

บทที่ 4

ผลการทดลองและการอภิปรายผลการทดลอง

การทดลองมีทั้งสิ้น 3 ชุดการทดลอง โดยแยกตามสมมุติฐานการทดลองที่ตั้งไว้ ชุดการทดลองที่ 1 ทำการทดสอบทฤษฎีการระเหยของน้ำในภาชนะดินเผา คูณผลเปรียบเทียบระหว่างห้องทดสอบและห้องควบคุม รวมถึงศึกษาผลของความชื้นที่เกิดขึ้น ระหว่างการมีลมพัดและไม่มีลม ชุดการทดลองที่ 2 ทำการทดสอบประสิทธิภาพการลดของอุณหภูมิอากาศจากผลของพื้นที่ผิวการระเหยที่เพิ่มขึ้นสำหรับ ชุดการทดลองที่ 3 ทดสอบตำแหน่งติดตั้งที่ให้ผลในการลดอุณหภูมิอากาศได้ดีที่สุด

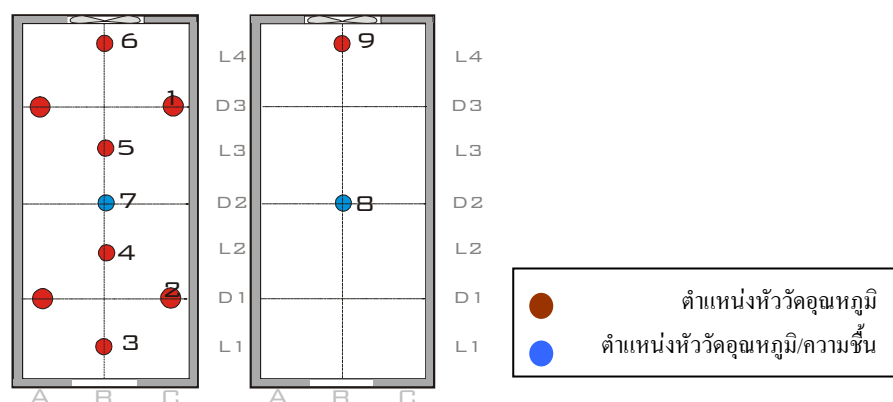
4.1 ชุดการทดลองที่ 1.1

4.1.1 เป้าหมายการทดลอง

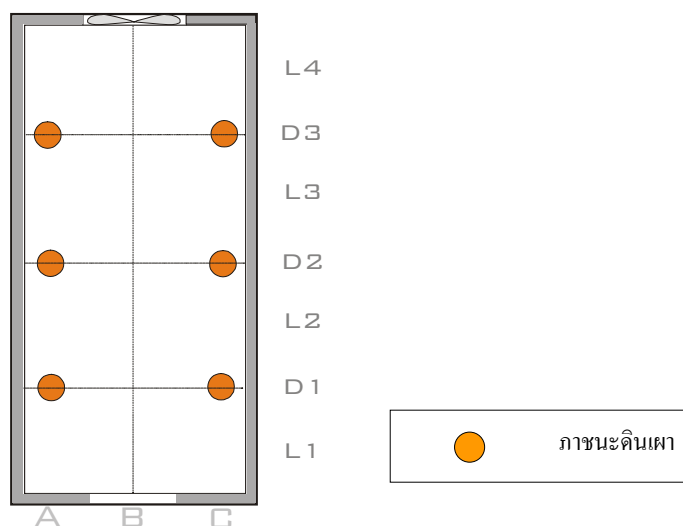
เพื่อศึกษาความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศภายในห้องทดสอบที่เกิดจากการระเหยกับห้องควบคุมที่ไม่มีการระเหย โดยมีรายละเอียดของจำนวนภาชนะดินเผาที่ติดตั้งภายในห้องทดลอง ดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงจำนวนภาชนะดินเผาที่ติดตั้งในห้องทดสอบและห้องควบคุม การทดลอง 1.1

รายการ	จำนวนภาชนะดินเผา(อัน)	ปริมาตรความจุน้ำ (ลบ.ม.)	พื้นที่ผิวของการระเหย (ตร.ม.)
ห้องทดสอบ	12	0.1955	3.258
ห้องควบคุม	0	0	0



รูปที่ 4.1 แสดงตำแหน่งที่ติดตั้งหัววัดต่าง ๆ ในห้องทดสอบ (ซ้าย) และห้องควบคุม (ขวา)



รูปที่ 4.2 แสดงตำแหน่งที่ติดตั้งภาชนะดินเผาภายในห้องทดสอบ



รูปที่ 4.3 แสดงการติดตั้งภาชนะดินเผาและตำแหน่งหัววัดภายในห้องทดสอบ

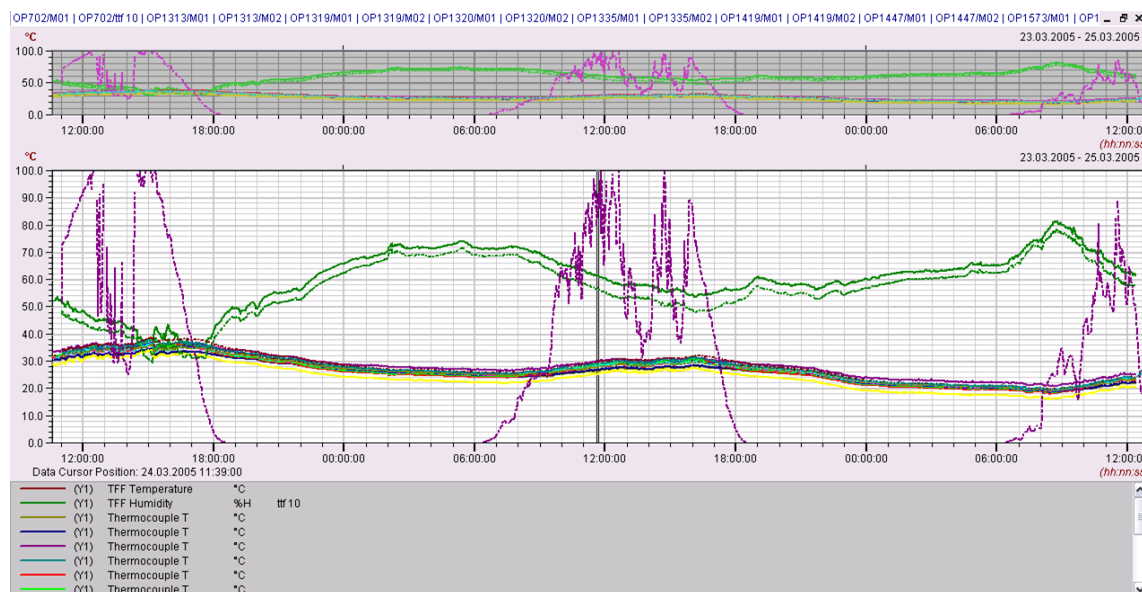
4.1.1 ผลการทดลองที่ 1.1

ตลอดระยะเวลา 48 ชั่วโมงของการทดลอง พบว่าห้องทดสอบมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าห้องควบคุมประมาณ 0.89 K มีความชื้นเฉลี่ยสูงกว่า 3.52 % โดยน้ำที่หายไปจากการระเหยทั้งสิ้น 19.008 ลิตร หรือประมาณ 0.396 ลิตรต่อชั่วโมง

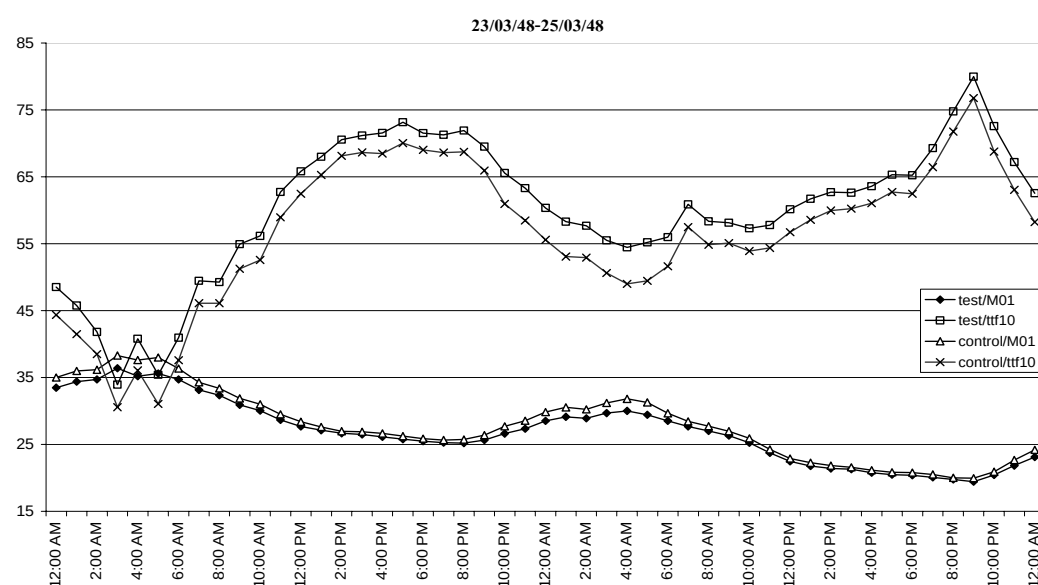
ในช่วงที่อากาศมีอุณหภูมิสูง คือเวลาประมาณ 15.00 น. การระเหยที่เกิดขึ้นมีผลทำให้อุณหภูมิในห้องทดสอบต่ำกว่าห้องควบคุมประมาณ 1.71 K โดยมีอุณหภูมิ 36.72°C และ 38.43°C ตามลำดับ ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศห้องทดสอบสูงกว่าห้องควบคุม 2.89 % คือ 32.21 และ 29.32 % RH ตามลำดับ

ตารางที่ 4.2 แสดงอุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุดอุณหภูมิเฉลี่ยและค่าเปรียบเทียบอุณหภูมิกับความชื้น

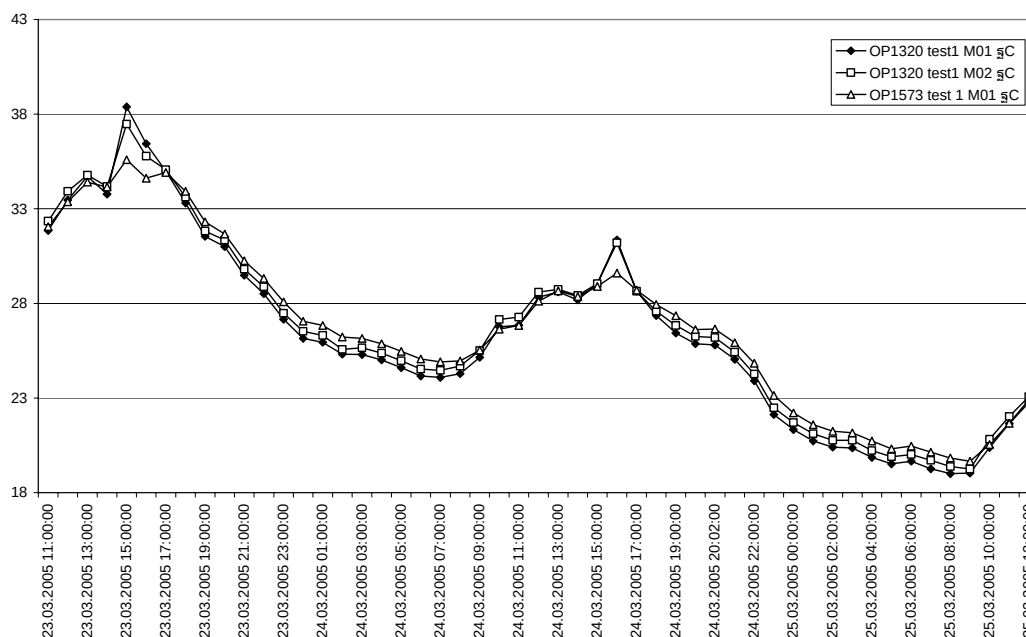
Description:	OP702 Test 1	OP702 Test 1	OP 1447 Test 2	OP 447 Test 2	Diff Temp	Diff Rh%
Unit	°C	Rh %	°C	Rh%	°C	%
Mean	27.08	60.23	27.97	56.71	0.89	3.52
Min	19.11	32.21	19.62	29.32	0.51	2.89
Max	36.72	81.37	38.43	78.42	1.71	2.95



รูปที่ 4.4 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นจากทุกจุดวัด การทดลองที่ 1.1



รูปที่ 4.5 แสดงผลการวัดอุณหภูมิและความชื้นของห้องทดสอบและห้องควบคุม การทดลองที่ 1.1



รูปที่ 4.6 ผลการวัดค่าอุณหภูมิลมเข้าและลมออกในห้องทดลอง

4.1.3 การอภิปรายผลการทดลอง

จากเป้าหมายการทดลองที่ต้องการพิสูจน์ว่า การระเหยที่เกิดขึ้นภายในห้องสามารถลดอุณหภูมิในอากาศได้หรือไม่ ในการทดลองนี้มีตัวแปรอิสระคือ การระเหยน้ำในภาชนะดินเผาภายในห้องทดสอบ และห้องควบคุมที่ปราศจากการระเหย จากการพิจารณาผลการทดลอง อุณหภูมิภายในห้องทดลองทั้งสองห้องมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงตามสภาพอากาศคล้ายกัน นั่นคือ อุณหภูมิอากาศในตอนกลางวันจะเพิ่มขึ้นสูงสุดในช่วง เวลา 14.00-15.00 น. หลังจากนั้นจะค่อยๆ ลดต่ำลงและต่ำสุดในช่วง 07.00 น. ของวันใหม่

แต่สิ่งที่สังเกตเห็นได้ชัดคือ ในตอนกลางวันอุณหภูมิอากาศของห้องทดลองและห้องควบคุมจะแตกต่างกัน ส่วนในตอนกลางคืนจะมีค่าใกล้เคียงกัน โดยห้องที่มีการระเหยของน้ำในภาชนะดินเผามีอุณหภูมิอากาศในช่วงกลางวันต่ำกว่าห้องที่ไม่มี ซึ่งพิสูจน์ให้เห็นว่าการระเหยน้ำมีผลในการลดอุณหภูมิในอากาศภายในห้องทดสอบได้จริง

เมื่อพิจารณาค่าของความชื้นภายในห้องทดลองทั้งสองห้อง พบว่าในตอนกลางวันที่มีความชื้นภายนอกต่ำ ความชื้นภายในห้องทดสอบมีค่าสูงกว่าห้องควบคุมเฉลี่ยที่ 3.52% ซึ่งแน่นอนว่าเป็นความชื้นที่เพิ่มขึ้นจากการระเหยน้ำในภาชนะดินเผา

คำถามต่อมาสำหรับการทำความเข้าใจเกี่ยวกับการลดอุณหภูมิอากาศกับการระเหยของน้ำคือ กระบวนการระเหยและการระบายอากาศมีความเกี่ยวข้องกันอย่างไร ถ้ามีลมพัดและไม่มีลมพัดมีผลต่อการลดอุณหภูมิอากาศเพียงใด ซึ่งได้ทำการทดลองที่ 1.2 เพื่อหาคำตอบจากคำถามดังกล่าว

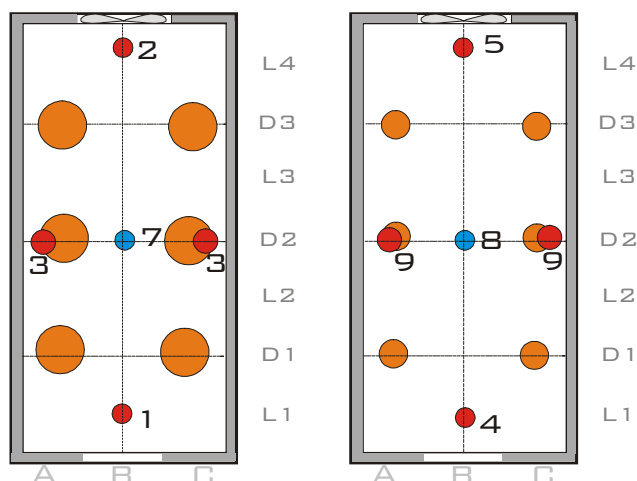
4.2 การทดลองที่ 1.2

4.2.1 เป้าหมายของการทดลอง

เพื่อเปรียบเทียบความสามารถลดอุณหภูมิอากาศด้วยการระเหยของน้ำในภาชนะดินเผา ระหว่างสภาวะที่มีและไม่มีลมเคลื่อนที่ของอากาศ ด้วยการเปิดและปิดพัดลมดูดอากาศภายในห้องทดลองโดยมีรายละเอียดของจำนวนภาชนะดินเผาที่ใช้ในการทดลองดังนี้

