บทที่ 6

การเปรียบเทียบและประเมินผล

เนื่องจากวิธีการที่พัฒนาขึ้นเป็นวิธีการที่ใช้ในการออกแบบระบบท่อลมเพื่อหาขนาดของท่อลมภายในระบบที่จะทำให้เกิดการกระจายของปริมาณอากาศไปยังจุดต่างๆตามที่ต้องการ โดยเสียค่าใช้จ่ายต่างๆสำหรับระบบท่อลมน้อยที่สุด

ดังนั้นในการประเมินผลของงานวิจัยนี้จึงเป็นการวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบผลลัพธ์เหล่านี้ของระบบท่อลมที่ได้จากการออกแบบด้วยวิธีการต่างๆ กับระบบท่อลมที่ได้จากการออกแบบด้วยวิธีการที่ได้พัฒนาขึ้น

<u>ระบบท่อลมที่ใช้ในการพิจารณา</u>

สำหรับตัวอย่างท่อลมที่ใช้ในการเปรียบเทียบนั้นมีลักษณะของการกระจายอากาศดังแสดงในรูปที่ ค.1 ซึ่งประกอบด้วยแนวการเดินท่อลมส่ง (Supply Air Duct) แนวการเดินท่อลมกลับ (Return Air Duct) และตัวเลขประจำส่วนของท่อลมท่อนต่างๆ (Number of Duct Sections) ในระบบ โดยมีรายละเอียดของข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการออกแบบนอกเหนือจากที่ได้แสดงในตาราง ค.1 ในภาคผนวก ค แล้ว มีดังต่อไปนี้

1. อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าไฟฟ้ารายปี เท่ากับ 4.0 เปอร์เซนต์
2. อัตราดอกเบี้ยรายปี เท่ากับ 13.5 เปอร์เซนต์
3. ระยะเวลาในการจำนอง เท่ากับ 10 ปี
4. ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย เท่ากับ 1.10 บาท ต่อ กิโลวัตต์-ชั่วโมง
5. ค่าไฟฟ้าเพิ่มเติมเนื่องจากใช้กำลังไฟฟ้ามาก เท่ากับ 237.00 บาท ต่อ กิโลวัตต์

ค. เวลาที่ใช้การเดินระบบในหนึ่งปี เท่ากับ 4,400 ชั่วโมง ต่อ ปี

7. ประสิทธิภาพของมอเตอร์พัดลม เท่ากับ 90 เปอร์เซนต์
8. ประสิทธิภาพของพัดลม เท่ากับ 75 เปอร์เซนต์

9. ประสิทธิภาพรวมของระบบปรับอากาศ เท่ากับ 50 เปอร์เซนต์

10. สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมผ่านผนังท่อลม เท่ากับ 1.412 วัตต์/ตารางเมตร

11. อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศที่ทางเข้าของท่อลมส่ง เท่ากับ 15 องศาเซลเซียส

12. อุณหภูมเฉลี่ยของอากาศอยู่รอบๆ ท่อลม เท่ากับ 25 องศาเซลเซียส

13. ราคาต่อหน่วยของวัสดุที่ใช้ทำท่อลม มีรายละเอียดดังนี้

13.1 สำหรับท่อขนาดเล็กกว่าหรือเท่ากับ 30 เซนติเมตร ใช้แผ่นเหล็กอาบสังกะสี เบอร์ 26 ราคา 85 บาท ต่อ ตารางเมตร

13.2 สำหรับท่อขนาดมากกว่า 30 จนถึง 75 เซนติเมตร ใช้แผ่นเหล็กอาบสังกะสี เบอร์ 24 ราคา 100 บาท ต่อ ตารางเมตร

13.3 สำหรับท่อขนาดมากกว่า 75 จนถึง 135 เซนติเมตร ใช้แผ่นเหล็กอาบสังกะสี เบอร์ 22 ราคา 130 บาท ต่อ ตารางเมตร

13.4 สำหรับท่อขนาดมากกว่า 135 เซนติเมตรขึ้นไป ใช้แผ่นเหล็กอาบสังกะสีเบอร์ 20 ราคา 150 บาท ต่อ ตารางเมตร

