ผลของอาคารข้างเคียงต่อแรงลมเฉพาะที่ของอาคารสูงโดยวิธีการทดสอบแบบจำลองในอุโมงค์ลม
Interference Effect between High-Rise Buildings on Local Peak Pressure by Wind Tunnel Test

ชุติสุดา ผดุงโอษฐ[1,*] วิโรจน์ บุญญภิญโญ[2] และ จิรวัฒน์ จันทร์เรือง[3]

[1,2] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต จ.ปทุมธานี
[3] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตอุเทนถวาย จ.กรุงเทพมหานคร

**Corresponding author; E-mail address: : chutisuda.ph@gmail.com*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลของอาคารข้างเคียงในรูปแบบการจัดเรียงที่แตกต่างกันที่ส่งผลต่อสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมของอาคารหลักโดยการทดสอบในอุโมงค์ลมด้วยวิธีวัดแรงดันเฉพาะที่ (Local Pressure Measurement) โดยทำการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมอาคารหลักที่ไม่มีอาคารข้างเคียง (อาคารเดียว) กับอาคารหลักที่ถูกบดบังจากอาคารข้างเคียงในระยะต่างๆและนำเสนอในรูปแบบของค่าตัวประกอบการรบกวนลม (Interference Factor) ในอาคารหลักที่มีอาคารข้างเคียง ณ ตำแหน่งที่กำหนดไว้ ผลการศึกษาพบว่าค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมของอาคารหลักที่มีอาคารข้างเคียงอยู่ในลักษณะเฉียง ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงดูดสูงสุดรุนแรงกว่าอาคารหลักที่มีอาคารข้างเคียงอยู่ในลักษณะในแนวเดียวกัน ผลกระทบการรบกวนระหว่างอาคารสูงทั้งสองอาคารสำหรับค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงดันสูงสุดและค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงดูดสูงสุดที่จุดวัดแต่ละจุดของอาคารหลักที่มีอาคารข้างเคียงถูกนำเสนอและอภิปราย

คำสำคัญ: ผลของอาคารข้างเคียง, วิธีวัดแรงดันเฉพาะที่, ตัวประกอบการรบกวนลม, ค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลม, การทดสอบแบบจำลองในอุโมงค์ลม

Abstract

This research is to study the effect of neighboring buildings in different arrangements on the wind load coefficient of the main building by testing in a wind tunnel using the Local Pressure Measurement method. The wind load coefficients of the main building without adjacent buildings (single building) were compared with the main building that was obscured from neighboring buildings at various distances and presented in the form of wind disturbance factor values. (Interference Factor) in the main building with neighboring buildings at the specified location. The results of the study showed that the wind load coefficients of the main building with neighboring buildings in the oblique manner result in higher maximum suction coefficients than those with neighboring buildings in the same line. The interference effects between the two tall buildings for the maximum pressure coefficients and the maximum suction coefficients at each measurement point of the main building with adjacent buildings are presented and discussed.

Keywords: interference effects, local pressure method, interference factor, peak pressure coefficient, wind tunnel test

1. คำนำ

การก่อสร้างในปัจจุบันนั้นได้มีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง จึงทำให้มีการก่อสร้างอาคารในรูปแปลกใหม่ มีความสูงชะลูดมากขึ้น และความสูงเหล่านี้มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้นจึงจะต้องได้การรับรองจากการทดสอบแบบจำลองในอุโมงค์ลม โดยถือเป็นข้อสำคัญในการก่อสร้างอาคารสูงเพราะความแรงของลม สภาพแวดล้อมของอาคารข้างเคียงที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ จึงทำให้มีผลกระทบจากอาคารข้างเคียง (Interference Effect) เพราะระหว่างอาคารหลักที่มีอาคารข้างเคียงนั้นจึงมีช่องว่างระหว่างอาคารข้างเคียง ซึ่งไม่สามารถหาค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมได้จากมาตรฐานการคำนวณหน่วยแรงลมและการตอบสนองของอาคาร เพราะการวิเคราะห์หน่วยแรงลมมีความซับซ้อนมากขึ้นทำให้อาคารหลักที่มีอาคารข้างเคียงมีระยะห่างของช่องว่างอาคารทั้งสองอาคาร อาจจะทำให้เกิดความเสียหายได้จึงมีความจำเป็นที่จะต้องทำการทดสอบแบบจำลองในอุโมงค์ลม เพื่อการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมที่มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

วิธีการวิเคราะห์หน่วยแรงลมโดยใช้วิธีวัดแรงดันเฉพาะที่ของแบบจำลองในอุโมงค์ลมเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการหาผลของแรงลมเฉพาะที่กระทำกับอาคาร โดยการทดสอบอาคารข้างเคียงต่อแรงลมเฉพาะที่ของอาคารสูงแบบจำลองในอุโมงค์ลมสูงโดย Kim, et.al. [1] และบุญญภิญโญ [2] เป็นการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ของหน่วยแรงลม, ค่าสัมประสิทธิ์ของแรงดันสูงสุด, ค่าสัมประสิทธิ์แรงดูดสูงสุด ของอาคารหลักที่มีอาคารข้างเคียงระบุตำแหน่งของอาคารข้างเคียง จึงทำการทดสอบของระยะห่างระหว่างอาคารทั้งสองอาคารมีการเกิดผลกระทบค่าการรบกวนลม

(Interference Factor) โดย Bronkhorst, et.al. [3], Yu, et.al. [4] และ Behera, et.al. [5] แรงผันผวนต่ออาคารแตกต่างกันขึ้นอยู่กับตำแหน่งอาคารข้างเคียงและรูปร่างของอาคาร

2. การทดสอบแบบจำลองในอุโมงค์ลม

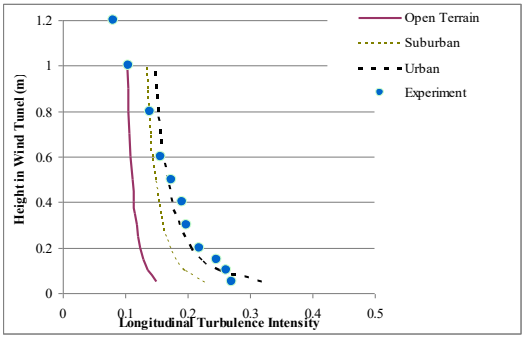
2.1 การทดสอบในอุโมงค์ลม

การศึกษางานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบแบบจำลอง ณ ห้องปฏิบัติการอุโมงค์ลม ธรรมศาสตร์-เอไอที (TU-AIT Wind Tunnel Laboratory) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ปทุมธานี โดยมีขนาดของหน้าตัดของอุโมงค์ลม กว้าง 2.5 เมตร สูง 2.5 เมตร และความยาว 25.5 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 1 โดยแบบจำลองมีมาตราส่วนการย่อขนาด 1/400 ทำการทดสอบโดยการเพิ่มทีละ 10 องศา ตั้งแต่มุม 0 ถึง 350 องศา เพื่อที่ให้ลมสามารถปะทะอาคารได้ทุกทิศทาง ในสภาพภูมิประเทศแบบเมืองใหญ่ ณ ตำแหน่งที่มีอาคารข้างเคียงที่กำหนดไว้ ดังแสดงในรูปที่ 4

