

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	(1)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญตาราง.....	(9)
สารบัญภาพประกอบ.....	(11)
 บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	6
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	6
1.4 สมมติฐานของการวิจัย.....	7
1.5 ระเบียบวิธีวิจัย.....	7
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย.....	8
1.7 นิยามศัพท์.....	9
1.8 กรอบระเบียบการวิจัย.....	10
 2. ทฤษฎี ผลงานวิจัยและงานเขียนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง.....	 12
2.1 ผลิตภัณฑ์ซีเมนต์เส้นใยธรรมชาติ.....	12
2.2 เส้นใยจากมะพร้าว.....	18
2.3 กากเยื่อไผ่ปาล์ม.....	19
2.4 การเสื่อมลงของวัสดุถุงหลังคา.....	20

2.5	ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับการถ่ายเทความร้อน.....	21
2.6	ทฤษฎีเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อคุณสมบัติทางความร้อนของวัสดุหลังคา...	26
2.7	ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพลังงานการปรับอากาศของอาคารพักอาศัย.....	29
2.8	รูปแบบสถาปัตยกรรมประเภทอาคารพักอาศัยบ้านเดี่ยวและทาวน์เฮ้าส์..	31
3.	ระเบียบวิธีวิจัย.....	33
3.1	การกำหนดตัวแปร.....	33
3.2	การเตรียมการทดลอง.....	41
3.3	การทดสอบ.....	49
3.4	สถานที่ทดลอง.....	59
3.5	การเก็บข้อมูล.....	59
3.6	การวิเคราะห์ข้อมูล.....	59
4.	ผลการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล	61
4.1	คุณสมบัติทางกายภาพ เชิงกล และทางความร้อนของซีเมนต์เฟสดีที่ผสมเส้นใยธรรมชาติที่ศึกษา.....	61
4.2	คุณสมบัติทางกายภาพ และเชิงกลของกระเบื้องซีเมนต์เส้นใยธรรมชาติแผ่นเรียบ.....	71
4.3	ผลการจำลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพการประหยัดพลังงาน.....	78
5.	สรุปการศึกษาวิจัยและข้อเสนอแนะ	87
5.1	ข้อสรุปจากการศึกษาวิจัย.....	87
5.2	แนวทางการใช้กระเบื้องมุงหลังคาซีเมนต์เส้นใยธรรมชาติที่ศึกษาให้เหมาะสมกับประเภทอาคารพักอาศัยในภูมิอากาศร้อนชื้น.....	94
5.3	ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต.....	96

บรรณานุกรม.....	98
ประวัติการศึกษา.....	133

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	เปรียบเทียบราคาของกระเบื้องมุงหลังคา.....	2
1.2	เปรียบเทียบคุณสมบัติของเส้นใยธรรมชาติที่พบในประเทศไทย.....	4
2.1	เปรียบเทียบค่าการนำความร้อนของวัสดุแต่ละประเภท.....	13
2.2	การแสดงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ผสมเส้นใย...	15
2.3	ตารางเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุ.....	27
2.4	การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k-value) และความหนาแน่นของหลังคาชนิดต่างๆ.....	28
2.5	พลังงานในการทำความเย็นสูงสุดของอาคารพักอาศัย จำแนกตามแหล่งที่มาของความร้อน.....	30
3.1	ขนาดของก้อนทดสอบตัวอย่าง.....	34
3.2	ขนาดของแผ่นทดสอบตัวอย่าง.....	36
3.3	ค่ากำหนดต่าง ๆ ในการจำลองโปรแกรมคอมพิวเตอร์ eQUEST 3.6.....	40
3.4	สัดส่วนผสมซีเมนต์เฟสท์.....	44
3.5	ค่าคุณสมบัติของวัสดุกระเบื้องมุงหลังคา.....	56
3.6	ลักษณะอาคารพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยว.....	57
3.7	ลักษณะอาคารพักอาศัยประเภททาวน์เฮ้าส์.....	58
3.8	เกณฑ์มาตรฐานสำหรับค่ากำลังต้านทานแรงดัด ของกระเบื้องมุงหลังคาแผ่นเรียบ.....	60
4.1	ค่าความหนาแน่นและกำลังต้านทานแรงอัดของซีเมนต์เฟสท์ตัวอย่าง....	62
4.2	คุณสมบัติทางกายภาพของซีเมนต์เฟสท์ตัวอย่าง.....	64
4.3	กำลังต้านทานแรงอัดของซีเมนต์เฟสท์ตัวอย่าง.....	69
4.4	คุณสมบัติทางความร้อนของซีเมนต์เฟสท์ตัวอย่าง.....	70
4.5	ค่ากำลังต้านทานแรงดัดของแผ่นกระเบื้องตัวอย่าง.....	72
4.6	ค่าความหนาแน่นของกระเบื้องแผ่นเรียบตัวอย่าง.....	75
4.7	การเปลี่ยนรูปเนื่องจากความชื้นของกระเบื้องแผ่นเรียบตัวอย่าง.....	75
4.8	ปริมาณความชื้น.....	76
4.9	การตรวจสอบสมการไม่รั่วซึม.....	76