14. ราคาต่อหน่วยของฉนวนที่ใช้หุ้มท่อลม เท่ากับ 80 บาท ต่อ ตารางเมตร

15. ค่าแรงงานและค่าใช้จ่ายอื่นๆ สำหรับสร้างท่อลม เท่ากับ 110 บาท ต่อ ตารางเมตร

เนื่องจากในการวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นไปในเรื่องของค่าใช้จ่ายโดยรวม การกระจายความดัน และการปรับสมดุลความดันของระบบท่อลมเป็นหลัก ดังนั้นระบบท่อลมที่ใช้ในการทดสอบจึงมีการทดลองกำหนดค่าขนาดของท่อลมเพื่อจำกัดค่าความเร็วไว้เพียง 4 ท่อนเท่านั้นคือ ท่อนที่ 6, 17, 28, และ 40 โดยมิได้คำนึงถึงค่าความเร็วของอากาศภายในท่ออื่น

อย่างไรก็ตามกระบวนการออกแบบ และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้ ก็สามารถที่จะทำการกำหนดเงื่อนไขการจำกัดความเร็วได้ในทุกๆ ท่อนในระบบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>วิธีการออกแบบที่ใช้ในการเปรียบเทียบและผลลัพธ์ที่ได้</u>

วิธีการออกแบบระบบท่อลมที่นำมาใช้ในการออกแบบระบบท่อลมทดสอบ เพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์กับวิธีการที่ได้พัฒนาขึ้นในที่นี้มี 3 วิธีคือ 1) วิธี Equal Friction, 2) วิธี Static Regain และ 3) วิธี T-Method เดิม ซึ่งผลของการออกแบบด้วยวิธีต่างๆ และวิธีที่พัฒนาขึ้นมีดังนี้

1. ระบบท่อลมที่ได้จากการออกแบบด้วยวิธี Equal Friction

ในการออกแบบระบบท่อลมทดสอบด้วยวิธี Equal Friction นั้น จะทำการพิจารณาหาค่าความดันสูญเสียต่อหน่วยความยาวเพื่อใช้สำหรับเลือกขนาดท่อลมทุกท่อนเสียก่อน ในที่นี้เลือกใช้ค่า เท่ากับ 0.85 ปาสกาล ต่อ ความยาวท่อ 1 เมตร ซึ่งจะได้ขนาดของท่อลมในส่วนต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ ค.4

2. ระบบท่อลมที่ได้จากการออกแบบด้วยวิธี Static Regain

ในการออกแบบด้วยวิธี Static Regain นั้น จะทำการเลือกค่าความเร็วของท่อประธานซึ่งอยู่ต้นทางเสียก่อนซึ่งในที่นี้เลือกใช้ค่าความเร็วของท่อต้นทางเท่ากับ 11.25 เมตรต่อวินาที และมีขนาดความสูงและความกว้างของท่อประธานเป็น 80 เซนติเมตร จากนั้นจึงทำการหาค่าความดันสูญเสียที่เกิดขึ้นในท่อส่วนนี้เพื่อใช้ในการหาค่าความดันสถิตย์ได้คืนที่จะมาชดเชยโดยการลดความเร็วลงในท่อท่อนถัดไป ซึ่งทำให้ได้ค่าความเร็วและขนาดของท่อท่อนต่อๆไป ตามหลักในการออกแบบที่ได้กล่าวถึงในบทที่ 2

ในที่นี้ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ของความดันสถิตย์ได้คืน เท่ากับ 0.75 ในสมการความดันสถิตย์ได้คืน (2.2) จากที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 วิธีนี้จะใช้ได้กับท่อลมส่งเท่านั้น ดังนั้นสำหรับท่อลมกลับจะใช้ผลที่ได้จากวิธี Equal Friction ในหัวข้อที่ผ่านมา ระบบท่อลมที่ได้ในที่นี้คือระบบท่อลมที่แสดงในรูปที่ ค.5

