

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญรูป.....	IX
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 สมมุติฐานของการศึกษา.....	3
1.4 ขอบเขตและข้อจำกัดของการศึกษา.....	3
1.5 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย	4
1.6 กรอบความคิดในการวิจัย	7
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	7
1.8 ระยะเวลาและแผนดำเนินการ.....	7
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 การทำความเข้าใจเกี่ยวกับความร้อนและอุณหภูมิ.....	9
2.2 การเคลื่อนที่ของความร้อน	11
2.3 อากาศขึ้นกับแผนภูมิไซโครเมตริก.....	15
2.4 ภาวะน่าสบาย.....	18
2.5 ขอบเขตความสบาย.....	21
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	23
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	
3.1 แนวความคิดในการออกแบบการทดลอง	30
3.2 ห้องทดลอง อุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ในการทดลอง	30
3.3 สมมุติฐานการทดลอง	36
3.4 วิธีทดลอง	36

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.5 วิเคราะห์ข้อมูล	37
บทที่ 4 ผลการทดลองและการอภิปรายผลการทดลอง	
4.1 ชุดการทดลองที่ 1.1	38
4.2 การทดลองที่ 1.2	42
4.3 การทดลองที่ 1.3	48
4.4สรุปผลการทดลองชุดที่ 1.....	51
4.5 การทดลองที่ 2.1	52
4.6 การทดลองที่ 2.2.....	58
4.7 สรุปผลการทดลองชุดที่ 2.2.....	61
4.8 การทดลองชุดที่3.....	62
4.9 สรุปผลการทดลองชุดที่ 3.....	70
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	
5.1 ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของระบบการลดอุณหภูมิอากาศด้วยการระเหย.....	72
5.2 แนวทางการประยุกต์ใช้การลดอุณหภูมิด้วยการระเหยในอาคาร	73
5.3 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะในการใช้งาน.....	76
5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป.....	76

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการดำเนินการวิจัย.....	8
2.1 ค่าการนำความร้อนของแผ่นฉนวนใยซีเมนต์ในสภาพความชื้นที่แตกต่างกัน.....	12
2.2 พลังงานที่เกิดจากกิจกรรมประเภทต่าง ๆ ที่เกิดจากมนุษย์	20
2.3 แสดงลักษณะการสวมเสื้อผ้าที่เหมาะสมกับสภาพอุณหภูมิอากาศที่เหมาะสม	20
3.1 แสดงร้อยละความพรุนของเครื่องปั้นดินเผาที่ใช้ในการทดลอง จากการสุ่มตัวอย่าง	34
3.2 แสดงพื้นที่ผิว ความจุน้ำของภาชนะดินเผาที่ใช้ในการทดลอง	34
3.3 แสดงการตั้งค่าการบันทึกข้อมูลของ OPUS 200	35
4.1 แสดงจำนวนภาชนะดินเผาที่ติดตั้งในห้องทดสอบและห้องควบคุม	38
4.2 แสดงอุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุดอุณหภูมิเฉลี่ยและค่าเปรียบเทียบอุณหภูมิกับความชื้น	40
4.3 แสดงจำนวนแจกันดินเผาที่ติดตั้งในห้องทดสอบและห้องควบคุม.....	42
4.4 แสดงจำนวนแจกันดินเผาที่ติดตั้งในห้องทดสอบและห้องควบคุมการทดลองที่ 1.3.....	48
4.5 ข้อมูลสภาพอากาศ ณ บริเวณทางลมออกของห้องทดลอง การทดลอง 1.3	51
4.6 แสดงชุดการทดลองและรายละเอียดการติดตั้งภาชนะดินเผา	53
4.7 แสดงการตั้งค่าการบันทึกข้อมูลของ OPUS 200 การทดลองที่ 2.1.....	54
4.8 แสดงอุณหภูมิและความชื้นภายนอกอาคารในระหว่างที่ทำการทดลอง	54
4.9 แสดงผลอุณหภูมิในการทดลองที่ 2.1	56
4.10 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยของจุดตรวจวัดต่าง ๆ ในการทดลองที่ 2.2	60
4.11 สรุปผลเปรียบเทียบพื้นที่ผิวการระเหยและอุณหภูมิอากาศที่ลดลงจากระบบ	61
4.12 ข้อมูลขนาดและจำนวนพื้นที่ผิวภาชนะดินเผากับการลดอุณหภูมิและอัตราการเสียน้ำ.....	62
4.12 แสดงค่าอุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุดและเฉลี่ยของจุดวัดต่างๆ การทดลองที่ 3.....	69
5.1 ข้อมูลสภาพอากาศบริเวณทางลมออก ห้องทดลอง การทดลอง 1.1, 2.1 และ 2.2	72

