ผลกระทบของรูปทรงและการวางทิศทางอาคาร ต่อสภาพแวดล้อมเมืองด้านกระแสลม
Wind Environment Impact of Building Forms and Orientations on Urban Surrounding

สิรีลักขณ์ วรรณธีระเดช[1] และ อรรจน์ เศรษฐบุตร[2]

บทคัดย่อ

การขยายตัวของอาคารประเภทต่างๆ ส่งผลให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมเดิม โดยเฉพาะการเคลื่อนที่ของกระแสลมในพื้นที่ซึ่งมีอาคารสูงค่อนข้างมาก มักเกิดปัญหาในเรื่องของการบดบังลมหรือการเกิดช่องลม ส่งผลกระทบต่อผู้ใช้พื้นที่ งานวิจัยนี้จึงมุ่งประเด็นในเรื่องของการศึกษาผลกระทบของรูปทรงและทิศทางการวางอาคารต่อสภาพแวดล้อมเมือง โดยแบ่งตามความหนาแน่นของบริบทโดยรอบอาคาร หรืออัตราส่วนพื้นที่ปกคลุมดิน 6 ระดับ (GCR10-60%) จากผลการจำลองโดยใช้โปรแกรมการคำนวณพลศาสตร์ของไหล (CFD) พบว่า พื้นที่ซึ่งมีความหนาแน่นของพื้นที่คลุมดินมาก หรือ GCR 30-60% ได้รับผลกระทบจากรูปแบบและทิศทางการวางอาคารค่อนข้างน้อย ในขณะที่การสร้างอาคารบางรูปแบบ บนพื้นที่ซึ่งมีความหนาแน่นของพื้นที่คลุมดินน้อย หรือ GCR 10-30% มีลมแรงหรือเกิดพื้นที่อับลม แก่สภาพแวดล้อมโดยรอบในบริเวณกว้าง ทั้งนี้ส่งผลให้พื้นที่กรณีศึกษา SITE 6 หรือ GCR = 60% และ SITE 4 หรือ GCR = 40% สามารถสร้างอาคารที่มีรูปแบบและทิศทางหลากหลายกว่าพื้นที่กรณีศึกษาอื่นๆ โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาคือ เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกรูปแบบ และทิศทางการวางอาคารเบื้องต้นให้มีประสิทธิภาพในการใช้งานที่ดียิ่งขึ้น และสามารถลดปัญหาต่อสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะด้านกระแสลม โดยไม่เสียประโยชน์ด้านการใช้ที่ดิน

ABSTRACT

The construction of a building inevitably changes the microclimate in its vicinity. In particular near high-rise buildings, high or low wind velocities are often introduced at pedestrian level that can be experienced as uncomfortable or even dangerous. Therefore, the design of building should not only focus on the building envelope and on providing good indoor environment, but should also include the effect of design on the outdoor environment or urban surrounding. The main purpose of this study is to reveal wind environment impact of building forms and orientations at pedestrian level on 6-level gross floor area (GCR) as 10-60% in Bangkok. This paper firstly presents

[1] ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Email: sireeluk.w@gmail.com

[2] รองศาสตราจารย์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

results of CFD tests on 6 case study areas (200x200m) with 34 buildings, totally 204 case study. The results show low density area (GCR 10-30%) is effected from buildings more than high density area (GCR 40-60%). Secondary, The simulation results showed the suggestion building forms and orientations for each GCR-level and overall. The current study allows city planners and architects to improve the building porosity efficiently for better pedestrian-level urban ventilation.

คำสำคัญ: ความหนาแน่นของอาคาร การระบายอากาศในเมือง การคำนวณพลศาสตร์ของไหล
Keywords: building density, urban ventilation, CFD simulation

บทนำ

การเปลี่ยนแปลงด้านความเป็นอยู่ อาชีพ เศรษฐกิจและสังคมเมืองในปัจจุบัน ส่งผลให้อาคารประเภทต่างๆ ขยายตัวอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดผลกระทบทางกายภาพต่อสภาพแวดล้อมโดยรอบ โดยเฉพาะเรื่องการเคลื่อนที่ของกระแสลม ซึ่งการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของกระแสลมที่พัดผ่านอาคารนั้น มีความซับซ้อนและยากในการคาดคะเนถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น ทั้งในแง่ผลกระทบต่อพื้นที่ข้างเคียงจากการวางผังอาคารใหม่ และผลกระทบต่ออาคารหรือพื้นที่ใช้งาน อันเกิดจากลักษณะทางกายภาพของสภาพที่ตั้งโดยรอบ ซึ่งในการประเมินผลกระทบของกระแสลมที่เกิดจากการวางผังอาคาร ก่อนนำผลที่ได้ไปเทียบกับเกณฑ์ที่บอกถึงระดับความรุนแรงของผลกระทบจากกระแสลมนั้น ต้องอาศัยการทำการทดลองโดยใช้อุโมงค์ลม หรือจำลองโดยใช้โปรแกรมการคำนวณพลศาสตร์ของไหล (Computational Fluid Dynamics, CFD) โดยผู้ชำนาญการ ส่งผลให้ผู้ออกแบบอาคารส่วนใหญ่ ไม่สามารถวางแผนและคิดครอบคลุมไปถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นได้ในขั้นตอนเริ่มต้นของการออกแบบ การปรับแก้รูปทรงหรือทิศทางการวางอาคารภายหลังจึงทำได้ค่อนข้างยาก และใช้เวลานาน

ความเร็วและลักษณะของกระแสลมที่ไหลเวียนในระดับใกล้พื้นดิน เป็นปัจจัยสำคัญในการพิจารณาสภาพอากาศในบริเวณนั้นๆ โดยความเร็วลมในแต่ละระดับความสูงจะแตกต่างกัน ตามลักษณะภูมิประเทศ ในขณะเดียวกันการพิจารณาการเปลี่ยนทิศทางของกระแสลมที่ปะทะมายังตัวอาคาร โดยเฉพาะทำเลที่ตั้งในเมือง ซึ่งมีความสูงต่ำและรูปทรงอาคารที่แตกต่างกัน ส่งผลกระทบต่อผู้ใช้พื้นที่ภายนอกอาคารโดยตรง อาจทำให้เกิดลมกรรโชกแรง รบกวนการใช้งานและกิจกรรมบริเวณรอบอาคาร รวมถึงอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้พื้นที่ได้ รวมไปถึงการเกิดพื้นที่อับลมอันเนื่องมาจากการบดบังกระแสลมของอาคารสูง หรืออาคารขนาดใหญ่ในบริเวณใกล้เคียง ส่งผลกระทบทั้งในแง่ปัญหาการระบายอากาศ และภาวะน่าสบายของผู้ใช้อาคาร (Jessica Bennet et al., 2007)