3. ระบบท่อลมที่ได้จากการออกแบบด้วยวิธี T-Method เดิม

สิ่งที่การออกแบบด้วยระบบที่ T-Method เดิมนั้นต่างจากการออกแบบที่ได้พัฒนาขึ้นก็คือระบบเดิมจะไม่มีการพิจารณาถึงการสูญเสียพลังงานที่เกิดจากการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังท่อลมและค่าวัสดุและค่าแรงงานที่ใช้ในการสร้างระบบท่อลมจะมีค่าคงที่

ดังนั้นสำหรับการออกแบบด้วยวิธี T-Method เดิมนั้น จึงเป็นการนำกระบวนการออกแบบและสมการที่พัฒนาขึ้นมาใช้ โดยพิจารณาให้ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศที่ทางเข้าท่อลมส่ง และอุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศอยู่รอบๆ ท่อลมมีค่าเท่ากัน ซึ่งในที่นี้ให้เท่ากับ 15 องศาเซลเซียส และค่าวัสดุและค่าแรงงานที่ใช้ในการสร้างระบบท่อลมซึ่งคิดตามชนิดของวัสดุที่ใช้ในการสร้างท่อลม ต่อ

หน่วยพื้นที่ มีค่าเท่ากันทุกขนาดท่อลม ซึ่งในที่นี้ทำโดยการพิจารณาให้ค่าวัสดุที่ใช้ทำท่อลมมีค่าเท่ากันคือ 120 บาท ต่อ ตารางเมตร ซึ่งจะได้ผลลัพธ์ของระบบท่อลมดังแสดงในรูปที่ ค.2 และรายละเอียดของผลลัพธ์อื่นๆ ที่ได้จากการคำนวณแสดงในตารางที่ ค.2 ถึง ค.7

4. ระบบท่อลมที่ได้จากการออกแบบด้วยวิธีที่พัฒนาขึ้น

การออกแบบด้วยวิธีที่พัฒนาขึ้นนั้น จะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ สำหรับการใช้งานของโปรแกรมนั้นได้อธิบายไว้ในภาคผนวก ก ซึ่งหลังจากทำการออกแบบแล้ว ระบบท่อลมที่ได้จะมีขนาดดังแสดงในรูปที่ ค.3 และมีรายละเอียดต่างๆ จากผลการคำนวนของระบบท่อลมที่ได้ดังแสดงในตารางที่ ค.8 ถึง ค.13 ซึ่งค่าต่างๆ ในตารางเหล่านี้จะถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบ โดยจะกล่าวถึงในหัวข้อการวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลลัพธ์ต่อไป

การวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลลัพธ์

จากระบบท่อลมที่ได้จากการออกแบบโดยวิธีต่างๆข้างต้น หากจะนำมาพิจารณาเปรียบเทียบกันนั้น จำเป็นต้องใช้หลักเกณฑ์ในการพิจารณาบนพื้นฐานเดียวกัน ซึ่งก็คือความต้องการของระบบท่อลมนั่นเอง

สำหรับความต้องการของระบบท่อลมที่จะใช้ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบคือ

1. ระบบที่ได้จะต้องมีการกระจายอากาศไปยังบริเวณต่างๆ เป็นไปตามที่ต้องการ และ
2. ระบบที่ได้จะต้องมีค่าใช้จ่ายในการสร้าง และการดำเนินการของระบบท่อลมต่ำที่สุด

จากข้อมูลที่มีอยู่จนถึงขั้นตอนนี้ยังไม่สามารถที่จะใช้ในการเปรียบเทียบระบบท่อลมได้ เนื่องจากยังไม่ทราบค่าของความดันสูญเสียทั้งหมดของระบบท่อลมที่ได้จากวิธี Equal Friction และ วิธี Static Regain และยังไม่ทราบค่าของพลังงานที่สูญเสียเนื่องจากการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังท่อลมของระบบท่อลมที่ได้จากวิธีที่นำมาเปรียบเทียบทั้ง 3 วิธี จึงจำเป็นต้องมีการหาค่าเหล่านี้เสียก่อน

