แนวทางการศึกษาและการประเมินผลระทบสิ่งแวดล้อม ด้านการบดบังแสงอาทิตย์ และด้านการเปลี่ยนแปลงของลม จากการก่อสร้างอาคาร สำหรับรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการอาคาร การจัดสรรที่ดิน และบริการชุมชน

โดย
กองวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม
สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

มีนาคม 2564

แนวทางการศึกษาและการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม ด้านการบดบังแสงอาทิตย์ และด้านการเปลี่ยนแปลงของลม จากการก่อสร้างอาคาร สำหรับรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการอาคาร การจัดสรรที่ดิน และบริการชุมชน

มีนาคม 2564

กองวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) ได้จัดทำ “แนวทางการศึกษาและการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม ด้านการบดบังแสงอาทิตย์และด้านการเปลี่ยนแปลงของลม จากการก่อสร้างอาคาร สำหรับรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการอาคาร” ซึ่งเป็นเอกสารทางวิชาการที่ได้จัดทำขึ้นมาจากแนวคิดและข้อเสนอแนะจากการพิจารณารายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมของผู้ทรงคุณวุฒิในคณะกรรมการผู้ชำนาญการพิจารณารายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการอาคาร การจัดสรรที่ดิน และบริการชุมชน โดยได้มีการจัดการประชุมเพื่อการพิจารณาและให้ข้อคิดเห็นต่อแนวทางการศึกษาและการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมฯ และปรับปรุงแก้ไขมาอย่างต่อเนื่อง พร้อมทั้งได้จัดการประชุมเมื่อวันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2564 เพื่ออบรมและให้ความรู้ พร้อมรับฟังความคิดเห็นจากทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องกับการพิจารณารายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการอาคาร การจัดสรรที่ดิน และบริการชุมชน โดยมีผู้เข้าร่วมประชุมประมาณ 100 คน ประกอบด้วย ผู้ทรงคุณวุฒิในคณะกรรมการผู้ชำนาญการฯ ที่เกี่ยวข้อง หน่วยงานอนุญาต หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เจ้าของโครงการ นิติบุคคลผู้จัดทำรายงานฯ และเจ้าหน้าที่ สผ. ซึ่งจากการประชุมดังกล่าว กองวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมได้รับข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะมาเพื่อการปรับปรุง และจัดทำแนวทางการศึกษาและการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมฯ ฉบับสมบูรณ์ เสร็จเรียบร้อยเป็นไปตามเป้าหมาย

กองวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เห็นสมควรเผยแพร่ **“แนวทางการศึกษาและการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม ด้านการบดบังแสงอาทิตย์ และด้านการเปลี่ยนแปลงของลม จากการก่อสร้างอาคาร สำหรับรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการอาคาร การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม”** เพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องนำไปใช้ประโยชน์สำหรับการจัดทำรายงานและการพิจารณารายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการอาคาร การจัดสรรที่ดินและบริการชุมชน ต่อไป

1. การบดบังแสงอาทิตย์จากการก่อสร้างอาคาร

1.1 วิธีการศึกษา

แนวทางการจัดทำรายงานการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดจากการก่อสร้างอาคาร ต่อผู้ที่อยู่อาศัยโดยรอบพื้นที่โครงการ ด้านผลกระทบจากการบังแสงอาทิตย์ของอาคาร ให้คำนึงถึงผลกระทบหลักใน 2 ประการ ได้แก่ ด้านสุขภาพ ซึ่งกำหนดระยะเวลาอย่างน้อยที่สุดของการรับแสงอาทิตย์ที่มีความจำเป็นต่อการสร้างวิตามินดีและสารซีโรโทนิน (serotonin) ของร่างกายมนุษย์ ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมงต่อวัน และด้านการใช้ประโยชน์ของแสงอาทิตย์เป็นพลังงานทดแทน เช่น การติดตั้ง Solar roof การตากผ้า เป็นต้น โดยการประเมินนี้ดำเนินการโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการสร้างจำลองของการบังแสงอาทิตย์ ที่ได้พัฒนาขึ้นและเป็นที่ยอมรับในปัจจุบัน เช่น Sketchup, Shadow FX, Wind&Sun, Helioscope, BIM เป็นต้น

1.2 ข้อกำหนดในการจำลอง

ข้อกำหนดเบื้องต้นสำหรับการประเมินโดยการจำลอง ในการศึกษาผลกระทบจากการบังแสงอาทิตย์ต่อบริเวณข้างเคียง กำหนดไว้ 3 ประเด็นหลัก ได้แก่ รูปแบบของอาคาร วันที่ และระยะเวลาที่ทำการจำลองการเกิดเงาเนื่องจากการบดบังแสงอาทิตย์ของอาคาร ดังนี้

