บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษาเกณฑ์ชี้วัดการใช้พลังงานในอาคารสำนักงานเขตร้อนชื้น มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและรวบรวมตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเปลือกอาคารที่มีผลต่อการใช้พลังงานในอาคาร วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร และกำหนดค่าน้ำหนักของตัวแปร เพื่อพัฒนาเป็นเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการออกแบบอาคารสำนักงานที่ประหยัดพลังงานต่อไป ซึ่งตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับพลังงานในอาคารที่ทำการศึกษา มีดังนี้ การออกแบบรูปทรงอาคาร การเลือกใช้วัสดุเปลือกอาคารประหยัดพลังงานและ การนำแสงธรรมชาติมาใช้ในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสม

จากการศึกษา พบว่า พลังงานส่วนระบบปรับอากาศ เป็นส่วนที่ใช้กันมากที่สุด ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเปลือกอาคารที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานส่วนนี้โดยตรง คือ รูปทรงอาคาร คุณสมบัติทางด้านการป้องกันการถ่ายเทความร้อนของวัสดุ และการนำแสงธรรมชาติมาใช้ในอาคาร ซึ่งการนำแสงธรรมชาติมาใช้ในอาคารนี้ยังเป็นตัวแปรที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง จากการศึกษาและวิเคราะห์ตัวแปรทั้งหมด สามารถสรุปได้ดังนี้

5.1 การออกแบบรูปทรงอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน

การออกแบบรูปทรงอาคารเป็นปัจจัยแรกที่ควรจะต้องพิจารณาในการออกแบบ เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่สามารถลดการใช้พลังงานในส่วนปรับอากาศลงได้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการลงทุน ตัวแปรสำคัญที่ต้องทำการพิจารณาเกี่ยวกับการออกแบบรูปทรง คือ อัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อพื้นที่ใช้สอย ซึ่งอาคารที่ดีควรมีอัตราส่วนที่ต่ำ ปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อพื้นที่ใช้สอย มีดังนี้

1) **ลักษณะรูปทรงของอาคาร**

รูปทรงอาคารเป็นปัจจัยหลัก ที่ส่งผลต่ออัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อพื้นที่ใช้สอย เนื่องจากแต่ละรูปทรงจะมีพื้นที่ผิวที่มากน้อยแตกต่างกัน ในกรณีที่มีขนาดพื้นที่ใช้สอยเท่ากัน จากการศึกษา พบว่า รูปทรงที่ส่งผลให้มีอัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อพื้นที่ใช้สอยต่ำสุด คือ ทรงกระบอก (โดยเฉพาะอาคารที่มีความสูงใกล้เคียงกับความกว้าง) รองลงมา คือ ทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า ทรงรูปตัวแอล ตามลำดับ สำหรับรูปทรงอาคารที่มีอัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อพื้นที่ใช้สอยสูงที่สุดคือ รูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีคอร์ดกลาง ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า หากต้องการ

ออกแบบรูปทรงที่ส่งผลให้เกิดการประหยัดพลังงานในอาคารปรับอากาศแล้ว ไม่ควรเลือกรูปทรงที่มีเส้นรอบรูปมาก แต่ควรเลือกรูปทรงที่มีพื้นที่ผิวอาคารต่ำ หรือมีเส้นรอบรูปต่ำ

2) **ความสูงระหว่างชั้นอาคาร**

ความสูงระหว่างชั้นอาคาร (Floor to Floor) เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการเพิ่มหรือลดอัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อพื้นที่ใช้สอย จากการคำนวณ พบว่า อาคารที่มีความสูงระหว่างชั้น เพิ่มขึ้นทุกๆ 0.5 เมตร จะมีอัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อพื้นที่ใช้สอยเพิ่มขึ้น 8-10%

3) **จำนวนชั้นอาคาร**

กรณีที่อาคารมีพื้นที่ใช้สอยเท่ากัน การเพิ่มจำนวนชั้นจะส่งผลต่อพื้นที่ผิวอาคารโดยตรง เมื่อทำการเพิ่มชั้นในช่วงแรกจะส่งผลให้พื้นที่ผิวอาคารลดลงจนถึงจุดที่มีพื้นที่ผิวต่ำที่สุด ซึ่งเป็นจุดที่มีอัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อพื้นที่ใช้สอยน้อยที่สุด หากทำการเพิ่มจำวนชั้นขึ้นไปอีก อาคารจะมีลักษณะสูงเพรียวและมีพื้นที่ผิวมากขึ้นอีก ส่งผลให้อัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อพื้นที่ใช้สอยสูงขึ้นอีก ทั้ง องค์ประกอบอาคารที่มีอิทธิพลต่อการใช้พลังงานในอาคารช่วงนี้มากที่สุด คือ พื้นที่กระจก และผนัง ซึ่งเป็นส่วนที่มีการถ่ายเทความร้อนมากที่สุด ดังนั้นในการออกแบบสร้างอาคารไม่ควรมีจำนวนชั้นมาก หากจำเป็นควรพิจารณาการเลือกใช้วัสดุในการป้องกันการถ่ายเทความร้อน

