บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

ในการวิจัยครั้งมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อพัฒนาดัชนีสำหรับประเมินประสิทธิภาพด้านพลังงานของอาคาร ซึ่งในการวิจัยนี้ถือเป็นแนวทางหนึ่งในการสาธิตให้เห็นถึงการประมาณและทำนายปริมาณพลังงานที่อาคารต้องใช้ในเงื่อนไขต่างๆ รวมถึงค่าระดับความสบายที่เกิดขึ้นภายในอาคาร และนำมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ เพื่อนำมาสร้างเป็นดัชนีสำหรับประเมินประสิทธิภาพด้านพลังงาน

สามารถแบ่งเป็นขั้นตอนของการวิจัย เป็น 3 ขั้นตอนหลักดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การหาอิทธิพลของตัวแปร และการทำนายการใช้พลังงานในอาคาร

ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของตัวแปร

ขั้นตอนที่ 3 การสร้างดัชนีสำหรับการประเมินประสิทธิภาพด้านพลังงานของอาคาร

3.1 การหาอิทธิพลของตัวแปร และการทำนายการใช้พลังงานในอาคาร

ในขั้นตอนนี้ของการวิจัยเป็นการประมาณและทำนายปริมาณพลังงานที่อาคารต้องใช้ในเงื่อนไขต่างๆ เพื่อที่จะหาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการใช้พลังงานในอาคาร ในแต่ละเงื่อนไขของอาคาร ซึ่งสามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

อธิบายตัวแปร

ตัวแปรในการวิจัยครั้งนี้แบ่งเป็น

ตัวแปรต้น ในการวิจัยนี้หมายถึง ตัวแปรที่เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พลังงานภายในอาคาร ประกอบด้วย

- กลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยภายนอกอาคาร หมายถึง องค์ประกอบของสภาพภูมิอากาศภายนอก (Climate element) และสภาพแวดล้อมที่เฉพาะ

บริเวณที่ตั้ง (micro-climate) **หรือสภาพแวดล้อมที่เกิดจากองค์ประกอบของที่ตั้งอาคาร** (site element)

- กลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยภายในอาคาร และระบบอาคาร หมายถึง องค์ประกอบต่างๆของอาคารที่ส่งผลต่อสภาพภายในอาคาร ตลอดจนแหล่งความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคาร
- กลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับระดับของขอบเขตความสบาย หมายถึง ระดับความสบายต่างๆ ที่ผู้ใช้อาคารต้องการภายในอาคาร โดยใช้ค่าของอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิที่ผู้ใช้อาคารรู้สึกเป็น เกณฑ์ในการแบ่งระดับความสบายดังนี้
  - ระดับความสบายมาตราฐาน อุณหภูมิอากาศอยู่ระหว่าง 21 – 27 องศาเซลเซียส (Olgyay, Victor, 1969)
  - ระดับความสบายแบบควบคุม อุณหภูมิอากาศอยู่ระหว่าง 24 – 26 องศาเซลเซียส (ปุระชัย เปี่ยมสมบูรณ์ และคณะ, 2544)
  - ระดับความสบายแบบกึ่งควบคุมอุณหภูมิอากาศอยู่ระหว่าง 22 – 28 องศาเซลเซียส (ปุระชัย เปี่ยมสมบูรณ์ และคณะ, 2544)
  - ระดับความสบายแบบควบคุมด้วยระบบธรรมชาติ อุณหภูมิอากาศอยู่ระหว่าง 20 – 32 องศาเซลเซียส (ปุระชัย เปี่ยมสมบูรณ์ และคณะ, 2544)

ตัวแปรตาม ในการวิจัยนี้หมายถึง ปริมาณพลังงานที่อาคารต้องใช้ในการปรับสภาพแวดล้อมภายในอาคารตลอดระยะเวลา 1 ปี โดยสามารถแบ่งตามกลุ่มของพลังงานดังนี้

- **พลังงานด้านความร้อน-หนาว**
- **พลังงานด้านแสงสว่าง**

หน่วยที่ใช้ วัตต์-ชั่วโมง ต่อ ตารางเมตร-ปี หรือ กิโลวัตต์-ชั่วโมง ต่อ ตารางเมตร-ปี

ตัวแปรควบคุม ในการวิจัยนี้หมายถึง ตัวแปรที่ควบคุมในการพิจารณาอาคารกรณีศึกษา มีดังนี้