ตารางที่ 4.3 แสดงจำนวนแจกันดินเผาที่ติดตั้งในห้องทดสอบและห้องควบคุม

รายการ	จำนวนภาชนะดินเผา(อัน)	ปริมาตรความจุ (ลบ.ม.)	พื้นที่ผิวของการระเหย (ตร.ม.)
ห้องทดสอบ	ขนาดใหญ่ 12	0.1955	3.258
ห้องควบคุม	ขนาดเล็ก 12	0.113143	2.262857



รูปที่ 4.7 ตำแหน่งหัววัดอุณหภูมิและความชื้นในห้องทดสอบ (ซ้าย) และห้องควบคุม (ขวา)

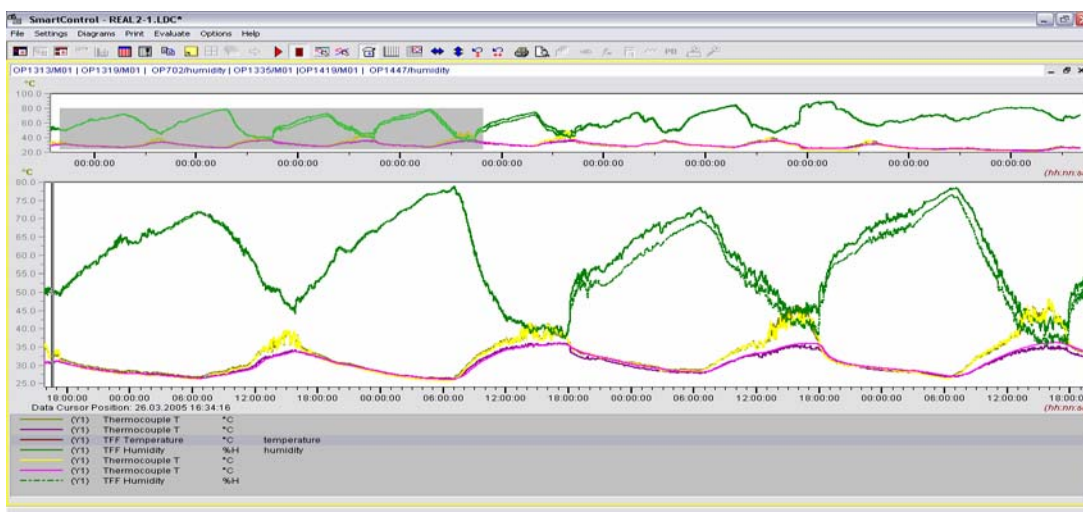


รูปที่ 4.8 แสดงการติดตั้งภาชนะดินเผาขนาดเล็กและขนาดใหญ่ในห้องทดลองทั้งสองห้อง

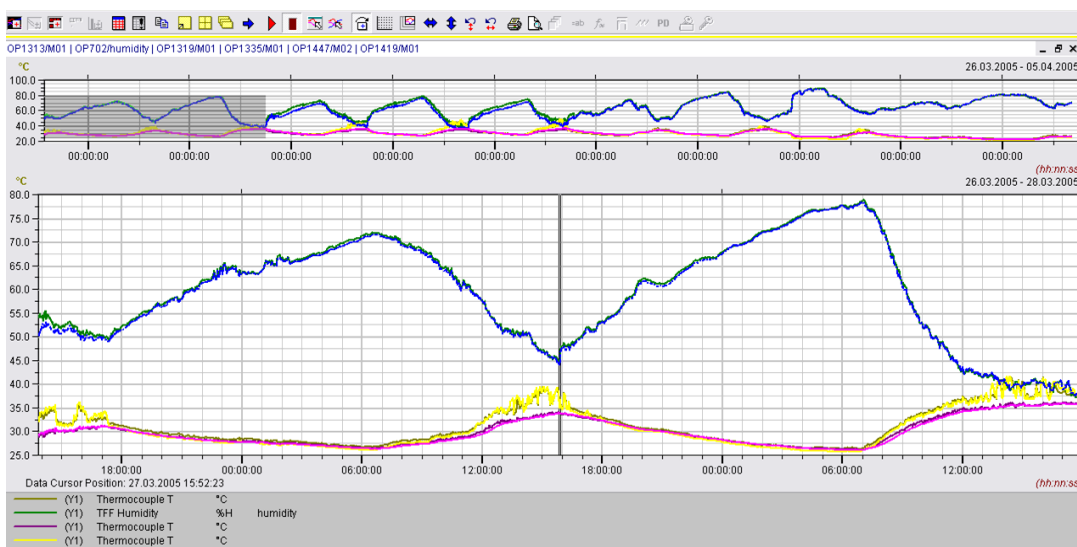
4.2.2 ผลการทดลองเมื่อเปิดพัดลม ความเร็วลมเข้า 0.4 เมตร/วินาที

จากการทดลอง อุณหภูมิเฉลี่ยภายในห้องทดสอบและห้องควบคุมมีค่าเฉลี่ย 29.61 °C และ 29.89 °C ตามลำดับ ซึ่งห้องทดสอบมีอุณหภูมิต่ำกว่าห้องควบคุม 0.28 K

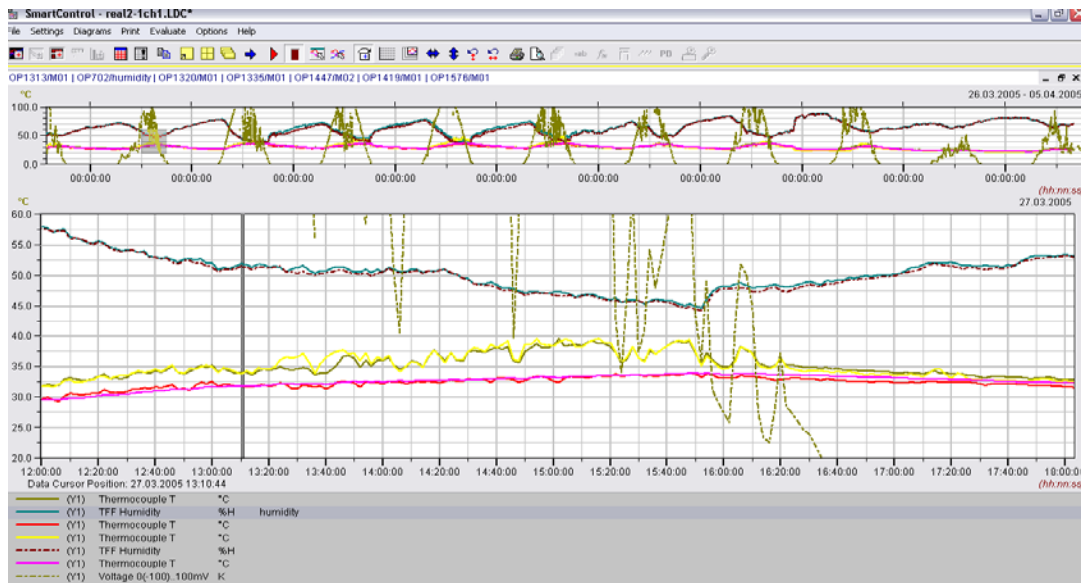
อุณหภูมิภายในห้องทดสอบมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงตามอิทธิพลของอุณหภูมิอากาศ แต่สิ่งที่สังเกตเห็นจากการเปรียบเทียบอุณหภูมิลมเข้าในห้องทดสอบและห้องควบคุม อุณหภูมิห้องควบคุมมีการแกว่งตัวมากกว่าห้องทดสอบ โดยในช่วงเวลากลางคืน มีค่าต่ำกว่าห้องทดสอบ และค่อยเพิ่มสูงขึ้นในเวลากลางวันจนสูงกว่าอุณหภูมิในห้องทดสอบ ส่วนอุณหภูมิในห้องทดสอบแกว่งตัวขึ้นลงตามอุณหภูมิอากาศแต่เนื่องจากได้รับอิทธิพลของการระเหยในช่วงเวลากลางวันทำให้อุณหภูมิลดต่ำลงได้ โดยทั้งสองห้องมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ใกล้เคียงกัน เฉลี่ยที่ 60.12 และ 59.85 % โดยห้องทดสอบมีความชื้นสูงกว่าประมาณ 0.28 %



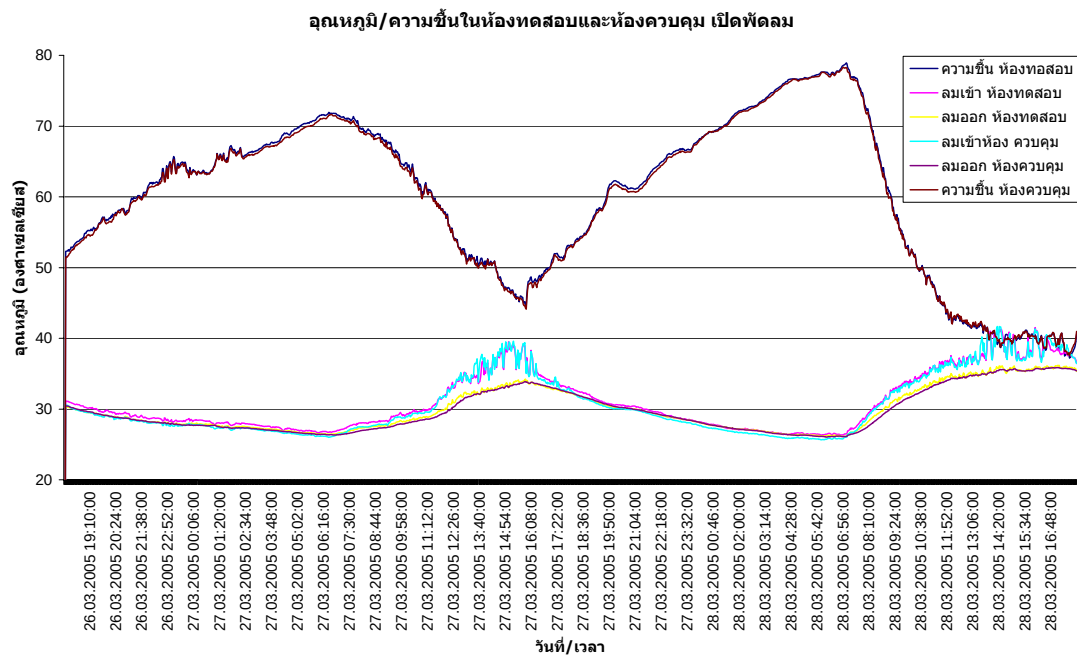
รูปที่ 4.9 กราฟ เปรียบเทียบความแตกต่างอุณหภูมิ/ความชื้น ขณะเปิดและปิดพัดลม



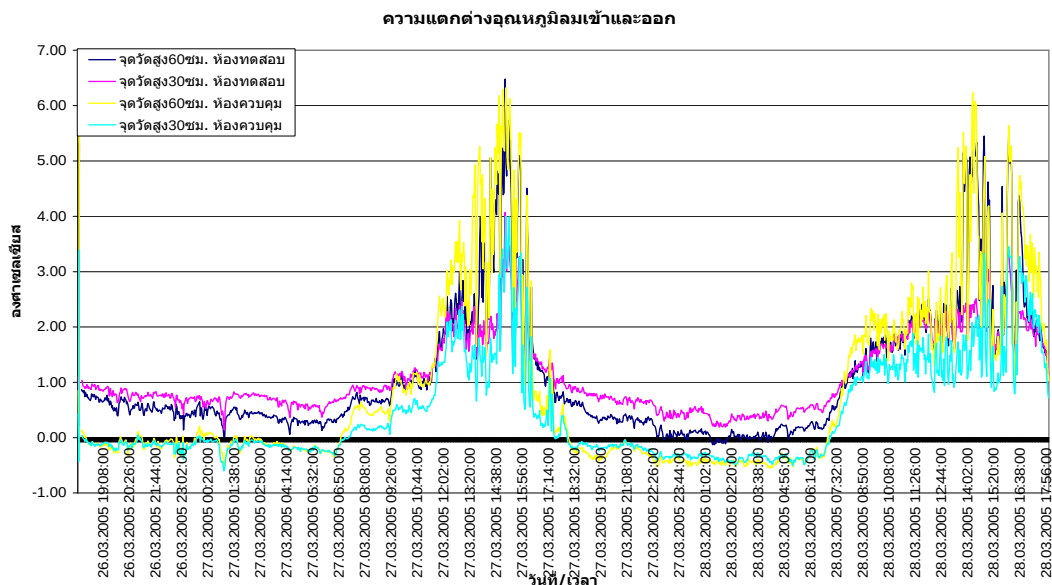
รูปที่ 4.10 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นการทดลองที่ 1.2 ขณะเปิดพัดลม



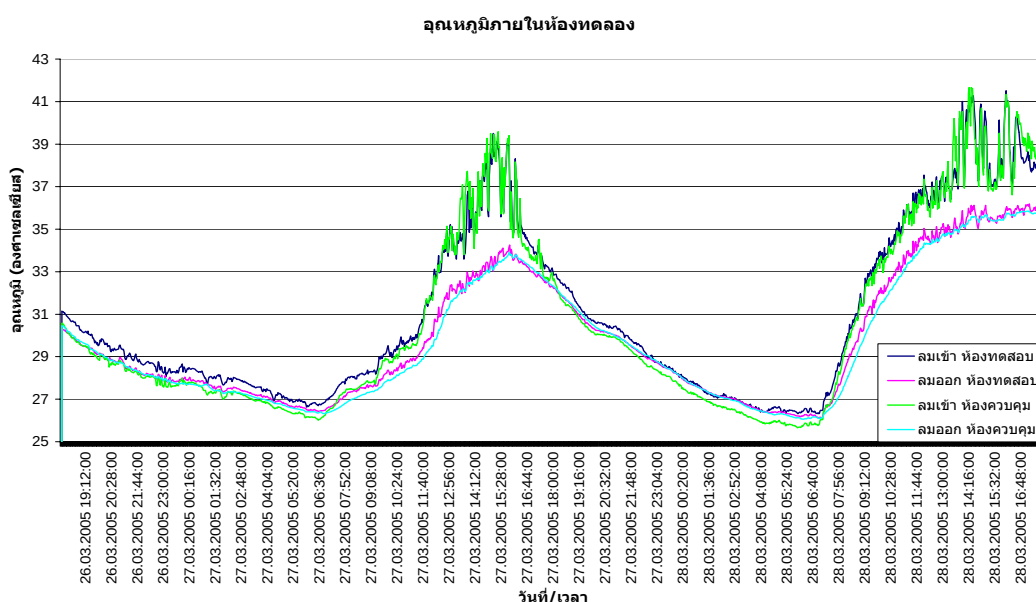
รูปที่ 4.11 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นการทดลองที่ 1.2 ขณะเปิดพัดลม



รูปที่ 4.12 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นในห้องทดลอง ขณะเปิดพัดลม



รูปที่4.13 ความแตกต่างอุณหภูมิลมเข้าและออก ห้องทดลองและห้องควบคุม



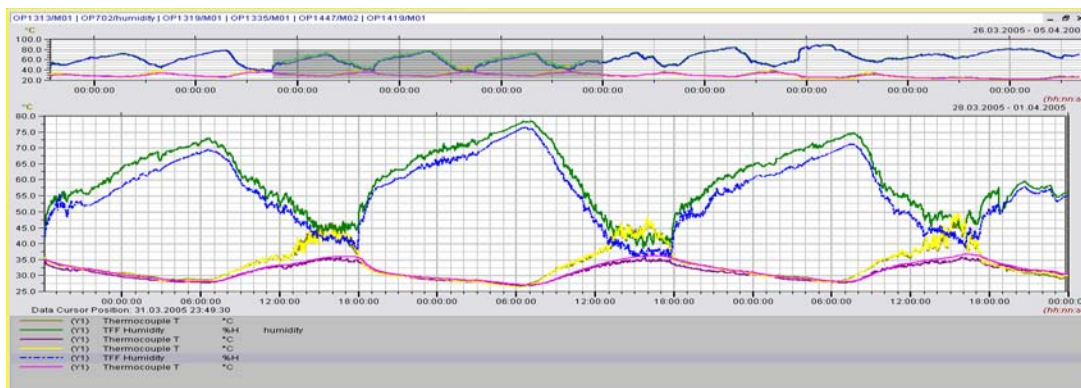
รูปที่4.14 อุณหภูมิลมเข้าและลมออกภายในห้องทดลอง

4.2.3 การอภิปรายผลการทดลอง เมื่อเปิดพัดลม

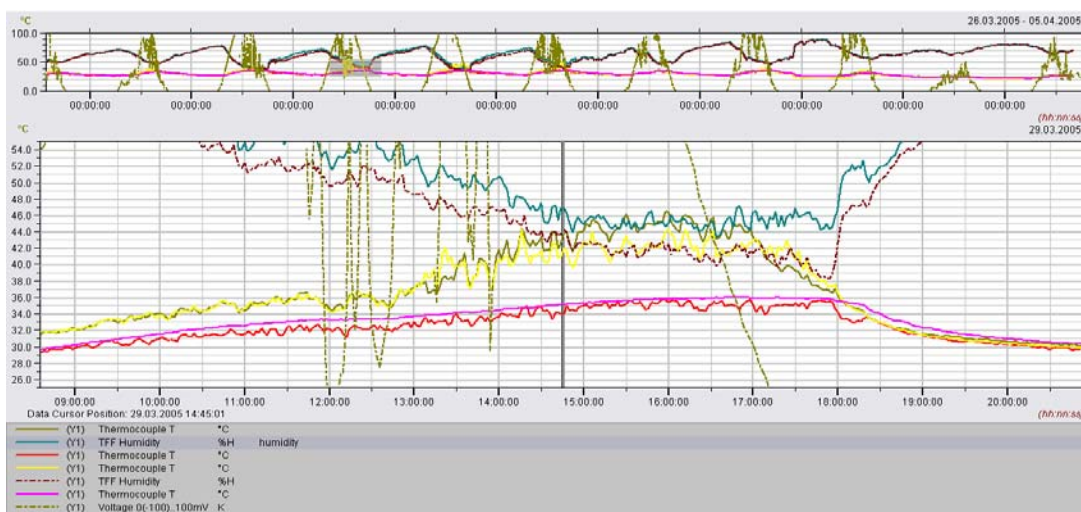
จากรูปที่ 4.9 แสดงค่าความชื้นที่แตกต่างอย่างชัดเจนระหว่างการเปิดและปิดพัดลม เมื่อมีการระบายอากาศด้วยพัดลมดูดอากาศ ความเร็วประมาณ 0.4 ม./วินาที ความแตกต่างของปริมาณพื้นที่ผิวการระเหยของเครื่องปั้นดินเผาประมาณ 0.9 ตร.ม. ไม่ทำให้ความชื้นภายในห้องแตกต่างกันมาก ส่วนอุณหภูมิอากาศภายในห้องทดลองที่มีการระเหยมากกว่า ก็ลดต่ำกว่าห้องควบคุมที่มีการระเหยน้อย โดยสัดส่วนเรื่องพื้นที่การระเหยกับการลดอุณหภูมิจะต้องทำการศึกษาในการทดลองลำดับถัดไป

4.2.4 ผลการทดลองเมื่อปิดพัดลม

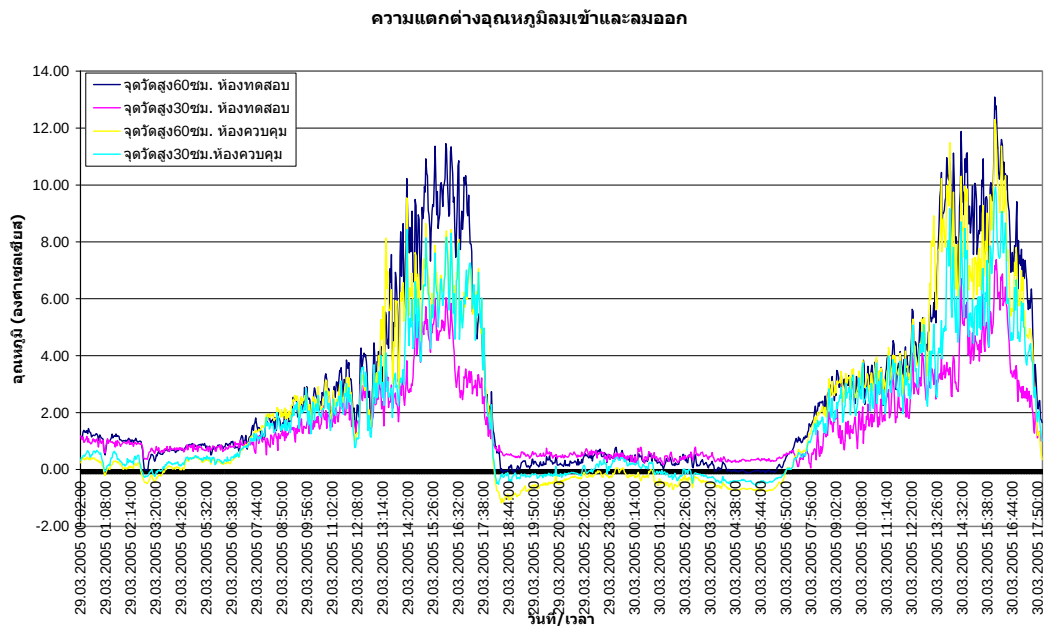
จากการทดลองพบว่า ในช่วงเวลาที่อุณหภูมิอากาศภายนอกสูงสุด เวลาประมาณ 15.56 น. ของวันที่ 30 มีนาคม อุณหภูมิลมเข้าในห้องทดสอบ มีความแตกต่างกับอุณหภูมิลมออกมากถึง 13.09K โดยอุณหภูมิทางลมเข้าด้านหน้า 47.51°C ทางลมออกด้านหลังห้อง 34.42°C เช่นเดียวกับอุณหภูมิห้องควบคุม อุณหภูมิทางลมเข้า 48.32°C ลมออก 36.02°C แตกต่างกัน 12.30K โดยทำให้ความชื้นเพิ่มสูงขึ้น 3.99%



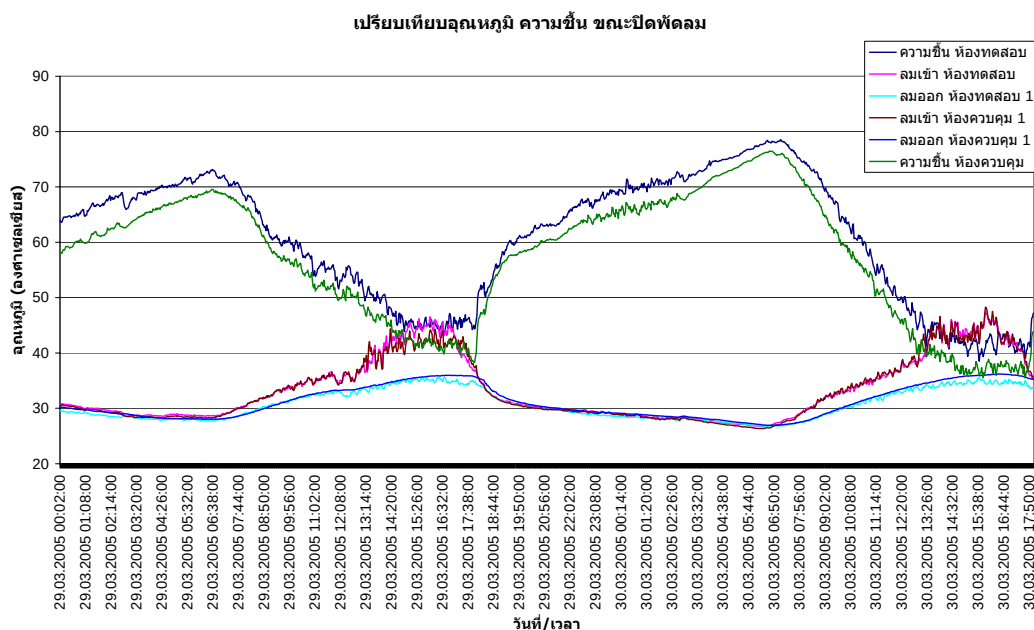
รูปที่ 4.15 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นเมื่อปิดพัดลม



รูปที่ 4.16 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นเมื่อปิดพัดลม



รูปที่ 4.17 ความแตกต่างอุณหภูมิลมเข้าและลมออก การทดลอง 1.2 ขณะปิดพัดลม



รูปที่ 4.18 เปรียบเทียบอุณหภูมิ ความชื้นขณะปิดพัดลม

4.2.5 การอภิปรายผลการทดลองเมื่อปิดพัดลม

เมื่อปิดพัดลม สิ่งที่เห็นได้ชัดเจนคือความแตกต่างระหว่างความชื้นในห้องทดสอบและห้องควบคุม โดยในห้องทดสอบที่มีพื้นที่ผิวของภาชนะดินเผามากกว่า เท่ากับมีการระเหยของน้ำมากกว่า จึงมีความชื้นมากกว่า

สิ่งที่น่าสังเกตประการหนึ่งจากการทดลองนี้ นอกจากปริมาณพื้นที่ผิวการระเหย ที่มีผลต่อประมาณความชื้นในอากาศกับการลดอุณหภูมินั้น คือ หากไม่มีการระบายความชื้นออกจาก

ห้อง จะทำให้พื้นที่ส่วนที่มีความชื้นมากมีอุณหภูมิค่อนข้างต่ำ สัมผัสจากบริเวณทางลมเข้าของห้องทดลองที่ไม่ได้ปิดไว้ ที่จุดนี้จะมีอุณหภูมิอากาศสูงกว่าอีกด้าน ซึ่งเป็นมุมอับ ไม่มีการระบายอากาศ

เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างการเปิดพัดลมและปิดพัดลมจะพบว่า การระบายอากาศจะทำให้ค่าความชื้นและอุณหภูมิอากาศในห้องทดลองไม่แตกต่างกันมาก ในทางตรงกันข้ามเมื่อไม่มีการระบายอากาศ ความแตกต่างของอุณหภูมิและความชื้นระหว่างห้องทดสอบและห้องควบคุมสามารถเห็นได้ชัดเจน นั่นคือยังมีการระเหยมาก จะมีความสามารถลดอุณหภูมิอากาศได้มาก และทำให้ความชื้นในอากาศสูงขึ้นมากด้วย

4.3 การทดลองที่ 1.3

4.3.1 เป้าหมายการทดลอง

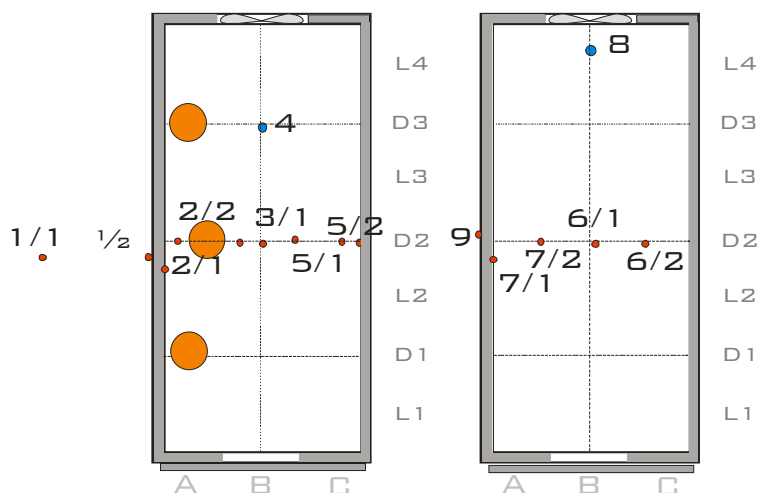
ต่อเนื่องจากการทดลองที่ 1.2 ที่มีการปิดและเปิดพัดลมดูดอากาศ ในการทดลองนี้ได้ทำการปิดทางลมเข้าด้วยแผ่นโฟมหนา 3 นิ้ว เพื่อป้องกันลมและไม่ให้ความร้อนผ่านเข้าไป เพื่อศึกษาผลกระทบที่เกิดจากการระเหยและไม่มีการเคลื่อนไหวของอากาศ

ตารางที่ 4.4 แสดงจำนวนแจกันดินเผาที่ติดตั้งในห้องทดสอบและห้องควบคุม การทดลอง 1.3

รายการ	จำนวนภาชนะดินเผา(อัน)	ปริมาตรความจุ (ลบ.ม.)	พื้นที่ผิวของการระเหย (ตร.ม.)
ห้องทดสอบ	ขนาดใหญ่ 6	0.0977	1.629
ห้องควบคุม	ขนาดเล็ก 0	0	0



รูปที่ 4.19 ลักษณะห้องทดลองที่ปิดทางเข้าลมด้วยฉนวนโฟม

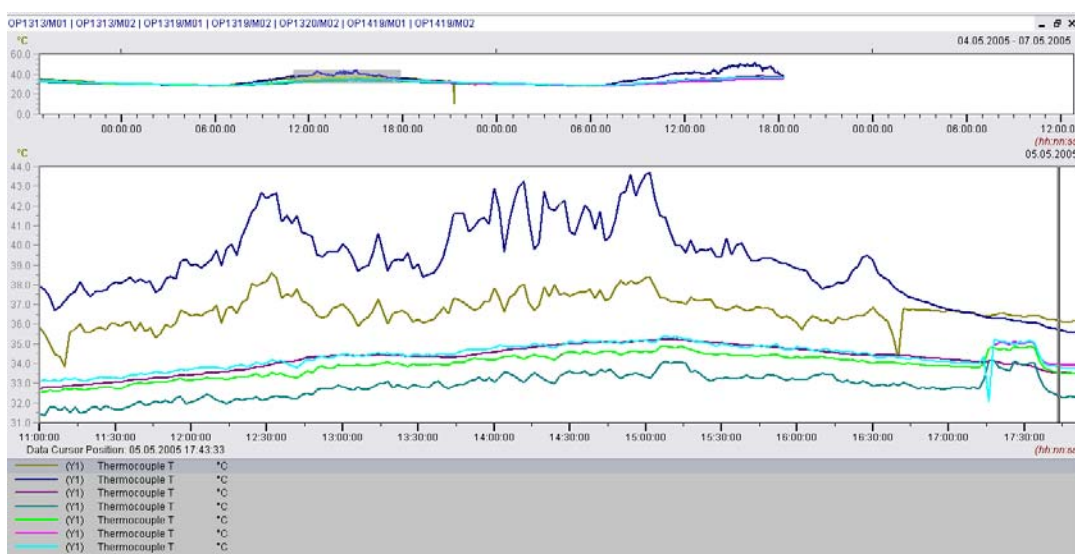


รูปที่ 4.20 แสดงตำแหน่งการติดตั้งเครื่องปั๊มดินเผาและหัววัดค่า ในห้องทดลองและห้องควบคุม

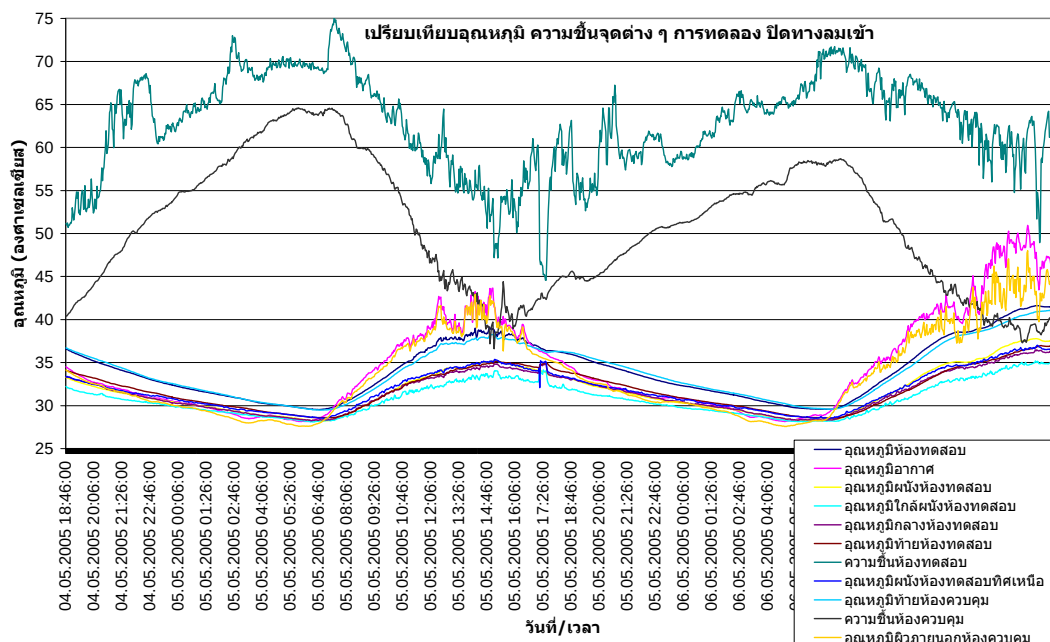
4.3.2 ผลการทดลองที่ 1.3

อุณหภูมิอากาศเริ่มมีค่าสูงขึ้นหลังจากได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์และมีค่าสูงสุดเมื่อเวลาประมาณ 15.00 น. ในขณะที่อุณหภูมิของผนังด้านทิศตะวันตกมีแนวโน้มสูงขึ้นในช่วงบ่ายและสูงกว่าอุณหภูมิอากาศในเวลาเดียวกัน อุณหภูมิภายในห้องต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกโดยในช่วงเวลาที่ร้อนที่สุดอุณหภูมิอากาศภายในห้องต่ำกว่าอากาศภายนอก 4.13K และอุณหภูมิผิวภายในห้องทดสอบต่ำกว่าอุณหภูมิผิวภายนอกเท่ากับ 8.49 K

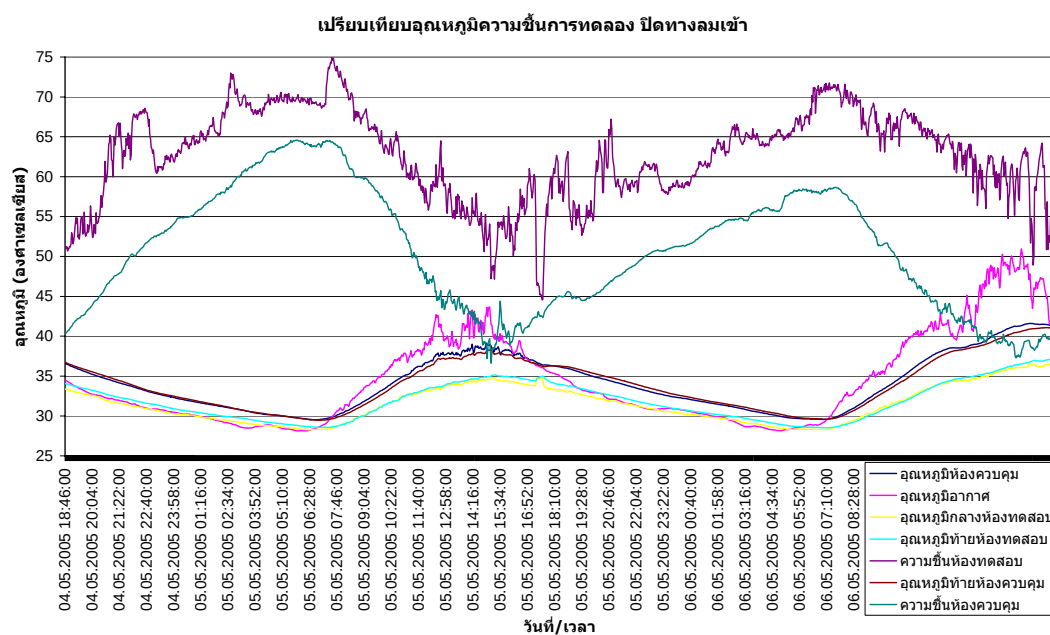
ในช่วงเวลา 16.26 น. เมื่ออุณหภูมิอากาศอยู่ในภาวะร้อนที่สุดของวัน โดยมีอุณหภูมิ 50.95°C อุณหภูมิภายในห้องทดสอบมีค่า 36.56°C ห้องควบคุมมีค่า 40.61°C แตกต่างกัน 4.05K ในขณะที่ความชื้นภายในห้องทดสอบมีค่าสูงที่ 62.12 % ส่วนความชื้นห้องควบคุมมีค่า 38.04% แตกต่างกัน 24.08 %



รูปที่ 4.21 แสดงอุณหภูมิและความชื้นในห้องทดลอง การทดลองที่ 1.3



รูปที่ 4.22 เปรียบเทียบอุณหภูมิความชื้นจุดต่าง ๆ ภายในห้องทดลอง



รูปที่ 4.23 เปรียบเทียบอุณหภูมิ ความชื้นภายในห้องทดลอง

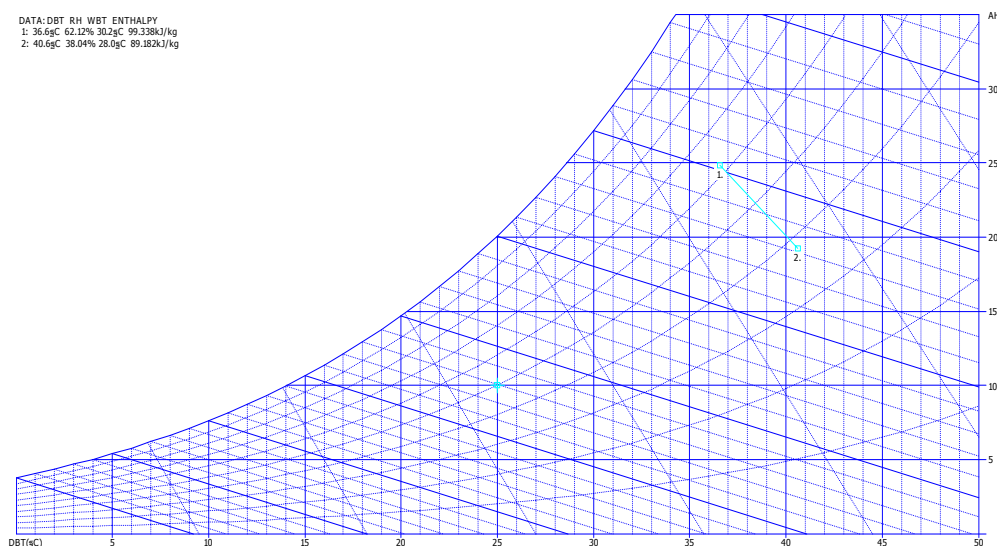
4.3.3 การอภิปรายผลการทดลองที่ 1.3

จากการวิเคราะห์ผลการทดลอง ภายในห้องทดสอบที่มีการระเหยของน้ำสามารถรักษาอุณหภูมิในห้องให้ต่ำกว่าห้องควบคุม โดยทำให้ความชื้นเพิ่มสูงขึ้นเกินขีดความสบาย ดังนั้นแม้ว่าการระเหยจะสามารถทำให้เกิดการลดอุณหภูมิในอากาศลงได้มาก แต่ระบบที่ไม่มีการระบายอากาศออกกลับทำให้สภาพอากาศเลวร้ายมากขึ้น ดังตารางที่ 4.5 แสดงค่าพลังงานในอากาศ ที่เกิดจากการลดอุณหภูมิและเพิ่มความชื้นจากการทดลอง

ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบปริมาณพื้นที่ผิวการระเหยของภาชนะดินเผา กับการทดลองที่ผ่านมา ทำให้ได้ประเด็นที่น่าสนใจคือ แม้ว่าพื้นที่ผิวการระเหยในห้องทดสอบของการทดลองที่ 1.3 จะน้อยกว่าห้องทดสอบของการทดลองที่ 1.2 แต่ความสามารถในการลดอุณหภูมิอากาศกลับมีมากกว่า แต่ก็ทำให้มีความชื้นเพิ่มมากกว่าด้วย ทั้งนี้เป็นเพราะการระบายอากาศที่แตกต่างกัน ดังนั้นหากต้องการลดอุณหภูมิอากาศจากระบบการระเหยอย่างมีประสิทธิภาพแล้ว จำเป็นต้องพิจารณาเรื่องการระบายอากาศให้ดี ซึ่งต้องคำนึงถึงอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมกับภาวะสบายด้วย ในการทดลองต่อไป เรามุ่งเน้นการลดอุณหภูมิอากาศที่ระบบมีการระบายอากาศที่ดี โดยตั้งคำถามว่าในระบบที่มีการระบายอากาศที่ดีนั้น พื้นที่ผิวการระเหยเท่าใดที่จะทำให้เกิดการลดอุณหภูมิได้มาก โดยมีสมมุติฐานว่าถ้าพื้นที่การระเหยมาก ย่อมจะสามารถลดอุณหภูมิได้มากเช่นกัน

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลสภาพอากาศ ณ บริเวณทางลมออกของห้องทดลอง การทดลอง 1.3

Temperature DATA	DBT (°C)	RH (%)	WBT (°C)	ENTHALPY kJ/kg
1.Test out@1.3	36.6	62.12	30.2	99.338
2.Control out1.3	40.6	38.04	28.0	89.182



รูปที่ 4.24 แผนภูมิไซโครเมตริกแสดงอุณหภูมิลมออกและลมเข้า การทดลองที่ 1.3

4.4 สรุปผลการทดลองชุดที่ 1

การทดลองชุดที่ 1 ประกอบด้วย 3 การทดลองย่อย เป็นการทดสอบเกี่ยวกับทฤษฎีการเปลี่ยนสถานะของน้ำและการระเหย ที่มีผลต่อความร้อน ความชื้นและอุณหภูมิในอากาศ ซึ่งผลที่ได้จากการทดลองมีความสอดคล้องกับทฤษฎีดังกล่าว โดยสรุปดังนี้

1. การระเหยของน้ำในภาชนะดินเผา เกิดขึ้นได้ตลอดเวลาที่ยังมีน้ำในภาชนะ ทั้งกลางวันและกลางคืน จากการทดลองในห้องปิดและห้องเปิดทำให้ทราบว่า แม้ไม่มีกระแสลม ก็สามารถเกิดการระเหยได้ แต่กระแสน้ำมีความสำคัญในการระบายอากาศที่ร้อนและชื้นออกไปจากห้อง ทั้งยังทำให้ผิวภาชนะไม่เปียกชุ่ม

2. เมื่อเปิดพัดลมระบายอากาศ ความเร็วลมประมาณ 0.4 เมตร/วินาที ตลอด 48 ชั่วโมง จะทำให้ความชื้นที่เกิดจากการระเหยถูกระบายออกไป ควบคุมไม่ให้ความชื้นในเวลากลางวันสูงเกินไปจนเกิดความสบาย ส่วนในเวลากลางคืน ความชื้นของอากาศภายนอกเพิ่มสูงขึ้นจนเท่ากับความชื้นภายในห้องทดสอบที่มีการระเหยของน้ำ นั่นแสดงว่าเราสามารถรับรู้ประสิทธิภาพการลดของอุณหภูมิได้ดีเฉพาะในเวลากลางวัน

3. หากต้องการลดอุณหภูมิอากาศ โดยไม่สนใจเรื่องความชื้น สามารถทำได้โดยการปิดกั้นทางลมเข้าออก เพื่อปล่อยให้เกิดการระเหยต่อไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งอากาศเกิดสภาวะการอิ่มตัวของไอน้ำ (ซึ่งถึงจุดนั้นจะเริ่มกระบวนการเปลี่ยนรูปจากไอน้ำเป็นของเหลวอีกครั้งด้วยกระบวนการควบแน่น) ซึ่งสภาวะการอิ่มตัวนี้อาจทำให้มนุษย์หายใจลำบากเนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศมีมากเกินไป

4. ดังนั้น การลดอุณหภูมิอากาศด้วยวิธีการระเหย จึงเหมาะกับสภาพแวดล้อมเปิด ที่มี การถ่ายเทอากาศที่ดี

คำถามต่อไปคือ ปริมาณพื้นที่ผิวการระเหยเท่าใดที่เพียงพอต่อการลดอุณหภูมิที่ต้องการ

4.5 การทดลองที่ 2.1

4.5.1 เป้าหมายการทดลอง

เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ผิวการระเหยกับการลดของอุณหภูมิในอากาศ โดยเมื่อพิจารณาความเหมาะสมในเรื่องจำนวนภาชนะที่เตรียมไว้สำหรับการทดลอง ประกอบกับสัดส่วนพื้นที่ว่างที่เหลือจากการวางภาชนะ ทำให้กำหนดชุดการทดลองได้ 4 ชุด ในแต่ละชุดการทดลอง กำหนดให้ห้องควบคุม มีพื้นที่การระเหยของภาชนะดินเผาทั้งสิ้นเท่ากับ A ตารางเมตร เพื่อใช้เปรียบเทียบกับห้องทดลองที่มีพื้นที่ผิวการระเหยของภาชนะดินเผาเท่ากับ B, C, D และ E ตามลำดับ โดยมีความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ผิวการระเหยคือ $E > B > A > C > D$ ดังรายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณพื้นที่ผิวการระเหยที่ปรากฏในตารางที่ 4.6

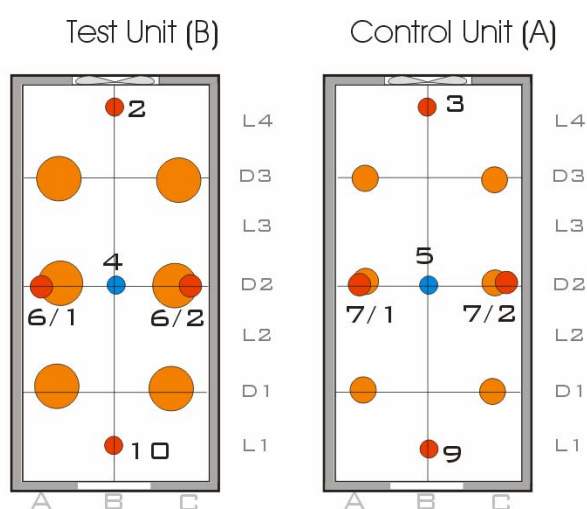
ด้วยข้อจำกัดในเรื่องจำนวนห้องทดลอง ทำให้ไม่สามารถทดลองได้พร้อม ๆ กันในทุกกรณี ดังนั้นเพื่อให้การเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลเป็นไปอย่างสมเหตุผล ผู้วิจัยจึงได้ใช้อุปกรณ์ Pyranometer เป็นตัวบ่งชี้ถึงปริมาณพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน ซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้อุณหภูมิในอากาศเปลี่ยนแปลง

ตารางที่ 4.6 แสดงชุดการทดลองและรายละเอียดการติดตั้งภาชนะดินเผา

ชุดภาชนะดินเผา	ขนาดและจำนวน	ปริมาตรน้ำ รวม	พื้นที่ผิว รวม	อัตราการระเหย*
		(ลูกบาศก์เมตร)	(ตร.ม.)	(ลิตร/ชม.)
A (control unit)	ใบเล็ก 12 ชิ้น	0.113142857	2.262857	0.398
B	ใหญ่ 12 ชิ้น	0.195510857	3.258514	0.587
C	เล็ก 6 ชิ้น	0.056571429	1.131429	ไม่มีการทดสอบ
D	ไม่มีภาชนะ	0	0.000000	0.0000
E	ใหญ่ 12 ชิ้นกลาง6	0.067885714	4.616229	0.8125

(*อัตราการระเหยเป็นข้อมูลที่ได้จากการทดลอง)

4.5.2 รูปแบบการทดลองที่ 2.1 เปรียบเทียบชุดภาชนะดินเผา B (Test Unit) กับชุดภาชนะดินเผา A (Control Unit)



รูปที่ 4.25 ตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์และเครื่องมือวัดค่า ในห้องทดลอง 2.1



รูปที่ 4.26 การติดตั้งเครื่องปั้นดินเผา ชุดBในห้องทดลอง (ซ้าย) และชุดA ในห้องควบคุม (ขวา)

วิธีทดลอง

1. ชั่งน้ำหนักภาชนะดินเผา ก่อนแช่น้ำ บันทึกลงผล
2. นำภาชนะดินเผาแช่น้ำทิ้งไว้ 1 คืน ก่อนนำมาใช้ในการทดลอง
3. เติมน้ำและชั่งน้ำหนักภาชนะดินเผาที่มีน้ำบรรจุอยู่ภายใน บันทึกลงผล
4. วางภาชนะดินเผาตามตำแหน่งและจำนวนที่กำหนดไว้ในตารางที่ 4.6
5. ติดตั้งหัววัดอุณหภูมิและเครื่องมือวัดความเร็วลม ความชื้นและค่าการแผ่รังสีความร้อนของดวงอาทิตย์ตามรูปแบบที่ได้เตรียมไว้
6. เริ่มทดลองและบันทึกผล แล้วจึงอ่านผลการทดลองเมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง

ตารางที่ 4.7 แสดงการตั้งค่าการบันทึกข้อมูลของ OPUS 200 การทดลองที่ 2.1

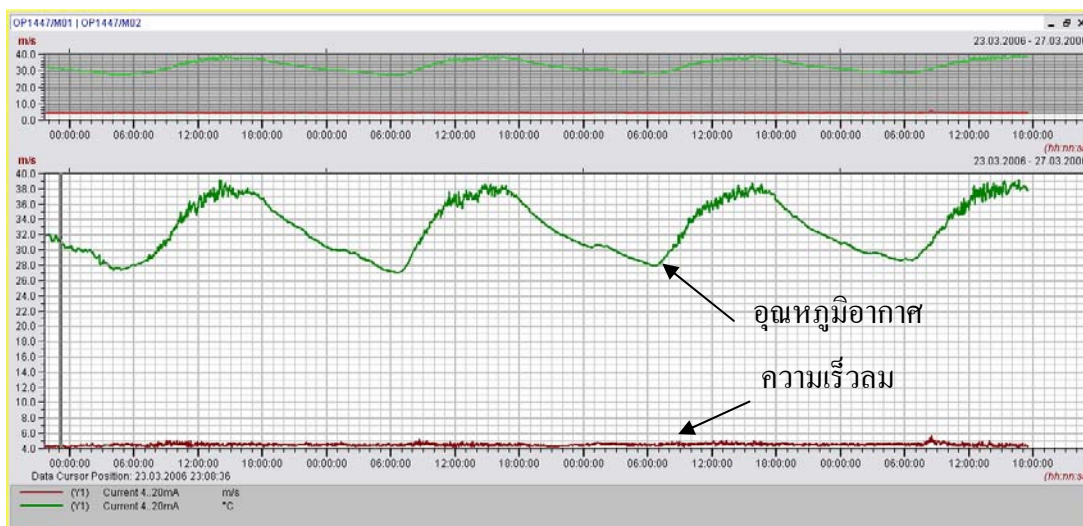
No.	ID	Offset A/B	Sensor type	Scan rate	Saving rate	note
1	1313	-1.73	Psychrometric/T	10 s	2 min	C12 =1569/C76=1898 C12=1570/C76=1906
2	1319	-1.02	(EE65) wind velocity/T	10 s	2 min	
3	1320	-1.00	(EE65) wind velocity/T	10 s	2 min	
4	1335	-0.15/0.85	(TTF10)Thermal/humid	10 s	2 min	
5	1419	-0.05/-0.85	(TTF10)Thermal/humid	10 s	2 min	
6	1573	0.35/0.04	T/T	10 s	2 min	
7	720	-1.06/-1.47	T/T	10 s	2 min	
8	1447	-1.06/-1.47	T/T	10 s	2 min	
9	1576	-0.32/-0.02	T/T	10 s	2 min	
10	1571	-0.55/0.35	T/T	10 s	2 min	