4) **พื้นที่ใช้สอยอาคาร**

อาคารที่มีพื้นที่ใช้สอยมากจะมีอัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อพื้นที่ใช้สอยต่ำกว่าอาคารที่มีพื้นที่ใช้สอยน้อย

5.2 การเลือกใช้วัสดุเปลือกอาคารประหยัดพลังงาน

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นว่า การออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงานควรทำการพิจารณาที่รูปทรงก่อนเป็นอันดับแรก แต่ในความเป็นจริงเป็นการยากที่จะทำการออกแบบอาคารรูปทรงอาคารได้อย่างอิสระ เนื่องจากปัจจัยทางด้านรูปร่างของที่ดินและกฎหมายที่ควบคุม ดังนั้นปัจจัยที่สามารถแก้ปัญหาจุดนี้ได้เป็นอย่างดีและเป็นที่นิยมใช้กัน คือ การเลือกใช้วัสดุเปลือกอาคารประหยัดพลังงาน เมื่อทำการศึกษาวิเคราะห์ตัวแปรและหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสามารถสรุปเป็นประเด็นที่สำคัญ ดังนี้

1) **การวิเคราะห์และหาความสัมพันธ์ของตัวแปร**

เมื่อทำการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างการออกแบบรูปทรงอาคารกับการเลือกใช้วัสดุประหยัดพลังงาน พบว่า กรณีที่อาคารมีพื้นที่ใช้สอยเท่ากัน และมีอัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อพื้นที่ใช้สอยเท่ากัน อาคารที่มีจำนวนชั้นไม่มากตัวแปรที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานในส่วนปรับอากาศของอาคาร คือ ค่า U-Value และพื้นที่ของหลังคา แต่ในทางกลับกันถ้าอาคารมีจำนวนชั้นมากตัวแปรที่ส่งผลดังกล่าวจะเป็น ค่า U-Value ของผนัง และ กระจก รวมถึงค่า SC ของกระจกด้วย ดังนั้นในกรณีนี้อาคารที่สูงกว่าจะมีการใช้พลังงานรวมจากเปลือกอาคารสูงกว่าเช่นกัน เนื่องจากได้รับการถ่ายเทความร้อนทั้งการนำความร้อน และการแผ่รังสีความร้อนผ่านทางกระจก ซึ่งเป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลสูงสุด

ดังนั้นอาคารประเภท Low Rise ควรพิจารณาการป้องกันการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคาเป็นอันดับแรก ส่วนอาคาร High Rise ควรพิจารณาการป้องกันการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังและกระจกเป็นสำคัญ

2) **การศึกษาหาค่าน้ำหนักของตัวแปร**

จากการศึกษา เกี่ยวกับการหาค่าน้ำหนักหรือหาตัวแปรที่ส่งผลต่อการลดการใช้พลังงานส่วนปรับอากาศมากที่สุด พบว่า การปรับค่า U-Value ของวัสดุ สามารถลดการใช้พลังงานที่เกิดจากเปลือกอาคารลงได้ ประมาณ 80% ซึ่งมากกว่าการออกแบบรูปทรงอาคารถึง 20 % ดังนั้นการลดค่า U-Value เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการลดพลังงานได้มากกว่าการออกแบบรูปทรงอาคาร อย่างไรก็ตาม การลดค่า U-Value นั้นจะมีตัวแปรทางด้านการลงทุนมาเกี่ยวข้อง ซึ่งการออกแบบรูปทรงอาคารเป็นวิธีที่ไม่ต้องการการลงทุน ดังนั้นควรทำการพิจารณาเป็นอันดับแรกของขั้นตอนการออกแบบ แล้วจึงมาพิจารณาการเลือกใช้วัดสุประกอบกัน

5.3 การนำแสงธรรมชาติมาใช้ในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสม

หลักการออกแบบช่องแสงเพื่อให้มีความเหมาะสมและประหยัดพลังงานสูงสุด คือ การลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าส่วนปรับอากาศที่เกิดจากกระจกแต่เพิ่มปริมาณความส่องสว่างที่เพียงพอให้เข้ามาภายในอาคารให้ได้มากที่สุดและลึกที่สุดเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ คุณสมบัติของวัสดุกระจก ซึ่งกระจกที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ควรมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน(U-Value) และค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (SC) ต่ำที่สุด มีค่าการทะลุผ่านของแสงในช่วงคลื่นที่จำเป็นต่อการมองเห็นซึ่งควรจะสูงที่สุด ควรมีการบังแดดให้กับช่องแสงเพื่อลดอิทธิพลการแผ่รังสีความร้อนของดวงอาทิตย์ ควรคำนึงถึงทิศทางของช่องแสง ซึ่งทิศที่เหมาะสมต่อการเปิดช่องแสงมากที่สุดคือทิศเหนือ มีการใช้เทคนิคหรืออุปกรณ์พิเศษ การวางตำแหน่งช่องแสงและขนาดพื้นที่ช่องแสงที่เหมาะสม

