

ความเป็นไปได้ของการใช้พัฒนเย็นแบบระเหยน้ำ

*ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดิเกะ บุนนาค

**อรดี พฤติศรีณนันท

***ประพนธ์ ยวงบุญเยี่ยม

***ประยูทธ คั่นไหม

ปัจจุบันเรามักได้ยินเรื่องราวเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานอยู่เสมอ ซึ่งเกิดจากการรณรงค์ของทั้งภาครัฐและเอกชน ให้เกิดเป็นรูปธรรมสาเหตุที่มีการตื่นตัวเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานมาจากพลังงานที่เริ่มหายากและระบบปรับอากาศนับว่าเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับชีวิตประจำวันอีกชนิดหนึ่งที่ใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นจำนวนมาก เมื่อเทียบกับการใช้พลังงานในระบบอื่นๆ จะเห็นได้ว่าอาคารสำนักงานโดยทั่วไปที่มีระบบปรับอากาศติดตั้งทั้งอาคารจะใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศประมาณ 50-80% ของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะรูปแบบของอาคารและการออกแบบระบบปรับอากาศ ตลอดจนการใช้งานของอาคารนั้นด้วย โดยการทำงานของระบบการทำความเย็นทั่วไป จะเป็นการทำความเย็นที่ใช้ระบบกระบวนการทำความ

เย็นแบบอัดไอ (Vapour compression refrigeration) ซึ่งระบบดังกล่าวก่อให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับความมลภาวะทางด้านสภาวะแวดล้อมเนื่องจากการนำสารทำความเย็นมาใช้ในกระบวนการจะก่อให้เกิดสภาวะเรือนกระจกการสิ้นเปลืองพลังงานในการทำความเย็นที่สูง ทำให้เกิดการพัฒนาระบบทำความเย็นที่ช่วยในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและพลังงาน เพื่อให้การใช้พลังงานที่มีอยู่อย่างจำกัดเป็นไปอย่างคุ้มค่าและมีการสูญเสียที่น้อยที่สุด

จากเหตุผลดังกล่าวจึงได้มีการนำวิธีการทำความเย็นด้วยวิธีธรรมชาติมาใช้แก้ปัญหาเพราะเป็นแนวทางในการเลือกใช้ระบบการทำความเย็นที่ประหยัดอีกวิธีหนึ่ง ซึ่งในกระบวนการทำความเย็นด้วยวิธีธรรมชาติสามารถให้ประสิทธิภาพได้พอสมควร ดังนั้นในการทดลองนี้จะเป็นการกล่าวถึงระบบการทำความเย็นด้วยวิธี

*ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจำภาควิชาการจัดการพลังงาน หัวหน้าศูนย์ปริกษาและพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ : D.Phyl (Energy) U.de Nice Sophia Antipolice, Ph. D. (Energy Technogy) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

**อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ : M.Eng , B.Eng (Industrial Eng.) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

***นักศึกษาชั้นปีที่ 4 คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ธรรมชาติ ซึ่งต้องอาศัยหลักการทำความเย็นแบบระเหยของน้ำ ซึ่งเป็นกระบวนการที่สามารถให้ระดับอุณหภูมิการทำความเย็นได้ในระดับหนึ่งทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับในแต่ละสภาพภูมิอากาศ ซึ่งมีหลักการทำงานคือให้น้ำไหลผ่านวัสดุที่มีความสามารถในการถ่ายเทกระแสน้ำไหลผ่านระบบดังกล่าวจะทำให้อัตราส่วนความชื้นของกระแสอากาศที่และอุณหภูมิของกระแสอากาศที่ไหลออกจากระบบลดลง ดังนั้น สำหรับการทำความเย็นด้วยวิธีดังกล่าวนี้จะสามารถช่วยประหยัดพลังงานในการทำความเย็นได้ แต่ในการนำระบบนี้มาใช้ยังมีข้อจำกัดคือระบบจะมีประสิทธิภาพต่ำเมื่อเทียบกับอุณหภูมิที่ได้

การทำความเย็นแบบระเหย (Evaporative Cooling) การทำความเย็นระบบนี้ จะใช้น้ำเป็นสารทำความเย็นและใช้ พัดลมเป็นอุปกรณ์เพิ่มความร้อนให้กับอากาศ เมื่ออากาศไหลผ่าน ผิวเปียกจะทำให้ น้ำบางส่วนระเหยรวมตัวกับกระแสอากาศจึงทำให้อุณหภูมิของอากาศลดลง ระบบการทำความเย็นชนิดนี้มีข้อดีคือมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานต่ำ

