

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

เมื่อน้ำระเหยความร้อนแฝงในอากาศจะถูกดึงไปใช้ ทำให้อุณหภูมิในอากาศลดลงในขณะที่ความชื้นในอากาศเพิ่มขึ้น ปรากฏการณ์ธรรมชาตินี้เกิดขึ้นและดำเนินไปเพื่อสร้างสมดุลให้เกิดขึ้นในระบบ (ที่อุณหภูมิ 18°C เมื่อเกิดการระเหยใช้ความร้อน 2400 kJ/kg) ปัจจุบันรูปแบบการลดอุณหภูมิอากาศด้วยการระเหยของน้ำมีการประยุกต์ใช้งานโดยการระเหยแบบตรง ที่เกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนในอากาศโดยตรงกับละอองน้ำที่พ่นลอยมาในอากาศ ซึ่งเป็นวิธีลดอุณหภูมิที่มีประสิทธิภาพแต่อาจเป็นสาเหตุของโรคติดเชื้อทางเดินหายใจ ที่เชื้อโรคมักมีโอกาสปะปนมากับละอองน้ำ

ด้วยคุณสมบัติการยอมให้น้ำซึมผ่านได้ของภาชนะดินเผาไฟดำ เมื่อใช้บรรจุน้ำ ผิวภาชนะจะกลายเป็นพื้นผิวเพื่อการระเหย ซึ่งเกิดการระเหยอย่างต่อเนื่อง ตลอดเวลาที่มีน้ำบรรจุในภาชนะ จากการทดลองในห้องทดลองกว้าง 1.2 ม.ยาว 2.4 ม.สูง 1.2 ม.มีการระบายอากาศด้วยพัดลมดูดอากาศ ความเร็วลมประมาณ 0.4 เมตร /วินาที พื้นที่ผิวการระเหยของภาชนะดินเผาประมาณ 4.616 ตารางเมตร อัตราการระเหย 0.1825 ลิตร/ชั่วโมง ทำให้อุณหภูมิอากาศเวลากลางวัน ลดลง 1.9 เคลวิน โดยมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยที่ 43.04% RH ซึ่งแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของภาชนะดินเผาไฟดำ ที่ช่วยลดอุณหภูมิในอากาศได้โดยไม่ก่อให้เกิดความชื้นมากเกินไปเมื่อมีการระบายอากาศที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังลดปัญหาการกระจายของละอองน้ำในอากาศซึ่งเป็นสาเหตุของโรคติดเชื้อทางเดินหายใจได้อีกด้วย

จากการทดลองสามารถสรุปความสัมพันธ์ของพื้นที่ผิวระเหยกับการลดลงของอุณหภูมิได้เป็นสมการคือ $y = -0.0525x^2 + 0.6551x - 0.0018$ เมื่อ y คือ อุณหภูมิอากาศที่ลดลง (K) และ x คือ พื้นที่ผิวการระเหยของน้ำในภาชนะดินเผา (ตร.ม.) โดย $6 \geq x > 0.003$ ซึ่งทำให้ทราบว่า อุณหภูมิลดลงได้สูงสุดประมาณ 2K ด้วยพื้นที่ผิวการระเหยประมาณ 5.4 ตารางเมตร ในขณะที่ลดอุณหภูมิอากาศ 1K ด้วยพื้นที่ผิวการระเหย 1.8 ตารางเมตร

เช่นเดียวกับตำแหน่งการวางภาชนะดินเผาภายในห้อง ก็มีความสัมพันธ์กับการลดอุณหภูมิภายในห้องด้วยเช่นกัน การวางภาชนะดินเผาแบบกระจายทั่วห้องทำให้อุณหภูมิภายในห้องลดลงอย่างทั่วถึง เนื่องจากเมื่อเกิดการระเหย ความร้อนในอากาศรอบบริเวณใกล้ผิวภาชนะจะถูกดึงไปใช้ ทำให้อุณหภูมิที่ผิวภาชนะลดต่ำลงมาก และค่อยๆ เพิ่มสูงขึ้นเมื่อมีระยะห่างเพิ่มขึ้น ดังนั้นการวางภาชนะดินเผาในลักษณะกระจายทั่วห้อง จึงเป็นเสมือนการกระจายความเย็นให้ทั่วถึง แต่ที่ย่อมทำให้ประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิต่ำกว่าการวางรวมไว้ในที่เดียวกัน

