บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย

ประเทศไทยเป็นประเทศที่ต้องนำเข้าพลังงานเพื่อใช้ในการพัฒนาประเทศ จะเห็นได้ว่าในแต่ละประเภทเชื้อเพลิงของแต่ละปีจะมีค่าสูงขึ้น ตามการเจริญเติบโตของเศรษฐกิจภายในประเทศ และในปัจจุบันประเทศไทยได้รับผลกระทบจากวิกฤตการด้านพลังงานเนื่องจากราคาของพลังงานที่มีความผันผวน รวมไปถึงแหล่งพลังงานเดิมภายในประเทศที่เริ่มลดน้อยลงและขาดแคลนมากขึ้น ทำให้รัฐบาลได้เล็งเห็นปัญหาในจุดนี้ จึงได้ทำการส่งเสริมพัฒนาให้มีการใช้พลังงานที่มีอยู่หมุนเวียนกลับมาใช้ รวมถึงพลังงานทดแทนมากขึ้น เพื่อเป็นการช่วยเพิ่มความมั่นคงทางด้านพลังงาน และลดการนำเข้าพลังงานของประเทศ นโยบายดังกล่าวของรัฐบาลยังเป็นการช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศ เพื่อลดปัญหาโลกร้อนที่รุนแรงมากขึ้นอีกทางหนึ่ง

พื้นที่ของประเทศไทยอยู่ใกล้บริเวณเส้นศูนย์สูตร อากาศของประเทศไทยจึงมีอุณหภูมิค่อนข้างร้อนเฉลี่ยประมาณ $30^{\circ}C$ โดยเฉพาะในฤดูร้อนมีอุณหภูมิสูงสุด $44.5^{\circ}C$ และในรอบ 50 ปีจากการติดตามสภาพการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยที่ร้อนขึ้นมาจากจากหลายปัจจัย ได้แก่ ภาวะโลกร้อน ปรากฏการณ์เอลนีโญ มลภาวะในบรรยากาศ การเปลี่ยนสภาพพื้นผิวของภูมิประเทศ และการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มากเกินไป ซึ่งประเทศไทยในฤดูร้อนพบว่าค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้ามากกว่าร้อยละ 50 ของพลังงานไฟฟ้าทั้งหมด อยู่ที่เครื่องปรับอากาศ และปริมาณการติดตั้งเครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้นทุกๆปีดังนั้นเพื่อลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าอันเนื่องมาจากเครื่องปรับอากาศ สิ่งที่สำคัญคือการป้องกันความร้อนส่วนหนึ่ง จากสิ่งแวดล้อมที่เข้ามาในอาคาร และในการลดภาระความเย็นอาจทำได้หลายวิธี โดยมีนักวิจัยหลายท่านได้ทำการศึกษาและเสนอแนวทางในการลดภาระความเย็นที่เข้ามายังห้องปรับอากาศ เช่น การใช้ผนังอิฐบล็อกมวลเบาที่ทำจากเถ้าแกลบบดแทนผนังคอนกรีตทั่วไปเพื่อลดภาระความเย็นที่จะเข้ามายังห้องปรับอากาศ หรือการใช้ผนังความเย็น ซึ่งเป็นการฝังท่อน้ำเย็น เพื่อดึงความร้อนสะสมจากผนัง ในการลดภาระความเย็นที่จะเข้ามาในอาคารเป็นต้น

ในงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการลดภาระความเย็นจากการใช้ผนังเย็นด้วยการฝังท่อน้ำอยู่ภายในผนังเพื่อลดความร้อนสะสมที่เกิดขึ้นภายในผนัง ซึ่งงานวิจัยนี้จะศึกษาผลของตำแหน่งในการวางท่อตามความลึกของผนัง อัตราการไหลของน้ำที่เข้าผนังเย็น และระยะห่าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

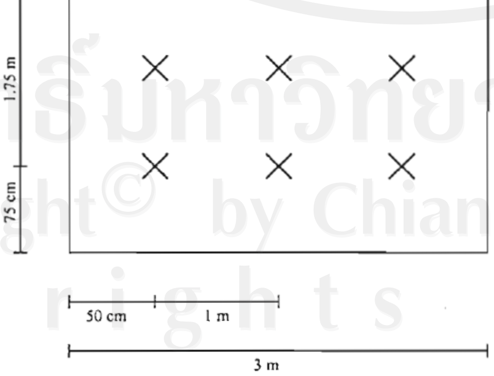
ระหว่างท่อ ที่มีผลต่อการดึงความร้อนออกจากผนัง นอกจากนี้น้ำร้อนที่ได้จากความร้อนสะสมภายในผนังยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่น เช่น การผลิตน้ำร้อนซึ่งจะช่วยทด แทนการใช้เครื่องทำน้ำร้อนไฟฟ้า สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้อีกรูปแบบหนึ่ง

