

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศเป็นประเทศในเขตร้อนชื้น สภาพอากาศร้อนอบอ้าวตลอดทั้งปี ประกอบกับสภาพแวดล้อมของประเทศในปัจจุบันได้มีการเปลี่ยนแปลงต่างจากอดีต รูปแบบสถาปัตยกรรมไทยในอดีตไม่สามารถสร้างสภาวะน่าสบายให้กับผู้ใช้อาคารได้ อีกทั้งรูปแบบสถาปัตยกรรมที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันเป็นรูปแบบที่ได้รับอิทธิพลจากต่างประเทศ อันเป็นรูปแบบที่ไม่เหมาะสมกับภูมิอากาศแบบร้อนชื้นของประเทศ ทำให้มีการแก้ปัญหาด้วยการติดตั้งเครื่องปรับอากาศเพื่อสร้างสภาวะน่าสบายภายในอาคาร (Comfort Zone) ส่งผลให้เกิดการใช้พลังงานในปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมหาศาล ทั้งนี้มีผลมาจากการทำงานของเครื่องปรับอากาศภายในอาคาร ด้วยเหตุนี้จึงควรมีการศึกษาถึงสาเหตุของภาระในการปรับอากาศ มีการคำนวณและศึกษาถึงแนวทางในการป้องกันความร้อนและความชื้นที่เข้าสู่อาคารซึ่งมีผลต่อการเพิ่มภาระให้กับเครื่องปรับอากาศ และเป็นเหตุของการใช้พลังงานอย่างมากในปัจจุบัน

การควบคุมอากาศจากภายนอกอาคารซึ่งมีระดับความร้อน ความชื้น ให้เข้าสู่ภายในอาคารในสัดส่วนที่เหมาะสม เป็นการควบคุมสภาวะอากาศภายในให้มีค่าเอนทัลปี (Enthalpy) สูงสุด เพื่อให้สามารถควบคุมอาคารให้ใช้พลังงานน้อยที่สุดจากความแตกต่างน้อยที่สุดระหว่างระดับเอนทัลปีภายในและภายนอก จากทฤษฎีการคำนวณหาพลังงานที่ใช้ในระบบปรับอากาศ โดยอาศัยหลักเกณฑ์ตามแผนภูมิไซโครเมตริกพบว่าในการปรับอากาศให้กับอาคารทั่วไปในเมืองไทย เครื่องปรับอากาศจะทำหน้าที่ 2 อย่าง คือ ลดอุณหภูมิ และลดความชื้นให้กับอากาศ ซึ่งโดยทั่วไปการคำนวณมักยึดถือสภาวะภายในอาคารที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 50 เปอร์เซ็นต์เป็นสภาวะปรับอากาศภายในอาคาร ในการวิจัยนี้จึงใช้สภาวะนี้เป็นเกณฑ์เช่นเดียวกัน สภาวะอากาศดังกล่าวนี้มีระดับเอนทัลปีประมาณ 53 กิโลจูลต่อกิโลกรัม<sup>1</sup> ในการปรับอากาศจะพบว่าในบางสภาวะอากาศ ภายนอกอาจจะมีอุณหภูมิเย็นกว่าที่กำหนดแต่มีความชื้นสูงมาก ซึ่งยังต้องใช้พลังงานในการปรับอากาศให้อยู่ในสภาวะที่ต้องการ ซึ่งหมายความว่า

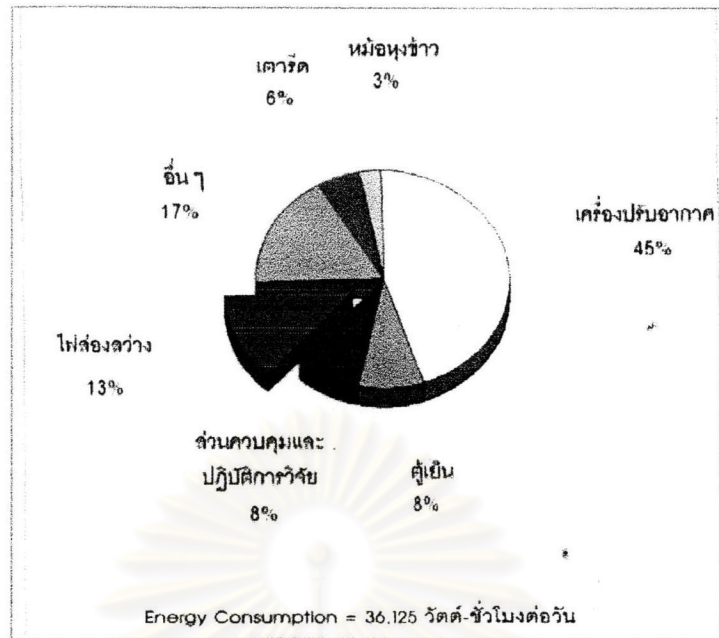
---

<sup>1</sup> สุนทร บุญญาธิการ, เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า (กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542), หน้า 35.

