

### บทที่ 3

#### ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงจำลองสถานการณ์จริง (simulation research) มุ่งเน้นศึกษาแนวทางการออกแบบช่องเปิดให้ได้รับความร้อนและแสงสว่างอย่างเหมาะสมในอาคารสำนักงานด้วยการจำลองโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อสร้างแนวทางดังกล่าวต้องอาศัยการศึกษาปัจจัยทั้งสองอย่างละเอียด โดยสามารถแบ่งช่วงการศึกษาออกเป็น 3 ช่วง ดังต่อไปนี้

1. การศึกษารวบรวมทฤษฎีด้านแสงธรรมชาติและการได้รับความร้อน การรวบรวมข้อมูลพื้นฐานอาคารสำนักงานที่มีอยู่จริงในปัจจุบัน เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการจำลองด้านการใช้พลังงานแสงสว่างและความร้อนในอาคารสำนักงาน ด้วยโปรแกรม Visual Doe 4.0

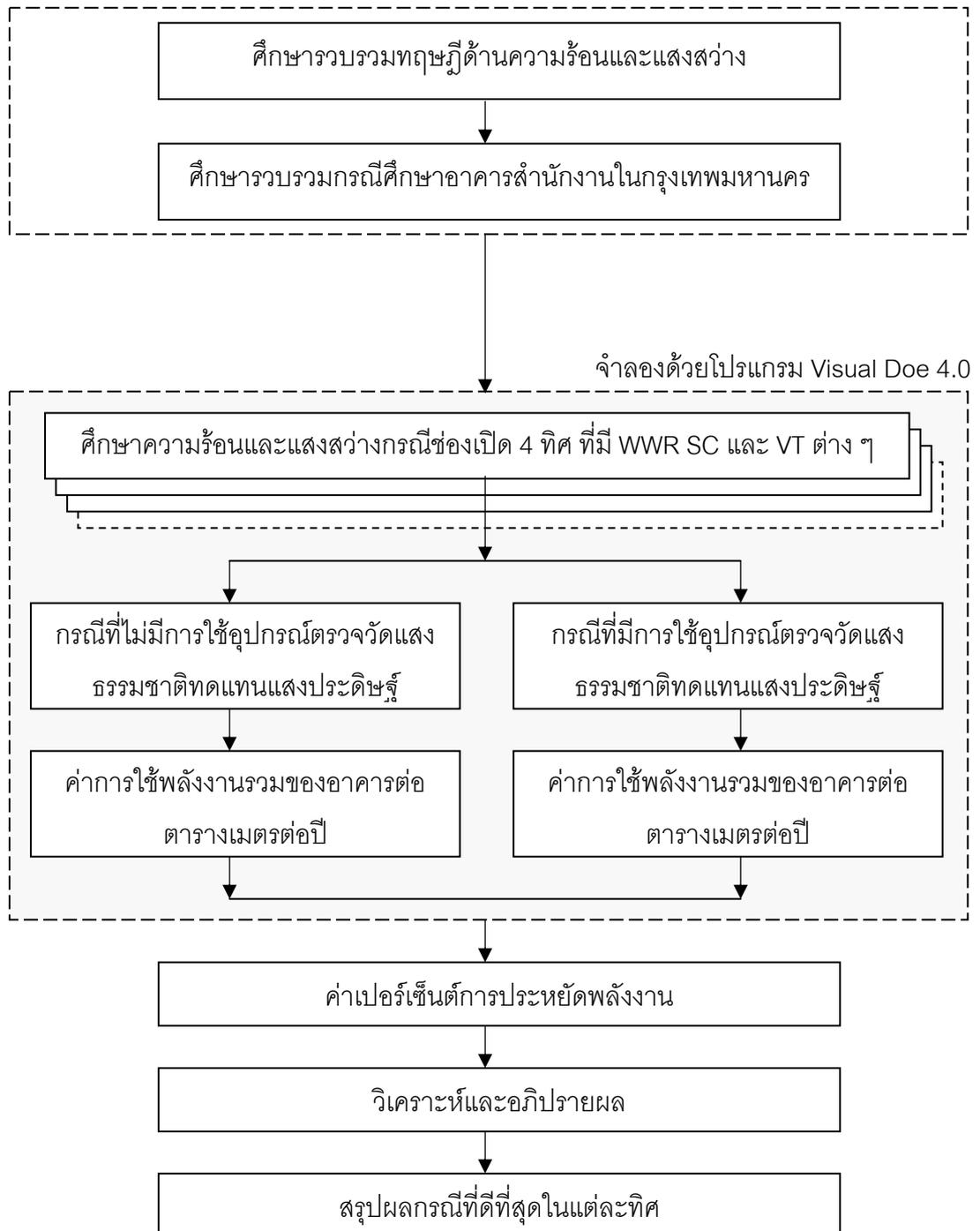
2. การจำลองด้านการได้รับความร้อนและการใช้แสงธรรมชาติทดแทนแสงประดิษฐ์ ด้วยโปรแกรม Visual Doe 4.0 โดยเป็นการทดลองเพื่อหาค่าอัตราส่วนช่องเปิดต่อผนังทั้งหมด ค่าสัมประสิทธิ์การบังเงารวม และค่าการส่องผ่านของแสงสว่าง กรณีที่เหมาะสมที่สุด คือ มีการประหยัดพลังงานสูงสุดในแต่ละกรณี