1.2 สาระสำคัญของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในส่วนนี้ จะกล่าวถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานที่มีการฝังท่อน้ำในผนังแบบต่างๆ ที่นำไปประยุกต์ใช้งานด้านการทำความร้อนและเย็นในอาคาร โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผนังเย็น

พิชาญ โกมลกุญชร (2541) ทำการศึกษาการส่งผ่านความร้อนเข้าสู่บ้าน โดยผนังทาสีดำและแบ่งเป็น 2 ส่วน คือผนังเย็นและผนังปกติ ผนังเย็นที่ผิวด้านนอกมีชุดท่อทองแดงที่มีน้ำไหลหมุนเวียนภายใน และในการศึกษาจะทดสอบมีแผงท่อทองแดง 2 ชุด ระยะห่างระหว่างท่อวัดจากเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.54cm และ 5.08 cm อัตราการไหลที่ใช้ทดสอบมี 8 l/min และ 5 l/min และในการทดสอบก็แบ่งได้อีก 2 กรณี กรณีที่1 พิจารณาตั้งแต่เวลา 6.00-6.00 น. รวม 48 ชั่วโมง โดยไม่มีการระบายน้ำไปใช้ประโยชน์พบว่าอุณหภูมิด้านในผนังปูนดูดซับความร้อนมีค่าต่ำกว่าผนังปกติ 9.4°C และอุณหภูมิน้ำสูงสุดที่ได้ในถัง 48°C กรณีที่ 2 พิจารณาตั้งแต่เวลา 6.00-15.00 น. โดยมีการนำน้ำไปใช้ประโยชน์ และนำน้ำ 50 l มาหมุนเวียนแทนถังเก็บ 110 l พบว่าอุณหภูมิด้านในผนังดูดซับความร้อนต่ำกว่าผนังปกติ 9.3°Cและอุณหภูมิน้ำในถัง50°C การทดสอบมีการวัดอุณหภูมิบนผนังเย็นตามตำแหน่งดังรูป 1.1



รูปที่ 1.1ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิบนผนังเย็น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มาณพ วีเกษ(2543) ได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ผนังเย็นเพื่อลดภาระความเย็นของอาคารปรับอากาศในกรณีติดตั้งที่ทิศต่างๆรวมถึงฝ้าเพดานและวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ในการทดสอบใช้ท่อทองแดงเป็นท่อน้ำฝังไว้ที่ผนัง ใช้น้ำเป็นตัวระบายความร้อนออกจากผนังอาคารทดสอบ โดยปั๊มน้ำเข้าไปในท่อทองแดง ทดสอบตั้งแต่เวลา10.00-17.00 น ผนังที่ใช้ก่ออิฐฉาบปูน กว้าง 4mยาว 5m และสูง 2.5 mผนังหนา 0.12 mท่อทองแดงท่อนบนและล่าง (Headers) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง0.02 m และท่อในแนวดิ่ง มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง0.0127 m และวางตัวห่างกัน 0.075 mมีปั๊มขนาด 45 W หมุนเวียนให้กับถังเก็บน้ำขนาด100lทำการทดสอบที่จังหวัดลำปาง จากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์พบว่าระบบมีระยะเวลาค่อนข้างนาน แต่หากคิดรวมความประหยัดจากการได้น้ำร้อนมาใช้ในตอนเย็นด้วยพบว่าระบบมีระยะเวลาคืนทุนเพียง 1 ปี 3 เดือน