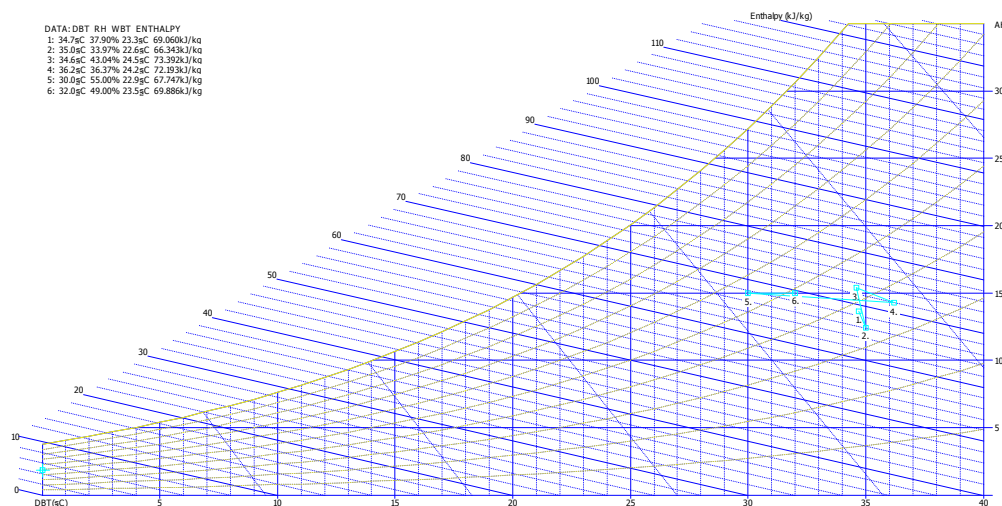
5.1 ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของระบบการลดอุณหภูมิอากาศด้วยการระเหย

ตามทฤษฎีเกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะของน้ำ เมื่อเกิดการระเหย ความร้อนในอากาศจะถูกนำมาใช้ ทำให้อุณหภูมิลดลงและความชื้นเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าEnthalpy ยังคงเท่าเดิม ซึ่งในระบบปรับอากาศจำเป็นต้องมีระบบบริดความชื้นออก เพื่อให้การลดอุณหภูมิเกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อพิจารณาหลักการดังกล่าวกับการลดอุณหภูมิอากาศด้วยการระเหยทำให้พบว่าระบบการระเหยที่ทำการทดลองมีส่วนทำให้ในอากาศมีความชื้นสูงขึ้น ซึ่งเท่ากับว่าประสิทธิภาพในการก่อให้เกิดภาวะความสบายด้วยวิธีนี้ต่ำ แต่กระนั้น เมื่อพิจารณาจากรูปภาพแผนภูมิชี้วัดอากาศแสดงเขตความสบาย ทำให้ทราบว่า ผลดีจากการระเหยที่เกิดขึ้นบวกกับการเพิ่มความเร็วลม จะช่วยให้อากาศเข้าใกล้ภาวะความสบายได้ โดยสามารถพิจารณาจากตารางและแผนภาพที่แสดงด้านล่างนี้

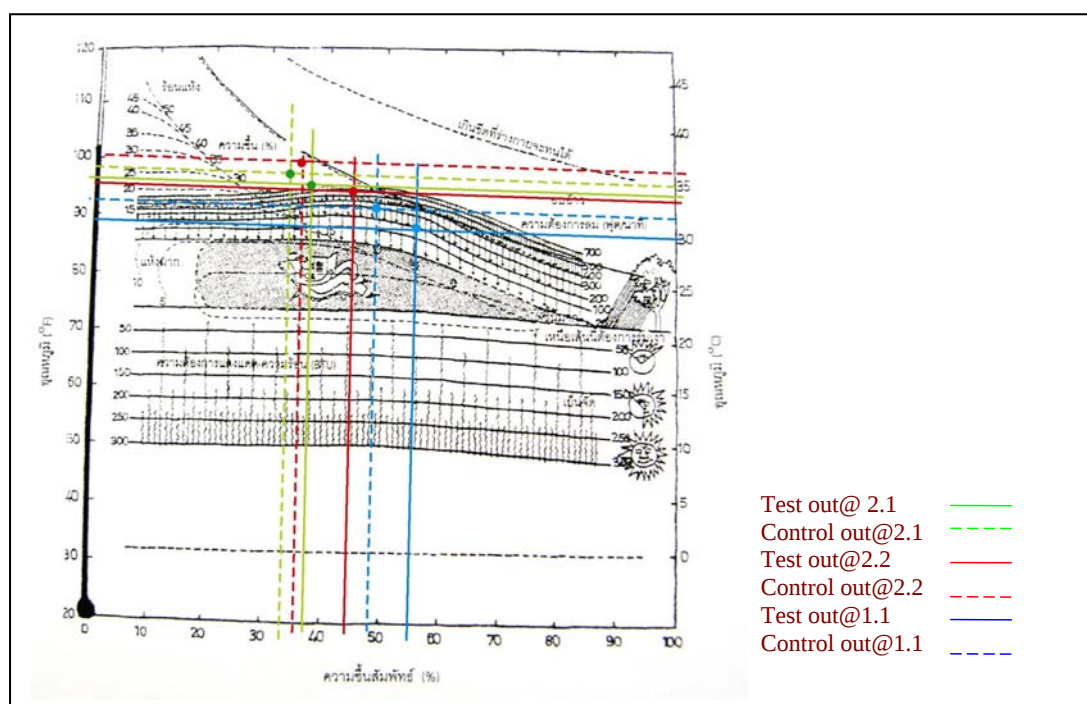
ตารางที่ 5.1 ข้อมูลสภาพอากาศบริเวณทางลมออก ห้องทดลอง การทดลอง 1.1, 2.1 และ 2.2