3. การศึกษาเพื่อหาความเหมาะสม ระหว่างปัจจัยด้านการใช้แสงธรรมชาติและการได้รับความร้อน โดยแสดงเป็นค่าเปอร์เซ็นต์การประหยัดพลังงานในช่องเปิดแต่ละทิศ และในอัตราส่วนช่องเปิดต่อผนังอาคารแต่ละกรณีมีค่าการส่องผ่านของแสงสว่างและค่าสัมประสิทธิ์การบังเงาต่างกัน ค่าเปอร์เซ็นต์การประหยัดพลังงานเป็นสัดส่วนของการใช้พลังงานรวมทั้งปีต่อพื้นที่ใช้สอยอาคารเมื่อมีการใช้อุปกรณ์ตรวจวัดแสงธรรมชาติเพื่อทดแทนแสงประดิษฐ์ ที่ลดลงได้จากกรณีที่ไม่มีการใช้อุปกรณ์ตรวจวัดแสงธรรมชาติเพื่อทดแทนแสงประดิษฐ์เป็นเปอร์เซ็นต์

#### 3.1 ระเบียบวิธีวิจัย

ระเบียบวิธีวิจัยหรือแผนการทดลองของงานวิจัยนี้ สามารถแบ่งเป็น 2 ช่วง โดยในช่วงที่ 1 คือ ส่วนของการศึกษาและเก็บข้อมูลเกี่ยวกับอาคารสำนักงานจริง เพื่อให้การจำลองผลการทดลองมีความใกล้เคียงกรณีจริงมากที่สุด และนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการจำลองรูปแบบอาคารตัวแทน (reference building) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Doe 2.0 ช่วงที่ 2 เป็นการจำลองการใช้แสงธรรมชาติในอาคารสำนักงาน ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Visual Doe 4.0

ภาพที่ 3.1  
ระเบียบวิธีวิจัย



### 3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัยนี้ได้แก่ อาคารสำนักงานที่มีลักษณะผังพื้นอาคารส่วนใหญ่ซ้ำซ้อน คล้ายคลึงกัน และตั้งอยู่ในเขตอากาศแบบร้อนชื้น ซึ่งกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ อาคารสำนักงานที่ตั้งอยู่ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 37 อาคาร โดยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างเป็นการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) จากเกณฑ์การเข้าถึงข้อมูลของผู้วิจัย