1) ทำการประเมินอาคารที่มีความสูงตั้งแต่ 23 เมตร จากระดับถนนที่อยู่รอบโครงการ และ/หรือ อาคารที่มีความยาวต่อเนื่องกันตั้งแต่ 60 เมตรขึ้นไป

2) การจำลองการบังแสงอาทิตย์ ควรทำการจำลองการบังแสงอาทิตย์ 3 วัน คือ

- วันที่ 21 มิถุนายน คือ วัน Summer solstice หรือวันที่แกนของโลงเอียงเข้าหาดวงอาทิตย์มากที่สุด คือ 23.5 องศา

- วันที่ 21 กันยายน หรือ 21 มีนาคม คือ วัน Equinox หรือวันที่แกนของโลกตั้งฉากกับ ระนาบของดวงอาทิตย์ หรือ ขนานกับแกนของดวงอาทิตย์

- วันที่ 21 ธันวาคม คือ วัน Winter solstice หรือวันที่แกนของโลกเอียงออกจากแกนของดวงอาทิตย์มากที่สุด คือ 23.5 องศา

3) กำหนดให้ใช้เวลาที่พระอาทิตย์ขึ้นจากขอบฟ้าเวลา 6.00 น. และพระอาทิตย์ตกจากขอบฟ้าเวลา 18.00 น. โดยให้จำลองการบังแสงอาทิตย์ต่อเนื่องในทุกชั่วโมง หลังจากที่พระอาทิตย์ขึ้นจากขอบฟ้า 1 ชั่วโมง จนถึงก่อนพระอาทิตย์ตกจากขอบฟ้า 1 ชั่วโมง ซึ่งตรงกับเวลา 7.00, 8.00, 9.00, 10.00, 11.00, 12.00, 13.00, 14.00, 15.00, 16.00 และ 17.00 ของวันที่ทำการประเมิน

1.3 วิธีการจำลอง

ให้ระบุรายละเอียดของการจำลองในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1) ข้อมูลของโปรแกรมและเวอร์ชั่นคอมพิวเตอร์ใช้ในการจำลอง รวมทั้งชื่อของเอกสารแสดงการทดสอบความใช้ได้ของโปรแกรมที่นำมาใช้ (Software verification)

2) ตำแหน่งที่ตั้งของอาคารที่จะสร้าง โดยระบุจุดศูนย์กลางของอาคารเป็น พิกัดเส้นรุ้ง (Latitude) และเส้นแวง (Longitude) ให้มีความละเอียด เป็นองศา (degree) ลิปดา (minute) และพิลิปดา (second)

3) ทิศการวางตัวของอาคาร โดยให้แสดงผนังอาคารด้านใดด้านหนึ่งกับทิศเหนือ เป็นมุมที่มีความละเอียดอย่างต่ำเป็นองศา

4) ในกรณีที่มีแบบจริงของอาคารที่จะสร้างแล้ว ให้นำเข้าขนาดของอาคาร โดยให้ระบุความสูง ความยาว และความกว้าง ของอาคาร เป็นหน่วยทศนิยมของความยาวที่มีหน่วยเป็นเมตร

5) ในกรณีที่ยังไม่มีแบบจริงของอาคารที่จะสร้าง ให้ระบุความสูง ความยาว และความกว้าง ของอาคารที่นำเข้าแบบจำลอง เป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ โดยแสดงหน่วยทศนิยมของความยาวที่มีหน่วยเป็นเมตร

1.4 การแสดงผลของการจำลอง

ให้แสดงข้อมูลผลของการจำลองที่ได้ โดยมีผลการวิเคราะห์ในด้านต่าง ๆ อย่างน้อย ดังนี้

1) ผลการบังแสงอาทิตย์ต่อพื้นที่โดยรอบทุกชั่วโมงที่ทำการจำลอง โดยแสดงบนภาพถ่ายของโปรแกรม Google Earth ที่มีความละเอียด ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นลักษณะของอาคารข้างเคียง และพื้นที่สาธารณะข้างเคียงที่ชุมชนใช้ประโยชน์โดยรอบ โดยลากเส้นตรงระหว่างชั่วโมงที่เท่ากันของวันที่ 21 มิถุนายน วันที่ 21 กันยายน และวันที่ 21 ธันวาคม เพื่อหาบ้านที่ถูกบังในเวลา 1 ปี (ดังตัวอย่างในรูปที่ 1 และ 2)