ควบคุมรูปแบบการใช้งาน เพื่อให้สะดวกต่อการศึกษาเปรียบเทียบ ด้านการใช้พลังงานในเงื่อนไขต่างๆ ดังนี้

- ช่วงเวลาในการใช้งานอาคาร 8:00 – 16:00 น. หรือ 9 ชั่วโมง ต่อ วัน
- จำนวนผู้ใช้อาคาร 50 คน ต่อ 1 ห้อง (พื้นที่ใช้งาน 70 ตารางเมตร) หรือ หมายถึงความหนาแน่นในการใช้งานเท่ากับ 0.7 คน ต่อ ตารางเมตร
- กิจกรรมที่ใช้งานภายในอาคาร เป็นกิจกรรมการเรียน หมายถึงกิจกรรมที่มีค่าการเผาผลาญพลังงานระดับกลาง (medium metabolism rate) ที่มีค่าการเผาผลาญพลังงานเท่ากับ 50-60 M / A_{DU} และมีค่าการผลิตพลังงานความร้อนสัมผัส (sensible heat) เท่ากับ 75 วัตต์ หรือ 255 บีทียู ต่อ ชั่วโมง และพลังงานความร้อนแฝง (latent heat) เท่ากับ 75 วัตต์ หรือ 255 บีทียู ต่อ ชั่วโมง
- เสื้อผ้าที่ผู้ใช้อาคารสวมใส่เป็นเสื้อผ้าชุดนักเรียนปกติ ที่มีค่า Clo-value = 0.5

ควบคุมประสิทธิภาพและประเภทของระบบอาคารในแต่ละกรณีศึกษา สำหรับการพัฒนาดัชนีสำหรับการประเมินประสิทธิภาพด้านพลังงานของรอบอาคารในการศึกษาครั้งนี้จำเป็นต้องกำหนดขอบเขตของระบบอาคาร เพื่อความเท่าเทียมกันในการเปรียบเทียบปริมาณการใช้พลังงานของอาคารในกรณีศึกษา โดยมีขอบเขตของระบบอาคารดังนี้

ในด้านระบบอาคารที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกร้อน-หนาวที่เหมาะสม

- พัดลม สำหรับใช้อิทธิพลความเร็วลมในการสร้างความรู้สึกเย็นลง โดยกำหนดความเร็วลมของพัดลมที่ 5.47 กิโลเมตร ต่อ ชั่วโมง หรือ 300 ฟุต ต่อ นาที
- ระบบปรับอากาศ สำหรับปรับอากาศภายในอาคารให้อยู่ในสภาวะสบาย โดยกำหนดให้เป็นระบบปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพเท่ากัน ดังนั้นในการคำนวณที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้จึงใช้การคำนวณภาระการทำความเย็นเป็นปริมาณปริมาณกำลังไฟฟ้า ที่ระบบปรับอากาศต้องใช้

ในด้านระบบอาคารที่เกี่ยวข้องกับแสงสว่างที่เพียงพอและเหมาะสม

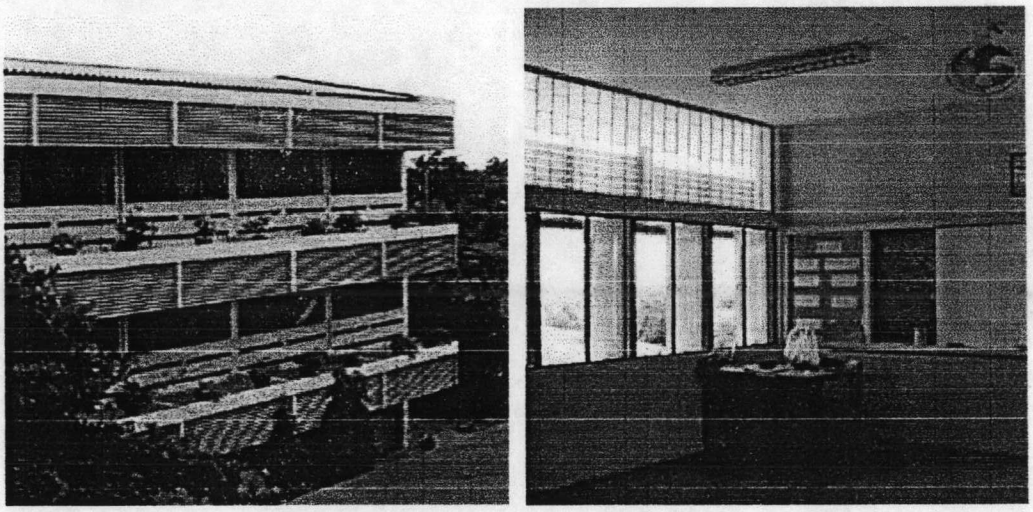
- หลอดไฟ ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูง โดยมีประสิทธิภาพ 2,778.75 ลูเมน ต่อ หลอด และใช้กำลังไฟฟ้าเท่ากับ 36 วัตต์ และอุปกรณ์ประกอบ ใช้บัล