การศึกษานี้กำหนดค่าตัวคูณซึ่งทำโดยการหาอัตราส่วนพลังงานที่สูญเสียต่อพลังงานที่ลดลงเนื่องจากการใช้แสงธรรมชาติ ซึ่งค่าอัตราส่วนนี้จะใช้สำหรับนำไปคูณกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานในอาคาร ค่าเท่ากับ 1 คือ ไม่มีการเปิดช่องแสง หมายถึง ไม่มีการสูญเสียพลังงานส่วนปรับอากาศที่เกิดจากกระจกและไม่มีการลดพลังงานแสงสว่างที่เกิดจากการนำแสงธรรมชาติมาใช้ ถ้าค่ามากกว่า 1 เป็นระดับที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานต่ำ หมายถึง การเปิดช่องแสงที่มีการสูญเสียพลังงานปรับอากาศส่วนกระจกมากกว่าพลังงานแสงสว่างที่ลดลงเนื่องจากการนำแสงธรรมชาติมาใช้ หากค่าน้อยกว่า 1 เป็นระดับที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานสูง หมายถึง การเปิดช่องแสงที่มีการสูญเสียพลังงานส่วนปรับอากาศที่เกิดจากกระจกน้อยกว่ากว่าพลังงานแสงสว่างที่ลดลงเนื่องจากการนำแสงธรรมชาติมาใช้

5.4 การคำนวณการใช้พลังงานที่เกิดจากเปลือกอาคาร

จากการศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยทางด้านเปลือกอาคารที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานในอาคาร สามารถพัฒนาเป็นสมการที่ใช้ในการคำนวณพลังงานที่เกิดจากตัวสถาปัตยกรรมได้เบื้องต้น โดยกรอกข้อมูลทั่วไปของอาคารในสมการ ซึ่งสมการมีดังนี้

$$\text{พลังงานที่ใช้ส่วนเปลือกอาคาร } (kWh/m^2.yr) = \frac{(U^*A^*UF_{Daylight})^*Hr^*0.6}{COP^*1{,}000} \quad \text{.....(4)}$$

เมื่อ U สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของเปลือกอาคารแต่ละชนิด ($W/m^2.K$)

A อัตราส่วนพื้นที่ผิวภายนอกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอย

$UF_{Daylight}$ อัตราส่วนพลังงานไฟฟ้าที่สูญเสียต่อพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงเนื่องจากการใช้แสงธรรมชาติ

Hr ชั่วโมงการใช้งาน

COP ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ

เมื่อทำการทดสอบเกณฑ์การออกแบบที่สรุปมาข้างต้น โดยใช้สมการดังกล่าว ผลปรากฏว่า อาคารที่มีการออกแบบตามเกณฑ์มีปริมาณที่ใช้ 0.1 $kWh/m^2.yr$ ส่วนอาคารทั่วไปที่ไม่มีคำนึงถึงการออกแบบเพื่อประหยัดพลังงาน มีปริมาณการใช้พลังงาน 4.1 $kWh/m^2.yr$ ซึ่งแตกต่างกันประมาณ 41 เท่า

จากการศึกษานี้ สรุปได้ว่า การออกแบบอาคารเพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงานสูงสุดขึ้นอยู่ ปัจจัยหลัก 3 ประการคือ การออกแบบรูปทรงให้มีอัตราส่วนพื้นที่ผิวภายนอกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอยให้น้อยที่สุด การเลือกวัสดุที่มีคุณสมบัติในการป้องกันการถ่ายเทความร้อนได้ดีที่สุด และอัตราส่วนพลังงานไฟฟ้าที่สูญเสียต่อพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงเนื่องจากการใช้แสงธรรมชาติต้องต่ำที่สุด

5.4 ข้อเสนอแนะ

การศึกษาเกณฑ์ชี้วัดการใช้พลังงานในอาคารสำนักงานเขตร้อนชื้น มีข้อเสนอแนะเพื่อประโยชน์ในการพัฒนาข้อมูลให้ดียิ่งขึ้นในอนาคต ดังนี้

1. การศึกษาครั้งนี้พิจารณาเฉพาะตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายเทความร้อนผ่านเปลือกอาคารเท่านั้น ซึ่งการวิจัยในอนาคตควรนำตัวแปรทางด้านอื่นของเปลือกอาคารมาพิจารณาประกอบด้วย เช่น การรั่วซึมของอากาศ การสะสมความร้อนและและความชื้นของวัสดุ เป็นต้น

2. เนื่องจากการศึกษาเรื่องการนำแสงธรรมชาติมาใช้ในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมเป็นเรื่องที่ละเอียดซับซ้อนซึ่งต้องใช้เวลาอย่างมากในการศึกษาเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงทำการตั้งสมมติฐานและประมาณค่าเพื่อใช้ประกอบการคำนวณเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนขึ้น การวิจัยในอนาคตควรทำการศึกษาประเด็นนี้โดยเฉพาะเพื่อเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้

3. การคำนวณในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดความเข้าใจในแนวความคิด ซึ่งค่าที่ได้จากการคำนวณบางค่าอาจเป็นค่าประมาณซึ่งไม่ได้เกิดจากการเก็บข้อมูลจริง