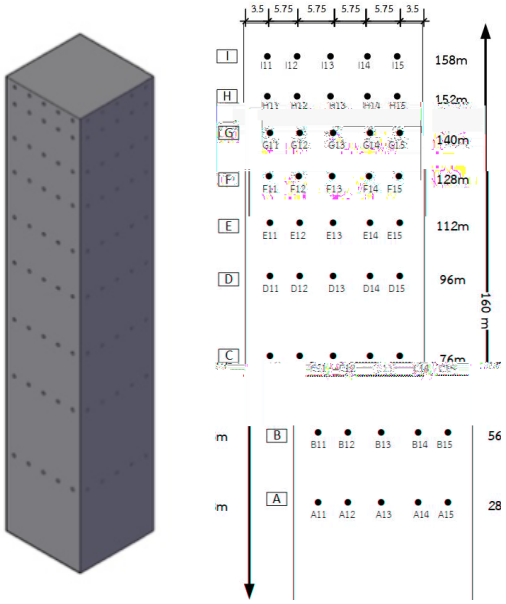
การทดสอบด้วยแรงลมเฉพาะที่โดยการทดสอบแบบจำลองในอุโมงค์ลม จะทำการสร้างแบบจำลองอาคารหลักโดยใช้เป็นแบบจำลองอะคริลิกแข็ง โดยทำการเจาะรูเพื่อติดตั้งท่อส่งแรงดัน ที่จุดต่างๆที่ต้องการวัดความดันลม แล้วทำการต่อท่อพลาสติกใสขนาดเล็กจากท่อส่งแรงดัน ดังแสดงในรูปที่ 2 ในส่วนการสร้างแบบจำลองอาคารข้างเคียงด้วยไม้บัลซ่า ดังแสดงในรูปที่ 3 แล้วทำการเก็บข้อมูลด้วยเครื่องวัดแรงดันลม (Pressure Sensor Scanner) มีตัวรับสัญญาณของท่อส่งแรงดันแต่ละจุดในอาคาร ทั้งหมด 4 ด้าน รวมทั้งหมด 180 จุด ทำให้สามารถเก็บข้อมูลได้พร้อมกันทั้งหมด 180 จุด ซึ่งในส่วนของอาคารหลักที่ไม่มีอาคารข้างเคียงจะต้องทำการทดสอบก่อน หลังจากการทดสอบอาคารหลักที่ไม่มีอาคารข้างเคียงเสร็จจึงจะเริ่มทำการเก็บข้อมูลในส่วนของอาคารหลักที่มีอาคารข้างเคียงตามตำแหน่ง ณ ที่กำหนด ซึ่งจะใช้เวลาในการเก็บข้อมูล 2 นาที ต่อการวัดหนึ่งรอบมุม ด้วยอัตราการเก็บข้อมูลเท่ากับ 400 ข้อมูลต่อวินาที โดยมีความเร็วลมเฉลี่ยที่ยอดอาคารของแบบจำลองเท่ากับ 8.94 เมตรต่อวินาทีโดยค่าที่ได้จากการทดสอบมาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมในแต่ละจุดรับสัญญาณของแต่ละองศาในแต่ละด้าน เพื่อวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลม ณ ตำแหน่งที่มีอาคารข้างเคียง และเพื่อเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมของอาคารหลักที่ไม่มีอาคารข้างเคียงและอาคารหลักที่มีอาคารข้าง

2.2 คุณสมบัติของอาคารที่ใช้ในการศึกษา

การทดสอบแรงลมที่กระทำต่อพื้นที่ส่วนต่างๆของโครงสร้าง โดยใช้แบบจำลองแข็งมีมาตราส่วนการย่อ 1/400 แบบที่ใช้ในการจำลองอาคารมีความกว้าง (B) เท่ากับ 30 เมตร ความยาว (D) เท่ากับ 30 เมตร และมีความสูง (H) เท่ากับ 160 เมตรโดยทำการเจาะรูบนผนังอาคาร จำนวน 9 ชั้น ในแต่ละชั้นของแต่ละด้านว ห อ 1



รูปที่ 4 ค่าความเร็วเฉลี่ย และอัตราส่วนความเร็วที่แปรปรวนตามความสูง ในสภาพภูมิประเทศแบบต่างๆ



รูปที่ 5 ตำแหน่งจุดวัดความดันและแบบจำลองอาคารหลักโครงสร้างอาคารสูง

2.3 ระบุตำแหน่งของอาคารข้างเคียง

การระบุตำแหน่งของอาคารข้างเคียงและทิศทางลม อาคารข้างเคียงทั้งหมดจะถูกวางโดยหันเข้าหาอาคารหลัก โดยอาคารข้างเคียงจะวางไว้ตามกำหนดอาคารหลักที่มีอาคารข้างเคียง เมื่อเทียบกับอาคารหลักที่ $(S_x, S_y) = (0, 0)$ ระยะห่างระหว่างจุดกึ่งกลางถึงจุดกึ่งกลางนั้นแตกต่างกันไปตาม S_x ตามความยาว และ S_y ตามแนวขวาง

ก) อาคารหลักอยู่ด้านหน้าอาคารข้างเคียง อาคารข้างเคียงมีการระบุตำแหน่งในการทดสอบ โดยตำแหน่งที่ (1.5B, 0) ,(2B, 0), (3B, 0), (4B, 0) และ(5B, 0) ระยะการวัดจุดกึ่งอาคารหลักถึงจุดกึ่งกลางอาคารข้างเคียง

ข) อาคารหลักอยู่ด้านข้างอาคารข้างเคียง อาคารข้างเคียงมีการระบุตำแหน่งในการทดสอบ โดยตำแหน่งที่ (0, 1.5B), (0, 2B), (0, 3B), (0, 4B) และ(0, 5B) ระยะการวัดจุดกึ่งอาคารหลักถึงจุดกึ่งกลางอาคารข้างเคียง

ค) อาคารหลักอยู่ด้านหลังอาคารข้างเคียง อาคารข้างเคียงมีการระบุตำแหน่งในการทดสอบ โดยตำแหน่งที่ (1.5B, 0) ,(2B, 0), (3B, 0), (4B, 0) และ(5B, 0) ระยะการวัดจุดกึ่งอาคารหลักถึงจุดกึ่งกลางอาคารข้างเคียง