ลาสต์ขดลวดแกนเหล็กประสิทธิภาพสูง โดยใช้กำลังไฟฟ้าเท่ากับ 6 วัตต์ นั้นคือ เมื่อใช้หลอดหลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูงรวมกับบัลลาสต์ขดลวดแกนเหล็กประสิทธิภาพสูง จะมีปริมาณกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 42 วัตต์ ต่อ หน่วย

อธิบายอาคารกรณีศึกษา

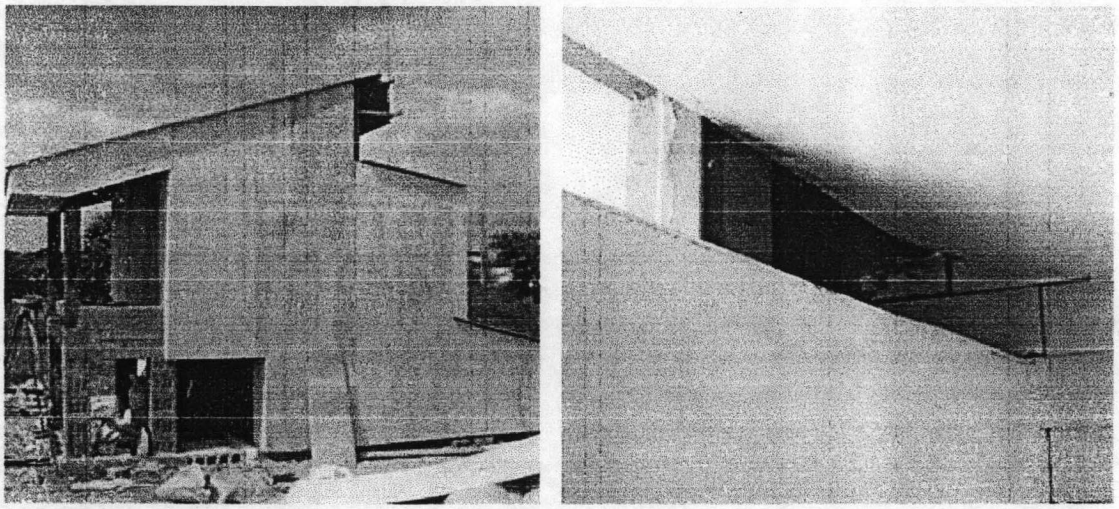
ในการวิจัยครั้งนี้เลือกอาคารกรณีศึกษาเพื่อที่จะทำการศึกษาเปรียบเทียบถึงประสิทธิภาพด้านพลังงาน และปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พลังงาน โดยเลือกกรณีศึกษา เป็นอาคารโรงเรียนโดยแบ่งเป็น 2 กรณีอาคารดังนี้

กรณีที่ 1 อาคารเรียนโรงเรียนคชเผือกอนุสรณ์ ใช้เป็นตัวแทนของอาคารเรียนที่มีระบบการก่อสร้างทั่วไป ลักษณะเป็นอาคาร 3 ชั้น



รูปที่ 3.1 แสดงลักษณะอาคารกรณีศึกษาที่ 1

กรณีที่ 2 อาคารเรียนทดสอบ ใช้เป็นตัวแทนของอาคารที่ออกแบบโดยคำนึงถึงประสิทธิภาพด้านพลังงาน ลักษณะเป็นอาคาร 2 ชั้น



รูปที่ 3.2 แสดงลักษณะอาคารกรณีศึกษาที่ 2

อธิบายเงื่อนไขในการประมาณปริมาณการใช้พลังงาน

อาคารกรณีศึกษาที่ 1 เงื่อนไขที่ใช้ในการประมาณ คือ สภาพจริงของอาคารที่เกิดขึ้นตลอดทั้งปี โดยไม่มีการจำลองสภาพที่ไม่มีแหล่งความร้อนภายในอาคาร