รูปแบบและลักษณะการเคลื่อนที่ของกระแสลมที่เกิดขึ้นในเมือง ขึ้นกับอัตราส่วนของอาคารต่อพื้นที่เปิดโล่ง โดยอัตราส่วนอาคารหมายรวมถึง ขนาดอาคาร รูปทรงอาคาร และช่องว่างระหว่างอาคาร จากการศึกษางานวิจัยการประเมินผลกระทบของลมทั้ง 12 ทิศทางกับอาคารสูง ซึ่งทดลองโดยใช้อุโมงค์ลม (Gandemer J., 1978) ผลการทดลองสามารถสรุปเป็นวิธีการประเมินเชิงปริมาณที่แสดงถึงระดับของลมที่ส่งผลต่อภาวะน่าสบาย เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบเบื้องต้น จากการคำนวณอัตราส่วนระหว่างพื้นที่อาคาร กับความสูงเฉลี่ยของอาคารโดยรอบ โดยพบว่า พื้นที่ที่มีความสูงเฉลี่ยของอาคารโดยรอบมากกว่า 4 ชั้นขึ้นไป ซึ่งมักพบในสภาพแวดล้อมเมือง จะส่งผลกระทบต่อผู้ใช้งานนอกอาคารในแง่ต่างๆ นอกเหนือไปจากปัจจัยด้านทิศทางลม ตำแหน่งที่ตั้ง และขนาดของพื้นที่เปิดโล่ง

งานวิจัยในเรื่องของกระแสลมที่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมโดยรอบอาคาร โดยส่วนใหญ่มีวัตถุประสงค์ในการศึกษา คือ การจำลองเพื่อหารูปแบบของลม ณ พื้นที่นั้นๆ ทั้งก่อนวางผังอาคาร และการคาดคะเนผลที่เกิดขึ้นภายหลังวางผังอาคาร เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบ และวางผังในขั้นเริ่มต้น เช่นงานวิจัยเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นอาคาร และความเร็วลมในระดับทางเดิน (Tetsu Kubota et al., 2008) เป็นการจำลองโดยใช้สภาพแวดล้อมที่จำแนกกรณีศึกษา ตามความหนาแน่นของอาคารในแต่ละทำเลที่ตั้งของประเทศญี่ปุ่น ซึ่งคำนวณจากอัตราส่วนของพื้นที่ปกคลุมดิน (Ground Coverage Ratio, GCR) เนื่องจากปัจจัยด้านความสูงของอาคารโดยรอบที่แตกต่างกันค่อนข้างมาก อาจส่งผลให้การจำลองคลาดเคลื่อนได้ ทั้งนี้เพื่อนำผลที่ได้จากการศึกษา จัดทำแนวทางสำหรับออกแบบอาคารให้สอดคล้องกับบริบทที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ของประเทศ

จากข้อมูลข้างต้น การศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านกระแสลม มีความสำคัญอย่างยิ่ง ในการออกแบบและวางผังอาคาร การจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA) และการวางแผนรองรับผลกระทบหรือการเยียวยาปัญหาที่เกิดขึ้น รวมถึงงานวิจัยที่ศึกษาผลกระทบของกระแสลม โดยพิจารณาจากบริบทที่แตกต่างกันในระดับเมืองหรือครอบคลุมพื้นที่กว้างๆ ยังมีน้อย จึงเกิดความสนใจในการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านกระแสลมจากการวางผัง และบริบทของเมืองในกรุงเทพมหานคร ซึ่งคาดว่าผลการศึกษาวิจัยสามารถประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการออกแบบ สร้างมาตรฐานและเกณฑ์ที่ชัดเจนในการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านกระแสลม เพื่อคาดคะเนผลกระทบจากการวางผังอาคารเบื้องต้น โดยร่นระยะเวลาจากการทดลองโดยใช้อุโมงค์ลม หรือการจำลองโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทุกครั้งที่ต้องการทราบผลกระทบข้างต้น ทั้งนี้เพื่อให้การวางผังอาคารมีประสิทธิภาพต่อผู้ใช้อาคารมากที่สุด และส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและพื้นที่โดยรอบ โดยเฉพาะด้านกระแสลมน้อยที่สุด

วัตถุประสงค์ของบทความ

1. ศึกษาความสัมพันธ์ของรูปแบบ-ทิศทางการวางอาคารและความหนาแน่นของสภาพแวดล้อมเมืองที่แตกต่างกัน
2. ศึกษารูปแบบผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านกระแสลมของอาคาร ต่อสภาพแวดล้อมเมือง
3. เสนอแนะแนวทางการออกแบบรูปทรง และทิศทางการวางอาคาร เพื่อลดผลกระทบด้านกระแสลมต่อสภาพแวดล้อมเมือง

ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยเรื่องแนวทางการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านกระแสลมของอาคารต่อสภาพแวดล้อมเมือง มีวิธีการศึกษาโดยใช้โปรแกรม CFD เพื่อจำลองหาค่าของความเร็วลมที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานพื้นที่โดยรอบอาคาร โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและงานวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

ศึกษาพื้นฐานการไหลและลักษณะการเคลื่อนที่ของกระแสลม และเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบจากการเคลื่อนที่ของกระแสลม รวมถึงทบทวนวรรณกรรมเพื่อทราบถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดตัวแปรที่เหมาะสมในการศึกษาวิจัย

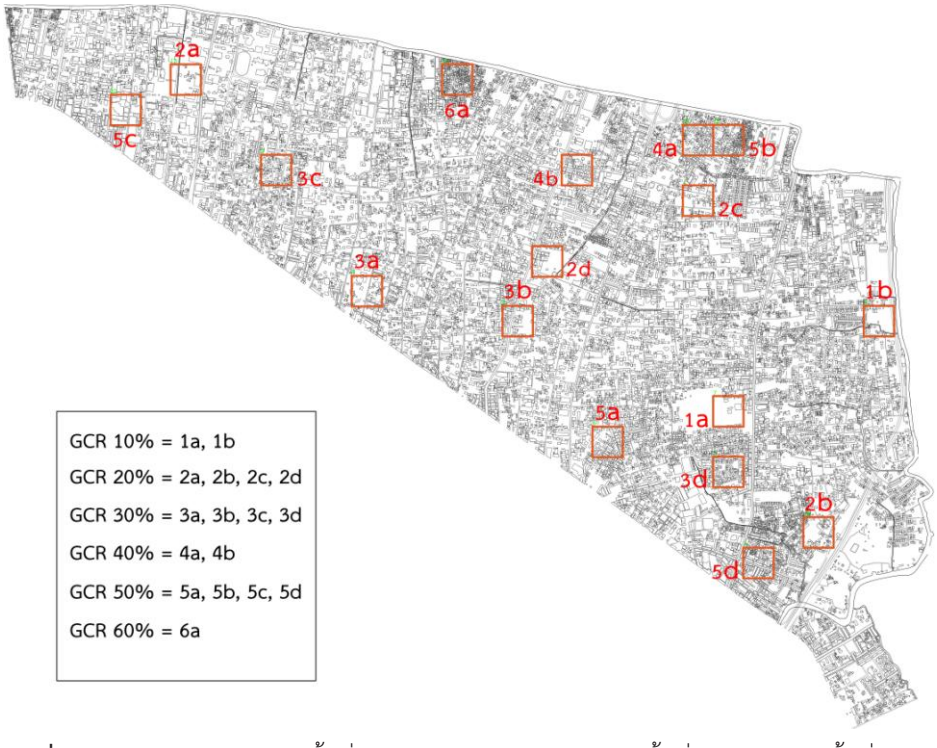
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 ระบบแสดงผลข้อมูลภูมิสารสนเทศ 3 มิติ (ArcGIS Explorer) คือ ระบบแสดงผลข้อมูลภูมิสารสนเทศ 3 มิติ บนระบบเครือข่าย คือ ระบบที่ให้บริการข้อมูลสารสนเทศ 3 มิติ บนระบบเครือข่ายในรูปแบบ Globe Service ของสำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ประชาชนทั่วไป หรือบุคคลภายนอกสามารถใช้งานได้โดยการติดตั้งซอฟแวร์ ArcGIS Explorer และลงทะเบียนผ่านหน้าหลักของเว็บไซต์ของสำนักผังเมือง เพื่อทราบถึงข้อมูลด้านความสูงอาคาร หรือขอบเขตอาคาร