ธนาคม สุนทรชัยนาคแสง และ ปิยะโรชน์ สมานคงศักดิ์ (2547)ได้สร้างแบบจำลองระบบระบายความร้อนของเพดานสำหรับบ้านพักอาศัยโดยทำการศึกษาถึงความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องด้วยหลักการสมดุลพลังงาน ด้วยหลักการถ่ายโอนความร้อนและวิธีการผลต่างสืบเนื่อง (Finite difference) โดยตัวแปรที่พิจารณา ประกอบด้วย อัตราการไหลของน้ำ และอุณหภูมิของน้ำที่ไหลเข้าระบบผลการวิจัยมี2 กรณี กรณีที่ 1 เมื่อกำหนดให้อุณหภูมิของน้ำเย็นที่ไหลเข้าระบบมีค่าคงที่ที่ 16^{o}C ในกรณีที่ใช้อัตราการไหล 4 l/min มีค่าภาระความร้อนรวมตลอดการทดลอง 11.14 kWh ส่วนการใช้อัตราการไหล 5.5 l/min มีค่าภาระความร้อนรวมตลอดการทดลอง 10.94 kWh ซึ่งการใช้อัตราการไหลสูงจะช่วยลดค่าภาระความร้อน ประมาณ 1.8 % เมื่อเทียบกับการใช้อัตราการไหลต่ำและในกรณีที่ 2 เมื่อกำหนดให้อัตราการไหลของน้ำเย็นที่เข้าระบบมีค่าคงที่ที่ 4 l/min ในกรณีที่ใช้อุณหภูมิของน้ำเย็นที่ไหลเข้าสู่ระบบที่ 18^{o}C จะมีค่าภาระความร้อนรวมตลอดการทดลอง 11.16 kWh ส่วนการใช้อุณหภูมิของน้ำเย็นที่ไหลเข้าระบบที่ 16^{o}C มีค่าภาระความร้อนรวมตลอดการทดลอง 11.14 kWh ซึ่งการใช้อุณหภูมิของน้ำเย็นมีค่าต่ำจะช่วยลดค่าภาระความร้อนรวมประมาณ 0.2% เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้อุณหภูมิของน้ำเย็นที่มีค่าสูงกว่า และผลจากการจำลองการทำงานของระบบมีค่าคลาดเคลื่อนจากค่าที่ได้จากการทดลองจริงประมาณ 2-3%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการฝังท่อลงในวัสดุแผ่นราบ

Xing Jin, et al (2010)ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับอุณหภูมิที่พื้นผิวของระบบทำความร้อนและความเย็นของพื้นแบบแผ่รังสีความร้อน (Radiant floor heating/ Cooling system)โดยการสร้างสมการเพื่อประมาณค่าอุณหภูมิที่พื้นผิว พื้นคอนกรีตดังกล่าวจะแบ่งเป็น 2 ชั้นที่มีวัสดุต่างกันและแบบที่มีวัสดุเหมือนกัน ผลที่ได้จากการคำนวณจะนำมาเปรียบเทียบกันระหว่างผลการทดลอง ใน

การทำ Numerical model จะมีการสมมุติให้ผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำและท่อน้ำตามความยาวมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก จึงคิดแค่การถ่ายเทความร้อนแบบ 2มิติ ช่วงกึ่งกลางระหว่างท่อถือว่าเป็นแบบ Adiabatic เนื่องจากมีสนามอุณหภูมิสมมาตรกัน วัสดุทั้งหมดสมมุติให้เป็นแบบไม่มีคุณสมบัติเฉพาะในทิศทางใดทิศทางหนึ่งเป็นพิเศษ (Isotropic medium) และใช้ Governing equations ในการจำลองการทำงานระบบดังกล่าว โดยผลของอุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากการทดลองเท่ากับ 28.5°C และผลจากการคำนวณเท่ากับ 30.3°C

Xing Jin, et al (2010)ได้ทำการศึกษาผลกระทบของความต้านความร้อนของท่อน้ำและผลจากความเร็วของน้ำ โดยในการทดสอบจะทำทั้ง Numerical simulation แบบ Finite volume model และทำการทดลอง โดยผนังทดสอบเป็นผนังปูน ระยะห่างของท่อแต่ละท่อห่างกัน 0.15 m ท่อน้ำขนาด 0.016 m ความหนาของผนัง 0.1 m ท่อน้ำเป็นท่อพลาสติก(PPR-Pipe) จากการทดสอบผลความต้านทานความร้อนของท่อน้ำ ที่ได้จากการคำนวณหาค่าอุณหภูมิที่ผิวผนัง เมื่อเทียบกับกรณีที่ไม่สนใจท่อน้ำ มีค่าต่างกันประมาณ 0.4°C ส่วนผลของความเร็วต่างๆของน้ำที่มีความเร็วแบบราบเรียบจะได้ผลการคำนวณค่าอุณหภูมิที่ผิวผนัง มีค่าต่างกันประมาณ 0.3°C ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า ท่อน้ำที่มีผลต่อการทำความเย็นคือท่อน้ำที่มีค่าการนำความร้อนต่ำ และผลจากความเร็วต่างๆของน้ำแบบราบเรียบมีผลน้อยมากต่อการทำความเย็นเพราะฉะนั้นเราจะสามารถประหยัดค่าไฟฟ้าของปั๊มโดยการลดความเร็วของน้ำลง