4.10	ค่าพลังงานไฟฟ้าภาพรวมภายในอาคารพักอาศัย ประเภทบ้านเดี่ยวรูปแบบที่ 1.....	79
4.11	ค่าพลังงานไฟฟ้าภาพรวมภายในอาคารพักอาศัย ประเภทบ้านเดี่ยวรูปแบบที่ 2.....	80
4.12	ค่าพลังงานไฟฟ้าภาพรวมภายในอาคารพักอาศัย ประเภททาวน์เฮ้าส์รูปแบบที่ 1.....	82
4.13	ค่าพลังงานไฟฟ้าภาพรวมภายในอาคารพักอาศัย ประเภททาวน์เฮ้าส์รูปแบบที่ 2.....	83
4.14	ค่าพลังงานการใช้ไฟฟ้ารวมต่อพื้นที่ใช้สอยต่อปี.....	85
5.1	ส่วนผลของกระเบื้องซีเมนต์เส้นใยธรรมชาติที่ศึกษา.....	88
5.2	คุณสมบัติทางความร้อนของวัสดุกระเบื้องมุงหลังคา.....	92
5.3	ค่าพลังงานไฟฟ้ารวมต่อพื้นที่ใช้สอยต่อปี.....	93
ก.1	รูปแบบอาคารพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยว ในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมาณลด ราคา 1-3 ล้านบาท.....	107
ก.2	รูปแบบอาคารพักอาศัยประเภททาวน์เฮ้าส์ ในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมาณลด ราคา 1-3 ล้านบาท.....	113
ข.1	ค่าความหนาแน่นของซีเมนต์เพสต์ผสมเส้นใยธรรมชาติที่ศึกษา ร้อยละ 0 – 2.....	119
ข.2	กำลังต้านทานแรงอัดของซีเมนต์เพสต์ผสมเส้นใยธรรมชาติที่ศึกษา ร้อยละ 0 – 2.....	121
ค.1	คุณสมบัติทางกายภาพของซีเมนต์เพสต์ผสมเส้นใยธรรมชาติที่ศึกษา ร้อยละ 0 – 15.....	123
ค.2	กำลังต้านทานแรงอัดของซีเมนต์เพสต์ผสมเส้นใยธรรมชาติที่ศึกษา ร้อยละ 0 – 15.....	126
ค.3	คุณสมบัติทางความร้อนของซีเมนต์เพสต์ตัวอย่าง.....	128
ง.1	ค่ากำลังต้านทานแรงดัดของกระเบื้องตัวอย่าง ในสภาวะแห้ง.....	130
ง.2	ค่ากำลังต้านทานแรงดัดของกระเบื้องตัวอย่าง ในสภาวะบ่ม.....	130
ง.3	ค่าความหนาแน่นของกระเบื้องตัวอย่าง.....	131
ง.4	การเปลี่ยนรูปเนื่องจากความชื้นของกระเบื้องตัวอย่าง.....	131

สารบัญภาพประกอบ

ภาพที่	หน้า
1.1 กรอบระเบียบการวิจัย.....	11
2.1 กระบวนการคัดแยกเส้นใยจากมะพร้าว.....	18
2.2 กระบวนการคัดแยกกากเยื่อใยปาล์ม.....	19
2.3 การถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นกับวัสดุเมื่อได้รับรังสีดวงอาทิตย์.....	22
2.4 พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของหลังคาในช่วงเวลากลางวัน.....	23
2.5 ฉนวนป้องกันความร้อนใต้แผ่นหลังคา.....	23
2.6 พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของหลังคาในช่วงเวลากลางคืน.....	24
2.7 ฉนวนป้องกันความร้อนบนแผ่นฝ้า.....	25
2.8 ความสัมพันธ์ระหว่างการออกแบบอาคารโดยพิจารณา สัดส่วนพื้นที่ที่ครอบอาคารต่อพื้นที่ใช้สอยภายในอาคาร.....	26
2.9 ตัวอย่างโครงสร้างของระบบหลังคาประเภทที่มีแผ่นฉนวน.....	28
2.10 อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยของบ้านพักอาศัยทั่วไป.....	29
2.11 อาคารพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยว.....	31
2.12 อาคารพักอาศัยประเภททาวน์เฮ้าส์.....	32
2.13 อาคารพักอาศัยประเภททาวน์เฮ้าส์.....	32
3.1 อาคารพักอาศัยอ้างอิง ประเภทบ้านเดี่ยว 2 ชั้น รูปแบบที่ 1.....	37
3.2 อาคารพักอาศัยอ้างอิง ประเภทบ้านเดี่ยว 2 ชั้น รูปแบบที่ 2.....	38
3.3 อาคารพักอาศัยอ้างอิงประเภททาวน์เฮ้าส์ 3 ชั้น รูปแบบที่ 1.....	38
3.4 อาคารพักอาศัยอ้างอิงประเภททาวน์เฮ้าส์ 3 ชั้น รูปแบบที่ 2.....	39
3.5 รูปตัดอาคารพักอาศัยอ้างอิงประเภทบ้านเดี่ยว.....	39
3.6 รูปตัดอาคารพักอาศัยอ้างอิงประเภททาวน์เฮ้าส์.....	40
3.7 เตาไฟฟ้าสำหรับต้มเส้นใย สามารถปรับอุณหภูมิความร้อนได้.....	42
3.8 ตู้อบสามารถปรับอุณหภูมิได้ยี่ห้อ Binder.....	43
3.9 เครื่องผสมส่วนผสมซีเมนต์ยี่ห้อ World Materies รุ่น WM – 10L และแบบพิมพ์.....	43
3.10 เส้นใยจากมะพร้าวและกากเยื่อใยปาล์ม.....	44

3.11	เครื่องชั่งน้ำหนักยี่ห้อ AND Electronic Balance รุ่น EP – 20 KA.....	46
3.12	ขนาดของแบบพิมพ์ได้แก่ ขนาด 15 x 30 x 0.5 เซนติเมตร และ 60 x 50 x 0.5 เซนติเมตร.....	47
3.13	เลื่อยไฟฟ้าความเร็วสูงยี่ห้อ MARU1.....	47
3.14	แคลิเปอร์เวอร์เนียแบบเลื่อน.....	49
3.15	การชั่งน้ำหนักก่อนทดสอบในน้ำ.....	51
3.16	กระบวนการทดสอบกำลังรับแรงดัดของซีเมนต์เพสต์.....	52
3.17	เครื่อง Thermal Constant Analyzer (Hot Disk TCA).....	53
3.18	หุ้่นจำลองอาคารพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยวรูปแบบที่ 1 และ 2.....	57
3.19	หุ้่นจำลองอาคารพักอาศัยประเภททาวน์เฮ้าส์รูปแบบที่ 1 และ 2.....	58
4.1	ค่าความหนาแน่นของซีเมนต์เพสต์ตัวอย่าง.....	62
4.2	กำลังต้านทานแรงอัดของซีเมนต์เพสต์ตัวอย่าง.....	63
4.3	ปริมาตรของวัสดุ (Volumes).....	65
4.4	ปริมาตรของรูพรุนอากาศ (Volumes of open pores).....	65
4.5	ปริมาตรของส่วนที่ไม่ละลายน้ำ (Volumes of Impervious Potions).....	66
4.6	ค่าความพรุน (Apparent Porosity).....	66
4.7	ค่าความหนาแน่น (Bulk Density).....	67
4.8	ค่าความสามารถในการดูดซึมน้ำ (Water Absorption).....	67
4.9	ค่าเฉลี่ยกำลังอัดประลัย (Compressive Strength).....	69
4.10	ซีเมนต์เพสต์ตัวอย่างเมื่อผ่านการบ่มน้ำและผ่านการทดสอบ กำลังต้านทานแรงอัด.....	70
4.11	ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของซีเมนต์เพสต์ตัวอย่าง.....	71
4.12	การทดสอบหาค่าแรงกดสูงสุดและค่ากำลังต้านทานแรงดัด.....	73
4.13	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกำลังต้านทานแรงดัดของแผ่นกระเบื้องตัวอย่าง.....	73
4.14	แผ่นกระเบื้องตัวอย่างหลังผ่านการทดสอบค่ากำลังต้านทานแรงดัด.....	74
4.15	การทดสอบการไม่รั่วซึมในช่องเริ่มการทดสอบ.....	77
4.16	แผ่นกระเบื้องตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบการซึมน้ำ.....	77
4.17	ค่าพลังงานที่ใช้ในอาคารพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยว รูปแบบที่ 1.....	79
4.18	ค่าพลังงานที่ใช้ในอาคารพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยว รูปแบบที่ 2.....	81

4.19	ค่าพลังงานที่ใช้ในอาคารพักอาศัยประเภททาวน์เฮ้าส์ รูปแบบที่ 1	82
4.20	ค่าพลังงานที่ใช้ในอาคารพักอาศัยประเภททาวน์เฮ้าส์ รูปแบบที่ 2.....	84
4.21	ค่าพลังงานการใช้ไฟฟ้ารวมต่อพื้นที่ใช้สอยต่อปี.....	85
5.1	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของวัสดุและความหนาแน่น.....	89
5.2	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรรูปทรงแผ่นและความหนาแน่น.....	89
5.3	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความพรุนและความหนาแน่น.....	89
5.4	ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการดูดซึมน้ำและความหนาแน่น.....	90
5.5	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนและความหนาแน่น....	90
5.6	ค่าพลังงานไฟฟ้ารวมต่อพื้นที่ใช้สอยต่อปี.....	93
5.7	ตัวอย่างรีสอร์ทท้องถิ่น.....	94
5.8	ตัวอย่างอาคารพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยว 2 ชั้น.....	95