### 3.3 ขั้นตอนการศึกษา

#### 3.3.1 การเก็บข้อมูลกรณีศึกษาอาคารสำนักงาน

รวบรวมอาคารสำนักงานในเขตกรุงเทพฯ ได้จำนวน 42 อาคาร โดยการเลือกแบบเฉพาะเจาะจงจากการเข้าถึงข้อมูล โดยการถ่ายภาพและเก็บข้อมูลพื้นฐานต่าง ๆ ของแต่ละอาคารตามประเด็นด้านการได้รับแสงธรรมชาติ ดังนี้ ขนาดพื้นที่แต่ละชั้น ขนาดช่องเปิด ทิศทางการวางตัวของอาคาร ความสูงพื้นถึงเพดาน และวัสดุกระจกและเปลือกอาคาร

#### 3.3.2 การจำลองด้วยโปรแกรม Visual Doe 4.0

การสร้างแบบจำลองด้านแสงธรรมชาติและความร้อน ด้วยโปรแกรม Visual Doe 4.0 โดยมีตัวแปร 4 ชนิด คือ ทิศทาง อัตราส่วนช่องเปิดต่อผนังอาคาร ค่าสัมประสิทธิ์การบังเงา และค่าการส่องผ่านของแสงสว่าง ทำการทดลองเป็น 2 ลักษณะ คือ ลักษณะที่มีการใช้อุปกรณ์ตรวจจับแสงธรรมชาติเพื่อใช้ทดแทนแสงประดิษฐ์ และลักษณะที่ไม่มีการใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติ

#### 3.3.3 รายละเอียดตัวแปร

1. ค่าสัมประสิทธิ์การบังเงา ในงานวิจัยนี้ได้กำหนดให้เป็นค่าสัมประสิทธิ์การบังเงาที่เป็นค่ารวมระหว่างคุณสมบัติกระจกและอุปกรณ์บังแดด ดังนั้นค่าสัมประสิทธิ์การบังเงา 0.1 ที่ตามทฤษฎีจะทำให้มีการได้รับความร้อนผ่านช่องเปิดต่ำที่สุด จึงเป็นค่าสัมประสิทธิ์การบังเงาที่

รวมระหว่างคุณสมบัติกระจกและอุปกรณ์บังแดดด้วย อย่างไรก็ตามผู้ผลิตและผู้จำหน่ายกระจกไม่สามารถผลิตคุณสมบัติกระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังเงา 0.1 ได้จริงในปัจจุบัน และการใช้อุปกรณ์บังแดดให้มีค่าสัมประสิทธิ์การบังเงา 0.1 มีความเป็นไปได้ยาก จึงไม่ใช่ค่าสัมประสิทธิ์การบังเงาดังกล่าวเป็นตัวแปรในการจำลอง