2) ที่ตั้งและบ้านเลขที่ ซึ่งจะถูกบังทุกชั่วโมงที่ทำการจำลอง

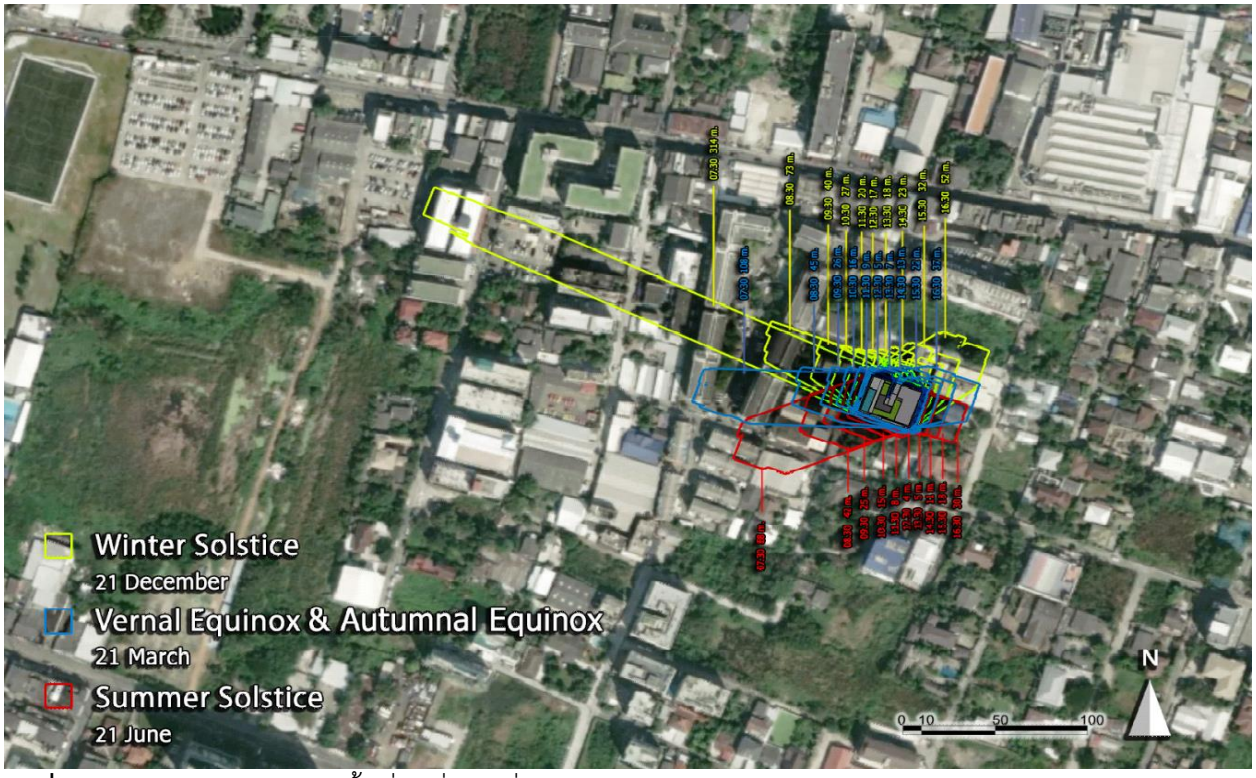
3) ที่ตั้งและบ้านเลขที่ ซึ่งจะรับแสงอาทิตย์ที่น้อยกว่าวันละ 2 ชั่วโมง

4) ที่ตั้งและบ้านเลขที่ ซึ่งมีการใช้ Solar roof พร้อมข้อมูลกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จาก Solar roof ต่อเดือน

5) ที่ตั้งและบ้านเลขที่ ซึ่งมีกิจกรรมการตากผ้า

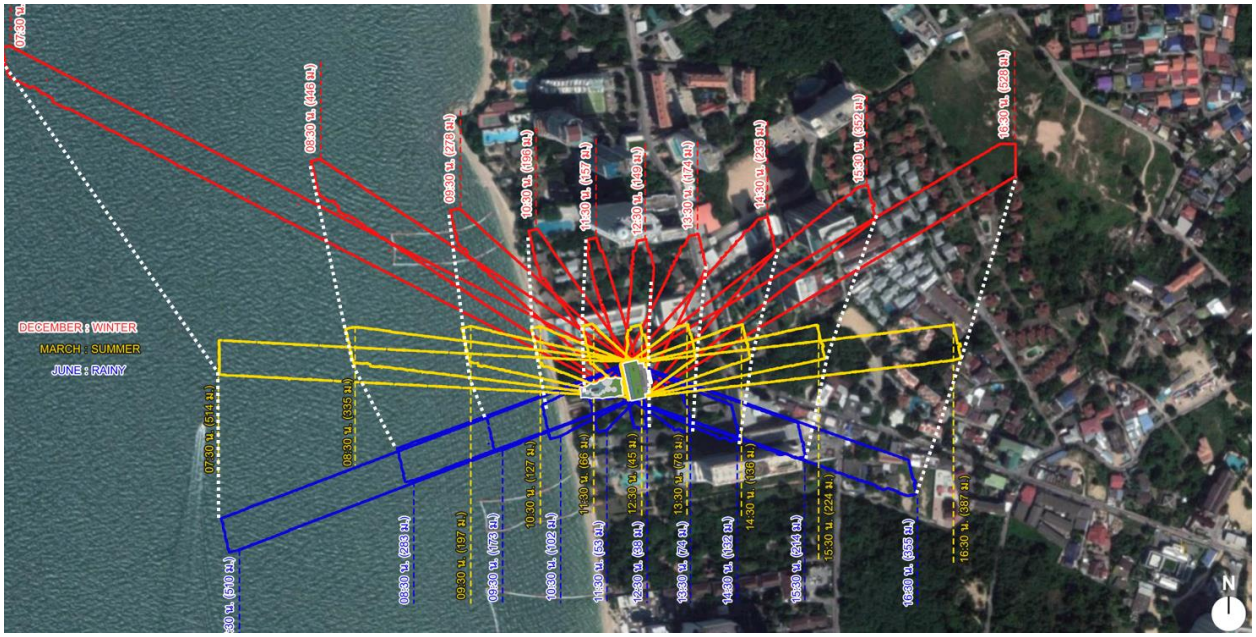
6) พื้นที่สาธารณะที่มีระยะเวลาที่ได้รับแสงน้อยกว่าร้อยละ 50 ในแต่ละวันที่ทำการจำลอง พร้อมระบุกิจกรรมที่ชุมชนเข้าใช้ประโยชน์พื้นที่นั้นในแต่ละวัน