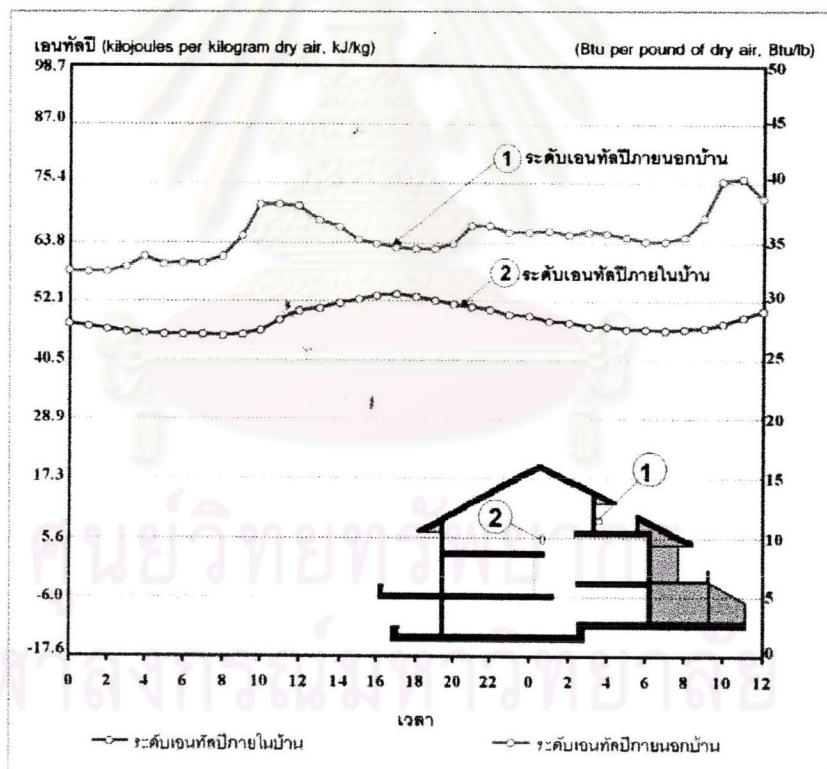
ว่าแม้อากาศเย็น แต่ความชื้นสัมพัทธ์สูงเกินขอบเขตที่ต้องการ เครื่องปรับอากาศยังคงต้องใช้พลังงานในระบบปรับอากาศเพื่อลดความชื้น ด้วยเหตุนี้ในการพิจารณาเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการประหยัดพลังงานจึงใช้การเปรียบเทียบระดับเอนทัลปี เป็นเกณฑ์แทนการพิจารณาเฉพาะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังนั้น การศึกษาถึงระดับเอนทัลปี จะทำการศึกษาถึงระดับเอนทัลปี ในแต่ละช่วงเวลาในแต่ละเดือน และสุดท้ายจะทำการสรุปตลอดปีของแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย โดยจะทำการศึกษาพร้อมไปกับการศึกษาในเรื่องของความเร็วลมและทิศทางของกระแสลม ซึ่งจะมีผลต่อความกดอากาศในแต่ละด้านของอาคารที่จะทำให้เกิดแรงอัดอากาศจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคาร ก่อให้เกิดการสูญเสียพลังงานในการปรับอากาศมากขึ้น การศึกษาดังกล่าว จะทำเป็นข้อมูลอ้างอิงเกี่ยวกับระดับเอนทัลปีสำหรับเป็นแนวทางในการออกแบบอาคารปรับอากาศของแต่ละภูมิภาค และเสนอแนะแนวทางการออกแบบเรื่องทิศทางที่เหมาะสมในการทำช่องเปิดของอาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศของแต่ละภูมิภาค ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการลดปริมาณการใช้พลังงานที่สูงอย่างในปัจจุบัน



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิ 1.1 แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าเมื่อใช้เครื่องปรับอากาศเป็นบางเวลา<sup>2</sup>



แผนภูมิ 1.2 เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในและภายนอกบ้าน<sup>3</sup>

<sup>2</sup> สุนทร บุญญธการ, เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า (กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542), หน้า 192.

<sup>3</sup> สุนทร บุญญธการ, เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า (กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542), หน้า 119.



## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งส่งผลให้ระดับเอนทัลปีแตกต่างกัน
2. ศึกษาเอนทัลปีแต่ละจังหวัดตัวแทนของแต่ละภูมิภาค
3. เสนอแนวทางการออกแบบอาคารระบบปรับอากาศอย่างเหมาะสมในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย โดยนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ระดับเอนทัลปีมาประยุกต์ และเสนอแนะเพื่อประโยชน์ในด้านการประหยัดพลังงานจากการลดภาระการปรับอากาศ