สำหรับการหาค่าต่างๆที่กล่าวมานี้ สามารถทำได้โดยการป้อนค่าขนาดของท่อลมที่ได้จากการออกแบบทั้ง 3 วิธีนี้ลงไปในโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น ซึ่งโปรแกรมจะรับรู้ขนาดของท่อลมที่ถูกกำหนดขึ้นแล้วทั้งหมดและจะไม่ทำการเปลี่ยนขนาดของท่อลมเหล่านี้อีก

หลังจากทำการคำนวณครบทุกรอบการคำนวณตามขั้นตอนการคำนวนที่ได้อธิบายในบทที่ 5 แล้ว จะได้ค่าต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบของระบบที่ได้รับการออกแบบด้วยวิธีที่นำมาเปรียบเทียบครบทั้ง 3 วิธีดังแสดงในตารางที่ ค.14 ถึง ค.31 เมื่อได้ค่าต่างๆ ครบถ้วนแล้วจึงนำมาทำการพิจารณาวิเคราะห์ผลที่ได้ดังนี้

1. <u>การวิเคราะห์ผลของการกระจายอากาศ</u>

จากผลของการกระจายค่าความดันสูญเสียของวิธีต่างๆ จากตารางแสดงแสดงค่าความดันส่วนเกิน พบว่าระบบที่ได้จากทุกวิธีต่างก็ให้ค่าการกระจายความดันสูญเสียที่ค่อนข้างดี เนื่องจากมีค่าความดันส่วนเกินในแต่ละสายค่อนข้างน้อยโดยสามารถที่จะสรุปผลในแต่ละวิธีได้ดังนี้

1.1 วิธีที่ได้พัฒนาขึ้น จากตารางที่ ค.13.1 ซึ่งเป็นค่าการกระจายความดันในรอบการคำนวนที่เหมาะสมที่สุดนั้นจะมีการปรับสมดุลความดันได้เกือบสมบูรณ์ เว้นเสียแต่เฉพาะในเส้นทางของท่อท่อนที่ได้มีการกำหนดขนาดก่อนการคำนวนเท่านั้น และจากตารางที่ ค.13.2 ซึ่งเป็นค่าการกระจายความดันของระบบเมื่อมีการเลือกใช้ขนาดท่อจริง ก็ยังคงให้ค่าการกระจายความดันที่ดีมากกว่าวิธีอื่นๆ

1.2 วิธี T-Method เดิม จากตารางที่ ค.7.1 ซึ่งเป็นค่าการกระจายความดัน ในรอบการคำนวนที่เหมาะสมที่สุด จะให้ผลลัพธ์ที่มีค่าความดันสูญเสียส่วนเกินน้อยมากเช่นกัน แต่เมื่อมีการปัดเศษทศนิยมของขนาดท่อลมเมื่อมีการเลือกใช้ขนาดท่อจริง จะมีผลทำให้การปรับสมดุลความดันของระบบเสียไปอย่างมาก ดังผลลัพธ์ที่แสดงในตารางที่ ค.7.2

1.2 วิธี Equal Friction จากตาราง ค.19 พบว่าระบบที่ได้มีการปรับสมดุลความดันที่ดีมากเช่นเดียวกันทั้งนี้เป็นเพราะ ระบบทดสอบมีการวางแนวท่อลมที่ค่อนข้างเหมาะสมอีกทั้งยังใช้ค่าความดันสูญเสียต่อหน่วยความยาวท่อลมค่อนข้างต่ำในการออกแบบ เมื่อเปรียบเทียบกับระบบท่อลมที่ได้จากวิธีการอื่นๆ

1.3 วิธี Static Regain จากตาราง ค.25 ซึ่งเป็นตารางแสดงค่าการกระจายความดันของระบบที่ได้โดยวิธีนี้ ก็มีค่าการกระจายที่ดีเช่นกัน เนื่องจากจุดมุ่งหมายของวิธีนี้ คือต้องการที่จะปรับสมดุลความดันของระบบได้โดยง่าย