- หลักการทำความเย็นแบบระเหย

สำหรับในสภาวะภูมิอากาศแบบร้อนแห้ง นั้นเหมาะสมในการใช้ระบบทำความเย็นแบบระเหยได้ดี ในการทำความเย็นสามารถทำได้โดยการฉีดละอองน้ำเข้าผสมกับอากาศที่ร้อนแห้ง เพื่อใช้ความร้อนแฝงของอากาศที่แห้งระเหยน้ำ จากการฉีดน้ำให้รวมตัวกับอากาศ ผลที่ได้ทำให้อุณหภูมิต่ำลงและความชื้นสูงขึ้น ในกระบวนการทำความเย็นโดยวิธีการนี้จะอาศัยสมมติฐานคือ ในระหว่างกระบวนการ ความดันจะคงที่และมีการลดความร้อนโดยการเพิ่มความ

ชื้นให้มากขึ้น กระบวนการนี้ไม่มีแหล่งความร้อนจากภายนอกเข้ามาเกี่ยวข้อง และใช้น้ำหมุนเวียนในระหว่างกระบวนการอย่างต่อเนื่อง การระเหยของน้ำจะให้ความร้อนแฝงในการระเหย แต่เนื่องจากไม่มีแหล่งความร้อนจากภายนอก ดังนั้น น้ำจะดูดความร้อนจากอากาศทำให้อากาศมีความร้อนสัมผัสลดลง (อุณหภูมิกระเปาะแห้งลดลง) จะเห็นได้ว่า อากาศมีความร้อนสัมผัสลดลงแต่มีความร้อนแฝงเพิ่มขึ้น(จากการระเหยของน้ำ) ในจำนวนที่เท่ากัน นั่นคือกระบวนการทำให้เย็นโดยการระเหยเป็นกระบวนการที่ไม่มีการเพิ่มหรือลดความร้อนออกจากอากาศ ซึ่งเป็นกระบวนการเอนทัลปีคงที่ เนื่องจากกระบวนการทำให้เย็นโดยการระเหยเป็นกระบวนการเดียวกันกับกระบวนการที่เกิดขึ้นที่กระเปาะของเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะเปียก ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่ากระบวนการทำความเย็นโดยการระเหยเป็นกระบวนการอุณหภูมิคงที่ด้วย และอากาศที่ออกจากกระบวนการเป็นอากาศที่อิ่มตัว ในทางปฏิบัติอากาศที่ออกจากกระบวนการจะไม่ใช่อากาศอิ่มตัว เพราะการทำให้อากาศอิ่มตัวจะต้องใช้พื้นที่สำหรับการระเหยน้ำมาก

- การทำให้รู้สึกสบายด้วยการปรับอากาศ

ถ้าคนเราถูกขังอยู่ในห้องที่ปิดมิดชิดสักช่วงเวลาหนึ่ง เขาจะเริ่มรู้สึกไม่สบายและอึดอัดเกี่ยวกับข้อสังเกตนี้ ลาวัวเซียร์ (Lavoisier) นักเคมีได้อธิบายเมื่อปี ค.ศ. 1777 ว่า การเพิ่มความหนาแน่นของแก๊ส CO₂ ในห้องจากการหายใจของคนทำให้คนรู้สึกอึดอัด

แม็กซ์ ฟอน เพทเทนโคเฟอร์ (Max von Pattenkofer) นักสุขศาสตร์ กลับมีความเห็นแตกต่างไป เขาได้เสนอทฤษฎีของเขาในปี ค.ศ.

1858 ว่าคนเราหายใจสารที่เป็นสารพิษออกมาในสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณของแก๊ส CO₂ ในปี ค.ศ. 1905 นักสุขศาสตร์ชื่อ ฟรุ๊กเก (Frugge) ได้เสนอทฤษฎีที่ยังคงใช้ได้จนถึงปัจจุบันว่าร่างกายของคนอาจเปรียบได้กับเครื่องยนต์สันดาปภายในที่จะต้องถ่ายความร้อนที่เกิดจากการทำงาน ถ้าความร้อนนี้ไม่สามารถระบายออกไปจากร่างกายได้เนื่องจากอุณหภูมิโดยรอบสูงก็จะมีผลทำให้รู้สึกอึดอัดไม่สบาย ในปี ค.ศ. 1923 ยากูลได้สร้างห้องที่สามารถควบคุมภาวะอากาศได้จำนวน 2 ห้อง เพื่อใช้ทดลองหาภาวะของอากาศที่คนจะรู้สึกสบาย ในห้องแรกอากาศนิ่งและมีความชื้น 100% ยากูลปรับค่าอุณหภูมิความชื้นและการเคลื่อนไหวของอากาศในห้องที่สองตามที่คนที่เข้ามาจากห้องแรกตัดสินว่าภาวะบรรยากาศทั้งสองให้ความรู้สึกอบอุ่นกับเขาเท่าเทียมกันค่านี้

เรียกว่า "อุณหภูมิสมประสงค์" (Effective Temperature : E.T.)