### ตารางที่ 3.1

ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมในการวิจัย

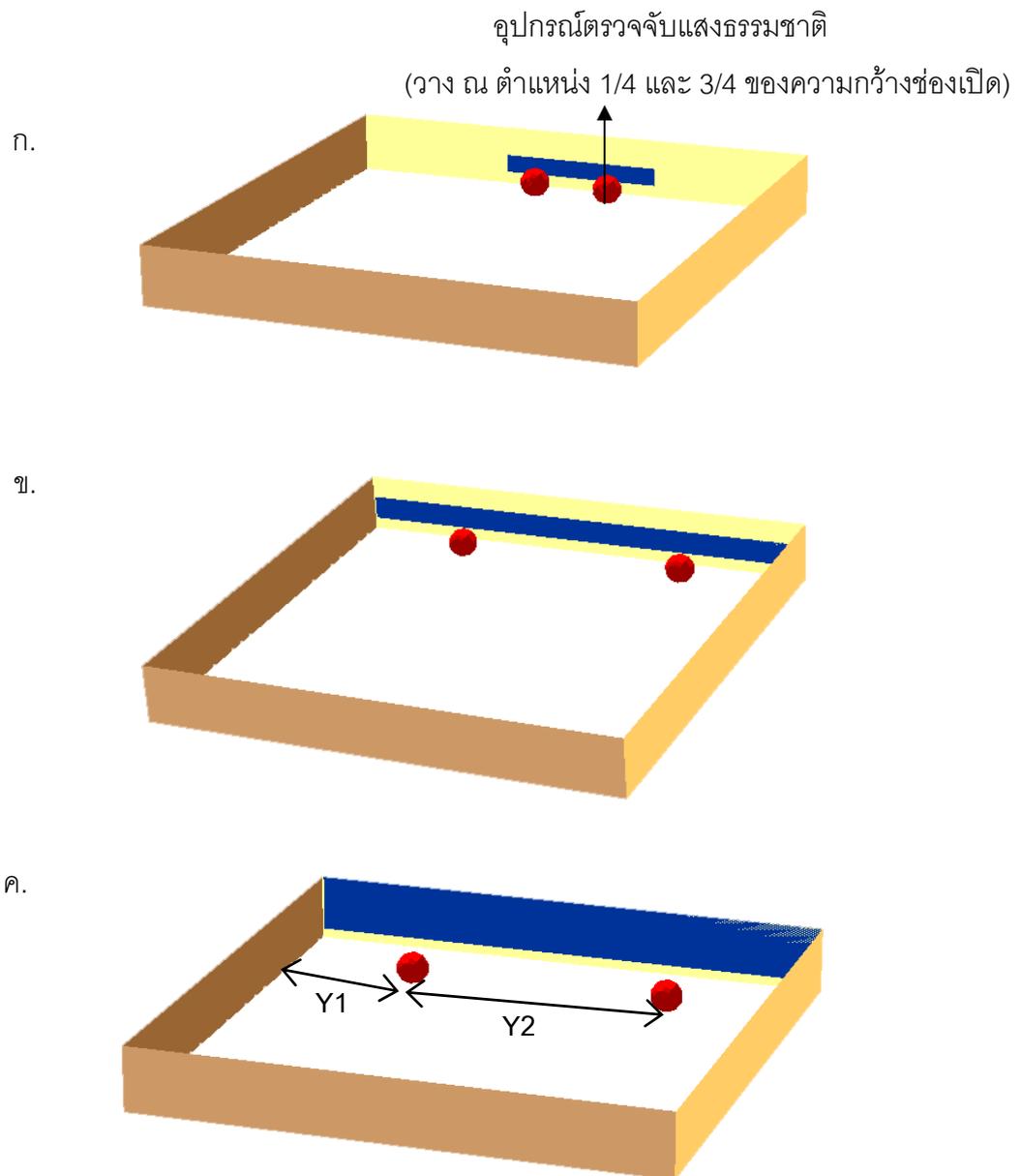
ตัวแปร	ชื่อ	รายละเอียด
ตัวแปรต้น 1	ทิศทางของช่องเปิด	ทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก
ตัวแปรต้น 2	อัตราส่วนช่องเปิดต่อผนังอาคาร (WWR) เป็นเปอร์เซ็นต์	10% - 100% ห่างกันช่วงละ 10%
ตัวแปรต้น 3	ค่าสัมประสิทธิ์การบังเงา (SC)	0.2 - 1.0 ห่างกันช่วงละ 0.1
ตัวแปรต้น 4	ค่าการส่องผ่านของแสงสว่าง (VT)	10% - 100% ห่างกันช่วงละ 10%
ตัวแปรตาม	การใช้พลังงานรวมต่อตารางเมตรต่อปี	
ตัวแปรควบคุม	ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U-value) และตำแหน่งการวางอุปกรณ์ตรวจจับแสงธรรมชาติ	

2. อัตราส่วนช่องเปิด รายละเอียดอัตราส่วนช่องเปิดขนาดต่าง ๆ เป็นไปตามตาราง

3.2 ลักษณะช่องเปิดที่กำหนดเป็นช่องเปิดยาวต่อเนื่องมีเพียงด้านเดียวในผนังอาคาร ความกว้างของช่องเปิดจะใช้ความกว้างเต็มพื้นที่ผนังโดยเว้นระยะ 0.1 เมตร ของทั้งสองด้านเป็นผนังทับเพื่อป้องกันการได้รับแสงจากด้านข้างที่เป็นทิศทางอื่น ดังภาพ 3.2

3. ลักษณะตำแหน่งการวางอุปกรณ์ตรวจจับแสงธรรมชาติ วางสูงจากพื้น 0.80 เมตร ตรวจจับแสงธรรมชาติที่ความเข้มแสง 300 ลักซ์ เว้นระยะห่างจากช่องเปิด 1.5 เท่าของความสูงช่องเปิดจากพื้น (ระยะ X) ตามทฤษฎีการใช้งานแสงธรรมชาติได้ดีในระยะดังกล่าว และตำแหน่งการวางอุปกรณ์ 2 ตัวในแนวขนานกับช่องเปิด (ระยะ Y) จะวางที่ระยะ 1/4 และ 3/4 ของความกว้างช่องเปิด ดังภาพ 3.3

ภาพที่ 3.2  
ลักษณะช่องเปิดที่อัตราส่วนช่องเปิดต่าง ๆ กัน



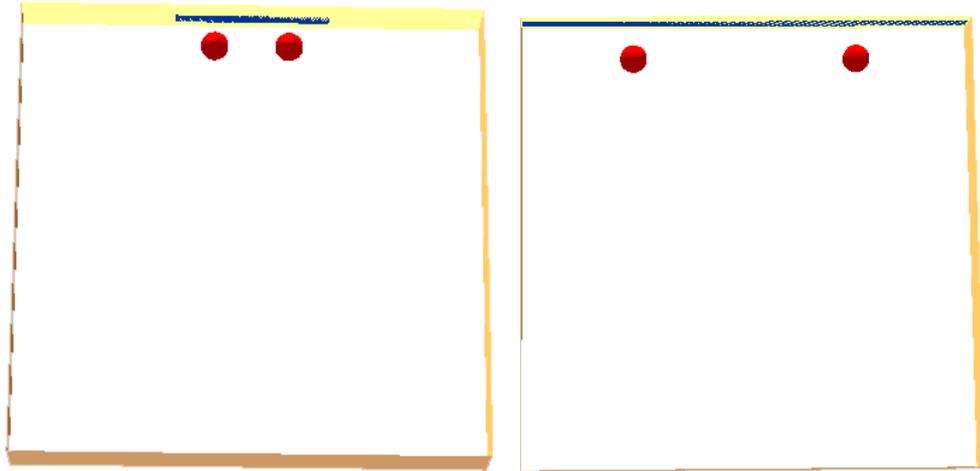
หมายเหตุ: ก. อัตราส่วน 10%

ข. อัตราส่วน 30%

ค. อัตราส่วน 90%

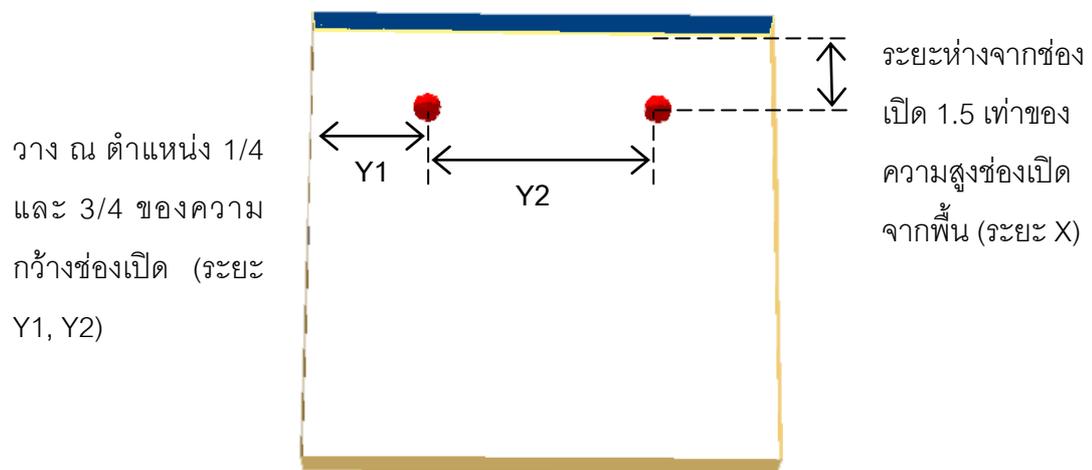
ภาพที่ 3.3

ลักษณะตำแหน่งการวางอุปกรณ์ตรวจจับแสงธรรมชาติ



ก.

ข.



ค.

หมายเหตุ: ก. อัตราส่วน 10%

ข. อัตราส่วน 30%

ค. อัตราส่วน 90%

ตารางที่ 3.2  
ขนาดช่องเปิดในอัตราส่วนช่องเปิดต่าง ๆ

อัตราส่วนช่อง เปิดต่อผนัง อาคาร (%)	ความกว้าง ช่องเปิด (เมตร)	ความสูงช่อง เปิด (เมตร)	ความสูงช่อง เปิดจากพื้น (เมตร)	ตำแหน่งอุปกรณ์ตรวจจับแสงธรรมชาติ	
				ระยะห่างจากช่อง เปิด - X (เมตร)	ระยะแนวขนานช่อง เปิด - Y1, Y2 (เมตร)
10	10.67	1.20	2.00	3.00	13.40, 18.60
20	21.3	1.20	2.00	3.00	11.18, 21.33
30	31.8	1.20	2.00	3.00	8.00, 24.00
40	31.8	1.61	2.41	3.62	8.00, 24.00
50	31.8	2.00	2.80	4.20	8.00, 24.00
60	31.8	2.42	3.22	4.83	8.00, 24.00
70	31.8	2.82	3.62	5.43	8.00, 24.00
80	31.8	3.22	4.00	6.00	8.00, 24.00
90	31.8	3.62	4.00	6.00	8.00, 24.00
100	31.8	4.00	4.00	6.00	8.00, 24.00

### 3.3.4 ข้อมูลพื้นฐานในการจำลองโปรแกรม

1. ข้อมูลจากการสำรวจ ศึกษาและสำรวจตัวอย่างอาคารสำนักงานจำนวน 37 อาคาร ในเขตกรุงเทพมหานคร ได้ข้อมูลพื้นฐาน ดังต่อไปนี้

1) อาคารสำนักงาน มีขนาดอยู่ระหว่าง 25 - 42 เมตร ตามความกว้างช่วงเสา จึงเลือกจำลองที่ขนาด 32 เมตร จำนวน 4 ช่วงเสา

2) ความสูงพื้นถึงพื้นแต่ละชั้น ประมาณ 4 เมตร เนื่องจากต้องเว้นระยะพื้นที่งานระบบประมาณ 1 เมตร

3) มาตรฐานการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงประดิษฐ์ 16 วัตต์ต่อตารางเมตร ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 และความเข้มของการส่องสว่างไม่น้อยกว่า 300 ลักซ์ ตามกฎกระทรวง ฉบับที่ 39 (พ.ศ. 2537)

4) ระดับความสูงที่ใช้งาน (working plane) ในสำนักงาน คือ 0.8 เมตร

2. ข้อมูลการจำลองการใช้พลังงานของอาคาร

1) ใช้ข้อมูลสภาพอากาศจริงของกรุงเทพมหานครเฉลี่ย 10 ปี ในการอ้างอิง

- 2) ไม่มีการใช้ม่านบังแดดภายในอาคาร
  - 3) กำหนดค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนเป็นตัวแปรคงที่
  - 4) เป็นอาคารสร้างขึ้นเดี่ยว ๆ ไม่มีการบังแดดจากอาคารข้างเคียง หรือต้นไม้ และใช้ผนังชั้นเดียวเป็นตัวแทนทุกชั้น
  - 5) กำหนดพิกัดที่ละติจูดที่ 14 องศาเหนือ (กรุงเทพมหานคร)
  - 6) กำหนดให้แบบจำลองได้รับความร้อนจากผนังที่ละด้าน และช่องเปิดโปร่งแสงเท่านั้น โดยไม่ได้รับความร้อนจากหลังคา เพดาน และพื้น
  - 7) กำหนดวัสดุผนัง และพื้นเป็นตัวแปรคงที่ และค่าสัมประสิทธิ์การบังเงาของช่องเปิดเป็นค่าที่รวมอิทธิพลของกระจก และอุปกรณ์บังแดดเข้าด้วยกันแล้ว
3. ข้อมูลการจำลองทางด้านสภาพแวดล้อมของอาคาร ในการจำลองอาคารอ้างอิง ได้มีการกำหนดค่าสภาพแวดล้อมในอาคารที่ศึกษา ดังนี้
- 1) จำนวนผู้ใช้งาน 25 ตารางเมตรต่อคน
  - 2) การกำหนดเวลาการใช้งาน เฉพาะวันจันทร์ถึงศุกร์ เวลา 8.00 - 17.00 น.

### 3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Visual Doe 4.0 ใช้ในการจำลองด้านการใช้พลังงานจากการได้รับความร้อน และแสงธรรมชาติ

### 3.5 การทดสอบเครื่องมือ

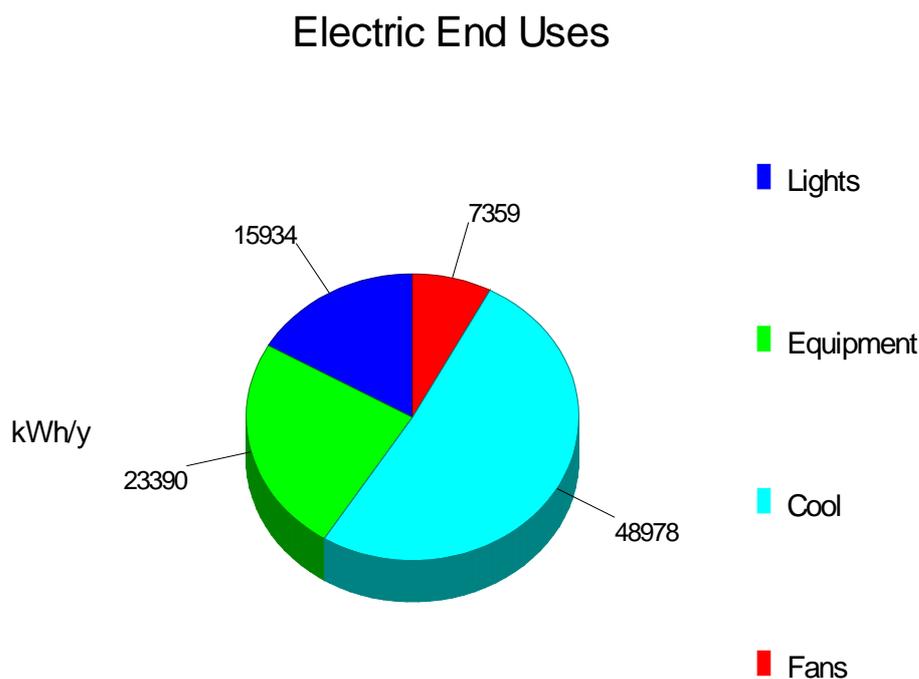
งานวิจัยชิ้นนี้มีลักษณะเป็นงานวิจัยเชิงการประยุกต์ใช้โปรแกรมเพื่อนำไปปรับปรุงเป็นแนวทางการออกแบบ จึงเป็นการจำลองสถานการณ์ที่ไม่อาจเกิดขึ้นจริงในการใช้งาน นั่นคืออาคารก่อนการใช้งานที่ไม่มีอุปกรณ์เครื่องใช้สำนักงานใด ๆ เลย ไม่มีการใช้กล่องทดลองเพื่อทำการวิจัย ในการทดสอบเครื่องมือจึงไม่มีความจำเป็นในการวิจัยนี้ นอกจากนั้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้ คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Visual Doe 4.0 เป็นโปรแกรมที่มีพื้นฐานเดียวกันกับโปรแกรม Doe 2.0 ซึ่งมีการทดสอบ แก้ไข และปรับปรุงอยู่เสมอมาเป็นเวลากว่า 10 ปี ข้อแตกต่างมีเพียงแค่ลักษณะการใช้โปรแกรมเท่านั้น (interface) ทำให้เป็นโปรแกรมที่มีความคงที่ของข้อมูล และผลการทดลองสูงมาก ผลการทดสอบเครื่องมือสามารถดูรายละเอียดได้ในคู่มือการใช้โปรแกรม

### 3.6 การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บรวบรวมข้อมูลจากการจำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Visual Doe 4.0 ซึ่งสามารถใช้ในการจำลองสถานการณ์ที่ไม่อาจเกิดขึ้นจริงได้ นั่นคือ อาคารว่างเปล่าก่อนการใช้งาน การใช้โปรแกรมช่วยให้สามารถตัดตัวแปรแทรกซ้อนของการทดลองได้ ผลจากการจำลองออกมาในรูปแบบการใช้พลังงานต่อปี แบ่งเป็น 4 รูปแบบ คือ การทำความเย็น (cool) พัดลมระบบปรับอากาศ (fans) ระบบแสงสว่าง (lights) และอุปกรณ์ไฟฟ้า (equipment) ดังภาพที่ 3.4

ภาพที่ 3.4

ลักษณะข้อมูลที่ได้จากการจำลองโดยใช้โปรแกรม Visual Doe 4.0



### 3.7 การวิเคราะห์และสรุปผล

จากการจำลองข้างต้น ค่าที่ได้นำมาวิเคราะห์และสรุปผลเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1. นำค่าการใช้พลังงานรวมในกรณีที่มีการใช้อุปกรณ์ตรวจจับแสงธรรมชาติทดแทนแสงประดิษฐ์ มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และอิทธิพลของตัวแปรทั้ง 4 แบบ คือ ทิศทาง อัตราส่วน

ช่องเปิด ค่าสัมประสิทธิ์การบังเงา และค่าการส่องผ่านของแสงสว่าง ต่อค่าการใช้พลังงานด้านการทำความเย็น

2. นำค่าการทำความเย็น พัดลมระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง และอุปกรณ์ไฟฟ้า มาคำนวณเป็นค่าการใช้พลังงานโดยรวมต่อตารางเมตรต่อปี และค่าการประหยัดพลังงานในแต่ละกรณี เมื่อเทียบกรณีที่มีการใช้อุปกรณ์ตรวจจับแสงธรรมชาติทดแทนแสงประดิษฐ์จากกรณีที่ไม่มีการใช้อุปกรณ์ดังกล่าวเป็นเปอร์เซ็นต์

$$\begin{aligned} \text{ค่าการใช้พลังงานโดยรวมต่อตารางเมตรต่อปี} &= \text{ค่าการใช้พลังงานการทำความเย็น} + \\ &\quad \text{ค่าการใช้พลังงานพัดลมระบบปรับอากาศ} + \\ &\quad \text{ค่าการใช้พลังงานระบบแสงสว่าง} + \\ &\quad \text{ค่าการใช้พลังงานอุปกรณ์ไฟฟ้า} \end{aligned}$$

$$\text{ค่าเปอร์เซ็นต์การประหยัดพลังงาน} = \frac{(X-Y) \times 100}{X}$$

เมื่อ  $X =$  เปอร์เซ็นต์ของค่าการใช้พลังงานรวมของอาคารต่อตารางเมตรต่อปี ของกรณีที่  
ไม่มีการใช้อุปกรณ์ตรวจจับแสงธรรมชาติทดแทนแสงประดิษฐ์  
 $Y =$  เปอร์เซ็นต์ของค่าการใช้พลังงานรวมของอาคารต่อตารางเมตรต่อปี ของกรณีที่  
มีการใช้อุปกรณ์ตรวจจับแสงธรรมชาติทดแทนแสงประดิษฐ์