวอร์ลีฮิลล์ แมนชั่น และอาคารสำนักงานดิสทริค 8 เป็นต้น

เดือนธันวาคม กระแสลมมีทิศทางการเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ค่อนไปทางตะวันออก (ENE) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 1.44 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ $0.05 - 1.39 \text{ m/s}$ มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ลมเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 65 เชื่อมต่อกับถนนสุขุมวิท ความเร็วลมอยู่ในระดับลมเบา ($0.40 - 1.39 \text{ m/s}$) และบริเวณซอยเอกมัย 2 และ 4 ช่องว่างระหว่างคอนโดมิเนียม และอพาร์ทเมนต์ ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.15 - 0.95 \text{ m/s}$) ส่วนพื้นที่โล่งบริเวณซอยปริดีพนมยงค์ 26 ความเร็วลมสูงที่สุดอยู่ในระดับลมเบา (1.05 m/s) และบริเวณหมู่บ้านแสนสิริ

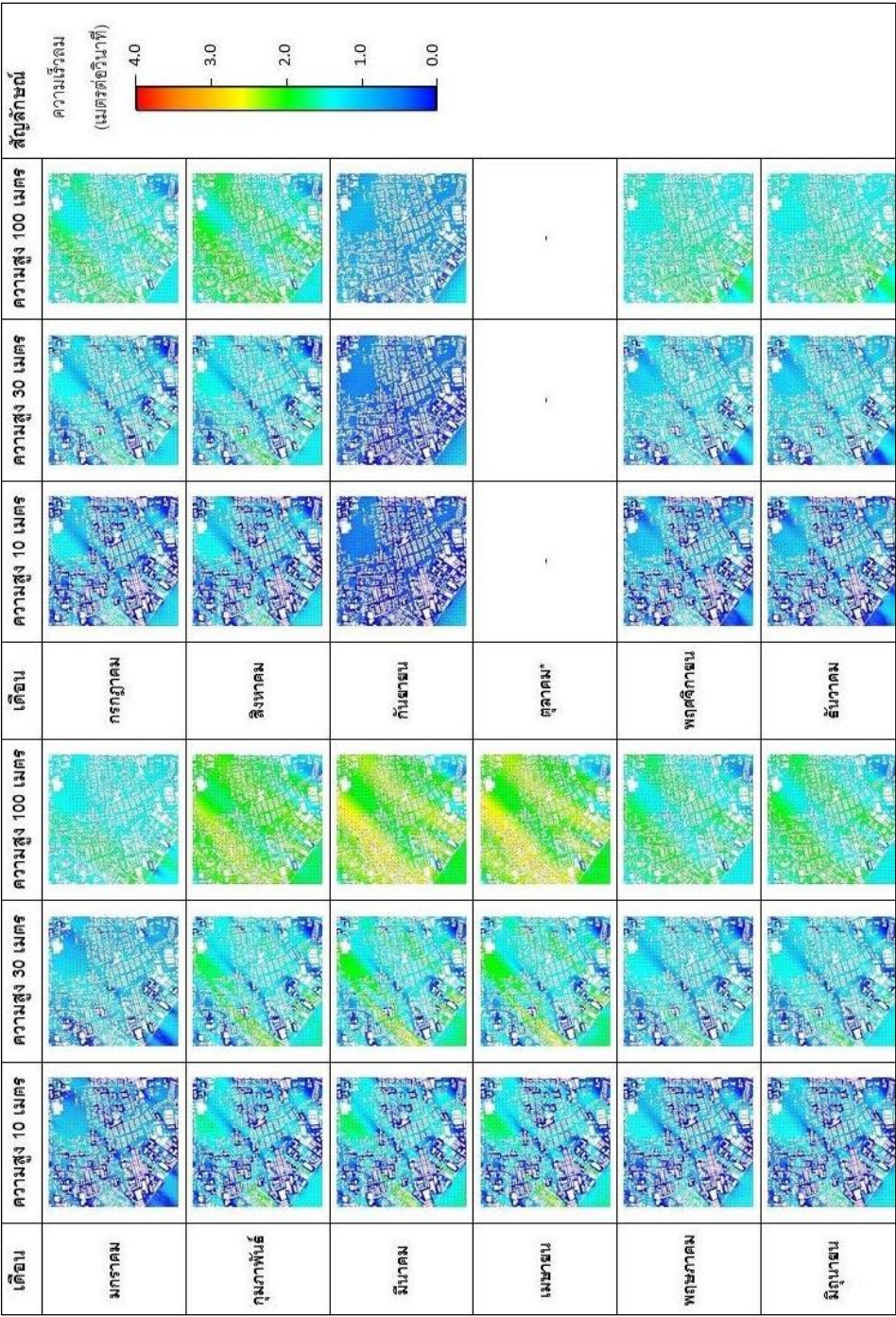
ซอยสุขุมวิท 64 อาคารมีความสูงต่ำกว่า 10 เมตร ความเร็วลมสูงที่สุดอยู่ในระดับลมเบา (1.01 m/s)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง ความเร็วลมเท่ากับ 0.05 – 1.50 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ลมที่เคลื่อนผ่านมีความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง จนเหลืออาคารสูงเพียง 2 อาคาร คือ คอนโดมิเนียมในบริเวณที่ติดกับถนนสุขุมวิท ทำให้กระแสลมสามารถไหลเวียนได้ทั่วพื้นที่ ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน เท่ากับ 0.15 – 1.94 m/s เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าใกล้อาคารเกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings บริเวณด้านหลังอาคาร ความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.15 – 0.70 m/s)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคารแคบ เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 65 ที่เชื่อมต่อกับถนนสุขุมวิท บริเวณ ไลฟ์ แอท สุขุมวิท คอนโดมิเนียม, สุขุมวิท 67 คอนโดมิเนียม, ชัยพฤกษ์ แมนชั่น, เดอะลอฟท์ เอกมัย คอนโดมิเนียม และตึกแถวในบริเวณนั้น และบริเวณซอยเอกมัย 2 และ 4 บริเวณซัมเมอร์เซ็ท เอกมัย เซอร์วิสอพาร์ทเม้นท์, บลอสซัม วิลล์ คอนโดมิเนียม, เบเวอร์ลีฮิลล์ แมนชั่น และอาคารสำนักงานดิศทริค 8 เป็นต้น

หมายเหตุ เดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 ไม่ได้มีการบันทึกข้อมูลความเร็วลมและทิศทางลม จากกรมอุตุนิยมวิทยา บางนา ทำให้ไม่สามารถสร้างแบบจำลองการไหลเวียนของกระแสลมในเดือนนี้ได้



ภาพประกอบ 39 การไหลเวียนของลมบริเวณพื้นที่ D ที่ระดับความสูง 10, 30 และ 100 เมตร

2.4 บริเวณพื้นที่ E

บริเวณพื้นที่ E มีกลุ่มช่วงความสูงอาคาร 10 เมตร กระจายตัวอยู่ทั่วพื้นที่ เช่น บริเวณถนนสุขุมวิท 71 ซอยเยาวราช และซอยปรีดีพนมยงค์ 43 เป็นต้น ช่วงความสูงอาคาร 30 เมตร มีอาคารตั้งอยู่เบาบางบนถนนสุขุมวิท 71 และช่วงความสูงอาคาร 100 เมตร อยู่ในซอยเจริญใจ ส่งผลให้เกิดการไหลเวียนของกระแสลมกับกลุ่มอาคาร ดังภาพประกอบ 40 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

เดือนมกราคม กระแสลมมีทิศทางการเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 1.14 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ 0.05 – 1.60 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Channelling ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านในบริเวณช่องว่างในแนวเดียวกัน เช่น ถนนสุขุมวิท 71 ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน (0.10 - 1.58 m/s) และการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น ในบริเวณซอยเยาวราช และซอยปรีดีพนมยงค์ 43 เป็นช่องว่างระหว่างตึกแถว และคอนโดมิเนียม ความเร็วลมอยู่ในระดับลมเบา (0.30 – 1.05 m/s) และในบริเวณซอยปรีดีพนมยงค์ 37 ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.43 – 0.72 m/s) เป็นต้น นอกจากนี้ เกิดบริเวณอับลม เช่น ในบริเวณอาคารสำนักงาน และคอนโดมิเนียมติดถนนสุขุมวิท 71 ความเร็วลมอยู่ในระดับลมเบา (0.3 m/s)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง ความเร็วลม เท่ากับ 0.10 – 1.80 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน และลมสามารถไหลเวียนได้ดีขึ้นบริเวณอาคารสำนักงาน และคอนโดมิเนียมติดถนนสุขุมวิท 71 ความเร็วสูงขึ้นอยู่ในระดับลมเบา (0.54 m/s)

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง เหลือเพียงคอนโดมิเนียมในบริเวณที่ติดกับถนนสุขุมวิท กระแสลมไหลเวียนได้ทั่วพื้นที่ ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน เท่ากับ 0.20 – 1.98 m/s เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าไปใกล้อาคาร เกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings บริเวณด้านหลังอาคารความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.2 – 0.60 m/s)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ลมไม่สามารถไหลทะลุออกได้ เช่น ในบริเวณถนนสุขุมวิท 71 ที่ประกอบด้วย

อาคารสูง อาคารพาณิชย์กรรม และตึกแถวขนาดด้านข้าง ในบริเวณระหว่างซอยเยาวราช และซอยปรีดีพนมยงค์ 43 บริเวณคลองตัน อพาร์ทเมนต์, เดอะ พาร์ค เลน 22 และสายฝน อพาร์ทเมนต์ ในบริเวณซอยปรีดีพนมยงค์ 37 บริเวณเดอะพาร์คเลน และทาวน์โฮม, 7 เดย์ อพาร์ทเมนต์ เป็นต้น

เดือนกุมภาพันธ์ กระแสลมมีทิศทางการเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ค่อนมาทางใต้ (SSW) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 2.14 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ 0.07 – 1.10 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Channelling ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านในบริเวณช่องว่างในแนวเดียวกัน เช่น แนวถนนสุขุมวิท 71 ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.20 - 1.10 m/s) และการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น ในบริเวณซอยเยาวราช และซอยปรีดีพนมยงค์ 43 ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.07 – 0.65 m/s) และในบริเวณซอยปรีดีพนมยงค์ 37 ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.21 – 0.56 m/s) เป็นต้น นอกจากนี้เกิดบริเวณอับลม เช่น บริเวณถนนสุขุมวิท 71 ความเร็วลมสูงที่สุดอยู่ในระดับลมเบา (0.49 m/s)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่เมตร ความเร็วลม เท่ากับ 0.10 – 1.55 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน และลมสามารถไหลเวียนได้ดีขึ้นในบริเวณที่เกิดการอับลมบริเวณอาคารสำนักงาน และคอนโดมิเนียมติดถนนสุขุมวิท 71 ทำให้ลมมีความเร็วสูงขึ้นอยู่ในระดับลมเบา (0.64 m/s)

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารลดลง จนเหลืออาคารสูงเพียง 2 อาคาร คือ คอนโดมิเนียมในบริเวณที่ติดกับถนนสุขุมวิท กระแสลมไหลเวียนได้ทั่วพื้นที่ ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน เท่ากับ 0.20 – 2.44 m/s เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าไปใกล้อาคารเกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ทำให้มีความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.20 – 0.50 m/s)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคารแคบ หรือพื้นที่ที่ล้อมรอบด้วยอาคาร ลมไม่สามารถไหลผ่านได้ เช่น ในบริเวณแนวถนนสุขุมวิท 71 ในบริเวณระหว่างซอยเยาวราช และซอยปรีดีพนมยงค์ 43 บริเวณคลองตัน อพาร์ทเมนต์, เดอะ พาร์ค เลน 22 และสายฝน อพาร์ทเมนต์ ในบริเวณซอยปรีดีพนมยงค์ 37 บริเวณเดอะพาร์คเลน ทาวน์โฮม, 7 เดย์ อพาร์ทเมนต์ และอาคารสำนักงาน เป็นต้น

เดือนมีนาคม กระแสลมมีทิศทางการเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ค่อนมาทางใต้ (SSW) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 2.33 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ 0.10 – 1.20 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Channelling ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านในบริเวณช่องว่างในแนวเดียวกัน เช่น แนวถนนสุขุมวิท 71 ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.20 - 1.20 m/s) และการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น ในบริเวณซอยเยาวราช และซอยปรีดีพนมยงค์ 43 เป็นช่องว่างระหว่างตึกแถว และคอนโดมิเนียมที่เรียงตัวกันเป็นแนว ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.15 – 0.67 m/s) และในบริเวณซอยปรีดีพนมยงค์ 37 บริเวณช่องว่างระหว่างทาวนโฮม อพาร์ทเมนต์ และอาคารสำนักงาน ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.15 – 0.65 m/s) เป็นต้น นอกจากนี้เกิดบริเวณอับลม เช่น ในบริเวณอาคารสำนักงาน และคอนโดมิเนียมติดถนนสุขุมวิท 71 ความเร็วลมสูงที่สุดอยู่ในระดับลมเบา (0.52 m/s)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง ความเร็วลม เท่ากับ 0.10 – 1.80 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ลมที่เคลื่อนผ่านมีความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน และลมสามารถไหลเวียนได้ดีขึ้นในบริเวณที่เกิดการอับลมบริเวณอาคารสำนักงาน และคอนโดมิเนียมติดถนนสุขุมวิท 71 ทำให้ลมมีความเร็วสูงขึ้นอยู่ในระดับลมเบา (0.68 m/s)

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง จนเหลืออาคารสูงเพียง 2 อาคาร ที่อยู่ใกล้กัน คือ คอนโดมิเนียมในบริเวณที่ติดกับถนนสุขุมวิท กระแสลมสามารถไหลเวียนได้ทั่วพื้นที่ ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน เท่ากับ 0.20 – 2.68 m/s เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าใกล้อาคารเกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings บริเวณด้านหลังอาคาร เกิดช่องว่างระหว่างลม ความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.2 – 0.55 m/s)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคารแคบ หรือพื้นที่ที่ล้อมรอบด้วยอาคาร ลมไม่สามารถไหลทะลุออกได้ เช่น ในบริเวณแนวถนนสุขุมวิท 71 ที่ประกอบด้วยอาคารสูง อาคารพาณิชย์กรรม และตึกแถวขนานด้านข้าง ในบริเวณระหว่างซอยเยาวราช และซอยปรีดีพนมยงค์ 43 บริเวณคลองตัน อพาร์ทเมนต์, เดอะ พาร์ค เลน 22 และสายฝน อพาร์ทเมนต์ ในบริเวณซอยปรีดีพนมยงค์ 37 บริเวณเดอะพาร์คเลน ทาวนโฮม, 7 เดย์ อพาร์ทเมนต์ และอาคารสำนักงานไม่ทราบชื่อ เป็นต้น

เดือนเมษายน กระแสลมมีทิศทางการเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ก่อนมาทางใต้ (SSW) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 2.36 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ 0.10 – 1.20 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Channelling ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านในบริเวณช่องว่างในแนวเดียวกัน เช่น แนวถนนสุขุมวิท ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.20 - 1.20 m/s) และการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น ในบริเวณซอยเยาวราช และซอยปรีดีพนมยงค์ 43 เป็นช่องว่างระหว่างตึกแถว และคอนโดมิเนียม ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.15 – 0.69 m/s) และในบริเวณซอยปรีดีพนมยงค์ 37 บริเวณช่องว่างระหว่างทาวนิโฮม อพาร์ทเมนต์ และอาคารสำนักงาน ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.12 – 0.68 m/s) เป็นต้น นอกจากนี้เกิดบริเวณอัดลม เช่น ในบริเวณอาคารสำนักงาน และคอนโดมิเนียมติดถนนสุขุมวิท 71 ที่มีความเร็วลมสูงที่สุดอยู่ในระดับลมเบา (0.52 m/s)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง ความเร็วลม เท่ากับ 0.10 – 1.75 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน ลมไหลเวียนได้ดีขึ้นในบริเวณที่เกิดการอัดลม เช่น บริเวณถนนสุขุมวิท 71 ทำให้ลมมีความเร็วสูงขึ้นอยู่ในระดับลมเบา (0.86 m/s)

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารลดลง จนเหลืออาคารสูงได้แก่ คอนโดมิเนียม 2 อาคาร ที่ตั้งอยู่บนถนนสุขุมวิท กระแสลมไหลเวียนได้ทั่วพื้นที่ ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน เท่ากับ 0.15 – 2.70 m/s เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าใกล้อาคารเกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ทำให้มีความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.15 – 0.55 m/s)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคารแคบ หรือพื้นที่ที่ล้อมรอบด้วยอาคาร ลมไม่สามารถไหลทะลุออกได้ เช่น ในแนวถนนสุขุมวิท 71 ที่ประกอบด้วยอาคารสูง อาคารพาณิชย์กรรม และตึกแถวขนานด้านข้าง ในบริเวณระหว่างซอยเยาวราช และซอยปรีดีพนมยงค์ 43 บริเวณคลองตัน อพาร์ทเมนต์, เดอะ พาร์ค เลน 22 และสายฝน อพาร์ทเมนต์ และในบริเวณซอยปรีดีพนมยงค์ 37 บริเวณเดอะ พาร์คเลน ทาวนิโฮม, 7 เดย์ อพาร์ทเมนต์ และอาคารสำนักงานไม่ทราบชื่อ เป็นต้น

เดือนพฤษภาคม กระแสลมมีทิศทางการเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ค่อนมาทางใต้ (SSW) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 1.72 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ 0.10 – 1.75 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Channelling ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านในบริเวณช่องว่างในแนวเดียวกัน เช่น ในบริเวณถนนสุขุมวิท 71 ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.1 – 0.90 m/s) และการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น ในบริเวณซอยเยาวราช และซอยปรีดีพนมยงค์ 43 เป็นช่องว่างระหว่างตึกแถวที่เรียงตัวกันเป็นแนว และคอนโดมิเนียม ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.15 – 0.52 m/s) และในบริเวณซอยปรีดีพนมยงค์ 37 ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.10 – 0.42 m/s) เป็นต้น นอกจากนี้ในพื้นที่เกิดบริเวณอับลม เช่น ในบริเวณอาคารสำนักงาน และคอนโดมิเนียมติดถนนสุขุมวิท 71 ที่มีความเร็วลมสูงที่สุดอยู่ในระดับลมเบา (0.38 m/s)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง ความเร็วลม เท่ากับ 0.10 – 1.80 m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา และลมไหลเวียนได้ดีขึ้นในบริเวณที่เกิดการอับลม เช่น บริเวณอาคารสำนักงาน และคอนโดมิเนียมติดถนนสุขุมวิท 71 ทำให้ลมมีความเร็วสูงขึ้นอยู่ในระดับลมเบา (0.55 m/s)

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง จนเหลืออาคารสูงเพียง 2 อาคาร คือ คอนโดมิเนียมติดกับถนนสุขุมวิท ทำให้กระแสลมไหลเวียนได้ทั่วพื้นที่ ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน เท่ากับ 0.15 – 2.02 m/s เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าใกล้อาคารเกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา (0.15 – 0.40 m/s)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคารแคบ หรือพื้นที่ที่ล้อมรอบด้วยอาคาร ลมไม่สามารถไหลทะลุออกได้ เช่นแนวถนนสุขุมวิท 71 ที่ประกอบด้วยอาคารสูง อาคารพาณิชย์กรรม และตึกแถว ในบริเวณระหว่างซอยเยาวราช และซอยปรีดีพนมยงค์ 43 บริเวณคลองตัน อพาร์ทเมนต์, เดอะ พาร์ค เลน 22 และสายฝน อพาร์ทเมนต์ ในซอยปรีดีพนมยงค์ 37 บริเวณเดอะพาร์คเลน ทาวนิโฮม, 7 เดย์ อพาร์ทเมนต์ และอาคารสำนักงานไม่ทราบชื่อ เป็นต้น

เดือนมิถุนายน กระแสลมมีทิศทางการเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ค่อนมาทางใต้ (SSW) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 1.78 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ $0.10 - 1.00 \text{ m/s}$ มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Channelling ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านในบริเวณช่องว่างในแนวเดียวกัน เช่น แนวถนนสุขุมวิท 71 ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.25 - 1.00 \text{ m/s}$) และการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น ในซอยเยาวราช และซอยปรีดีพนมยงค์ 43 เป็นช่องว่างระหว่างตึกแถว และคอนโดมิเนียม ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.13 - 0.52 \text{ m/s}$) และในซอยปรีดีพนมยงค์ 37 ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.15 - 0.55 \text{ m/s}$) เป็นต้น และเกิดบริเวณอับลม เช่น บริเวณอาคารสำนักงาน และคอนโดมิเนียมติดถนนสุขุมวิท 71 ความเร็วลมสูงที่สุดอยู่ในระดับลมเบา (0.39 m/s)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง ความเร็วลม เท่ากับ $0.10 - 1.400 \text{ m/s}$ มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.10 - 1.40 \text{ m/s}$) และลมสามารถไหลเวียนได้ดีขึ้นในบริเวณที่เกิดการอับลมบริเวณอาคารสำนักงาน และคอนโดมิเนียมติดถนนสุขุมวิท 71 ลมมีความเร็วสูงขึ้นอยู่ในระดับลมเบา (0.50 m/s)

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง จนเหลืออาคารสูงเพียง 2 อาคาร ที่อยู่ใกล้กัน คือ คอนโดมิเนียมติดกับถนนสุขุมวิท ทำให้กระแสลมสามารถไหลเวียนได้ทั่วพื้นที่ ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน เท่ากับ $0.26 - 2.04 \text{ m/s}$ เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าใกล้อาคารเกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ทำให้มีความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.19 - 0.40 \text{ m/s}$)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคารแคบ หรือพื้นที่ที่ล้อมรอบด้วยอาคาร ลมไม่สามารถไหลทะลุออกได้ เช่น ในบริเวณแนวถนนสุขุมวิท 71 ที่ประกอบด้วยอาคารสูง อาคารพาณิชย์กรรม และตึกแถวขนานด้านข้าง ในบริเวณระหว่างซอยเยาวราช และซอยปรีดีพนมยงค์ 43 บริเวณคลองตัน อพาร์ทเมนต์, เดอะ พาร์ค เลน 22 และสายฝน อพาร์ทเมนต์ ในบริเวณซอยปรีดีพนมยงค์ 37 บริเวณเดอะพาร์คเลน ทาวนิโฮม, 7 เดย์ อพาร์ทเมนต์ และอาคารสำนักงานไม่ทราบชื่อ เป็นต้น

เดือนกรกฎาคม กระแสลมมีทิศทางการเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ค่อนมาทางใต้ (SSW) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 1.64 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ $0.10 - 1.00 \text{ m/s}$ มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Channelling ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านในบริเวณช่องว่างในแนวเดียวกัน เช่น บริเวณถนนสุขุมวิท 71 ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.25 - 0.85 \text{ m/s}$) และการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น ในบริเวณซอยเยาวราช และซอยปรีดีพนมยงค์ 43 เป็นช่องว่างระหว่างตึกแถว ที่เรียงตัวกันเป็นแนว และคอนโดมิเนียม ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.11 - 0.48 \text{ m/s}$) และในบริเวณซอยปรีดีพนมยงค์ 37 ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.15 - 0.47 \text{ m/s}$) เป็นต้น นอกจากนี้เกิดบริเวณอับลม เช่น ในบริเวณอาคารสำนักงาน และคอนโดมิเนียมติดถนนสุขุมวิท 71 ที่มีความเร็วลมสูงที่สุดอยู่ในระดับลมเบา (0.37 m/s)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง ความเร็วลม เท่ากับ $0.10 - 1.40 \text{ m/s}$ มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.10 - 1.40 \text{ m/s}$) และลมสามารถไหลเวียนได้ดีขึ้นในบริเวณที่เกิดการอับลมบริเวณอาคารสำนักงาน และคอนโดมิเนียมติดถนนสุขุมวิท 71 ทำให้ลมมีความเร็วสูงขึ้นอยู่ในระดับลมเบา (0.48 m/s)