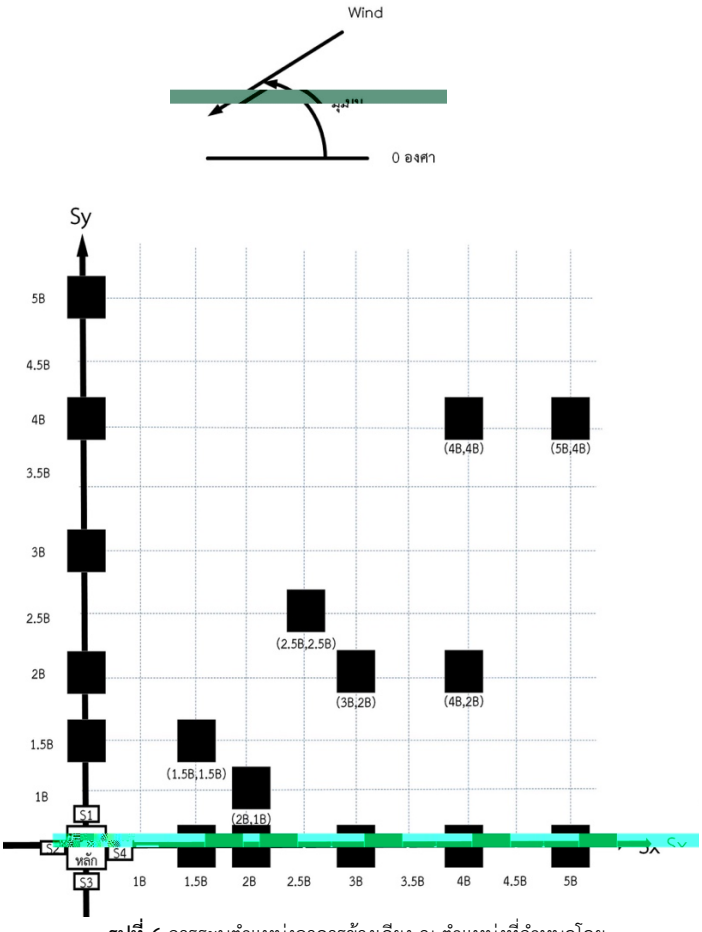
ง) อาคารหลักอยู่ด้านหลังอาคารข้างเคียง อาคารข้างเคียงแบบเฉียง 45 องศา อาคารข้างเคียงมีการระบุตำแหน่งในการทดสอบ โดยตำแหน่งที่ (1.5B, 1.5B), (2.5B, 2.5B) และ(4B, 4B) ระยะการวัดจุดกึ่งอาคารหลักถึงจุดกึ่งกลางอาคารข้างเคียง

จ) อาคารหลักอยู่ด้านหน้าอาคารข้างเคียง อาคารข้างเคียงแบบเฉียง 45 องศา อาคารข้างเคียงมีการระบุตำแหน่งในการทดสอบ โดยตำแหน่งที่ (1.5B, 1.5B), (2.5B, 2.5B) และ(4B, 4B) ระยะการวัดจุดกึ่งอาคารหลักถึงจุดกึ่งกลางอาคารข้างเคียง

ฉ) อาคารหลักอยู่ด้านหลังอาคารข้างเคียงแบบเฉียง อาคารข้างเคียงมีการระบุตำแหน่งในการทดสอบ โดยตำแหน่งที่ $(S_x, S_y) =$ (2B, 1B), (3B, 2B), (4B, 2B) และ(5B, 4B) ระยะการวัดจุดกึ่งอาคารหลักถึงจุดกึ่งกลางอาคารข้างเคียง

ช) อาคารหลักอยู่ด้านหน้าอาคารข้างเคียงแบบเฉียง อาคารข้างเคียงมีการระบุตำแหน่งในการทดสอบ โดยตำแหน่งที่ $(S_x, S_y) =$ (1B, 2B), (2B, 3B), (2B, 4B) และ(4B, 5B) ระยะการวัดจุดกึ่งอาคารหลักถึงจุดกึ่งกลางอาคารข้างเคียง ดังแสดงในรูปที่ 6

อย่างไรก็ตาม บทความวิจัยนี้ได้แสดงตัวอย่างผลเฉพาะบางตำแหน่งเท่านั้น



รูปที่ 6 การระบุตำแหน่งอาคารข้างเคียง ณ ตำแหน่งที่กำหนดโดย (S_x, S_y) และทิศทางลม

3. การวิเคราะห์ด้วยแรงลมเฉพาะที่โดยการทดสอบแบบจำลองในอุโมงค์ลม

การวิเคราะห์แรงลมเฉพาะที่โดยการทดสอบแบบจำลองในอุโมงค์ลมด้วยวิธีวัดหน่วยแรงลมของแบบจำลองในอุโมงค์ลมเพื่อทำการวิเคราะห์และแปลงให้อยู่ในรูปของค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลม

3.1 ค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลม

เป็นอัตราส่วนของค่าความดันลมที่ระดับค่าใดๆ ต่อความดันพลวัตที่ระดับอ้างอิง จะถูกทำให้เป็นค่าไร้หน่วยด้วยการหารค่าความดันลมพลวัตที่ยอดอาคารเพื่อใช้ในการพิจารณาถึงผลค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลม ดังแสดงในสมการต่อไปนี้

$$C_p = \frac{(P_x - P_o)}{q} \quad (1)$$

$$q = \frac{1}{2}\rho U_r^2 \quad (2)$$

โดยที่ C_p คือ ค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลม, P_x คือ ความดันลมที่วัดได้ ณ ตำแหน่งใดๆบนแบบจำลอง, P_o คือ ค่าความดันลมสถิต ณ ตำแหน่งอ้างอิงที่ยอดอาคาร, q คือ ค่าความดันลมพลวัต ณ ตำแหน่งอ้างอิงที่ยอดอาคาร, ρ คือ ค่าความหนาแน่นของมวลอากาศ, U_r คือ ค่าความเร็วลมเฉลี่ย ณ ตำแหน่งอ้างอิงที่ยอดอาคาร

3.2 ค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมเฉลี่ย, แรงดันลมสูงสุด, แรงดูดลมสูงสุด และความดันลมแปรปรวน

เป็นอัตราส่วนของค่าหน่วยแรงลมเฉลี่ย, ค่าหน่วยแรงดันลมสูงสุด, ค่าหน่วยแรงดูดสูงสุดและค่าความดันลมแปรปรวนที่วัดได้ ณ ตำแหน่งใดๆ บนแบบจำลองในช่วงเวลา T_m ต่อความดันพลวัต ณ ตำแหน่งที่ยอดอาคาร จะถูกทำให้เป็นค่าไร้หน่วยด้วยการหารค่าความดันลมพลวัต ณ ตำแหน่งอ้างอิงที่ยอดอาคาร เพื่อใช้ในการพิจารณาถึงผลค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมเฉลี่ย ดังแสดงในสมการต่อไปนี้

$$\bar{C}_p = \frac{(\bar{P} - P_o)}{\frac{1}{2}\rho U_r^2} \quad (3)$$

$$\hat{C}_p = \frac{(\hat{P} - P_o)}{\frac{1}{2}\rho U_r^2} \quad (4)$$

$$\check{C}_p = \frac{(\check{P} - P_o)}{\frac{1}{2}\rho U_r^2} \quad (5)$$

$$C'_p = \frac{\sqrt{\bar{P}'^2}}{\frac{1}{2}\rho U_r^2} \quad (6)$$

โดยที่ $\bar{\mathrm{C}}_\mathrm{p}$, $\hat{\mathrm{C}}_\mathrm{p}$, $\check{\mathrm{C}}_\mathrm{p}$ และC'_p คือ ค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมเฉลี่ย, ค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงดันลมสูงสุด, ค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงดูดลมสูงสุด และค่าสัมประสิทธิ์ความดันลมแปรปรวน, $\overline{\mathrm{P}}$, $\hat{\mathrm{P}}$, $\check{\mathrm{P}}$ และ$\bar{P}'$ คือ ค่าหน่วยแรงลมเฉลี่ย, ค่าหน่วยแรงดันลมสูงสุด, ค่าหน่วยแรงดูดสูงสุด และค่าความดันลมแปรปรวน, T_m คือ ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลที่สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากช่วงเวลา 1 ชั่วโมงในสภาพจริง