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และความยาวคลื่นในช่วงต่างๆ ของแสงอาทิตย์.....	11
2.2 ตัวอย่างหน้าตัดผนัง แสดงค่าการส่งผ่านความร้อนและการส่งผ่านความร้อนรวม.....	13
2.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความชื้นของอากาศบนPsychrometric Chart.....	15
2.4 สลิ่งไซโครมิเตอร์	16
2.5 กราฟแสดงค่า Enthalpy ที่ปรากฏบน Psychrometric Chart	16
2.6 แสดง Heating และ Cooling	17
2.7 แสดง Adiabatic heating และ Dehumidification.....	18
2.8 แสดงขอบเขตความสบายของฤดูร้อนและหนาว.....	21
2.9 การก่อสร้างห้องทดลองที่มีการฝังท่อไว้บนหลังคาคอนกรีต	24
2.10 ผังการทดลองของระบบ ซึ่งแสดงตำแหน่งต่าง ๆ ที่มีการตรวจสอบอุณหภูมิ	24
2.11 ผลการทดลองแสดงอุณหภูมิเปรียบเทียบระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ที่ทำการทดลอง	24
2.12 รูปแบบการประยุกต์ใช้ท่อเซรามิกทำความเย็นแบบ แอร์หน้าต่างในอดีต	26
2.13 แผนภาพแสดงการทดลองของระบบปรับอากาศแบบกึ่งทางอ้อม	26
2.14 แผ่นรองท่อเซรามิกทำจากPVC และท่อเซรามิกทำความเย็น.....	27
2.15 ชุดอุปกรณ์การทำความเย็นด้วยการระเหยแบบกึ่งทางอ้อม	27
2.16 ชุดอุปกรณ์การทำความเย็นด้วยการระเหยแบบตรง	28
2.17 รูปแบบการติดตั้งอุปกรณ์ทดลองการทำความเย็นด้วยการระเหยแบบตรง.....	28
2.18 ผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในกล่องทดลอง	29
2.19 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำความเย็นของเซรามิกความพรุนสูงและปานกลาง	29
3.1 แสดงห้องทดลองที่ใช้ในงานวิจัย	31
3.2 แสดงภาพจำลองด้านหน้าและด้านหลังของห้องทดลอง	31
3.3 แสดงเตาเผา	33
3.4 แสดงแจกันดินเผาที่เตรียมใช้ในการทดลอง	33
3.5 Thermo Gun, Anemometer, Pyranometer (เรียงจากซ้ายไปขวา).....	35
3.6 เครื่องบันทึกข้อมูล OPUS 200, HOBO onset data logger	35
4.1 แสดงตำแหน่งที่ติดตั้งหัววัดต่าง ๆ ในห้องทดสอบ และห้องควบคุม	38
4.2 แสดงตำแหน่งที่ติดตั้งภาชนะดินเผาภายในห้องทดสอบ	39
4.3 แสดงการติดตั้งภาชนะดินเผาและตำแหน่งหัววัดภายในห้องทดสอบ	39
4.4 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นจากทุกจุดวัด การทดลองที่1.1	40

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.5 แสดงผลการวัดอุณหภูมิและความชื้นของห้องทดสอบและห้องควบคุม การทดลองที่ 1.1 ...	40
4.6 ผลการวัดค่าอุณหภูมิลมเข้าและลมออกในห้องทดลอง	41
4.7 ตำแหน่งหัววัดอุณหภูมิและความชื้นในห้องทดสอบ และห้องควบคุม	42
4.8 แสดงการติดตั้งภาชนะดินเผาขนาดเล็กและขนาดใหญ่ในห้องทดลองทั้งสองห้อง	42
4.9 กราฟ เปรียบเทียบความแตกต่างอุณหภูมิ/ความชื้น ขณะเปิดและปิดพัดลม	43
4.10 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นการทดลองที่ 1.2 ขณะเปิดพัดลม.....	43
4.11 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นการทดลองที่ 1.2 ขณะเปิดพัดลม.....	44
4.12 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นในห้องทดลอง ขณะเปิดพัดลม	44
4.13 ความแตกต่างอุณหภูมิลมเข้าและออก ห้องทดลองและห้องควบคุม	45
4.14 อุณหภูมิลมเข้าและลมออกภายในห้องทดลอง	45
4.15 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นเมื่อปิดพัดลมทั้งชุดการทดลอง.....	46
4.16 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นเมื่อปิดพัดลม.....	46
4.17 ความแตกต่างอุณหภูมิลมเข้าและออกการทดลอง 1.2 ขณะปิดพัดลม.....	47
4.18 เปรียบเทียบอุณหภูมิ ความชื้นขณะปิดพัดลม	47
4.19 ลักษณะห้องทดลองที่ปิดทางเข้าลมด้วยฉนวนโฟม	48
4.20 แสดงตำแหน่งการติดตั้งเครื่องปั่นดินเผาและหัววัดค่า ในห้องทดลองและห้องควบคุม	49
4.21 แสดงอุณหภูมิและความชื้นในห้องทดลอง การทดลองที่ 1.3	49
4.22 เปรียบเทียบอุณหภูมิความชื้นจุดต่าง ๆ ภายในห้องทดลอง	50
4.23 เปรียบเทียบอุณหภูมิ ความชื้นภายในห้องทดลอง	50
4.24 แผนภูมิไซโครเมตริกแสดงอุณหภูมิลมออกและลมเข้า การทดลองที่ 1.3.....	51
4.25 ตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์และเครื่องมือวัดค่า ในห้องทดลอง 2.1.....	53
4.26 การติดตั้งเครื่องปั่นดินเผา ชุดBในห้องทดลอง และชุดA ในห้องควบคุม.....	53
4.27 อุณหภูมิอากาศและความเร็วลมในวันที่ทำการทดลอง	55
4.28 ค่าการส่งผ่านความร้อนของดวงอาทิตย์ วันที่ทำการทดลอง	55
4.29 กราฟแสดงค่าการบันทึกอุณหภูมิช่วงเวลา 24 ชั่วโมงแรกภายในห้องทดสอบ	56
4.30 กราฟแสดงค่าการบันทึกอุณหภูมิช่วงเวลา 48 ชั่วโมงแรกภายในห้องทดสอบ	56
4.31 กราฟแสดงอุณหภูมิ ห้องควบคุม (Control Unit)	57
4.32 ภาพตำแหน่งการติดตั้งเครื่องปั่นดินเผาและจุดตรวจวัดในการทดลองที่ 2.2	58
4.33 กราฟผลการทดลองที่ 2.2 เปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิในห้องควบคุมและห้องทดลอง	59