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง จนเหลือเพียง คอนโดมิเนียมติดถนนสุขุมวิท 2 อาคาร ทำให้กระแสลมสามารถไหลเวียนได้ทั่วพื้นที่ ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมเบาถึงลมอ่อน เท่ากับ $0.19 - 1.87 \text{ m/s}$ เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าใกล้อาคารเกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings บริเวณด้านหลังอาคาร เกิดช่องว่างระหว่างลม ทำให้มีความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.19 - 0.37 \text{ m/s}$)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคารแคบ หรือพื้นที่ที่ล้อมรอบด้วยอาคาร ลมไม่สามารถไหลออกได้ เช่น ในแนวถนนสุขุมวิท 71 ที่ประกอบด้วยอาคารสูง อาคารพาณิชย์กรรม และตึกแถว ขนาบข้าง ในบริเวณระหว่างซอยเยาวราช และซอยปรีดีพนมยงค์ 43 บริเวณคลองตัน อพาร์ทเมนต์, เดอะ พาร์ค เลน 22 และสายฝน อพาร์ทเมนต์ ในบริเวณซอยปรีดีพนมยงค์ 37 บริเวณ เดอะพาร์คเลน ทาวนิโฮม, 7 เดย์ อพาร์ทเมนต์ และอาคารสำนักงานไม่ทราบชื่อ เป็นต้น

เดือนสิงหาคม กระแสลมมีทิศทางเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ค่อนมาทางใต้ (SSW) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 1.81 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ $0.10 - 1.00 \text{ m/s}$ มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Channelling ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านในบริเวณช่องว่าง

ในแนวเดียวกัน เช่น แนวถนนสุขุมวิท 71 ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.23 - 0.91$ m/s) และการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น ในบริเวณซอยเยาวราช และซอยปรีดีพนมยงค์ 43 เป็นช่องว่างระหว่างตึกแถวที่เรียงตัวกันเป็นแนว และคอนโดมิเนียม ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.11 - 0.54$ m/s) และในบริเวณซอยปรีดีพนมยงค์ 37 บริเวณช่องว่างระหว่างทาวนิโฮม อพาร์ทเมนต์ และอาคารสำนักงาน ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.15 - 0.54$ m/s) เป็นต้น นอกจากนี้เกิดบริเวณอับลม เช่น ในบริเวณอาคารสำนักงาน และคอนโดมิเนียมติดถนนสุขุมวิท 71 ที่มีความเร็วลมสูงที่สุดอยู่ในระดับลมเบา (0.39 m/s)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง ความเร็วลมเท่ากับ $0.10 - 1.55$ m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ลมที่เคลื่อนผ่านมีความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน และลมสามารถไหลเวียนได้ดีขึ้นในบริเวณที่เกิดการอับลมบริเวณอาคารสำนักงาน และคอนโดมิเนียมติดถนนสุขุมวิท 71 ทำให้ลมมีความเร็วสูงขึ้นอยู่ในระดับลมเบา (0.58 m/s)

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง จนเหลืออาคารสูงเพียง 2 อาคาร ที่อยู่ใกล้กัน คือ คอนโดมิเนียมติดกับถนนสุขุมวิท ทำให้กระแสลมไหลเวียนได้ทั่วพื้นที่ ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน ($0.28 - 2.05$ m/s) เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าใกล้อาคารเกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมเบา ($0.30 - 0.45$ m/s)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคารแคบ หรือพื้นที่ ที่ล้อมรอบด้วยอาคาร ลมไม่สามารถไหลทะลุออกได้ เช่น ในบริเวณแนวถนนสุขุมวิท 71 ที่ประกอบด้วยอาคารสูง อาคารพาณิชย์กรรม และตึกแถวขนาดด้านข้าง ในบริเวณระหว่างซอยเยาวราช และซอยปรีดีพนมยงค์ 43 บริเวณคลองตัน อพาร์ทเมนต์, เดอะ พาร์ค เลน 22 และสายฝน อพาร์ทเมนต์ ในบริเวณซอยปรีดีพนมยงค์ 37 บริเวณ เดอะพาร์คเลน ทาวนิโฮม, 7 เดย์ อพาร์ทเมนต์ และอาคารสำนักงานไม่ทราบชื่อ เป็นต้น

เดือนกันยายน กระแสลมมีทิศทางเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ค่อนมาทางตะวันตก (WNW) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 1.42 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ $0.07 - 1.30$ m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Channelling ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านในบริเวณช่องว่างในแนวเดียวกัน เช่น แนวถนนสุขุมวิท 71 ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.07 - 0.47$

m/s) และการเคลื่อนที่ของกระแสนลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น ในบริเวณซอยเยาวราช และซอยปรีดิพนมยงค์ 43 เป็นช่องว่างระหว่างตึกแถวที่เรียงตัวกันเป็นแนว และคอนโดมิเนียม ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.10 - 0.40$ m/s) และในบริเวณซอยปรีดิพนมยงค์ 37 บริเวณช่องว่างระหว่างทาวนิโฮม อพาร์ทเมนต์ และอาคารสำนักงาน ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.11 - 0.48$ m/s) เป็นต้น นอกจากนี้เกิดบริเวณอับลม เช่น ในบริเวณอาคารสำนักงาน และคอนโดมิเนียมติดถนนสุขุมวิท 71 ที่มีความเร็วลมสูงที่สุดอยู่ในระดับลมสงบ (0.22 m/s)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง ความเร็วลมเท่ากับ $0.10 - 1.80$ m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสนลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ลมที่เคลื่อนผ่านมีความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา และลมไหลเวียนได้ดีขึ้นในบริเวณที่เกิดการอับลม บริเวณอาคารสำนักงาน และคอนโดมิเนียมติดถนนสุขุมวิท 71 ลมมีความเร็วสูงขึ้นอยู่ในระดับลมเบา (0.35 m/s)

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง จนเหลืออาคารสูงเพียง 2 อาคาร ที่อยู่ใกล้กัน คือ คอนโดมิเนียมในบริเวณที่ติดกับถนนสุขุมวิท ทำให้กระแสลมสามารถไหลเวียนได้ทั่วพื้นที่ ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน เท่ากับ $0.12 - 1.98$ m/s เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าไปใกล้อาคารเกิดการเคลื่อนที่ของกระแสนลมแบบ Staggered Buildings บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ทำให้มีความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบ ($0.12 - 0.20$ m/s)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคารแคบ หรือพื้นที่ที่ล้อมรอบด้วยอาคาร ลมไม่สามารถไหลผ่านได้ นอกจากนี้ปัจจัยที่ส่งผลให้ลมมีความเร็วต่ำลงคือ ทิศทางที่ลมเคลื่อนที่เข้าสู่พื้นที่ มีอาคารขวางการเคลื่อนที่ของลม เช่น แนวถนนสุขุมวิท 71 ที่ประกอบด้วยอาคารสูง อาคารพาณิชย์กรรมและตึกแถวขนานด้านข้าง ในบริเวณระหว่างซอยเยาวราช และซอยปรีดิพนมยงค์ 43 บริเวณคลองตัน อพาร์ทเมนต์, เดอะ พาร์ค เลน 22 และสายฝน อพาร์ทเมนต์ ในบริเวณซอยปรีดิพนมยงค์ 37 บริเวณเดอะพาร์คเลน ทาวนิโฮม, 7 เดย์ อพาร์ทเมนต์ และอาคารสำนักงานไม่ทราบชื่อ เป็นต้น

เดือนพฤศจิกายน กระแสนลมมีทิศทางการเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ค่อยมาทางตะวันออก (ENE) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 1.47 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ $0.08 - 1.10$ m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสนลมแบบ Channelling ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านในบริเวณช่องว่างในแนวเดียวกัน

เช่น แนวถนนสุขุมวิท 71 ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.12 - 1.10$ m/s) และการเคลื่อนที่ของกระแสนลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร เช่น ในบริเวณซอยเยาวราช และซอยปรีดีพนมยงค์ 43 เป็นช่องว่างระหว่างตึกแถวและคอนโดมิเนียม ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.08 - 0.79$ m/s) และในบริเวณซอยปรีดีพนมยงค์ 37 บริเวณช่องว่างระหว่างทาวนิโฮม อพาร์ทเมนต์ และอาคารสำนักงาน ความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.22 - 0.73$ m/s) เป็นต้น

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง ความเร็วลมเท่ากับ $0.10 - 1.60$ m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสนลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ลมที่เคลื่อนผ่านมีความเร็วลมอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อนและลมสามารถไหลเวียนได้ดีขึ้นในบริเวณที่เกิดการอับลมบริเวณอาคารสำนักงาน และคอนโดมิเนียมติดถนนสุขุมวิท 71 ทำให้ลมมีความเร็วสูงขึ้นอยู่ในระดับลมเบา (0.42 m/s)

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง จนเหลืออาคารสูงเพียง 2 อาคาร ที่อยู่ใกล้กัน คือ คอนโดมิเนียมติดกับถนนสุขุมวิท ทำให้กระแสนลมไหลเวียนได้ทั่วพื้นที่ ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน เท่ากับ $0.11 - 2.08$ m/s เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าใกล้อาคารเกิดการเคลื่อนที่ของกระแสนลมแบบ Staggered Buildings บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ทำให้มีความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.11 - 0.50$ m/s)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคารแคบ หรือพื้นที่ที่ล้อมรอบด้วยอาคาร ลมไม่สามารถไหลทะลุออกได้ เช่น ในบริเวณแนวถนนสุขุมวิท 71 ที่ประกอบด้วยอาคารสูง อาคารพาณิชย์กรรม และตึกแถวขนาดด้านข้าง ในบริเวณระหว่างซอยเยาวราช และซอยปรีดีพนมยงค์ 43 บริเวณคลองตัน อพาร์ทเมนต์, เดอะ พาร์ค เลน 22 และสายฝน อพาร์ทเมนต์ ในบริเวณซอยปรีดีพนมยงค์ 37 บริเวณ เดอะพาร์คเลน ทาวนิโฮม, 7 เดย์ อพาร์ทเมนต์ และอาคารสำนักงานไม่ทราบชื่อ เป็นต้น

เดือนธันวาคม กระแสนลมมีทิศทางเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ค่อยมาทางตะวันออก (ENE) มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 1.44 m/s

- ระดับความสูง 10 เมตร ความเร็วลม เท่ากับ $0.07 - 1.10$ m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสนลมแบบ Channelling ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านในบริเวณช่องว่างในแนวเดียวกัน เช่น แนวถนนสุขุมวิท ความเร็วอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.10 - 1.09$ m/s) และการเคลื่อนที่ของกระแสนลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่าง

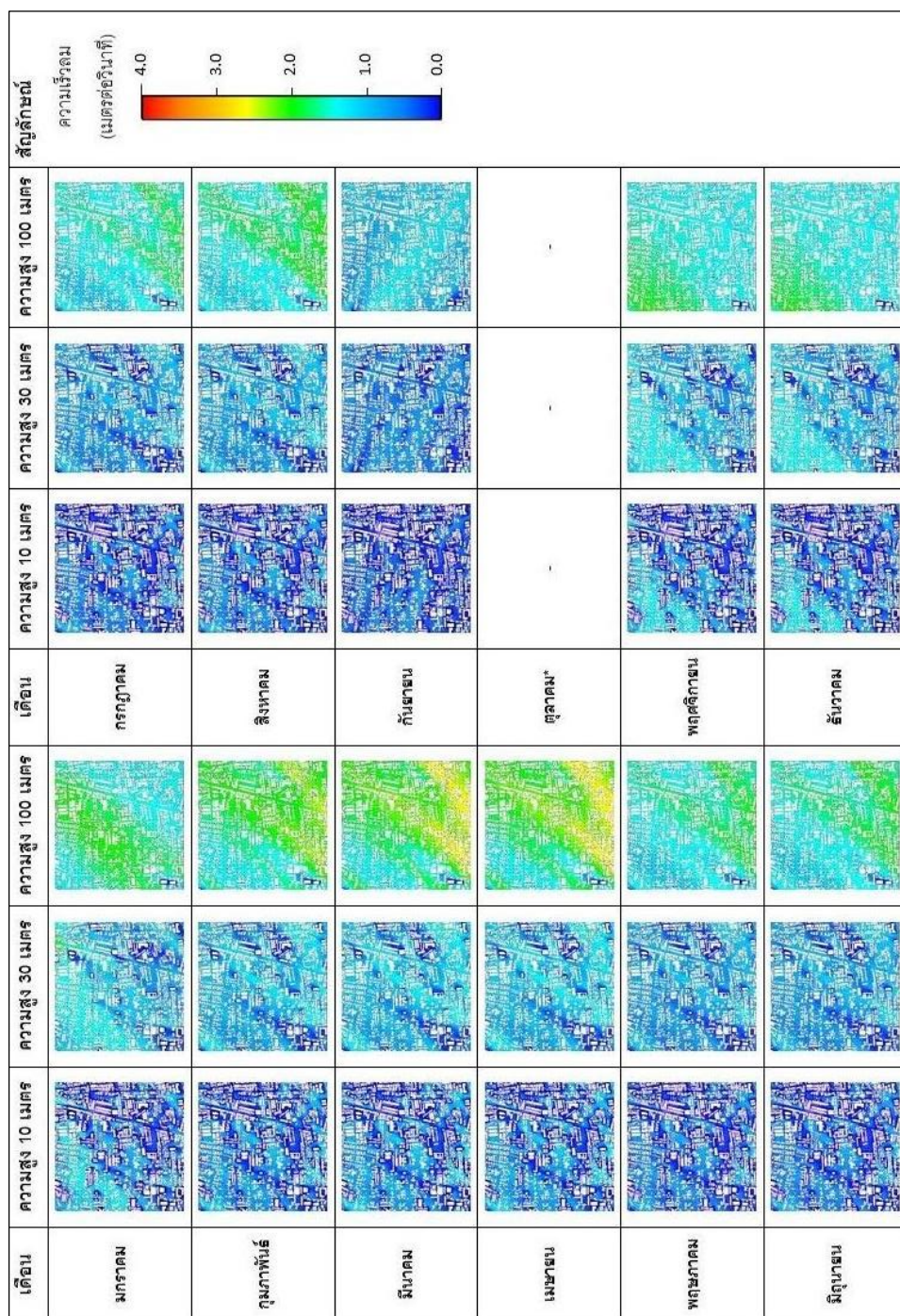
อาคาร เช่น ในบริเวณซอยเยาวราช และซอยปรีดีพนมยงค์ 43 เป็นช่องว่างระหว่างตึกแถว และคอนโดมิเนียม ความเร็วอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.06 - 0.74$ m/s) และในบริเวณซอยปรีดีพนมยงค์ 37 บริเวณช่องว่างระหว่างทาวน์โฮม อพาร์ทเมนต์ และอาคารสำนักงาน ความเร็วอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.20 - 0.74$ m/s) เป็นต้น นอกจากนี้เกิดบริเวณอับลม เช่น ในบริเวณอาคารสำนักงาน และคอนโดมิเนียมติดถนนสุขุมวิท 71 ที่มีความเร็วลมสูงที่สุดอยู่ในระดับลมสงบ (0.25 m/s)

- ระดับความสูง 30 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง ความเร็วลมเท่ากับ $0.07 - 1.60$ m/s มีรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings ที่ลมจะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร ลมไหลเวียนได้ดีขึ้นในบริเวณที่เกิดการอับลม เช่น อาคารในแนวถนนสุขุมวิท 71 ทำให้ลมมีความเร็วสูงขึ้นอยู่ในระดับลมเบา (0.42 m/s)

- ระดับความสูง 100 เมตร ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่ลดลง จนเหลืออาคารสูงเพียง 2 อาคาร ที่อยู่ใกล้กัน คือ คอนโดมิเนียมติดกับถนนสุขุมวิท ทำให้กระแสลมไหลเวียนได้ทั่วพื้นที่ ความเร็วลมสูงขึ้นอยู่ในระดับลมสงบถึงลมอ่อน เท่ากับ $0.11 - 2.08$ m/s เมื่อลมเคลื่อนที่เข้าใกล้อาคารเกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings บริเวณด้านหลังอาคารเกิดช่องว่างระหว่างลม ทำให้มีความเร็วลมต่ำลงอยู่ในระดับลมสงบถึงลมเบา ($0.11 - 0.50$ m/s)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ คือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูง ช่องว่างระหว่างอาคารแคบ หรือพื้นที่ที่ล้อมรอบด้วยอาคาร เช่น ในบริเวณแนวถนนสุขุมวิท 71 ที่ประกอบด้วยอาคารสูง อาคารพาณิชย์กรรม และตึกแถวขนานด้านข้าง ในบริเวณระหว่างซอยเยาวราช และซอยปรีดีพนมยงค์ 43 บริเวณคลองตัน อพาร์ทเมนต์, เดอะ พาร์ค เลน 22 และสายฝน อพาร์ทเมนต์ ในบริเวณซอยปรีดีพนมยงค์ 37 บริเวณเดอะพาร์คเลน ทาวน์โฮม และ 7 เดย์ อพาร์ทเมนต์ เป็นต้น

หมายเหตุ เดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 ไม่ได้มีการบันทึกข้อมูลความเร็วลมและทิศทางลม จากกรมอุตุนิยมวิทยา บางนา ทำให้ไม่สามารถสร้างแบบจำลองการไหลเวียนของกระแสลมในเดื่อนนี้



ภาพประกอบ 40 การไหลเวียนของลมบริเวณพื้นที่ E ที่ระดับความสูง 10, 30 และ 100 เมตร

3. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM_{2.5} และลักษณะทางกายภาพของเมืองด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และแบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM_{2.5} และลักษณะทางกายภาพของเมือง ที่ได้จากการศึกษาความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{2.5} ที่ทำการประมาณค่าเชิงพื้นที่ และแสดงผลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในรูปแบบข้อมูลเชิงรายเดือน พ.ศ. 2562 และการศึกษาลักษณะทางกายภาพของเมืองที่มีผลต่อการไหลเวียนของลมภายในพื้นที่เขตวัฒนา ที่ได้ทำการสร้างแบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ และแสดงผลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มาทำการศึกษาความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันด้วยการซ้อนทับข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในบริเวณพื้นที่ A, B, C, D และ E ภายในพื้นที่เขตวัฒนา ในแต่ละเดือนของพ.ศ. 2562 ได้มาซึ่งผลการศึกษา ดังนี้

3.1 บริเวณพื้นที่ A

บริเวณพื้นที่ A คือ บริเวณพื้นที่ย่านอโศก ซึ่งเป็นย่านเศรษฐกิจสำคัญของประเทศที่ตั้งอยู่ใจกลางเมือง ในบริเวณนี้มีความหนาแน่นของอาคารสูงที่สูงกว่าบริเวณอื่น เรียงตัวกันอย่างหนาแน่นตามแนวถนนอโศกมนตรี และในซอยตามแนวถนนสุขุมวิท แหล่งกำเนิดมลพิษที่สำคัญภายในพื้นที่และบริเวณโดยรอบ คือ ไอเสียจากรถยนต์ที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์ และจากการจราจรที่ติดขัด ซึ่งมักเกิดขึ้นในถนนสายหลักที่เชื่อมโยงแหล่งธุรกิจและพาณิชยกรรมในพื้นที่ผนวกกับปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยาด้านสภาพอากาศ เช่น อุณหภูมิ ความเร็วลม และทิศทางลมที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือน ทำให้ในแต่ละเดือนเกิดความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{2.5} และลักษณะทางกายภาพของเมือง ดังภาพประกอบ 41 และดังรายละเอียด ดังนี้

เดือนมกราคม ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{2.5} เท่ากับ 56.0 – 59.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ เกินมาตรฐานที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) พบบริเวณแนวถนนอโศกมนตรี ด้านซอยสุขุมวิท 19 บริเวณอาคารรัชต์ภาคย์ อโศก, เสริมมิตร ทาวเวอร์ และโรงแรมแกรนด์ เมอร์เคียว กรุงเทพ อโศก เรดซีเดนซ์ ด้านซอยสุขุมวิท 23 บริเวณอาคารอโศก เฟลส, พี เอส ทาวเวอร์ และประสานมิตรธานี ในซอยสุขุมวิท 15 บริเวณอาคารโรงแรมโซฟิเทล กรุงเทพ สุขุมวิท, อาคารสำนักงานเดอะเทรนด์ และแกรนด์วิลล์เฮาส์ 2 คอนโดมิเนียม เป็นต้น มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{2.5} เท่ากับ 57.5 – 59.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

เดือนกุมภาพันธ์ ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{2.5} เท่ากับ 29.0 – 32.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) โดยส่วนใหญ่ของพื้นที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{2.5}

เท่ากับ $29.0 - 30.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ และในซอยสุขุมวิท 23 เชื่อมกับซอยสุขุมวิท 21 ซอย 1 บริเวณที่มีความสูงอาคารต่ำ 10 เมตร และต่ำกว่า 30 เมตร ความเข้มข้นของฝุ่นละออง $\text{PM}_{2.5}$ ในบริเวณนั้นต่ำกว่าบริเวณอื่นๆ ของพื้นที่โดยรอบ

เดือนมีนาคม ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $\text{PM}_{2.5}$ เท่ากับ $29.0 - 32.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) ทั้งนี้ในบริเวณตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่ มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $\text{PM}_{2.5}$ เท่ากับ $30.5 - 32.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ และในบริเวณตะวันตกเฉียงเหนือ และตะวันตกเฉียงใต้ของพื้นที่ มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $\text{PM}_{2.5}$ เท่ากับ $29.0 - 30.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

เดือนเมษายน ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $\text{PM}_{2.5}$ เท่ากับ $24.5 - 27.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) โดยส่วนใหญ่ของพื้นที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $\text{PM}_{2.5}$ เท่ากับ $24.5 - 26.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ และในบริเวณซอยสุขุมวิท 11 บริเวณอาคารลิเบอร์ตี้ พาร์ค 2 และทาวเวอร์พาร์ค เป็นต้น มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $\text{PM}_{2.5}$ เท่ากับ $26 - 27.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

เดือนพฤษภาคม ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $\text{PM}_{2.5}$ เท่ากับ $26.5 - 29.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) โดยส่วนใหญ่ของพื้นที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $\text{PM}_{2.5}$ เท่ากับ $27.5 - 29.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ในบริเวณด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือจนถึงทิศใต้ และทิศตะวันออกเฉียงใต้ของพื้นที่ ด้านที่ติดกับถนนสุขุมวิท เช่น ในบริเวณแนวถนนอโศกมนตรี บริเวณอาคารเสริมมิตร ทาวเวอร์, อโศก เฟลส และพีเอส ทาวเวอร์ เป็นต้น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 13 บริเวณอาคารสุขุมวิท สวีท และโรงแรมแกรนด์ เพรสซิเดนซ์ กรุงเทพฯ เป็นต้น และในบริเวณซอยสุขุมวิท 11 บริเวณอาคารลิเบอร์ตี้ พาร์ค 2 และทาวเวอร์พาร์ค คอนโดมิเนียม เป็นต้น

เดือนมิถุนายน ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $\text{PM}_{2.5}$ เท่ากับ $18.5 - 21.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) โดยส่วนใหญ่ของพื้นที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $\text{PM}_{2.5}$ เท่ากับ $18.5 - 20.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ในบริเวณด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือจนถึงทิศใต้ และทิศตะวันตกเฉียงใต้ของพื้นที่ เช่น ในบริเวณโรงเรียนวัฒนาวิทยาลัย และแนวถนนอโศกมนตรี เป็นต้น

เดือนกรกฎาคม ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $\text{PM}_{2.5}$ เท่ากับ $18.5 - 21.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (อ้างอิง

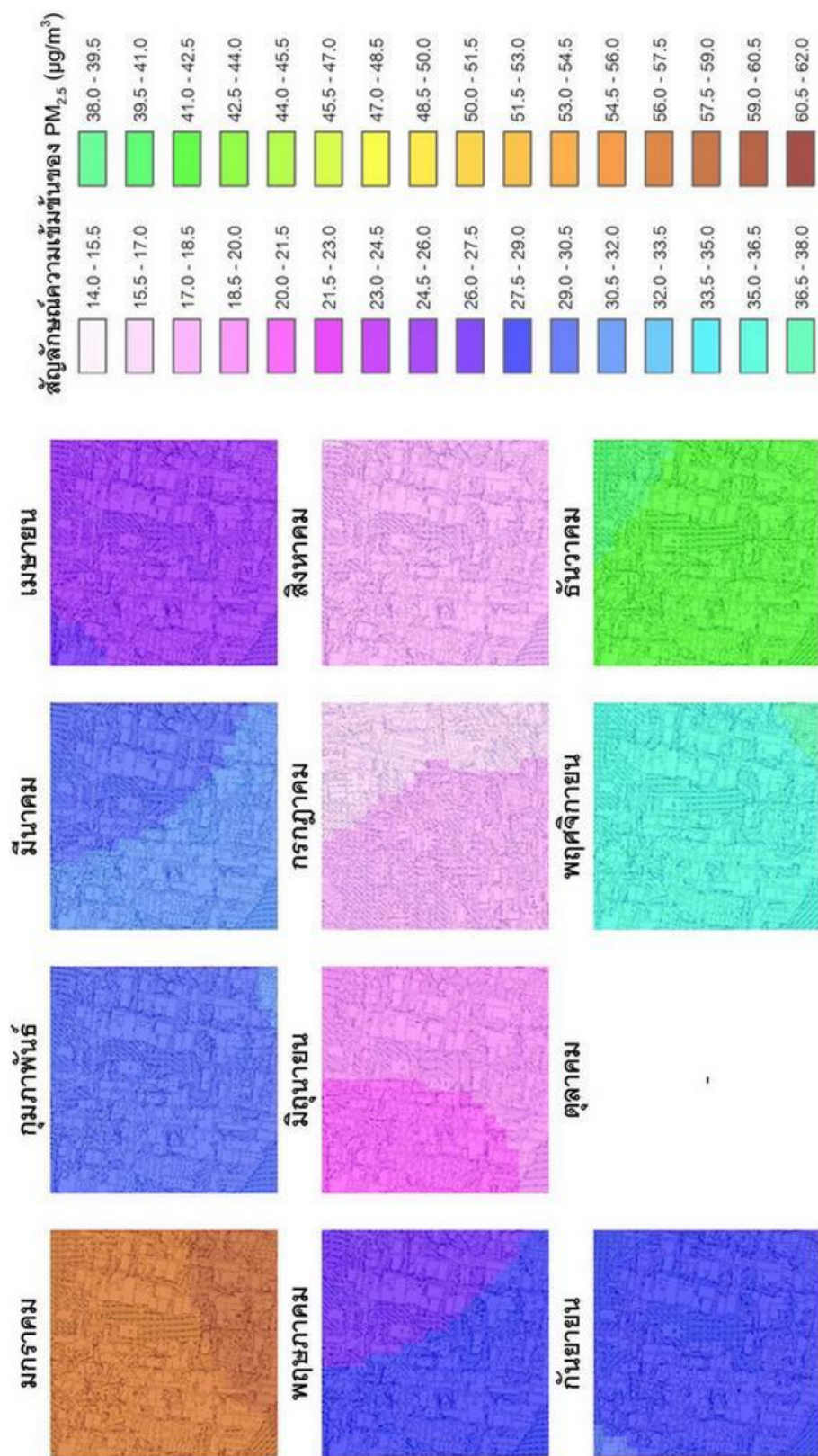
จากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) โดยส่วนใหญ่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $20.0 - 21.5 \mu g/m^3$ กระจายวงกว้างมาจากเดือนมิถุนายน

เดือนสิงหาคม ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $15.5 - 18.5 \mu g/m^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน $50 \mu g/m^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง โดยส่วนใหญ่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $17.0 - 18.5 \mu g/m^3$)

เดือนกันยายน ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $27.5 - 30.5 \mu g/m^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน $50 \mu g/m^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง โดยส่วนใหญ่ของพื้นที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $27.5 - 29.0 \mu g/m^3$ ยกเว้นในบริเวณอาคารทาวเวอร์ พาร์ค คอนโดมิเนียม ที่ตั้งอยู่ในซอยนานาเหนือ มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ สูงกว่าบริเวณอื่นเท่ากับ $29.0 - 30.5 \mu g/m^3$)

เดือนพฤศจิกายน ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $35.0 - 38.0 \mu g/m^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน $50 \mu g/m^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) แต่ความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เริ่มมีแนวโน้มสูงขึ้น แต่ยังไม่เกินมาตรฐาน โดยส่วนใหญ่ของพื้นที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $35.0 - 36.5 \mu g/m^3$ ยกเว้นในบริเวณซอยสุขุมวิท 21 ซอย 1 บริเวณโรงแรมซัมเมอร์เซ็ท เมฆอง อโศก และอาคารยัสपाल 2 และในบริเวณซอย 23 บริเวณโรงแรมซีทาดินส์ สุขุมวิท 23 บางกอก และโชติยากร คอนโดมิเนียม เป็นต้น ที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละอองสูงกว่าบริเวณอื่น ความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $36.5 - 38 \mu g/m^3$

เดือนธันวาคม ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $39.5 - 42.5 \mu g/m^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน $50 \mu g/m^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) แต่มีแนวโน้มสูงขึ้นจนเกินมาตรฐานจากเดือนกันยายน และพฤศจิกายน เป็นต้นมา โดยส่วนใหญ่ของพื้นที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $41.0 - 42.5 \mu g/m^3$ ยกเว้นบริเวณริมคลองแสนแสบ ที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ต่ำกว่าบริเวณอื่น ซึ่งในบริเวณนั้นส่วนใหญ่อาคารในพื้นที่ประกอบด้วยอาคารสูงไม่เกิน 10 เมตร เช่น ในบริเวณโรงเรียนนานาชาตินิสท์ บ้านเรือนที่ติดกับคลองแสนแสบและมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $39.5 - 41.0 \mu g/m^3$



ภาพประกอบ 41 ความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละออง PM_{2.5} และลักษณะทางกายภาพของเมือง พ.ศ. 2562 บริเวณพื้นที่ A

3.2 บริเวณพื้นที่ B

บริเวณพื้นที่ B คือ บริเวณพื้นที่ย่านสุขุมวิท – พร้อมพงษ์ เป็นบริเวณพื้นที่ที่มีส่วนเชื่อมต่อกับย่านนอศอก จึงทำให้ในบริเวณนี้มีความหนาแน่นของอาคารสูงรองจากย่านนอศอก ประกอบด้วยศูนย์การค้าขนาดใหญ่ อาคารสำนักงาน และที่พักอาศัยในรูปแบบต่างๆ มีแหล่งกำเนิดมลพิษที่สำคัญภายในพื้นที่และบริเวณโดยรอบ คือ ไอเสียจากรถยนต์ที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์และจากการจราจรที่ติดขัด ที่เกิดขึ้นในบริเวณถนนสายหลัก ได้แก่ ถนนสุขุมวิท ที่เชื่อมโยงแหล่งธุรกิจ พาณิชยกรรม และที่พักอาศัยในพื้นที่ ผสมกับปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยา เช่น อุณหภูมิ ความเร็วลม และทิศทางลมที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือน ทำให้ในแต่ละเดือนเกิดความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และลักษณะทางกายภาพของเมือง ดังภาพประกอบ 42 และมีรายละเอียด ดังนี้

เดือนมกราคม ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $54.5 - 60.5 \mu g/m^3$ เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน $50 \mu g/m^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) บริเวณที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ สูงกว่าบริเวณอื่น บริเวณพื้นที่ในซอยที่ติดกับแนวถนนสุขุมวิท เช่น ดันซอยสุขุมวิท 35 บริเวณศูนย์การค้าเอ็มควอเทียร์, จีเอส แมนชั่น และอาคารพาณิชยกรรมในบริเวณนั้น เป็นต้น มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $59.0 - 60.5 \mu g/m^3$ รองลงมาคือ บริเวณกลางพื้นที่ขนานกับแนวถนนสุขุมวิท ที่มีความหนาแน่นลดลงต่างจากบริเวณอาคารที่อยู่ในแนวถนนสุขุมวิท และบริเวณตันซอยที่เชื่อมกับถนนสุขุมวิท มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $57.5 - 59.0 \mu g/m^3$ และบริเวณที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ต่ำที่สุด คือ บริเวณบ้านเดี่ยว และทาวน์เฮ้าส์ ในซอยพร้อมพันธ์ และซอยพร้อมศรี 2 มีค่าเท่ากับ $56.0 - 57.5 \mu g/m^3$ และบริเวณซอยหมู่บ้านเฉลิมยงจันทร์ มีค่าเท่ากับ $54.5 - 56.0 \mu g/m^3$ ตามลำดับ

เดือนกุมภาพันธ์ ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $27.5 - 32.0 \mu g/m^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน $50 \mu g/m^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) โดยส่วนใหญ่ของพื้นที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $29.0 - 30.5 \mu g/m^3$ พบบริเวณซอยสุขุมวิท 39, 41, 43 และ 45 เป็นต้น และบริเวณที่ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ สูงที่สุด คือ $30.5 - 32 \mu g/m^3$ อยู่ในบริเวณซอยสุขุมวิท 33 และ 33/1 เช่น บริเวณอาคาร 33 ทาวเวอร์, เอพี สวิทส์ สุขุมวิท และ 33 เรสซิเดนซ์ อพาร์ทเมนต์ เป็นต้น ซึ่งเป็นบริเวณที่มีความหนาแน่นของอาคารสูงที่สูง และบริเวณที่ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ต่ำที่สุด คือ $27.5 - 29.0 \mu g/m^3$ พบบริเวณซอยหมู่บ้านเฉลิมยงจันทร์ ซึ่งเป็นทาวน์เฮ้าส์ที่สูงต่ำกว่า 10 เมตร

เดือนมีนาคม ในบริเวณพื้นที่ที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $27.5 - 32.0 \mu g/m^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน $50 \mu g/m^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) โดยส่วนใหญ่ของพื้นที่ที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $29.0 - 30.5 \mu g/m^3$ พบบริเวณซอยสุขุมวิท 39, 41, 43 และ 45 เป็นต้น และบริเวณที่ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ สูงที่สุด คือ $30.5 - 32 \mu g/m^3$ พบบริเวณซอยสุขุมวิท 33 และ 33/1 เช่น บริเวณอาคาร 33 ทาวเวอร์, เอพี สวิตซ์ สุขุมวิท และ 33 เรสซิเดนซ์ อพาร์ทเมนต์ เป็นต้น ซึ่งเป็นบริเวณที่มีความหนาแน่นของอาคารสูงที่สูง และบริเวณที่ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ต่ำที่สุด คือ $27.5 - 29.0 \mu g/m^3$ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นอาคารสูงต่ำกว่า 10 เมตร ในแนวนอนเรียบคลองระบายน้ำ ซอยสุขุมวิท 49/13 เช่น บริเวณทาวน์เฮ้าส์หมู่บ้านเฉลี่ยงจันทร์ ทาวน์โฮม และบ้านเดี่ยวที่กระจายตัวอยู่ในพื้นที่ เป็นต้น

เดือนเมษายน ในบริเวณพื้นที่ที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ อยู่ $21.5 - 26.0 \mu g/m^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษ กำหนดไว้ไม่เกิน $50 \mu g/m^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) โดยส่วนใหญ่ของพื้นที่ที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $24.5 - 26.0 \mu g/m^3$ พบบริเวณซอยสุขุมวิท 33 และ 33/1 เช่น บริเวณอาคาร 33 ทาวเวอร์, เอพี สวิตซ์ สุขุมวิท และ 33 เรสซิเดนซ์ อพาร์ทเมนต์ เป็นต้น ซึ่งเป็นบริเวณที่มีฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ สูงที่สุดในพื้นที่ รองลงมาคือ ในซอยสุขุมวิท 39, 41, 43 และ 45 เป็นต้น มีค่าเท่ากับ $23.0 - 24.5 \mu g/m^3$ และบริเวณที่ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ต่ำที่สุด เท่ากับ $21.5 - 23.0 \mu g/m^3$ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นอาคารที่มีความสูงต่ำกว่า 10 เมตร ในแนวนอนเรียบคลองระบายน้ำ ซอยสุขุมวิท 49/13 เช่น บริเวณหมู่บ้านเฉลี่ยงจันทร์ ทาวน์โฮม และบ้านเดี่ยวที่กระจายตัวอยู่ในพื้นที่ เป็นต้น

เดือนพฤษภาคม ในบริเวณพื้นที่ที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $23.0 - 29.0 \mu g/m^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน $50 \mu g/m^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) โดยส่วนใหญ่ของพื้นที่ที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $29.0 - 30.5 \mu g/m^3$ พบบริเวณซอยสุขุมวิท 33/1, 35, 39, 41, และ 43 เป็นต้น และบริเวณที่ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ สูงที่สุด คือ $30.5 - 32 \mu g/m^3$ อยู่ในบริเวณซอยสุขุมวิท 33 จนถึงซอยพร้อมจิต เช่น บริเวณอาคาร 33 ทาวเวอร์, 33 เรสซิเดนซ์ อพาร์ทเมนต์ และซีเอ็นซี เรสซิเดนซ์ เป็นต้น เป็นบริเวณที่มีความหนาแน่นของอาคารสูงที่สูง และบริเวณที่ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ต่ำ พบในซอยสุขุมวิท 49/1 และบริเวณบ้านเดี่ยว และทาวน์โฮม ในซอยพร้อมพันธ์ ซอยสุขุมวิท 49/13 และมีค่าต่ำที่สุดในซอยเฉลี่ยงจันทร์ บริเวณทาวน์เฮ้าส์หมู่บ้านเฉลี่ยง มีค่าเท่ากับ $24.5 - 26.0 \mu g/m^3$ และ $24.5 - 26 \mu g/m^3$ ตามลำดับ

เดือนมิถุนายน ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $18.5 - 21.5 \mu g/m^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน $50 \mu g/m^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) โดยส่วนใหญ่ของพื้นที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $18.5 - 20.0 \mu g/m^3$ พบบริเวณด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือจนมาถึงทิศใต้ เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 33, 33/1, 35 และ 39 เป็นต้น

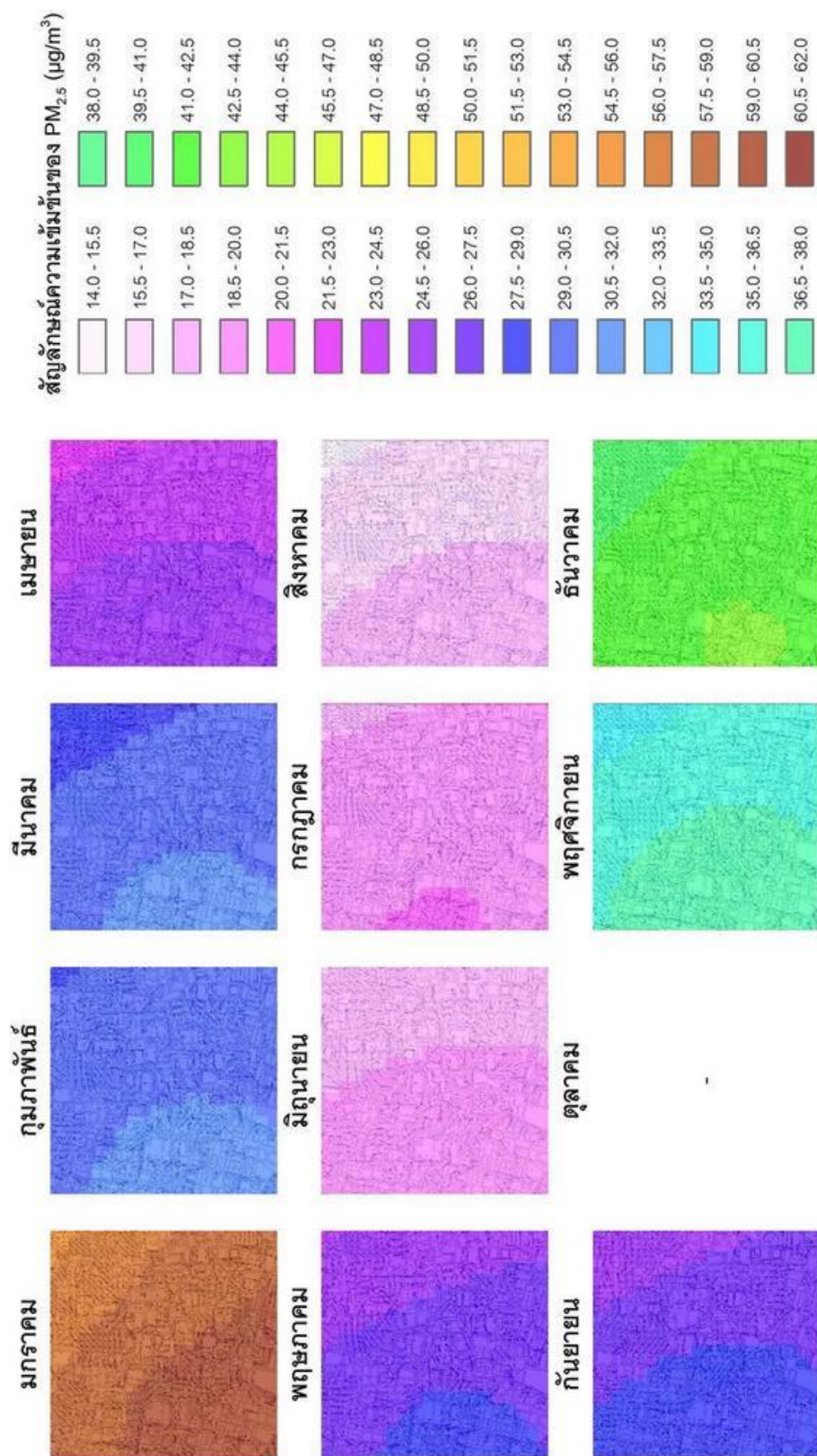
เดือนกรกฎาคม ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $17.0 - 21.5 \mu g/m^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน $50 \mu g/m^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) โดยส่วนใหญ่ของทั้งพื้นที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $18.5 - 20 \mu g/m^3$ กระจายวงกว้าง ยกเว้นในซอยสุขุมวิท 49/13 ที่มีความสูงของอาคารต่ำกว่า 10 เมตร ถึง 10 เมตร บริเวณนี้จึงมีความหนาแน่นของอาคารต่ำ เช่น บริเวณทาวน์เฮ้าส์ หมู่บ้านเฉลี่ยงจันทร์, หมู่บ้านลิโอ คลาสสิก เฟลส และบ้านเดี่ยวโดยรอบพื้นที่ เป็นต้น เป็นบริเวณที่มีค่าต่ำที่สุด เท่ากับ $17.0 - 18.5 \mu g/m^3$ และบริเวณที่มีค่าสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ $20.0 - 21.5 \mu g/m^3$ ในบริเวณอาคาร 33 ทาวเวอร์, ในเบิล อรารณ์ สุขุมวิท 33 และอาคารนิวแลนด์ เป็นต้น

เดือนสิงหาคม ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $13.0 - 18.5 \mu g/m^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน $50 \mu g/m^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) ภายในพื้นที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ สูงสุด เท่ากับ $17.0 - 18.5 \mu g/m^3$ พบบริเวณซอยสุขุมวิท 33, 33/1 และ 35 เช่น บริเวณศูนย์การค้าเอ็มควอเทียร์ อาคาร 33 ทาวเวอร์ และ 33 เรสซิเดนซ์ อพาร์ทเมนต์ เป็นต้น เป็นบริเวณที่มีความหนาแน่นของอาคารสูง รองลงมาคือ ในบริเวณซอยสุขุมวิท 41, 43 และ 45 เป็นต้น มีค่าเท่ากับ $15.5 - 17.0 \mu g/m^3$ และบริเวณที่ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ต่ำที่สุด เท่ากับ $13.0 - 15.5 \mu g/m^3$ อยู่ในบริเวณพื้นที่ที่มีอาคารที่มีความสูงต่ำกว่า 10 เมตร บริเวณซอยสุขุมวิท 49/13 เช่น บริเวณทาวน์เฮ้าส์ หมู่บ้านเฉลี่ยงจันทร์, ทาวน์โฮม และบ้านเดี่ยวที่กระจายตัวอยู่ในพื้นที่ เป็นต้น

เดือนกันยายน ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $24.5 - 29 \mu g/m^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน $50 \mu g/m^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) โดยส่วนใหญ่ของพื้นที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $27.5 - 29.0 \mu g/m^3$ พบบริเวณซอยสุขุมวิท 33, 33/1 และ 35 เป็นต้น เป็นบริเวณที่มีความหนาแน่นของอาคารสูงที่สูง รองลงมาคือ บริเวณตอนกลางของพื้นที่ ในบริเวณซอยสุขุมวิท 39, 41 และซอยพร้อมจิต เป็นต้น มีค่าเท่ากับ $26.0 - 27.5 \mu g/m^3$ และบริเวณที่ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ต่ำที่สุดอยู่ในซอยพร้อมพันธ์ ซอยสุขุมวิท 49/13 มีค่าต่ำที่สุด เท่ากับ $24.5 - 26.0 \mu g/m^3$

เดือนพฤศจิกายน ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $33.5 - 38.0 \mu g/m^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ ไม่ให้เกิน $50 \mu g/m^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) โดยส่วนใหญ่ของพื้นที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $36.5 - 38.0 \mu g/m^3$ พบบริเวณซอยสุขุมวิท 33, 33/1 และ 35 เป็นต้น เป็นบริเวณที่มีความหนาแน่นของอาคารสูงที่สูง เชื่อมต่อจากย่านอโศก ซึ่งเป็นย่านศูนย์กลางทางธุรกิจ รongลงมา คือ บริเวณตอนกลางของพื้นที่ ในซอยสุขุมวิท 39, 41 และซอยพร้อมจิต เป็นต้น มีค่าเท่ากับ $35.0 - 36.5 \mu g/m^3$ และบริเวณที่ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ต่ำที่สุดอยู่ในซอยพร้อมพันธ์ ซอยสุขุมวิท 49/13 มีค่าต่ำที่สุด เท่ากับ $33.5 - 35.0 \mu g/m^3$