3.3 การคำนวณควบคุมอัตราการย่อส่วนมิติ, ความเร็วและเวลา

อัตราส่วนย่อมิติ, ความเร็ว, และเวลา โดยอาคารแบบจำลองเปรียบเทียบกับอาคารขนาดจริง ดังแสดงสมการต่อไปนี้

$$\lambda_L = \frac{L_m}{L_p} \quad (7)$$

$$\lambda_V = \frac{V_m}{V_p} \quad (8)$$

$$\lambda_T = \frac{T_m}{T_p} \quad (9)$$

$$T_m = \frac{\lambda_L}{\lambda_V} \times 3600 \text{ วินาที} \quad (10)$$

โดยที่ λ_L คือ อัตราส่วนการย่อส่วนมิติ, λ_V คือ อัตราส่วนการย่อส่วนความเร็ว, λ_T คือ อัตราส่วนการย่อส่วนด้านเวลา, L คือ ความกว้าง, V คือความเร็วลม, T คือ เวลา, ตัวห้อย m, p หมายถึงแบบจำลองและอาคารจริง

4. การวิเคราะห์อาคารข้างเคียงที่มีผลต่อการตอบสนองของอาคาร

ผลของการวิเคราะห์จากอาคารหลักที่มีอาคารข้างที่ได้จากการทดสอบแบบจำลองในอุโมงค์ลมส่วนด้วยผลของอาคารหลักที่ไม่มีอาคารข้างเคียงจะได้ค่าตัวประการการบกวนลม (IF) ณ ตำแหน่งใดๆของอาคารข้างเคียงที่กำหนดไว้ ดังแสดงสมการต่อไปนี้

$$IF_{mean} = \frac{\bar{C}_p \text{ with interfering present}}{\bar{C}_p \text{ with isolated condition}} \quad (11)$$

$$IF_{max} = \frac{\hat{C}_p \text{ with interfering present}}{\hat{C}_p \text{ with isolated condition}} \quad (12)$$

$$IF_{min} = \frac{\check{C}_p \text{ with interfering present}}{\check{C}_p \text{ with isolated condition}} \quad (13)$$

5. ผลการศึกษา

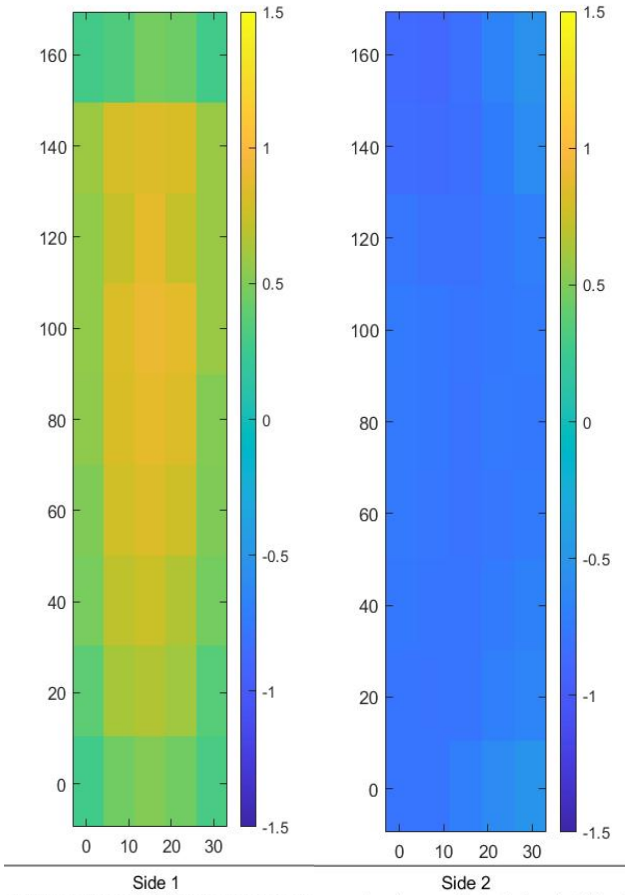
5.1 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมของอาคารหลัก

จากการศึกษาพบว่าการวิเคราะห์ด้วยแรงลมเฉพาะที่โดยการทดสอบแบบจำลองในอุโมงค์ลม มีค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมเฉลี่ย ค่าสัมประสิทธิ์แรงดันสูงสุด ค่าสัมประสิทธิ์แรงดูดสูงสุด

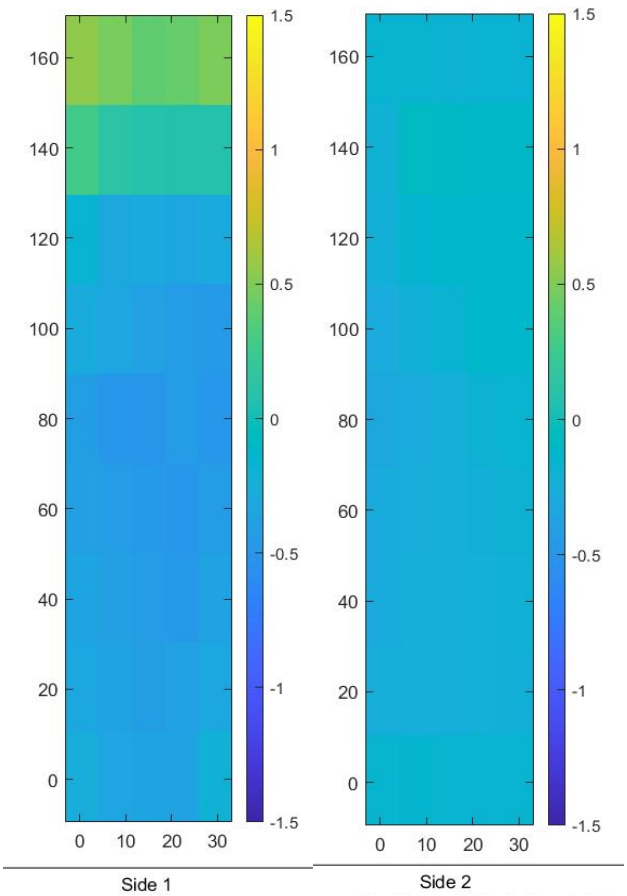
5.1.1 อาคารหลักที่ไม่มีอาคารข้างเคียง

ค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมเฉลี่ย ซึ่งเป็นอัตราส่วนของค่าแรงหน่วยลมเฉลี่ย ณ ตำแหน่งใดๆบนแบบจำลองช่วงเวลาต่อความดันพลวัตที่ยอดอาคาร สามารถวิเคราะห์ได้ตามสมการที่ 3 ดังแสดงในรูปที่ 7 สำหรับมุม 0 องศา อาคารหลักที่ไม่มีอาคารข้างเคียง ได้ค่า $\bar{C}_p$ = 0.90