2.2 การคำนวณพลศาสตร์ของไหล โดยโปรแกรม Autodesk CFD 2016 เป็นการใช้ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขแก้สมการนั้นๆ เพื่อจำลองสภาพการไหลเวียนของอากาศ โดยผลที่ได้แสดงในรูปเวกเตอร์ของความเร็วของกระแสลม ณ จุดต่างๆ จากนั้นจึงใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในการวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีทางสถิติ

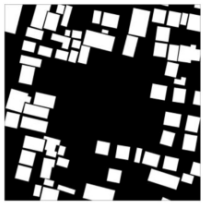
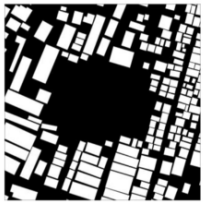
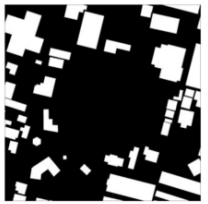
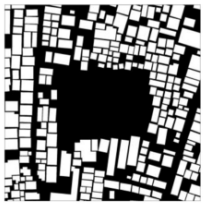
3. กำหนดพื้นที่กรณีศึกษาที่ใช้ในการจำลอง

กำหนดให้พื้นที่กรณีศึกษาที่ใช้ในการจำลองมีขนาด 200x200 เมตร (Edward Ng et al., 2011) โดยจากการสำรวจผังเมืองในกรุงเทพมหานคร พบว่า ปริมาณความหนาแน่นของพื้นที่กรณีศึกษาสามารถจำแนกตามอัตราส่วนพื้นที่ปกคลุมดิน จำนวน 6 ระดับ คือ GCR อยู่ในช่วง 10-60% ดังภาพที่ 1 เนื่องจากพื้นที่ที่มี GCR มากกว่า 60% หรือพื้นที่ที่มีความหนาแน่นมาก และพื้นที่ที่มี GCR มากกว่า 10% หรือพื้นที่ที่มีความหนาแน่นน้อย พบได้ค่อนข้างน้อยในกรุงเทพมหานคร จากนั้นจึงกำหนดพื้นที่เพื่อใช้เป็นกรณีศึกษาจำนวน 6 รูปแบบตามปริมาณความหนาแน่นของพื้นที่ ดังตารางที่ 1 โดยสามารถทราบระดับความสูงของอาคารในพื้นที่จากระบบแสดงผลข้อมูลภูมิสารสนเทศ 3 มิติของสำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร

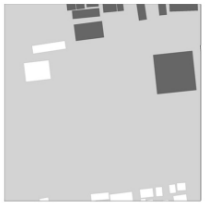
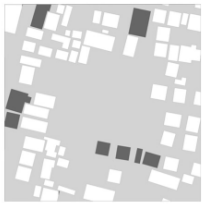
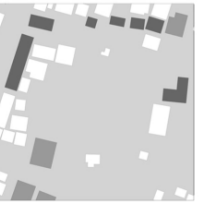
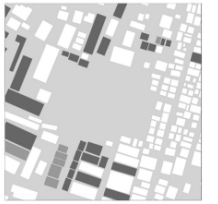
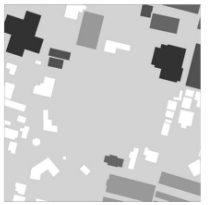
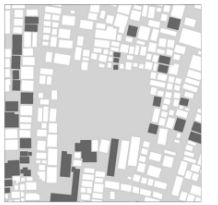


ภาพที่ 1 การจำแนกรูปแบบของพื้นที่กรณีศึกษา ตามอัตราส่วนของพื้นที่ปกคลุมดินกับพื้นที่เปิดโล่ง

ตารางที่ 1 การจำแนกรูปแบบของพื้นที่กรณีศึกษา ตามอัตราส่วนของพื้นที่ปกคลุมดินกับพื้นที่เปิดโล่ง และการจำแนกช่วงความสูงอาคาร

ลำดับ	พื้นที่กรณีศึกษา ขนาด 200x200 เมตร	ลำดับ	พื้นที่กรณีศึกษา ขนาด 200x200 เมตร
SITE 1	GCR = 10% ตำแหน่ง : 1a	SITE 4	 GCR = 40% ตำแหน่ง : 4b
SITE 2	GCR = 20% ตำแหน่ง : 2d	SITE 5	 GCR = 50% ตำแหน่ง : 5b
SITE 3	 GCR = 30% ตำแหน่ง : 3a	SITE 6	 GCR = 60% ตำแหน่ง : 6a

หมายเหตุ: สีขาว = พื้นที่ปกคลุมดิน , สีดำ = พื้นที่เปิดโล่ง

ลำดับ	พื้นที่กรณีศึกษา ขนาด 200x200 เมตร	ลำดับ	พื้นที่กรณีศึกษา ขนาด 200x200 เมตร
SITE 1	 GCR = 10% ตำแหน่ง : 1a	SITE 4	 GCR = 40% ตำแหน่ง : 4b
SITE 2	 GCR = 20% ตำแหน่ง : 2d	SITE 5	 GCR = 50% ตำแหน่ง : 5b
SITE 3	 GCR = 30% ตำแหน่ง : 3a	SITE 6	 GCR = 60% ตำแหน่ง : 6a

4. สร้างอาคารกรณีศึกษารูปทรงต่างๆ

การพิจารณารูปทรงอาคารเพื่อเป็นกรณีศึกษา วิเคราะห์จากประเภทอาคารที่เข้าข่ายการเสนอรายงานการวิเคราะห์สิ่งแวดล้อมต่อสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) โดยอาคารประเภทพักอาศัยรวมเป็นอาคารที่มีการยื่นรายงานฯ มากกว่าอาคารประเภทอื่น (สำนักวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม, 2016) รูปทรงอาคารที่เลือกใช้เป็นกรณีศึกษาจึงเป็นรูปทรงที่มักพบเห็นในอาคารประเภทพักอาศัยรวมทั่วไป เนื่องจากเกณฑ์อาคารที่เข้าข่ายกำหนดให้เป็นอาคารพักอาศัยรวมที่มีจำนวนห้องพักตั้งแต่ 80 ห้องขึ้นไป หรือมีพื้นที่ใช้สอยตั้งแต่ 4,000 ตารางเมตรขึ้นไป