เดือนธันวาคม ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $39.5 - 44.0 \mu g/m^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ ไม่ให้เกิน $50 \mu g/m^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) แต่มีแนวโน้มสูงขึ้นจนเกินมาตรฐานจากเดือนกันยายน และพฤศจิกายน โดยส่วนใหญ่ของพื้นที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $41.0 - 42.5 \mu g/m^3$ ยกเว้นในบริเวณซอยสุขุมวิท 33 ตั้งแต่อาคาร 33 ทาวเวอร์, ซีเอ็นซี เรสซิเดนซ์ คอนโดมิเนียม, อาคารพาณิชย์กรรม และตึกแถวในบริเวณนั้น มีค่าฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ สูงที่สุด เท่ากับ $42.5 - 44.0 \mu g/m^3$ เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีความหนาแน่นของอาคารสูงที่สูง ความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ในบริเวณนี้จึงสูงกว่าบริเวณอื่น และบริเวณที่ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ต่ำที่สุด คือ $39.5 - 41.0 \mu g/m^3$ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นอาคารที่สูงต่ำกว่า 10 เมตร พบบริเวณแนวถนนเรียบคลองระบายน้ำ ซอยสุขุมวิท 49/13 เช่น บริเวณหมู่บ้านเจียงจันทร์, ทาวนิโฮม และบ้านเดี่ยวที่อยู่ในพื้นที่ เป็นต้น



ภาพประกอบ 42 ความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และลักษณะทางกายภาพของเมือง พ.ศ. 2562 บริเวณพื้นที่ B

3.3 บริเวณพื้นที่ C

บริเวณพื้นที่ C คือ บริเวณพื้นที่ย่านสุขุมวิท – ทองหล่อ เป็นย่านศูนย์กลางทางธุรกิจอีกแห่งหนึ่งที่เชื่อมต่อมาจากย่านอโศก บริเวณนี้มีความหนาแน่นของอาคารสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งคอนโดมิเนียมและเซอร์วิสอพาร์ทเมนต์ เนื่องจากเป็นที่พักอาศัยของชาวต่างชาติที่ทำงานในประเทศไทย มีแหล่งกำเนิดมลพิษในพื้นที่และบริเวณโดยรอบ คือ ไอเสียจากรถยนต์ที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์และจากการจราจรที่ติดขัด ผสมกับปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยา เช่น อุณหภูมิ ความเร็วลม และทิศทางลมที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือน แต่ละฤดูกาล ทำให้ในแต่ละเดือนเกิดความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และลักษณะทางกายภาพของเมือง ดังภาพประกอบ 43 และดังรายละเอียด ดังนี้

เดือนมกราคม ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ 54.5 – 60.5 $\mu g/m^3$ เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน 50 $\mu g/m^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) บริเวณที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ สูงกว่าบริเวณอื่น พบในแนวถนนสุขุมวิท 55 ตั้งแต่ซอยทองหล่อ 7 จนถึงซอยทองหล่อ 19 ซึ่งมีอาคารสูงหนาแน่น ในบริเวณติดกับถนนสุขุมวิท 55 และมีความเร็วลมต่ำ เช่น ในซอยธารารมย์ 2, ซอยทองหล่อ 8, 13, 15 และ 18 มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ สูงที่สุด เท่ากับ 57.5 – 59.0 $\mu g/m^3$ ยกเว้นบริเวณคอนโดมิเนียม ซิด บายแอสสิริ ในซอยเอกมัย 12 ค่าเท่ากับ 59.0 – 60.5 $\mu g/m^3$ รองลงมาในแนวถนนสุขุมวิท 55 ตั้งแต่ซอยทองหล่อ 19 ขึ้นไป มีค่าเท่ากับ 56.0 – 57.5 $\mu g/m^3$ และบริเวณที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ต่ำที่สุด คือ บริเวณซอยพร้อมพรรณ มีค่าเท่ากับ 54.5 - 56.0 $\mu g/m^3$

เดือนกุมภาพันธ์ ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ 27.5 – 30.5 $\mu g/m^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน 50 $\mu g/m^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) โดยส่วนใหญ่ของพื้นที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ 27.5 - 29.0 $\mu g/m^3$ ยกเว้นตั้งแต่ในบริเวณซอยทองหล่อ 15 ลงมาตามแนวถนนสุขุมวิท 55 จนถึงซอยทองหล่อ 7 ที่มีค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ สูงขึ้น เท่ากับ 29.0 – 30.5 $\mu g/m^3$

เดือนมีนาคม ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ 27.5 – 29.0 $\mu g/m^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน 50 $\mu g/m^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) ทั้งหมดของพื้นที่

เดือนเมษายน ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ อยู่ 20.0 – 23.0 $\mu g/m^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน 50 $\mu g/m^3$ (อ้างอิงจาก

มาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) โดยส่วนใหญ่ของพื้นที่ที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ 21.5 – 23.0 $\mu g/m^3$ ยกเว้นในบริเวณโรงพยาบาลคามิลเลียน ซึ่งเป็นพื้นที่เปิดโล่ง มีค่าฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ 20.0 - 21.5 $\mu g/m^3$

เดือนพฤษภาคม ในบริเวณพื้นที่ที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ 23.0 – 26.0 $\mu g/m^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน 50 $\mu g/m^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) โดยส่วนใหญ่ของพื้นที่ที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ 23.0 – 24.5 $\mu g/m^3$ พบบริเวณซอยทองหล่อ 15 ขึ้นไปตามแนวถนนสุขุมวิท 55 ยกเว้นบริเวณซอยทองหล่อ 15 ลงมาตามแนวถนนสุขุมวิท 55 จนถึงซอยทองหล่อ 7 ที่มีค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ สูงขึ้น เท่ากับ 24.5 – 26.0 $\mu g/m^3$

เดือนมิถุนายน ในบริเวณพื้นที่ที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ 15.5 – 18.5 $\mu g/m^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน 50 $\mu g/m^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) โดยส่วนใหญ่ของพื้นที่ที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ 15.5 – 17.0 $\mu g/m^3$ ยกเว้นซอยทองหล่อ 7, 9 และ 17 เช่น ในบริเวณอาคารพาณิชย์กรรม ต้นซอยทองหล่อ 9 อาคารแกรนด์ เอ็นที ทาวเวอร์, พรีเมียร์ ทองหล่อ คอนโดมิเนียม และทองหล่อ การ์ดैंส อพาร์ทเมนต์ เป็นต้น มีค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ สูงที่สุด เท่ากับ 17.0 – 18.5 $\mu g/m^3$

เดือนกรกฎาคม ในบริเวณพื้นที่ที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ 17.0 – 18.5 $\mu g/m^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน 50 $\mu g/m^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) ทั้งหมดของพื้นที่

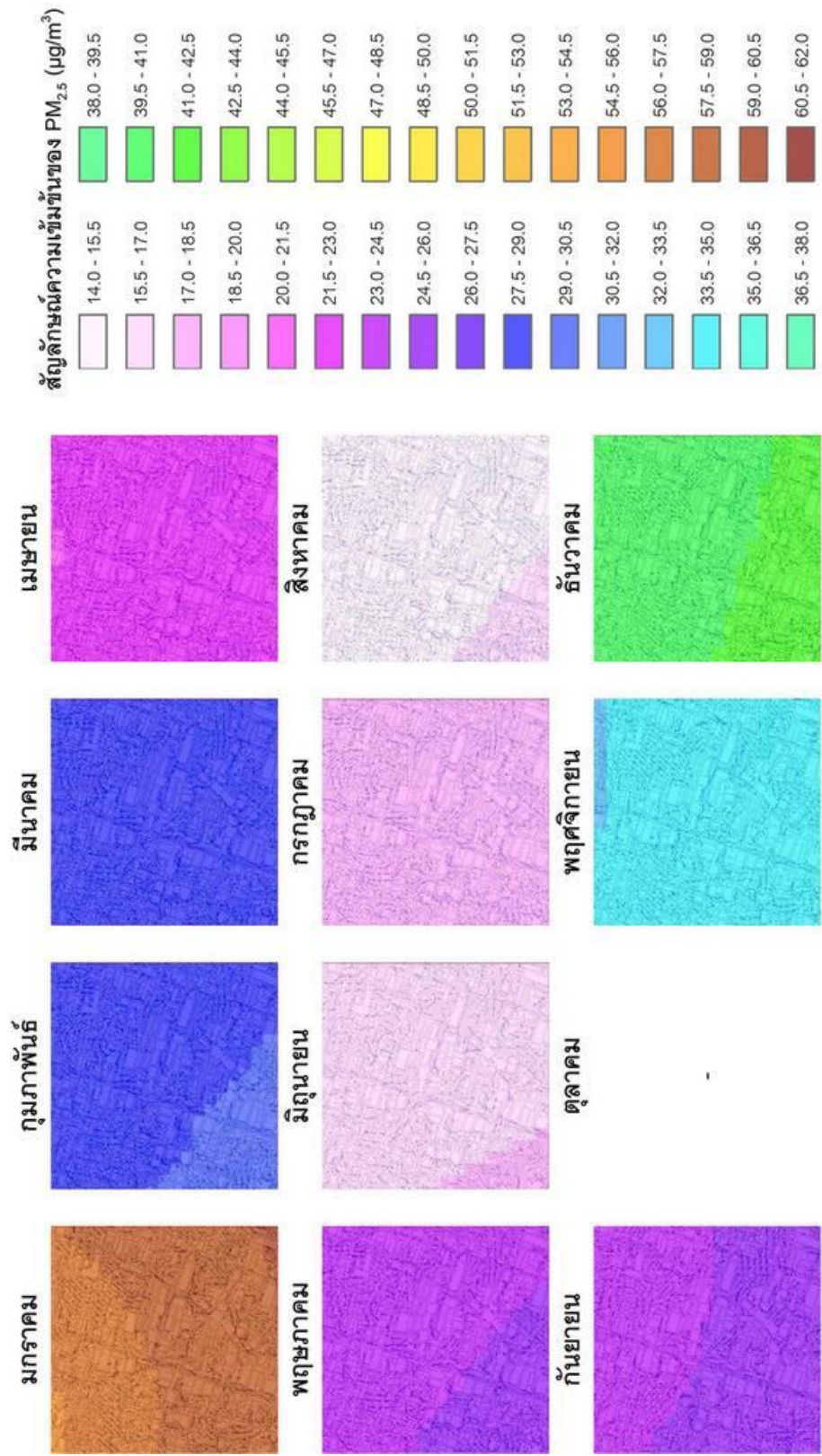
เดือนสิงหาคม ในบริเวณพื้นที่ที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ 13.0 – 17.0 $\mu g/m^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน 50 $\mu g/m^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) โดยส่วนใหญ่ของพื้นที่ที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ 13.0 – 15.5 $\mu g/m^3$ ยกเว้นตั้งแต่บริเวณซอยทองหล่อ 10 และซอยทองหล่อ 11 ลงมาที่ถนนสุขุมวิท 55 ที่มีค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ สูงขึ้น เท่ากับ 15.5 – 17.0 $\mu g/m^3$ จากความหนาแน่นของอาคารสูงตามแนวถนนที่มีความหนาแน่นมากกว่าบริเวณซอยทองหล่อ 11

เดือนกันยายน ในบริเวณพื้นที่ที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ 24.5 – 29 $\mu g/m^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน 50 $\mu g/m^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) โดยส่วนใหญ่ของพื้นที่ที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ 24.5 – 26.0 $\mu g/m^3$ ซึ่งเป็นค่าสูงที่สุดในบริเวณนี้ ตั้งแต่ในบริเวณซอยอรรถพิศุ และซอยทองหล่อ 18

ลงมาตามแนวนนสุขุมวิท 55 ส่วนบริเวณเหนือซอยอรรถพิสด์ และซอยทองหล่อ 18 ขึ้นไป ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ มีค่าลดลง เท่ากับ $23.0 - 24.5 \mu g/m^3$

เดือนพฤศจิกายน ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $32.0 - 35.0 \mu g/m^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน $50 \mu g/m^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) โดยส่วนใหญ่ของพื้นที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $33.5 - 35.0 \mu g/m^3$ ซึ่งเป็นค่าสูงที่สุดในบริเวณนี้ ยกเว้นในบริเวณโรงพยาบาลคามิลเลียน และบริเวณเหนือซอยเอกมัย 21 ขึ้นไป มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $32.0 - 33.5 \mu g/m^3$ ในบริเวณนั้นประกอบด้วยโรงพยาบาล ซึ่งมีพื้นที่โล่ง และบ้านเดี่ยวที่มีความสูงต่ำกว่า 10 เมตร ทำให้บริเวณนี้ฝุ่นละอองมีความเข้มข้นต่ำกว่าบริเวณอื่น

เดือนธันวาคม ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $39.5 - 42.5 \mu g/m^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน $50 \mu g/m^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) แต่มีแนวโน้มสูงขึ้นจนเกินมาตรฐาน โดยส่วนใหญ่ของพื้นที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $39.5 - 41.0 \mu g/m^3$ ตั้งแต่บริเวณซอยทองหล่อ 15 ขึ้นไปตามแนวนนสุขุมวิท 55 ยกเว้นบริเวณซอยทองหล่อ 15 ลงมาตามแนวนนสุขุมวิท 55 จนถึงซอยทองหล่อ 7 ที่มีค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ สูงขึ้น เท่ากับ $41.0 - 42.5 \mu g/m^3$ จากความหนาแน่นของอาคารสูงที่ตั้งอยู่ริมถนนสุขุมวิท 55 ที่มีความหนาแน่นกว่าบริเวณอื่น ส่งผลต่อการแพร่กระจายตัวของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ในบริเวณนี้



ภาพประกอบ 43 ความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละออง PM_{2.5} และลักษณะทางกายภาพของเมือง พ.ศ. 2562 บริเวณพื้นที่ C

3.4 บริเวณพื้นที่ D

บริเวณพื้นที่ D คือ บริเวณพื้นที่ย่านเอกมัย – พระโขนง เชื่อมระหว่างย่านเอกมัย และพระโขนงเข้าด้วยกัน มีถนนสุขุมวิท 65 และถนนปรีดิพนมยงค์ หรือที่เรียกว่าถนนสุขุมวิท 71 ขนาบด้านข้างพื้นที่นี้ บริเวณนี้มีความหนาแน่นของอาคารสูงลดลงจากบริเวณอื่นๆ ภายในพื้นที่ ประกอบด้วยอาคารพาณิชย์กรรม อาคารสำนักงาน และที่พักอาศัย ประเภทบ้านเดี่ยว และทาวน์เฮ้าส์ เป็นต้น ในส่วนคอนโดมิเนียม และอพาร์ทเมนต์ มีการกระจายตัวอยู่ภายในพื้นที่ แต่ไม่ได้มีการกระจุกตัวกันอย่างหนาแน่นในบริเวณริมถนนเหมือนบริเวณอื่นๆ พื้นที่นี้มีแหล่งกำเนิดมลพิษที่สำคัญภายในพื้นที่และบริเวณโดยรอบ คือ ไอเสียจากรถยนต์ที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์ และการจราจรที่ติดขัด ที่เกิดขึ้นในบริเวณแนวถนนสุขุมวิท และถนนสุขุมวิท 71 ผสมกับปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยา เช่น อุณหภูมิ ความเร็วลม และทิศทางลม ที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือน ทำให้ในแต่ละเดือนเกิดความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และลักษณะทางกายภาพของเมือง ดังภาพประกอบ 44 และดังรายละเอียด ดังนี้

เดือนมกราคม ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ 59.0 - 62.0 $\mu g/m^3$ เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน 50 $\mu g/m^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) บริเวณที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ สูงกว่าบริเวณอื่น พบบริเวณอาคารในแนวถนนสุขุมวิท เช่น บริเวณไลฟ์ แอท สุขุมวิท คอนโดมิเนียม, เดอะลอฟท์ เอกมัย และโรงพยาบาลสุขุมวิท เป็นต้น ซึ่งมีการเรียงตัวกันของอาคารสูงติดแนวถนนสุขุมวิท ความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ในบริเวณนี้เท่ากับ 60.5 – 62.0 $\mu g/m^3$ ส่วนด้านในพื้นที่บริเวณที่ไม่ติดกับถนนสุขุมวิท เป็นบริเวณที่มีความหนาแน่นของอาคารสูงต่ำ เช่น บ้านเดี่ยว, ทาวน์เฮ้าส์ และตึกแถว รวมถึงพื้นที่โล่ง ความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ลดลง เท่ากับ 59.0 – 60.5 $\mu g/m^3$

เดือนกุมภาพันธ์ ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ 27.5 – 30.5 $\mu g/m^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน 50 $\mu g/m^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) โดยส่วนใหญ่ของพื้นที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ 27.5 - 29.0 $\mu g/m^3$ พบบริเวณพื้นที่โล่งบริเวณซอยปรีดิพนมยงค์ 26 และหมู่บ้านแสนสิริ ซอยสุขุมวิท 64 เป็นต้น บริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ สูง มีค่าเท่ากับ 29.0 – 30.5 $\mu g/m^3$ เช่น ในซอยเอกมัย 2 และ 4 บริเวณซิมเมอร์เซ็ท เอกมัย เซอร์วิสอพาร์ทเมนต์, บลอสซั่ม วิลล์ คอนโดมิเนียม และเบเวอร์ลี่ฮิลล์ แมนชั่น และในบริเวณซอยสุขุมวิท 65 บริเวณไลฟ์ แอท สุขุมวิท คอนโดมิเนียม และเดอะลอฟท์ เอกมัย คอนโดมิเนียม เป็นต้น

เดือนมีนาคม ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ 27.5 – 29.0 $\mu g/m^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษ กำหนดไว้ไม่เกิน 50 $\mu g/m^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) ทั้งหมดของพื้นที่

เดือนเมษายน ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ อยู่ 20.0 – 23.0 $\mu g/m^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษ กำหนดไว้ไม่เกิน 50 $\mu g/m^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) โดยส่วนใหญ่ของพื้นที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ 21.5 – 23.0 $\mu g/m^3$ ยกเว้นในบริเวณแนวถนนสุขุมวิท 71 ซึ่งไม่ใช่ถนนสายหลัก ในบริเวณนี้ส่วนใหญ่ประกอบด้วยพื้นที่เปิดโล่ง บ้านเดี่ยว ทาวน์เฮ้าส์ ตึกแถว และอาคารอื่นที่มีความสูงต่ำกว่า 10 เมตร ทำให้บริเวณนี้มีค่าฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ต่ำกว่าบริเวณอื่น เท่ากับ 20.0 - 21.5 $\mu g/m^3$

เดือนพฤษภาคม ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ 23.0 – 26.0 $\mu g/m^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน 50 $\mu g/m^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) ในบริเวณด้านตะวันออกของพื้นที่ ตั้งแต่บริเวณซอยสุขุมวิท 67 ซอยปรีดิพนมยงค์ 3 ขึ้นไป ผ่านหมู่บ้านแสนสิริ จนถึงพื้นที่โล่ง มีค่าความเข้มข้นฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ 23.0 - 24.5 $\mu g/m^3$ ด้านตะวันตกของพื้นที่ คือ บริเวณซอยสุขุมวิท 65 และซอยสุขุมวิท 65/1 เข้าไปด้านในซอยจนสุดพื้นที่ เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 65 บริเวณไลฟ์ แอท สุขุมวิท คอนโดมิเนียม และเดอะลอฟท์ เอกมัย คอนโดมิเนียม เป็นต้น และในบริเวณซอยเอกมัย 2 และ 4 บริเวณซิมเมอร์เซต เอกมัย เซอร์วิสอพาร์ทเม้นท์, บลอสซั่ม วิลล์ คอนโดมิเนียม และเบเวอร์ลีฮิลล์ แมนชั่น เป็นต้น บริเวณนี้มีความหนาแน่นของอาคารสูง มากกว่าด้านตะวันออก ทำให้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ สูงกว่า เท่ากับ 24.5 – 26.0 $\mu g/m^3$

เดือนมิถุนายน ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ 15.5 – 17.0 $\mu g/m^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษ กำหนดไว้ไม่เกิน 50 $\mu g/m^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) ทั้งหมดของพื้นที่

เดือนกรกฎาคม ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ 17.0 – 18.5 $\mu g/m^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน 50 $\mu g/m^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) ทั้งหมดของพื้นที่

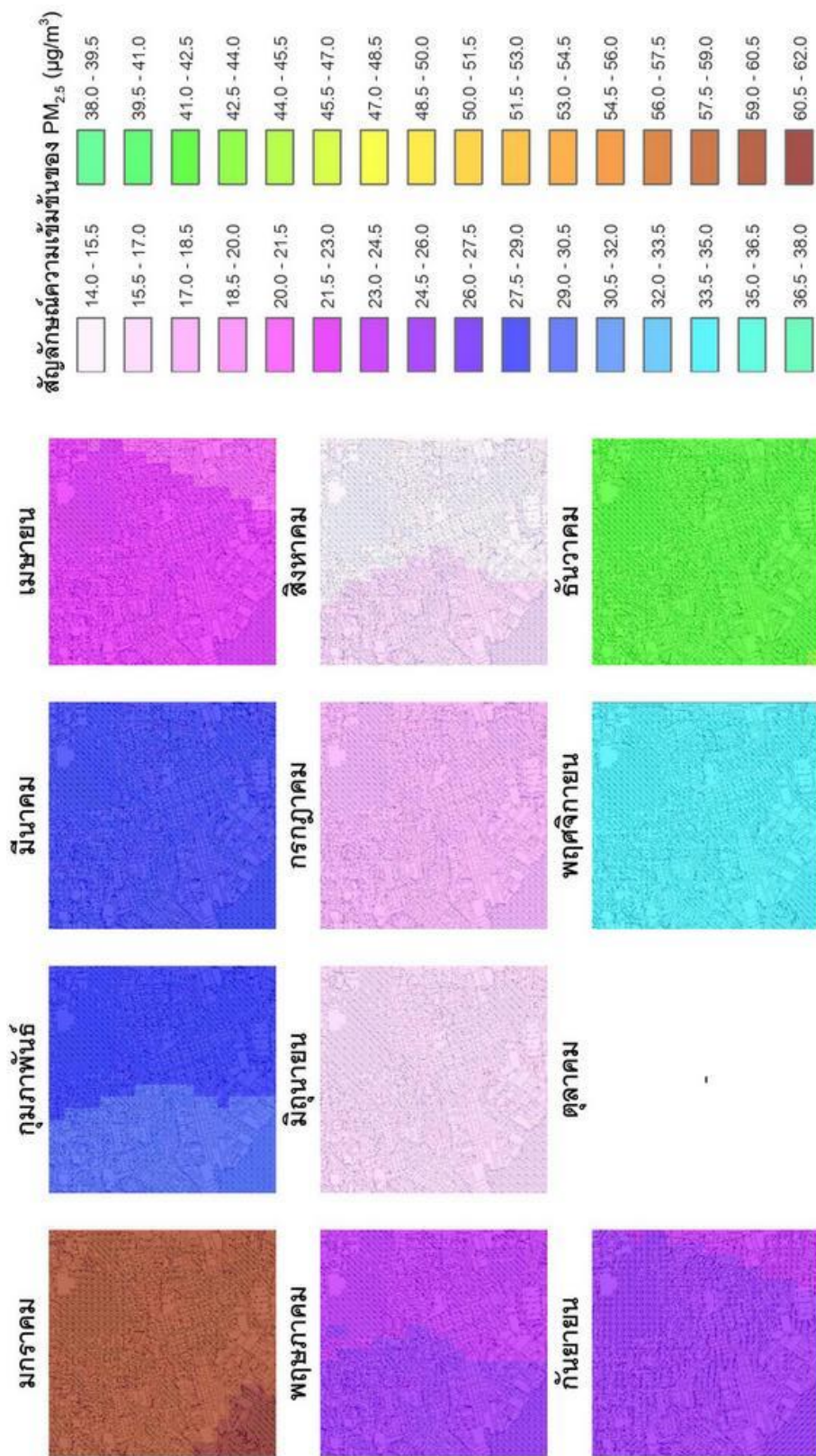
เดือนสิงหาคม ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ 13.0 – 17.0 $\mu g/m^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน 50 $\mu g/m^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) บริเวณด้านตะวันออกของพื้นที่ ตั้งแต่บริเวณซอยสุขุมวิท 67 ซอยปรีดิพนมยงค์ 3 ขึ้นไป ผ่านหมู่บ้านแสนสิริ จนถึงพื้นที่โล่ง ในบริเวณนี้มีความเข้มข้นของ

ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $13.0 - 15.5 \mu g/m^3$ บริเวณด้านตะวันตกของพื้นที่ คือ บริเวณซอยสุขุมวิท 65 และซอยสุขุมวิท 65/1 เข้าไปด้านในซอยจนสุดพื้นที่ เช่น ในบริเวณซอยสุขุมวิท 65 บริเวณไลฟ์ แอท สุขุมวิท คอนโดมิเนียม และเดอะลอฟท์ เอกมัย คอนโดมิเนียม เป็นต้น และในบริเวณซอยเอกมัย 2 และ 4 บริเวณซั่มเมอร์เซ่ท์ เอกมัย เซอร์วิสอพาร์ทเม้นท์, บลอสซั่ม วิลล์ คอนโดมิเนียม และเบเวอร์ลี่ฮิลล์ แมนชั่น เป็นต้น บริเวณนี้มีความหนาแน่นของอาคารสูงมากกว่า ด้านตะวันออก ทำให้บริเวณนี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ สูงกว่า เท่ากับ $15.50 - 17.0 \mu g/m^3$

เดือนกันยายน ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $23.0 - 26.0 \mu g/m^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน $50 \mu g/m^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) โดยส่วนใหญ่ของพื้นที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $24.5 - 26.0 \mu g/m^3$ ยกเว้นในบริเวณแนวถนนสุขุมวิท 71 ซึ่งไม่ใช่ถนนสายหลัก ในบริเวณนี้ส่วนใหญ่ประกอบด้วยพื้นที่เปิดโล่ง บ้านเดี่ยว ทาวน์เฮ้าส์ ตึกแถว และอาคารอื่นที่มีความสูงต่ำกว่า 10 เมตร ทำให้บริเวณนี้มีค่าฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ต่ำกว่าบริเวณอื่น เท่ากับ $23.0 - 24.5 \mu g/m^3$

เดือนพฤศจิกายน ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $32.0 - 35.0 \mu g/m^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ ไม่เกิน $50 \mu g/m^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) ทั้งหมดของพื้นที่

เดือนธันวาคม ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $39.5 - 42.5 \mu g/m^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ ไม่เกิน $50 \mu g/m^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) แต่มีแนวโน้มสูงขึ้นจนเกินมาตรฐานจากเดือนกันยายนและพฤศจิกายนเป็นต้นมา



ภาพประกอบ 44 ความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละออง PM_{2.5} และลักษณะทางกายภาพของเมือง พ.ศ. 2562 บริเวณพื้นที่ D

3.5 บริเวณพื้นที่ E

บริเวณพื้นที่ E คือ บริเวณพื้นที่ย่านพระโขนง – คลองตันมีถนนปรีดิพนมยงค์ หรือที่เรียกว่าถนนสุขุมวิท 71 เชื่อมระหว่างถนนสุขุมวิทและถนนรามคำแหง เข้าสู่พื้นที่ใจกลางเมือง ทำให้บริเวณนี้มีความหนาแน่นของอาคารสูงต่ำกว่าบริเวณอื่นๆ มีชุมชนกระจายอยู่ในพื้นที่ ภายในพื้นที่ส่วนใหญ่ประกอบด้วยอาคารพาณิชย์กรรม สำนักงาน อาคารที่พักอาศัยในรูปแบบตึกแถว บ้านเดี่ยว และทาวน์เฮ้าส์ เป็นต้น มีแหล่งกำเนิดมลพิษที่สำคัญภายในพื้นที่และบริเวณโดยรอบ คือ ไอเสียจากรถยนต์ที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์ และการจราจรที่ติดขัด บนถนนสุขุมวิท ต่อเนื่องมายังถนนสุขุมวิท 71 ผวนวกกับปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยา เช่น อุณหภูมิ ความเร็วลม และทิศทางลมที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือน แต่ละฤดูกาล ทำให้ในแต่ละเดือนเกิดความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และลักษณะทางกายภาพของเมือง ดังภาพประกอบ 45 และมีรายละเอียด ดังนี้

เดือนมกราคม ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ 57.0 – 60.5 $\mu g/m^3$ เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน 50 $\mu g/m^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) บริเวณที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ สูงกว่าบริเวณอื่น ได้แก่ ในแนวถนนสุขุมวิท 71 เชื่อมมาจากแยกคลองตัน และถนนเพชรบุรี และบริเวณซอยปรีดิพนมยงค์ 37 บริเวณเดอะพาร์คเลน ทาวน์โฮม, 7 เดย์ อพาร์ทเม้นท์ และอาคารสำนักงานไม่ทราบชื่อ เป็นต้น ความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ในบริเวณนี้เท่ากับ 59.0 – 60.5 $\mu g/m^3$ ส่วนในบริเวณซอยประเสริฐดี ซอยเยาวราช ซอยเอกมัย 22 ในบริเวณนี้ประกอบด้วยบ้านเดี่ยว และทาวน์เฮ้าส์ เป็นต้น ที่มีความสูงต่ำกว่า 10 เมตร ความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ 57.5 – 59.0 $\mu g/m^3$

เดือนกุมภาพันธ์ ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ 27.5 – 29.0 $\mu g/m^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษ กำหนดไว้ไม่เกิน 50 $\mu g/m^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) ทั้งหมดของพื้นที่

เดือนมีนาคม ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ 27.5 – 29.0 $\mu g/m^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน 50 $\mu g/m^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) ทั้งหมดของพื้นที่

เดือนเมษายน ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ อยู่ 20.0 – 23.0 $\mu g/m^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน 50 $\mu g/m^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) โดยส่วนใหญ่ของพื้นที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ 21.5

– $23.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ยกเว้นในบริเวณซอยปรีดีพนมยงค์ 36 บริเวณมูลนิธิแสงสว่าง บริเวณนี้มีค่าฝุ่นละออง $\text{PM}_{2.5}$ ต่ำกว่าบริเวณอื่น เท่ากับ $20.0 - 21.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

เดือนพฤษภาคม ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $\text{PM}_{2.5}$ เท่ากับ $23.0 - 24.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) ทั้งหมดของพื้นที่

เดือนมิถุนายน ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $\text{PM}_{2.5}$ เท่ากับ $15.5 - 17.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) ทั้งหมดของพื้นที่

เดือนกรกฎาคม ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $\text{PM}_{2.5}$ เท่ากับ $15.5 - 18.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) โดยส่วนใหญ่ของพื้นที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $\text{PM}_{2.5}$ เท่ากับ $17.0 - 18.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ยกเว้นด้านตะวันออกของแนวถนนสุขุมวิท 71 ตั้งแต่ซอยปรีดีพนมยงค์ 34 ขึ้นไป รวมถึงบางส่วนของซอยปรีดีพนมยงค์ 43 ขึ้นไปจนถึงซอยเยาวราช มีค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง $\text{PM}_{2.5}$ เท่ากับ $15.5 - 17.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$

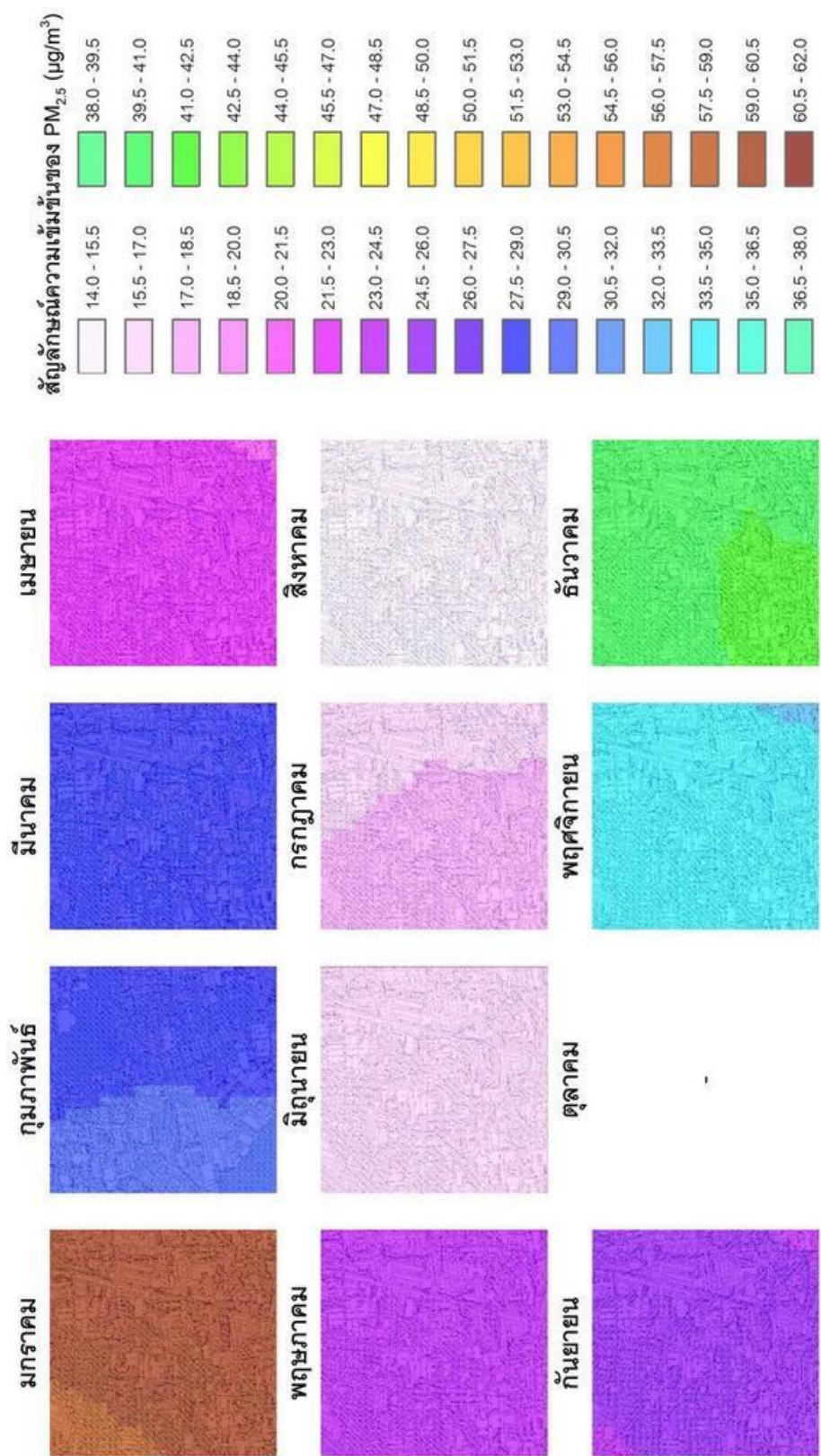
เดือนสิงหาคม ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $\text{PM}_{2.5}$ เท่ากับ $13.0 - 17.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) ทั้งหมดของพื้นที่

เดือนกันยายน ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $\text{PM}_{2.5}$ เท่ากับ $23 - 0.026 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) โดยส่วนใหญ่ของพื้นที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง เท่ากับ $24.5 - 0.026 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ยกเว้นในบริเวณซอยปรีดีพนมยงค์ 36 บริเวณมูลนิธิแสงสว่าง และบริเวณซอยประเสริฐดี ในบริเวณนี้ประกอบด้วย บ้านเดี่ยว ทาวน์เฮ้าส์ และอพาร์ทเมนต์ ที่มีความสูงต่ำ ความเข้มข้นของฝุ่นละออง $\text{PM}_{2.5}$ เท่ากับ $23.524 - 0.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$

เดือนพฤศจิกายน ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $\text{PM}_{2.5}$ เท่ากับ $32.0 - 35.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง โดยส่วนใหญ่ของพื้นที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $\text{PM}_{2.5}$ เท่ากับ $33.5 - 35.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ยกเว้นบริเวณซอยพาณิชย์พนันต์ ที่ประกอบด้วยบ้านเดี่ยว ทาวน์เฮ้าส์ และอพาร์ทเมนต์ ที่มีความสูงต่ำ ความเข้มข้นของฝุ่นละออง $\text{PM}_{2.5}$ เท่ากับ $32.0 - 33.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

เดือนธันวาคม ในบริเวณพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $39.5 - 42.5 \mu g/m^3$ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน $50 \mu g/m^3$ (อ้างอิงจากมาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) แต่มีแนวโน้มสูงขึ้นจนเกินมาตรฐาน โดยส่วนใหญ่ของพื้นที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $39.5 - 41.0 \mu g/m^3$ ยกเว้นในบริเวณด้านตะวันตกของแนวถนนสุขุมวิท 71 ตั้งแต่ซอยปรีดีพนมยงค์ 29 จนถึงซอยปรีดีพนมยงค์ 37 มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ สูงกว่าบริเวณอื่นๆ เท่ากับ $41.0 - 42.5 \mu g/m^3$ เนื่องจากมีความหนาแน่นของอาคารพาณิชย์กรรม และมีความหนาแน่นของอาคารสูงมากกว่าบริเวณอื่น เช่น บริเวณอาคารคาซ่า วีว่า คอนโดมิเนียม, เลอ ซาโต แมนชั่น, เอ็มไพร์ เอ้าส์ คอนโดมิเนียม และ ทากะ เอ้าส์ คอนโดมิเนียม รวมถึงทาวนิโฮมอื่นๆ ในพื้นที่



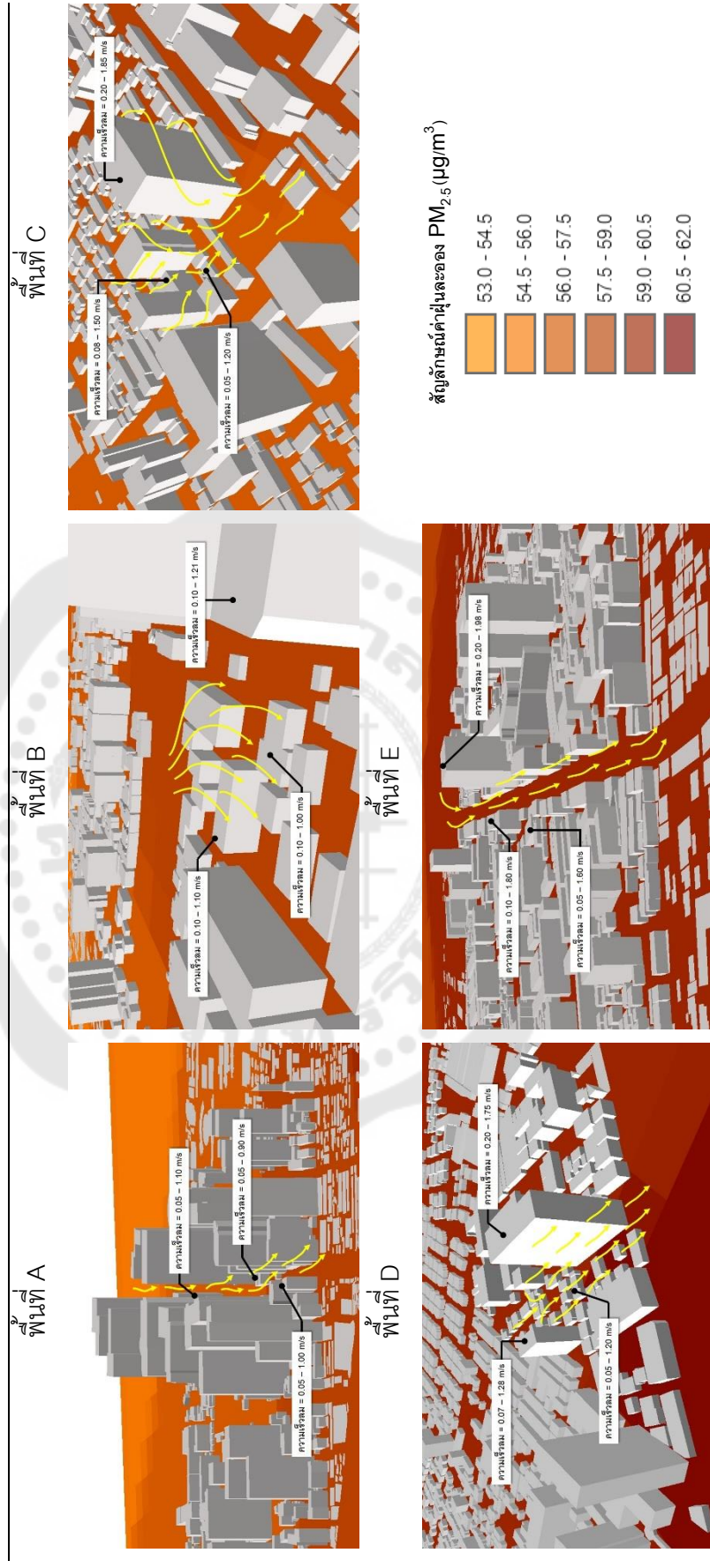


ภาพประกอบ 45 ความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และดัชนีชะทางกายภาพของเมือง พ.ศ. 2562 บริเวณพื้นที่ E

จากผลการศึกษา พบว่าเดือนมกราคม คือเดือนที่ได้รับผลกระทบจากความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ สูงเกินมาตรฐาน โดยค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ สูง พบในบริเวณที่มีความหนาแน่นอาคารสูงและอาคารที่มีความสูง 100 เมตรขึ้นไป ซึ่งพบว่าพื้นที่ศึกษา D มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ สูงที่สุด (ตาราง 7) พบบริเวณย่านเอกมัย – พระโขนง มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ สูงสุด เท่ากับ $60.5 - 62.0 \mu g/m^3$ ในบริเวณอาคารสูง ที่อยู่ติดกับแนวถนนสุขุมวิท เช่น บริเวณอาคารไลฟ์ แอท สุขุมวิท คอนโดมิเนียม, โซว์รูมมาสด้า และ เดอะ ลอฟท์ เอกมัย และด้านหลังอาคารสูงริมถนนสุขุมวิท ส่วนใหญ่เป็นอาคารที่มีระดับความสูงต่ำกว่า 10 เมตร เมื่อลมเคลื่อนที่ผ่านอาคารที่มีความสูงต่ำกว่า 10 เมตร มาถึงในบริเวณนี้ ที่มีอาคารสูงกระจุกตัวอยู่หนาแน่น ความเร็วลม เท่ากับ $0.20 - 1.75 \text{ m/s}$ ลมถูกบีบตัวให้มีพื้นที่ของการเคลื่อนที่ลดลง ฝุ่นมีการรวมตัวกันมากขึ้น ทำให้ในบริเวณนี้มีค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $61.55 \mu g/m^3$ เช่นเดียวกับในบริเวณพื้นที่ E บริเวณแนวช่องว่างระหว่างถนนสุขุมวิท 71 มีความเร็วลมสูง และค่าฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ สูง ซึ่งแตกต่างกับบริเวณพื้นที่ A และ B ที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูงในพื้นที่สูงกว่า ความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่สูงกว่า ทำให้มีความเร็วต่ำ ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ จึงมีค่าความเข้มข้นต่ำ รายละเอียดดังตาราง 16

ตาราง 16 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และลักษณะทางกายภาพของเมือง เดือนกราคม พ.ศ. 2562

เดือนมกราคม



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ปัญหามลพิษทางอากาศฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ เป็นปัญหาสำคัญที่เมืองใหญ่ทั่วโลกกำลังประสบ ส่งผลกระทบต่อสุขภาพร่างกายของผู้คนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่เมืองนั้นๆ และกรุงเทพมหานคร ในพื้นที่เขตวัฒนา เป็นอีกหนึ่งพื้นที่ที่ประสบปัญหานี้อยู่ จากปัจจัยทางด้านแหล่งกำเนิดมลพิษ การพัฒนาและแปรสภาพของมลพิษ และลักษณะทางกายภาพของพื้นที่เนื่องจากพื้นที่เขตวัฒนา เป็นพื้นที่ใจกลางเมืองที่มีความเป็นเมืองสูง มีความหนาแน่นของอาคารสูงตั้งอยู่ภายในพื้นที่ มีประชากรอพยพเข้ามาอาศัยอยู่ในพื้นที่ เข้ามาทำงาน ก่อให้เกิดการจราจรหนาแน่นและติดขัด ซึ่งความเป็นเมืองของพื้นที่เขตวัฒนาที่กล่าวมานี้ ล้วนเป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศ ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เนื่องจากพื้นที่เขตวัฒนามีแหล่งกำเนิดหลักที่สำคัญในพื้นที่ คือ การจราจรที่ติดขัด ส่งผลต่อการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิงจากยานพาหนะ ความหนาแน่นของอาคารสูงในพื้นที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการไหลเวียนของลม และการระบายความร้อนในพื้นที่ที่ลดลง เกี่ยวเนื่องกับสภาพอากาศทางอุตุนิยมวิทยา ส่งผลต่อการพัฒนาและแปรสภาพของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ในพื้นที่ การศึกษาทางด้านต่างๆ ได้แก่ 1) การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ และปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาภายในพื้นที่เมือง 2) การศึกษาลักษณะทางกายภาพของเมืองที่มีผลต่อการไหลเวียนของลมภายในพื้นที่เมือง ที่ระดับความสูง 10 เมตร 30 เมตร และ 100 เมตร 3) การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ และลักษณะทางกายภาพของเมืองด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และแบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ จะช่วยให้ทราบถึงลักษณะอาคารในพื้นที่เมืองส่งผลต่อประสิทธิภาพการไหลเวียนของกระแสลมในแต่ละเดือนของพ.ศ. 2562 และส่งผลต่อค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ในเดือนใด และบริเวณใดบ้าง เป็นแนวทางที่จะช่วยลดผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ที่อาศัยหรือทำงานภายในพื้นที่ศึกษา

1. สรุปผลการศึกษา

1.1 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ กับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาภายในพื้นที่เมือง

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ กับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม ในรูปแบบรายปี และรายเดือนของพ.ศ. 2562 ด้วยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติ ในรูปแบบรายปี สรุปได้ว่าตัวแปรที่ทำการศึกษา

มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน แปรผันตามการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศที่เกิดขึ้นตลอดทั้งปี โดยอุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วลมมีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ในทางลบหรือในทิศทางแปรผกผัน เช่น ในช่วงอุณหภูมิต่ำ ค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ จะสูง และในช่วงอุณหภูมิสูง ค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ จะต่ำ เป็นต้น และพบว่าความเร็วลมมีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ สูงที่สุด ($R^2 = 0.385$) รองลงมาคืออุณหภูมิ ($R^2 = 0.272$) และความชื้น ($R^2 = 0.240$) ตามลำดับ เนื่องจากความเร็วลม คือตัวกลางที่ทำให้ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เคลื่อนที่หรือแพร่กระจายตัวออกจากพื้นที่ จากการไหลเวียนของลม ถ้าหากไม่มีความเร็วลม ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ก็จะสะสมตัวภายในพื้นที่ ไม่สามารถแพร่กระจายตัวออกไปจนค่าฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เจือจางได้

