สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ความต้องการพลังงานของอาคารส่วนใหญ่เป็นการวิจัยโดยมุ่งเน้นศึกษาเฉพาะระบบหนึ่งระบบใดของอาคารเพื่อวัตถุประสงค์ในการหาแนวทางในการประหยัดพลังงานที่อาคารต้องการ โดยมักจะไม่คำนึงถึงผลกระทบต่อระบบอื่นและ/หรืออิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ที่ควบคุมไม่ได้ที่มีผลต่อความต้องการพลังงานของอาคาร อย่างไรก็ตามจากการค้นคว้าพบว่ามีงานวิจัยอยู่จำนวนหนึ่งที่เป็นประโยชน์และเป็นแนวทางสำหรับการศึกษาวิจัยนี้ซึ่งจะกล่าวถึงดังต่อไปนี้

2.1 การศึกษาวิจัยปัจจัยผันแปรที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการพลังงานของอาคาร

2.1.1 งานวิจัยของ Trine Dyrstad Pettersen

ในปี ค.ศ. 1994 Trine Dyrstad Pettersen ทำการศึกษาวิจัยอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมและผู้อาศัยภายในอาคารที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพลังงานที่อาคารต้องการสำหรับอาคารที่พักอาศัย โดยใช้วิธีทางสถิติเข้าช่วยในการวิเคราะห์ โดยอาศัยวิธีการมอนติคาร์โล (Monte Carlo Method) เพื่อจำลองการแจกแจงความน่าจะเป็นของพลังงานที่อาคารต้องใช้ในการทำความร้อนจากพารามิเตอร์ไม่แน่นอน (Uncertainty Parameters) ต่างๆ โดยจัดพารามิเตอร์ไม่แน่นอน (Uncertain Parameters) ออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มสิ่งแวดล้อม พารามิเตอร์ไม่แน่นอนประกอบด้วย อุณหภูมิภายนอก ความเร็วลม ภาระความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์

2. กลุ่มโครงสร้างอาคาร พารามิเตอร์ไม่แน่นอนของกลุ่มนี้เกิดจากความผิดพลาดเนื่องจากการก่อสร้าง ประกอบด้วย สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (Overall Heat Transfer Coefficient) อัตราการรั่วของอากาศ

หอสมุดกลาง สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. กลุ่มผู้อาศัย คือพารามิเตอร์ไม่แน่นอนที่ขึ้นกับปัจจัยของผู้อยู่อาศัย ซึ่งปัจจัยต่างๆของผู้อาศัยประกอบด้วย จำนวน อายุ กิจกรรม เพศ ซึ่งจะมีผลกระทบต่อ อุณหภูมิภายในความร้อนจากแสงสว่าง และ ปริมาณน้ำร้อนที่อาคารต้องการ

ผลการศึกษาที่ได้พบว่า การแจกแจงความน่าจะเป็นของพลังงานที่ใช้ในการทำความร้อน ของอาคารอยู่อาศัยมีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) และยังพบอีกว่าการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ในกลุ่มผู้อาศัยมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพลังงานที่ใช้มากกว่าการเปลี่ยนแปลงในกลุ่มสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตามผลจากงานวิจัยนี้ยังมีข้อจำกัดอยู่คือไม่สามารถให้ความมั่นใจได้ในกรณีที่เซตพารามิเตอร์ไม่แน่นอนเปลี่ยนแปลงไปจากค่าที่ผู้วิจัยนำมาวิเคราะห์ เนื่องจากผู้วิจัยอาศัยผลการวิเคราะห์ทางสถิติเฉพาะในประเทศอังกฤษและนอร์เว