## 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. การวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลจากการเก็บข้อมูลภูมิอากาศแต่ละภูมิภาคทั่วประเทศไทยของกรมอุตุนิยมวิทยา ในแต่ละช่วงเวลา แต่ละเดือนของปี แต่ละจังหวัด โดยพิจารณาจากข้อมูลย้อนหลังประมาณ 10 ปี โดยคัดเลือกปีที่มีข้อมูลที่สมบูรณ์มากพอซึ่งเป็นข้อมูลที่มีความเหมาะสมของข้อมูลดิบที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ด้วย
2. คัดเลือกข้อมูลดิบของจังหวัดตัวแทนในแต่ละภูมิภาค ที่มีข้อมูลที่เหมาะสมและผิดพลาดน้อยที่สุด และคัดเลือกข้อมูลของจังหวัดตัวแทนที่อยู่ในตำแหน่งที่สามารถเป็นตัวแทนได้อย่างครอบคลุมบริเวณของภูมินาคนั้นๆ มาเป็นตัวแทนของแต่ละภูมิภาคเพื่มาหาความสัมพันธ์ทั้งนี้จะไม่นำข้อมูลของทุกจังหวัดมาวิเคราะห์เพื่อลดความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นของข้อมูล
3. นำการคำนวณทางคณิตศาสตร์มาช่วยพยากรณ์ข้อมูลที่ขาดหายไป เนื่องจากการเก็บข้อมูลของต่างจังหวัดมีความละเอียดน้อย คือ มีการเก็บข้อมูลสภาพอากาศทุก 3 ชั่วโมง ด้วยเหตุนี้จึงต้องอาศัยการคำนวณทางคณิตศาสตร์เข้ามาช่วย เพื่อพยากรณ์ให้ได้ข้อมูลสภาพอากาศที่มีความละเอียดในระดับรายชั่วโมง และมีความสมบูรณ์เพียงพอที่จะนำมาหาระดับเอนทัลปี เป็นรายชั่วโมงเพื่อประโยชน์ในการวิเคราะห์หาแนวทางในการออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงานในขั้นตอนต่อไป
4. นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์หาค่าระดับเอนทัลปี มาทำการเสนอแนวทางการออกแบบในเรื่องทิศทางที่เหมาะสมของช่องเปิดสำหรับอาคารปรับอากาศ เพื่อประโยชน์ในด้านการประหยัดพลังงานในอาคารปรับอากาศของทุกภูมิภาคในประเทศไทย

#### 1.4 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

ในงานวิจัยนี้มีคำศัพท์เฉพาะที่ต้องอธิบายและให้ความหมาย เพื่อความเข้าใจที่ตรงกันได้แก่

**เอนทัลปี (Enthalpy ; Enthalpy of saturation)**

เอนทัลปี (Enthalpy) Thermal property บอกให้ทราบถึงปริมาณของความร้อนในอากาศเหนือระดับอ้างอิงใดๆ หน่วยเป็น *บีที่อยู่ที่ปอนด์ของอากาศแห้ง* ระดับอ้างอิงสำหรับอากาศแห้งคือ 0 องศาฟาเรนไฮต์ และระดับอ้างอิงสำหรับความชื้น คือ 32 องศาฟาเรนไฮต์

เอนทัลปีเป็นคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ (Thermodynamics) ที่บ่งบอกระดับพลังงานที่ผสมผสานระหว่างความร้อนสัมผัส (Sensible Heat) ความร้อนแฝง (Latent Heat) และงานไหล (Flow Work) ซึ่งเป็นค่า ณ สภาวะใด ๆ

**ความร้อนสัมผัส (Sensible Heat)**

ความร้อนสัมผัส (Sensible Heat) ความร้อนสัมผัสเป็นความร้อนที่ทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้น แต่จำนวนไอน้ำในอากาศไม่เปลี่ยนแปลง เนื่องจากเป็นการทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้น จึงสามารถรับรู้ได้จากการสัมผัส

ความร้อนที่ทำให้อุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้นเป็น *ความร้อนสัมผัส (Sensible Heat)*

**ความร้อนแฝง (Latent Heat)**

ความร้อนแฝง (Latent Heat) หมายถึงความร้อนที่ให้หรือดึงออกจากสสาร ทำให้เกิดการเปลี่ยนสถานะ โดยที่อุณหภูมียังคงที่อยู่ ความร้อนแฝงแบ่งได้ 2 อย่าง คือ *ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ* และ *ความร้อนแฝงของการหลอมละลาย*

1. ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ เป็นความร้อนที่ต้องการในการเปลี่ยนของเหลวให้กลายเป็นไอ เช่น ต้มน้ำจนถึงจุดเดือด 100 องศาเซลเซียส แต่ถ้าต้มนต่อไปอุณหภูมิจะไม่เปลี่ยนแปลง แต่น้ำจะเดือดกลายเป็นไอ
2. ความร้อนแฝงของการหลอมละลาย คือ ความร้อนที่ต้องการถ่ายออกในการเปลี่ยนของเหลวให้เป็นของแข็ง ตัวอย่างเช่น น้ำทำให้เย็นถึงจุดเยือกแข็ง 0 °C แต่ถ้าถ่ายเทความร้อนออกอีกน้ำจะเป็นน้ำแข็ง

### อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry-bulb Temperature ; D.B.)

อุณหภูมิกระเปาะแห้ง หมายถึง ค่าอุณหภูมิของวัตถุที่สามารถอ่านได้จากเทอร์โมมิเตอร์ทั่วไป หรือเครื่องวัดอุณหภูมิ โดยปกติจะต้องควบคุมไม่ให้เกิดอิทธิพลจากการแผ่รังสีความร้อนของแหล่งกำเนิดความร้อนต่างๆ เช่น ดวงอาทิตย์ เครื่องใช้ไฟฟ้า หรืออื่นๆ ซึ่งทำให้เกิดการดูดซับความร้อนระหว่างตัวรับรู้และแหล่งกำเนิดความร้อน

### อุณหภูมิกระเปาะเปียก (Wet-bulb Temperature ; W.B.)

อุณหภูมิกระเปาะเปียก หมายถึง ค่าอุณหภูมิต่ำสุดที่สามารถบันทึกได้โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์หรือเครื่องวัดอุณหภูมิชนิดอื่นๆ ซึ่งตัวรับรู้ (Sensor) ถูกห่อหุ้มด้วยผ้าหรือสำลีชุบน้ำ และมีความเร็วลมหรืออากาศพัดผ่านจนทำให้เกิดการระเหยของน้ำในบริเวณนั้น อันจะเป็นผลทำให้อุณหภูมิจากกระเปาะเทอร์โมมิเตอร์หรือตัวรับรู้ นั้นเย็นลงจนถึงจุดคงที่และอ่านค่าอุณหภูมิที่อ่านได้

### อุณหภูมิจุดน้ำค้าง (Dew Point Temperature ; D.P.)<sup>4</sup>

อุณหภูมิจุดน้ำค้าง คือ อุณหภูมิที่เปลี่ยนจุดกลั่นตัวของไอน้ำในอากาศ ซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนของไอน้ำในอากาศ และกำลังดันของตัวมันเอง ซึ่งกล่าวได้ว่า อุณหภูมิจุดน้ำค้างนี้เป็นอุณหภูมิที่ไอน้ำเกิดการควบแน่นและกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่ออากาศมีอุณหภูมิลดลง แต่ปริมาณไอน้ำในอากาศยังคงเท่าเดิม และมีปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ที่ 100 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่า ณ ขณะนั้นเป็นสภาวะที่อากาศอิ่มตัว คือ ไม่สามารถรับไอน้ำเพิ่มขึ้นได้อีก หากมีปริมาณไอน้ำเพิ่มสูงขึ้น จะทำให้ไอน้ำในอากาศเกิดการควบแน่นและกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ สภาวะนี้เรียกว่า อุณหภูมิจุดน้ำค้าง ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้ในกรณีที่มีพื้นผิวของวัสดุใดๆ มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิกอากาศ จนถึงอุณหภูมิจุดน้ำค้างก็จะทำให้เกิด หยดน้ำ บนพื้นผิววัสดุนั้น

เมื่อจำนวนไอน้ำในอากาศเพิ่มขึ้น กำลังดันของไอน้ำในอากาศจะเพิ่มขึ้นและจุดน้ำค้างจะสูงขึ้น แต่ในทางตรงกันข้าม ถ้าลดจำนวนไอน้ำในอากาศให้น้อยลง กำลังดันจะลดลง จุดน้ำค้างจะลดลงต่ำลงด้วย

### ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity ; R.H.)

ความชื้นสัมพัทธ์ เป็นอัตราส่วนระหว่างปริมาณไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศ กับปริมาณไอน้ำมากที่สุดที่อากาศจะสามารถอุ้มไว้ได้

<sup>4</sup> Lstiburek and Carmody, *Moisture Control Handbook: Principles and Practices for Residential and Small Commercial Buildings* (New York: Van Nostrand Reinhold, 1993), p. 6.



### ความชื้น (Humidity)<sup>5</sup>

ความชื้น<sup>4</sup>(Humidity) คือ ละอองไอน้ำในอากาศซึ่งสามารถเคลื่อนที่ไปมาได้ โดยเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศ ปริมาณไอน้ำในอากาศจะขึ้นอยู่กับสถานะของอุณหภูมิในขณะนั้น ความชื้นในอากาศจะอยู่ในรูปของไอน้ำ ซึ่งอากาศสามารถอุ้มความชื้นได้ปริมาณมากเมื่ออากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้น และความสามารถในการอุ้มความชื้นของอากาศจะลดลงเมื่ออากาศมีอุณหภูมิลดต่ำลง ซึ่งกล่าวได้ว่าเมื่ออากาศอยู่ในสถานะอิ่มตัว (Saturated) แสดงว่า ณ เวลานั้นอากาศไม่สามารถอุ้มปริมาณไอน้ำได้อีก นั่นคืออากาศมีความชื้นสัมพัทธ์อยู่ที่ 100% ซึ่งเป็นสถานะที่อากาศมีปริมาณไอน้ำสูงสุด ณ สถานะนั้น