ในรูปแบบรายเดือน สรุปได้ว่าปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วลม ที่มีอิทธิพลต่อค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ในแต่ละเดือน โดยมีความสัมพันธ์ที่แปรปรวนทั้งในทิศทางเดียวกัน และทิศทางตรงกันข้าม อุณหภูมิมีความสัมพันธ์ต่อความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ สูงที่สุดในเดือนมกราคม กรกฎาคม และกันยายน ตามลำดับ เนื่องจากเดือนมกราคม เป็นเดือนที่มีค่าความเข้มข้นฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เกินมาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษมากที่สุด จากการที่ประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากความกดอากาศสูงเคลื่อนที่จากสาธารณรัฐประชาชนจีนแผ่ลงมาปกคลุมประเทศไทย ก่อให้เกิดสภาพอากาศปิด ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ไม่สามารถแพร่กระจายตัวได้ ผสมกับพื้นที่ศึกษาได้รับอิทธิพลจากจุดความร้อนที่เกิดจากการเผาในที่โล่งและไฟฟ้า ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ทั้งในและนอกประเทศ ทำให้ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ มีความเข้มข้นสูง ในขณะที่อุณหภูมิสูง ในส่วนเดือนกรกฎาคม และกันยายน อยู่ในช่วงฤดูฝน ปัจจัยทางด้านอุณหภูมิ มีความสัมพันธ์ต่อความชื้นที่เกิดขึ้นจากฝนที่ตกลงมา ทำให้ความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ในเดือนกรกฎาคม และกันยายนต่ำ ไม่มีค่าความเข้มข้นฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนด จึงทำให้มีอุณหภูมิมีความสัมพันธ์กับฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ในเดือนที่กล่าวมาสูงที่สุด 3 อันดับแรก

ในส่วนของความชื้นมีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ สูงที่สุดในเดือนกรกฎาคม กันยายน และพฤศจิกายนตามลำดับ ซึ่งมีความสอดคล้องเช่นเดียวกับที่กล่าวมาในความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เนื่องจากเดือนกรกฎาคม และกันยายน อยู่ในช่วงฤดูฝน ฝนตกชุก ความชื้นสูงขึ้นจากฝนที่ตกลงมา ทำให้ความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ในเดือนกรกฎาคม และกันยายนต่ำ ค่าความเข้มข้นฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนด และเดือนมีนาคม ความชื้นมีอิทธิพลต่อความเข้มข้น

ของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ต่ำที่สุด เนื่องจากเป็นฤดูร้อน ที่ในช่วงนี้ได้รับอิทธิพลจากพายุฤดูร้อน ฝนตกหนัก ทำให้ความชื้นมีความแปรปรวน ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ไม่ได้รับอิทธิพลจากความชื้นในเดือนนี้

ความเร็วลมมีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ สูงที่สุดในเดือน กุมภาพันธ์ มกราคม และกรกฎาคม ตามลำดับ โดยมีความสัมพันธ์ในทางลบหรือทางตรงกันข้าม เนื่องจากในช่วงเดือนกุมภาพันธ์และมกราคม เป็นเดือนที่มีค่าความเข้มข้นฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ สูงเกินมาตรฐานกรมควบคุมมลพิษ การไหลเวียนของกระแสลมต่ำลง จนเกิดสภาพอากาศหยุดนิ่ง ลมไม่สามารถเป็นตัวกลางที่จะนำพาให้ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ แพร่กระจายตัวจนเกิดความเจือจางในพื้นที่ได้ เดือนกรกฎาคม อยู่ในช่วงฤดูฝน มีลมกระโชกแรง ทำให้ลมเป็นตัวกลางนำพาให้ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ แพร่กระจายตัวออกจากพื้นที่ได้ ในเดือนนี้จึงมีค่าความเข้มข้นต่ำ ดังนั้นความเร็วลมจึงมีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เช่นเดียวกับอุณหภูมิและความชื้น

1.2 การศึกษาลักษณะทางกายภาพของเมืองที่มีผลต่อการไหลเวียนของลม ภายในพื้นที่เมือง ที่ระดับความสูง 10 เมตร 30 เมตร และ 100 เมตร

การสร้างแบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ จำลองการไหลเวียนของกระแสลม รายเดือนในพ.ศ. 2562 ยกเว้นเดือนตุลาคมที่ไม่มีผลการตรวจวัดตัวแปรด้านอุตุนิยมวิทยา ทำให้ทราบถึงลักษณะการไหลเวียนของกระแสลมที่กระทำต่ออาคารในรูปแบบต่างๆ ในบริเวณพื้นที่ศึกษา ในแต่ละระดับความสูง มีความสัมพันธ์ระหว่างการไหลเวียนของกระแสลมกับกลุ่มอาคารในรูปแบบเดียวกัน

ที่ระดับความสูง 10 เมตร มีความสัมพันธ์ระหว่างการไหลเวียนของกระแสลมกับกลุ่มอาคารในรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered และแบบ Channelling ยกเว้นในบริเวณพื้นที่ B เดือนมกราคม ที่มีรูปแบบการไหลเวียนของกระแสลมแบบ Courtyards เพิ่มขึ้นมาจากรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมที่กล่าวมาในข้างต้น

ที่ระดับความสูง 30 เมตร โดยส่วนใหญ่แล้วมีความสัมพันธ์ระหว่างการไหลเวียนของกระแสลมกับกลุ่มอาคารในรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings เช่นเดียวกับที่ระดับความสูง 10 เมตร ยกเว้นในบริเวณพื้นที่ A ที่มีทั้งรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings และแบบ Channelling

ที่ระดับความสูง 100 เมตร ในทุกบริเวณพื้นที่มีความสัมพันธ์ระหว่างการไหลเวียนของกระแสลมกับกลุ่มอาคารในรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered Buildings

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าในทุกระดับความสูงที่ทำการศึกษา กระแสลมจะมีความสัมพันธ์กับลักษณะทางกายภาพของอาคารในรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมแบบ Staggered

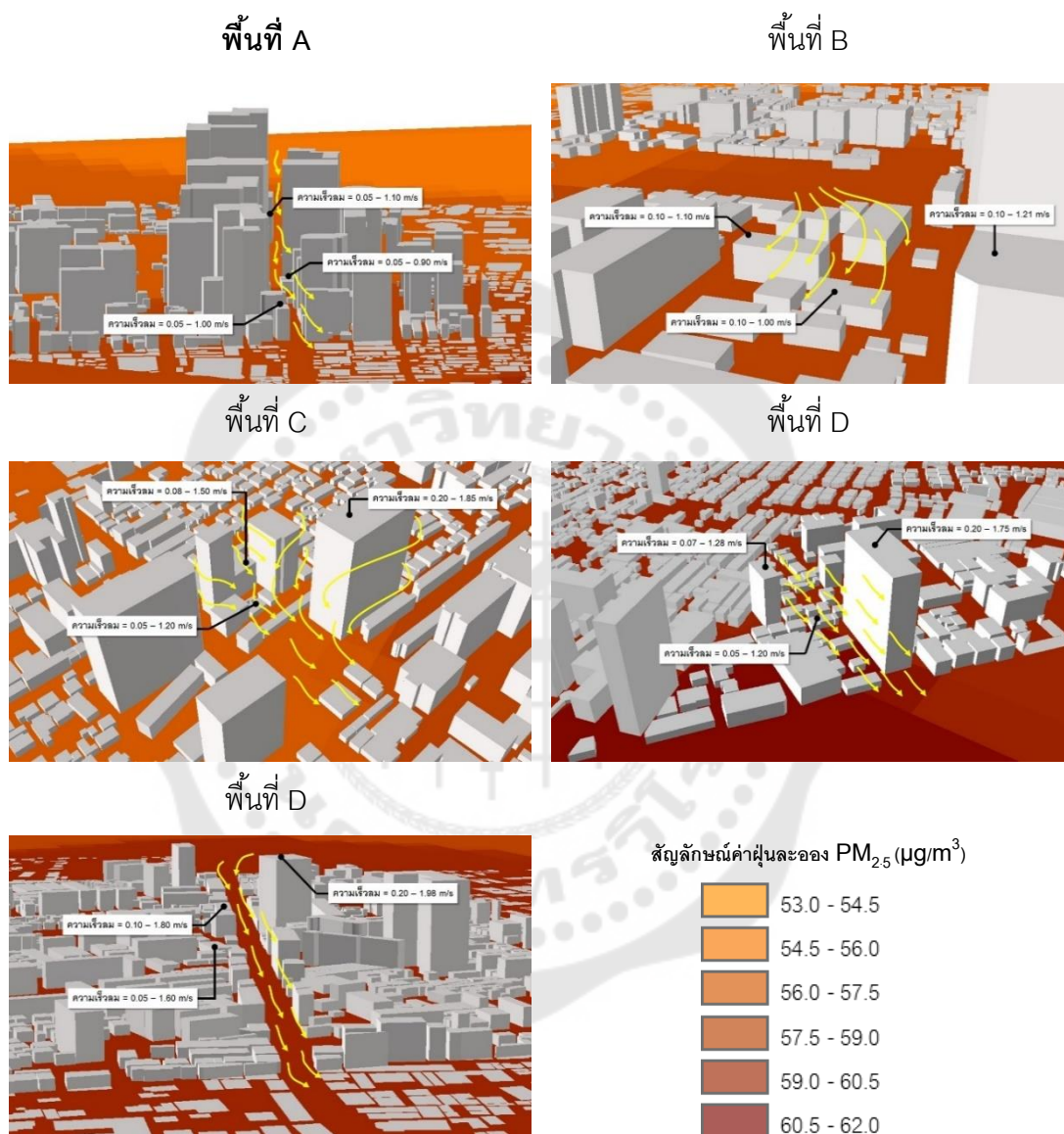
Buildings ที่ลมเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร แต่ถ้าหากมีอาคารวางตัวในแนวนอน หรือ ซอย จะเกิดการเคลื่อนของกระแสลมแบบ Channelling และลมสามารถเคลื่อนที่ข้ามเขตพื้นที่ของอาคารได้ จากขนาดของพื้นที่เปิดโล่ง รูปแบบการวางตัวของอาคาร ทิศทางลม และความเร็วลม ทำให้เกิดการไหลเวียนของกระแสลมแบบ Courtyards

1.3 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ และลักษณะทางกายภาพของเมืองด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และแบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ

จากการศึกษาความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ ที่ทำการประมาณค่าเชิงพื้นที่ ข้อมูลเฉลี่ยรายเดือน พ.ศ. 2562 และลักษณะทางกายภาพของเมืองที่มีผลต่อการไหลเวียนของกระแสลม จากการสร้างแบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ สามารถสรุปผลได้ว่า ตลอดทั้งปีฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ สูงที่สุด คือ บริเวณพื้นที่ A ที่อยู่ในบริเวณพื้นที่ย่านอโศก ที่มีความหนาแน่นของอาคารสูงที่ระดับ 30 และ 100 เมตร สูงกว่าบริเวณพื้นที่อื่น มีค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ สูงที่สุดในเดือนมกราคม เท่ากับ $56.0 - 59.0 \mu g/m^3$ และมีค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ต่ำที่สุดในเดือนสิงหาคม เท่ากับ $15.5 - 18.5 \mu g/m^3$ รองลงมาคือ บริเวณพื้นที่ B อยู่ในบริเวณพื้นที่ย่านสุขุมวิท - พร้อมพงษ์ บริเวณพื้นที่ C อยู่ในบริเวณพื้นที่ย่านสุขุมวิท - ทองหล่อ และบริเวณพื้นที่ D ที่อยู่ในบริเวณพื้นที่ย่านเอกมัย - พระโขนง และบริเวณพื้นที่ E อยู่ในบริเวณพื้นที่ย่านพระโขนง - คลองตัน มีค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ต่ำที่สุด

และสรุปได้ว่าเดือนที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ สูงที่สุด คือ เดือนมกราคม ในบริเวณพื้นที่ D เนื่องจากความเร็วลมที่เคลื่อนเข้าสู่บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตวัฒนา มีความเร็วลมต่ำที่สุด จากทุกๆ เดือนใน พ.ศ. 2562 เท่ากับ $1.14 m/s$ และมีค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ $54.5 - 62.0 \mu g/m^3$ โดยมีค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ สูงที่สุดในบริเวณอาคารไลฟ์ แอท สุขุมวิท คอนโดมิเนียม, โซว์รูมมาสด้า และเดอะ ลอฟท์ เอกมัย เป็นต้น ซึ่งเป็นบริเวณพื้นที่ที่มีอาคารสูงกระจุกตัวอยู่ในบริเวณนี้ และจากผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และลักษณะทางกายภาพของเมืองในบริเวณนี้ พบว่าระดับความสูง 100 เมตรขึ้นไป ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ มีค่าความเข้มข้นสูงกว่าที่ระดับความสูง 10 และ 30 เมตร เนื่องจากลมเป็นตัวกลางที่นำพาให้ฝุ่นละอองเคลื่อนที่ เมื่อลมเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคารหรือกลุ่มอาคาร ลมถูกบีบตัวให้มีพื้นที่ของการเคลื่อนที่ลดลง ฝุ่นเกิดการรวมตัวกันมากขึ้น ตามความเร็วลม เมื่อเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคารในบริเวณนี้ ทำให้ในบริเวณนี้มีค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ สูงกว่าในบริเวณพื้นที่อื่น ดังนั้นจะเห็นได้ว่าในแต่ละพื้นที่ ความเร็วลมมีความสัมพันธ์กับค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ในทิศทางเดียวกัน สอดคล้องกับการหาค่า

ความสัมพันธ์ระหว่าง ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ความเร็วลม ที่มี ความสัมพันธ์ระหว่างกันและกันสูงที่สุดในเดือนมกราคมในทิศทางเดียว



ภาพประกอบ 46 ความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และลักษณะทางกายภาพของเมือง พื้นที่ เขตวัฒนา เดือนมกราคม

2. อภิปรายผลการศึกษา

2.1 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM_{2.5} กับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาภายในพื้นที่เมือง

อุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วลม มีความสัมพันธ์ต่อค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{2.5} ในทางลบหรือในทิศทางตรงกันข้าม สอดคล้องตามทฤษฎีปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศของ T.R.Oke เช่น ในช่วงอุณหภูมิต่ำ ค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{2.5} จะสูง และในช่วงอุณหภูมิสูง ค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{2.5} จะต่ำ และพบว่าความเร็วลมมีความสัมพันธ์ต่อค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{2.5} มากที่สุด เนื่องจากความเร็วลม คือ ปัจจัยที่ส่งผลต่อการพัดพาและการแพร่กระจายตัวของฝุ่นละออง PM_{2.5} สามารถทำให้ฝุ่นละออง PM_{2.5} เกิดความเจือจางได้ เมื่อลมพัดผ่านแหล่งกำเนิด แต่จะเห็นได้ว่าช่วงที่เกิดภาวะฝุ่นละออง PM_{2.5} เกินค่ามาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนด มักจะเกิดในช่วงที่สภาพอากาศนิ่ง ความเร็วลมต่ำ และเกิดปรากฏการณ์อุณหภูมิผกผัน (Inversion Layer) ที่ทำให้เกิดการจมตัวของอากาศ และทำให้ฝุ่นละออง PM_{2.5} สะสมตัวอยู่ภายในพื้นที่ แต่เมื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละออง PM_{2.5} กับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วลม ในระดับข้อมูลค่าเฉลี่ยรายวัน ในแต่ละเดือน พบว่าความสัมพันธ์ของปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยาที่มีอิทธิพลต่อค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{2.5} ในแต่ละเดือน และในแต่ละฤดู มีความสัมพันธ์ที่แปรปรวนทั้งในทิศทางเดียวกัน และทิศทางตรงกันข้าม เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีสภาพอากาศแบบร้อนชื้น ในช่วงที่ค่าความเข้มข้นฝุ่นละออง PM_{2.5} สูงเกินมาตรฐานกรมควบคุมมลพิษ สภาพอากาศจะนิ่ง การไหลเวียนของกระแสลมต่ำลง จนเกิดสภาพอากาศหยุดนิ่ง แต่อุณหภูมิและความชื้นมีความแปรปรวน ทั้งอุณหภูมิ และความชื้นต่ำลง ก่อให้เกิดความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{2.5} สูงขึ้น และสภาพอากาศนิ่ง การไหลเวียนลมต่ำลงจนก่อให้เกิดสภาพอากาศที่ร้อนอบอ้าว อุณหภูมิ และความชื้นสูงขึ้น อากาศร้อนอบอ้าวจนก่อให้เกิดฝนตก จึงทำให้อุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วลม มีอิทธิพลต่อปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{2.5} ในทิศทางแปรปรวน ทั้งในทิศทางเดียวกันและทิศทางตรงกันข้ามกัน ในแต่ละเดือน

2.2 การศึกษาลักษณะทางกายภาพของเมืองที่มีผลต่อการไหลเวียนของลมภายในพื้นที่เมือง ที่ระดับความสูง 10 เมตร 30 เมตร และ 100 เมตร

ในทุกระดับความสูง กระแสลมจะมีความสัมพันธ์ต่อลักษณะทางกายภาพของอาคาร สอดคล้องกับทฤษฎีความสัมพันธ์ระหว่างกระแสลมกับกลุ่มอาคารของ Jessica Bennett ในรูปแบบการเคลื่อนของกระแสลมผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร หรือที่เรียกว่า Staggered Buildings แต่ถ้าหากมีอาคารวางตัวในแนวนอน หรือชอย ไม่ว่าจะชอยเล็กหรือใหญ่ เป็นถนนสาย

หลักหรือเป็นถนนสายรอง กระแสลมก็จะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอาคารในแนวเดียวกัน หรือที่เรียกว่า Channelling และลมสามารถเคลื่อนที่ข้ามเขตพื้นที่ของอาคารได้ จากปัจจัยทางด้านขนาดของพื้นที่เปิดโล่ง จากความแตกต่างของรูปแบบการวางตัวของอาคาร ทิศทางลม และความเร็วลมที่เกิดขึ้นในเดือนนั้น ทำให้เกิดรูปแบบการไหลเวียนของกระแสลมแบบ Courtyards เกิดขึ้น ในส่วนของระดับความสูงที่ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ต่อลักษณะทางกายภาพของเมือง ที่มีผลต่อการไหลเวียนของลม พบว่า ยิ่งมีระดับความสูงที่สูงขึ้น ความหนาแน่นของอาคารก็จะลดลง รูปแบบการวางตัวของอาคารสูงตามแนวถนน และซอยหายไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่มีความหนาแน่นของอาคารสูงต่ำ การเคลื่อนของกระแสลมผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร หรือที่เรียกว่า Staggered Buildings

2.3 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ และลักษณะทางกายภาพของเมืองด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และแบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ

ความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และลักษณะทางกายภาพของเมืองมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน สอดคล้องกับทฤษฎีปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมหรือลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศของ T.R.Oke เนื่องจากในบริเวณพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของอาคารสูง หรือมีการกระจุกตัวของอาคารสูง ค่าความเข้มข้นฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ในบริเวณนั้นจะมีค่าความเข้มข้นสูงกว่าบริเวณพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของอาคารต่ำ ค่าความเข้มข้นฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ตลอดทั้งปีก็มีความเข้มข้นที่ต่ำเช่นกัน เนื่องจากปัจจัยที่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศประกอบด้วยแหล่งกำเนิดมลพิษ และการพัดพาและแปรสภาพของมลพิษ ซึ่งการพัดพาและแปรสภาพของมลพิษนี้จะสามารถพัดพาหรือแปรสภาพได้จากปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยา และลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ในบริเวณนั้น เนื่องจากฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ จะสามารถเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดได้ จะต้องมีส่วนกลางที่จะนำพาให้ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เกิดการเคลื่อนที่ ได้แก่ บรรยากาศโดยมีสภาพทางอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ความเร็วลม และทิศทางลม เป็นตัวแปรที่ทำให้ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ สามารถเคลื่อนที่ออกได้ไกลหรือใกล้ สามารถแพร่กระจายตัวออกไปจนเจือจางหรือสะสมตัวอยู่ในพื้นที่ โดยมีลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ เป็นอีกปัจจัยที่ส่งผลต่อการแพร่กระจายฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ที่เกี่ยวเนื่องกับการไหลเวียนของลมในชั้นบรรยากาศ Atmospheric Boundary Layer ซึ่งเป็นชั้นบรรยากาศที่อยู่ติดพื้นผิวโลกมากที่สุด การเคลื่อนที่ของมวลอากาศชั้นนี้จะได้รับอิทธิพลจากความขรุขระของพื้นผิว (Surface Roughness) บริเวณพื้นที่เมือง ซึ่งมีค่าความขรุขระของพื้นผิวสูงจากความหนาแน่นของอาคาร ความเร็วลมจึงต่ำ แตกต่างกับบริเวณพื้นที่โล่ง ที่ความเร็วลมจะสูงกว่า จึงทำให้ในบริเวณพื้นที่เมืองที่มีความหนาแน่นของอาคารสูงสูงที่สุด

บรรยากาศหรือลมซึ่งเป็นตัวนำพาให้ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ แพร่กระจายออกไปจากแหล่งกำเนิดภายในพื้นที่ได้ยากกว่าบริเวณที่มีความหนาแน่นของอาคารสูงน้อยกว่า ในบริเวณที่มีความหนาแน่นของอาคารสูงต่ำที่สุด จึงมีค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ในปี พ.ศ. 2562 ต่ำที่สุด และในบริเวณที่มีความหนาแน่นของอาคารสูงที่สุด จึงมีค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ในปี พ.ศ. 2562 มากที่สุด และยังระดับความสูงสูงขึ้น ค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ก็จะมีค่าความเข้มข้นสูงขึ้นตามระดับความสูง ทำให้ผู้ที่อาศัยหรือทำงานในบริเวณพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของอาคารสูง ได้รับผลกระทบโดยตรง

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 พื้นที่ที่มีความหนาแน่นของอาคารสูง ส่งผลต่อค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ แต่ผู้ที่พักอาศัยหรือทำงานอยู่ในบริเวณพื้นที่นั้น ไม่สามารถหลีกเลี่ยงปัญหามลพิษที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพได้ การปรับปรุงกำแพงหรือผนังอาคารให้อยู่ในรูปแบบ Green Wall และการปลูกต้นไม้ เพิ่มพื้นที่สีเขียวในแต่ละระดับความสูงอาคาร ในบริเวณพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของอาคารสูง จะช่วยลดค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เนื่องจากต้นไม้ทั้งที่อยู่ในรูปแบบกำแพงหรือผนัง และต้นไม้ที่ปลูกเพิ่มในพื้นที่ต่างๆ ในแต่ละระดับความสูง จะเป็นตัวช่วยดักจับและกรองฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ให้ลดลง (Paull, Krix, Torpy, & Irga, 2020) ส่งผลดีต่อสุขภาพของผู้ที่พักอาศัยหรือทำงานอยู่ภายในบริเวณพื้นที่นั้น แต่ในส่วนอาคารที่มีแผนกำลังจะสร้างอาคารในบริเวณพื้นที่นี้ แนะนำให้มีการออกแบบกำแพงหรือผนังอาคารให้อยู่ในรูปแบบ Green Wall และการปลูกต้นไม้ เพิ่มพื้นที่สีเขียวในแต่ละระดับความสูงอาคารตั้งแต่วางแผน เพื่อสุขภาพที่ดีของผู้ที่อาศัยอยู่ในอาคาร และอยู่ในบริเวณพื้นที่นั้น

3.2 ควรหลีกเลี่ยงการสัญจรเข้าไปในพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของอาคารสูง ในขณะที่มีสภาพอากาศปิด ความเร็วลมต่ำ อุณหภูมิต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเดือนมกราคม เนื่องจากมีความเสี่ยงสูงที่ค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ จะเกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้

3.3 การวางผังเมืองและการออกแบบอาคารภายในเมืองอัจฉริยะ (Smart City) ที่มีอัตราส่วนของที่ว่างต่อพื้นที่อาคารรวม ที่ปราศจากสิ่งปกคลุมดินสูงกว่าข้อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินตามที่ได้จำแนกประเภททำกฎกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวม จะทำให้มีช่องว่างหรือพื้นที่ว่างระหว่างอาคารมากขึ้น รวมถึงการออกแบบถนน ความกว้างของถนน และเส้นทางน้ำ ภายในเมืองที่คำนึงถึงการไหลเวียนของกระแสลมและการระบายอากาศที่ดี จะช่วยให้ลมสามารถพัดพา

ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ให้แพร่กระจายตัวออกจากพื้นที่ ตามแนวช่องว่างระหว่างอาคาร ช่องว่างตามแนวถนน และทางน้ำที่กว้างกว่าปกติได้ดียิ่งขึ้น

3.4 การสร้างแบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ เพื่อจำลองการเคลื่อนที่ของกระแสลมในระดับเมือง ควรเลือกใช้คอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) แบบ Intel Core i7 หน่วยความจำหลัก (RAM) ความจุ 32 GB และหน่วยจัดเก็บข้อมูลชนิด Solid State (SSD) ขนาดความจุ 512 GB เพื่อความละเอียดของการสร้างแบบจำลองเมือง จากข้อมูลขอบเขตอาคาร ที่จะนำไปใช้ในการประมวลเพื่อสร้างแบบจำลองการเคลื่อนที่ของลม ระดับเมือง เนื่องจากคอมพิวเตอร์ที่ใช้ ไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะรองรับข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ได้ ดังนั้น ถ้าหากคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ในการสร้างแบบจำลองเมือง มีประสิทธิภาพสูง ก็จะส่งผลต่อการได้มาซึ่งผลลัพธ์ของแบบจำลองการไหลเวียนของลมในพื้นที่เมืองที่มีความถูกต้องสูง และเวลาที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองเมือง และการประมวลผลเพื่อสร้างแบบจำลองก็จะสั้นลง

บรรณานุกรม

- ASHRAE. (2001). 2001 ASHRAE Fundamentals Handbook. Retrieved from Retrieved from https://www.academia.edu/26602849/ASHRAE_HVAC_2001_Fundamentals_Handbook_pdf
- Bennett, J. (2007). Wind design guild. Retrieved from Retrieved from <https://core.ac.uk/download/pdf/144148765.pdf>
- Burrough, P. A., & McDonnell, R. A. (1998). Principles of Geographical Information Systems. Retrieved from Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/d8e0/b6b225b36cac23608b41a51e13ddb2746cb.d.pdf>
- Chung, D. H. J., & Malone-Lee, C. L. (2011). Computational Fluid Dynamics for Urban Design: The Prospects for Greater Integration. Retrieved from Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/275460327_Computational_Fluid_Dynamics_for_Urban_Design_The_Prospects_for_Greater_Integration
- Laboratory, E. S. R. (2014). Surface and Planetary Boundary Layer Processes. Retrieved from Retrieved from <https://www.esrl.noaa.gov/research/themes/pbl/>
- Lynch, K. (1960). The Image of The City. Massachusetts. Retrieved from Retrieved from http://www.miguelangelmartinez.net/IMG/pdf/1960_Kevin_Lynch_The_Image_of_The_City_book.pdf
- Oke, T. R. (1988). Boundary Layer Climates. Retrieved from Retrieved from https://books.google.co.th/books?id=K_2dW7crfVIC&printsec=frontcover&hl=th&source=gbp_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Oke, T. R. (2004). Siting and Exposure of Meteorological Instruments at Urban Sites. Retrieved from Retrieved from <http://www.urban-climate.org/ITM04-Oke.pdf>
- Paull, N., Krix, D., Torpy, F., & Irga, P. (2020). Can Green Walls Reduce Outdoor Ambient Particulate Matter, Noise Pollution and Temperature. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. Retrieved from Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7400450/#:~:text=Green%20walls>

[%20have%20previously%20demonstrated,manipulative%20experiments%20and%20computational%20models.&text=Ambient%20noise%20at%20the%20green,at%20the%20reference%20wall%20locations.](#)

Shouzhi, C., Jiang, Q., & Zhao, Y. (1998). Integrating CFD and GIS into the Development of Urban Ventilation Corridors: A Case Study in Changchun City, China. Retrieved from Retrieved from

https://www.researchgate.net/publication/325490828_Integrating_CFD_and_GIS_in_to_the_Development_of_Urban_Ventilation_Corridors_A_Case_Study_in_Changchun_City_China

Versteeg, H. K., & Malalasekera, W. (2007). An Introduction to Computational Fluid Dynamics. Retrieved from Retrieved from

http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM702/Versteeg_Malalasekera_2ed.pdf

Wang, B., & MingleiDuan. (2018). Wind potential evaluation with urban morphology - A case study in Beijing. Retrieved from Retrieved from

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610218308919>

WHO. (2019). Air Pollution. Retrieved from Retrieved from

<https://www.who.int/airpollution/en/>

กรมการขนส่งทางบก. (2562). รายงานจำนวนรถจดทะเบียนสะสม ณ วันที่ 31 ธันวาคม 2561.

Retrieved from สืบค้นจาก <https://web.dlt.go.th/statistics/#%E0%B9%88>

กรมควบคุมมลพิษ. (2554). วัฏรอบพิษมลพิษทางอากาศ บทเรียน แนวคิดและการจัดการ. Retrieved

from สืบค้นจาก <http://air4thai.pcd.go.th/webV2/download.php>

กรมควบคุมมลพิษ. (2561). โครงการศึกษาแหล่งกำเนิดและแนวทางการจัดการฝุ่นละอองขนาดเล็กเกิน 2.5 ไมครอนในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล. Retrieved from สืบค้นจาก

<http://infofile.pcd.go.th/air/PM2.5.pdf?CFID=1684580&CFTOKEN=65888134>

กรมควบคุมมลพิษ. (2562). รายงานสถานการณ์และคุณภาพอากาศประเทศไทย. Retrieved from

สืบค้นจาก <http://air4thai.pcd.go.th/webV2/>

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. (2562). โครงการจัดทำแผนที่ศักยภาพพลังงานลมของประเทศไทย. Retrieved from สืบค้นจาก

<http://www2.dede.go.th/dede/report/E2.pdf>

- กรมโยธาธิการและผังเมือง. (2556). แผนผังกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดิน. Retrieved from สืบค้นจาก http://subsites.dpt.go.th/edocument/images/pdf/sd_urban/chapter4.pdf
- กรมอุตุนิยมวิทยา. (2562). หนังสืออุตุนิยมวิทยา. Retrieved from สืบค้นจาก <https://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=52>
- กรีนพีซ ประเทศไทย. (2562). รายงานการจัดอันดับคุณภาพอากาศโลก ปี 2561. Retrieved from สืบค้นจาก <https://www.greenpeace.org/thailand/press/3257/global-aqi-2018/>
- กัลวัฒน์ มัญชะสิงห์. (2557). การวิเคราะห์สหสัมพันธ์. Retrieved from สืบค้นจาก <http://kalawatblog.blogspot.com/2014/07/correlation-analysis.html>
- จอมภพ แวค์กดี. (2549). พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ. วารสารวิทยาศาสตร์ทักษิณ, 3(1), 32-42. Retrieved from สืบค้นจาก <http://kb.tsu.ac.th/jspui/bitstream/123456789/126/1/article%204.pdf>
- จอมภพ แวค์กดี. (2558). รายงานการประเมินแหล่งมลระดับจุลภาคด้วยแบบจำลองการไหลเชิงเส้นและการไหลเชิงคำนวณ (ฉบับสมบูรณ์). Retrieved from สืบค้นจาก http://stdb.most.go.th/research_detail.aspx?ResearchId=82005
- จันทันต์ สงวนนาพร. (2559). แบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณของการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์และการคืนสภาพตัวดูดซับในฟลูอิด์เบด. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). Retrieved from สืบค้นจาก <http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/55216>
- ชูเกียรติ นุราช. (2553). โครงสร้างของเมืองบริเวณพื้นที่ต่อเนื่องระหว่างกรุงเทพมหานครและจังหวัดสมุทรปราการ. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). Retrieved from สืบค้นจาก <http://digi.library.tu.ac.th/thesis/ra/0222/01TITLE-ILLUSTRATIONS.pdf>
- ชูขวัญ สายสะอาด. (2537). พัฒนาการและมาตรการควบคุมอาคารสูงของกรุงเทพมหานคร. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). Retrieved from สืบค้นจาก <http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/34022>
- ธงชัย ไรจนกนันท์. (2553). การกำหนดสัดส่วนพื้นที่อาคาร (Floor Area Ratio-FAR). Retrieved from สืบค้นจาก <http://office.dpt.go.th/csp/images/stories/pdf/disaster/FlorArea.pdf>
- นิรันดร์ วิทิตอนันต์. (2539). การตรวจสอบมลพิษและควบคุมมลพิษ. ชลบุรี: ภาควิชาฟิสิกส์มหาวิทยาลัยบูรพา.
- วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์. (2543). มลภาวะอากาศ (6 ed.). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- วันเพ็ญ เจริญตระกูลปิติ. (2557). ลักษณะทางกายภาพและรูปแบบการระบายอากาศของเมือง
อุทัยธานี. วารสารวิจัยและสาระสถาปัตยกรรม/การผังเมือง, 11(2), 99-112. Retrieved
from สืบค้นจาก <http://www.tds.tu.ac.th/jars/download/jars/v112/07%20Wanpen.pdf>
- ศศิธร ศรีเฟื่องฟู. (2558). ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมและการระบายอากาศเมืองในพื้นที่พัฒนา
หนาแน่นของกรุงเทพมหานครชั้นใน. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). Retrieved from
สืบค้นจาก <http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/49804>
- ศูนย์ภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา. (2562). ภูมิอากาศกรุงเทพมหานคร. Retrieved from สืบค้นจาก
<http://climate.tmd.go.th/data/province/%E0%B8%81%E0%B8%A5%E0%B8%B2%E0%B8%87/%E0%B8%A0%E0%B8%B9%E0%B8%A1%E0%B8%B4%E0%B8%AD%E0%B8%B2%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A8%E0%B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%B8%E0%B8%87%E0%B9%80%E0%B8%97%E0%B8%9E%E0%B8%A1%E0%B8%AB%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%84%E0%B8%A3.pdf>
- ศูนย์อุตุนิยมวิทยาทะเล กรมอุตุนิยมวิทยา. (2547). ลม. Retrieved from สืบค้นจาก
<http://www.marine.tmd.go.th/thai/windhtml/windhtml.html>
- สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน. (2534). ความสัมพันธ์ระหว่างสสารมลพิษกับสภาพทางภูมิศาสตร์.
Retrieved from สืบค้นจาก
<http://saranukromthai.or.th/sub/book/book.php?book=15&chap=9&page=t15-9-infodetail06.html>
- สำนักการวางผังและพัฒนาเมือง กรุงเทพมหานคร. (2556). แผนผังกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ได้
จำแนกประเภททำกฎกระทรวง ให้ใช้บังคับผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2556 เขต
วัฒนา. Retrieved from สืบค้นจาก
http://cpd.bangkok.go.th:90/web2/DISTRICT_CPD/1039.pdf
- สำนักการวางผังและพัฒนาเมือง กรุงเทพมหานคร. (2561). รายงานสถิติการอนุญาตปลูกสร้าง
อาคารในเขตกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2560. Retrieved from สืบค้นจาก
<http://cpd.bangkok.go.th:90/web2/SAT/build60.pdf>
- สำนักงานเขตวัฒนา. (2554). ข้อมูลทั่วไป เขตวัฒนา. Retrieved from สืบค้นจาก
http://www.bangkok.go.th/upload/user/00000098/AboutUs/KM58/about_vadhana.pdf

อิสริยา เลหาดีวานนท์. (2553). เมืองกับมหานคร. Retrieved from สืบค้นจาก

<http://www.royin.go.th/?knowledges=%E0%B9%80%E0%B8%A1%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%87-%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%9A-%E0%B8%A1%E0%B8%AB%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%84%E0%B8%A3-%E0%B9%91%E0%B9%96%E0%B8%A1%E0%B8%B5%E0%B8%99%E0%B8%B2%E0%B8%84>







ภาคผนวก ก

ตาราง ก-1 พื้นที่ศึกษาภายในเขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร บริเวณพื้นที่ A, B, C, D และ E
(แบบ 2D)

พื้นที่ศึกษา

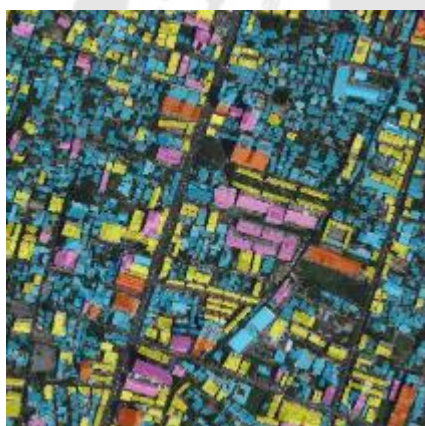
บริเวณพื้นที่ A



บริเวณพื้นที่ B



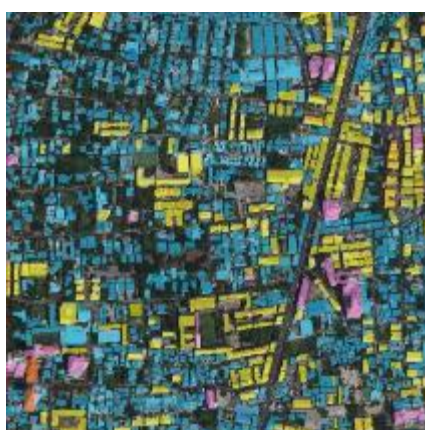
บริเวณพื้นที่ C



บริเวณพื้นที่ D



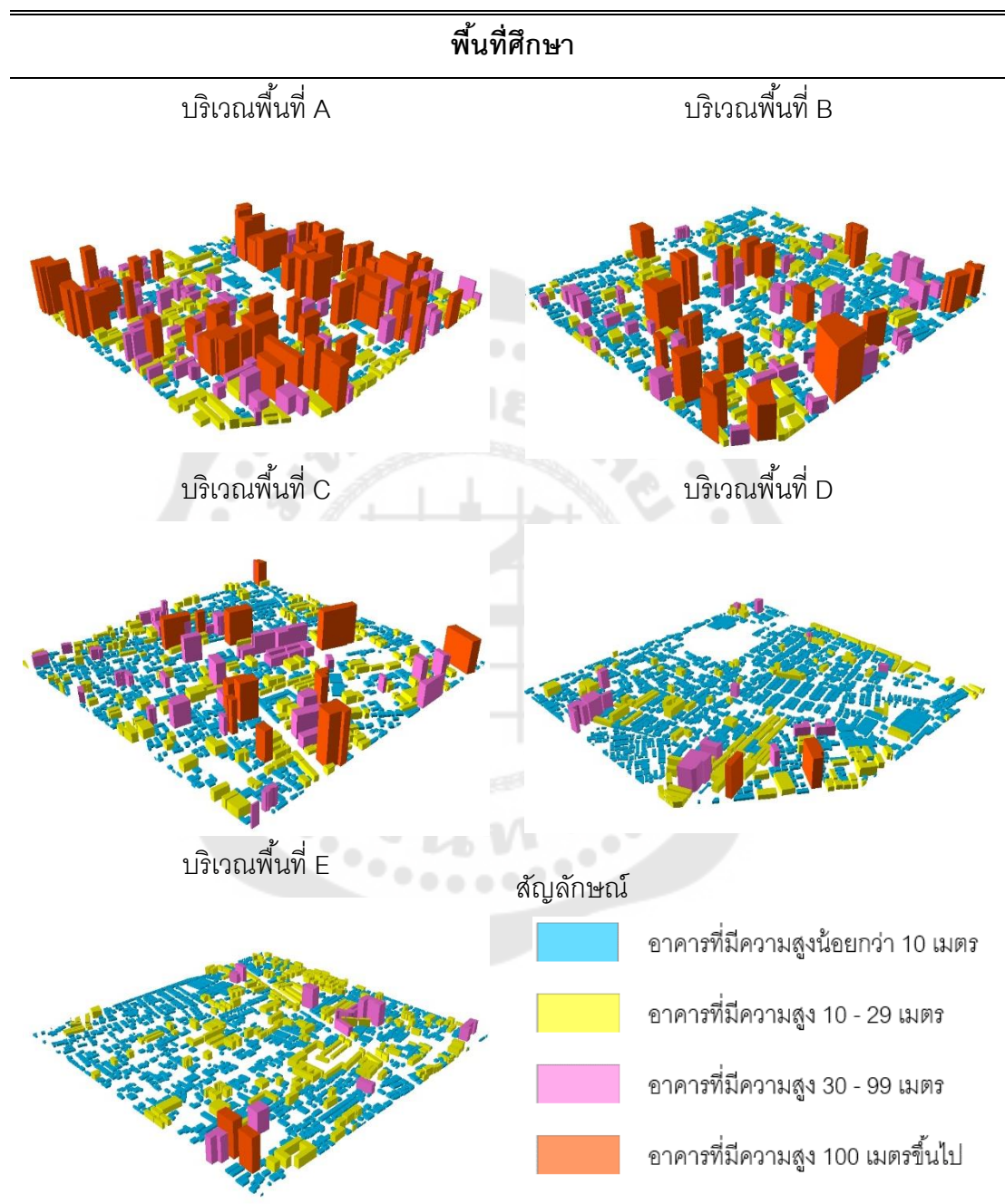
บริเวณพื้นที่ E



สัญลักษณ์

- อาคารที่มีความสูงน้อยกว่า 10 เมตร
- อาคารที่มีความสูง 10 - 29 เมตร
- อาคารที่มีความสูง 30 - 99 เมตร
- อาคารที่มีความสูง 100 เมตรขึ้นไป

ตาราง ก-2 พื้นที่ศึกษาภายในเขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร บริเวณพื้นที่ A, B, C, D และ E
(แบบ 3D)



ภาคผนวก ข



ตาราง ข-1 ผลการศึกษาค่าผสมผสานระหว่างฝุ่นละออง PM_{2.5} และลักษณะทางกายภาพของเมือง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562

เดือนกุมภาพันธ์

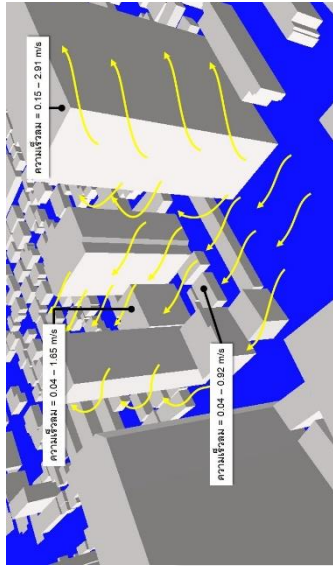
พื้นที่ A



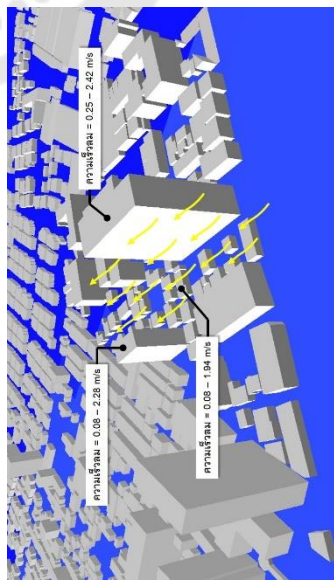
พื้นที่ B



พื้นที่ C



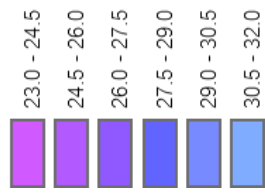
พื้นที่ D



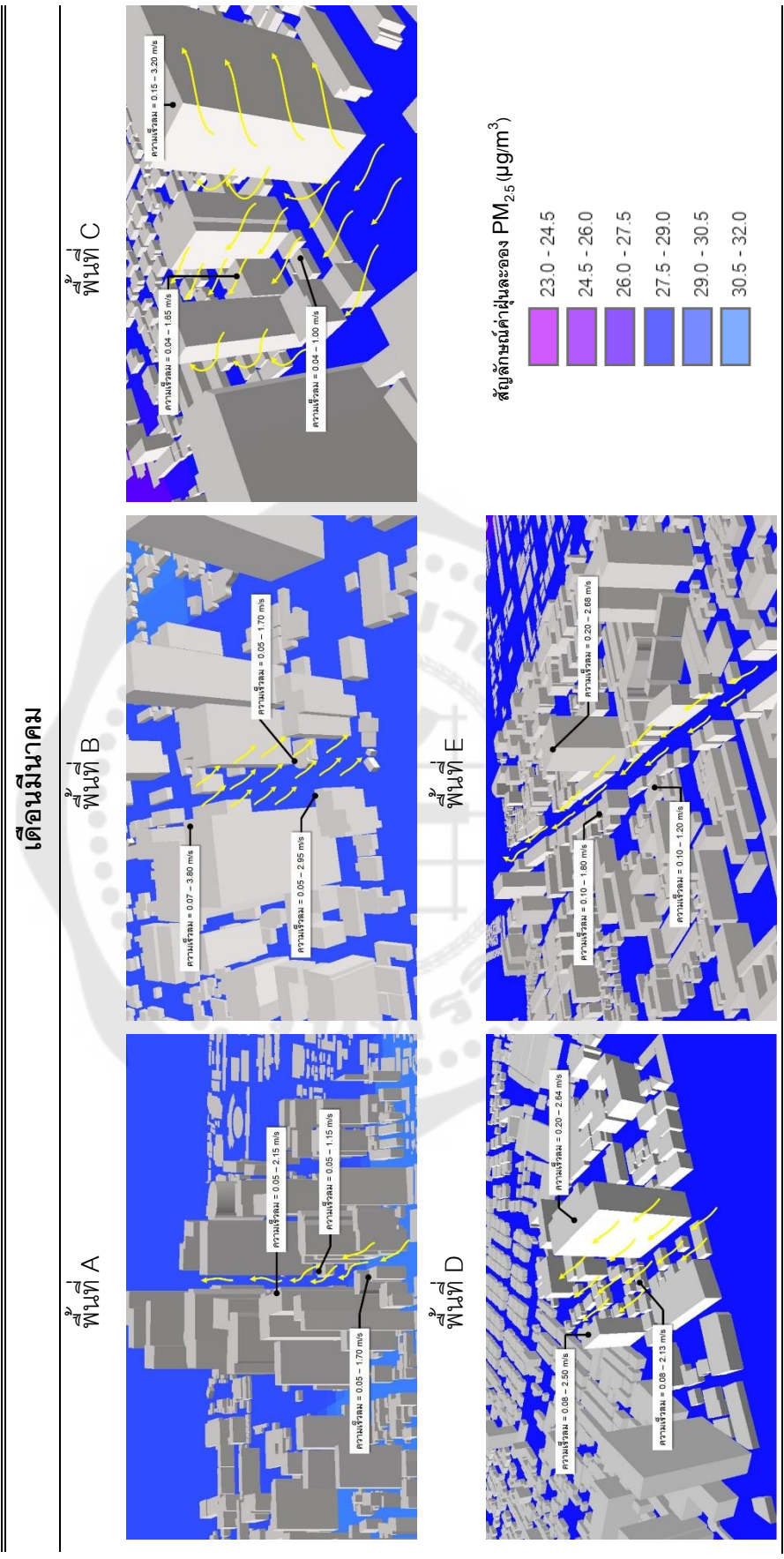
พื้นที่ E



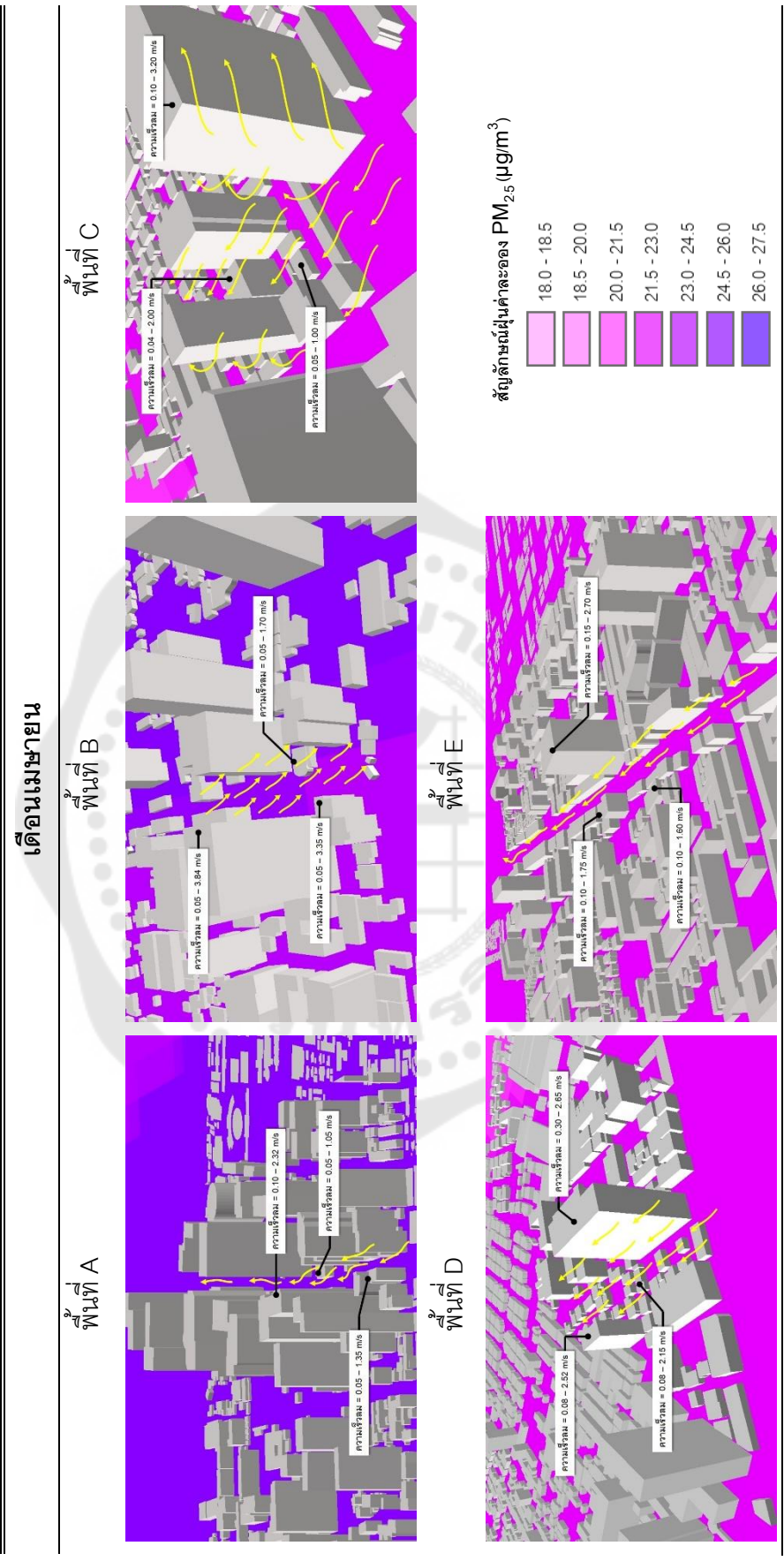
สัญลักษณ์ค่าฝุ่นละออง PM_{2.5} (µg/m³)