ความรู้สึกสบาย : ฤดูร้อน 2% ที่ 21.7°C ET
ฤดูหนาว 2.3% ที่ 20°C ET

หลังจากการทดลองของยากูลแล้ว คอช (Koch) และผู้ช่วยของเขาก็ได้ศึกษาความรู้สึกของคนซึ่งทำงานเป็นเวลานานอยู่ในสำนักงานปรับอากาศ เขาได้รายงานว่าความชื้นไม่ได้มีผลต่อความรู้สึกต่ออุณหภูมิ ค่าภาวะของอากาศที่นิยมใช้กันทั่วไปในการปรับอากาศเพื่อความสบาย เป็นดังนี้

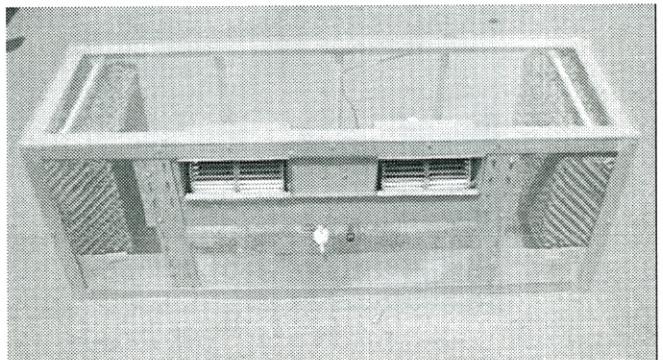
สำหรับการปรับอากาศในฤดูร้อน หรือในเมืองร้อน เป้าหมายค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ คือ

อุณหภูมิ	ความชื้นสัมพัทธ์	สภาพการใช้งาน
27°C	50 - 55%	อาคารและบ้านอยู่อาศัยทั่วไป
26°C	50 - 55%	อาคารชั้นสูงและอาคารที่ได้รับความร้อนจากการแผ่รังสีค่อนข้างมาก

การออกแบบชุดทดสอบ

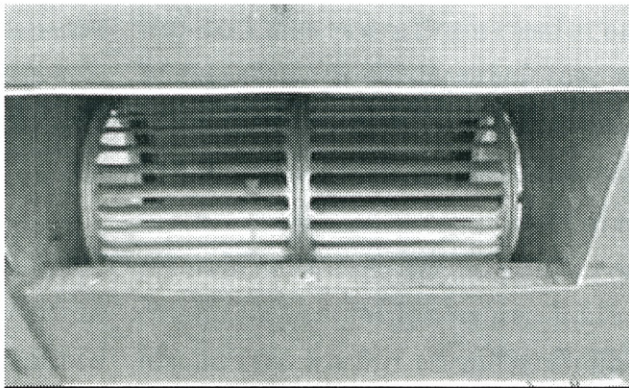
พัฒนาระบบแบบระเหยน้ำ มีขนาดของเครื่อง ดังนี้ กว้าง 45 เซนติเมตร ยาว 130 เซนติเมตร และสูง 50 เซนติเมตร ดังรูปที่ 1

รูปที่ 1 พัฒนาระบบแบบระเหยน้ำ



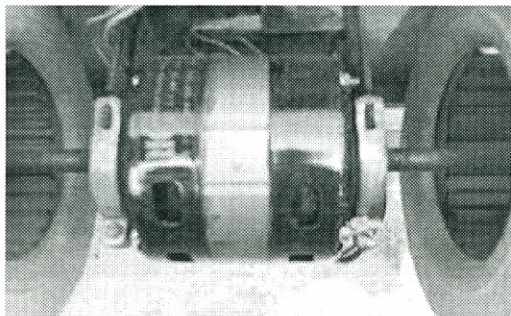
พัดลมไฟฟ้าแบบกรงกระรอก

ชุดทดสอบจะใช้พัดลมไฟฟ้าแบบกรงกระรอก 1 ตัว พัดลมทำจากอะลูมิเนียม ใบพัดมีขนาดยาว 30 เซนติเมตร มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 เซนติเมตร ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 พัดลมไฟฟ้าแบบกรงกระรอก

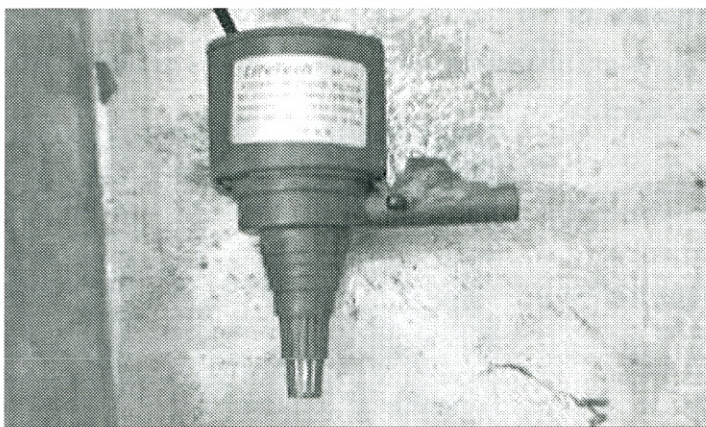
มอเตอร์ของพัดลมไฟฟ้าแบบกรงกระรอก ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับแรงดัน 220 โวลต์ กระแสไฟฟ้า 0.6 แอมป์ ความเร็วรอบ 1,200 รอบต่อนาที และสามารถปรับระดับความเร็วลมได้ 3 ระดับ ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 มอเตอร์พัดลมกรงกระรอก