เกรนของความชื้น (grain of moisture) คือ หน่วยการวัดปริมาณของไอน้ำในอากาศ

### อัตราส่วนความชื้น (Humidity Ratio หรือ Moisture Content)<sup>6</sup>

อัตราส่วนความชื้น (สัญลักษณ์ W) คือ อัตราส่วนมวลของไอน้ำในอากาศ ( $M_w$ ) ต่อมวลของอากาศแห้ง ( $M_a$ )

$$\text{อัตราส่วนความชื้น (W)} = 0.62198 \frac{(X_w)}{(X_a)}$$

### ความชื้นสัมบูรณ์ (Absolute Humidity)<sup>7</sup>

ความชื้นสัมบูรณ์ (สัญลักษณ์  $d_v$ ) คือ อัตราส่วนระหว่างมวลของไอน้ำในอากาศต่อมวลของอากาศผสม หน่วยที่ใช้ในการวัดจะใช้เป็น กรัมต่อลูกบาศก์เมตร หรือ เกรนต่อลูกบาศก์ฟุต

$$\text{ความชื้นสัมบูรณ์ (d}_v\text{)} = \frac{\text{มวลของไอน้ำในอากาศผสม (M}_w\text{)}}{\text{ปริมาตร (V)}}$$

<sup>5</sup>ตริงใจ บุรณสมภพ, การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน (กรุงเทพฯ: บริษัท อัมรินทร์ พรินตติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด(มหาชน), 2539), หน้า 159.

<sup>6-7</sup> American Society of Heating Refrigeration and Air-Conditioning Engineers, ASHRAE Handbook Fundamentals (Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineering, 1997), p. 6.12

## เขตสบาย (Comfort Zone)

เขตสบาย คือ ขอบเขตของสภาพอากาศในช่วงระยะที่ทำให้ร่างกายมนุษย์อยู่ในสภาวะที่สบาย ซึ่งสภาวะที่สบายนี้หมายถึงสภาวะที่อากาศมีอุณหภูมิ ความเร็วลม และความชื้นในอากาศที่พอเหมาะกับการที่จะทำให้ร่างกายมนุษย์รู้สึกสบาย ไม่ร้อนหรือหนาวจนเกินไป ร่างกายไม่มีเหงื่อ ไม่มีไอน้ำในอากาศที่มากเกินไปจนชื้นหรือน้อยเกินไปจนแห้งหายใจไม่สะดวก อัตราความเร็วลมอยู่ในเกณฑ์ที่พอเหมาะไม่รบกวนจนรู้สึกได้

## 1.5 ระเบียบวิธีวิจัย

ในการวิจัยสามารถแบ่งขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

### 1. ศึกษาข้อมูลสภาพภูมิอากาศในจังหวัดต่างๆ ทั่วประเทศไทย

การศึกษาข้อมูลสภาพภูมิอากาศเป็นการศึกษาข้อมูลดิบที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ระดับเอนทัลปี รวมทั้งมีการแก้ไขข้อมูลให้พร้อมต่อการวิเคราะห์ ส่วนนี้จึงเป็นขั้นตอนในการเตรียมข้อมูลดิบสำหรับการวิจัย

#### 1.1 เตรียมข้อมูลดิบสำหรับการวิเคราะห์เอนทัลปี

คัดเลือกจังหวัดตัวแทน โดยทำการรวบรวมข้อมูลสภาพอากาศของจังหวัดต่างๆ จากกรมอุตุนิยมวิทยา จากนั้นทำการตรวจสอบข้อมูลทั้งหมดเพื่อคัดเลือกจังหวัดตัวแทนที่มีความเหมาะสม โดยเป็นจังหวัดตัวแทนที่มีพื้นที่ครอบคลุมในแต่ละภูมิภาค และเป็นข้อมูลดิบที่มีความผิดพลาดของข้อมูลน้อยที่สุด

#### 1.2 ทำการแก้ไขข้อมูลดิบให้พร้อมวิเคราะห์

นำข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์เอนทัลปี ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง มาทำการแก้ไขข้อมูลที่มีความผิดพลาด

ส่วนข้อมูลที่ขาดหายไปจะทำการคำนวณทางคณิตศาสตร์มาช่วยพยากรณ์ เนื่องจากการเก็บข้อมูลในต่างจังหวัดมีความละเอียดน้อยกว่าข้อมูลดิบของกรุงเทพมหานคร กล่าวคือในต่างจังหวัดมีการเก็บข้อมูลสภาพอากาศทุก 3 ชั่วโมง ขณะที่กรุงเทพมหานครมีการเก็บข้อมูลทุกชั่วโมง ด้วยเหตุนี้จึงต้องอาศัยการคำนวณทางคณิตศาสตร์เข้ามาช่วย เพื่อพยากรณ์ให้ได้ข้อมูลสภาพอากาศที่มีความละเอียดในระดับรายชั่วโมง และมีความสมบูรณ์เพียงพอที่จะนำมาหาระดับเอนทัลปี เป็นรายชั่วโมงได้เพื่อประโยชน์ในการวิเคราะห์ที่มีความละเอียดยิ่งขึ้นในการหาแนวทางออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน



## 2. ศึกษาอิทธิพลของตัวแปรที่ทำให้เอนทัลปีแตกต่างกัน

### 2.1 ศึกษาอิทธิพลของแต่ละตัวแปร

วิเคราะห์ตัวแปรต่างๆ ที่คาดว่าจะมีผลต่อระดับเอนทัลปี โดยใช้ข้อมูลดิบที่ได้รับการแก้ไขความผิดพลาดไว้เรียบร้อยแล้ว เพื่อหาแนวโน้มของระดับเอนทัลปีที่เพิ่มมากขึ้นตามตัวแปรที่ทำการศึกษาแต่ละตัว ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาอิทธิพล ได้แก่

- 1) ความร้อนในอากาศ
- 2) ความชื้นในอากาศ
- 3) ความเร็วลม
- 4) ทิศทางลม

โดยจะทำการศึกษาทีละตัวแปร เมื่อพิจารณาแต่ละตัวแปรจะทำให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของระดับเอนทัลปี จากการวิเคราะห์ในส่วนนี้จะสามารถบอกได้ว่าแต่ละตัวแปรมีอิทธิพลต่อระดับเอนทัลปีมากน้อยเพียงใด

### 2.2 ทำแผนภูมิเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของระดับเอนทัลปี

แยกแผนภูมิเป็นขั้นตอน ทั้งนี้เพื่อแสดงให้เห็นถึงระดับเอนทัลปีที่เปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนเมื่อมีการวิเคราะห์แต่ละตัวแปรเพิ่ม ซึ่งการทำแผนภูมิแบบนี้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ และสะดวกในการวิเคราะห์โดยใช้ทฤษฎีประกอบในการวิเคราะห์ต่อไป

## 3. ทำการศึกษานาเอนทัลปีแต่ละจังหวัดแทนของแต่ละภูมิภาค

หาเอนทัลปีในแต่ละจังหวัดตัวแทนโดยวิเคราะห์แยกออกเป็นช่วงเวลา เพื่อประโยชน์ในการนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้จริงกับอาคารในปัจจุบัน

### 3.1 ศึกษาเอนทัลปีแต่ละเดือน ตลอดปีของแต่ละจังหวัดตัวแทน

การศึกษาเอนทัลปีจะทำการศึกษาในแต่ละเดือนเพื่อพิจารณาถึงความเปลี่ยนแปลงของระดับเอนทัลปีแต่ละเดือนตลอดปี ซึ่งระดับเอนทัลปีจะสามารถแบ่งออกเป็นฤดูกาลเพื่อประโยชน์ในการนำมาวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป

### 3.2 ศึกษาเอนทัลปีตามช่วงเวลาการใช้งานอาคาร

นำข้อมูลแต่ละเดือน ตลอดปีของแต่ละจังหวัดตัวแทนมาทำการแบ่งออกเป็นช่วงเวลาการใช้งานอาคาร เพื่อหาปริมาณเอนทัลปีรวมตลอดปีในแต่ละช่วงเวลา โดยทำการแบ่งช่วงเวลาออกเป็น

ช่วงที่ 1 ระหว่างเวลา 24.00 – 07.00 น.

ช่วงที่ 2 ระหว่างเวลา 08.00 – 16.00 น.

ช่วงที่ 3 ระหว่างเวลา 17.00 – 23.00 น.

### 3.3 หาเอนทัลปีทุกทิศทาง

นำปริมาณเอนทัลปีตลอดปี โดยแยกเป็นช่วงเวลานั้นมาทำการแยกออกเป็นทิศทาง โดยทำการวิเคราะห์ทุก 10 องศา จากส่วนนี้จะทราบถึงเอนทัลปีรวมตลอดปี โดยแยกออกเป็นแต่ละทิศทางในแต่ละช่วงเวลาการใช้งานอาคาร ทำให้ทราบถึงทิศทางที่มีระดับเอนทัลปีสูงในแต่ละจังหวัดตัวแทนของแต่ละภูมิภาค

### 3.4 ทำแผนภูมิเปรียบเทียบระดับเอนทัลปีแต่ละทิศทาง

การวิเคราะห์ข้อมูล ทำเป็นแผนภูมิและตารางเปรียบเทียบ เพื่อให้เข้าใจได้อย่างชัดเจน โดยจัดทำการแสดงผลระดับเอนทัลปีในแต่ละทิศทางของแต่ละช่วงเวลา เพื่อเป็นรูปแบบที่สะดวกต่อการวิเคราะห์และง่ายต่อความเข้าใจ

