

## บทที่ 4

### ระเบียบวิธีวิจัย

#### 4.1 ประเภทวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลองโดยใช้การจำลองในโปรแกรม CFD เปรียบเทียบลักษณะของกรอบอาคารที่มีผลต่อความเร็วลมที่เกิดขึ้นภายในห้องพักคนโดมเนียม โดยนำข้อมูลจากการสำรวจลักษณะทางกายภาพของคนโดมเนียมและการศึกษาทบทวนงานวิจัยหรือวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องเพื่อมากำหนดตัวแปรและออกแบบการทดลอง

#### 4.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

จากการสำรวจลักษณะทางกายภาพของคนโดมเนียมและการศึกษาทบทวนงานวิจัยหรือวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องสามารถแบ่งกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย โดยจะทำการศึกษารูปแบบการระบายอากาศแบบช่องเปิดด้านเดียวในลักษณะต่างกัน ได้แก่ อิทธิพลของความกว้างของผนังยื่น (Wing Walls) ระยะห่างระหว่างช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง การมีระเบียงที่บริเวณช่องเปิด ความยาวของผนังภายในห้องระหว่างช่องเปิด 2 ช่อง

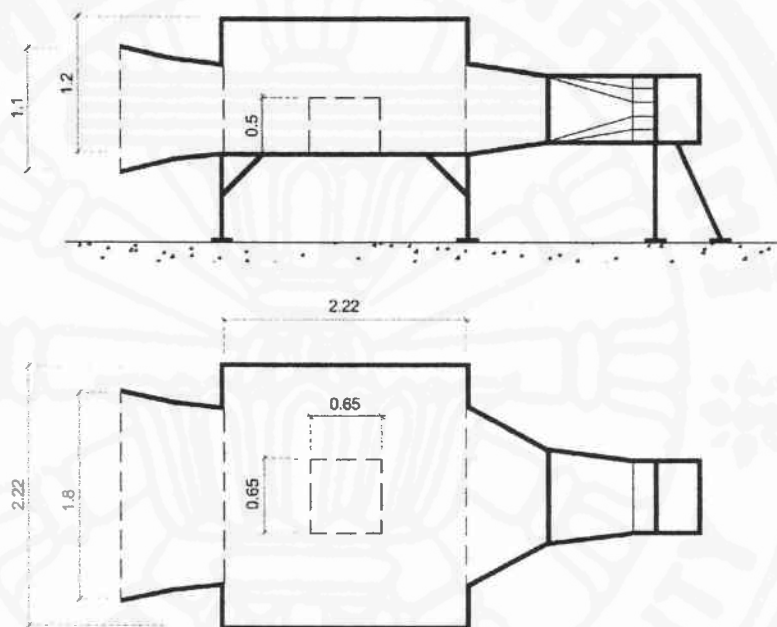
#### 4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

งานวิจัยนี้ทำการทดลองโดยใช้โปรแกรมคำนวณพลศาสตร์ของไหล PHEONIC 3.5 จำลองการเคลื่อนที่ของอากาศที่เกิดขึ้นในห้องพักคนโดมเนียมเพื่อหาประสิทธิภาพการระบายอากาศที่เกิดขึ้น โดยมีการทดสอบความน่าเชื่อถือของเครื่องมือดังนี้

1) ทดสอบความน่าเชื่อถือของโปรแกรมโดยการจำลองสถานการณ์ของการทดลองเดียวกับการทดลองของ Givoni (1994) โดยส่วนหนึ่งของการวิจัยของ Givoni ได้ทำการทดลองการระบายอากาศในห้องที่มีช่องเปิดด้านเดียวซึ่งได้รับอิทธิพลของการใช้ผนังยื่น โดยใช้ความเร็วลมตั้งต้นที่ 2 เมตรต่อวินาที ในทิศทางลมที่ 0, 22.5, 45, 67.5 และ 135 องศา กับห้องตัวอย่างในการทดลองด้วยอุโมงค์ลม โดยวัดความเร็วลมภายในห้อง 5 จุด (ดังภาพที่ 4.1 และ 4.2) พบว่าผลการทดลองมีความสอดคล้องกัน ยกเว้นผลการทดลองในทิศทางลมที่ 0 และ 135 องศา แต่