จากการเปรียบเทียบผลของการปรับสมดุลความดันภายในระบบท่อลมของการออกแบบด้วยวิธีการต่างๆ ดังที่ได้กล่าวมานี้ สามารถสรุปได้ว่าระบบที่ได้จากการออกแบบโดยวิธีการที่ได้รับการพัฒนาขึ้นนี้มีค่าการกระจายอากาศที่ดีที่สุด

2. <u>การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายรวมของระบบ</u>

สำหรับการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายรวมของระบบท่อลมที่ได้จากการออกแบบด้วยวิธีการต่างๆนั้น ในที่นี้จะทำการเปรียบเทียบโดยการแยกพิจารณาตามเทอมของค่าใช้จ่ายต่างๆ ในสมการ (4.9) ซึ่งเป็นสมการฟังก์ชันประสงค์ของระบบท่อลมเสียก่อน จากนั้นจึงรวมของค่าใช้จ่ายทั้งหมดในแต่ละวิธีเพื่อเปรียบเทียบผลรวม

จากการพิจารณาสมการ (4.9) สามารถที่จะแบ่งค่าใช้จ่ายต่างๆ ของระบบท่อลมตามเทอมที่ประกอบกันเป็นสมการนี้ได้เป็น 3 เทอม ดังนี้

เทอมที่ 1 เป็นเทอมของค่าไฟฟ้าทั้งหมดที่จ่ายให้กับพัดลมในช่วงระยะเวลาที่ทำการพิจารณา ซึ่งในที่นี้คือระยะเวลาในการจำนอง เท่ากับ 10 ปี คิดเป็นมูลค่าปัจจุบัน

เทอมที่ 2 เป็นเทอมของค่าวัสดุ และค่าแรงงานที่ใช้ในการสร้างระบบท่อลมทั้งหมด

เทอมที่ 3 เป็นเทอมของค่าไฟฟ้าที่จ่ายให้การสูญเสียเนื่องจากการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังท่อลมทั้งหมดในช่วงระยะเวลาที่ทำการพิจารณาคิดเป็นมูลค่าปัจจุบัน

และเนื่องจากการคำนวนค่าในเทอมที่ 2 และเทอมที่ 3 ของสมการ (4.9) จะต้องมีการแทนค่าตัวแปรต่างๆ มากมาย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการใช้ตารางช่วยในการคำนวน ดังแสดงในตารางที่

ค.34 ถึง ค.38 รวมทั้งได้สรุปค่าของผลลัพธ์ที่จะใช้แทนในสมการนี้ไว้ด้วย คือ ตารางที่ ค.32 และตารางที่ ค.33 ในภาคผนวก ค

2.1 การเปรียบเทียบค่าไฟฟ้าทั้งหมดที่จ่ายให้กับพัดลม

สำหรับการเปรียบเทียบค่าดังกล่าวนี้ทำโดยการแทนค่าเบื้องต้นลงในสมการ (4.7) เพื่อคำนวณหาค่า Z_1 จากนั้นจึงนำไปแทนลงในเทอมที่ 1 ของสมการ (4.9) โดยที่ค่าของความดันรวมของอากาศที่พัดลมสร้างขึ้น, P_{fan} ในเทอมที่ 1 นี้หาได้จากค่าในตารางผลลัพธ์ของแต่ละวิธี ซึ่งในที่นี้จะได้ค่าในเทอมที่ 1 ของระบบที่ได้จากการออกแบบในแต่ละวิธีดังนี้

2.1.1 วิธี Equal Friction จากการแทนค่าของ Z_1 ที่ได้และค่า P_{fan} จากตาราง ค.32 จะได้ค่าไฟฟ้าทั้งหมดที่จ่ายให้กับพัดลม เท่ากับ 93,175.50 บาท

2.1.2 วิธี Static Regain จากการแทนค่าของ Z_1 ที่ได้และค่า P_{fan} จากตาราง ค.32 จะได้ค่าไฟฟ้าทั้งหมดที่จ่ายให้กับพัดลม เท่ากับ 124,582.00 บาท

