

บทที่ 4

วิธีการวิจัย

งานวิจัยฉบับนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเปรียบเทียบปัจจัยอิทธิพลของช่องเปิดที่ส่งผลต่อความเร็วลมเฉลี่ยภายในบ้าน และประสิทธิภาพการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติในรูปแบบประเภทต่าง ๆ โดยนำข้อมูลจากการศึกษาสภาวะน่าสบายและปัจจัยการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ รวมถึงการลงสำรวจข้อมูลสภาพอากาศและลักษณะทางกายภาพของบ้านเดี่ยว 2 ชั้น เพื่อกำหนดตัวแปรและออกแบบการทดลอง ดังนี้

4.1 การออกแบบการทดลอง

4.1.1 วิธีการทดลอง และวิเคราะห์ผล

ทำการทดลองเพื่อศึกษาพฤติกรรมและประสิทธิภาพการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ การระบายอากาศที่มีช่องเปิดด้านเดียว การระบายอากาศแบบที่มีช่องเปิดสองด้าน การระบายอากาศแบบที่มีช่องเปิดสามด้าน และการระบายอากาศแบบข้ามฟาก โดยศึกษาเฉพาะรูปแบบบ้านที่ไม่มีอิทธิพลของสิ่งกีดขวางลม ภายใต้ปัจจัยข้อจำกัดด้านขนาดประเภทและตำแหน่งของช่องเปิด

1. กำหนดตั้งค่าพื้นที่ (domain) ในการทดลองโปรแกรมคำนวณพลศาสตร์ของไหลให้มีขนาด 142 61 และ 56.7 (X, Y, Z) เป็นการทดลองการระบายอากาศของบ้านพักอาศัยที่อยู่อย่างเดี่ยว ๆ เท่านั้น

2. จากการศึกษาลักษณะกายภาพพื้นฐานของอาคารบ้านพักอาศัย ได้กำหนดขนาดโมเดลอาคารบ้านพักอาศัยในลักษณะต่างๆ ทั้งองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรม และการจัดวางผังภายในให้สอดคล้องกับลักษณะ ขนาดบ้านแบบ 10 x 10 (ดังภาพที่ 4.1)

3. กำหนดอัตราความเร็วลมเฉลี่ยตั้งต้นจากข้อสรุปผลวิเคราะห์ความเร็วลมเฉลี่ยของกรุงเทพมหานครว่า ความเร็วเฉลี่ย 2 เมตรต่อวินาที ที่ระดับความสูง 5 เมตรจากพื้นดิน และใส่สัดส่วนตัวเลขในการคำนวณเพื่อสรุปเป็นค่าความเร็วลมในระดับต่าง ๆ โดยสูตรความเร็วตั้งต้นมีสูตรการคำนวณ ดังสมการที่ 4.1

$$U = U_{\text{ref}} \times (H / H_{\text{ref}})^a \quad (\text{สมการที่ 4.1})$$

- เมื่อ U = ความเร็วลม ณ ตำแหน่งความสูงที่ต้องการ (เมตรต่อวินาที)
 U_{ref} = ความเร็วลม ณ ตำแหน่งความสูงอ้างอิงเท่ากับ 2 เมตรต่อวินาที
 H = ระดับความสูงที่ต้องการ (เมตร)
 H_{ref} = ระดับความสูงอ้างอิงที่ 5 เมตร
 a = ดัชนีความเสียดทานที่พื้นผิวของและสภาพภูมิประเทศเท่ากับ 0.28 (สำหรับพื้นที่
 ชานเมือง)

ตารางที่ 4.1

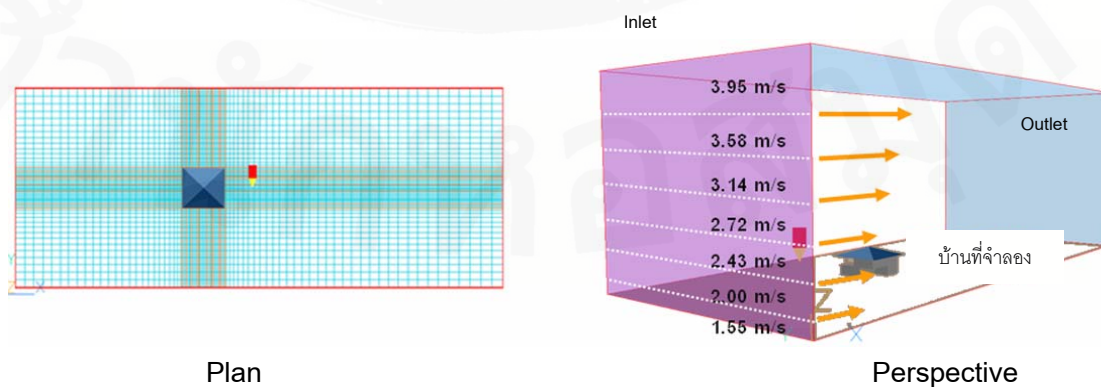
ดัชนีความเสียดทานที่พื้นผิวและสภาพภูมิประเทศที่ระดับความสูงอ้างอิงต่าง ๆ

ลักษณะสภาพภูมิประเทศ	ระดับความสูงอ้างอิง (เมตร)	a
บริเวณนอกเมือง พื้นที่เรียบชายฝั่งหรือทุ่งหญ้าโล่ง ฯลฯ	270	0.16
บริเวณชนบท ชานเมือง พื้นที่ใกล้เคียงชายฝั่ง หรือพื้นที่ที่โล่งกว้างรอบเมือง	390	0.28
บริเวณใจกลางเมืองใหญ่	510	0.40
เขตพื้นที่ใจกลางเมืองใหญ่ที่มีอาคารสูงกว่า 100 เมตรขึ้นไป	600	0.50

ที่มา: Givoni, B., 1998.

ภาพที่ 4.1

รูปแบบการตั้งค่าโมเดลในการทดลอง

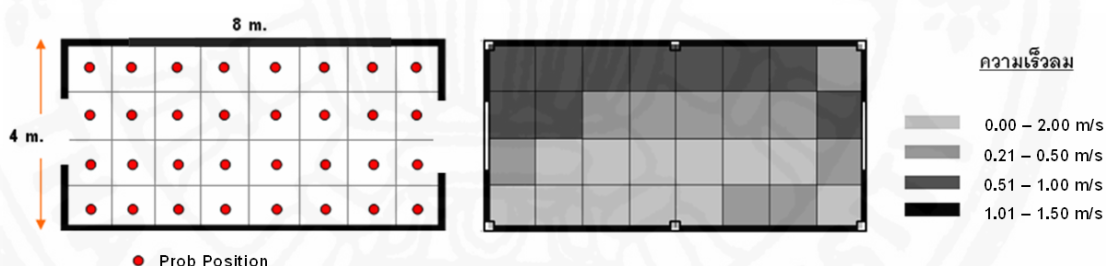


4. ทำการทดลองกับสัดส่วนพื้นที่ช่องเปิดรวมต่อพื้นที่ใช้สอยที่ต่าง ๆ กัน โดยเปรียบเทียบกับภาระระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติต่าง ๆ ได้แก่ การระบายอากาศที่มีช่องเปิดด้านเดียว การระบายอากาศแบบที่มีช่องเปิดสองด้าน การระบายอากาศแบบที่มีช่องเปิดสามด้าน และการระบายอากาศแบบข้ามฟาก สัดส่วนพื้นที่ช่องเปิดรวมตั้งแต่ร้อยละ 5-25 ของพื้นที่ใช้สอย เพื่อหาสัดส่วนและประเภทการระบายอากาศที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยกำหนดให้สัดส่วนพื้นที่ของช่องเปิดเข้า-ออก เป็น 1:1 1:1.5 1:2 1.5:1 และ 2:1

5. ศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่ของอากาศ และตรวจวัดความเร็วลมภายในห้องพื้นที่ใช้สอยรูปแบบต่าง ๆ ที่ระดับความสูงจากพื้นห้อง 1 เมตร ทุก ๆ 1 ตารางเมตร โดยนำมาพิจารณาด้วยความเร็วลมที่ส่งผลต่อจำนวนชั่วโมงที่สามารถทำให้เกิดสภาวะน่าสบาย แสดงออกมาในรูปแบบแถบสี 4 ระดับ (ดังภาพที่ 4.2) และได้นำผลที่ได้มาวิเคราะห์สรุปออกมาในรูปแบบดังต่อไปนี้

ภาพที่ 4.2

วิธีการตรวจวัดความเร็วลมโดยเปรียบเทียบกับสภาวะน่าสบาย



- 1) ลักษณะการเคลื่อนที่ของลมภายในพื้นที่ใช้สอย
- 2) ความเร็วลมเฉลี่ยในพื้นที่ใช้สอย (average velocity at interior: v_i) (m/s)
นำผลความเร็วลมในแต่ละตำแหน่งวัด (ตำแหน่ง i) มาทำการหาค่าเฉลี่ยความเร็วลม
- 3) สัมประสิทธิ์ความเร็วลมเฉลี่ย (average velocity coefficient: C_v) หน่วยวัด
เปรียบเทียบประสิทธิภาพการระบายอากาศที่ดัดแปลงมาจากค่าความเร็วลมเฉลี่ย โดยตัดอิทธิพลของความเร็วลมตั้งต้นออกไป
- 4) สัมประสิทธิ์ความผันแปรของความเร็วลมในพื้นที่ (coefficient of spatial variation: C_{sv}) หน่วยวัดแสดงความสม่ำเสมอความเร็วลมที่เกิดขึ้น โดยค่า C_{sv} น้อยแสดงว่าความเร็วลมที่เกิดขึ้นมีความสม่ำเสมอมากกว่า ค่า C_{sv} มาก

โดยมีสูตรการคำนวณดังต่อไปนี้

$$C_v = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (V_i / V_r) \quad (\text{สมการที่ 4.2})$$

$$C_{sv} = \delta_s (V_i) / V_r \times C_v \quad (\text{สมการที่ 4.3})$$

เมื่อ C_v = สัมประสิทธิ์ความเร็วลมเฉลี่ย

C_{sv} = สัมประสิทธิ์ความผันแปรของความเร็วลมในพื้นที่

V_i = ความเร็วลมที่ตำแหน่ง i (เมตรต่อวินาที) วัดที่ระดับความสูงจากพื้นห้อง 1 เมตร

V_r = ความเร็วลมตั้งต้นภายนอกบ้าน (เมตรต่อวินาที) วัดที่ระดับเดียวกับความสูงจากพื้นห้องบริเวณชั้นสองของบ้าน 1 เมตร (ระดับความสูง 3.8 เมตร และความเร็วลม 1.852 เมตรต่อวินาที)

$\delta_s (V_i)$ = ค่าความเบี่ยงเบนของความเร็วลมเฉลี่ย (standard deviation of V_i)

n = จำนวนตำแหน่งที่วัดลม

นำค่าความเร็วลมเฉลี่ยภายในห้องเปรียบเทียบกับจำนวนชั่วโมงที่สร้างสภาวะน่าสบาย กำหนดเป็นการประเมินการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติกับบ้านพักอาศัยรูปแบบต่าง ๆ เพื่อทดสอบความน่าเชื่อถือ และออกแบบบ้านที่มีประสิทธิภาพการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติได้

6. นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์ เพื่อหาเกณฑ์ในการทำแบบประเมิน และให้คะแนนประเภทการระบายอากาศสำหรับอาคารบ้านพักอาศัย

4.2 จำนวนกรณีศึกษาในงานวิจัย

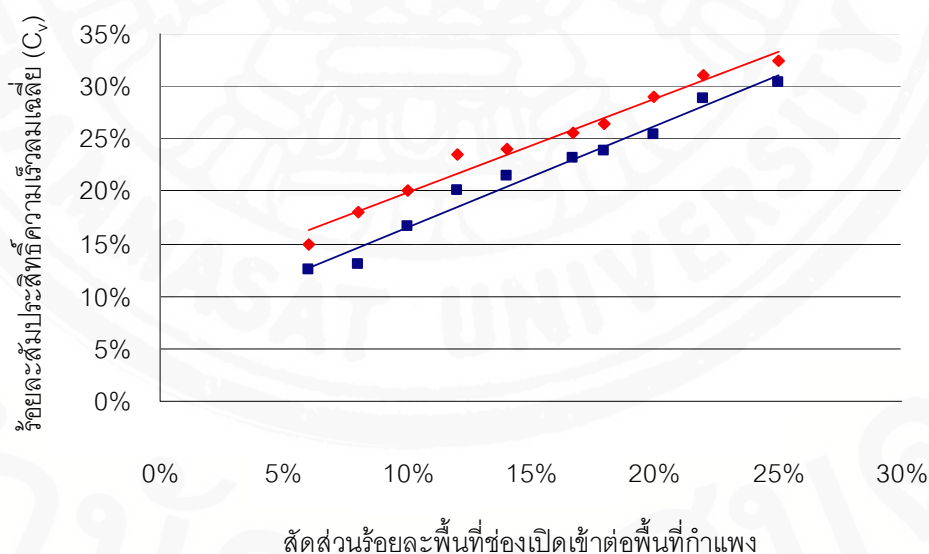
จากข้อมูลการสำรวจรูปแบบบ้านจัดสรรทั้งรูปแบบกายภาพและองค์ประกอบต่าง ๆ สามารถพิจารณาเป็นกรณีศึกษาได้ 74 กรณีศึกษา ซึ่งพบว่า รูปแบบการระบายอากาศในพื้นที่ขนาด 32 ตารางเมตร นั้นไม่สามารถทำการทดลองกรณีที่มีขนาดช่องเปิดเข้าใหญ่กว่าช่องเปิดออกได้ เมื่อสัดส่วนพื้นที่ช่องเปิดรวมเป็นร้อยละ 25 ของพื้นที่ใช้สอย เนื่องจากขนาดพื้นที่ช่องเปิดรับลมเข้ามีขนาดกว้างเกินกว่าพื้นที่กำแพง จึงไม่นำมาเป็นกรณีศึกษา (ดังตารางที่ 4.2)

4.3 เครื่องมือ และอุปกรณ์เก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้โปรแกรมการคำนวณพลศาสตร์ของไหล PHEONICS 3.1 เพื่อนำมาใช้ในการตรวจสอบ และหาผลของการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ โดยทดสอบความน่าเชื่อถือของเครื่องมือ และผลการคำนวณได้ดังนี้

1. การพิจารณาความน่าเชื่อถือของเครื่องมือและผลการทดลอง โดยพิจารณาได้จากการจำลองสถานการณ์เดียวกันกับงานวิจัยของเออร์เนสและคณะ (Ernest, D. and others, 1991) โดยส่วนหนึ่งของงานวิจัยได้ทำการทดลองรูปแบบการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติแบบข้ามฟาก ในปัจจัยของสัดส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ใช้สอยตั้งแต่ร้อยละ 4.8-20 (รวมทั้งหมด 10 กรณีศึกษา) โดยใช้ข้อมูลในการทดสอบ พบว่า แนวโน้มความสัมพันธ์ของผลการทดลองสูง (0.992) และค่าความผิดพลาดต่ำ (ต่ำกว่า 0.1) เมื่อตรวจสอบกับหลักการคำนวณทางสถิติแบบ correlation สรุปได้ว่า เครื่องมือโปรแกรมคำนวณพลศาสตร์ของไหล มีความน่าเชื่อถือสูง (ดังภาพที่ 4.3)

ภาพที่ 4.3
การเปรียบเทียบผลการทดสอบเครื่องมือโปรแกรมคำนวณพลศาสตร์ของไหล



■ ผลการจำลองด้วยโปรแกรมคำนวณพลศาสตร์ของไหล (PHEONIC 3.1) ♦ ผลจากงานวิจัยของเออร์เนส (Ernest)

2. การตรวจสอบความถูกต้องของการคำนวณของโปรแกรม ได้จากลักษณะกราฟของผลการคำนวณ (ดังภาพที่ 4.4)

(1) กราฟทางด้านซ้ายแสดงความถูกต้องของการคำนวณโดยที่แกน X คือ จำนวนครั้งการคำนวณและแกน Y คือ ผลของการคำนวณ ดังนั้น ถ้าลักษณะของกราฟเป็นเส้นตรงขนานกับแกน X หมายความว่า ผลของการคำนวณได้ผลที่คงที่และแม่นยำ

(2) กราฟทางด้านขวาแสดงค่าร้อยละความผิดพลาดจากการคำนวณ (% error) โดยที่แกน X คือ จำนวนครั้งการคำนวณและแกน Y คือ ผลของความผิดพลาดในการคำนวณ ดังนั้น ถ้าลักษณะของกราฟลดต่ำลงเรื่อย ๆ หมายความว่า ผลของการคำนวณที่ได้มีความผิดพลาดต่ำ ความหมายของตัวแปรที่สำคัญสำหรับใช้ในการพิจารณาลักษณะของกราฟ ดังนี้

P1 = ความดันอากาศ

U1 V1 และ W1 = ความเร็วลมในแนวแกน X Y และ Z ตามลำดับ

TEM1 = อุณหภูมิอากาศ

3. การพิจารณาความน่าเชื่อถือของผลการทดลอง โดยการคำนวณพิจารณาจากผลการคำนวณของโปรแกรม (result หรือ output file) และพิจารณาได้ที่ความเร็วลม การคำนวณค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลจาก residual sum ของ P1 หารด้วยผลรวมของค่าสัมบูรณ์ของ Nett source U1 V1 และ W1 ของช่องลมเข้า (inlet) ซึ่งต้องมีค่าน้อยกว่า 0.01 ($P/U+V+W < 0.01$) (Chen, Q. and Srebric, J., 2001)

ภาพที่ 4.4

ผลการทดลองของโปรแกรมการคำนวณพลศาสตร์ของไหลและความน่าเชื่อถือของการทดลองโปรแกรมคำนวณพลศาสตร์ของไหล