อาคารกรณีศึกษาที่ 2 เงื่อนไขในการประมาณ แบ่งดังนี้

1. เงื่อนไขอาคารไม่มีแหล่งความร้อนภายในอาคาร
2. เงื่อนไขอาคารมีแหล่งความร้อนภายในอาคาร
3. เงื่อนไขอาคารมีการปรับสภาพแวดล้อมภายนอก
4. เงื่อนไขอาคารมีการปรับความรู้สึกร้อน-หนาว ด้วยอิทธิพลของการแผ่รังสีอุณหภูมิผิวโดยรอบ

อธิบายวิธีการประมาณปริมาณการใช้พลังงานในอาคาร

การประมาณปริมาณการใช้พลังงานในอาคารทำโดยใช้สมการในการหาปริมาณพลังงานที่ใช้ ดังนี้ (สุนทร บุญญาธิการ, 2544)

$$E = P \times Time$$

เมื่อ

E คือ พลังงานไฟฟ้า หน่วย วัตต์ชั่วโมง

P คือ กำลังไฟฟ้า หน่วย วัตต์

Time คือ เวลาในการใช้งาน หน่วย ชั่วโมง

จากสมการสามารถอธิบายได้ว่าหลักการในการประมาณปริมารพลังงานที่อาคารต้องใช้ คือ การหาค่าของตัวแปรจำนวนกำลังไฟฟ้าของระบบอาคาร และจำนวนชั่วโมงของสภาพภายในอาคารที่ไม่อยู่ในเขตสบายตามต้องการ จึงทำให้อาคารและระบบอาคารต้องใช้พลังงานในการปรับปรุงสภาพแวดล้อมภายในอาคารให้อยู่ในเขตสบายตามต้องการ

และจากแนวคิดในการใช้พลังงานภายในอาคารเพื่อการปรับปรุงสภาพแวดล้อมภายในอาคารให้เหมาะสม

สามารถสรุปออกมาเป็นขั้นตอนของการประมาณการใช้พลังงานได้ดังนี้

1 ทำนายสภาพภายในอาคารที่เกิดขึ้นตลอดทั้งปี ตามเงื่อนไข

2 นำค่าที่ได้จากการทำนายในข้อ 1 มาพิจารณากับเงื่อนไขของเขตสบาย ในด้านความรู้สึกร้อน-หนาวที่เหมาะสมโดยใช้เกณฑ์ระดับสบายมาตรฐาน (Olgyay, Victor; 1963) และเปรียบเทียบกับระดับความสบายออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับควบคุม ระดับกึ่งควบคุม และระดับธรรมชาติ นำผลที่ได้มาคำนวณออกเป็นจำนวนชั่วโมงของการใช้งานที่อยู่ในเขตสบายสบาย และที่ไม่อยู่ในเขตสบายดังกล่าว ส่วนในด้านแสงสว่างที่เพียงพอและเหมาะสมพิจารณา เฉพาะปริมาณ

ความส่องสว่างระนาบนอน ที่ระดับความส่องสว่างสำหรับการเรียนหนังสือ เท่ากับ 500 ลักซ์

3 พิจารณาเลือกใช้เครื่องกลในการปรับปรุงสภาพแวดล้อมภายในอาคาร เมื่อพบว่ามีจำนวนชั่วโมงที่ไม่อยู่ในเขตสบายเกิดขึ้น โดยมีเงื่อนไขในการพิจารณาระบบเครื่องกลดังนี้

- เลือกใช้เครื่องกลจากที่ใช้พลังงานน้อยที่สุด และเมื่อศักยภาพสูงสุดของระบบเครื่องกลนั้นๆ ไม่สามารถปรับให้เข้าสู่เขตสบายได้แล้วจึง พิจารณาระบบเครื่องกลอื่นๆต่อไป
- ระบบเครื่องกลแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลักตามกลุ่มพลังงาน คือระบบเครื่องกลด้านความร้อน-หนาว และระบบเครื่องกลด้านแสงสว่าง

  ระบบเครื่องกลด้านความร้อน-หนาว ประกอบด้วย

  - พัดลม เพื่อสร้างความเร็วลมภายในอาคาร เพื่อให้รู้สึกเสมือนเย็นลง
  - ระบบปรับอากาศ เพื่อสร้างความเย็นภายในห้อง