Temperature DATA	DBT (°C)	RH (%)	WBT (°C)	ENTHALPY kJ/kg
1.Test out@2.1	34.7	37.92	23.3	69.078
2.Control out@2.1	35.0	33.97	22.6	66.315
3.Test out@2.2	34.6	43.04	24.5	73.457
4.control out@2.2	36.2	36.37	24.2	72.317
5.Test out@1.1	30	55	22.9	67.747
6.Control out@1.1	32	49	23.5	69.886

แม้ว่าอุณหภูมิลมออกในแต่ละการทดลองจะลดลงแต่การเพิ่มขึ้นของความชื้นในอากาศกลับเป็นตัวการทำให้ค่าพลังงานรวมในอากาศมีค่าสูงขึ้น การระบายอากาศจึงเข้ามามีส่วนเป็นอย่างมากในการลดความอบอ้าวที่อาจเกิดขึ้นจากการระเหย ทำให้เกิดความรู้สึกสบายแม้อากาศมีอุณหภูมิค่อนข้างสูง ดังแสดงในรูปที่ 5.5



รูปที่ 5.1 แผนภูมิ Psychrometric Chart แสดงอุณหภูมิและค่า Enthalpy ที่ได้จากการทดลอง



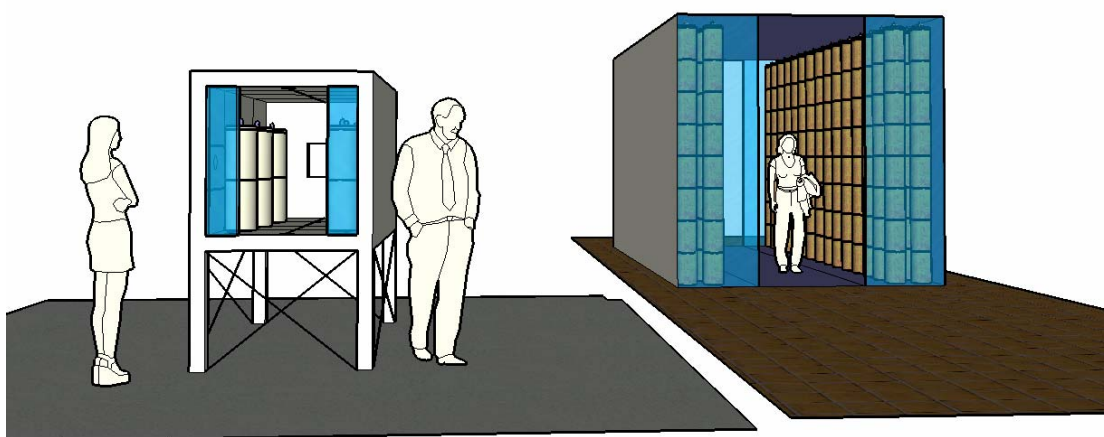
รูปที่ 5.2 แผนภูมิชีวอากาศแสดงเขตความสบายสำหรับกรุงเทพมหานคร แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นที่ได้จากการทดลอง

5.2 แนวทางการประยุกต์ใช้การลดอุณหภูมิอากาศด้วยการระเหยในอาคาร

จากการทดลองในห้องทดลองที่มีขนาด $1.2 \times 1.2 \times 2.4$ ม. มีปริมาตรห้อง (V_{r1}) เท่ากับ 2.2 ลูกบาศก์เมตร ใช้พื้นที่ผิวการระเหยของภาชนะดินเผา (A_v) เท่ากับ 3.26 ตารางเมตร ตั้งวางแบบขนานลม สามารถลดอุณหภูมิห้องลงได้ประมาณ 1.59°C จากสมการที่ 4.1 หากต้องการลดอุณหภูมิลง 2 K ภายในห้องทดลองจะต้องมีพื้นที่ผิวภาชนะเท่ากับ 5.4 ตารางเมตร

ดังนั้น ถ้านำมาประยุกต์ใช้กับห้องพักอาศัยทั่วไปขนาดกว้าง 3 เมตร ยาว 6 เมตร สูง 3 เมตร คิดเป็น 54 ลูกบาศก์เมตร หรือ 15.625 เท่าของห้องทดลอง จำเป็นต้องใช้พื้นที่ผิวการระเหยจำนวน 127.44 ตารางเมตร หากต้องการลดอุณหภูมิอากาศในห้องดังกล่าว 2 K เท่ากับการใช้ภาชนะดินเผาใบใหญ่ (ขนาดสูง 0.36 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.24 เมตร) ที่ใช้ในการทดลองจำนวน 472 ใบ โดยทำการจัดวางให้สูงต่อกันเป็นท่อนขนาดยาวจำนวน 8 ชิ้นต่อ 1 ท่อเพื่อให้ได้เสาท่อนดินเผาเพื่อการระเหยจำนวน 59 แท่ง สามารถวางในห้องดังกล่าวได้ดังภาพจำลองด้านล่าง (รูปที่ 5.3)

การประมาณพื้นที่การระเหยเพื่อการลดอุณหภูมิดังกล่าวเป็นเพียงแนวทางคร่าว ๆ ที่ทำให้ทราบข้อจำกัดในการนำมาประยุกต์ใช้งานในอาคาร (เพราะในความเป็นจริง ห้องทดลองและห้องที่มีการใช้งานจริงนั้น มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการลดอุณหภูมิที่ไม่เหมือนกัน จึงไม่สามารถนำมาใช้เปรียบเทียบในลักษณะเช่นนี้ได้)



รูปที่ 5.3 ภาพจำลองพื้นที่การระเหยเพื่อการลดอุณหภูมิภายในห้องทดลองและห้องขนาดปกติ โดยเทียบมาตรฐาน 1: 2.5 คิดเป็น 15.625 เท่าโดยปริมาตร

และจากผลการทดลองที่ 3 ทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิจะสูงสุดเมื่อวางภาชนะขวงลม แต่ผลของความเย็นที่ได้จะอยู่ในวงแคบ ดังนั้นเมื่อพิจารณาถึงความเหมาะสมและข้อจำกัดของระบบการลดอุณหภูมิด้วยการระเหยนี้ จึงไม่เหมาะที่ใช้เพื่อลดอุณหภูมิทั้งห้อง แต่จะได้ผลดีเมื่อให้ความเย็นที่ได้จากการระเหยสัมผัสกับผู้ใช้โดยตรง (Semi direct Evaporative Cooling) ด้วยวิธีการกระจายแหล่งความเย็นไปในพื้นที่ส่วนใช้งานที่ใกล้กับผู้ใช้งาน จากนั้นปล่อยให้เกิดไกลการลดอุณหภูมิเกิดขึ้นตามธรรมชาติ ด้วยการแผ่ความเย็นให้กับผู้ใช้งานที่อยู่ใกล้เคียงกับแหล่งกระจายความเย็นที่ติดตั้งไว้ เช่นพื้นที่กึ่งภายนอกอาคาร (Semi-Out Door) โถงทางเข้าอาคาร ตัวอย่างเช่น งานออกแบบสถานบริการล้างรถ ที่สามารถประยุกต์แนวความคิดลด

อุณหภูมิอากาศด้วยการระเหยของน้ำในภาชนะดินเผามาใช้ในพื้นที่ส่วนรับรองลูกค้า ส่วนพัก
รับประทานอาหารว่างและเครื่องดื่มสำหรับลูกค้า ดังรูปที่ 5.4-5.5



รูปที่ 5.4 การติดตั้งกระถางในพื้นที่ใช้กึ่งภายนอกอาคาร



รูปที่ 5.5 แท่งดินเผาที่ติดตั้งในส่วนพื้นที่กึ่งภายนอกอาคาร ควรวางไว้ในที่อากาศถ่ายเทสะดวก

นอกจากนี้การประยุกต์ใช้งานร่วมกับงานภูมิทัศน์ ก็เป็นแนวทางที่มีความเหมาะสม
เนื่องจากหมดปัญหาเรื่องความชื้นสะสมได้เป็นอย่างดี แม้ว่าจะมีการระเหยตลอดเวลา การใช้พืช
พรรณที่ชอบอยู่ในที่ชื้น เช่น ไม้ในร่มพวก เฟิร์นต่าง ๆ จะช่วยให้เกิดผลบวกทางด้านอุณหภูมิ
และจินตภาพแก่บริเวณที่ใช้งาน ซึ่งควรมีการศึกษาและออกแบบเพื่อการใช้งานต่อไป

5.3 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะในการใช้งาน

การดูแลรักษาและการติดตั้ง รวมทั้งข้อควรระวังในการใช้งาน

ภาชนะดินเผาเป็นสิ่งที่ใช้กันมานานตั้งแต่ในอดีต โดยใช้บรรจุน้ำดื่ม ทำให้น้ำมีความเย็น ตำแหน่งการวางมักอยู่ในพื้นที่ที่มีหลังคาคลุม เพื่อป้องกันแสงแดด น้ำที่บรรจุภายใน เครื่องปั้นดินเผามีความพิเศษคือ ไม่เป็นตะไคร่ ส่วนพื้นผิวภายนอกที่มีความเปื่อยขึ้นอยู่เสมอ มักจะมีคราบตะไคร่ขึ้น และจากการที่มีน้ำซึมตลอดเวลา เมื่อน้ำลดระดับลง ที่ผิวภาชนะดินเผา มักจะเกิดคราบฝุ่นผงสีขาวที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างน้ำกับแร่ธาตุในภาชนะ เกิดการสึกกร่อนได้ง่าย ดังนั้นควรมีระบบเติมน้ำให้มีระดับที่เหมาะสม เพื่อให้ผิวมีความชุ่มชื้นและลดปัญหาการเกิดฝุ่นขาวที่ผิวภาชนะได้ อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการลดอุณหภูมิได้อีกด้วย

โดยปกติแล้ว ควรมีการทำความสะอาดที่ผิวเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดตะไคร่ ซึ่งหากปล่อยทิ้งไว้นาน ๆ อุณหภูมิและความชื้นที่บริเวณผิวภาชนะ สามารถทำให้พืชขึ้นดำเช่น โกลเดนและมอส สามารถเจริญเติบโตได้ดี ยกเว้นมีความตั้งใจให้เกิดบรรยากาศของความชุ่มชื้น การปล่อยให้มอสเจริญเติบโตก็เป็นสิ่งที่มีความงดงามได้เช่นกัน

ด้วยกรรมวิธีในการผลิตที่เผาไฟในอุณหภูมิระหว่าง 800-1,000 °C ทำให้เนื้อดินเผาไม่แกร่งดังภาชนะที่เผาในอุณหภูมิสูง ข้อจำกัดหนึ่งที่ได้จากการศึกษาคือการขึ้นรูปและการรับน้ำหนักของภาชนะดินเผาที่ไม่สามารถทำผิวให้บางเกินไปได้ ทำให้ภาชนะดินเผาไฟดำนี้น้ำหนักมาก เมื่อเทียบกับภาชนะชนิดอื่นที่มีขนาดเดียวกัน ดังนั้นการนำมาซ้อนขึ้น ดังที่แสดงในรูปที่ 5.4 และ 5.5 จึงจำเป็นต้องมีการออกแบบคานรับน้ำหนักให้ดี ก่อนนำไปติดตั้ง

5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

ข้อบกพร่องและอุปสรรคในการดำเนินการวิจัยที่เกี่ยวกับการวิจัยในครั้งนี้มีหลายประการ ด้วยข้อจำกัดด้านอุปกรณ์การวัดผล งบประมาณ และเงื่อนไขของเวลาในการทำวิจัย ทำให้การทดลองในครั้งนี้มุ่งหาคำตอบเบื้องต้นเกี่ยวกับประสิทธิภาพของเครื่องปั้นดินเผา ส่วนการปรับปรุงเทคนิคขั้นสูง เช่นรูปร่างที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้ง ระยะห่างที่เหมาะสม รวมถึงจังหวะเวลาในการเปิดพัดลมระบายอากาศเพื่อประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิและระบายความชื้นที่ดี ส่วนเป็นคำถามที่ยังคงต้องมีการค้นคว้าต่อไป ทั้งนี้เพื่อการประยุกต์ใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน สำหรับคนที่พอใจในความสบายแบบพอเพียง