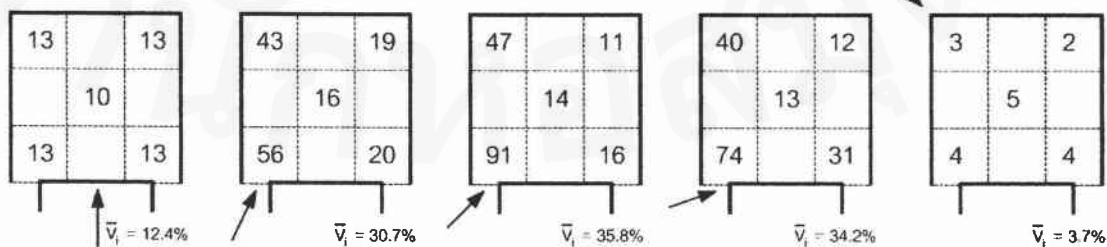
ความเร็วลมช่วง 0.05-0.5 เมตรต่อวินาที สามารถเกิดความคลาดเคลื่อนของผลการทดลองในทิศทางที่มากกว่าหรือน้อยกว่าได้ร้อยละ 20 (Barozzi, Imbabi, Nobile & Sousa, 1992) ดังนั้นเครื่องมือคำนวณพลศาสตร์ของไหลจึงมีความน่าเชื่อถือ (ดังภาพที่ 4.3-4.7)

ภาพที่ 4.1  
รูปแบบของโมเดลที่ใช้ในการทดลองของ Givoni



ที่มา: Mak et al., 2007.

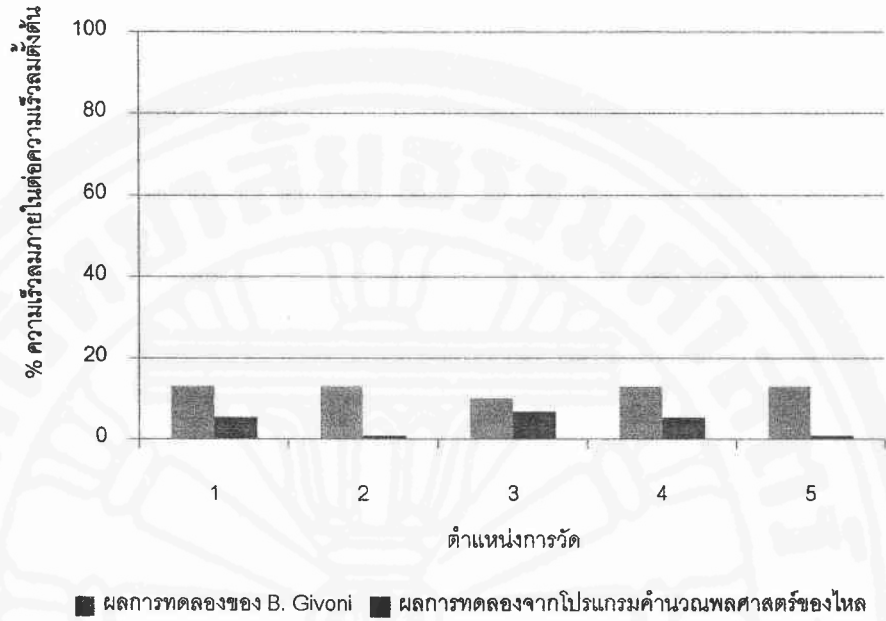
ภาพที่ 4.2  
ตำแหน่งการวัดผลของความเร็วลมในการทดลองของ Givoni



ที่มา: Givoni, 1994.