7) ตารางแสดงประเภทผลกระทบ ของผู้ที่อาจได้รับผลกระทบจากการจำลองตาม ข้อ 2) - ข้อ 6)



รูปที่ 1 ตัวอย่างการบังแสงต่อพื้นที่ทุกชั่วโมงที่ทำการจำลอง

ที่มา: ภาพถ่ายทางดาวเทียมจาก Google Map เข้าถึงเมื่อวันที่ 7 มิถุนายน 2563 :https://goo.gl/maps/6e8wj8pwusWAmGHU7



รูปที่ 2 ตัวอย่างการบังแสงต่อพื้นที่ทุกชั่วโมงที่ทำการจำลอง

ที่มา: ภาพถ่ายทางดาวเทียมจาก Google Map เข้าถึงเมื่อวันที่ 5 พฤศจิกายน 2563 :https://goo.gl/maps/@12.9650813,1008849497,17.5z

8) ในกรณีที่บริเวณรอบอาคารที่จะสร้างได้มีอาคารอื่นที่บังแสงอาทิตย์อยู่แล้ว อาจจำลองการบังของอาคารที่มีอยู่แล้วเพื่อหักออกจากรายการในข้อ 6) ได้ และนำมาปรับในตารางของผู้ได้รับผลกระทบในข้อ 6) ก่อน พร้อมเสนอตารางที่ได้รับการปรับปรุงแล้วแทน

9) ที่ตั้งและบ้านเลขที่ ซึ่งจะถูกบังทุกชั่วโมงที่ทำการจำลอง

10) ที่ตั้งและบ้านเลขที่ ซึ่งจะรับแสงอาทิตย์ที่น้อยกว่าวันละ 2 ชั่วโมง

11) ที่ตั้งและบ้านเลขที่ ซึ่งมีการใช้ Solar roof พร้อมข้อมูลกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จาก Solar roof ต่อเดือน

12) ที่ตั้งและบ้านเลขที่ ซึ่งมีกิจกรรมการตากผ้า

13) พื้นที่สาธารณะที่มีระยะเวลาที่ได้รับแสงน้อยกว่าร้อยละ 50 ในแต่ละวันที่ทำการจำลอง พร้อมระบุกิจกรรมที่ชุมชนเข้าใช้ประโยชน์พื้นที่นั้นในแต่ละวัน

14) ตารางแสดงประเภทผลกระทบ ของผู้ที่อาจได้รับผลกระทบจากการจำลองตาม ข้อ 2) - ข้อ 6)

15) ในกรณีที่บริเวณรอบอาคารที่จะสร้างได้มีอาคารอื่นที่บังแสงอาทิตย์อยู่แล้ว อาจจำลองการบังของอาคารที่มีอยู่แล้วเพื่อหักออกจากรายการในข้อ 6) ได้ และนำมาปรับในตารางของผู้ได้รับผลกระทบในข้อ 6) ก่อน พร้อมเสนอตารางที่ได้รับการปรับปรุงแล้วแทน

16) จัดทำสเกลของตำแหน่งที่ได้รับผลกระทบ แบ่งเป็นระดับต่ำ ปานกลาง สูง

โดย ผลกระทบต่ำ หมายถึง บ้านที่ได้รับแสงอาทิตย์มากกกว่า 2 ชั่วโมงต่อวัน

ผลกระทบปานกลาง หมายถึง บ้านที่ได้รับแสงอาทิตย์น้อยกว่า 2 ชั่วโมงต่อวัน

ผลกระทบสูง หมายถึง บ้านที่ไม่ได้รับแสงอาทิตย์ตลอดวัน

1.5 การกำหนดมาตรการป้องกันและแก้ไขผลกระทบสิ่งแวดล้อม

1) จัดการประชุม โดยเชิญผู้ที่อาจได้รับผลกระทบทั้งหมด ที่วิเคราะห์ได้จากการจำลอง เพื่อให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องในด้านผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่อาจจะได้รับ และรับฟังความคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากผู้ที่อาจได้รับผลกระทบที่เข้าร่วมการประชุม