ปั้มน้ำ

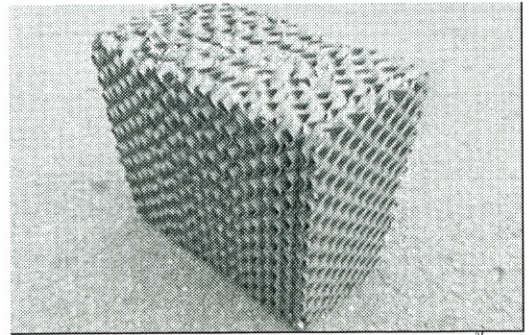
ยี่ห้อ LIFE TECH AP2500 ใช้งานที่แรงดัน 220V ความถี่ 50HZ กำลังไฟฟ้า 29 W ระดับความสูงของน้ำที่ปั้มน้ำสามารถดูดได้ : 2m อัตราการปั้มน้ำสูงสุด : 2,000 ลิตร/ชั่วโมง ดังรูป 4



รูปที่ 4 ปั้มน้ำ

- อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (รังผึ้ง)

รังผึ้งระเหยน้ำมีขนาดกว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 40 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร (รูปที่ 5) ติดตั้งอยู่ด้านข้างทั้งสองข้างของชุดทดสอบ รังผึ้งจะถูกน้ำราดลงมาตลอดเวลาจากปั๊มน้ำแบบแช่เมื่อน้ำไหลตามรังผึ้งลงสู่ด้านล่างจะไหลตัดกับอากาศที่ถูกดูดเข้ามาโดยพัดลมทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความชื้นกับอากาศจะชื้นขึ้นและมีอุณหภูมิลดลง

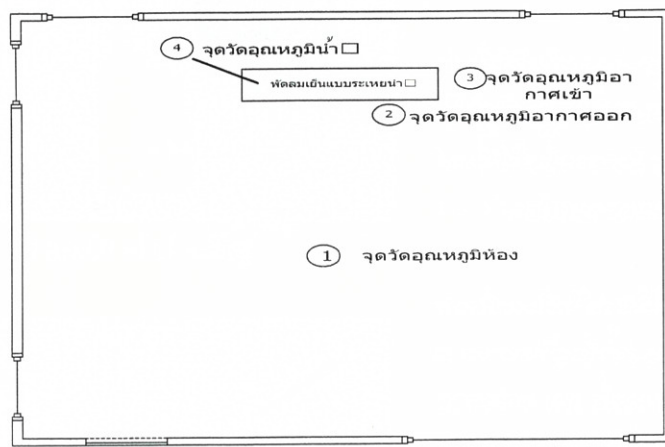


รูปที่ 5 อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (รังผึ้ง)

- ห้องที่ใช้ในการทดลอง

ในการทดลองการใช้งานของพัดลมเย็นแบบระเหยน้ำ จะมี ขนาดกว้าง 4.50 เมตร ยาว 4.50 เมตร และสูง 2.50 เมตร มีหน้าต่างกระจกใส ขนาด 73 x 79 เซนติเมตร จำนวน 4 บาน และขนาด

165 x 110 เซนติเมตร จำนวน 1 บาน มีประตูกระจกใสขนาด 90 x 200 เซนติเมตร จำนวน 1 บาน ชุดทดลองจะตั้งชิดกึ่งกลางของผนังด้านหนึ่งของห้อง (รูปที่ 6)



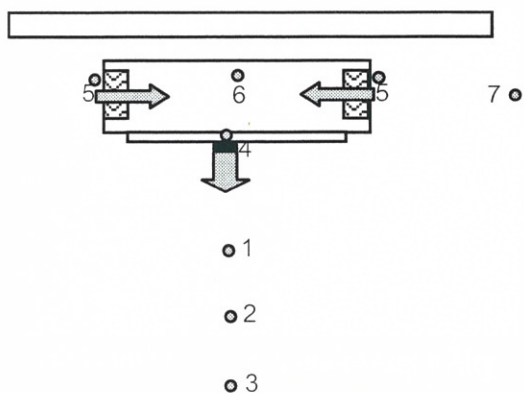
รูปที่ 6 แสดงแผนผังห้องและจุดวัดอุณหภูมิภายในห้องปิด

ในการทดลองจะทำภายใต้สภาวะดังนี้

1. สภาวะห้องปิด ภายใต้สภาวะนี้ในห้องจะถูกปิดประตูหน้าต่างทั้งหมดและไม่มีการถ่ายเทอากาศใดๆ เกิดขึ้นขณะทำการทดลอง

2. สภาวะห้องเปิด ภายใต้สภาวะนี้ห้องจะถูกเปิดประตูหน้าต่างทั้งหมดขณะทำการทดลองทำให้อากาศถ่ายเทได้ตลอด