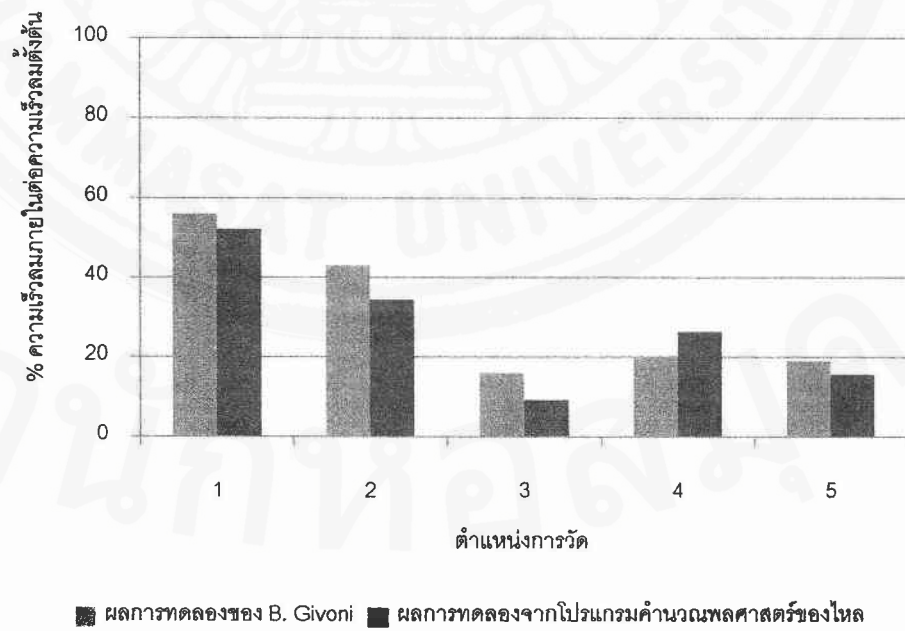
ภาพที่ 4.3

ผลการเปรียบเทียบการทดสอบเครื่องมือพลศาสตร์ของไหลในทิศทางลม 0 องศา



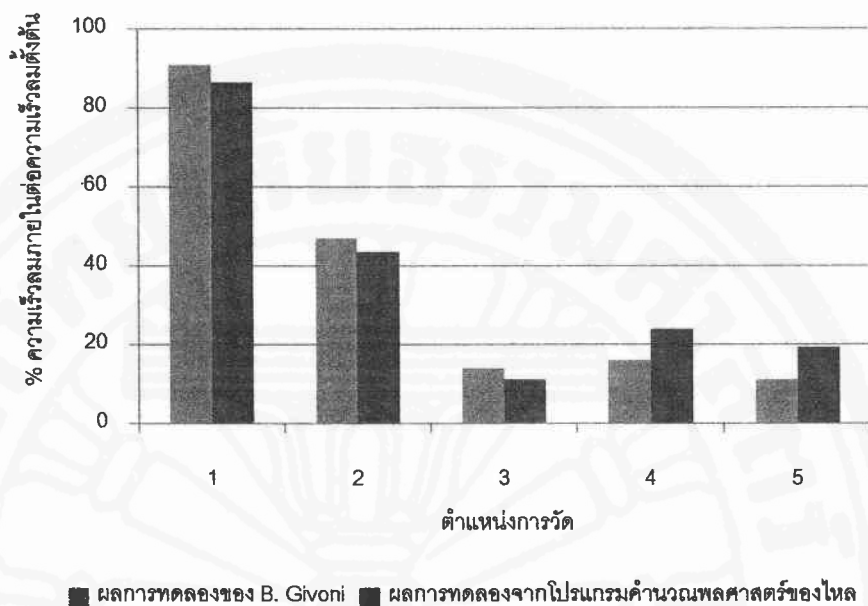
ภาพที่ 4.4

ผลการเปรียบเทียบการทดสอบเครื่องมือพลศาสตร์ของไหลในทิศทางลม 22.5 องศา



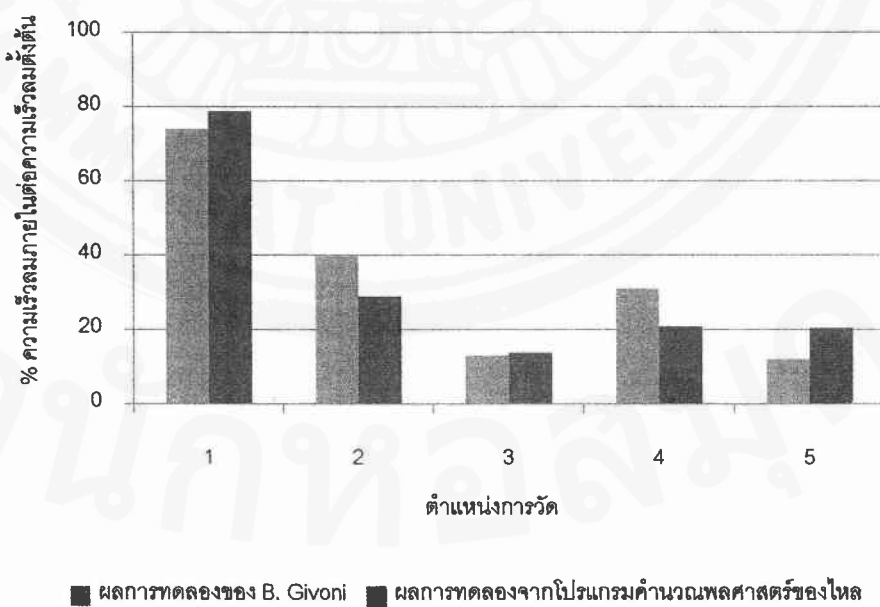
ภาพที่ 4.5

ผลการเปรียบเทียบการทดสอบเครื่องมือพลศาสตร์ของไหลในทิศทางลม 45 องศา



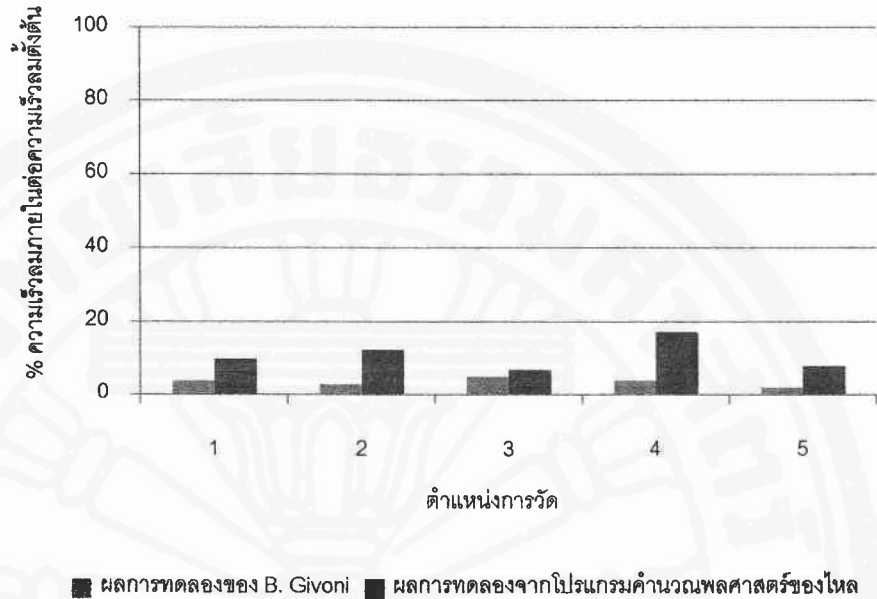
ภาพที่ 4.6

ผลการเปรียบเทียบการทดสอบเครื่องมือพลศาสตร์ของไหลในทิศทางลม 67.5 องศา



ภาพที่ 4.7