2) การกำหนดมาตรการให้คำนึงถึงการหลีกเลี่ยงหรือลดผลกระทบที่สามารถทำได้ก่อน เช่น การปรับปรุงรูปแบบอาคาร หรือปรับแผนผังโครงการ เป็นต้น หากไม่สามารถดำเนินการได้ จึงจำเป็นต้องกำหนดมาตรการในการชดเชยสำหรับผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้น พร้อมทั้งให้แนบรายงานการประชุมตามข้อ 1) ไว้ในรายงาน

เอกสารอ้างอิง : Standards for shadow studies. City of Mississauga Planning and Building Department, 2011

2. การเปลี่ยนแปลงของลมจากการก่อสร้างอาคาร

2.1 วิธีการศึกษา

แนวทางการจัดทำรายงานการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดจากการก่อสร้างอาคาร ต่อผู้ที่อยู่อาศัยโดยรอบพื้นที่โครงการ ด้านผลกระทบจากการเปลี่ยนความเร็วและทิศทางลมจากการก่อสร้างอาคาร ที่ผ่านมามีแนวทางการประเมินผลกระทบ 2 แบบ คือ แบบที่หนึ่ง ใช้ทิศทางลมหลักที่เกิดในบริเวณโครงการนำมาอธิบายผลกระทบโดยวิธีคาดการณ์ แบบที่สอง ใช้วิธีการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้หลักวิชาการทางจลศาสตร์ของไหล ที่เรียกว่า CFD (computational fluid dynamic) ดังนั้น ในกรณีของอาคารสูงหรืออาคารขนาดใหญ่ ควรใช้วิธีการจำลองในแบบที่สอง โดยอาศัยวิธีการ CFD ของการจำลองการไหลของลมรอบอาคาร ผสมผสานเข้ากับเกณฑ์ความสุขสบายในการทำกิจกรรมที่ความเร็วลมต่าง ๆ ของ Lawson (Lawson wind comfort criteria) และเกณฑ์ความสุขสบายของลมรอบอาคารของฮ่องกง เพื่อให้เกิดความน่าเชื่อถือทางวิชาการและสามารถลดความขัดแย้งในการก่อสร้างโครงการลงได้

2.2 ข้อกำหนดในการจำลอง

ข้อกำหนดเบื้องต้นสำหรับการประเมินโดยการจำลอง ในการศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนความเร็วและทิศทางลมจากการก่อสร้างอาคารต่อบริเวณข้างเคียง กำหนดไว้ดังนี้

1) อาคารที่มีความสูงน้อยกว่า 23 เมตรจากระดับถนนที่อยู่รอบโครงการ และหรืออาคารที่มีความยาวต่อเนื่องกันน้อยกว่า 60 เมตรขึ้นไป ไม่ต้องทำการประเมิน

2) อาคารที่มีความสูงตั้งแต่ 8 ชั้น หรือ 23 เมตรจากระดับถนนที่อยู่รอบโครงการ และหรืออาคารที่มีความยาวต่อเนื่องกันตั้งแต่ 60 เมตรขึ้นไป ให้เสนอผลการประเมินโดยใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์แบบ CFD

3) อาคารที่มีความสูงตั้งแต่ 20 ชั้น หรือ 60 เมตร จากระดับถนนที่อยู่รอบโครงการ ให้เสนอผลประเมินโดยใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์แบบ CFD และหากผลการประเมินระบุว่า จุดใดจุดหนึ่งในแบบจำลองด้วย CFD มีค่าความเร็วของลมสูงกว่า 10 เมตรต่อวินาที ให้ทำการจำลองโดยใช้เทคนิคอุโมงค์ลม (wind tunnel test) เพิ่มเติม เพื่อยืนยัน (Validation) ผลของการประเมินด้วยการจำลองแบบ CFD

2.3 วิธีการจำลอง

ในการประเมินโดยใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์ ให้จัดเตรียมและวิเคราะห์ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา อย่างน้อยดังนี้

1) นำข้อมูลความเร็วลมและทิศทางลมทิศ ซึ่งบันทึกไว้เป็นรายชั่วโมง ในระยะเวลา 10 ปี ที่ได้จากการตรวจวัดของสนามบินที่ตั้งอยู่ใกล้พื้นที่โครงการมากที่สุดมาใช้ หรืออาจพิจารณาใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดอื่นที่อยู่ใกล้เคียงหากเห็นว่ามีความเหมาะสมมากกว่า พร้อมแสดงเหตุผลประกอบ ทั้งนี้ สถานีตรวจวัดดังกล่าวต้องสามารถแสดงข้อมูลที่จำเป็นซึ่งต้องใช้ในการคำนวณ โดยมีข้อมูลลมระดับผิวดินที่มีความสัมพันธ์กับลมที่ระดับสูงเป็นไปตามสมการของ Hellman