3. สภาวะภายนอกอาคาร สภาวะนี้จะนำชุดทดสอบไปตั้งภายนอกอาคาร เป็นพื้นที่โล่งมีหลังคาคลุม มีขนาดพื้นที่กว้าง 2.50 เมตร ยาว 5 เมตร โดยหลังคาอยู่สูงจากพื้นดิน 3 เมตร โดยในการวัดค่าจะวัดทั้งหมด 7 จุด (รูปที่ 7)

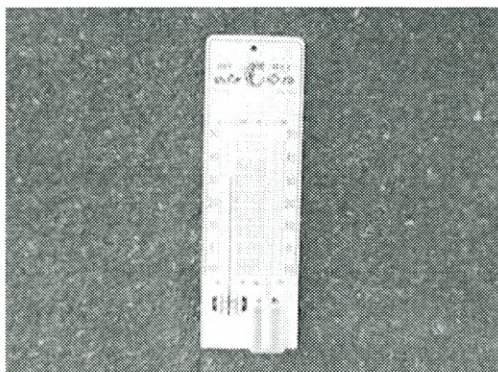


- 1 = จุดวัดอุณหภูมิที่ระยะ 2 เมตร
 2 = จุดวัดอุณหภูมิที่ระยะ 2.5 เมตร
 3 = จุดวัดอุณหภูมิที่ระยะ 3 เมตร
 4 = จุดวัดอุณหภูมิอากาศออก
 5 = จุดวัดอุณหภูมิอากาศเข้า
 6 = จุดวัดอุณหภูมิน้ำ
 7 = จุดวัดอุณหภูมิภายนอก

รูปที่ 7 แสดงแผนผังพื้นที่และจุดวัดอุณหภูมิบริเวณนอกอาคาร

- อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ ในการเก็บข้อมูลจะทำการเก็บค่าทั้งหมด 6 ค่า โดยทำการเก็บข้อมูลที่ทำทดสอบ โดยมีอุปกรณ์ในการวัดค่าดังต่อไปนี้

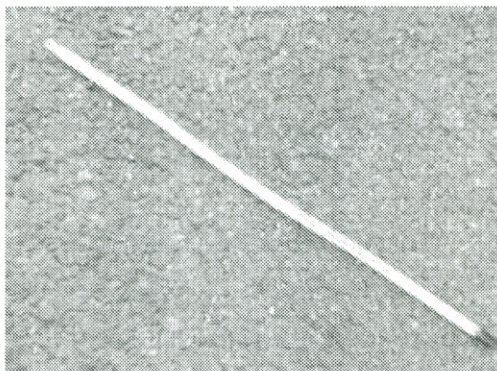
● ไฮโดรมิเตอร์ สามารถวัดได้ทั้งค่าอุณหภูมิและความชื้น โดยสามารถวัดอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -101°C ถึง 50°C และวัดความชื้นได้ตั้งแต่ -10°C ถึง 50°C โดยมีค่าความคลาดเคลื่อน $^{\circ}\text{C} + 1$ ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 ไฮโดรมิเตอร์

● เทอร์โมมิเตอร์ ใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบปรอทในการวัดค่าอุณหภูมิของน้ำที่อยู่ใน ถาดภายในเครื่องพัดลมเย็นแบบระเหยน้ำ เพราะสะดวกในการใช้และค่าที่วัดได้มีความแม่นยำโดยวัดอุณหภูมิได้ตั้งแต่ได้ตั้งแต่ $0-100^{\circ}\text{C}$ และมีค่าความคลาดเคลื่อน $+ 1^{\circ}\text{C}$ ดังรูปที่ 9

● นาฬิกาจับเวลา ในการทดลองจะต้องวัดความเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นที่จุดต่างๆ โดยในการบันทึกผลการทดลองจะทำการบันทึกผลการทดลองทุกๆ 5 นาที



รูปที่ 9 เทอร์โมมิเตอร์แบบปรอท

- การออกแบบการทดลองดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นปัจจัยที่มีผลกับการศึกษานี้ คือ ความเร็วของพัดลมการเปิด-ปิดห้องหรืออยู่นอกอาคารและปริมาณน้ำจากปัจจัยทั้งหมด จึงสามารถแบ่งการทดลองตามปัจจัยต่างๆดังนี้

- ปริมาณน้ำภายในถาดมี 2 ระดับ ดังนี้
 - ปริมาณน้ำมาก (50 ลิตร)
 - ปริมาณน้ำน้อย (40 ลิตร)

● สภาพะของสถานที่ที่ใช้ทดลองมี 3 ลักษณะ ดังนี้

- สภาพะห้องปิด
- สภาพะ ห้องเปิด
- สภาพะภายนอกอาคาร

● ความเร็วของพัดลม มี 3 ระดับ ดังนี้

- ระดับความเร็วลมเบอร์ 1 ชั่วที่สุด คือ มีความเร็วลม 2.7 เมตร/วินาที
- ระดับความเร็วลมเบอร์ 2 ปานกลาง คือ มีความเร็วลม 3.10 เมตร/วินาที