ผลการเปรียบเทียบการทดสอบเครื่องมือพลศาสตร์ของไหลในทิศทางลม 135 องศา

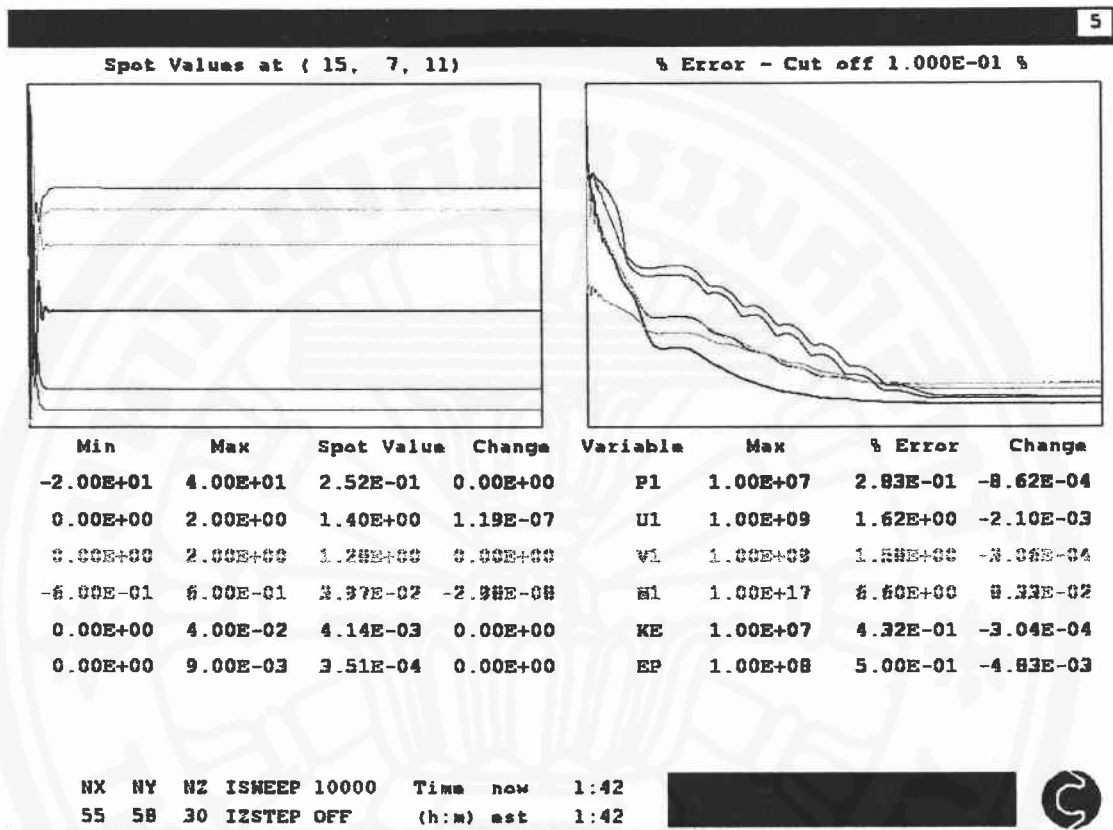


2) ตรวจสอบความถูกต้องของการคำนวณของโปรแกรม โดยพิจารณาจากกราฟ โดยทางด้านซ้ายแสดงความผันผวนของค่าความกดอากาศ ความเร็วลม และอุณหภูมิ ซึ่งกราฟมีเส้นขนานตามแนวแกน X แสดงว่าผลการทดลองมีความคงที่ และกราฟทางขวาแสดงค่าความผิดพลาด (error) ของการทดลอง ซึ่งกราฟมีลักษณะแนวโน้มที่ลดลงจนกระทั่งคงที่แสดงว่า ผลการทดลองมีค่าความผิดพลาดน้อยลง (ดังภาพที่ 4.8)

3) การพิจารณาความน่าเชื่อถือของผลการทดลองจากผลการคำนวณของโปรแกรม โดยนำค่า Residual Sum ของ P1 ทหารด้วย