2.1.3 วิธี T-Method เดิม จากการแทนค่าของ Z_1 ที่ได้และค่า P_{fan} จากตาราง ค.32 จะได้ค่าไฟฟ้าทั้งหมดที่จ่ายให้กับพัดลม เท่ากับ 75,676.36 บาท

2.1.4 วิธีที่พัฒนาขึ้น จากการแทนค่า Z_1 ที่ได้และค่าของ P_{fan} จากตาราง ค.32 จะได้ค่าไฟฟ้าทั้งหมดที่จ่ายให้กับพัดลม เท่ากับ 86,859.63 บาท

จากการเปรียบเทียบค่าที่ได้นี้ พบว่าระบบที่ได้จากการออกแบบโดยวิธี T-Method มีค่าต่ำที่สุด รองลงมาคือ วิธที่ได้พัฒนาขึ้น ส่วนอีก 2 วิธี นั้นจะให้ค่าที่ค่อนข้างสูงกว่ามาก

2.2 การเปรียบเทียบค่าวัสดุ และค่าแรงงานที่ใช้ในการสร้างระบบท่อลมทั้งหมด

สำหรับการเปรียบเทียบค่าวัสดุ และค่าแรงงานที่ใช้ในการสร้างระบบท่อลมทั้งหมด ทำโดยการแทนค่าความสูง ค่าความกว้างของท่อลมแต่ละท่อนซึ่งเป็นผลลัพธ์จากการคำนวณในแต่ละวิธี และค่าความยาวของท่อลมแต่ละท่อนซึ่งเป็นค่าเริ่มต้น รวมทั้งกำหนดค่าวัสดุและค่าแรงงานที่ใช้ในการสร้างระบบท่อลมต่อหน่วยพื้นที่ผิวท่อ ตามขนาดของท่อลม ดังแสดงในตารางช่วยคำนวณ ค.34 ถึง ค.37

จากนั้นจึงทำการคำนวณค่าใช้จ่ายนี้ของท่อลมแต่ละท่อนโดยการคำนวณค่าของเทอมที่ 2 แล้วใส่ลงในตาราง และเมื่อรวมค่านี้ของท่อลมทั้งระบบ ก็จะได้ค่าวัสดุและค่าแรงงานที่ใช้ในการสร้างระบบท่อลมทั้งหมด ซึ่งสรุปผลการคำนวณในแต่ละวิธีได้ดังนี้

2.2.1 วิธี Equal Friction จากการแทนค่าความสูง และ ความกว้างของท่อลมแต่ละท่อนที่คำนวนได้จากตาราง ค.33 ลงในตารางที่ ค.34 จะได้ค่าวัสดุ และค่าแรงงานที่ใช้ในการสร้างระบบท่อลมทั้งหมดของระบบท่อลม เท่ากับ 103,813.80 บาท

2.2.2 วิธี Static Regain จากการแทนค่าความสูง และ ความกว้างของท่อลมแต่ละท่อนที่คำนวนได้จากตาราง ค.33 ลงในตารางที่ ค.35 จะได้ค่าวัสดุ และค่าแรงงานที่ใช้ในการสร้างระบบท่อลมทั้งหมดของระบบท่อลม เท่ากับ 103,593.60 บาท

2.2.3 วิธี T-Method เดิม จากการแทนค่าความสูง และ ความกว้างของท่อลมแต่ละท่อนที่คำนวนได้จากตาราง ค.33 ลงในตารางที่ ค.36 จะได้ค่าวัสดุ และค่าแรงงานที่ใช้ในการสร้างระบบท่อลมทั้งหมดของระบบท่อลม เท่ากับ 119,056.60 บาท

2.2.4 วิธีที่พัฒนาขึ้น ในทำนองเดียวกันโดยการแทนค่าความสูง และ ความกว้างของท่อลมแต่ละท่อนที่คำนวนได้จากตาราง ค.33 ลงในตารางที่ ค.37 จะได้ค่าวัสดุ และค่าแรงงานที่ใช้ในการสร้างระบบท่อลมทั้งหมดของระบบท่อลมนี้ เท่ากับ 103,497.10 บาท