- ระดับความเร็วลมเบอร์ 3 เร็วที่สุด คือ มีความเร็วลม 4.6 เมตร/วินาที

- ผลการทดลอง จากการทดลองภายใต้เงื่อนไขการทดลองใน 3 สภาพะ คือ ห้องปิด ห้องเปิดและภายนอกอาคาร โดยมีเงื่อนไขการทดลองอีก 2 เงื่อนไขย่อยคือ ปริมาณน้ำและความเร็วพัดลม โดยในแต่ละเงื่อนไขย่อยจะถูกแบ่งออกเป็น หลายรูปแบบดังนี้ ปริมาณน้ำมี 2 รูปแบบคือ 40 ลิตร และ 50 ลิตร ความเร็วลมแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ 2.7, 3.1 และ 4.6 เมตร/วินาที ผลการทดสอบ (ตารางที่ 1และ2) พบว่าสภาพะในห้องปิดและห้องเปิด มีความชื้นมากกว่า 75 % ซึ่งทำให้ผู้อยู่อาศัยรู้สึกอึดอัด ไม่สบาย และเสี่ยงต่อการเกิดโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ เช่น โรคปอดบวม เป็นต้น ดังนั้นสภาพะห้องปิดและห้องเปิดจึงไม่เหมาะสมต่อการใช้งานพัดลมเย็นแบบระเหยน้ำ ดังนั้น สภาพะภายนอกอาคารจึงเป็นสภาพะที่เหมาะสมต่อการใช้งาน เมื่อเทียบกับสภาพะทั้ง 2 ข้างต้น

ตารางที่ 1 ค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นจากการทดลองที่สภาวะน้ำน้อย

การทดลอง	ด้านอุณหภูมิห้องหรือบริเวณที่ทดลอง				ด้านความชื้น		
	ระยะเวลา ที่เข้าสู่ สภาวะคง ที่ (นาท)	อุณหภูมิ สูงสุด ท้าย (°C)*	ความแตกต่าง ของอุณหภูมิใน บริเวณที่ทดลอง ** (°C)	ความแตกต่าง ของอุณหภูมิ ภายนอก * (°C)	ระยะเวลา ที่เข้าสู่ สภาวะคง ที่ (นาท)	ความชื้น สุดท้าย* (%)	ความแตกต่าง ของความชื้น (%) **
ห้องปิด พัดลมเบอร์ 1	10	28	-1	3	90	96	+11
ห้องปิด พัดลมเบอร์ 2	10	27	-2	6	10	92	+7
ห้องปิด พัดลมเบอร์ 3	10	27.5	-1.5	5	10	88	+3
ห้องเปิด พัดลมเบอร์ 1	45	27.5	-1.5	1.5	5	88	+3
ห้องเปิด พัดลมเบอร์ 2	25	27	-2	6	75	85	-7
ห้องเปิด พัดลมเบอร์ 3	10	27	-2	6	80	81	0
ภายนอก พัดลมเบอร์ 1	30	32	-1	2	45	61	+11
ภายนอก พัดลมเบอร์ 2	25	30	-2	3	25	65	+4
ภายนอก พัดลมเบอร์ 3	60	29.5	-1.5	2.5	20	65	+5

NOTE *หลังจากเปิดพัดลมแล้ว 120 นาที

**เปรียบเทียบระหว่างค่าเมื่อก่อนเปิดพัดลมและค่าที่หลังจากเปิดพัดลมแล้ว

ตารางที่ 2 ค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นจากการทดลองที่สภาน้ำมาก

การทดลอง	ด้านอุณหภูมิห้องหรือบริเวณที่ทดลอง				ด้านความชื้น		
	ระยะเวลาที่เข้าสู่สภาวะคงที่ (นาที)	อุณหภูมิสุดท้าย (°C)*	ความแตกต่างของอุณหภูมิในบริเวณที่ทดลอง (°C) **	ความแตกต่างของอุณหภูมิภายนอก * (°C)	ระยะเวลาที่เข้าสู่สภาวะคงที่ (นาที)	ความชื้นสุดท้าย* (%)	ความแตกต่างของความชื้น (%) **
ห้องปิด พัฒมเบอร์ 1	45	28.5	-0.5	3.5	35	96	+4
ห้องปิด พัฒมเบอร์ 2	15	29	-1	6	10	96	+14
ห้องปิด พัฒมเบอร์ 3	5	28	-2	5	80	96	+11
ห้องเปิด พัฒมเบอร์ 1	20	28	-1	3	5	88	+10
ห้องเปิด พัฒมเบอร์ 2	25	27.5	-2	5.5	80	78	-3
ห้องเปิด พัฒมเบอร์ 3	30	27	-2	4	10	77	+6
ภายนอก พัฒมเบอร์ 1	10	31	-1.5	1	25	63	+13
ภายนอก พัฒมเบอร์ 2	45	30	-2	2	45	65	+4
ภายนอก พัฒมเบอร์ 3	30	30	-1	2	30	65	+5