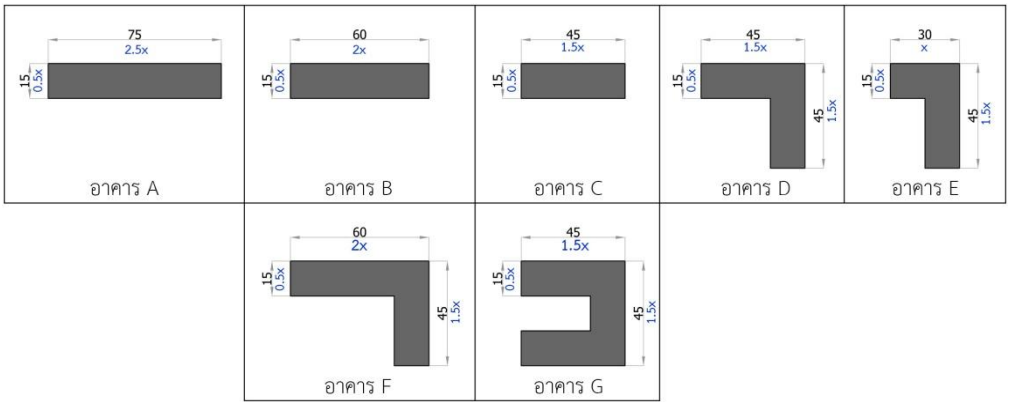
จากกฎกระทรวงบังคับใช้ผังเมืองรวม พ.ศ.2556 การใช้ประโยชน์ผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พื้นที่ทั้ง 6 กรณีศึกษา ดังตาราง 1 มีรายละเอียดการใช้ประโยชน์ที่ดิน ให้มีอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดิน (floor area ratio: FAR) ไม่เกิน 7:1 โดยประมาณ ในการศึกษาวิจัย กำหนดให้รูปแบบอาคารกรณีศึกษาเป็นอาคารสูง หรือเป็นอาคารที่มีความสูงมากกว่า 23 เมตรขึ้นไป ซึ่งตั้งอยู่บนพื้นที่ประมาณ 5,600 ตารางเมตร หรือ 3.5 ไร่ (ขนาด 90x63 หรือ 3:2) ซึ่งเป็นขนาดที่ตั้งที่เหมาะสมในการสร้างอาคารพักอาศัยรวมในกรุงเทพมหานคร ดังนั้นจึงสามารถสร้างอาคารได้โดยพื้นที่ใช้สอยรวมไม่เกิน 39,200 ตารางเมตร

รูปทรงอาคารที่ใช้ในการศึกษา ประกอบด้วยอาคารที่มีรูปทรง พื้นที่ปกคลุมดิน (Floor plate) ที่แตกต่างกัน 7 รูปแบบ ดังตารางที่ 2 ซึ่งในแต่ละรูปแบบ มีพื้นที่ใช้สอยเต็มอัตราพื้นที่ที่สามารถสร้างได้ตามกฎกระทรวงฯ ทำให้ความสูงอาคาร และจำนวนอาคารแตกต่างกันตามขนาดพื้นที่ใช้สอยต่อชั้น เช่น อาคาร A มีพื้นที่ต่อชั้น 1125 ตารางเมตร สามารถสร้างอาคารได้ 2 รูปแบบ คือ 17 ชั้น 2 อาคาร หรือ 34 ชั้น 1 อาคาร โดยมีพื้นที่รวมเท่ากับ 38,250 ตารางเมตร ซึ่งเต็มอัตราส่วน พื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดินตามกฎกระทรวงฯ รวมถึงมีการจัดวางทิศทางอาคารและระยะห่างที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 4

5. จำลองการเคลื่อนที่ของกระแสลม

จำลองการเคลื่อนที่ของกระแสลมของพื้นที่กรณีศึกษา โดยใช้โปรแกรม CFD ซึ่งจำแนกตาม GCR จำนวน 6 ระดับ จากนั้นจึงจำลองการเคลื่อนที่ของกระแสลมภายหลังการสร้างอาคารรูปแบบและทิศทางต่างๆ ทั้ง 34 รูปแบบ รวมทั้งสิ้น 204 กรณีศึกษา เพื่อทำการเปรียบเทียบและหาความสัมพันธ์ของรูปแบบอาคารและความหนาแน่นของสภาพแวดล้อมเมืองที่แตกต่างกัน โดยกำหนดค่าต่างๆ ดังตาราง 3

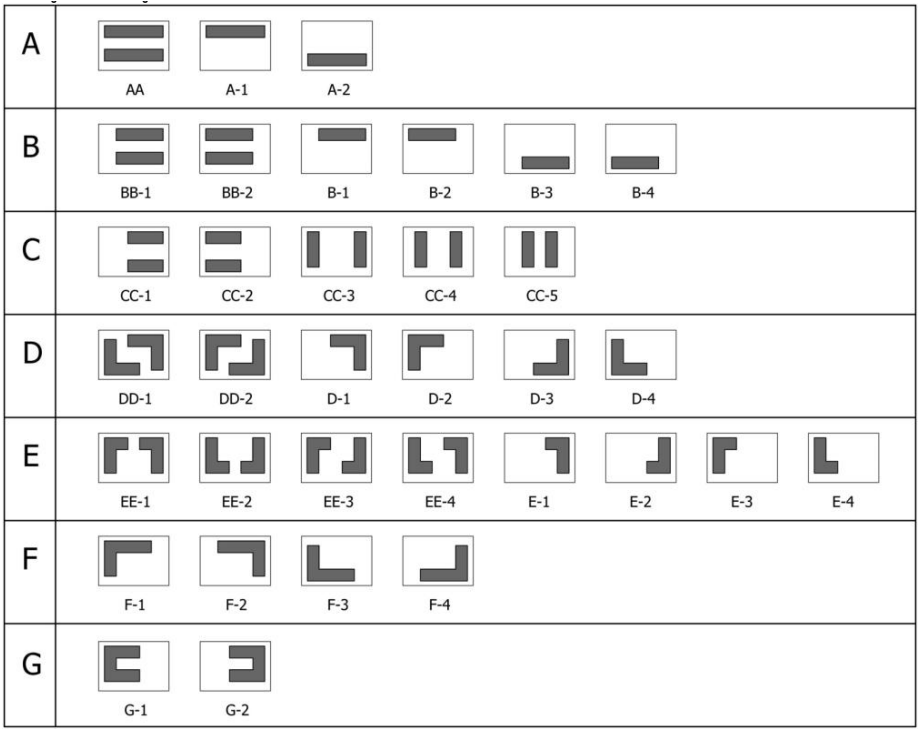
ตารางที่ 2 รูปทรงอาคารที่ทำการศึกษาจำนวน 7 รูปแบบ