2.1.2 งานวิจัยของ เทพฤทธิ์ ทองชุบ

ปี พ.ศ. 2005 นายเทพฤทธิ์ ทองชุบได้ศึกษาวิจัย และนำเสนอรูปแบบใหม่ของการคำนวณภาระการทำความเย็น การวิเคราะห์ภาระการทำความเย็นของอาคารที่ได้นำเสนอนั้นจะอยู่ในรูปความน่าจะเป็นของปัจจัยผันแปรต่างๆ ประกอบด้วย อุณหภูมิ ความชื้น รังสีดวงอาทิตย์ และ ผู้อาศัยภายในอาคารปัจจัยเหล่านี้มีอิทธิพลสำคัญต่อการเกิดภาระการทำความเย็น ผลลัพธ์ของวิธีการนี้จะอยู่ในรูปแบบต่อเนื่องของภาระการทำความเย็นในรูปของความน่าจะเป็นในแต่ละช่วงเวลา ประโยชน์ที่ได้จากวิธีการนี้คือทำให้การจัดการพลังงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและลดความเสี่ยงในการลงทุนสำหรับการทำความเย็นภายในอาคาร ซึ่งนับว่าเป็นจุดเริ่มต้นของการวิเคราะห์ภาระการทำความเย็นแบบใหม่ที่คำนึงถึงปัจจัยแปรผันดังกล่าวข้างต้นต่อภาระการทำความเย็นของอาคาร

2.1.3 งานวิจัยของ David E. Claridge, Jeff S. Haberl, Bass Abushakra, Atch Sreshthaputra

ในปี ค.ศ. 2004 คณะผู้วิจัยของงานวิจัยนี้ทำการศึกษาการใช้พลังงานจากระบบแสงสว่างและอุปกรณ์เครื่องใช้สำหรับอาคารสำนักงาน โดยทำการเก็บสถิติจากอาคารสำนักงานจำนวนมากในประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศในทวีปยุโรป แบ่งการวิเคราะห์การใช้พลังงานตามวันทำการและวันหยุดของสำนักงานและจำแนกอาคารตามขนาดของอาคารสำนักงานเป็น 3 ขนาด คือ ขนาดเล็ก ขนาด กลางและ ขนาดใหญ่ จากผล การศึกษาวิจัยได้นำเสนอรูปแบบการแจก

แจงของตัวประกอบความแตกต่างรายชั่วโมง (Hourly Diversity Profile) สำหรับวันทำการและวันหยุดของอาคารขนาดต่างๆ โดยที่ตัวประกอบความแตกต่างรายชั่วโมงหมายถึงสัดส่วนของพลังงานที่ใช้รายชั่วโมงต่อพลังงานที่ใช้สูงสุดสำหรับระบบแสงสว่างและอุปกรณ์เครื่องใช้ ดังนั้นรูปแบบการแจกแจงตัวประกอบความแตกต่างรายชั่วโมงจะนำไปสู่การประเมินการใช้พลังงานของระบบแสงสว่างและอุปกรณ์ รวมไปถึงการประเมินภาระความร้อนภายในที่อาคารได้รับ (Internal Heat Gain)

ข้อสังเกตในการพิจารณาการแจกแจงตัวประกอบความแตกต่างรายชั่วโมงสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ในช่วงเวลาทำงานของวันทำการตัวประกอบความแตกต่างรายชั่วโมงของระบบแสงสว่างมีแนวโน้มคงที่ และมีค่าใกล้เคียงกันสำหรับอาคารทุกขนาด (ประมาณ 0.8 ถึง 0.85) ซึ่งหมายถึงปริมาณแสงสว่างที่ใช้มีแนวโน้มคงที่เพื่อให้ความต้องการปริมารณส่องสว่างอย่างเพียงพอต่อกิจกรรมของผู้อาศัยในสำนักงาน

2. ในช่วงเวลาเลิกงานสำหรับอาคารขนาดเล็กตัวประกอบความแตกต่างรายชั่วโมงของระบบแสงสว่างมีแนวโน้มคงที่ ส่วนอาคารขนาดกลางและขนาดใหญ่ในช่วงหลังเลิกงานตัวประกอบความแตกต่างของระบบแสงสว่างมีแนวโน้มลดลงอย่างช้าๆ ทั้งนี้สมมติฐานได้ว่าเนื่องจากอาคารขนาดกลางและขนาดใหญ่มีผู้อาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก ดังนั้นจึงมีความหลากหลายของระยะเวลาการทำงานของผู้อยู่อาศัยแต่ละคน ดังนั้นแนวโน้มตัวประกอบความแตกต่างของระบบแสงสว่างจะชี้ให้เห็นถึงอิทธิพลของกิจกรรมของผู้อยู่อาศัยภายในอาคารต่อความต้องการปริมาณการส่องสว่าง

3. ตัวประกอบความแตกต่างรายชั่วโมงของอุปกรณ์เครื่องใช้มีแนวโน้มเช่นเดียวกับระบบแสงสว่าง ซึ่งกล่าวถึงในข้อที่ 1. และ ข้อที่ 2. ตามลำดับ

ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่ากิจกรรมของผู้อาศัยมีอิทธิพลต่อแนวโน้มของการแจกแจงตัวประกอบความแตกต่างรายชั่วโมงสำหรับระบบแสงสว่างและอุปกรณ์เครื่องใช้ นั่นคือมีอิทธิพลต่อการใช้งานของระบบแสงสว่างและอุปกรณ์เครื่องใช้สำนักงาน

2.2 การศึกษาวิจัยรูปแบบอาคารที่มีต่อการใช้พลังงานของอาคาร

2.2.1 งานวิจัยของ A. Saporito, A.R. Day, T.G. Karayiannis และ F.Parand

ในปี ค.ศ. 2001 คณะผู้วิจัยของงานวิจัยนี้ได้พิจารณาอิทธิพลของพารามิเตอร์ในการออกแบบอาคารที่มีต่อความต้องการพลังงานความร้อนของอาคาร โดยวิธีการวิเคราะห์ความไว (Sensitivity analysis) ซึ่งอาศัยคอมพิวเตอร์เข้าช่วยในการจำลองพลังงานที่อาคารใช้ และค้นหาจุดที่ดีที่สุด (Optimization) ของค่าพารามิเตอร์ควบคุมได้ต่างๆ ที่ทำให้อาคารมีความต้องการพลังงานในการทำความร้อนต่ำสุดสำหรับอาคารสำนักงาน โดยอาศัยวิธีการค้นหา (Search Method) ผลจากงานวิจัยนี้ให้ข้อสรุปดังต่อไปนี้

1. อาคารจะมีความต้องการพลังงานสำหรับการทำความร้อนน้อยที่สุดในทุกกรณีเมื่อ พื้นเป็นแบบพื้นเปลือย (Exposed Floor) ผนังเบา (Light Partition) และมีเพดานแขวน สำหรับอาคารที่ต้องการพลังงานมากที่สุดในทุกกรณีเมื่อ อาคารมีวัสดุผนังภายใน พื้น และเพดานชนิดเบา

2. สำหรับอาคารที่มีผนังภายนอกที่ไม่หุ้มฉนวนและมีมวลที่หนาแน่น (Uninsulated Heavy Weight External Wall) ความต้องการพลังงานในการทำความร้อนจะลดลง เมื่อเพิ่มพื้นที่กระจก เนื่องจากทำให้ความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่ผ่านทางกระจกเข้าสู่อาคารเพิ่มขึ้นและผนังอาคารมีคุณสมบัติในการเก็บความร้อนที่เหมาะสม

3. อาคารที่มีผนังภายนอกหุ้มฉนวนอย่างหนา และมีมวลหนาแน่น ความต้องการพลังงานในการทำความร้อนจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ เมื่อพื้นที่หน้าต่างเพิ่มขึ้นเนื่องจากมีอิทธิพลในการถ่ายเทความร้อนออกจากอาคารทางหน้าต่าง ชนิดและวัสดุของผนังภายนอกและภายในจะมีอิทธิพลต่อความต้องการพลังงานน้อยมาก

4. อาคารที่มีความหนาแน่นของมวลปานกลาง ไม่หุ้มฉนวน ชนิดของผนังจะมีอิทธิพลอย่างมากต่อความต้องการพลังงานในการทำความร้อนของอาคาร โดยที่พื้นที่หน้าต่างจะมีอิทธิพลต่อความต้องการพลังงานน้อยมาก แม้ว่าการเปลี่ยนแปลงพื้นที่หน้าต่างจะทำให้ความต้านทานการถ่ายเทความร้อนรวม(Total Thermal Resistance) ของหน้าต่างเปลี่ยนไปก็ตาม กล่าวคือ เมื่อพื้นที่หน้าต่างเพิ่มขึ้นจะทำให้ความต้านทานการถ่ายเทความร้อนรวมของหน้าต่างลดลงแต่ขณะเดียวกันจะทำให้ความร้อนจากดวงอาทิตย์

ผ่านหน้าต่างเข้าสู่อาคารเพิ่มขึ้นเช่นกัน ดังนั้นในขณะที่พื้นที่หน้าต่างเพิ่มขึ้นทำให้ความร้อนจากภายในสูญเสียออกสู่สิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้นด้วยแต่ในขณะเดียวกันความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่ผ่านทางหน้าต่างเข้าสู่อาคารก็เพิ่มมากขึ้นด้วย จึงเป็นสาเหตุให้ความร้อนสุทธิผ่านทางหน้าต่างมีการเปลี่ยนแปลงไปน้อยมาก พื้นที่หน้าต่างจึงมีอิทธิพลต่อความต้องการพลังงานค่อนข้างน้อย

5. สำหรับอาคารที่มีผนังหุ้มฉนวน และมีความหนาแน่นของมวลปานกลาง ความต้องการพลังงานในการทำความร้อนจะเพิ่มขึ้น เมื่อพื้นที่หน้าต่างเพิ่ม

6. อาคารโครงสร้างชนิดเบาไม่หุ้มฉนวน ความต้องการพลังงานในการทำความร้อนเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเพิ่มพื้นที่หน้าต่าง

7. อาคารที่มีความหนาแน่นของมวลน้อยและหุ้มฉนวน ความต้องการพลังงานในการทำความร้อนเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเพิ่มพื้นที่หน้าต่าง

งานวิจัยนี้แสดงถึงการมีปฏิสัมพันธ์กันของพารามิเตอร์ควบคุมได้ต่างๆ ของอาคาร ที่มีอิทธิพลต่อการใช้พลังงานในการทำความร้อน แต่อย่างไรก็ตามผลสรุปที่ได้ไม่สามารถชี้ชัดถึงการตัดสินใจในการเลือกใช้พารามิเตอร์ควบคุมได้เพื่อการประหยัดพลังงานของอาคาร เนื่องจากงานวิจัยนี้มุ่งเน้นเฉพาะการพิจารณาระบบทำความร้อนเพียงระบบเดียว ไม่ได้คำนึงถึงระบบอื่นๆที่มีอิทธิพลต่อความต้องการพลังงานของอาคาร รวมถึงได้มองข้ามอิทธิพลการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ควบคุมไม่ได้ ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความต้องการพลังงานของอาคาร

2.2.2 งานวิจัยของ Toke R Nielsen, Svend Svendsen

ในปี ค.ศ. 2002 Toke R Nielsen, Svend Svendsen ได้เสนอแนวทางการออพติไมเซชั่นเพื่อใช้ในการวิเคราะห์หารูปแบบอาคารที่เหมาะสมภายใต้การพิจารณาค่าใช้จ่ายในการลงทุนและการใช้งานต่ำสุดสำหรับระบบไฟฟ้าส่องสว่าง การระบายอากาศ และการทำความร้อน ซึ่งค่าใช้จ่ายในการลงทุนที่คณะผู้วิจัยได้ทำการพิจารณาประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง ค่าใช้จ่ายด้านการใช้พลังงานของระบบส่องสว่าง การระบายอากาศ และการทำความร้อน ภายใต้เงื่อนไขความสุขสบายเชิงความร้อนและความสุขสบายในการมองเห็น โดยมีพารามิเตอร์ควบคุมได้ที่พิจารณาคือ ความหนาของฉนวนที่ผนัง หลังคา และ พื้น ชนิดของกรอบหน้าต่าง ชนิดของกระจก

สัดส่วนพื้นที่ของกระจกต่อผนังอาคารในทิศต่างๆ ชนิดของระบบการระบายอากาศ วิธีการออพติไมเซชั่นที่ใช้คือ วิธีการ Hooke-Jeeves และได้แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์จากกรณีศึกษาห้องสำนักงานทั่วไปในประเทศเดนมาร์ก ขนาดความกว้าง 5 เมตร ยาว 5 เมตร และสูง 2.5 เมตร ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าพื้นที่กระจก ชนิดกระจก มีอิทธิพลสูงมากต่อค่าใช้จ่ายในการลงทุนและการใช้งานของอาคาร นอกจากนี้คณะผู้วิจัยยังแนะนำให้คำนึงถึงความไม่แน่นอนของอัตราดอกเบี้ย (Interest Rate) ซึ่งส่งผลกระทบต่อทางเลือกในการลงทุนด้วย