2) นำข้อมูลจาก 1) มาแจกแจงออกเป็นกลุ่มตามทิศที่ลมพัดมา เป็น 9 กลุ่ม ซึ่งประกอบด้วย 8 ทิศ คือ เหนือ (N) ตะวันออกเฉียงเหนือ (NE) ตะวันออก (E) ตะวันออกเฉียงใต้ (SE) ใต้ (S) ตะวันตกเฉียงใต้ (SW) ตะวันตก (W) และตะวันตกเฉียงเหนือ (NW) และลมสงบ (C)

3) วิเคราะห์หาร้อยละของการเกิดลมในแต่ละทิศหากทิศใดมีร้อยละของการเกิดลมมากกว่า 5 ให้พิจารณานำลมที่พัดมาในทิศนั้นมาใช้ในการจำลอง โดยให้รวมจำนวนลมสงบเข้ามาคิดด้วย

4) นำความเร็วลมในทิศที่จะทำแบบจำลองสูงสุดที่ เปอร์เซ็นไท 95 มาใช้ในการคำนวณหาค่าความเร็วลมที่มีความเร็วมากของทิศนั้น ซึ่งจะได้เป็นกรณีที่ความเร็วลมสูงสุดในทิศนั้น ๆ

5) นำความเร็วลมในทิศที่จะทำแบบจำลองต่ำสุดที่ เปอร์เซ็นไท Y เมื่อ X + Y = 50 มาใช้เป็นค่าในการคำนวณหา ค่าความเร็วลมที่มีความเร็วน้อยของทิศที่เป็นทิศทางหลัก 2 ทิศ ซึ่งจะได้เป็นกรณีที่ความเร็วลมต่ำในทิศนั้น ๆ โดย X = เปอร์เซ็นต์ของลมที่มีค่าต่ำกว่า 1.5 เมตรต่อวินาที จากข้อมูล 9 กลุ่ม ที่ได้จำแนกไว้ในข้อ 2)

6) นำค่าความเร็วลมที่มีความเร็วสูงสุดและต่ำสุดที่ตรงกับความเร็วลมที่เปอร์เซ็นไท 95 และ Y ของทิศนั้น ๆ จากข้อ 4) และข้อ 5) มาคำนวณหาค่าความเร็วลมตั้งต้นในระดับความสูงต่าง ๆ ให้กับแบบจำลอง โดยมีค่าความสัมพันธ์กับความสูง เป็นไปตามสมการของ Hellman ดังนี้

$$U = Ug\ (\ Z/\ Zg\ )^{\alpha}$$

เมื่อ U = ความเร็วลมที่ความสูง Z

Ug = ความเร็วลมเฉลี่ยจากข้อ (4) (ความเร็วลมที่วัด ที่ความสูง 10 เมตรจากพื้นดิน)

Zg = ความสูงจากพื้นดินที่ทำการวัดลม (ความสูง 10 เมตรจากพื้นดิน)

α = ค่าคงที่แปรผันไปตามชนิดของภูมิประเทศ (Hellman exponent)

ทั้งนี้ ค่า α ให้พิจารณาจากที่ตั้งของอาคารเพื่อการกำหนดค่า α โดยมีค่าเท่ากับ 0.14 , 0.25 และ 0.33 สำหรับพื้นที่ราบเรียบ พื้นที่ชนบท และพื้นที่เมือง ตามลำดับ

2.4 การทำแบบจำลองด้วย CFD

2.4.1 กรอบของแบบจำลอง (Model Domain)

1.1) การจำลองการไหลของลมรอบอาคาร ต้องเป็นการจำลองแบบ 3 มิติ (3 Dimension หรือ 3D)

1.2) กรอบของแบบจำลองควรมีขนาด กว้าง X ยาว X สูง มากกว่าหรือเท่ากับ 12H X 20H X 11H เมื่อ H เป็นความสูงของอาคารมีหน่วยเป็นเมตร (ค่าใดค่าหนึ่งต้องไม่น้อยกว่าค่าที่กำหนด)

การวางตัวอาคารในแบบจำลองด้านอาคารที่หันหน้าเข้ารับลม ควรห่างขอบเขตของแบบจำลองไม่น้อยกว่า 5H ด้านหลังอาคารไม่น้อยกว่า 15H และด้านข้างของแบบจำลองไม่ควรน้อยกว่าด้านละ 6H นับจากขอบของบริเวณที่ต้องจำลอง