ตารางที่ 4.8 แสดงอุณหภูมิและความชื้นภายนอกอาคารในระหว่างที่ทำการทดลอง

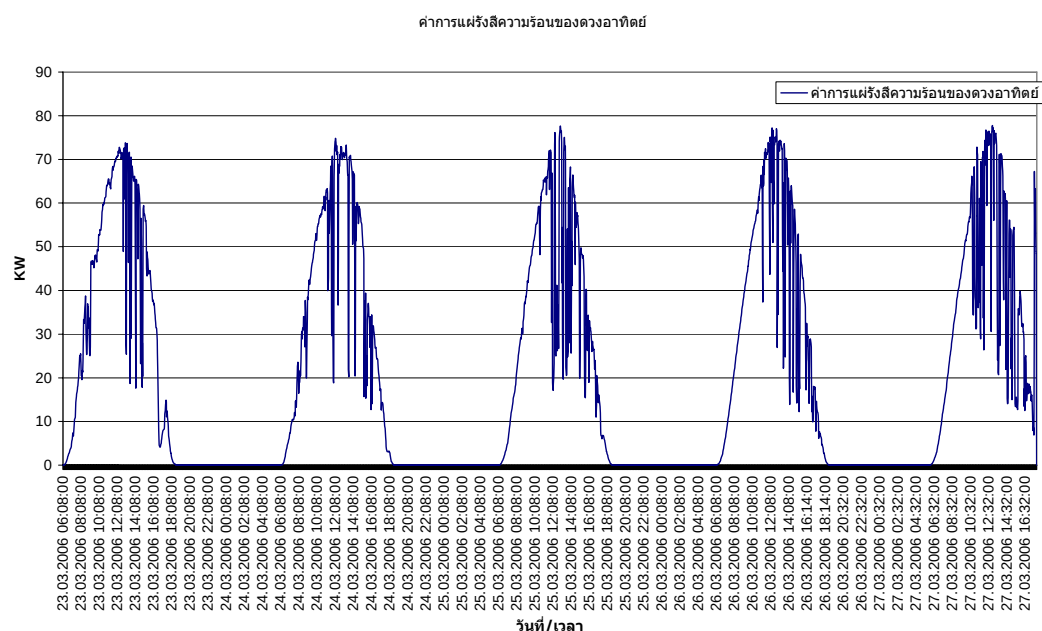
Device Address:	OP1447	OP1447
Channel Number:	M01	M02
Unit:	m/s	°C
Comment:	Current 4..20mA	Current 4..20mA
Description:	Wind velocity	Temperature
Mean	4.51	32.79
Min	4.11	26.99
Max	5.67	39.19

4.5.3 ผลการทดลองที่ 2.1

รูปที่ 4.27-28 แสดงอุณหภูมิและความเร็วลมภายนอกอาคารและค่าการแผ่รังสีความร้อนของดวงอาทิตย์ในช่วงที่ทำการทดลองชุดต่อเนื่อง ในระหว่างวันที่ 23-27 มีนาคม 2549 แสดงให้เห็นว่าสภาพอากาศแจ่มใส ท้องฟ้าโปร่งมีแดดจัด อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 26.99 °C ดังสรุปในตารางที่ 4.8



รูปที่ 4.27 อุณหภูมิอากาศและความเร็วลมในวันที่ทำการทดลอง



รูปที่ 4.28 ค่าการส่งผ่านความร้อนของดวงอาทิตย์ วันที่ทำการทดลอง

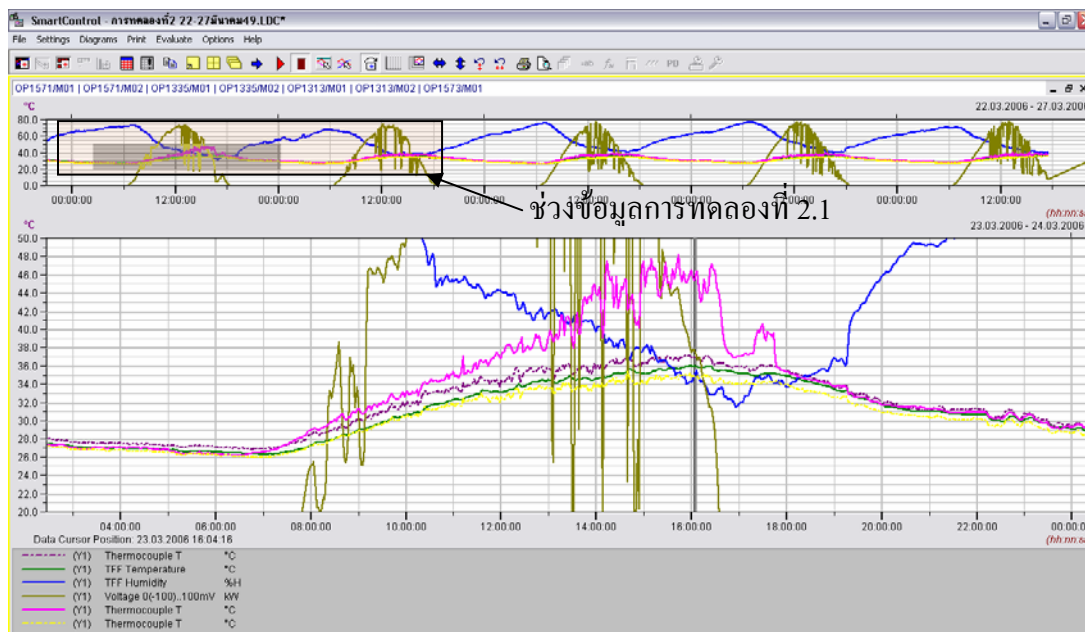
4.5.3.1 ผลการทดลองภายในห้องทดสอบที่บรรจุภาชนะดินเผาชุด B

เริ่มบันทึกผลการทดลองเมื่อ 12.00 น. ของวันที่ 22 มีนาคม 49 ถึง 12.00 น. วันที่ 24 มีนาคม 49

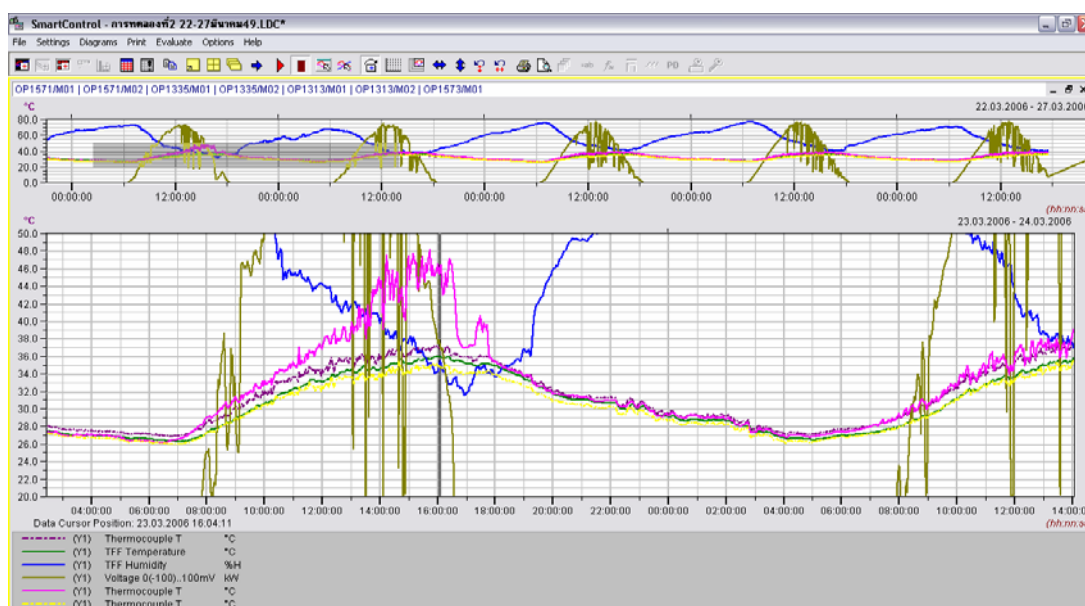
พบว่าในช่วงเวลาที่ร้อนที่สุดที่วัดได้จากการทดลอง บริเวณที่มีอุณหภูมิสูงในห้องทดลองคือตำแหน่งทางลมเข้า ส่วนที่มีอุณหภูมิต่ำสุดในห้องคือตำแหน่งใกล้ผิวภาชนะดินเผา ส่วนบริเวณทางลมออกพบว่ามีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิลมเข้าถึง 1.59 K ดังแสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 แสดงผลอุณหภูมิในการทดลองที่ 2.1

การทดลองที่ 2.1	ห้องทดสอบ (B)	ห้องควบคุม (A)
อุณหภูมิภายนอก (°C)	47.43	47.43
อุณหภูมิลมเข้า (°C)	36.29	36.09
อุณหภูมิลมออก (°C)	34.7	34.99
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	37.92	33.97
ความแตกต่าง(ลมเข้า-ลมออก) (K)	1.59	1.20



รูปที่ 4.29 กราฟแสดงค่าอุณหภูมิในช่วง 24 ชั่วโมงแรกภายในห้องทดสอบ



รูปที่ 4.30 กราฟแสดงค่าอุณหภูมิช่วงเวลา 48 ชั่วโมงภายในห้องทดสอบ

กราฟที่ 4.29-30 แสดงความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศตามช่วงเวลาของห้องทดสอบ (Test Unit) โดยทำการวัดอุณหภูมิอากาศภายนอก 1 ตำแหน่ง (สีชมพู) บริเวณปากทางลมเข้าห้องทดสอบ 1 จุด (สีม่วง) บริเวณลมออก 1 จุด (สีเขียว) และที่ข้างผิวภาชนะดินเผา 1 จุด (สีเหลือง)

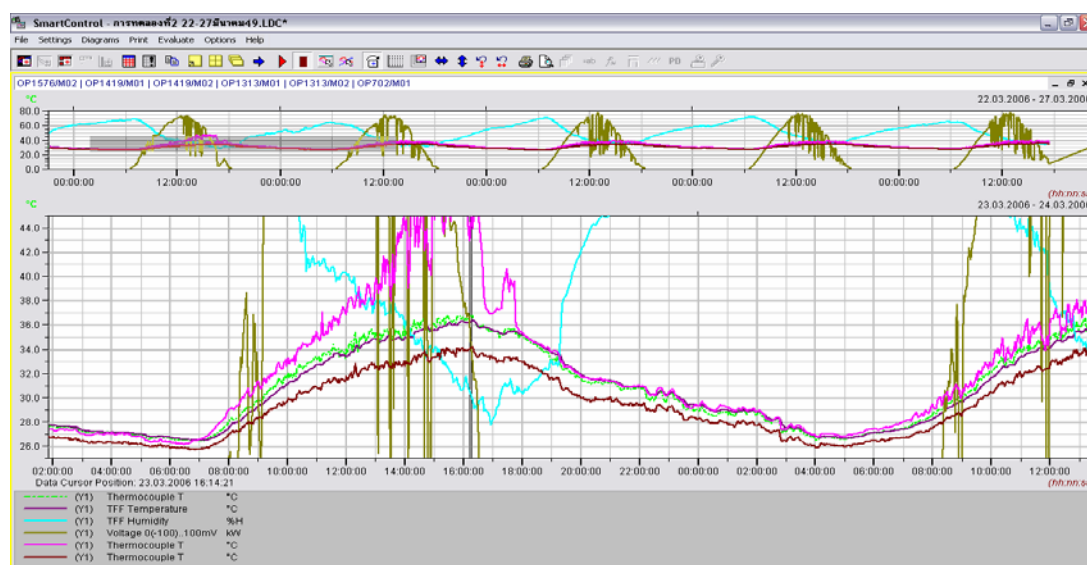
จากการศึกษากราฟที่ได้พบว่า เมื่อเวลากลางคืน ที่ไม่มีอิทธิพลของรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ อุณหภูมิอากาศภายนอกห้องและภายในจุดวัดแต่ละจุดมีค่าใกล้เคียงกัน ประมาณ 27°C ส่วนในตอนกลางวันอุณหภูมิอากาศภายนอกเริ่มสูงขึ้นเมื่อได้รับผลกระทบจากดวงอาทิตย์ โดยสังเกตได้ชัดเจนตั้งแต่ช่วงเวลา 8.00 น. เป็นต้นไป โดยอุณหภูมิลมพัดเข้ามาในห้องทดลองเริ่มสูงขึ้นและลดลงเมื่อลมพัดออกจากห้องไป ด้วยความเร็วลมเฉลี่ยประมาณ 0.452 เมตร/วินาที จากการหาค่าเฉลี่ยความแตกต่างของอุณหภูมิลมที่พัดเข้าในห้องกับอุณหภูมิลมที่พัดออกจากห้องพบว่ามีความเฉลี่ยที่ 0.78 K โดยมีค่าอุณหภูมิที่แตกต่างกันที่สุดที่ 1.59 K ตามตารางที่ 4.9

หลังจากเวลา 16.30 น. เมื่อค่าพลังงานแสงอาทิตย์ลดลงจนไม่สามารถตรวจวัดค่าได้ อุณหภูมิอากาศภายนอกยังคงสูงกว่าภายในห้อง กระทั่งเวลาประมาณ 20.00 น. อุณหภูมิจึงลดระดับลงมาเท่ากัน และเป็นวงจรเช่นนี้ไปจนวันรุ่งขึ้นที่มีอิทธิพลของรังสีความร้อนจากแสงอาทิตย์อีกครั้ง

จากการทดลองพบว่าอุณหภูมิอากาศที่มีค่าต่ำสุดในการทดลองคือบริเวณใกล้กับผิวภาชนะดินเผา พบว่ามีค่าเฉลี่ยความแตกต่างกับอุณหภูมิลมเข้าประมาณ 2.5 K

4.5.3.2 ผลการทดลองภายในห้องควบคุม บรรจุภาชนะดินเผา ชุด A(Control Unit)

เนื่องจากจำนวนพื้นที่ผิวการระเหยของห้องควบคุมน้อยกว่า ทำให้ค่าความสามารถในการลดอุณหภูมิอากาศลดลงน้อยกว่าในห้องทดลอง (กราฟสีเขียวคืออุณหภูมิลมเข้า สีน้ำตาลใกล้เคียงกับอุณหภูมิลมออก ส่วนสีแดงด้านล่างคืออุณหภูมิใกล้ผิวภาชนะ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกมาก)



รูปที่ 4.31 กราฟแสดงอุณหภูมิ ห้องควบคุม (Control Unit)

4.5.4 การอภิปรายผลการทดลองที่ 2.1

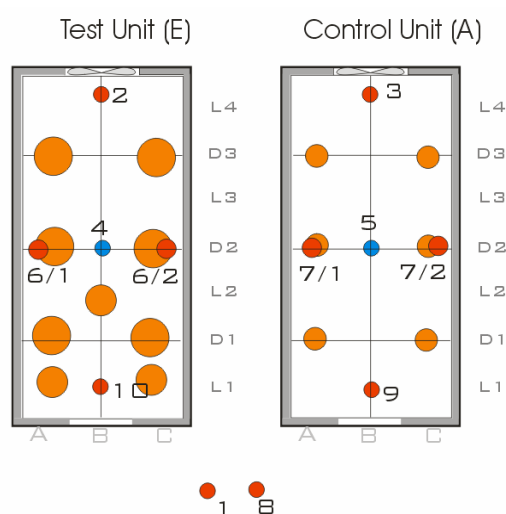
ปริมาณพื้นที่ผิวการระเหย มีผลต่อการลดอุณหภูมิอากาศภายในห้องที่ทำการทดสอบ เมื่อเปรียบเทียบการลดของอุณหภูมิในห้องทดสอบและห้องควบคุมที่มีพื้นที่ผิวการระเหย ประมาณ 3.25 และ 2.26 ตารางเมตร ทำให้อุณหภูมิอากาศลดลง 1.59 K และ 1.20 K ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างของปริมาณพื้นที่ผิวการระเหยประมาณ 0.99 ตารางเมตร พื้นที่ผิวการระเหยมาก สามารถลดอุณหภูมิอากาศได้มากกว่าประมาณ 0.3 K

4.6 การทดลองที่ 2.2

4.6.1 เป้าหมายการทดลอง

ทำการทดลองต่อเนื่องจากการทดลองที่ 2.1 โดยเปลี่ยนพื้นที่ผิวการระเหยของภาชนะดินเผาให้เป็นชุด E ทั้งนี้เพื่อพิจารณาผลการลดอุณหภูมิอากาศว่ามีมากขึ้นหรือลดลงอย่างไร

4.6.2 รูปแบบการทดลองที่ 2.2 เปรียบเทียบชุดภาชนะดินเผา E (Test Unit) กับชุดภาชนะดินเผา A (Control Unit)

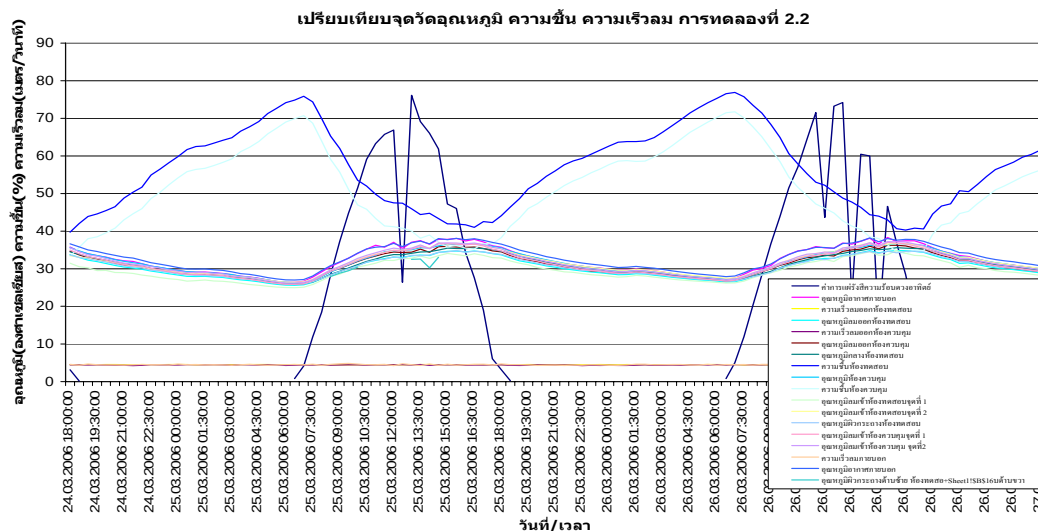


รูปที่ 4.32 ภาพตำแหน่งการติดตั้งเครื่องปั่นดินเผาและจุดตรวจวัดในการทดลองที่ 2.2

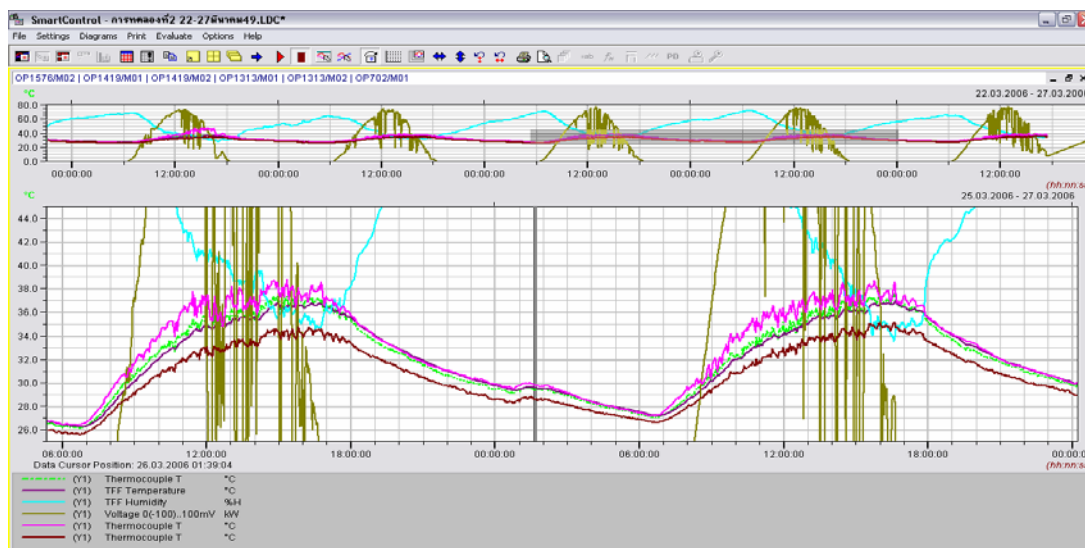
4.6.3 ผลการทดลองที่ 2.2

4.6.3.1 ผลการทดลองภายในห้องควบคุม บรรจุภาชนะดินเผา ชุด A

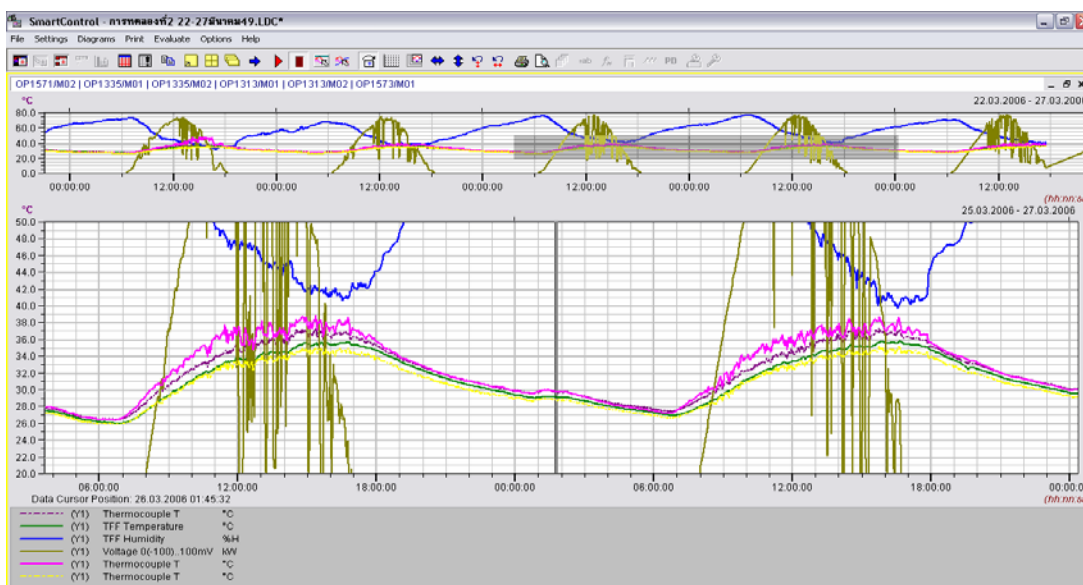
จากการศึกษารูปที่ 4.34 ที่ได้จากการทดลองพบว่ามีความคล้ายคลึงกับการทดลองที่ 2.1 ทั้งนี้เป็นเพราะอิทธิพลของดวงอาทิตย์และพื้นที่ผิวการระเหยเท่าเดิม ทำให้อุณหภูมิลมออกมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศที่เข้ามา และอุณหภูมิที่ผิวภาชนะยังมีค่าต่ำเช่นเดิม โดยกราฟสีชมพูคืออุณหภูมิอากาศ สีเขียวอ่อนคืออุณหภูมิลมเข้าและสีแดงใกล้เคียงกันคืออุณหภูมิลมออก ส่วนกราฟสีน้ำตาลต่ำสุดคืออุณหภูมิบริเวณผิวภาชนะดินเผา



รูปที่ 4.33 กราฟผลการทดลองที่ 2.2 เปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิในห้องควบคุมและห้องทดลอง



รูปที่ 4.34 กราฟผลการทดลองที่ 2.2 อุณหภูมิภายในห้องควบคุม บรรจุก๊าซชนิดพิเศษ A



รูปที่ 4.35 กราฟผลการทดลองที่ 2.2 อุณหภูมิภายในห้องทดสอบบรรจุภาชนะดินเผาชุด E

4.6.3.2 ผลการทดลองภายในห้องทดสอบที่บรรจุภาชนะดินเผาชุด E

จากการผลการทดลอง เมื่อพื้นที่ผิวการระเหยของภาชนะดินเผาเพิ่มขึ้น สามารถลดอุณหภูมิอากาศได้มากขึ้น ดังเห็นได้ชัดจากความห่างของกราฟสีม่วงเข้ม (อุณหภูมิลมเข้า) ที่ห่างจากสีเขียว (อุณหภูมิลมออก) อย่างเห็นได้ชัด ส่วนบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำที่สุดยังคงเป็นบริเวณผิวภาชนะดินเผา (กราฟสีเหลือง) ดังตารางที่ 4.10 สรุปค่าอุณหภูมิและความชื้นของการทดลองที่ 2.2

ตารางที่ 4.10 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยของจุดตรวจวัดต่าง ๆ ในการทดลองที่ 2.2

การทดลองที่ 2.2	ห้องทดสอบ	ห้องควบคุม
อุณหภูมิภายนอก (°C)	38.32	38.32
อุณหภูมิลมเข้า (°C)	36.52	37.23
อุณหภูมิลมออก (°C)	34.62	36.24
ความชื้นสัมพัทธ์(%)	43.04	36.37
ความแตกต่าง(ลมเข้า-ลมออก) (K)	1.90	0.99

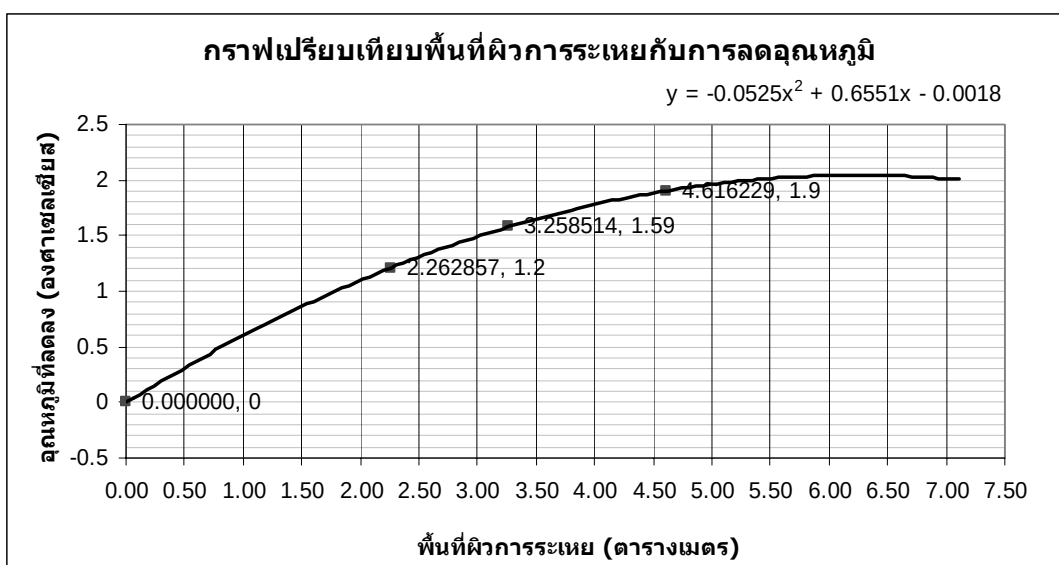
4.6.4 การอภิปรายผลการทดลอง

กระแสลม หรืออากาศที่ผ่านเข้ามาภายในห้องจะเกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนกับภาชนะดินเผาบรรจุน้ำ ซึ่งผลที่ได้คือ การระเหยที่ผิวภาชนะ และอุณหภูมิห้องที่ลดลง โดยอุณหภูมิที่ลดลงมีส่วนที่แปรผันกับปริมาณพื้นที่ผิวการระเหยของภาชนะดินเผา ยังมีพื้นที่การระเหยมากก็สามารถลดอุณหภูมิลงได้มากขึ้น ดังตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบพื้นที่ผิวการระเหยกับอุณหภูมิอากาศที่ลดลงจากระบบ

ตารางที่ 4.11 สรุปผลเปรียบเทียบพื้นที่ผิวการระเหยและอุณหภูมิอากาศที่ลดลงจากระบบ

ชุดการทดลอง	ขนาดและจำนวน	ปริมาตรน้ำ รวม	พื้นที่ผิว รวม	อุณหภูมิที่ลด
		(ลูกบาศก์เมตร)	(ตร.ม.)	เคลวิน
A	ใบเล็ก 12 ชิ้น	0.113142857	2.262857	1.2
B	ใหญ่ 12 ชิ้น	0.195510857	3.258514	1.59
D	ไม่มีภาชนะ	0	0.000000	0
E	ใหญ่ 12 ชิ้นกลาง6	0.067885714	4.616229	1.9

จากการพิจารณาผลการทดลอง 2.1 และ 2.2 (ซึ่งมีสภาพอากาศ ค่าการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ของทั้งสองการทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน) เมื่อนำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการลดลงของอุณหภูมิอากาศที่เกิดจากอิทธิพลของพื้นที่ผิวการระเหย พบว่าการลดลงของอุณหภูมิอากาศมีความสัมพันธ์กับพื้นที่ผิวการระเหยของภาชนะดินเผา โดยสามารถเขียนเป็นกราฟและแสดงค่าแนวโน้มการลดลงของอุณหภูมิอากาศภายในห้องทดลองได้ดังนี้



รูปที่ 4.36 กราฟแนวโน้มการลดอุณหภูมิกับปริมาณพื้นที่ผิวการระเหยของน้ำในภาชนะดินเผา

4.7 สรุปผลการทดลองชุดที่ 2

พื้นที่ผิวการระเหยมีผลต่อการลดอุณหภูมิอย่างไร เป็นคำถามหลักของการทดลองชุดนี้ จากการทดลองในสภาพที่จัดเตรียมขึ้น การสรุปผลจึงเป็นการเปรียบเทียบสิ่งที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริงในวันที่ทำการทดลอง มีข้อสรุปดังนี้

เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการลดอุณหภูมิอากาศของห้องทดลองที่บรรจุภาชนะดินเผาจำนวนและขนาดต่างกันไว้ภายใน โดยพิจารณาความแตกต่างของอุณหภูมิในช่วงเวลาที่ร้อนที่สุด ในบริเวณลมเข้าและบริเวณลมออก พบว่าเป็นไปตามสมมุติฐานของการทดลอง นั่นคือ

ปริมาณพื้นที่ผิวการระเหยมาก สามารถทำให้อุณหภูมิอากาศลดลงได้มาก ดังแสดงในตารางที่ 5.1 และจากกราฟแนวโน้มการลดของอุณหภูมิเมื่อเทียบกับพื้นที่ผิวการระเหย (รูปที่ 4.36) ทำให้เราทราบว่า ลักษณะการลดลงของอุณหภูมิไม่ได้เป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณพื้นที่ผิวการระเหย โดยพิจารณาจากกราฟ หากต้องการลดอุณหภูมิ 2 K จะต้องใช้พื้นที่ผิวการระเหยเท่ากับ 5.4 ตารางเมตร ในขณะที่การลดอุณหภูมิ 1K ใช้พื้นที่ผิวการระเหยเพียง 1.8 ตารางเมตร

ตารางที่ 4.12 ข้อมูลขนาดและจำนวนพื้นที่ผิวของภาชนะดินเผากับการลดอุณหภูมิและอัตราการสูญเสียของระบบ

ชุดการทดลอง	ขนาดและจำนวน	ปริมาตรน้ำรวม (ลูกบาศก์เมตร)	พื้นที่ผิวรวม (ตร.ม.)	อัตราการระเหย* (ลิตร/ชม.)	อุณหภูมิที่ลด เคลวิน
A	ใบเล็ก 12 ชิ้น	0.113142857	2.262857	0.398	1.2
B	ใหญ่ 12 ชิ้น	0.195510857	3.258514	0.587	1.59
D	ไม่มีภาชนะ	0	0.000000	0.0000	0
E	ใหญ่ 12 ชิ้นกลาง6	0.067885714	4.616229	0.8125	1.9

สัดส่วนการระเหยจึงเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อการลดอุณหภูมิในช่วงเวลาที่มีอากาศร้อนของวัน คือระหว่างเวลา 13.00 – 16.00 น. สามารถเขียนเป็นสมการความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศที่ลดลงกับพื้นที่ผิวการระเหยได้ดังนี้

$$y = -0.0525x^2 + 0.6551x - 0.0018 \quad (4.1)$$

เมื่อ y คือ อุณหภูมิอากาศที่ลดลง

x คือ พื้นที่ผิวการระเหยของน้ำในภาชนะดินเผา โดย $6 \geq x > 0.003$

ส่วนสาเหตุที่ทำให้แนวโน้มประสิทธิภาพการลดอุณหภูมิลดลง เมื่อพื้นที่ผิวการระเหยมีค่าเกิน 6 ตารางเมตร คือการระบายอากาศที่เกิดขึ้นตลอดเวลาจากพัดลมดูดอากาศที่ติดตั้งไว้ด้านหลังห้องทดลอง ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิของระบบลดลง ทั้งนี้เพื่อไม่ให้เกิดสภาพการอึดตัวของไอน้ำในอากาศ จึงต้องมีการระบายความชื้นออกไป ในอนาคตหากมีการศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับจังหวะเวลาในการระบายอากาศ น่าจะเป็นส่วนช่วยให้เกิดการดำเนินงานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

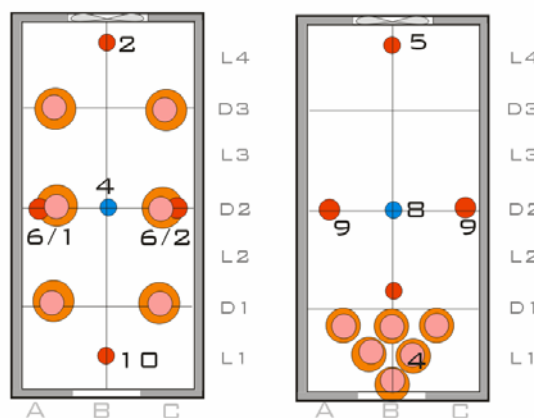
4.8 การทดลองชุดที่ 3

4.8.1 เป้าหมายการทดลอง

สำหรับคำถามสุดท้ายของการวิจัยในครั้งนี้คือ การหาตำแหน่งติดตั้งภาชนะดินเผาที่มีประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิอากาศได้มากที่สุด

4.8.2 รูปแบบการทดลอง

จากกรณีศึกษาที่ได้ทำการค้นคว้าพบว่าตำแหน่งที่มีความเหมาะสมสำหรับการใช้วิธีการลดอุณหภูมิด้วยวิธีการระเหยแบบไม่สัมผัสความชื้นโดยตรง (Semi indirect evaporative cooling) คือการนำมาติดตั้งขวางทางลมเข้า ดังนั้นในชุดการทดลองที่ 3 จึงทำการติดตั้งภาชนะดินเผาในตำแหน่งทางลมเข้าและการวางขนานลมแบบกระจายทั่วห้อง เพื่อเปรียบเทียบผลของการลดอุณหภูมิและพิจารณาผลกระทบอื่น ๆ ที่เกิดจากการวางภาชนะทั้งสองแบบโดยทำการทดลองเป็นเวลาประมาณ 1 สัปดาห์ แล้วดูประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิอากาศและผลกระทบอื่น ๆ โดยมีรูปแบบการติดตั้งภาชนะดินเผาดังรูปที่ 4.37-38

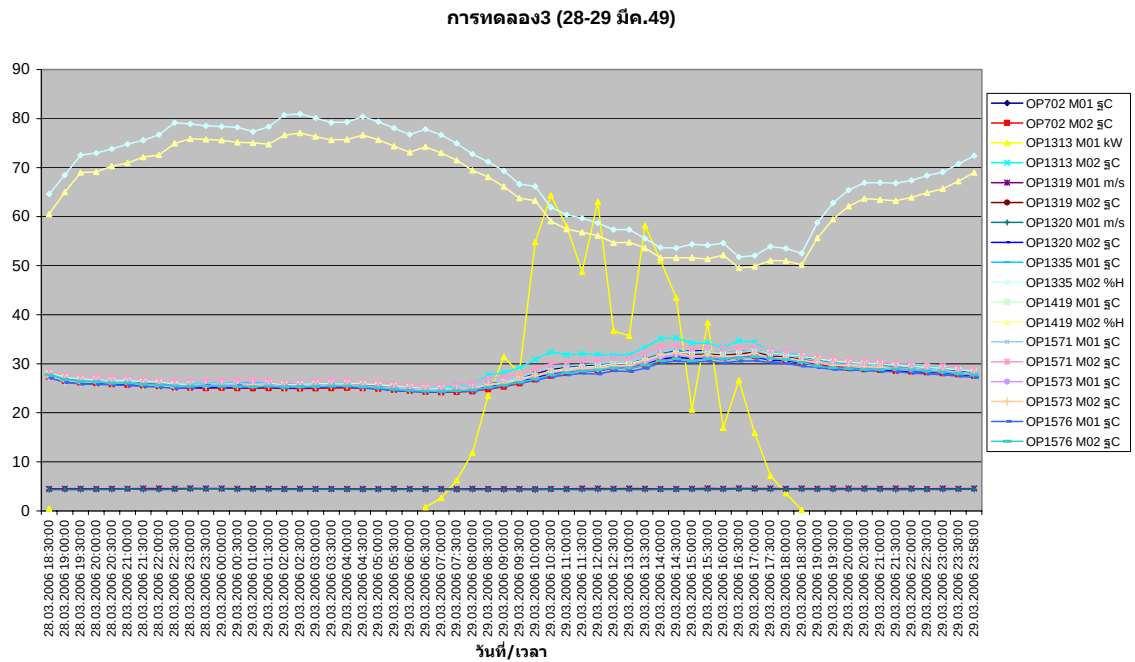


รูปที่ 4.37 ภาพแสดงตำแหน่งติดตั้งเครื่องปั่นดินเผาและจุดตรวจวัดต่าง ๆ ภายในห้องทดลองและห้องควบคุมในการทดลองชุดที่ 3

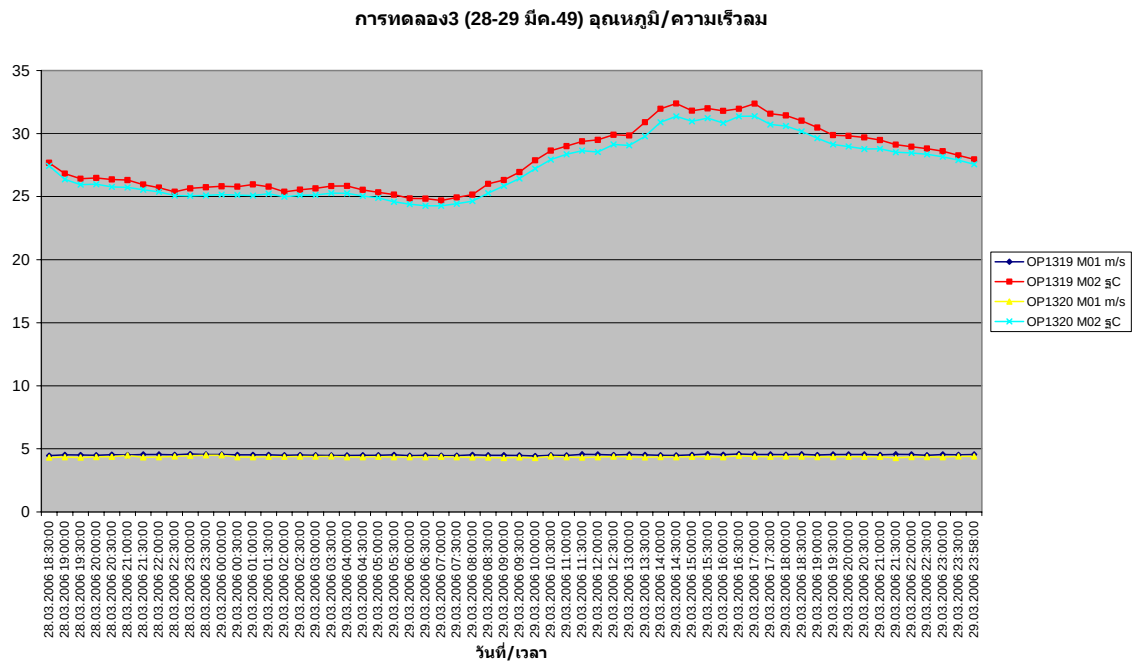


รูปที่ 4.38 ภาพแสดงการติดตั้งชุดเครื่องปั่นดินเผา ในแบบขนานลม (ซ้าย) และขวางทางลม (ขวา)

4.8.3 ผลการทดลองชุดที่ 3

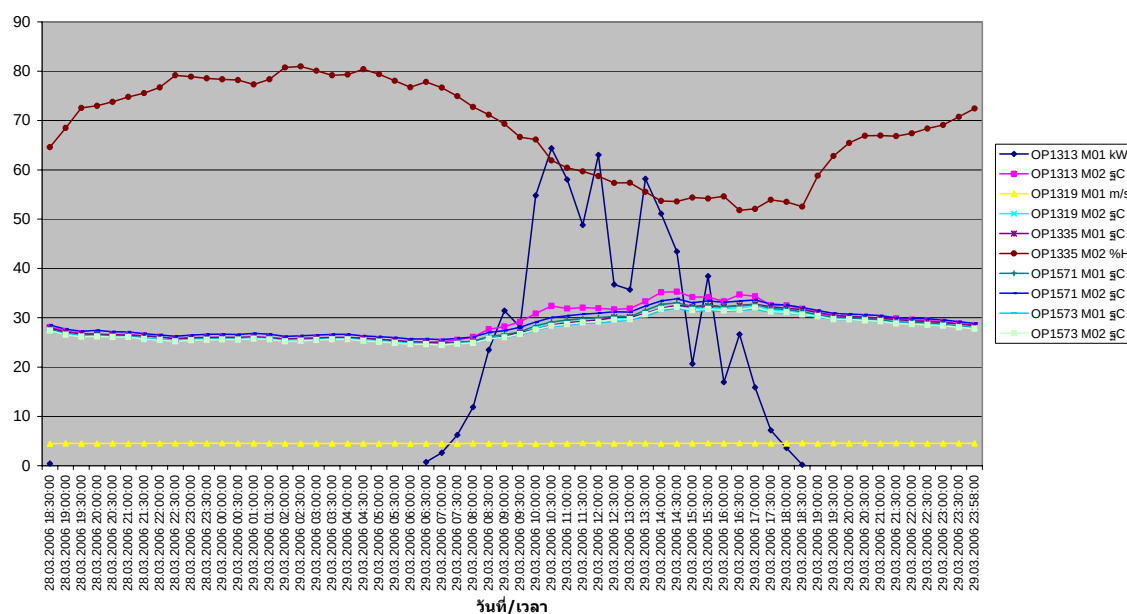


รูปที่ 4.39 กราฟผลการทดลองที่ 3 แสดงอุณหภูมิอากาศ ความชื้นและความเร็วลม ณ จุดวัดต่าง ๆ ระหว่างวันที่ 28 – 29 มีนาคม 49



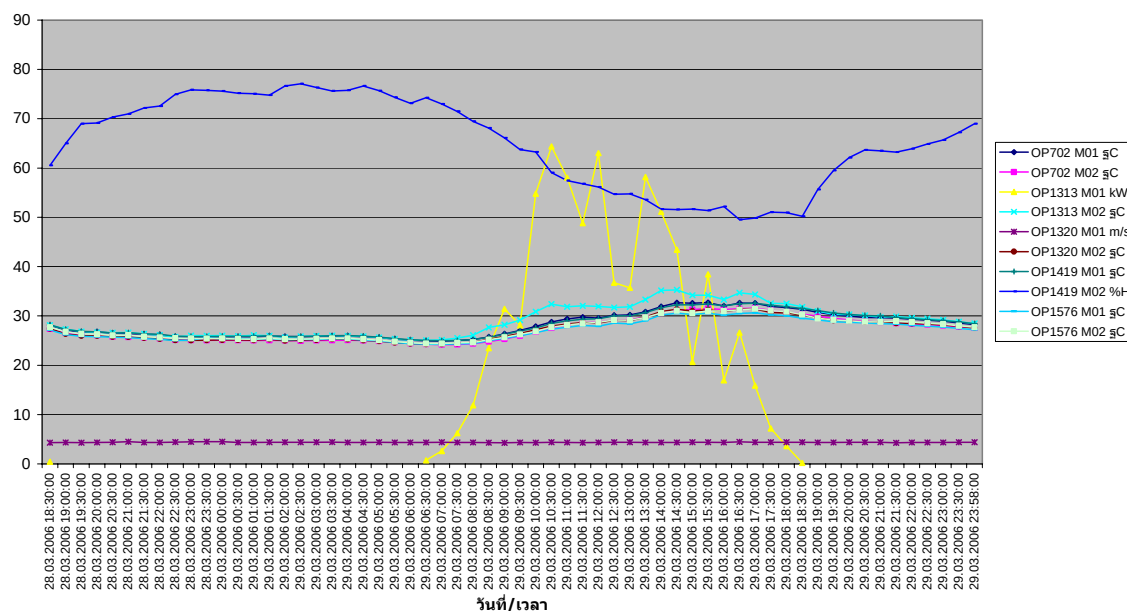
รูปที่ 4.40 กราฟผลการทดลองที่ 3 แสดงอุณหภูมิอากาศ และความเร็วลม ระหว่างวันที่ 28 – 29 มีนาคม 49

การทดลอง3 /Test unit/ (28-29 มี.ค.49)



รูปที่ 4.41 กราฟผลการทดลองที่ 3 ภายในห้องทดลองที่วางภาชนะขนานลม แสดงอุณหภูมิอากาศ ความชื้นและความเร็วลม ณ จุดวัดต่าง ๆ ระหว่างวันที่ 28 – 29 มีนาคม 49

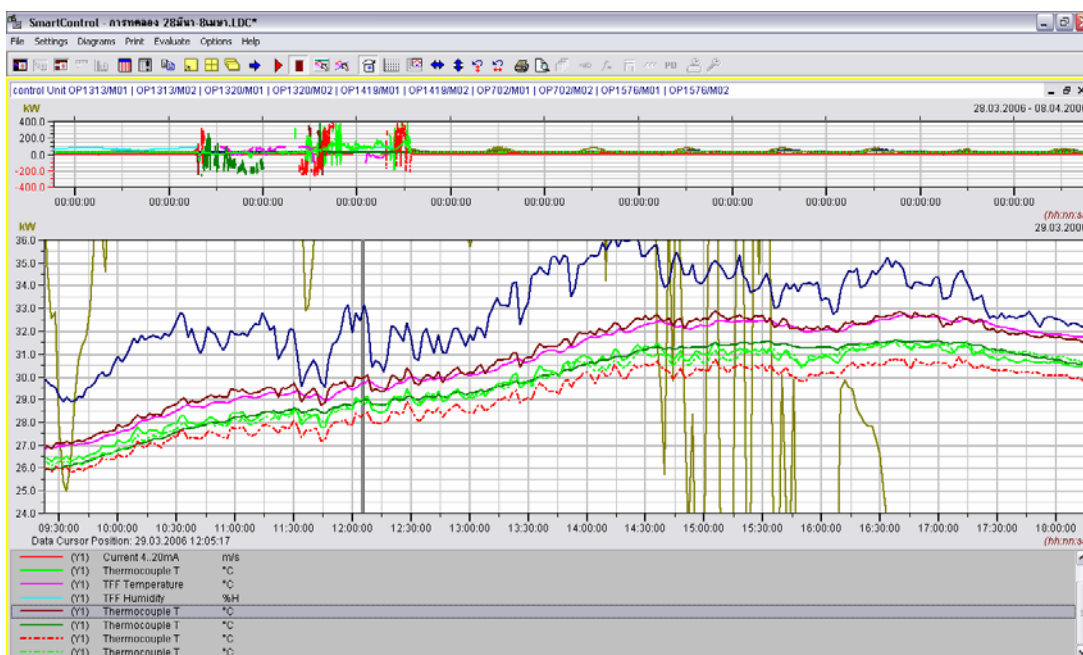
การทดลอง3 /Control unit/ (28-29 มี.ค.49)



รูปที่ 4.42 กราฟผลการทดลองที่ 3 ภายในห้องควบคุม ที่วางภาชนะตั้งฉากกับทิศทางลม แสดง อุณหภูมิอากาศ ความชื้น ความเร็วลม ณ จุดวัดต่าง ๆ ระหว่างวันที่ 28 – 29 มีนาคม 49



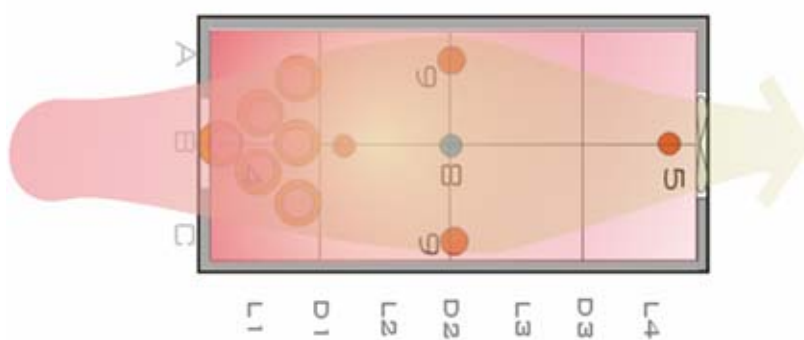
รูปที่ 4.43 กราฟผลการทดลองที่ 3 แสดงผลการทดลองในช่วง 7 วัน