NOTE * หลังจากเปิดพัฒมแล้ว 120 นาที

**เปรียบเทียบระหว่างค่าเมื่อก่อนเปิดพัฒมและค่าที่หลังจากเปิดพัฒมแล้ว

- สภาพของสถานที่ที่เหมาะสมต่อการใช้งานพัฒมเย็นแบบระเหยน้ำ ความเร็วของพัฒมที่เหมาะสมต่อการใช้งานพัฒมเย็นแบบระเหยน้ำ จากตารางที่1 พบว่าที่ระดับความเร็วพัฒมที่เหมาะสมต่อการใช้งานพัฒมเย็นแบบระเหยน้ำ คือ การเปิดที่ระดับความเร็วพัฒมเบอร์ 3 เนื่องจากสามารถลดอุณหภูมิได้ต่ำที่สุดในด้าน

ของ ปริมาณน้ำที่เหมาะสมต่อการใช้งานพัฒมเย็นแบบระเหยน้ำ พบว่าปริมาณน้ำที่เหมาะสมต่อการใช้งานพัฒมเย็นแบบระเหยน้ำ คือ การเปิดทดลองโดยใช้ปริมาณน้ำที่น้อยคือ 40 ลิตร เนื่องจากเมื่อน้ำแลกเปลี่ยนความร้อนแล้วจะลดอุณหภูมิลงได้เร็วกว่าปริมาณน้ำ 50ลิตรจึงทำให้พัฒมเย็นแบบระเหยน้ำที่ใช้ปริมาณน้ำ40 ลิตร มี

อุณหภูมิต่ำกว่าใช้ปริมาณน้ำ 50 ลิตรจากการทดลองที่สภาวะภายนอกอาคาร ความเร็วพัดลมเบอร์ 3 ที่เป็นสิ่งที่น่าสนใจที่จะศึกษาจุดนี้เพิ่มเติม จึงได้ทำการทดลองเพิ่มเติมที่ระดับน้ำ 30 ลิตร เพื่อหารายละเอียดเพิ่มเติมในส่วนของคุณภาพน้ำ

เนื่องจากผลการทดลองพบว่าปริมาณที่น้อยจะสามารถลดอุณหภูมิลงได้มากโดยจะมีการวัดอุณหภูมิที่ระยะห่างจากหน้าเครื่อง 2 เมตร 2.5 เมตร และ 3 เมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ผลการทดลองปรับปริมาณน้ำในชุดพัดลม

ค่าเฉลี่ย	ปริมาณน้ำ 30 ลิตร			ปริมาณน้ำ 40 ลิตร			ปริมาณน้ำ 50 ลิตร		
	ระยะ 2 เมตร	ระยะ 2.5 เมตร	ระยะ 3 เมตร	ระยะ 2 เมตร	ระยะ 2.5 เมตร	ระยะ 3 เมตร	ระยะ 2 เมตร	ระยะ 2.5 เมตร	ระยะ 3 เมตร
อุณหภูมิห้อง (°C)	31	31.1	31.4	32	32.2	32.5	32.2	32.6	33
ความชื้นห้อง (%)	70.2	68.2	66	73.2	72.4	71	76.6	75.4	72.2

ค่าจากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นอย่างเด่นชัดว่า ปริมาณน้ำและระยะที่เหมาะสมต่อการใช้งานพัดลมเย็นแบบระเหยน้ำ คือ ปริมาณน้ำ 30 ลิตร ที่ระยะห่าง 3 เมตร เนื่องจากสามารถลดอุณหภูมิและความชื้นได้ต่ำที่สุด

ในการทดลองสภาพอากาศโดยทั่วไปจะมีอุณหภูมิ 30-36 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 50-65 % ส่วนอุณหภูมิของพัดลมเย็นแบบระเหยน้ำต่ำที่สุดภายในห้องที่สามารถทำได้คือ 27 °C และความชื้นสัมพัทธ์ต่ำที่สุดภายในห้องปิด คือ 82 % ความชื้นสัมพัทธ์สูงที่สุดภายในห้องปิด คือ 96 % ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ต่ำที่สุดภายในห้องเปิด คือ 70 % ความชื้นสัมพัทธ์สูงที่สุดภายในห้องเปิด คือ 92 % ซึ่งถือได้ว่าพัดลมเย็นแบบระเหยน้ำนี้ก่อให้เกิดความชื้นที่สูงมากเมื่อนำมาใช้ในห้องซึ่งจะไม่เหมาะสมกับการนำมาเปิดใช้งานในห้อง ส่วนการนำพัดลมเย็นแบบระเหยน้ำไปเปิดใช้งานภายนอกอาคารนั้นอุณหภูมิเฉลี่ยภายในบริเวณที่เปิดใช้งาน