K. A. Antonopoulos, et al (1996)ได้ทำการศึกษาผลอุณหภูมิภายในผนังฝ้าเพดาน ที่ทำการฝังท่อน้ำไว้ในฝ้าเพดานทำความเย็นที่ทำจากแผ่นโลหะ โดยพิจารณาผลของระยะห่างระหว่างท่อน้ำ ความลึกจากผิวผนัง และอุณหภูมิของน้ำขาเข้าและอุณหภูมิของอากาศสิ่งแวดล้อม การศึกษาใช้วิธี Finite differenceแบบ 3 มิติในการศึกษาผลของอุณหภูมิภายในผนังรอบๆท่อ และความลึกจากผิวผนัง จะใช้การศึกษาแบบ 2 มิติโดยไม่สนใจทิศในแนวแกน zจากผลการศึกษา พบว่าการกระจายอุณหภูมิภายในฝ้าเพดานด้านที่สัมผัสกับอุณหภูมิห้องจะมีการกระจายของอุณหภูมิเริ่มคงที่เมื่อเวลาเปลี่ยนไป ส่วนด้านที่สัมผัสกับอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมมีกระจายอุณหภูมิไม่สม่ำเสมอเนื่อง จากมีการรับความร้อนจากสิ่งแวดล้อม ส่วนการศึกษาผลการเปลี่ยนระยะท่อตามความลึกต่างๆโดยเริ่มจากระยะที่ใกล้ผิวฝ้าเพดานที่สัมผัสกับสิ่งแวดล้อม พบว่าที่ระยะกึ่งกลางจะสามารถทำความเย็นได้เร็วกว่าที่ระดับความลึกอื่นๆ และจากการศึกษาผลความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิน้ำขาเข้าและขาออกฝ้าเพดานจะอยู่ที่ประมาณ 2°C ในตอนเริ่มกระบวนการ และเมื่อเวลาผ่านไปความแตกต่างระหว่างน้ำขาเข้าและขาออกฝ้าเพดานประมาณ 0.1°C

S.Y. Ho, et al (1994)ได้ทำการศึกษาแผ่นทำความร้อนโดยการทำ Numerical model แบบ 2 มิติ ใช้ทั้งวิธี Finite difference และ Finite element โดยวิธี Finite difference จะให้ผลของอุณหภูมิที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สูงกว่าเล็กน้อย และวิธี Finite element จะใช้เวลาในการคำนวณน้อยกว่าครึ่งหนึ่งเมื่อเทียบกับอีกวิธีหนึ่ง แต่วิธีในการแก้ปัญหาของFinite difference จะง่ายกว่าวิธี Finite element สำหรับการทดสอบได้ใช้พื้นที่ให้ความร้อนแก่ห้องที่มีการฝังท่อ Polybutyleneคดไปมาในพื้นที่ทำมาจากยิปซัม ผลการคำนวณจากแบบจำลองจะนำมาเปรียบเทียบกับผลการทดสอบจริงโดยสร้างเป็นบ้านแบบบังกะโล ผลจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับผลการทดสอบจริงมีค่าใกล้เคียงกัน ถึงแม้ในค่าของอุณหภูมิที่ได้จากการคำนวณนั้นจะมีค่ามากกว่าอุณหภูมิที่ได้จากการทดลองเล็กน้อย แต่ได้มีการปรับค่าของสมการโดยเพิ่มความหนาแน่นและความจุความร้อนให้สูงขึ้น ทำให้ผลใกล้เคียงกันมากขึ้น