### 3.5 หาระดับเอนทัลปีแต่ละทิศทาง แต่ละช่วงเวลา

นำเอนทัลปีที่ได้ในแต่ละทิศทาง (ทุก 10 องศา) มาพิจารณหาระดับเอนทัลปีรวมตลอดปีที่แท้จริง โดยการคำนวณแรงในทิศทางข้างเคียงซึ่งมีผลต่อทิศทางหลักที่ทำการศึกษาเพื่อได้เอนทัลปีที่แท้จริง

## 4. เสนอแนวทางในการออกแบบอาคารปรับอากาศ แต่ละภูมิภาค

### 4.1 วิเคราะห์เป็นค่าพลังงานในแต่ละทิศทาง แต่ละช่วงเวลา

นำเอนทัลปีที่ได้จากการคำนวณแรงในทิศทางข้างเคียงมาทำการหาค่าพลังงานเป็น *ตันต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร* ในแต่ละทิศทางหลักของแต่ละช่วงเวลา ในแต่ละจังหวัดตัวแทน เพื่อนำไปประยุกต์ใช้และสะดวกต่อผู้ที่ทำการศึกษาต่อไป โดยทำการแบ่งเป็นช่วงเวลาการใช้งานอาคาร ได้แก่

ช่วงที่ 1 ระหว่างเวลา 24.00 – 07.00 น.

ช่วงที่ 2 ระหว่างเวลา 08.00 – 16.00 น.

ช่วงที่ 3 ระหว่างเวลา 17.00 – 23.00 น.

#### 4.2 การแบ่งเขตภูมิภาคด้วยระดับเอนทัลปีและทิศทาง

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ทำการคำนวณมาทั้งหมดนำมาทำการแบ่งเขตภูมิภาคใหม่ด้วยการใช้ระดับเอนทัลปีและทิศทางที่มีความเร็วลมเป็นแรงอัดเอนทัลปีภายนอกเข้าสู่ภายในอาคารเป็นเกณฑ์ เป็นปริมาณพลังงานที่ต้องใช้ในแต่ละทิศทางของแต่ละจังหวัดตัวแทนมาทำการแบ่งเขตภูมิภาค

#### 4.3 ทำการสรุปผลและเสนอแนวทางการออกแบบ

ทำการพิจารณาเปรียบเทียบพลังงานในแต่ละทิศทางของแต่ละจังหวัดตัวแทนนำมาจัดกลุ่มตามระดับเอนทัลปีและทิศทางเพื่อให้ได้เป็นเขตของแต่ละจังหวัดที่มีเอนทัลปีใกล้เคียงกัน และเสนอแนะทิศทางที่เหมาะสมของช่องเปิดอาคาร สำหรับแต่ละภูมิภาคซึ่งแบ่งออกเป็นกลุ่มของระดับเอนทัลปี

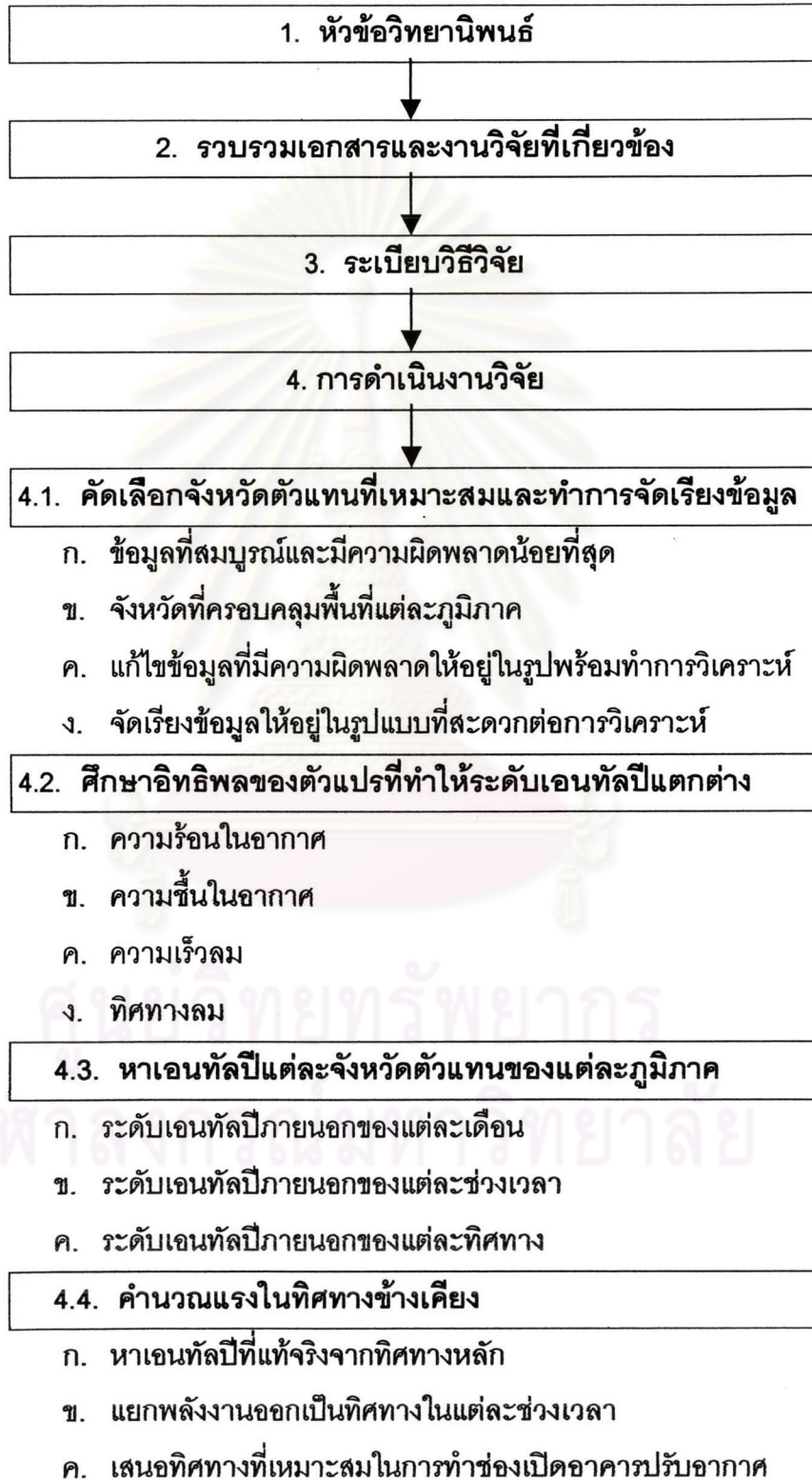
### 5. ข้อเสนอแนะ ตลอดจนแนวทางในการแก้ไขต่างๆ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัยต่อไป