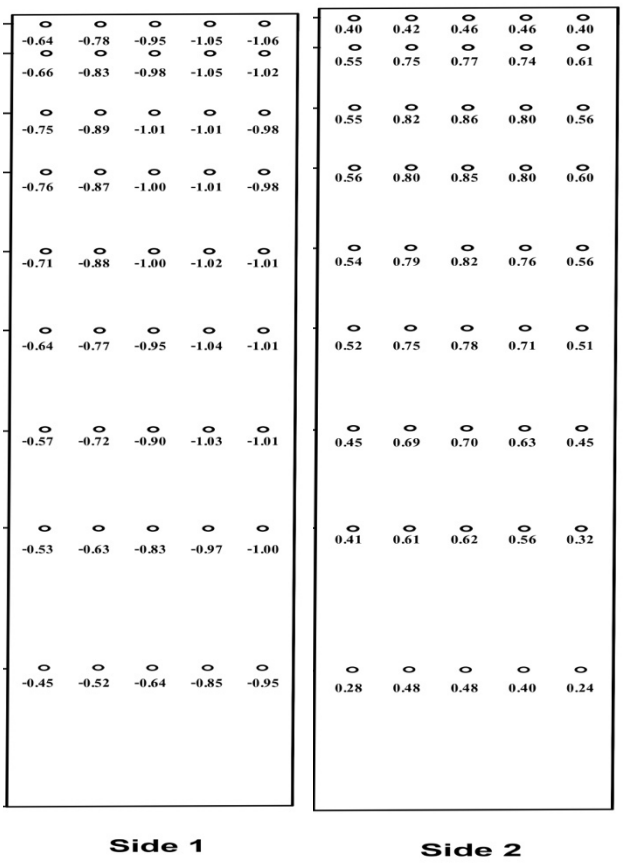
จากรูปที่ 7 เมื่ออาคารหลักที่ไม่มีอาคารข้างเคียง ไม่มีอาคารข้างเคียงมาบดบังกระแสลม ส่งผลให้หน่วยแรงดันเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ปกติ



รูปที่ 7 ค่าสัมประสิทธิ์แรงดันลมเฉลี่ยของอาคารหลักที่ไม่มีอาคารข้างเคียง ที่มุม 0 องศา



รูปที่ 8 ค่าสัมประสิทธิ์แรงดันลมเฉลี่ยของอาคารหลักที่มีอาคารข้างเคียง (S_x, S_y) = (1.5B, 0) ที่มุม 0 องศา

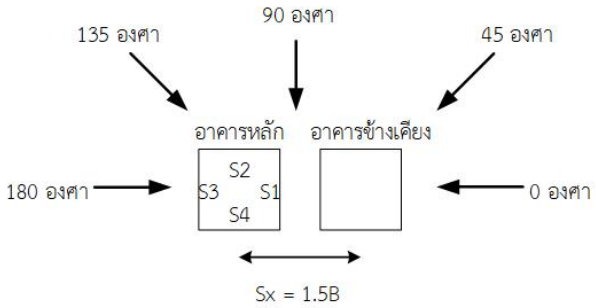


รูปที่ 9 ค่าสัมประสิทธิ์แรงดันลมเฉลี่ยของอาคารหลักที่มีอาคารข้างเคียง $(S_x, S_y) =$ (1.5B, 0) ที่มุม 90 องศา

5.2 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมของอาคารหลักที่มีอาคารข้างเคียง

การศึกษาแสดงด้วยแรงลมเฉพาะที่โดยการทดสอบแบบจำลองในอุโมงค์ลม มีค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมเฉลี่ย ค่าสัมประสิทธิ์แรงดันสูงสุด ค่าสัมประสิทธิ์แรงดูดสูงสุด

5.2.1 อาคารหลักที่มีอาคารข้างเคียงโดยตำแหน่งที่ $(S_x, S_y) =$ *(1.5B, 0)*



ค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมเฉลี่ย ซึ่งเป็นอัตราส่วนของค่าแรงหน่วยลมเฉลี่ย ณ ตำแหน่งใดๆบนแบบจำลองช่วงเวลาต่อความดันพลวัตที่ยอดอาคาร สามารถวิเคราะห์ได้ตามสมการที่ 3 ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 8 สำหรับมุม 0 องศา และรูปที่ 9 สำหรับมุม 90 องศา ได้ค่า $\bar{C}_p$ = 0.55 และ ค่า $\bar{C}_p$ = 0.86 ตามลำดับ

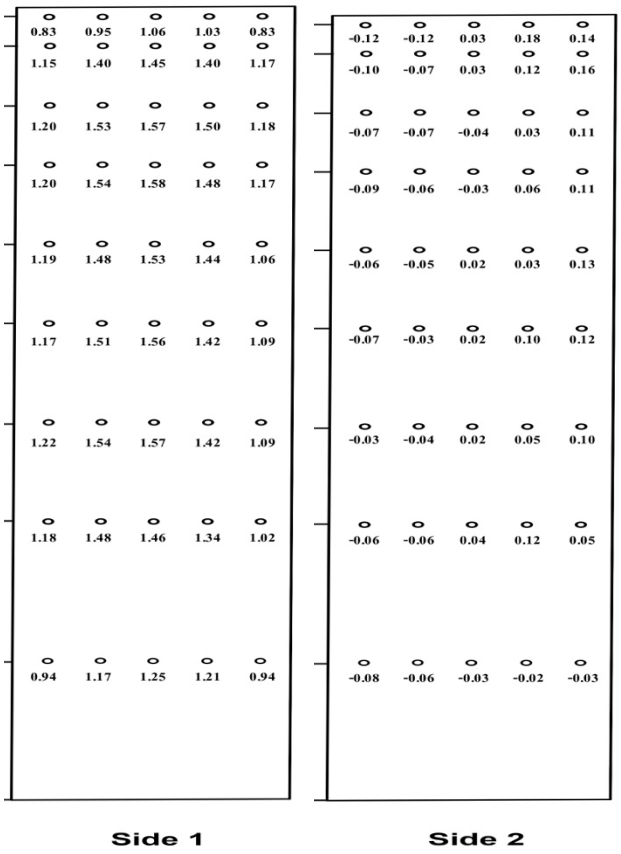
จากรูปที่ 8 เมื่ออาคารข้างเคียงตั้งอยู่ใกล้อาคารหลัก ส่งผลให้หน่วยแรงดันสูงสุดลดลงเนื่องจากอาคารข้างเคียงได้บดบังกระแสลมไว้ แต่ในกรณีของแรงดูดอาคารข้างเคียงส่งผลให้เกิดแรงดูดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยยะ เนื่องจากการรบกวนทางอากาศพลศาสตร์