S. Sattari and B. Farhanieh (2005)ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับพื้นที่ทำความร้อน (Radiant heating) โดยใช้วิธี Finite element ในการศึกษาผลของตัวแปรต่างๆเช่น ขนาดท่อ ประเภทของวัสดุท่อ, แผ่นฝังท่อ, แผ่นทับด้านบนแผ่นฝังท่อ จำนวนท่อ และความหนาของแผ่นทับด้านบนแผ่นฝังท่อ ผลจากการวิเคราะห์พบว่าผลของขนาดท่อน้ำและชนิดของท่อน้ำไม่ค่อยมีผลต่อการทำความร้อน ส่วนความหนาและชนิดของแผ่นวัสดุที่วางทับด้านบนของพื้นฝังท่อน้ำ มีผลอย่างมากในการกระจายความร้อนและเมื่อเพิ่มจำนวนท่อน้ำให้มากขึ้น จะมีผลต่อการลดเวลาในการทำความร้อน แต่เมื่อศึกษาสมรรถนะในการทำความร้อนของพื้นจำนวนท่อกลับมีผลไม่มาก สรุปได้ว่า พื้นทำความร้อนที่เหมาะสมที่สุดนั้นต้องมีจำนวนท่อที่น้อยที่สุดและได้ความร้อนตามที่ต้องการ แต่ถึงแม้กระนั้นก็ต้องพิจารณาวัสดุของแผ่นทับด้านบนแผ่นฝังท่อเพื่อช่วยในการกระจายความร้อน

สำหรับในงานวิจัยนี้ จะศึกษาพฤติกรรมของการใช้ผนังเย็นในการลดความร้อนสะสมในผนังอาคาร โดยจะมีการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อทำนายอุณหภูมิที่เกิดขึ้นภายในผนังเย็น และอุณหภูมิของน้ำขาเข้าและออกจากผนังเย็นทั้งนี้จะมีการพิจารณารูปแบบในการวางตำแหน่งท่อ รวมถึงศักยภาพในการผลิตน้ำร้อนเพื่อนำมาใช้ประโยชน์

1.3วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.3.1 เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบ 2 มิติ ในการทำนายพฤติกรรมของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นภายในผนังเย็น และอุณหภูมิของน้ำขาเข้าและออกจากผนังเย็น

1.3.2 เพื่อศึกษาผลการเปลี่ยนตำแหน่งการวางท่อในการลดความร้อนสะสมในผนังเย็น

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

1.4.1 ได้ข้อมูลที่เหมาะสมในการออกแบบผนังเย็นสำหรับอาคาร เพื่อลดภาระความเย็นของระบบปรับอากาศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.4.2 สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับอาคารที่ไม่ปรับอากาศในกรณีของการทำความเย็น Passive Cooling

1.4.3 สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับพื้นคอนกรีตของลานจอดรถกลางแจ้ง เพื่อนำน้ำร้อนที่ได้ไปใช้ในตอนกลางคืน

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ชุดทดสอบจริง และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการคำนวณ งานในแต่ละส่วนมีขอบเขตดังต่อไปนี้

1.5.1ชุดทดสอบจริง

- ใช้ผนังคอนกรีตขนาดกว้าง1.5 mสูง2.5 mและมีความหนา 0.1 m และทาผนังสีดำ
- ฝังด้วยท่อทองแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง เท่ากับ 0.0127 m ที่เชื่อมต่อกับส่วนท่อทองแดง(Header) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง เท่ากับ 0.02 m
- ท่อทองแดงวางตรงกลางผนัง ระยะห่างระหว่างท่อแต่ละท่อเท่ากับ 0.1 m
- ถังน้ำหุ้มฉนวนขนาดอยู่ในช่วง 100 l -150 l
- ช่วงเวลาที่ใช้ในการทดสอบตั้งแต่ 09.00 ถึง 16.00 น.

1.5.2 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการคำนวณ

- ทำการศึกษาอุณหภูมิภายในผนังแบบ 2 มิติ โดยการคำนวณด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้หลักการสมดุลพลังงาน หลักการถ่ายโอนความร้อนและวิธีการผลต่างสืบเนื่อง (Finite difference)
- ค่ารังสีอาทิตย์และอุณหภูมิอากาศสิ่งแวดล้อมใช้ค่าของ จังหวัดเชียงใหม่
- อัตราการไหลของน้ำ 1-8 l/minซึ่งเป็นช่วงการไหลแบบราบเรียบ ถึงปั่นป่วน
- จำนวนท่อที่ทำการศึกษา อยู่ในช่วง 4-20 ท่อ ต่อพื้นที่ผนังขนาดกว้าง 1.5 mสูง2.5 m
- มีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งการวางท่อตามความลึกของผนัง
- ลักษณะผนังที่ใช้ในการคำนวณมีลักษณะเดียวกันกับผนังอาคารทั่วไปที่มีความหนาประมาณ 0.1 m

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved