บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ปัจจุบันในประเทศไทยมีอาคารสูงขนาดใหญ่ เกิดขึ้นอย่างมากมาย ตามอัตราการขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งก็นำไปสู่การเพิ่มของปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่สูงขึ้นตามความเจริญที่เกิดขึ้น หากพิจารณาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารขนาดใหญ่เหล่านี้แล้ว พบว่าปัจจัยสำคัญของการใช้พลังงานส่วนใหญ่ก็เนื่องมาจากการนำระบบและอุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่าง ๆ มาใช้อย่างมากมาย อาทิเช่น ระบบปรับอากาศ, ระบบไฟแสงสว่าง, และระบบขนส่งในแนวดิ่ง (ลิฟท์) เป็นต้น ซึ่งเมื่อพิจารณาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนต่าง ๆ ของอาคารเหล่านี้ จะพบว่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่ของอาคารเหล่านี้เนื่องมาจากการใช้พลังงานไปกับการทำงานของระบบปรับอากาศถึง 50-70% ดังนั้นเมื่อเราพิจารณาถึงสัดส่วนปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในอาคารขนาดใหญ่เหล่านี้แล้ว ทำให้หลายฝ่ายเริ่มศึกษาถึงการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบปรับอากาศที่มีอยู่เดิมหรือการนำเอาเทคโนโลยีระบบปรับอากาศสมัยใหม่ที่มีประสิทธิภาพและมีความเหมาะสมมาใช้ เพื่อช่วยลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า และเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้พลังงานไฟฟ้าให้ได้เกิดประโยชน์สูงสุดได้ ในปัจจุบันเทคโนโลยีของระบบปรับอากาศต่าง ๆ ที่ถูกนำมาใช้อาจมีกันอยู่หลายระบบ เช่น

- ในส่วนของระบบที่ใช้น้ำเย็นเป็นตัวกลางในการทำความเย็น (Chilled water) ระบบส่งจ่ายน้ำเย็นสามารถแบ่งได้เป็น 2 ระบบ คือ ระบบปริมาณน้ำคงที่ (Constant Water Volume ,CWV) ซึ่งเป็นระบบที่ใช้ในการออกแบบโดยทั่วไป และ ระบบปริมาณน้ำแปรเปลี่ยนได้ (Variable Water Volume ,VWV)

- ในส่วนของระบบจ่ายลมเย็น ซึ่งทำหน้าที่ส่งลมเย็นเข้าไปยังบริเวณพื้นที่ปรับอากาศสามารถแบ่งได้เป็น 2 ระบบ คือ ระบบจ่ายลมเย็นแบบปริมาณอากาศคงที่ (Constant Air Volume ,CAV) ซึ่งเป็นระบบที่ใช้ในการออกแบบโดยทั่วไป และ ระบบจ่ายลมเย็นแบบปริมาตรอากาศแปรผันได้ (Variable Air Volume ,VAV)

- หรือระบบแหล่งสะสมพลังงาน (Thermal Energy Storage ,TES) เป็นต้น

ซึ่งระบบแต่ละแบบก็จะมีความเหมาะสม ข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันออกไป ในการที่จะเลือกระบบแบบใดแบบหนึ่งมาใช้นั้น จะต้องพิจารณาถึงปัจจัยหลาย ๆ ด้าน เช่น ชนิดและลักษณะของอาคาร, สภาวะอากาศ, กิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในอาคารและปัจจัยทางด้านการลงทุนเป็นต้น

สำหรับอาคารพาณิชย์ทั่วไป การใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศส่วนใหญ่ จะเกิดขึ้นในส่วนของอุปกรณ์ส่งจ่ายลมเย็น ซึ่งการนำเอาระบบปริมาตรอากาศแปรผันได้มาใช้ก็เป็นวิธีหนึ่งที่อาจนำไปสู่การลดการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศภายในอาคารวิธีหนึ่ง หลักการทำงานของระบบปริมาตรอากาศแปรผันจะอาศัยการแปรเปลี่ยนปริมาณลมเย็นที่จะส่งจ่ายไปยังพื้นที่ปรับอากาศ ให้เหมาะสมกับภาระความร้อนที่เกิดขึ้นในขณะนั้น เพื่อรักษาอุณหภูมิของอากาศภายในห้องให้คงที่ตามความต้องการ ทำให้เราสามารถที่จะลดการทำงานของพัดลมในอุปกรณ์จ่ายลมเย็นได้ เนื่องจากระบบปรับอากาศแบบเก่าส่วนใหญ่จะเป็นระบบแบบปริมาตรอากาศคงที่ ซึ่งจะมีการส่งจ่ายลมเย็นไปยังพื้นที่ปรับอากาศด้วยปริมาณคงที่ทำให้พลังงานส่วนหนึ่งสูญเสียไปกับการทำงานของพัดลมที่ไม่เหมาะสมกับภาระความร้อนที่เกิดขึ้น ดังนั้นการนำเอาระบบปริมาตรอากาศแปรผันมาใช้ จะสามารถช่วยในการที่จะส่งจ่ายลมเย็นให้เหมาะสมกับภาระความร้อนของพื้นที่ปรับอากาศที่เกิดขึ้น ทำให้ลดการใช้พลังงานในส่วนของอุปกรณ์จ่ายลมเย็นในขณะที่ระบบทำงานที่ภาระบางส่วน (part load) ของระบบปรับอากาศลงได้ แต่ในการที่เราจะเลือกเอาระบบปริมาตรอากาศแปรผันมาใช้นั้นเราจะต้องมีการออกแบบ, การเลือกวิธีการปรับเปลี่ยนอัตราการส่งจ่ายลมของพัดลม และคำนึงถึงความเหมาะสมทั้งทางประสิทธิภาพการทำงานที่เกิดขึ้นตามสภาวะการทำงานของระบบปรับอากาศในประเทศไทยและความคุ้มค่าของการลงทุนเป็นหลัก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1) ศึกษาการประหยัดการใช้พลังงานในอาคารสำนักงานโดยการใช้ระบบปรับอากาศแบบปริมาตรอากาศแปรผัน (Variable Air Volume(VAV) systems)
2) ตรวจสอบ-วัดการใช้พลังงานในอาคารสำนักงาน

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1) ศึกษาการวิเคราะห์พลังงานในอาคารโดยการใช้ Energy Simulation Program
2) ตรวจสอบ-วัดการใช้พลังงานภายในอาคารเพื่อการศึกษาการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศแบบปริมาตรอากาศแปรผันซึ่งใช้การควบคุมแบบ Inlet guide vanes flow control
3) ศึกษาและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการคำนวณค่าการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศแบบปริมาตรอากาศแปรผัน โดยใช้ค่าภาระความร้อนของอาคารที่ได้การคำนวณของโปรแกรม BLN-ESP1
4) ศึกษาการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ในการนำระบบปริมาตรอากาศแปรผันมาใช้ในอาคารสำนักงาน โดยพิจารณาถึงผลตอบแทนของการลงทุนและระยะเวลาของการคืนทุน

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

แนวทางในการเลือกใช้ระบบส่งจ่ายลมเย็นแบบระบบปริมาตรอากาศคงที่หรือระบบปริมาตรอากาศแปรผัน ที่เหมาะสมกับสภาวะการทำงานของระบบปรับอากาศในอาคารสำนักงานที่ตั้งในกรุงเทพมหานคร, โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการประมาณค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบส่งจ่ายลมเย็นแบบปริมาตรอากาศแปรผัน และใช้เป็นแนวทางในการศึกษาของระบบแบบปริมาตรอากาศแปรผันต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.5 ผลงานวิจัยที่ผ่านมา

J.D. SPITLER และ **C.O. PEDERSON**[1] ได้ศึกษาในหัวเรื่อง "Fan electrical consumption for variable air volume" ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนการทำงานของพัดลม ของระบบจ่ายลมเย็นแบบปริมาตรอากาศแปรผันได้ ในการทำวิจัยเป็นการจำลองการทำงานของระบบปริมาตรอากาศแปรผัน กับวิธีการปรับปริมาณลมของพัดลม 3 วิธี คือ บานปรับลมด้านทางออก (Discharge damper), บานปรับลมด้านทางเข้า (Inlet guide vanes) และ การใช้อุปกรณ์ปรับความถี่ (A.C. inverter) ควบคุมความเร็วรอบการหมุนของมอเตอร์ และทดสอบการใช้ proportional (P) และ proportional-integral (PI) controls ควบคุม การทำงานของอุปกรณ์ปรับปริมาณลมของพัดลม ในอาคาร 2 หลังที่มีขนาดและลักษณะของอาคารที่แตกต่างกันโดยอาคารหลังแรกเป็นอาคารชั้นเดียว พื้นที่ประมาณ 112 ตรม. ประกอบด้วยสำนักงานและห้องเรียน ส่วนอาคารที่สองเป็นอาคารสำนักงานขนาดใหญ่สูง 20 ชั้น พื้นที่ประมาณ 209 ตรม. ในแต่ละชั้น แล้วทำการจำลองการทำงานของระบบปรับอากาศที่สภาวะอากาศที่แตกต่างกัน 5 แห่ง ในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยใช้โปรแกรม BLAST เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์การใช้พลังงาน

ผลการทดสอบพบว่า ระบบปริมาตรอากาศแปรผันที่ ใช้ A.C. inverter เป็นอุปกรณ์ในการแปรเปลี่ยนปริมาณของลมส่งจ่ายจะช่วยประหยัดการใช้พลังงานของพัดลมมากกว่าประมาณ 37% - 49% สำหรับอาคารหลังแรก และ ประมาณ 16% - 27% สำหรับอาคารหลังที่สอง เมื่อเปรียบเทียบกับการทำงานของ Inlet guide vanes และปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าจะประหยัดมากที่สุดเมื่อ มีการเปลี่ยนแปลงของภาระความร้อนมากที่สุด นอกจากนี้ผลทดสอบการใช้ proportional-integral (PI) controls จะช่วยประหยัดปริมาณการใช้ไฟฟ้าของพัดลมลดประมาณ 18% เมื่อทำการทดสอบกับอาคารสำนักงานขนาดใหญ่

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

---

1 Spitler,J.D.;Pedersen,C.O.;Hittle,D.C.;and Johnson,D.L. Fan Electricity Consumption for Variable Air Volume. ASHRAE Transactions 1(1986):5-17

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEREK KONGSAWAT (1994)[2] ได้ศึกษาในหัวข้อเรื่อง "Investigation of cooling technology for improvement of the air conditioning system for office building in Bangkok" ทำการศึกษาความเหมาะสมของการนำเอาระบบปริมาตรอากาศแปรผัน และระบบปริมาตรน้ำแปรผันมาใช้สำหรับสภาวะการทำงานในประเทศไทย โดยใช้อาคารของการปิโตรเลียมแห่งประเทศ(ปตท.) เป็นอาคารที่ใช้ในการทดสอบ และศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศ โดยการนำเอาระบบทั้ง 2 มาใช้

โดยศึกษาการประมาณค่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศของอาคาร โดยใช้แนวคิดของ Overall Thermal Transfer Value(OTTV) เพื่อคำนวณหาค่าภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ (cooling load) และสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ จากสมการพื้นฐานทางเทอร์โมไดนามิค ซึ่งมีตัวแปรที่ขึ้นกับสภาวะของอากาศและน้ำในระบบทั้งสอง สำหรับนำมาคำนวณหาค่าปริมาณอากาศและน้ำที่ต้องการสำหรับระบบปริมาตรอากาศแปรผัน(VAV) และระบบปริมาตรน้ำแปรผัน(VWV) ตามลำดับ แล้วนำไปคำนวณหาค่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบทั้งหมด

จากผลการศึกษาพบว่า ระบบปริมาตรอากาศแปรผัน(VAV) และระบบปริมาตรน้ำแปรผัน (VWV) ช่วยประหยัดการใช้พลังงานและเพิ่มสมรรถนะการทำงานของระบบปรับอากาศ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาในด้านการลงทุน ระบบปริมาตรอากาศแปรผัน(VAV) ต้องการการลงทุนสูงกว่าระบบปริมาตรน้ำแปรผัน(VWV) และนำไปสู่ระยะคืนทุนที่นานกว่า สำหรับอาคารที่ทำการศึกษาระบบปริมาตรน้ำแปรผัน(VWV) มีระยะคืนทุนในเวลา 2 ปี และระบบปริมาตรอากาศแปรผัน (VAV) มีระยะคืนทุนในเวลา 5 ปี

---

2 Derek Kongsawat. Investigation of Cooling Technology for Improvement of the Air Conditoning System for Office Buildings in Bangkok. Master's Thesis , Graduate School ,AIT.