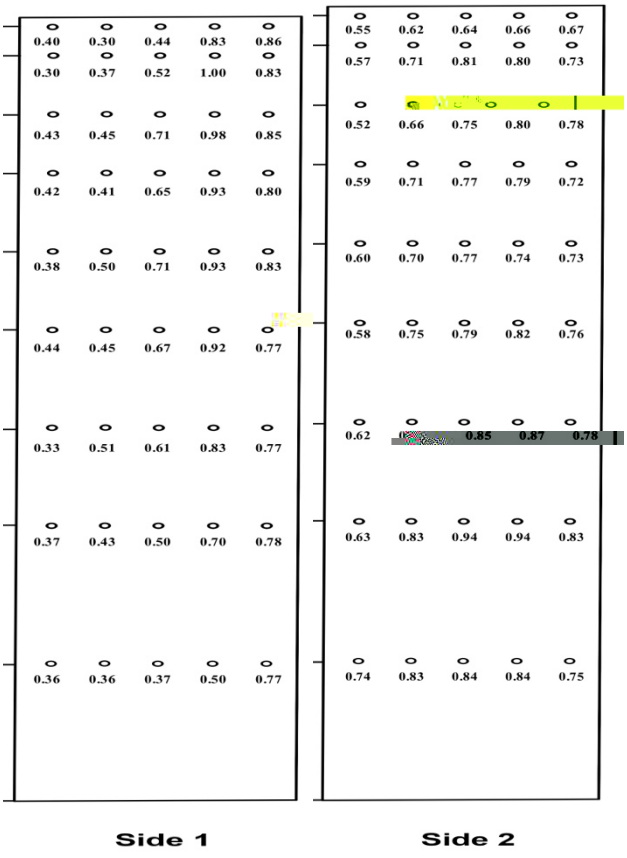
5.2.2 อาคารหลักที่มีอาคารข้างเคียงโดยตำแหน่งที่ $(S_x, S_y) =$ *(1.5B, 1.5B)*

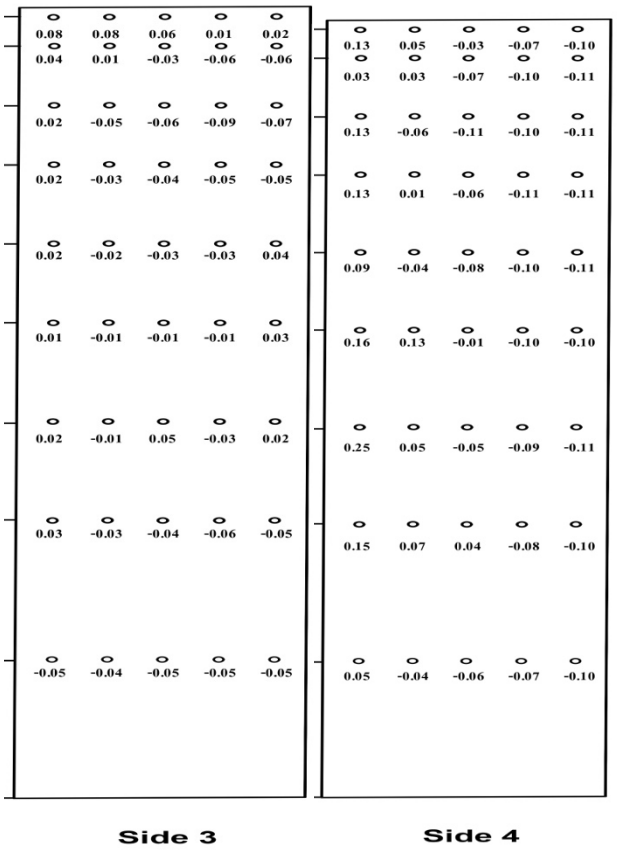
ค่าสัมประสิทธิ์แรงดันสูงสุด ซึ่งเป็นอัตราส่วนของค่าแรงหน่วยดันลมสูงสุด ณ ตำแหน่งใดๆบนแบบจำลองช่วงเวลาต่อความดันพลวัตที่ยอดอาคาร สามารถวิเคราะห์ได้ตามสมการที่ 4 ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 10 สำหรับมุม 0 องศา และรูปที่ 11 สำหรับมุม 90 องศา ได้ค่า $\hat{C}_p$ = 1.58 และ ค่า $\hat{C}_p$ = 0.94 ตามลำดับ

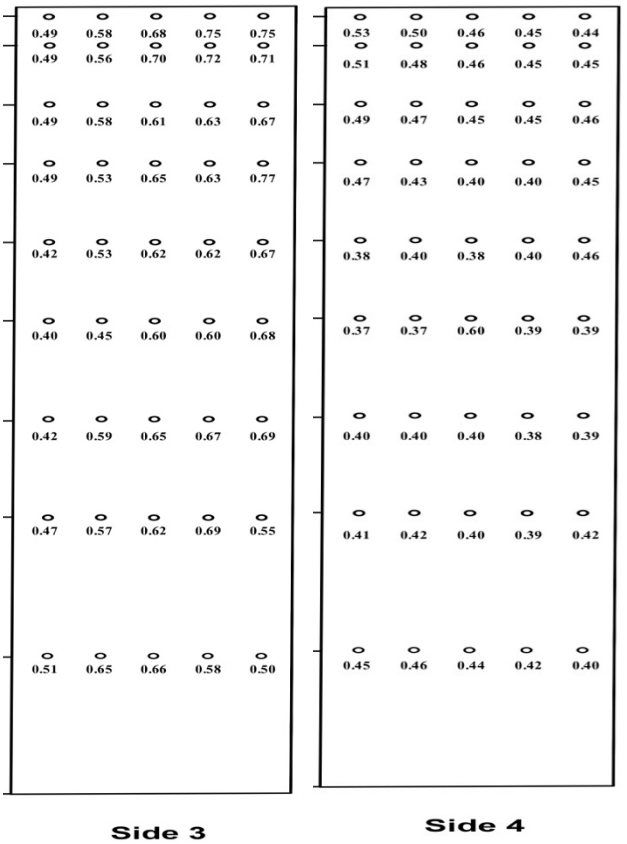
5.2.3 อาคารหลักที่มีอาคารข้างเคียงโดยตำแหน่งที่ $(S_x, S_y) =$ *(3B, 2B)*

ค่าสัมประสิทธิ์แรงดูดสูงสุด ซึ่งเป็นอัตราส่วนของค่าแรงหน่วยแรงดูดลมสูงสุด ณ ตำแหน่งใดๆบนแบบจำลองช่วงเวลาต่อความดันพลวัตที่ยอดอาคาร สามารถวิเคราะห์ได้ตามสมการที่ 5 ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 12 สำหรับมุม 0 องศา และรูปที่ 13 สำหรับมุม 90 องศา ได้ค่า $\check{C}_p$ = 0.56 และ ค่า $\check{C}_p$ = 0.33 ตามลำดับ



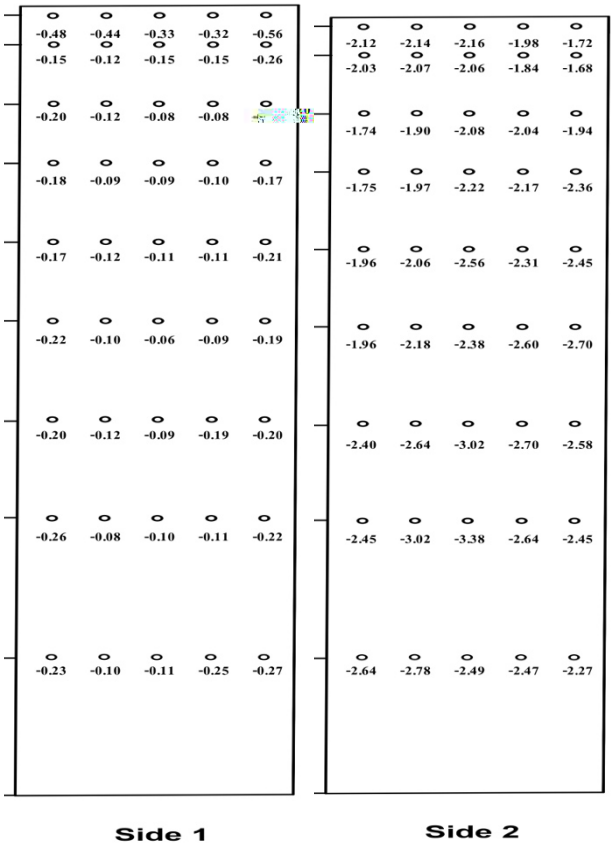


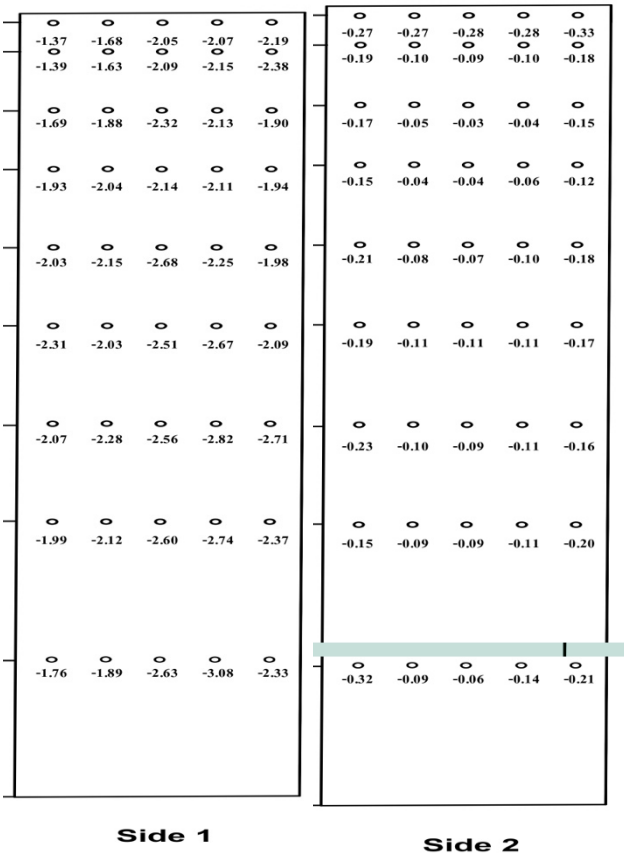


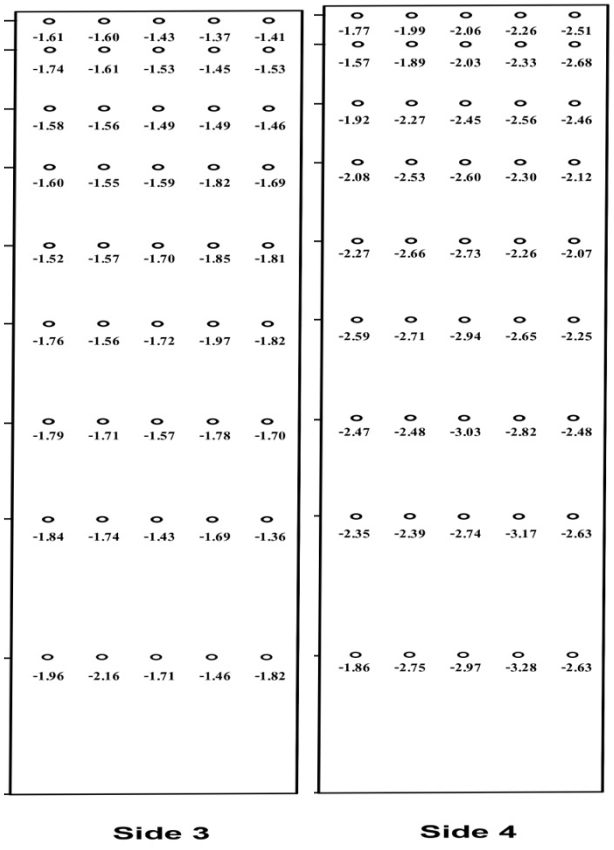


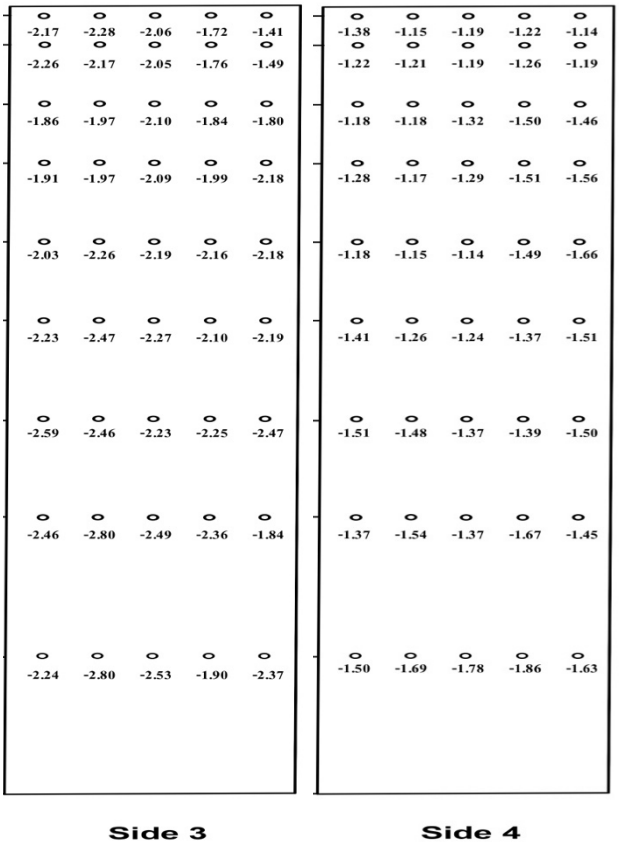
รูปที่ 10 ค่าสัมประสิทธิ์แรงดันสูงสุดของอาคารหลักที่มีอาคารข้างเคียง (S_x, S_y) = (1.5B, 1.5B) ที่มุม 0 องศา

รูปที่ 11 ค่าสัมประสิทธิ์แรงดันสูงสุดของอาคารหลักที่มีอาคารข้างเคียง (S_x, S_y) = (1.5B, 1.5B) ที่มุม 90 องศา



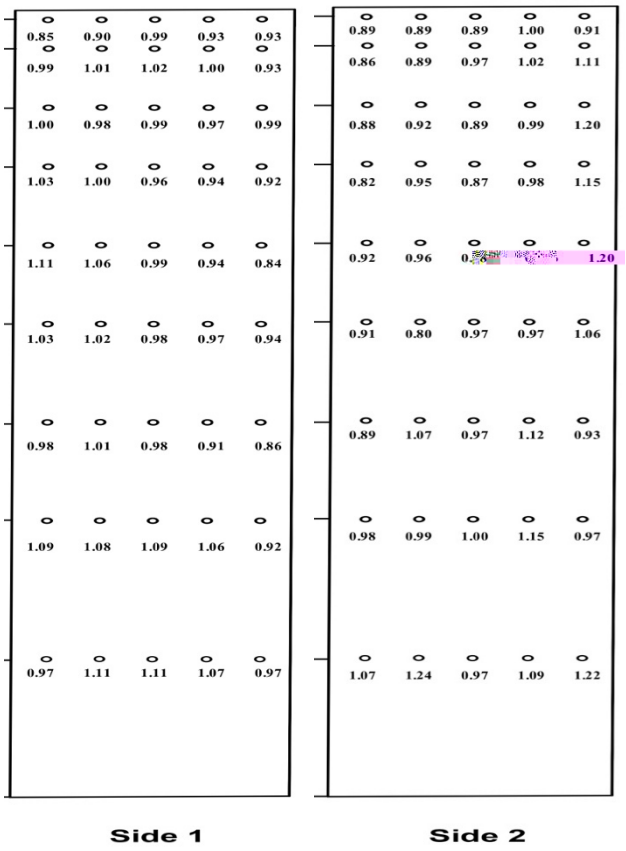




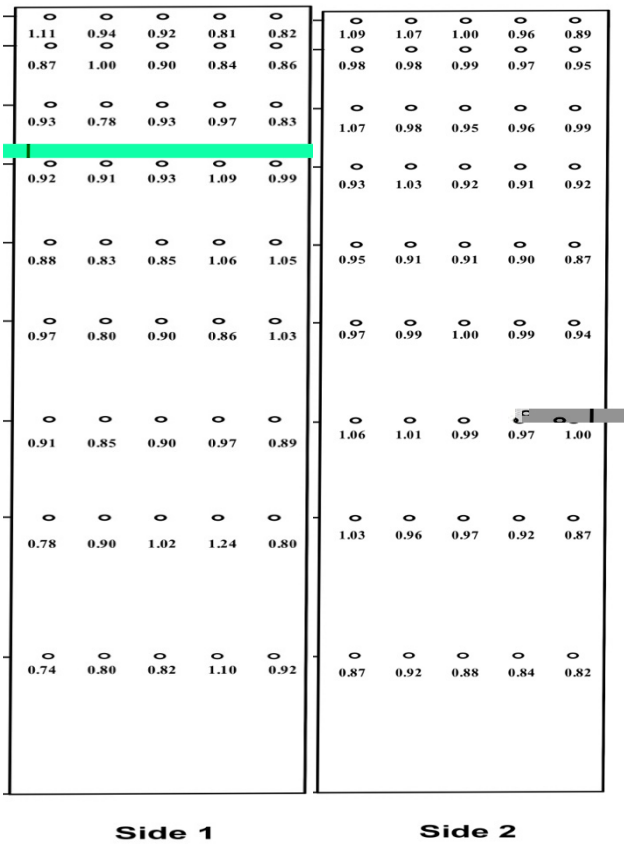


รูปที่ 12 ค่าสัมประสิทธิ์แรงดูดสูงสุดของอาคารหลักที่มีอาคารข้างเคียง $(S_x, S_y) =$ (3B, 2B) ที่มุม 0 องศา

รูปที่ 13 ค่าสัมประสิทธิ์แรงดูดสูงสุดของอาคารหลักที่มีอาคารข้างเคียง $(S_x, S_y) =$ (3B, 2B) ที่มุม 90 องศา



รูปที่ 14 ค่าประกอบการรบกวนของอาคารหลักที่มีอาคารข้างเคียง (S_x, S_y) = (4B, 2B) ที่มุม 0 องศา IF_{max} สำหรับ Side 1, IF_{min} สำหรับ Side 2, Side 3, Side 4



รูปที่ 15 ค่าประกอบการรบกวนของอาคารหลักที่มีอาคารข้างเคียง (S_x, S_y) = (4B, 2B) ที่มุม 90 องศา IF_{max} สำหรับ Side 2, IF_{min} สำหรับ Side 1, Side 3, Side 4

5.2.4 อาคารหลักที่มีอาคารข้างเคียงโดยตำแหน่งที่ $(S_x, S_y) =$ *(4B, 2B)*

ค่าตัวประกอบการรบกวนลม (Interference Factor) ซึ่งเป็นอัตราส่วนของอาคารหลักที่มีอาคารข้างเคียงต่ออาคารหลักที่ไม่มีอาคารข้างเคียง สามารถวิเคราะห์ได้ตามสมการที่ 12 และ 13 ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 14 สำหรับมุม 0 องศา และรูปที่ 15สำหรับมุม 90 องศา ได้ค่า IF_{max}= 1.11, ค่า IF_{min}= 1.24 และ ค่า IF_{max}= 1.09, ค่า IF_{min}= 1.24 ตามลำดับ ดังนั้นแสดงให้เห็นว่าอาคารหลักที่มีอาคารข้างเคียงซึ่งอยู่ในลักษณะเฉียงส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมรุนแรงกว่ากรณีที่อาคารหลักที่มีอาคารข้างเคียงอยู่ในลักษณะแนวเดียวกัน

6. บทสรุป

การทดสอบเกี่ยวกับการรบกวนทางอากาศพลศาสตร์ที่ส่งผลต่อสัมประสิทธิ์หน่วยแรงดันลมเนื่องจากทิศทางของกระแสลมและผลของอาคารข้างเคียงโดยอุโมงค์ลมสามารถสรุปได้ดังนี้

- เมื่ออาคารข้างเคียงตั้งอยู่ใกล้อาคารหลัก ส่งผลให้หน่วยแรงดันสูงสุดลดลงเนื่องจากอาคารข้างเคียงได้บดบังกระแสลมไว้ แต่ในกรณีของแรงดูดอาคารข้างเคียงส่งผลให้เกิดแรงดูดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยยะ เนื่องจากการรบกวนทางอากาศพลศาสตร์
- อาคารหลักที่มีอาคารข้างเคียงอยู่ในลักษณะเฉียงส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมรุนแรงกว่ากรณีที่อาคารหลักที่มีอาคารข้างเคียงตำแหน่งในแนวเดียวกัน

เอกสารอ้างอิง

[1] Kim, W., Tamura, Y., and Yoshida, A. (2011). Interference effects on local peak pressures between two buildings. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 99(5), pp.584-600.

[2] วิโรจน์ บุญญภิญโญ (2561). *การออกแบบและพฤติกรรมโครงสร้างเหล็ก รับแรงลมแนวดิ่งและแรงด้านข้าง*. บริษัท เอสพีเอ็ม การพิมพ์ จำกัด, หน้า 724-731.

[3] Bronkhorst, A. J., Geurts, C. P. W., van Bentum, C. A., and Blocken, B. (2014). Wind interference between two high-rise building models: Interference factors for minimum peak pressures on facades and roof. *In Proceedings ICBEST 2014,* Building for a Changing World, Aachen, Germany, 9-12 June 2014, pp. 1-11.

[4] Yu, X. F., Xie, Z. N., Zhu, J. B., and Gu, M. (2015). Interference effects on wind pressure distribution between two high-rise buildings. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 142, pp.188-197.

[5] Behera, S., Ghosh, D., Mittal, A. K., Tamura, Y., and Kim, W. (2020). The effect of plan ratios on wind interference of two tall buildings. *The Structural Design of Tall and Special Buildings*, 29(1), e1680.