จากการเปรียบเทียบค่าที่ได้นี้ พบว่าระบบที่ได้จากการออกแบบโดยวิธีต่างๆ ให้ค่าที่ไกล้เคียงกันมากยกเว้น ค่าจากวิธี T-Method เดิมจะให้ค่าที่สูงกว่าวิธีอื่นๆ อย่างชัดเจน คือสูงกว่าวิธีอื่นๆ ประมาณ 15 เปอร์เซนต์

2.3. การเปรียบเทียบค่าไฟฟ้าที่จ่ายให้การสูญเสียเนื่องจากการถ่ายเทความร้อน

สำหรับการเปรียบเทียบค่าไฟฟ้าที่จ่ายให้การสูญเสียเนื่องจากการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังท่อลมทั้งหมดนั้น ทำโดยการแทนค่าเบื้องต้นลงในสมการ (4.8) เพื่อคำนวณหาค่า Z_2 จากนั้นจึงนำไปใส่ลงในตารางที่ ค.34 ถึง ค.37 ซึ่งในขั้นตอนการพิจารณาค่าผลรวมของเทอมที่ 2 ได้มีการแทนค่าของความสูง และความกว้างของท่อลมแต่ละท่อนที่คำนวนได้ และค่าความยาวของท่อลมแต่ละท่อนในแต่ละกรณีไว้แล้ว ดังนั้นจึงเหลือเพียงค่าการกระจายอุณหภูมิของอากาศภายในท่อเท่านั้นที่จำเป็นต้องใช้ในการคำนวณ ซึ่งได้มาจากตารางแสดงค่าผลลัพธ์เช่นเดียวกัน

เมื่อใส่ค่าต่างๆเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จากนั้นจึงทำการคำนวณค่าใช้จ่ายนี้ของท่อลมแต่ละท่อนโดยการคำนวณค่าของเทอมที่ 3 แล้วใส่ลงในตาราง และเมื่อรวมค่านี้ของท่อลมทั้งระบบ ก็จะได้ค่าไฟฟ้าที่จ่ายให้การสูญเสียเนื่องจากการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังท่อลมทั้งหมด ซึ่งสรุปผลการคำนวณในแต่ละวิธีได้ดังนี้

2.3.1 วิธี Equal Friction จากการแทนค่าอุณหภูมิที่ทางเข้า และทางออกของท่อลมแต่ละท่อนที่คำนวนได้จากตาราง ค.18 ลงในตารางที่ ค.34 จะได้ค่าไฟฟ้าที่จ่ายให้การสูญเสียเนื่องจากการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังท่อลมทั้งหมดของระบบท่อลม เท่ากับ 198,120.56 บาท

2.3.2 วิธี Static Regain จากการแทนค่าอุณหภูมิที่ทางเข้า และทางออกของท่อลมแต่ละท่อนที่คำนวนได้จากตาราง ค.24 ลงในตารางที่ ค.35 จะได้ค่าไฟฟ้าที่จ่ายให้การสูญเสียเนื่องจากการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังท่อลมทั้งหมดของระบบท่อลม ท่ากับ 198,175.57 บาท

2.3.3 วิธี T-Method เดิม จากการแทนค่าอุณหภูมิที่ทางเข้า และทางออกของท่อลมแต่ละท่อนที่คำนวนได้จากตาราง ค.30 ลงในตารางที่ ค.36 จะได้ค่าไฟฟ้าที่จ่ายให้การสูญเสียเนื่องจากการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังท่อลมทั้งหมดของระบบท่อลม เท่ากับ 204,419.68 บาท

2.3.4 วิธีที่พัฒนาขึ้น จากการแทนค่าอุณหภูมิที่ทางเข้า และทางออกของท่อลมแต่ละท่อนที่คำนวนได้จากตาราง ค.12.2 ลงในตารางที่ ค.37 จะได้ค่าไฟฟ้าที่จ่ายให้การสูญเสียเนื่องจากการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังท่อลมทั้งหมดของระบบท่อลม เท่ากับ 160,804.63 บาท