  ระบบเครื่องกลด้านแสงสว่าง ประกอบด้วย

  - ระบบแสงสว่าง เพื่อแสงสว่างบริเวณโต๊ะเรียน

4 สรุปเป็นปริมาณพลังงานทั้งหมดที่อาคารต้องใช้ในแต่ละเงื่อนไขต่างๆ

อธิบายการเก็บข้อมูลและโครงสร้างของข้อมูล

แบ่งรูปแบบของการเก็บข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความร้อน-หนาว

จากขั้นตอนของวิธีการประมาณการใช้พลังงานในอาคาร ที่ได้กล่วมาแล้วข้างต้น สามารถสรุปเป็นรูปแบบของข้อมูลที่ต้องใช้ในการวิเคราะห์ดังนี้

การทำนายปัจจัยภายนอกอาคาร

เพื่อใช้ในการแบ่งกรณีศึกษา อาคารที่มีการปรับปรุงสภาพแวดล้อมภายนอกด้วยองค์ประกอบของที่ตั้งอาคาร และกรณีที่ไม่มีการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมภายนอก โดยแบ่งเป็น

ตัวแปรที่ต้องการทำนาย หมายถึง ตัวแปรของงสภาพแวดล้อมภายนอกอาคารที่เกิดขึ้นภายในบริเวณที่มีการปรับปรุงสภาพแวดล้อมโดยรอบอาคาร ประกอบด้วย

1 อุณหภูมิกระเปาะแห้ง ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอย

2 อุณหภูมิกระเปาะเปียก ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอย

3 ความชื้นสัมพัทธ์ ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอย

4 ความเร็วลม ด้วยการหาอัตราส่วนของลมภายนอก ต่อ ลมภายใน

ตัวแปรอิสระสำหรับใช้ทำนาย หมายถึง ตัวแปรของสภาพอากาศภายนอกเมื่อไม่มีการปรับปรุงสภาพแวดล้อม ซึ่งใช่เป็นตัวแปรอิสระสำหรับการวิเคราะห์การถดถอย เพื่อสร้างสมการทำนาย ประกอบด้วย

1 อุณหภูมิกระเปาะแห้ง

2 อุณหภูมิกระเปาะเปียก

3 ความชื้นสัมพัทธ์

4 ความเร็วลม

5 เวลา

6 ค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์

7 สภาพท้องฟ้า

การทำนายปัจจัยภายนอกอาคาร

เพื่อใช้ในการพิจารณาควบคู่กับเขตสบายภายในอาคาร สำหรับนำไปใช้ในการทำนายพลังงานที่ต้องใช้ หากสภาพภายในอาคารไม่อยู่ในเขตสบายที่กำหนด โดยแบ่งเป็น

ตัวแปรที่ต้องการทำนาย หมายถึง ตัวแปรของงสภาพแวดล้อมที่เกิดขึ้นภายในอาคาร ประกอบด้วย

1 อุณหภูมิกระเปาะแห้ง ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอย
2 อุณหภูมิเฉลี่ยผิวโดยรอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอย
3 ความชื้นสัมพัทธ์ ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอย
4 ความเร็วลม ด้วยการหาอัตราส่วนของลมภายนอก ต่อ ลมภายใน

ตัวแปรอิสระสำหรับใช้ทำนาย หมายถึง ตัวแปรของสภาพอากาศภายนอกเมื่อไม่มีการปรับปรุงสภาพแวดล้อม ซึ่งใช่เป็นตัวแปรอิสระสำหรับการวิเคราะห์การถดถอย เพื่อสร้างสมการทำนาย ประกอบด้วย

1 อุณหภูมิกระเปาะแห้ง
2 อุณหภูมิกระเปาะเปียก
3 ความชื้นสัมพัทธ์
4 ความเร็วลม
5 เวลา
6 ค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์
7 สภาพท้องฟ้า
8 อุณหภูมิ time lag
9 อุณหภูมิดินที่ถมรอบอาคาร
10 รูปแบบการใช้งานอาคาร
11 ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคาร

ส่วนที่ 2 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแสงสว่าง

จากขั้นตอนของวิธีการประมาณปริมาณการใช้พลังงานข้างต้น สามารถสรุปเป็นกลุ่มของข้อมูลทางด้านแสงสว่างที่ต้องใช้ในการวิเคราะห์ดังนี้