ตารางที่ 3 แสดงการกำหนดตัวแปรสำหรับตั้งค่าในโปรแกรม CFD

ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง	**กำหนดตัวแปรสำหรับตั้งค่าในโปรแกรม CFD**
Simulation boundary	200 x 200 x 150 เมตร (กว้าง x ยาว x สูง)
Inflow outflow	ทิศตะวันตกเฉียงใต้ ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ
ความเร็วลมเฉลี่ย	2 m/s หรือ 7.2 km/hr
ระดับความสูง (แสดงผลความเร็วลม)	2 เมตร จากระดับพื้นดิน

ตารางที่ 4 แสดงรูปทรง 7 รูปแบบ และทิศทางอาคารที่ทำการศึกษาทั้งหมด



6. การเก็บข้อมูล และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของผลการจำลอง

การเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของรูปแบบอาคารและความหนาแน่นของสภาพแวดล้อมเมืองที่แตกต่างกัน สามารถจำแนกการวิเคราะห์ได้ 2 แนวทาง คือ

1. การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ หรือรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลม จากผลที่ได้จากการจำลองในรูปแบบกราฟฟิก เพื่อแสดงถึงการเปลี่ยนแปลง การเคลื่อนที่ของระดับความเร็วลมในพื้นที่

2. การวิเคราะห์ในเชิงตัวเลข ซึ่งได้จากการกำหนดจุดจำนวน 17-23 จุด เพื่อทราบค่าความเร็วลมของแต่ละจุดในพื้นที่ (ระยะห่าง 10-20 เมตร) ทั้งพื้นที่เหนือลม (Velocity inflow, Vi) พื้นที่ใต้ลม (Velocity outflow, Vo) (Chao Yuan et al., 2015) ดังแสดงตัวอย่างในภาพที่ 2 เพื่อพิจารณาผลกระทบอันเกิดจากกระแสลมในแต่ละจุด โดยแบ่งการวิเคราะห์ได้เป็น 4 วิธี ดังต่อไปนี้

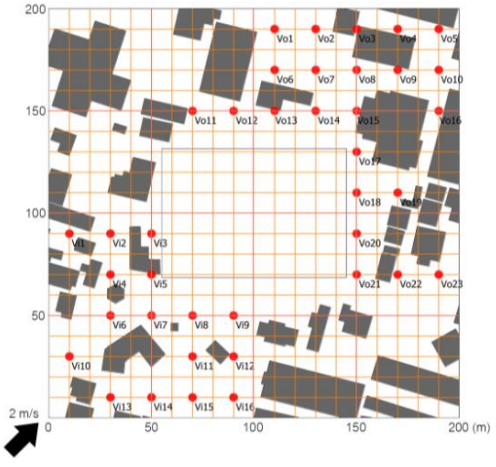
2.1 พิจารณาความเร็วลม (Wind Velocity) ในแต่ละจุดบริเวณพื้นที่ใต้ลม (Vo) โดยเทียบเกณฑ์ในตารางที่ 5

2.2 พิจารณาอัตราส่วนความเร็วลม หลัง และก่อนสร้างอาคาร (Wind Velocity Ratio) ในแต่ละจุดบริเวณพื้นที่ใต้ลม (Vo(post-dev): Vo(pre-dev)) (Tetsu Kubota et al., 2008)

2.3 พิจารณาอัตราส่วนความกดอากาศ หลังและก่อนสร้างอาคาร (Wind Pressure ratio) ในแต่ละจุดบริเวณพื้นที่ใต้ลม (Po(post-dev): Po(pre-dev))

2.4 พิจารณาอัตราส่วนค่าเฉลี่ยของความเร็วลมบริเวณพื้นที่ใต้ลม (Vo) กับพื้นที่เหนือลม (Vi)

โดยการประเมินผลกระทบของระดับความเร็วลมต่อการใช้งานในระดับทางเดิน (pedestrian level) สามารถแบ่งระดับผลกระทบได้ 3 ระดับ (Chao Yuan and Edward Ng, 2012) คือ กรณีความเร็วลมน้อยกว่า 0.3 m/s (stagnant) ผู้ใช้งานในพื้นที่จะรู้สึกถึงอากาศไม่มีการถ่ายเท กรณีความเร็วลมช่วง 0.3-3 m/s เป็นระดับที่อยู่ในช่วงภาวะน่าสบาย หรือกระแสลมไม่รบกวนการใช้งานพื้นที่ (acceptable period) ในขณะที่ความเร็วลมที่มากกว่า 3 m/s (disturb) ส่งผลให้เกิดการรบกวนการทำงานหรือกิจกรรมต่างๆ ดังตารางที่ 5



ภาพที่ 2 ตัวอย่างการกำหนดจุด Vi และ Vo ในพื้นที่กรณีศึกษา SITE 3 หรือ GCR 30%

จากนั้นนำผลการพิจารณาจากอาคารรูปแบบและทิศทางต่างๆ ที่ได้จากทั้ง 4 วิธีมาจัดลำดับข้อมูลโดยวิธีทางสถิติ โดยใช้คะแนนมาตรฐาน หรือ T-score ในการตัดเกรด ในแต่ละพื้นที่ตามระดับ GCR ซึ่งสามารถกำหนดระดับคุณภาพ หรือเกรดได้หลายระดับ โดยในงานวิจัยชิ้นนี้ เป็นการจัดลำดับรูปแบบและทิศทางการวางอาคารที่ส่งผลต่อกระแสลมระดับ เปอร์เซ็นต์ acceptable period โดยเรียงจากมากไปน้อย (A-B-C-D) โดยกำหนดช่วงระดับคะแนน ดังตารางที่ 6 จากนั้นจึงแสดงผลในรูปกราฟ และตาราง เพื่อง่ายในการเปรียบเทียบข้อมูล

ตารางที่ 5 แสดงผลกระทบของระดับความเร็วลมต่อการใช้งานในระดับทางเดิน (เมตรต่อวินาที)

stagnant	poor	low	satusfactory	good	disturb
Vo>0.3	0.6>Vo>=0.6	1>Vo=0.6	1.3>Vo>=1	3>Vo>=1.3	Vo>=3

ตารางที่ 6 แสดงช่วงระดับคะแนนที่ใช้ในการประเมินผลการวิเคราะห์ วิธีที่ 1-4

ระดับคะแนน T-score	เกรด
มากกว่า 60	A
50-59	B
40-49	C
น้อยกว่า 40	D

7. การประเมินผลและสรุปผลการศึกษาวิจัย

สรุปผลการจำลอง และเสนอแนวทางในการออกแบบรูปทรงและทิศทางการวางอาคารเพื่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมเมืองหรือพื้นที่โดยรอบน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

การจำลองการเคลื่อนที่ของกระแสลมของพื้นที่กรณีศึกษา ก่อนและหลังการสร้างอาคาร ทั้ง 204 แบบ ด้วยโปรแกรม CFD โดยกำหนดให้ความเร็วลมที่พัดเข้าสู่พื้นที่กรณีศึกษาเท่ากับ 2 เมตรต่อวินาที ซึ่งเป็นค่าความเร็วลมเฉลี่ยจากข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยาบริเวณกรุงเทพมหานคร โดยทำการวิเคราะห์ผลการจำลองตามหัวข้อดังต่อไปนี้

การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ

การเคลื่อนที่ของกระแสลมก่อนและหลังสร้างอาคารซึ่งตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีระดับความหนาแน่นของพื้นที่ปกคลุมดินแตกต่างกัน (GCR) คือ ช่วง 10-60% ผลการจำลองแสดงให้เห็นว่า การสร้างอาคารในรูปแบบและทิศทางอาคารที่แตกต่างกัน พื้นที่กรณีศึกษา SITE 6 หรือ GCR = 60% ได้รับผลกระทบจากอาคารน้อยที่สุด รองลงมาคือ SITE 4 หรือ GCR = 40% และ SITE 5 หรือ GCR = 50% ซึ่งสามารถพบกระแสลมที่ค่อนข้างแรง ในบริเวณมุม และพื้นที่โดยรอบอาคาร สำหรับพื้นที่กรณีศึกษาที่มี GCR ตั้งแต่ 10-30% หรือ SITE 1-3 นั้น การสร้างอาคารในบางรูปแบบ ส่งผลให้เกิดลมแรงหรือเกิดพื้นที่อับลม แก่สภาพแวดล้อมโดยรอบในบริเวณกว้าง ดังแสดงในตารางที่ 7 ดังนั้น ในการออกแบบอาคารในพื้นที่ดังกล่าว ควรพิจารณาถึงรูปแบบและทิศทางอาคาร เนื่องจากกระแสลมมีความแปรปรวนมากกว่าพื้นที่ซึ่งมีความหนาแน่นค่อนข้างน้อย

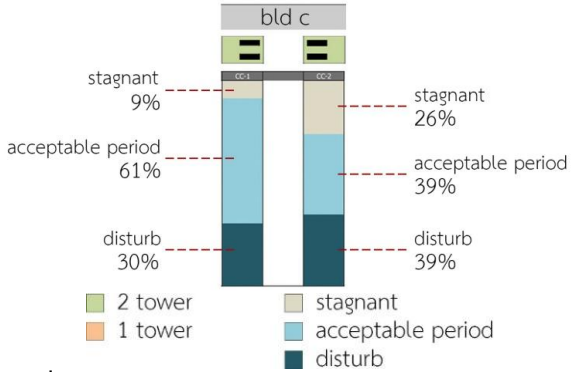
การวิเคราะห์ในเชิงตัวเลข

การวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงตัวเลข ซึ่งได้จากการจำลองโดยโปรแกรม CFD และกำหนดจุดที่ต้องการทราบค่าความเร็วลม หรือความกดอากาศ ณ บริเวณนั้น โดยแต่ละจุดกำหนดให้มีระยะห่าง 10-20 เมตร ที่ระดับความสูง 2 เมตร ซึ่งจากวิธีการวิเคราะห์ทั้ง 4 วิธีข้างต้นนั้น สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ได้ดังต่อไปนี้

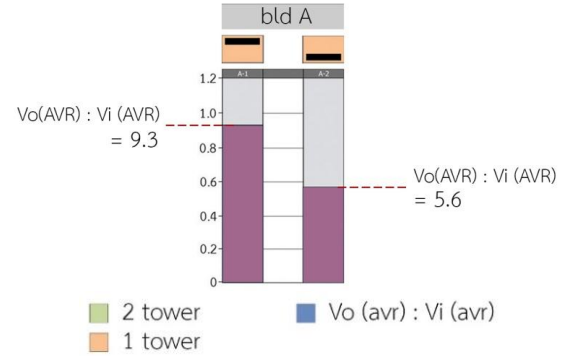
การแสดงผลการวิเคราะห์เชิงตัวเลขวิธีที่ 1-3 คือ การพิจารณา Vo, อัตราส่วน Vo และ Po หลังและก่อนสร้างอาคาร ตามลำดับ แสดงในรูปแผนภูมิแท่งซึ่งแจกแจงเปอร์เซ็นต์ของแต่ละระดับผลกระทบของความเร็วลมต่อการใช้งานใน pedestrian level ดังตัวอย่างในภาพที่ 3

ในขณะเดียวกัน การแสดงผลการวิเคราะห์ของวิธีที่ 4 เป็นการพิจารณาอัตราส่วนโดยใช้ค่าเฉลี่ยของ Vo และ Vi การแสดงผลจึงไม่สามารถแจกแจงเปอร์เซ็นต์ของแต่ละระดับผลกระทบได้ จึงแสดงในรูปของอัตราส่วน โดยให้แกน y มีค่าเริ่มจาก 0 ไปจนถึง 1.2 เท่า เพื่อพิจารณาในเรื่องของการเปลี่ยนแปลง หรือความคงที่ของกระแสลม ดังตัวอย่างในภาพที่ 4

ทั้งนี้ ในการเปรียบเทียบคะแนน โดยใช้วิธีทางสถิติโดยใช้คะแนน T-score ดังแสดงช่วงระดับคะแนนที่ใช้ในการประเมินผลการวิเคราะห์ของทั้ง 4 วิธี ดังตารางที่ 7 โดยผลการวิเคราะห์ซึ่งได้จากวิธีที่ 1-4 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้



ภาพที่ 3 แสดงวิธีการแจงแจกระดับผลกระทบของความเร็วลม



ภาพที่ 4 แสดงวิธีการแสดงผลอัตราส่วนค่าเฉลี่ยของ Vo กับ Vi

ตารางที่ 7 แสดงช่วงระดับคะแนนที่ใช้ในการประเมินผลการวิเคราะห์ วิธีที่ 1-4

ระดับคะแนน T-score	เกรด
มากกว่า 60	A
50-59	B
40-49	C
น้อยกว่า 40	D

จากการวิเคราะห์ผลการจำลองเชิงตัวเลข พบว่า วิธีที่ 1 และ 2 รวมถึงการวิเคราะห์ทางกายภาพเพื่อดูความเร็วและลักษณะการเคลื่อนที่ของกระแสลมประกอบการวิเคราะห์ในเชิงตัวเลข เป็นไปในทิศทางเดียวกัน ในขณะเดียวกัน วิธีที่ 3 คือการพิจารณาโดยใช้ Po นั้น ผลที่ได้ไม่สอดคล้องกับวิธีที่ 1 และ 2 รวมถึงลักษณะทางกายภาพ แต่ประโยชน์ที่ได้จากการใช้ข้อมูล Po ในการวิเคราะห์ คือการพิจารณาในเรื่องของความแปรปรวนของกระแสลมอันเกิดจากความเปลี่ยนแปลงของความกดอากาศ ร่วมกับความเร็วลมที่เกิดขึ้นจากรูปแบบและทิศทางการวางอาคารต่างๆ