จากการเปรียบเทียบค่าที่ได้นี้ พบว่าระบบที่ได้จากการออกแบบโดยวิธีที่ได้พัฒนาขึ้นมีค่าต่ำกว่าค่าที่ได้จากวิธีอื่นๆ ค่อนข้างมาก คือต่ำกว่าเกือบ 20 เปอร์เซนต์

2.4 การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายรวมของระบบ

หลังจากที่ได้รวมผลของค่าใช้จ่ายทั้งสิ้นของระบบท่อลมในแต่ละวิธีแล้ว จะได้ผลดังนี้

2.3.1 วิธี Equal Friction จะมีค่าใช้จ่ายรวมของระบบ เท่ากับ 395,109.86 บาท

2.3.2 วิธี Static Regain จะมีค่าใช้จ่ายรวมของระบบ เท่ากับ 426,351.17 บาท

2.3.3 วิธี T-Method เดิม จะมีค่าใช้จ่ายรวมของระบบ เท่ากับ 399,152.64 บาท

2.3.4 วิธีที่พัฒนาขึ้น จะมีค่าใช้จ่ายรวมของระบบ เท่ากับ 351,161.36 บาท

จากการเปรียบเทียบค่าที่ได้นี้ พบว่าระบบที่ได้จากการออกแบบโดยวิธีที่ได้พัฒนาขึ้นมีค่าต่ำกว่าค่าที่ได้จากวิธีอื่นๆ ค่อนข้างมาก คือต่ำกว่าวิธี Equal Friction ประมาณ 12.5 เปอร์เซนต์ ต่ำกว่าวิธี Static Regain ประมาณ 20 เปอร์เซนต์ และต่ำกว่าวิธี T-Method เดิมประมาณ 13.5 เปอร์เซนต์

ทั้งนี้หากใช้ค่าในรอบการคำนวนที่เหมาะสมที่สุดสำหรับวิธีที่ได้พัฒนาขึ้นจากตารางที่ ค. 33 และตารางที่ ค.12.1 แล้วค่าใช้จ่ายโดยรวมจะมีค่า เท่ากับ 349,036.79 บาท เท่านั้น

จากการเปรียบเทียบนี้จะให้ผลที่น่าสนใจ คือ การที่ระบบที่ได้จากวิธี Equal Friction มีค่าใช้จ่ายรวมของระบบ ต่ำกว่าที่ระบบที่ได้จาก วิธี T-Method เดิม เล็กน้อย ซึ่งเป็นเพราะวิธี T-Method เดิมละเลยการคิดผลของการสูญเสียเนื่องจากการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังท่อลม ซึ่งมีนัยสำคัญมากต่อผลของค่าใช้จ่ายรวมของระบบ

และจากการวิเคราะห์ผลที่ได้จากการออกแบบโดยวิธีการต่างๆ ของระบบท่อลมตัวอย่างนี้จะเห็นผลที่น่าสังเกตุอีกสิ่งหนึ่ง คือ จากระบบท่อลมที่มีความต้องการอย่างเดียวกัน หลังจากได้รับการออกแบบโดยวิธีการต่างๆกันแล้ว ได้ค่าต้นทุนในการสร้างระบบท่อลมที่ใกล้เคียงกันมาก (จากค่าที่ได้ในหัวข้อ 2.2) แต่กลับให้ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ต่างกันค่อนข้างมาก

จากข้อสังเกตุนี้พอที่จะสรุปได้ว่า หากการออกแบบระบบท่อลมทำโดยขาดประสิทธิภาพย่อมได้ระบบท่อลมที่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายโดยไม่จำเป็นไว้ใช้งานตลอดไป

จากผลของการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายรวม และการปรับสมดุลความดันของระบบที่ได้จากการออกแบบด้วยวิธีต่างๆ สามารถสรุปได้ว่า วิธีการออกแบบระบบท่อลมที่ได้พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีการต่างๆ ในอดีต