การปรับลดค่าของการคำนวณตามกรอบของแบบจำลอง (Model Domain) อาจสามารถทำได้หากในการคำนวณ พบว่า พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบทั้งหมดมีค่าน้อยกว่าค่าที่กำหนดไว้ตามกรอบของแบบจำลอง

1.3) ระบุทิศการวางตัวของอาคาร โดยแสดงผนังอาคารด้านใดด้านหนึ่งกับทิศเหนือ เป็นมุมที่มีความละเอียดอย่างต่ำเป็นองศา

1.4) ในกรณีที่มีแบบจริงของอาคารที่จะสร้างแล้ว ให้นำเข้าขนาดของอาคาร โดยให้ระบุความสูง ความยาว และความกว้าง ของอาคาร เป็นหน่วยทศนิยมของความยาวที่มีหน่วยเป็นเมตร

1.5) ในกรณีที่ยังไม่มีแบบจริงของอาคารที่จะสร้าง ให้ระบุความสูง ความยาว และความกว้าง ของอาคารที่นำเข้าแบบจำลอง เป็นแบบทรงเรขาคณิตอย่างง่าย มีหน่วยทศนิยมของความยาวที่มีหน่วยเป็นเมตร

1.6) ให้ทำแบบจำลอง 2 ชุด ได้แก่ (ก) คือ ชุดที่มีอาคารโครงการพร้อมอาคารข้างเคียงที่มีความสูงเกิน 20 เมตร จากขอบเขตโครงการออกไป 100 เมตร และ (ข) คือชุดที่เหมือน (ก) แต่ไม่มีอาคารของโครงการตั้งอยู่

2.4.2 รายละเอียดของการสร้างกริด (Discretization)

ให้ระบุการสร้างกริดในกรอบของแบบจำลอง ว่ามีกี่ layer, row, column และ grid เป็นแบบใด (hexahedral, tetrahedral, polyhedral หรือเป็นแบบผสม) จำนวนและขนาดของ element หรือเซลที่สร้างขึ้นและตำแหน่งของ element ดังกล่าวในกริด โดยในการสร้างกริดควรแบ่งจำนวน layer ของความสูงที่ระดับ 2 เมตรจากพื้นดิน ให้มีจำนวนไม่น้อยกว่า 4 layer

2.4.3 ค่านำเข้าแบบจำลอง (Input)

ให้ใช้ค่าสูงและค่าต่ำของความเร็วลมในแต่ละทิศ ที่คำนวณได้จากข้อ 2.4.7 ในการนำเข้าแบบจำลองและให้ระบุค่าอื่น ๆ ที่ได้นำเข้าแบบจำลอง หากมี

2.4.4 ค่าควบคุมในการคำนวณ (Boundary condition)

ให้ระบุค่าควบคุมของแบบจำลองที่เซลด้านลมเข้าและออกจากแบบจำลอง โดยเฉพาะความเร็วลมและค่าการก่อกวนของลม (turbulent parameter) และอื่น ๆ หากมี

2.4.5 สมการที่ใช้ในการคำนวณ (Algorithm) จำนวนรอบของการคำนวณ (number of iteration) และค่ากำหนดในการหยุดคำนวณ (Residual)

ให้ระบุชนิดของสมการที่ใช้ในการคำนวณว่าเป็นแบบใด Reynolds averaged Navier Stokes simulation (RANS), Large eddy simulation (LES), unsteady RANS (URANS) simulation, hybrid URANS/LES simulation หรืออื่น ๆ หากมี

ให้ระบุจำนวนรอบของการคำนวณ (number of iteration) และค่ากำหนดในการหยุดการคำนวณ (Residual) ไว้ในการคำนวณทุกครั้ง

2.4.6 การแสดงผล (Output)

ให้แสดงทิศทางและความเร็วลม ในแต่ละทิศการไหลของลมในทุกทิศทาง โดยแสดงที่ความสูงจากพื้นดิน และระดับความสูงอื่นของอาคารข้างเคียงที่มีการใช้ประโยชน์ของพื้นที่เปิดโล่ง โดยแบ่งความเร็วลมที่วิเคราะห์เป็นสี ซึ่งจะให้สีในการแสดงผลเป็นกลุ่ม ดังนี้

ความเร็วลม (เมตร/วินาที)	สี
น้อยกว่า 1.5	เทา
1.5 - 4.0	ฟ้า
4.0 – 6.0	น้ำเงิน
6.0 - 8.0	เขียว
8.0 - 10.0	เหลือง
10.0 – 15.0	ส้ม
มากกว่า 15.0	แดง

2.4.7 <u>การวิเคราะห์ผลเปรียบเทียบกับเกณฑ์</u>

ให้นำผลการวิเคราะห์ความเร็วลมที่ได้ มาเปรียบเทียบกับความเหมาะสมในการทำกิจกรรมของมนุษย์ ที่กำหนดไว้ในตาราง