นอกจากนั้น วิธีที่ 4 เป็นการหาอัตราส่วนของค่าเฉลี่ย Vo และ Vi โดยคำนึงถึงกระแสลม ณ พื้นที่เหนือลม ซึ่งเปลี่ยนแปลงตามความหนาแน่นของสภาพแวดล้อม หรือ GCR จากการวิเคราะห์ ผลที่ได้คือพื้นที่ที่มี GCR น้อย เช่น GCR 10% และ 20% มีอัตราส่วนที่คงที่หรือใกล้เคียงกับ 1 ในขณะที่ GCR มาก เช่น GCR 40% และ 60% ซึ่งมีอัตราส่วนที่น้อยลง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.66 และ 0.55 ตามลำดับ

ทั้งนี้การที่อัตราส่วนที่คงที่หรือใกล้เคียงกับ 1 นั้น อาจจะไม่ส่งผลดีกับพื้นที่ใต้ลมหรือ Vo เสมอไป เช่น จากการจำลองความเร็วลมในพื้นที่เหนือลมหรือ Vi ของ SITE 1 หรือ GCR = 10% มี Vi เฉลี่ย เท่ากับ 3 m/s ลมใน Vo จะมีค่าใกล้เคียงกับ 3 m/s แต่หากกรณีที่ Vi มีความเร็วลมเพิ่มมากขึ้น ลมใน Vo จะมีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 3 m/s ซึ่งอยู่ในระดับ disturb ได้เช่นกัน

ดังนั้น การนำเสนอผลการศึกษาวิจัย จึงจัดทำเป็นแผนภูมิในลักษณะที่รวมผลการวิเคราะห์อันเกิดจากวิธีที่ 1-4 เข้าด้วยกัน เพื่อความยืดหยุ่นในการนำไปประยุกต์ใช้ เนื่องมาจากในแต่ละวิธีนั้นให้ผลที่แตกต่างกันตามวัตถุประสงค์ เช่น ในกรณีที่ผู้ออกแบบต้องการเน้นประเด็นที่ความเร็วลมที่เปลี่ยนแปลงไป โดยเปรียบเทียบก่อนและหลังสร้างอาคาร จึงควรพิจารณาผลที่ได้จากแผนภูมิวิธีที่ 2 ในขณะที่หากผู้ออกแบบต้องการให้ความเร็วลมในพื้นที่ใต้ลมและเหนือลมมีความคงที่ ไม่ถูกบดบังจากอาคาร จึงควรพิจารณาผลจากวิธีที่ 4 เป็นต้น

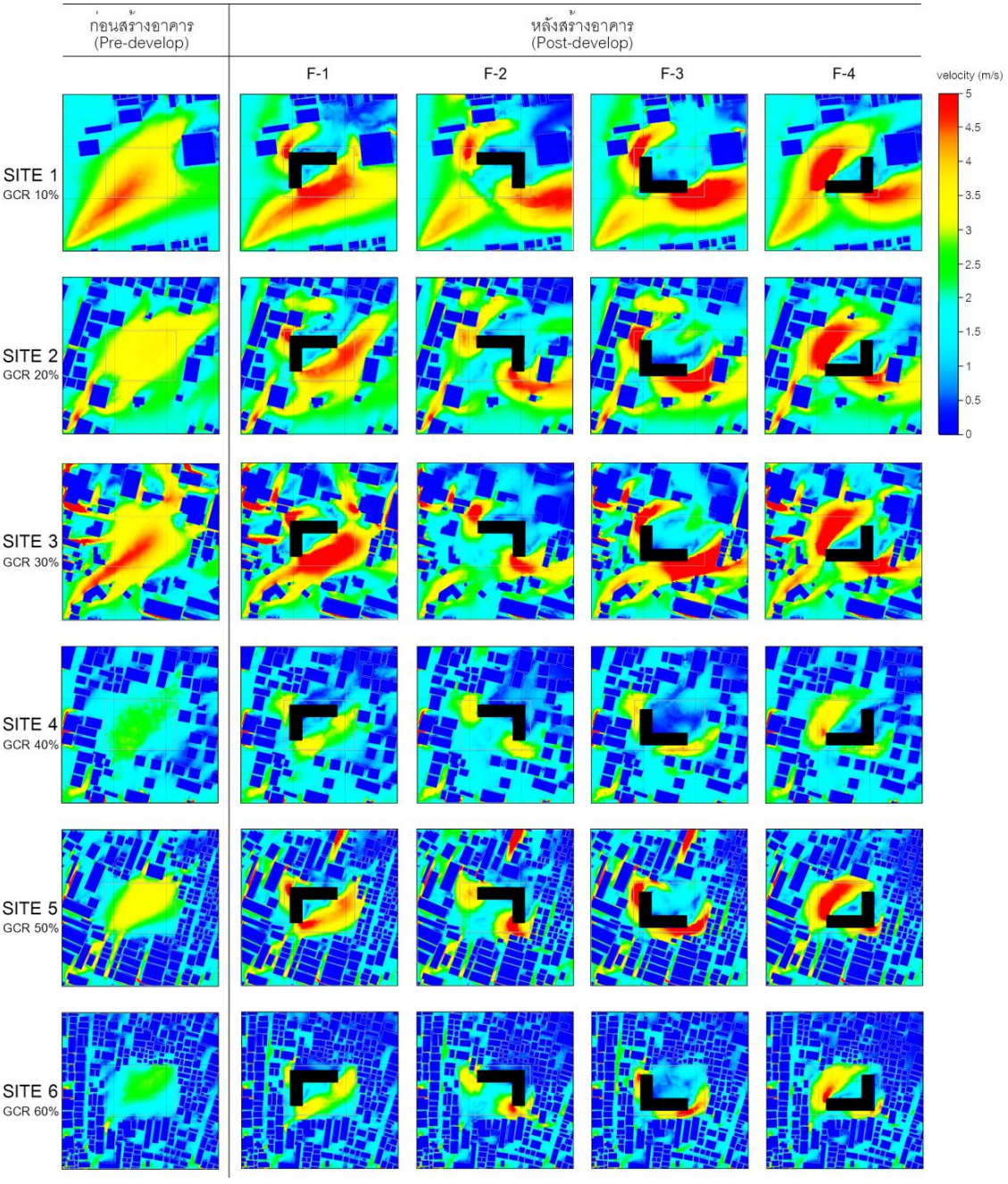
การอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