การทำนายแสงสว่างธรรมชาติ

ใช้วิธีวิเคราะห์โดย daylight factor method โดยแยกพิจารณาแสงสว่างระนาบนอน ที่ระดับการใช้งาน 0.70 เมตร

daylight factor method

เป็นการประมาณปริมาณแสงสว่างภายในด้วนค่า daylight factor หมายถึงค่าสัดส่วนของแสงภายในอาคารเทียบกับแสงภายนอกในระนาบนอนที่ไม่ถูกรบกวน หรือ สามรถอธิบายได้ด้วยสามการแสดงความสำพันธ์ ดังนี้ (Stein, Benjamin and Reynolds, john s.,1999)

$$DF = \text{indoor illumination, at a given point} / E_H$$

เมื่อ

DF คือ ค่า daylight factor แสดงในรูปของเปอร์เซ็นต์

E_H คือ ค่าระดับการส่องสว่างระนาบนอน ภายนอกอาคารที่ไม่ถูกรบกวน

และใช้เทคนิคการประมาณระดับความส่องสว่างภายนอกอาคารจากการทำนายปริมาณความส่องสว่างระนาบนอบภายนอกจาก ค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ โดยใช้สมการทำนาย (ทศพร นามเทพ, 2542)

3.2 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของตัวแปร

ในขั้นตอนนี้เป็นการนำผลการใช้พลังงานจากการทำนายปริมาณการใช้พลังงานภายในอาคารในเงื่อนไขต่างๆ ตามขั้นตอนที่ 3.1 มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มของตัวแปรต้น และกลุ่มของตัวแปรตามเป็นหลัก โดยแบ่งตามกลุ่มของตัวแปรต้นได้ดังนี้

1. กลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยภายนอกอาคาร
2. กลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยภายในอาคารและระบบอาคาร
3. กลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับระดับขอบเขตความสบาย

3.3 การสร้างดัชนีสำหรับการประเมินประสิทธิภาพด้านพลังงานของอาคาร

ในขั้นตอนนี้เป็นการนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ ของตัวแปร มาวิเคราะห์สร้างเป็นแบบประเมิน และการให้คะแนนประสิทธิภาพด้านพลังงาน ที่ประกอบด้วย

1. ค่าคะแนนที่อาคารได้จากการประเมิน
2. ค่าการแบ่งระดับขอบเขตความสบายที่อาคารควรได้รับ
3. ปริมาณพลังงานที่อาคารใช้ในเวลาหนึ่งปีต่อหน่วยพื้นที่

วิธีการสร้างแบบประเมินประกอบด้วย

1 การให้คะแนน

- ใช้การเปรียบเทียบหาค่าคะแนน สูงสุด และต่ำสุด
- กำหนดการให้คะแนนในการวิจัยครั้งนี้ คือ คะแนน 0 – 100 คะแนน โดยที่คะแนนฐาน พิจารณาดังนี้

คะแนน 0 คะแนน ในการวิจัยนี้หมายถึง คะแนนฐานที่อาคารใช้พลังงานสูงสุด แบ่งเป็น พลังงานด้านความร้อนหนาวเทียบเท่าภาระในการทำความเย็น 20 ตารางเมตร ต่อ ตันความเย็น และพลังงานด้านแสงสว่าง เทียบเท่า 25 วัตต์ ต่อ ตารางเมตร (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2543)

คะแนน 100 คะแนน ในการวิจัยนี้หมายถึง คะแนนที่อาคารไม่ใช้พลังงาน นั้นคือเป็นอาคารที่ใช้พลังงานเท่ากับศูนย์ (zero energy) และสามารถสร้างเขตสบายได้ตลอดเวลาการใช้งาน

- การให้คะแนนฐานของอาคารในการสร้างแบบประเมิน ใช้ค่าระดับความสบายที่พิจารณาจากระดับขอบเขตสบายมาตรฐาน (Olgyay, Victor; 1963)

2 การหาเส้น ระดับความสบาย เพื่อบอกถึงคุณภาพ ของคะแนนที่อาคารได้รับ

- กำหนดให้แต่ละกรณีอาครที่ศึกษาในเงื่อนไขอาคารเดียวกันจะได้คะแนนที่เท่ากัน แต่จะมีปริมาณการใช้พลังงานในเขตสบายต่างกัน
- หาเส้นแนวโน้มที่ลากจากระดับของเขตสบายต่างๆ เพื่อใช้เป็นเส้นบอกระดับของเขตสบาย