รูปที่ 4.44 กราฟแสดงอุณหภูมิภายในห้องควบคุม สิ้นน้ำเงิน : อุณหภูมิอากาศภายนอก, สีม่วงเข้ม: อุณหภูมิอากาศด้านในผนังห้องทดลองทิศใต้, สีม่วงอ่อน: อุณหภูมิลมออก, สีเขียวอ่อน : อุณหภูมิอากาศกลางห้อง, สีเขียวเข้ม: อุณหภูมิอากาศด้านในผนังห้องทดลอง ทิศเหนือ, สีเขียวอ่อน (เส้นประ): อุณหภูมิด้านหลังผิวภาชนะดินเผา Channel 2 (ติดตั้งระดับ 60 เซนติเมตร) เหนือพื้นห้องทดลอง, สีแดง (เส้นประ): อุณหภูมิอากาศด้านหลังผิวภาชนะดินเผา Channel 1 (ติดตั้งระดับ 30 เซนติเมตรเหนือพื้นห้องทดลอง)

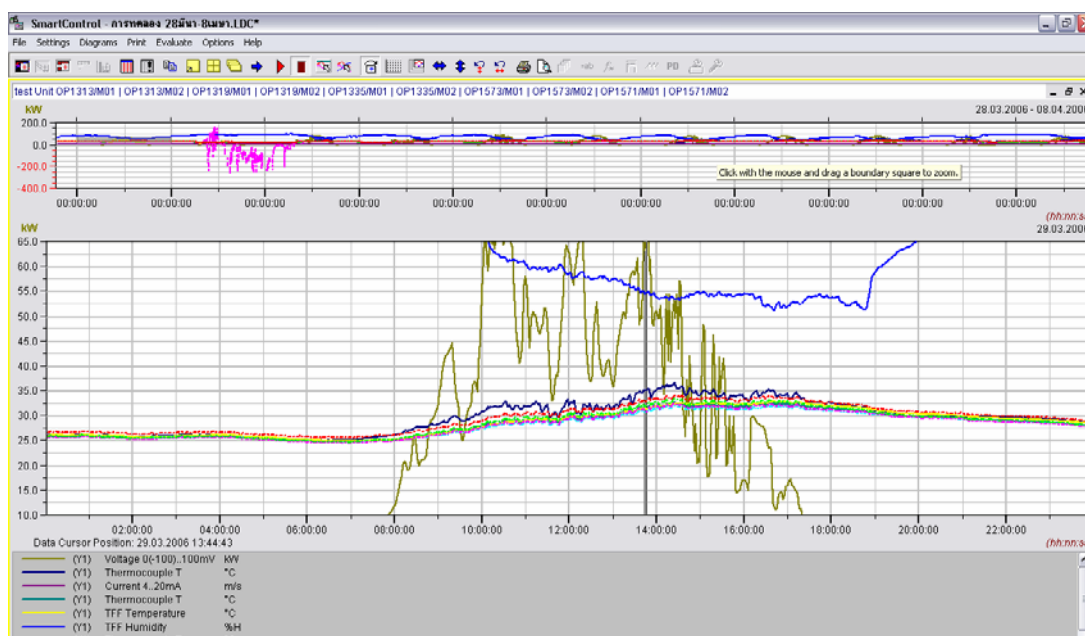
4.8.3.1 ผลการทดลอง กรณีที่ 3.1 วางภาชนะวางทางลมเข้า (ห้องควบคุม)

ผลการทดลองแสดงว่า การวางตำแหน่งภาชนะวางทางลม มีผลทำให้อุณหภูมิอากาศที่พัดเข้ามาลดลงโดยเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอก(28.92°C)และอุณหภูมิอากาศที่อยู่ใกล้ผิวภาชนะ(27.0°C)มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันเท่ากับ 0.92 K ค่าเฉลี่ยการลดอุณหภูมิอากาศได้สูงสุดเท่ากับ $35.29-30.61=4.68\text{K}$ และเมื่อพิจารณาการลดอุณหภูมิอากาศทั้งระบบภายในห้องควบคุมพบว่า อุณหภูมิอากาศที่พัดออกจากห้อง (28.153°C)ที่ความเร็วลมเฉลี่ย 0.436 m/s มีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น จากอุณหภูมิมิกลางห้อง(27.273°C) 0.88 K แต่ยังคงต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกประมาณ 0.767 K ดังรูปที่ 4.45 จำลองลักษณะการลดลงของอุณหภูมิอากาศภายในห้องควบคุม

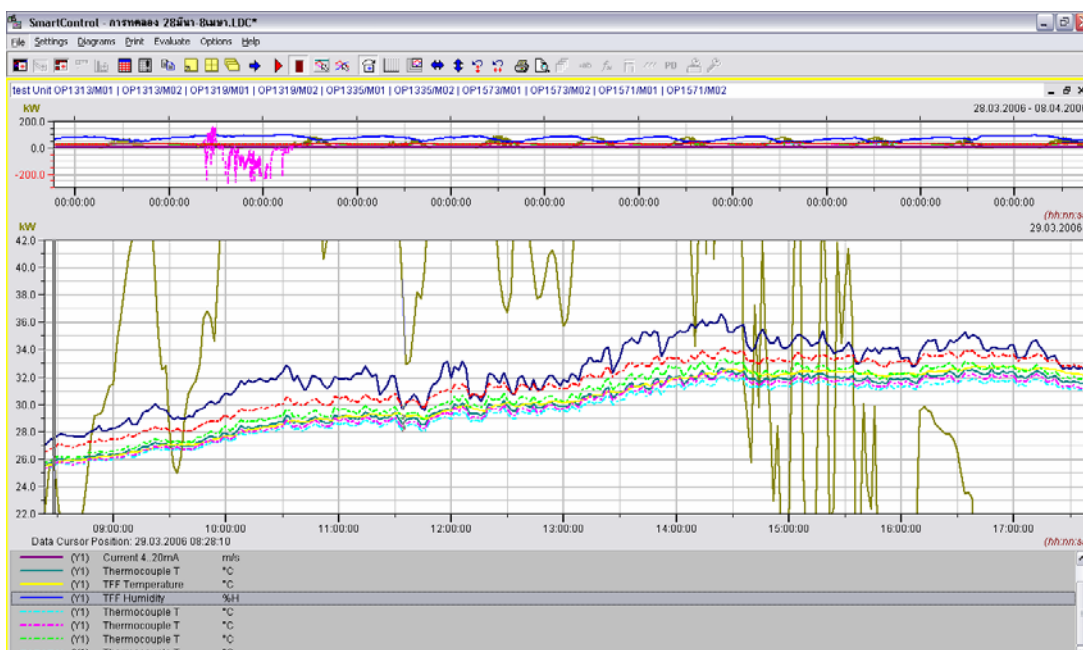


รูปที่ 4.45 ภาพจำลองลักษณะการไหลของอากาศและการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (วางขวางลม)

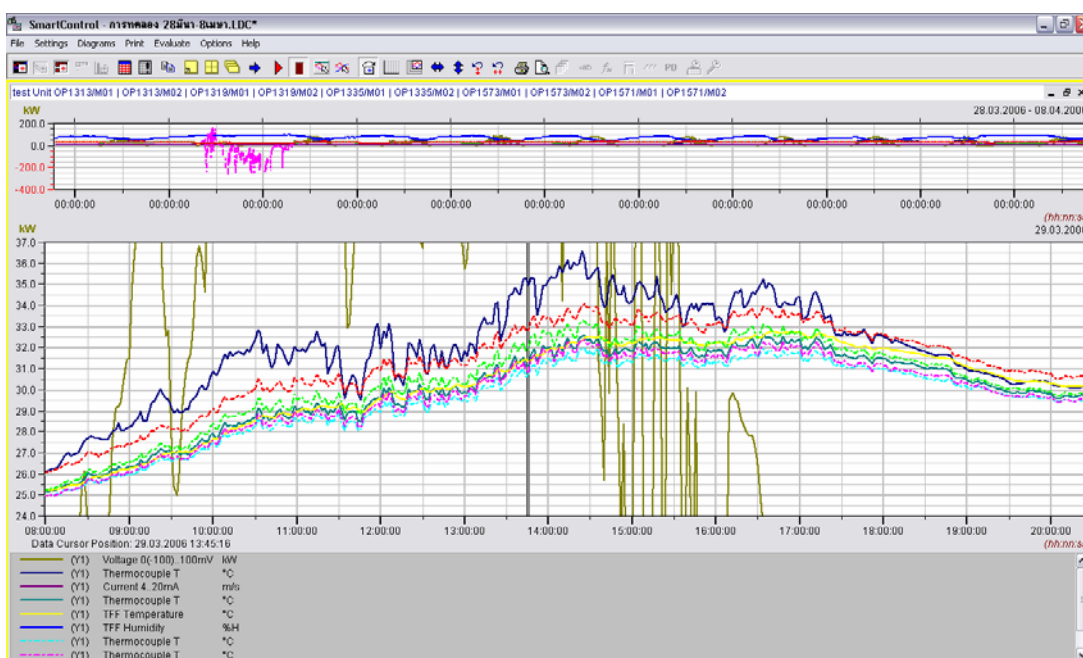
4.8.3.2 ผลการทดลอง กรณีที่ 3.1 วางภาชนะขนานลมเข้า (ห้องทดสอบ)



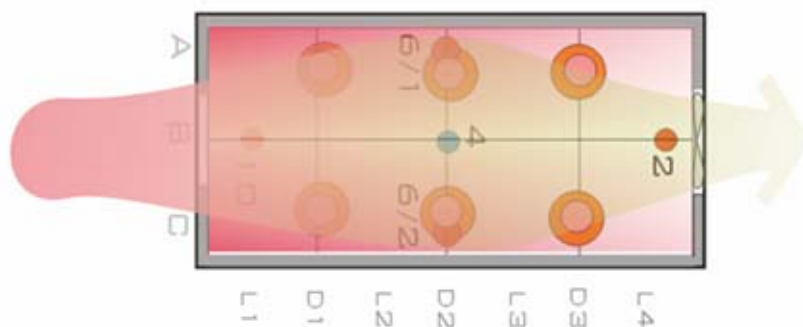
รูปที่ 4.46 กราฟแสดงอุณหภูมิความชื้นภายในห้องควบคุมที่วางภาชนะขนานลม



รูปที่ 4.47 กราฟแสดงห้องทดลอง Test Unit วันที่ 29 มีนาคม 2549 เวลา 08.30 น.-17.30 น.



รูปที่ 4.48 อุณหภูมิห้องทดลอง Test Unit ข้อมูลวันที่ 29 มีนาคม 2549 เวลา 08.30 น.-17.30 น. สีนํ้าเงิน: อุณหภูมิอากาศภายนอก, สีเขียวอ่อน (เส้นประ): อุณหภูมิด้านหลังผิวภาชนะดินเผา Channel 1 ติดตั้งหัววัดที่ความสูง 30 เซนติเมตรเหนือพื้นห้องทดลอง, สีแดง (เส้นประ): อุณหภูมิอากาศด้านหลังผิวภาชนะดินเผา Channel 2 ติดตั้งหัววัดที่ความสูง 60 เซนติเมตรเหนือพื้นห้องทดลองสีฟ้า (เส้นประ): อุณหภูมิอากาศข้างผิวภาชนะดินเผา ด้านซ้าย, สีม่วงอ่อน (เส้นประ) หมายถึงอุณหภูมิอากาศข้างผิวภาชนะดินเผา ด้านขวา, สีเหลือง หมายถึงอุณหภูมิลมออก, สีเขียวเข้ม หมายถึงอุณหภูมิอากาศที่ตำแหน่งกลางห้อง



รูปที่ 4.49 ภาพจำลองลักษณะการไหลของอากาศและการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ วางขนานลม

เนื่องจากรูปแบบการทดลองคล้ายกับการทดลองที่ 2.1 ผลที่ได้คือค่าเฉลี่ยสูงสุดอุณหภูมิลมออก (32.50°C) ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยสูงสุดอุณหภูมิลมเข้า (33.86°C) เท่ากับ 1.36K และมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ (35.29°C) เท่ากับ 2.79K

ตารางที่ 4.13 แสดงค่าอุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุดและเฉลี่ยของจุดวัดต่าง ๆ การทดลองที่ 3

การทดลองที่ 3*	ห้องทดสอบวางขนาน	ห้องควบคุมวางขวางลม
อุณหภูมิภายนอก ($^{\circ}\text{C}$)	35.29	35.29
อุณหภูมิลมเข้า ($^{\circ}\text{C}$)	33.86	30.56 (ตำแหน่งหลังภาชนะ)
อุณหภูมิลมออก ($^{\circ}\text{C}$)	32.5	32.26
ความชื้นสัมพัทธ์	53.58	51.57
ความแตกต่าง (อากาศ-ลมออก) (K)	2.79	2.93
ความแตกต่าง (ลมเข้า-ลมออก) (K)	1.36	-1.70

*ใช้ค่าอุณหภูมิขณะที่อากาศภายนอกมีค่าสูงสุด เพื่อผลการลดอุณหภูมิที่มากที่สุด

4.8.4 การอภิปรายผลการทดลอง

เมื่อพิจารณาความแตกต่างของอุณหภูมิลมออกของทั้งสองห้องมีความแตกต่างกันเพียง 0.2K ถือว่ามีความสามารถในการลดอุณหภูมิอากาศได้ใกล้เคียงกัน คือการวางภาชนะขนานลม และวางทางลมให้อุณหภูมิลมออกลดลง 2.79K และ 2.93K ตามลำดับ

และสิ่งที่ได้พบจากการศึกษาผลการทดลองคือ อุณหภูมิอากาศที่ผ่านภาชนะดินเผาที่วางขวางทางลมไว้จะมีค่าต่ำลงมากและค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเมื่อมีระยะห่างมากขึ้น ซึ่งทำให้ค่าความแตกต่างระหว่างจุดวัดลมเข้าและลมออกในตารางมีค่าเป็นลบ ส่วนค่าอุณหภูมิอากาศภายในห้องที่วางภาชนะขนานกับลม มีผลการลดอุณหภูมิในลักษณะเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 และ 2 คือ

อุณหภูมิอากาศที่ร้อนจะค่อย ๆ ลดลงเมื่อเข้ามาภายในห้องทดลองและค่อย ๆ ลดเรื่อย ๆ จนกระทั่งพัดออกไปนอกห้อง ซึ่งทุกการทดลองที่ผ่านมาพบว่าอุณหภูมิลมออกของห้องที่ติดตั้งเครื่องปั่นดินเผาบรรจุน้ำ มีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศทั้งสิ้น จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวการระเหย ดังที่ได้สรุปมาแล้วในการทดลองที่ 2

4.9 สรุปผลการทดลองชุดที่ 3

ในการทดลองชุดที่ 3 เป็นการเปรียบเทียบตำแหน่งการวางภาชนะดินเผาระหว่างการวางขวางทางลมกับขนานลมแบบกระจายไปทั่วห้อง ว่าแบบใดที่สามารถทำให้เกิดการลดอุณหภูมิได้ดีที่สุด ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า

1. เนื่องจากการทดลองในช่วงใกล้เคียงกันกับการทดลองที่ 2 อุณหภูมิอากาศในห้องทดลองลดลง 1.36°C จากพื้นที่ผิวการระเหยประมาณ 2.7606 ตารางเมตร ซึ่งใกล้เคียงกับสมการ 5.1
2. การวางภาชนะดินเผาขวางลม คือวางไว้ตำแหน่งปากทางลมเข้า ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนอุณหภูมิกับการระเหยที่เกิดขึ้น ส่งผลให้อุณหภูมิในพื้นที่ด้านหลังภาชนะดินเผาลดลง และค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเมื่อมีระยะห่างจากภาชนะดินเผามากขึ้น แต่ยังมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก
3. การวางภาชนะดินเผาขนานแบบกระจายทั่วห้อง ทำให้อุณหภูมิในบริเวณลมเข้ายังมีค่าสูงและค่อย ๆ ลดต่ำลงและต่ำสุดที่บริเวณลมออก ซึ่งการวางแบบกระจายนี้ ทำให้อุณหภูมิทั่วห้องลดลงได้น้อยกว่าวางแบบขวางลมเพียง 0.14K ซึ่งถือว่ามีความแตกต่างกันน้อย
4. จุดที่มีอุณหภูมิอากาศต่ำที่สุดทั้งในห้องทดสอบและห้องควบคุมคือที่บริเวณผิวของภาชนะดินเผา โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 27.4°C ในขณะที่อุณหภูมิอากาศมีค่าเฉลี่ยที่ 28.9°C
5. การใช้ระบบการลดอุณหภูมิด้วยการระเหยจะได้ผลดีก็ต่อเมื่อภาชนะดินเผาอยู่ใกล้กับพื้นที่เป้าหมายลดอุณหภูมิ ระยะทางไม่ควรเกิน 1.8 เมตรจากภาชนะดินเผา โดยความเย็นสูงสุดคือที่บริเวณผิวภาชนะ