อยู่ที่ 31 °C (ขึ้นอยู่กับความแปรปรวนของอากาศ) ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยอยู่ที่ 66 % ซึ่งถือว่าพัดลมเย็นแบบระเหยน้ำเหมาะสมที่สุดในการนำไปใช้ภายนอกอาคาร โดยอุณหภูมิอาจลดต่ำลงได้อีกถ้าหากอุณหภูมิภายนอกไม่สูงมากเกินไป (ไม่อยู่ในช่วงฤดูร้อน)

ดังนั้นสรุปได้ว่าสภาวะที่เหมาะสมต่อการใช้งานพัดลมเย็นแบบระเหยน้ำ คือ สภาวะภายนอกอาคาร ระดับความเร็วพัดลมสูงที่สุด ปริมาณน้ำ 30 ลิตร ที่ระยะห่างจากหน้าเครื่อง 3 เมตร เพราะจะทำให้ได้อุณหภูมิและความชื้นต่ำ ซึ่งเหมาะสมต่อการอยู่อาศัยและใช้งานในบริเวณภายนอกสถานที่ที่มีสภาพเปิดโล่งซึ่งมีหลังคาปกคลุมส่วนความคลาดเคลื่อนที่มีผลต่อการทดลอง คือ สภาพอากาศที่แปรปรวนในขณะทำการทดลอง เช่น อุณหภูมิภายนอกที่ร้อนจัดหรือมีฝนตกลงมาขณะทำการทดลองและอุปกรณ์ในการทดสอบอาจมีความเที่ยงตรงในการวัดไม่เท่ากัน

ตารางที่ 3 แสดงการวิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุน

ชนิดพัฒน	ต้นทุนเครื่อง (บาท)	ต้นทุนการใช้งาน (บาท/เดือน)
พัฒนธรรมดา	750	466
พัฒนเย็นแบบระเหยน้ำ	3,500	552

ระบบพัฒนเย็นแบบระเหยน้ำนี้ยังไม่สามารถทำอุณหภูมิให้ต่ำกว่า 27°C ได้และมีความชื้นสูงอาจไม่เหมาะกับการใช้ในบ้านเรือนทั่วไป น่าจะเหมาะสมกับการใช้ภายนอกอาคาร หรือใช้กับพืชหรือสัตว์บางชนิด เช่น หนอนไหม ซึ่งมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. สำหรับการอยู่อาศัยควรใช้ระบบลดอุณหภูมิแบบอื่น เช่น Thermoelectric หรือ การใช้น้ำไหลอยู่ในท่อแล้วให้พัฒนเป่าผ่านท่ออีกครั้งหนึ่ง
2. ใช้สารดูดความชื้นมาช่วยในการลดความชื้นตรงจุดอากาศออก ซึ่งอาจใช้สารดูดความชื้นที่เป็นของแข็ง สารดูดความชื้นที่เป็นของแข็งนี้เมื่อดูดความชื้นแล้ว จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ โดยความชื้นหรือน้ำจะถูกดูดซับไว้ที่ผิวของสาร สารดูดความชื้นจะคายความชื้นออกดังนั้นเมื่อได้รับความร้อนความชื้นที่

ถูกดูดจะถูกคายออก สามารถนำมาใช้ในกระบวนการลดความชื้นต่อเนื่องได้ ผลที่ได้ทำให้สารดูดความชื้นประเภทนี้มีช่วงอายุการใช้งานที่ยาว เช่น ซิลิกาเจล (Silica gel)

3. ใช้ COOLING TOWER ติดตั้งเพิ่มเพื่อช่วยในการลดอุณหภูมิของน้ำให้เย็นขึ้นก็จะทำให้อุณหภูมิอากาศที่ออกมาเย็นขึ้น
4. สามารถทำได้โดยการเพิ่มพื้นที่ในการระเหย (ผิวเปียก) เพื่อช่วยในการให้เกิดการระเหยตัวของน้ำได้ดีเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบและยังสามารถลดอุณหภูมิให้ต่ำลงได้อีก
5. ไม่ควรอยู่ใกล้พัฒนเย็นแบบระเหยน้ำต่ำกว่า 2 เมตร เนื่องจากบริเวณนั้นมีความชื้นสัมพัทธ์สูงเกินกว่าระดับที่ผู้อยู่อาศัยจะรู้สึกสบาย และเสี่ยงต่อการเกิดโรค เช่น โรคปอดบวม เป็นต้น

บรรณานุกรม

- ไพบุลย์ หังสพฤกษ์ และไซโต,เฮอิไซ. (2538). การปรับอากาศ. (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ : ดวงกมล มนตรี พิรุณเกษตร. (2541). การถ่ายเทความร้อน. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ : วิทยพัฒน์.
- วิสัยทัศน์งานวิศวกรรมปรับอากาศในอนาคต. (2542). กรุงเทพฯ : สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย
- สุกศักดิ์ กิตติศาสตรจร. (2545). การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับระบบทำความเย็นแบบระเหยโดยการเพิ่มกระบวนการลดความชื้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชา เทคโนโลยีพลังงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.