ผลรวมของค่าสัมบูรณ์ Net Source ของ U1, V1 และ W1 จาก Inlet ซึ่งต้องได้ค่าน้อยกว่า 0.01 (Chen & Srebric, 2001)

ภาพที่ 4.8

ค่าความผิดพลาดและความเสถียรของผลการทดลองจากโปรแกรมพลศาสตร์ของไหล



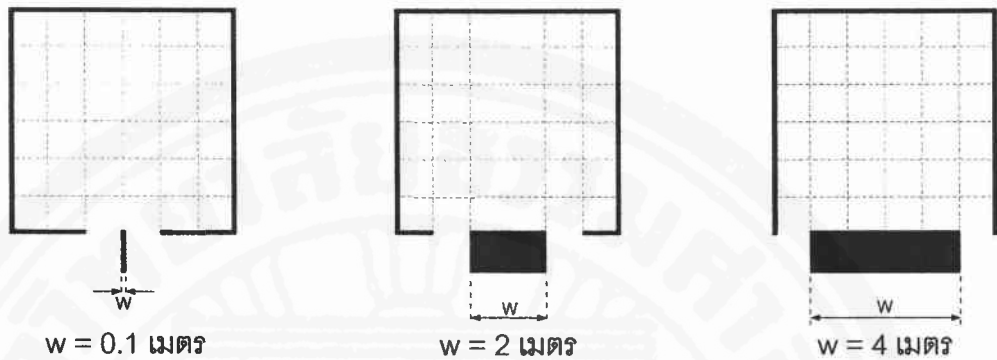
#### 4.4 ตัวแปรในงานวิจัย

ผลการศึกษาของ Givoni (1994) แสดงว่าการมีผนังยื่นที่กรอบอาคารมีผลต่อการเพิ่มอัตราการไหลของลมเข้าสู่ห้องพักมากกว่ากรณีที่ไม่มีผนังยื่น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษารูปแบบผนังยื่นต่าง ๆ ที่จะให้ผลดีต่อการระบายอากาศและการกระจายความเร็วลมภายในห้อง