ความเร็วลม (เมตร/วินาที)	ความถี่ (%)	กิจกรรม
น้อยกว่า 1.5	>50	อึดอัด
1.5 - 4.0	>5	สบาย
4.0 - 6.0	>5	นั่ง ยืน เป็นเวลานาน
6.0 - 8.0	>5	นั่ง ยืน เป็นเวลาสั้น
8.0 - 10.0	>5	เดินช้า ๆ เอื่อย ๆ
10.0 - 15.0	>5	ทำกิจกรรมยาก
มากกว่า 15.0	>0.022	ไม่ปลอดภัยในการทำกิจกรรม

2.4.8 <u>การกำหนดมาตรการป้องกันและแก้ผลกระทบสิ่งแวดล้อม</u>

ให้ดำเนินการแก้ไขหรือปรับปรุงพื้นที่ของโครงการทางด้านสถาปัตยกรรมและภูมิทัศน์ให้เหมาะสมกับกิจกรรมของมนุษย์และชุมชน ในบริเวณที่ความเร็วลมประเมินแล้วไม่เป็นไปตาม ตารางในข้อ 2.4.7 โดยเฉพาะความเร็วลมที่ <1.5 เมตรต่อวินาที มีค่ามากกว่า 50% และความเร็วลมที่ >10 เมตรต่อวินาที มีค่ามากกว่า 5% โดยให้นำเสนอข้อมูลไว้ในตารางมาตรการป้องกันและแก้ไขผลกระทบสิ่งแวดล้อม

2.4.9 <u>ระบุข้อมูลของการวิเคราะห์</u>

ให้ระบุข้อมูลของผู้ทำการวิเคราะห์แบบจำลอง CFD และวันเดือนปีที่ทำการวิเคราะห์ พร้อมทั้งนำเสนอการดำเนินการทุกขั้นตอนไว้ในรายงานภาคผนวก

2.5 การทดสอบแบบจำลองด้วยอุโมงค์ลม (Wind tunnel test)

ในกรณีที่โครงการจะก่อสร้างอาคารที่สูงกว่าพื้นดินมากกว่า 60 เมตร หรือ 20 ชั้นขึ้นไป นอกจากการเสนอแบบจำลอง CFD แล้ว จะต้องทำการทดสอบแบบจำลองของอาคารด้วยการทดสอบในอุโมงค์ลมด้วย โดยหากพบว่า บริเวณใดในแบบจำลอง CFD มีความเร็วลมเกิน 15 เมตรต่อวินาที ดังนี้

1) ให้นำข้อมูลบริเวณของพื้นที่ ที่ได้รับผลกระทบของลมที่เปลี่ยนแปลงไปจากการก่อสร้างโครงการ ซึ่งได้จากการประเมินด้วยแบบจำลอง CFD มาทำการจำลองแบบอาคารในอุโมงค์ลม

2) ให้ระบุขนาดของอุโมงค์ลมที่ใช้ในการทดสอบ และสัดส่วนของอาคารจำลองที่ใช้ในการทดสอบ

3) ให้ระบุเงื่อนไขในการทดสอบเพิ่มเติม เช่น ความเร็วของลมที่ใช้ทดสอบ

4) ให้ระบุเครื่องวัดความเร็วลมที่ใช้ พร้อมขีดความสามารถของเครื่องวัด (wind sensor)

5) ให้ระบุจำนวน เครื่องวัด และตำแหน่งที่ทำการติดตั้งในอุโมงค์ลม สำหรับในกรณีที่แบบจำลอง CFD ได้บ่งชี้ว่า ตำแหน่งใดมีค่าความเร็วลมมากกว่า 15 เมตรต่อวินาที ต้องติดตั้งเครื่องวัดในตำแหน่งดังกล่าว

6) ให้ระบุข้อมูลของผู้ทำการวิเคราะห์แบบจำลอง CFD และวันเดือนปีที่ทำการเคราะห์ พร้อมทั้งนำเสนอการดำเนินการทุกขั้นตอนไว้ในรายงานภาคผนวก

7) นำผลการทดสอบที่ได้ มาดำเนินการเพื่อการกำหนดมาตรการป้องกันและแก้ผลกระทบสิ่งแวดล้อม (ตามหัวข้อ 2.4.8 การกำหนดมาตรการป้องกันและแก้ผลกระทบสิ่งแวดล้อม)

เอกสารอ้างอิง :

1. Planning Advice Note : Wind Effects and Tall Buildings. Guidelines and best practice for assessing wind effects and tall buildings in the City of London, July 2017
2. H.K. Versteeg and W. Malalasekera, An Introduction to Computational Fluid Dynamic (second edition), 2007
3. Lawson, Davenport, and NEN 8100, Wind Comfort Criteria, 1975
4. Yaxing Du and Cheuk Ming Mak: Improving pedestrian level low wind velocity environment in high density cities: A general framework and case study. Sustain Cities Soc 42, 2018