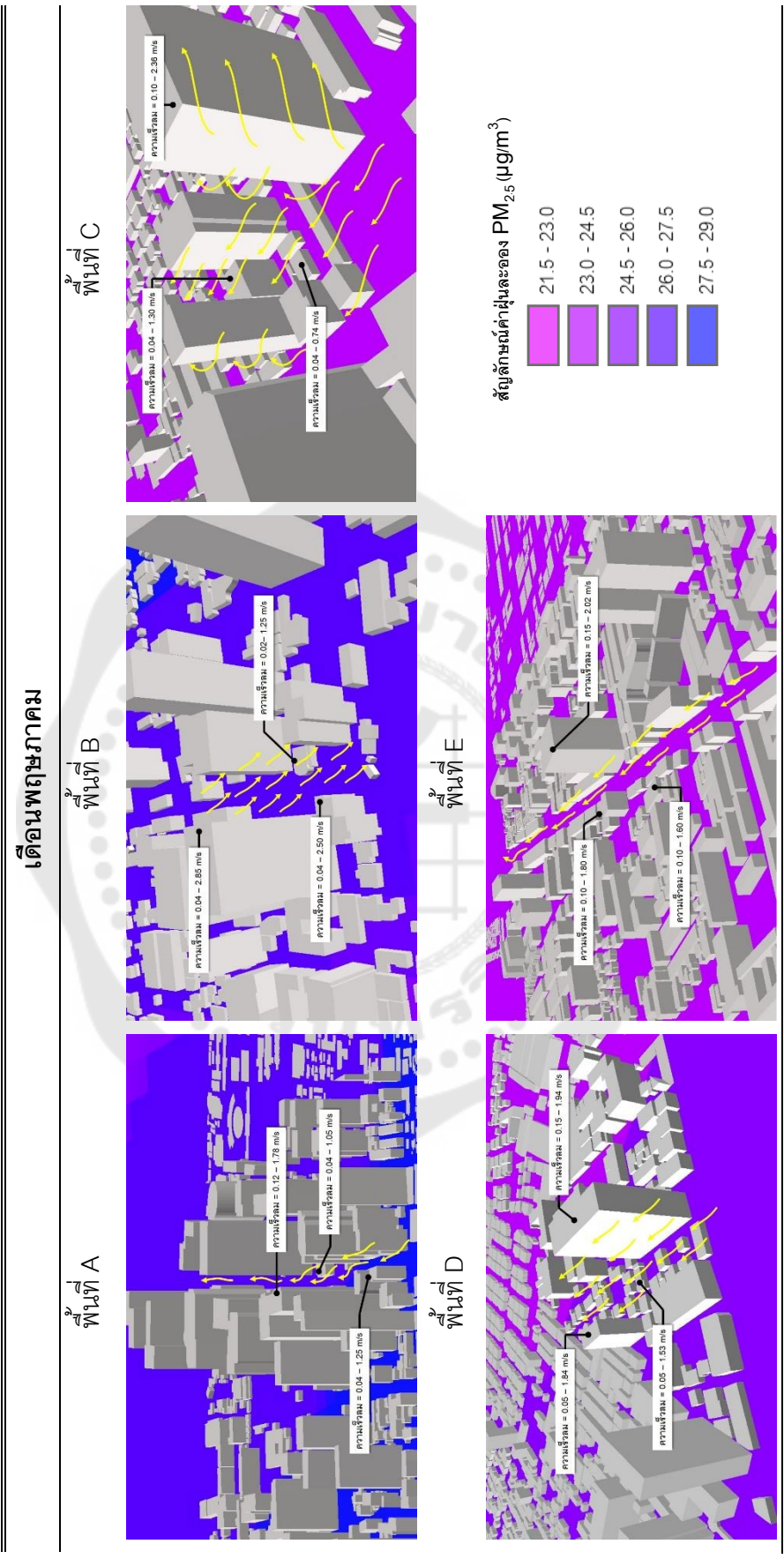
ตาราง ข-2 ผลการศึกษาความสัมพันธะระหว่างฝุ่นละออง PM_{2.5} และลักษณะทางกายภาพของเมือง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2562



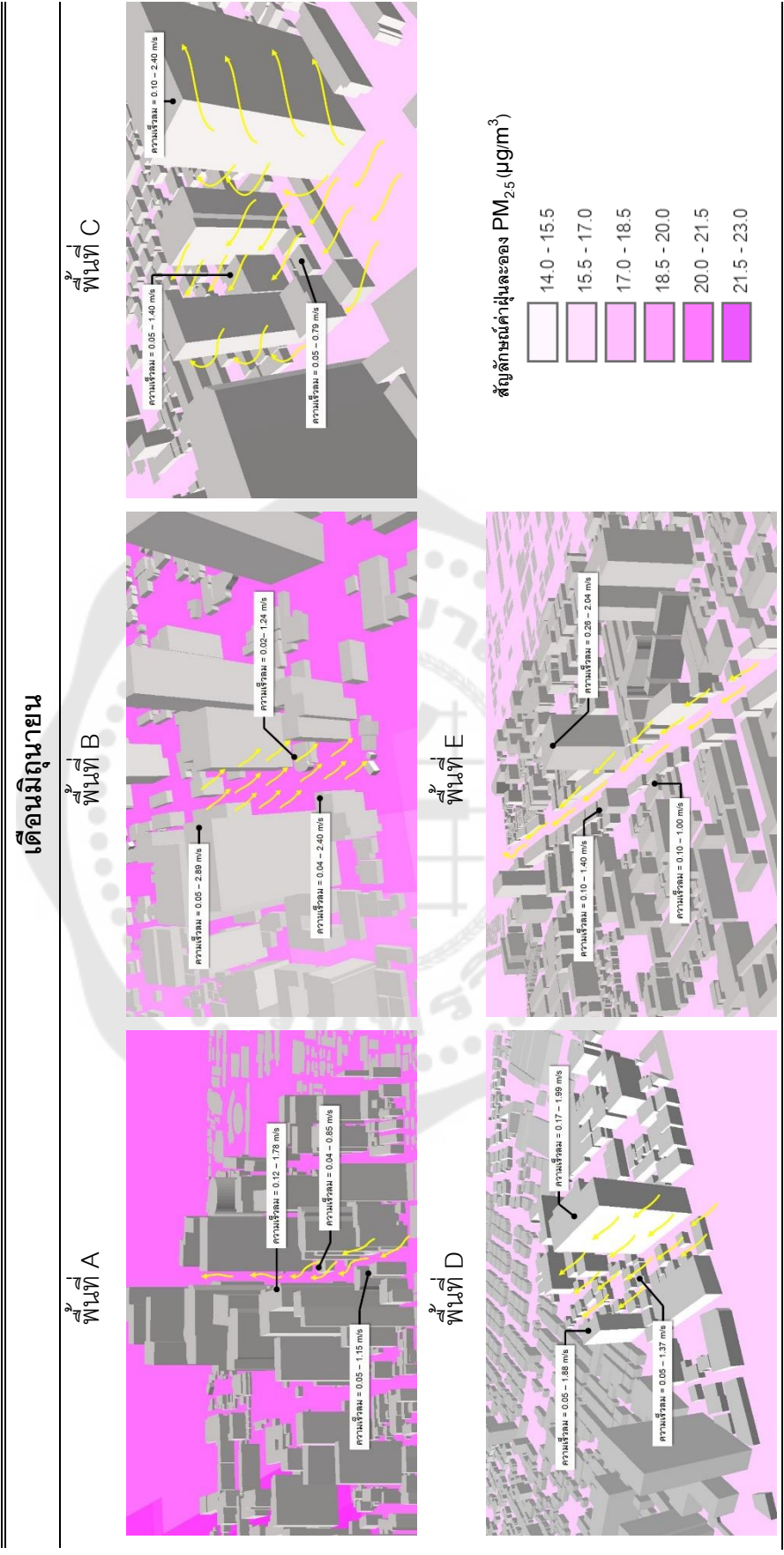
ตาราง ข-3 ผลการศึกษาความสัมพันธะระหว่างฝุ่นละออง PM_{2.5} และลักษณะทางกายภาพของเมือง เดือนเมษายน พ.ศ. 2562



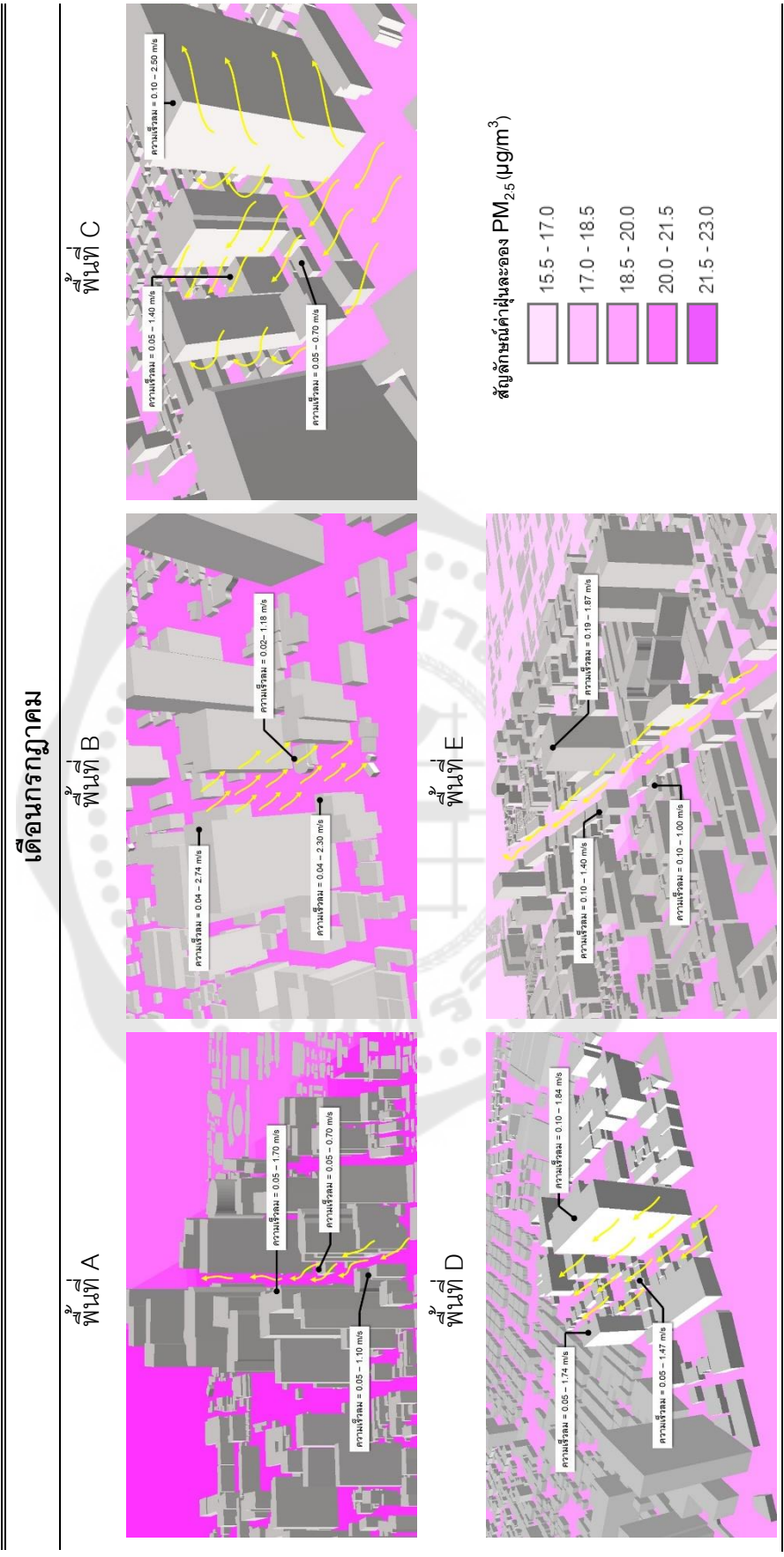
ตาราง ข-4 ผลการศึกษาความสัมพันธะระหว่างฝุ่นละออง PM_{2.5} และลักษณะทางกายภาพของเมือง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2562



ตาราง ข-5 ผลการศึกษาค่าความสัมพัทธ์ระหว่างฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และลักษณะทางกายภาพของเมือง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2562

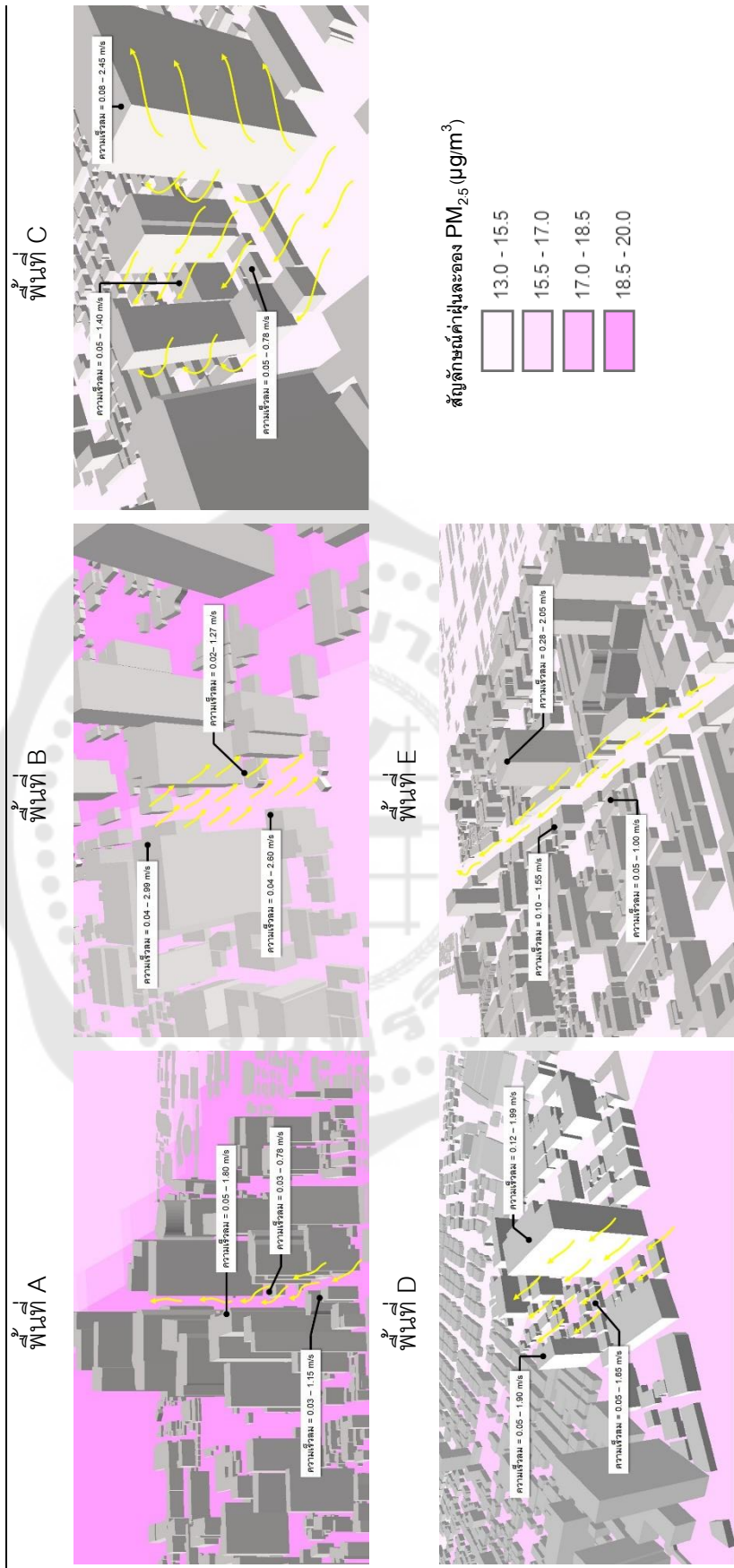


ตาราง ข-6 ผลการศึกษาความสัมพันธะระหว่างฝุ่นละออง PM_{2.5} และลักษณะทางกายภาพของเมือง เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562



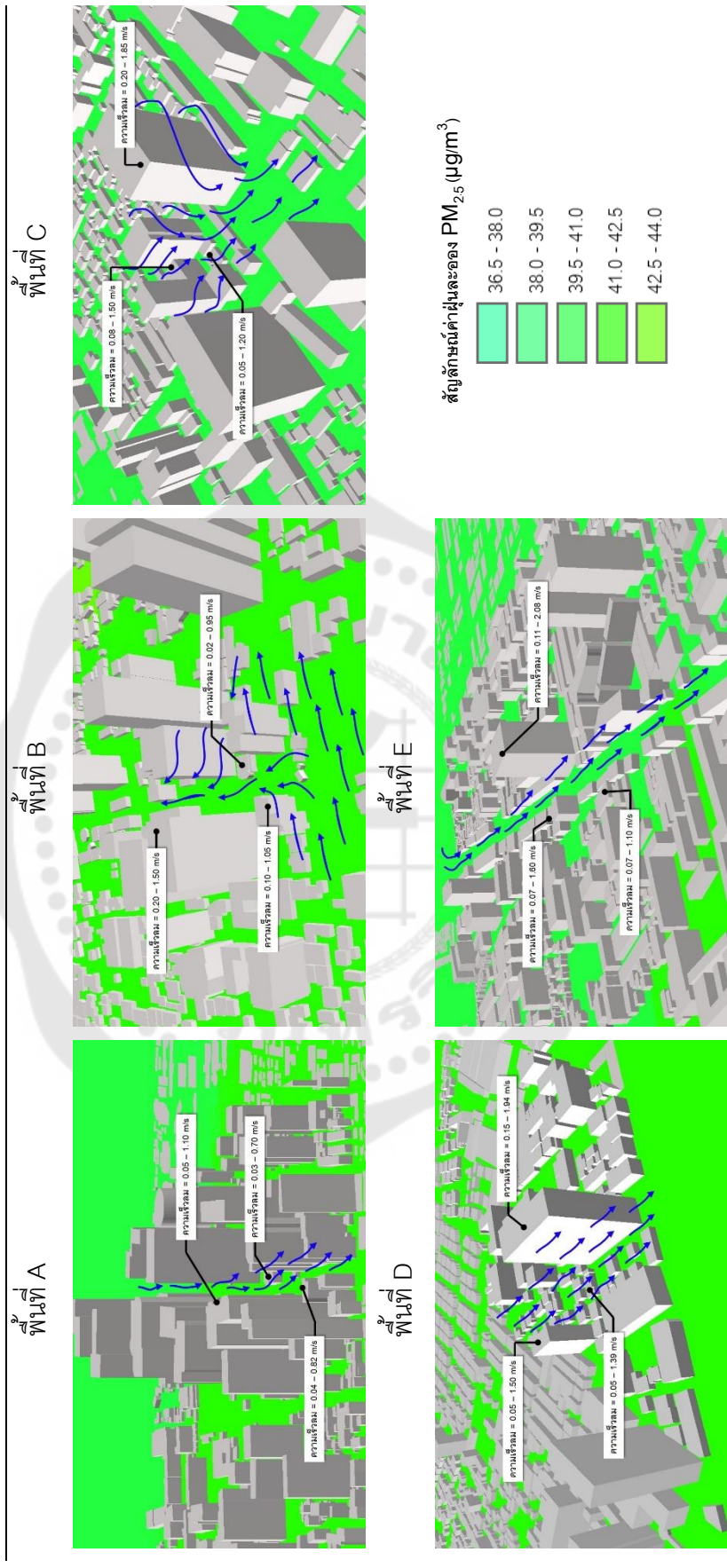
ตาราง ข-7 สรุปผลการศึกษาค่าความเข้มข้นระหว่างฝุ่นละออง PM_{2.5} และลักษณะทางกายภาพของเมือง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562

เดือนสิงหาคม



ตาราง ข-10 ผลการศึกษาค่าความสัมพัทธ์ระหว่างฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และลักษณะทางกายภาพของเมือง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2562

เดือนธันวาคม



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ศิริพัชร มั่งคั่ง
วัน เดือน ปี เกิด	10 สิงหาคม 2534
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2557 วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ที่อยู่ปัจจุบัน	9 หมู่ 7 ตำบลบางยอ อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ 10130