##### 1. ตัวแปรต้น

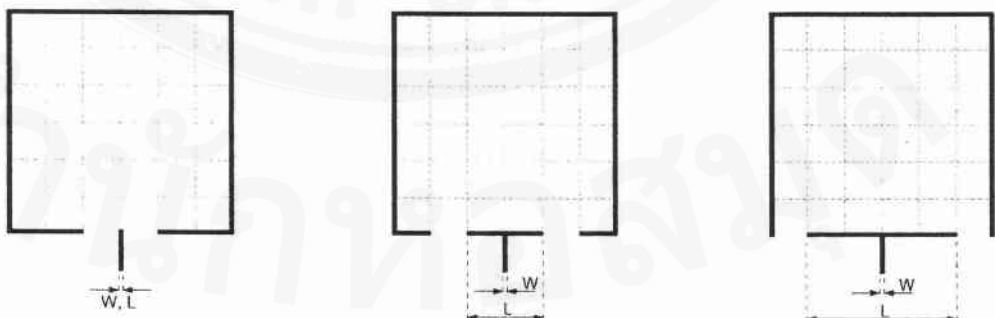
- 1) ขนาดความกว้างของผนังยื่น (W) 0.1, 2 และ 4 เมตร (ดังภาพที่ 4.9)

ภาพที่ 4.9  
รูปแบบความกว้างของผนังยื่น



- 2) ระยะห่างระหว่างช่องเปิด ( $L$ ) ในกรณีที่มีขนาดความกว้างของผนังยื่น ( $W$ ) เท่ากับ 0.1, 2 และ 4 เมตร (ดังภาพที่ 4.10-4.12)
- 3) การมีระเบียงที่บริเวณช่องเปิด ได้แก่ มีระเบียงผนังที่บริเวณช่องเปิดช่องเดียวทั้งทางด้านเหนือลม ได้ลม และบริเวณช่องเปิดทั้ง 2 ด้าน (ดังภาพที่ 4.13)
- 4) ผนังภายในห้องระหว่างช่องเปิด ( $D$ ) ยาว 2.5 และ 5 เมตร (ดังภาพที่ 4.14)
- 5) ทิศทางลมที่ทำมุมกับห้องพักในองศาที่ 0, 15, 30, 45, 60, 75 และ 90

ภาพที่ 4.10  
ความกว้างของผนังยื่น ( $W$ ) เท่ากับ 0.1 เมตร และ  
ระยะห่างระหว่างช่องเปิด ( $L$ ) เท่ากับ 0.1, 2 และ 4 เมตร



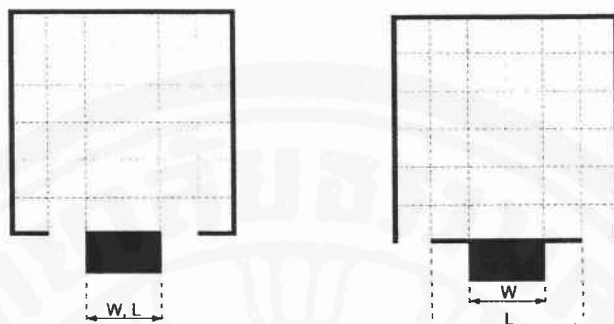
$W = 0.1$  เมตร,  $L = 0.1$  เมตร

$W = 0.1$  เมตร,  $L = 2$  เมตร

$W = 0.1$  เมตร,  $L = 4$  เมตร

ภาพที่ 4.11

ความกว้างของผนังยื่น (W) เท่ากับ 2 เมตร และระยะห่างระหว่างช่องเปิด (L) เท่ากับ 2 และ 4 เมตร



W = 2 เมตร, L = 2 เมตร

W = 2 เมตร, L = 4 เมตร

ภาพที่ 4.12

ความกว้างของผนังยื่น (W) เท่ากับ 4 เมตร และระยะห่างระหว่างช่องเปิด (L) เท่ากับ 4 เมตร