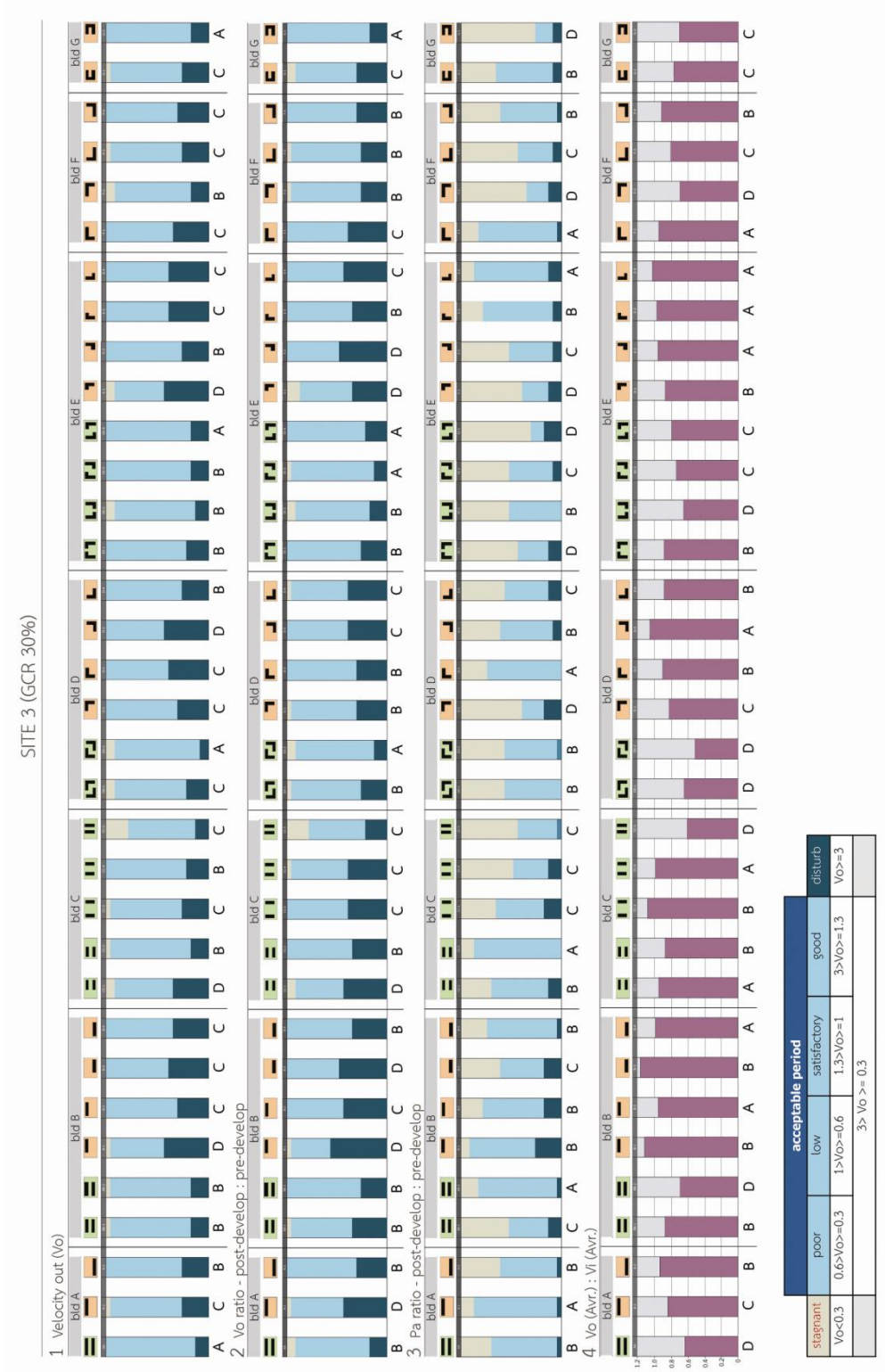
จากการวิเคราะห์ผลที่ได้จากการศึกษาวิจัยพบว่า การพิจารณารูปแบบและทิศทางอาคารในแง่ของผลกระทบด้านกระแสลม ต่อสภาพแวดล้อมเมืองที่มีความหนาแน่นต่างกันเช่นในกรุงเทพมหานคร เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้สามารถลดปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งก่อนและหลังการสร้างอาคาร ไม่ว่าจะเป็นการจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม เพื่อเสนอต่อสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) หรือการร้องเรียนจากผู้ใช้พื้นที่โดยรอบอาคาร ทั้งในแง่ของกระแสลมที่รบกวนกิจกรรม หรือการสูญเสียภาวะน่าสบายในพื้นที่นั้นๆ

ในขณะเดียวกัน การนำผลการวิจัยไปใช้เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกรูปแบบ และทิศทางการวางอาคารเบื้องต้น ประกอบกับการวิเคราะห์ที่ตั้งอาคารเบื้องต้น เช่น ระยะร่นตามกฎหมาย ทิศทางแดดลมฝน การเข้าถึงอาคาร สามารถทำให้อาคารมีประสิทธิภาพในการใช้งานที่ดียิ่งขึ้น และสามารถลดปัญหาต่อสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะด้านกระแสลมได้

ดังนั้นข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยขั้นต่อไป สามารถทำการศึกษาเพิ่มเติมโดยการปรับเปลี่ยนสัดส่วนของที่ดิน หรือศึกษาสัดส่วนของรูปทรงอาคารประเภทอื่นๆ นอกเหนือจากอาคารพักอาศัยรวม รวมถึงสามารถต่อยอดงานวิจัย เพื่อจัดทำแนวทางการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านกระแสลมต่อสภาพแวดล้อมเมือง เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบอาคารที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

ตารางที่ 7 ผลการจำลองลักษณะการเคลื่อนที่ของกระแสลม ณ ระดับความสูง 2 เมตรก่อนและหลังสร้างอาคาร F





แผนภูมิที่ 1 การแสดงผลการจำลอง โดยกราฟ 1-3 โดยแบ่งสีตามระดับผลกระทบความเร็วลม ตามตาราง acceptable period และกราฟ 4 แสดงเปอร์เซ็นต์อัตราส่วนของ Vo(average): Vi(average)

ประวัติผู้เขียนบทความ

ชื่อ-สกุล : สิรีลักขณ์ วรรณธีระเดช
การศึกษา : สถ.บ. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
การทำงาน : สถาปนิก บริษัท เออาร์เบย์ จำกัด (พ.ศ.2556-ปัจจุบัน)
E-mail address : sireeluk.w@gmail.com

เอกสารอ้างอิง

สำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2556) 1 พฤศจิกายน 2559, จาก http://www.onep.go.th/eia/index.php?option=com_content&view=article&id=32&Itemid=128

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงมหาดไทย. (2556). **กฎกระทรวง ให้ใช้บังคับผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ.2556** (เล่ม 130 ตอนที่ 41ก). หน้า 33-35

Chao Yuan, Edward Ng. (2012). **“Building porosity for better urban ventilation in high-density cities- A computational parametric study”.** Building and Environment 50. (2012): 176–189.

Chao Yuan, Leslie Norford, Rex Britter, Edward Ng. (2015). **“A modelling-mapping approach for fine-scale assessment of pedestrian-level wind in high-density cities”.** Building and Environment 97. (2015): 152–165.

Gandemer J. (1978). **“Discomfort due to wind near buildings: aerodynamic concepts”**. Dept. of Commerce, National Bureau of Standards. (1978)

Jessica Bennet, B.Kepka, F Wang, R. Watt. (2007). **Wind Design Guideline**. หน้า 12-20

Tetsu Kubota, Masao Miura, Yoshihide Tominaga. James and Akashi Mochida. (2008). **“Wind tunnel tests on the relationship between building density and pedestrian-level wind velocity: Development of guidelines for realizing acceptable wind environment in residential neighborhoods”.** Energy and Buildings 43. (2008): 1699–1708.