#### 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงอิทธิพลของตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ซึ่งส่งผลต่อความแตกต่างของระดับของเอนทัลปี
2. ทราบถึงเอนทัลปีของแต่ละจังหวัดตัวแทนของแต่ละภูมิภาค
3. สามารถเสนอแนวทางการออกแบบอาคาร เรื่องทิศทางที่เหมาะสมของการทำช่องเปิดสำหรับอาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศของแต่ละภูมิภาค และสามารถนำข้อมูลจากการวิเคราะห์ไปประยุกต์ใช้ได้หลายแนวทางต่อไป เพื่อประโยชน์ด้านการประหยัดพลังงานสำหรับอาคารปรับอากาศ



ตารางที่ 1.1 แสดงขั้นตอนการวิจัย



## 5. วิเคราะห์ข้อมูลและเสนอแนวทางการออกแบบอาคาร

### 5.1. วิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรที่ทำให้เอนทัลปีแตกต่างกัน

- ก. วิเคราะห์อิทธิพลของความร้อนและความชื้นที่ทำให้ระดับเอนทัลปีที่เปลี่ยนไปในแต่ละช่วงเวลา แต่ละเดือนของแต่ละภูมิภาค
- ข. วิเคราะห์อิทธิพลของความเร็วลมที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับเอนทัลปีในแต่ละช่วงเวลา แต่ละเดือนของแต่ละภูมิภาค
- ค. วิเคราะห์อิทธิพลของทิศทางลมที่มีผลต่อการระดับเอนทัลปีในแต่ละทิศทางของแต่ละช่วงเวลา ตลอดปีของแต่ละภูมิภาค

### 5.2. วิเคราะห์ระดับเอนทัลปีในแต่ละจังหวัดตัวแทน

วิเคราะห์ระดับเอนทัลปีในแต่ละจังหวัดตัวแทน ในแต่ละทิศทาง โดยแบ่งเป็นช่วงเวลา ดังนี้

ช่วงที่ 1 ระหว่างเวลา 24.00 – 07.00 น.

ช่วงที่ 2 ระหว่างเวลา 08.00 – 16.00 น.

ช่วงที่ 3 ระหว่างเวลา 17.00 – 23.00 น.

### 5.3. สรุปผลการวิเคราะห์เอนทัลปีในแต่ละจังหวัดตัวแทน

วิเคราะห์พลังงานในแต่ละจังหวัดตัวแทน ในแต่ละทิศทาง โดยแบ่งเป็นช่วงเวลา ดังนี้

ช่วงที่ 1 ระหว่างเวลา 24.00 – 07.00 น.

ช่วงที่ 2 ระหว่างเวลา 08.00 – 16.00 น.

ช่วงที่ 3 ระหว่างเวลา 17.00 – 23.00 น.

### 5.4. แนวทางการออกแบบอาคารปรับอากาศแต่ละภูมิภาค

- ก. ทิศทางที่เหมาะสมในการเจาะช่องเปิดของอาคาร
- ข. เสนอแนวทางในการป้องกันการรั่วซึมของอากาศที่มีระดับเอนทัลปีที่สูงเกินไปเข้าสู่ภายในอาคาร

### 5.5. ข้อเสนอแนะ

- ก. ข้อเสนอแนะในความไม่สมบูรณ์ของการวิจัย
- ข. ข้อเสนอแนะสำหรับผู้สนใจจะทำการวิจัยเรื่องนี้ต่อไป