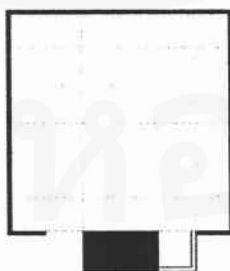
W = 4 เมตร, L = 4 เมตร

ภาพที่ 4.13

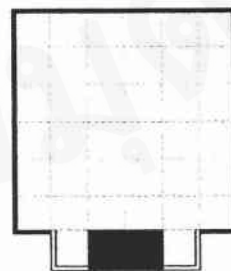
กรณีมีระเบียงที่บริเวณช่องเปิด



ระเบียงด้านเหนือลม



ระเบียงด้านใต้ลม

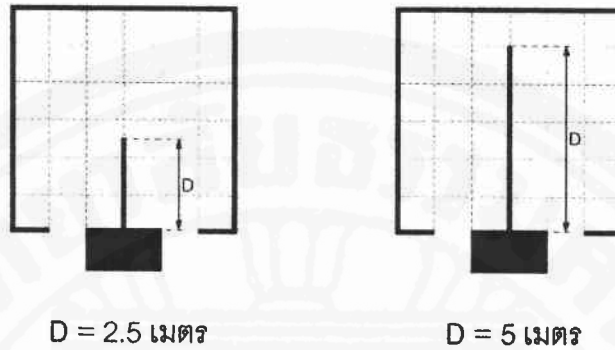


ระเบียงทั้ง 2 ด้าน



ภาพที่ 4.14

ผนังภายในห้องระหว่างช่องเปิด (D)



2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ความเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับความสูง 1 เมตรจากพื้นห้อง
3. ตัวแปรควบคุม
  - 1) ประเภทและองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรม ได้แก่
    - (1) ห้องพักขนาด 6 x 6 เมตร
    - (2) ความสูงพื้นถึงฝ้าเพดานเท่ากับ 2.6 เมตร
    - (3) ระเบียงลึก 1 เมตร
    - (4) อัตราส่วนช่องเปิดต่อพื้นที่เท่ากับร้อยละ 10
  - 2) ประเภทและองค์ประกอบของช่องเปิดไม่มีมุ้งลวดในการทดลอง

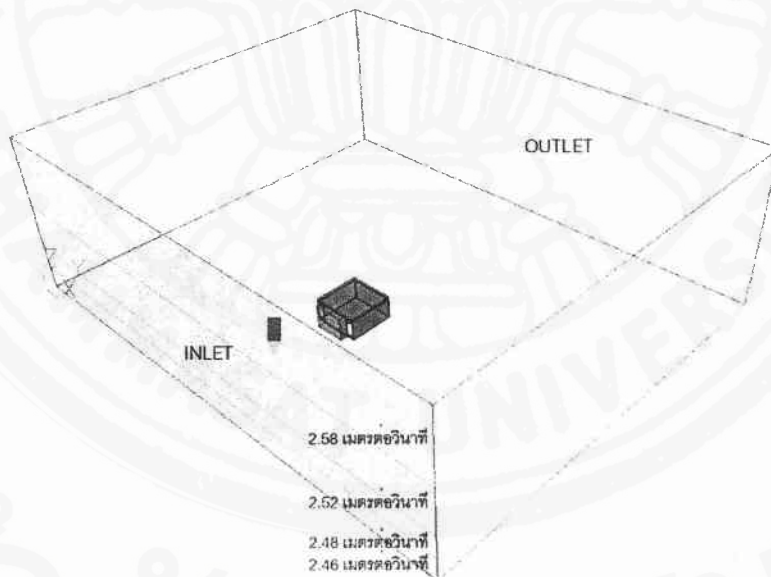
#### 4.5 วิธีการทดลอง

- 1) กำหนดตั้งค่าพื้นที่ (domain) ตามหลักของโปรแกรมคำนวณพลศาสตร์เท่ากับ 66 52 และ 21 (X, Y, Z) (ดังภาพที่ 4.15)
- 2) กำหนดอัตราความเร็วลมเฉลี่ยตั้งต้นโดยใช้ความเร็วลมเฉลี่ยของกรุงเทพมหานคร 1.17 เมตรต่อวินาที ที่ระดับความสูง 10 เมตร และคำนวณหาสัดส่วนความเร็วลม ณ ระดับความสูงต่างๆ (ดังสมการที่ 4.1)

$$U_H = U_{met} (d_{met} / H_{met})^{2a_{met}} (H/d)^a \quad (\text{สมการที่ 4.1})$$