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.34 กราฟผลการทดลองที่ 2.2 ห้องควบคุม บรรจุภาชนะดินเผาชุด A.....	59
4.35 กราฟผลการทดลองที่ 2.2 ห้องควบคุม บรรจุภาชนะดินเผาชุด E.....	60
4.36 กราฟแนวโน้มการลดอุณหภูมิกับปริมาณพื้นที่ผิวการระเหยของน้ำในภาชนะดินเผา	61
4.37 ภาพแสดงตำแหน่งติดตั้งเครื่องปั่นดินเผาและจุดตรวจวัดต่าง ๆ ภายในห้องทดลองและ ห้องควบคุมในการทดลองชุดที่ 3	63
4.38 ภาพแสดงการติดตั้งชุดเครื่องปั่นดินเผา ในแบบขนานลม และขวางทางลม.....	63
4.39 กราฟผลการทดลองที่ 3 แสดงอุณหภูมิอากาศ ความชื้นและความเร็วลม ณ จุดวัดต่าง ๆ ...	64
4.40 กราฟผลการทดลองที่ 3 แสดงอุณหภูมิอากาศ และความเร็วลม	64
4.41 กราฟผลการทดลองที่ 3 ภายในห้องทดลองที่วางภาชนะขนานลม	65
4.42 กราฟผลการทดลองที่ 3 ภายในห้องควบคุม ที่วางภาชนะตั้งฉากกับทิศทางลม	65
4.43 กราฟผลการทดลองที่ 3 แสดงผลการทดลองในช่วง 7 วัน.....	66
4.44 กราฟผลการทดลองที่ 3 ในห้องควบคุม.....	66
4.45 ภาพจำลองลักษณะการไหลของอากาศและการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ วางขวางลม	67
4.46 กราฟแสดงอุณหภูมิความชื้นภายในห้องควบคุมที่วางภาชนะขนานลม	67
4.47 กราฟแสดงห้องทดลอง Test Unit วันที่ 29 มีนาคม 2549 เวลา 08.30 น.-17.30 น.	68
4.48 กราฟผลการทดลองที่ 3 ในห้องทดสอบ.....	68
4.49 ภาพจำลองลักษณะการไหลของอากาศและการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ วางขนานลม	69
5.1 แผนภูมิ Psychometric Chart แสดงอุณหภูมิและค่า Enthalpy ที่ได้จากการทดลอง	73
5.2 แผนภูมิชี้อากาศแสดงเขตความสบายสำหรับกรุงเทพมหานคร	73
5.3 ภาพจำลองพื้นที่การระเหยเพื่อการลดอุณหภูมิภายในห้องทดลองและห้องขนาดปกติโดย เทียบมาตรฐาน 1: 2.5 คิดเป็น 15.625 เท่าโดยปริมาตร	74
5.4 ภาพจำลองการติดตั้งกระถางในพื้นที่ใช้กึ่งภายนอกอาคาร	75
5.3 แท่งดินเผาที่ติดตั้งในส่วนพื้นที่กึ่งภายนอกอาคาร.....	75