เมื่อ	$U_H$	=	ค่าความเร็วลมในระดับที่ต้องการ
	$U_{met}$	=	ค่าความเร็วลมในระดับอ้างอิง (1.17 เมตรต่อวินาที)
	$H$	=	ระดับความสูงที่ต้องการ
	$H_{met}$	=	ระดับความสูงอ้างอิง (10 เมตร)
	$d$	=	ความหนาของชั้นบรรยากาศที่ต้องการ
	$d_{met}$	=	ความหนาของชั้นบรรยากาศอ้างอิง (460)
	$a$	=	ดัชนีความเสียดทานผิวที่ต้องการ
	$a_{met}$	=	ดัชนีความเสียดทานผิวอ้างอิง (0.33)

ภาพที่ 4.15  
การตั้งค่าโมเดล



3) ทำการทดลองในกรณีความกว้างของผนังยื่น 0.1 เมตร, 2 เมตร และ 4 เมตร ในระยะห่างช่องเปิดที่ต่างกัน โดยมีทิศทางลมที่ทำมุมกับห้องพักในองศาที่ 0, 15, 30, 45, 60, 75 และ 90 โดยวัดผลจากสัมประสิทธิ์ความเร็วลมและสัมประสิทธิ์ความแปรผันทุก 1 ตารางเมตร ที่ระดับความสูง 1 เมตรจากพื้นห้อง (ดังสมการที่ 4.2-4.3 และภาพที่ 4.16)

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

เมื่อ	$C_v$	=	สัมประสิทธิ์ความเร็วลมเฉลี่ย
	$V_i$	=	ความเร็วลม ณ ตำแหน่งที่ทำการวัด
	$V_r$	=	ความเร็วลมตั้งต้น ณ ระดับความสูงที่ทำการวัด
	$n$	=	จำนวนตำแหน่งที่ทำการวัด

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

เมื่อ	$C_{sv}$	=	สัมประสิทธิ์ความแปรผัน
	$C_v$	=	สัมประสิทธิ์ความเร็วลมเฉลี่ย
	$V_r$	=	ความเร็วลมตั้งต้น ณ ระดับความสูงที่ทำการวัด
	$\delta_s(V_i)$	=	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วลมเฉลี่ย

4) นำกลุ่มตัวอย่างในการทดลองที่มีความเร็วลมเฉลี่ยในห้องพักที่มากที่สุดและน้อยที่สุดมาทำการทดลองกรณีมีระเบียบที่บริเวณช่องเปิด ได้แก่ กรณีมีระเบียบบริเวณช่องเปิดช่องเดียวทั้งทางด้านเหนือลม ใต้ลม และมีระเบียบบริเวณช่องเปิด 2 ช่อง โดยมีทิศทางลมที่ทำมุมกับห้องพักในองศาที่ 0, 15, 30, 45, 60, 75 และ 90 โดยวัดผลจากสัมประสิทธิ์ความเร็วลมและสัมประสิทธิ์ความแปรผันทุก 1 ตารางเมตร ที่ระดับความสูง 1 เมตรจากพื้นห้อง (ดังสมการที่ 4.2-4.3 และภาพที่ 4.16)

5) นำกลุ่มตัวอย่างในการทดลองที่มีความเร็วลมเฉลี่ยในห้องพักที่มากที่สุดมาทำการทดลองโดยมีผนังภายในห้องพักระหว่างช่องเปิดทั้ง 2 ช่องยาว 2.5 เมตร และ 5 เมตร โดยมีทิศทางลมที่ทำมุมกับห้องพักในองศาที่ 0, 15, 30, 45, 60, 75 และ 90 โดยวัดผลจากสัมประสิทธิ์ความเร็วลมและสัมประสิทธิ์ความแปรผันทุก 1 ตารางเมตร ที่ระดับความสูง 1 เมตรจากพื้นห้อง (ดังสมการที่ 4.2-4.3 และภาพที่ 4.16)

6) นำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์กับสภาพอากาศและความกดอากาศที่เกิดจากรูปทรงของอาคารเพื่อสร้างแนวทางการออกแบบห้องพักคนโดมเอนิเมเพื่อการระบายอากาศโดยวิถีธรรมชาติ

ภาพที่ 4.16  
ตำแหน่งการวัดความเร็วลมในห้องพัก

