

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
สารบัญ	III
รายการตาราง	VI
รายการภาพประกอบ	VIII

บทที่

1. บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4

2. วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	9
2.2.1 ลักษณะการถ่ายเทความร้อน	9
2.2.2 รังสีดวงอาทิตย์ที่มีผลต่อหน้าต่าง	9
2.2.3 ค่าการถ่ายเทความร้อน	10
2.2.4 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง	11
2.2.5 ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด	12
2.2.6 การโคจรดวงอาทิตย์	13
2.2.7 มุมที่ทำให้เกิดเงา	14
2.2.8 การคำนวณหาเงาของอุปกรณ์บังแดด	15

สารบัญ

	หน้า
2.3 สภาพภูมิอากาศในภาคกลางของประเทศไทย	16
3. หน้าต่างและอุปกรณ์บังแดด	
3.1 หน้าที่ใช้ในการแปลงเปลี่ยนของหน้าต่าง	18
3.1.1 หน้าต่างในอดีตที่ส่งผลต่อการถ่ายเทความร้อน	18
3.1.2 หน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดในปัจจุบัน	19
3.2 หน้าต่าง	22
3.2.1 ลักษณะและรูปแบบหน้าต่าง	22
3.2.2 การเลือกใช้หน้าต่าง	24
3.2.3 ตำแหน่งของหน้าต่างที่มีผลต่อแสงสว่าง	25
3.2.4 มุมของช่องเปิด	26
3.2.5 ระบายช่องเปิดที่มีผลต่อแสงสว่างและความร้อน	30
3.2.6 ลักษณะการบังแดดให้กับหน้าต่าง	31
3.2.7 ม่านหน้าต่าง	31
4. การออกแบบหน้าต่างกับอุปกรณ์บังแดด และวิธีทดสอบ	
4.1 การออกแบบหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดด	34
4.2 การประเมินการถ่ายเทความร้อนของวัสดุประกอบ	36
4.3 การวิเคราะห์รังสีดวงอาทิตย์ที่มีผลต่อช่องเปิดกรณีไม่มีอุปกรณ์บังแดด	37
4.4 การวิเคราะห์รังสีดวงอาทิตย์ที่มีผลต่อช่องเปิดกรณีติดตั้งอุปกรณ์บังแดด	43
4.5 การติดตั้งโซล่าเซลล์บนอุปกรณ์บังแดด	51
4.6 วิธีดำเนินการทดสอบ	52

สารบัญ

	หน้า
5. ผลการทดสอบและอริปรายผล	
5.1 ผลการทดสอบหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 1-4	56
5.1.1 ผลการทดสอบอุณหภูมิหน้าต่างอุปกรณ์บังแดด ด้านทิศตะวันออก	56
5.1.2 ผลการทดสอบอุณหภูมิหน้าต่างอุปกรณ์บังแดด ด้านทิศตะวันตก	61
5.1.3 ผลการทดสอบอุณหภูมิหน้าต่างอุปกรณ์บังแดด ด้านทิศใต้	64
5.2 ผลการทดสอบหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 4-7	68
5.2.1 ผลการทดสอบอุณหภูมิหน้าต่างอุปกรณ์บังแดด 4-7 ด้านทิศตะวันออก	68
5.2.2 ผลการทดสอบอุณหภูมิหน้าต่างอุปกรณ์บังแดด 4-7 ด้านทิศตะวันตก	71
5.2.3 ผลการทดสอบอุณหภูมิหน้าต่างอุปกรณ์บังแดด 4-7 ด้านทิศเหนือ	74
5.2.4 ผลการทดสอบอุณหภูมิหน้าต่างอุปกรณ์บังแดด 4-7 ด้านทิศใต้	77
6. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	
6.1 สรุปผลการทดลอง	82
6.2 ข้อเสนอแนะ	83
บรรณานุกรม	84
ภาคผนวก	
ก สภาพภูมิอากาศในกรุงเทพมหานคร	86
ข ข้อมูลอุณหภูมิอากาศในการทดสอบ	91
ค การวิเคราะห์หมุมของเงาในวันที่ทดสอบ	107

รายการตาราง

หน้า

1.1 เปรียบเทียบผลต่างของค่าการถ่ายเทความร้อนที่ผ่านผนังทึบและผนังโปร่งแสงในทิศต่างๆ	2
4.1 การคำนวณหาค่าการต้านทานความร้อนของวัสดุบานกระจก	36
4.2 การคำนวณหาค่าการต้านทานความร้อนของวัสดุกรอบบานไม้	36
4.3 การคำนวณหาค่าการต้านทานความร้อนของวัสดุกรอบบานอลูมิเนียม	37
4.4 การคำนวณหาค่าการต้านทานความร้อนของวัสดุกรอบบานไม้	37
4.5 คุณสมบัติการบังแดดของกระจก กรณีไม่มีอุปกรณ์บังแดด	37
4.6 ระยะทางที่แสงแดดส่องผ่านช่องเปิดในทิศเหนือ	38
4.7 ระยะทางที่แสงแดดส่องผ่านช่องเปิดในทิศใต้	38
4.8 ระยะทางที่แสงแดดส่องผ่านช่องเปิดในทิศตะวันออก	38
4.9 ระยะทางที่แสงแดดส่องผ่านช่องเปิดในทิศตะวันตก	39
4.10 ระยะทางที่แสงแดดส่องผ่านช่องเปิดในทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	39
4.11 ระยะทางที่แสงแดดส่องผ่านช่องเปิดในทิศตะวันตกเฉียงใต้	39
4.12 ระยะทางที่แสงแดดส่องผ่านช่องเปิดในทิศตะวันออกเฉียงใต้	40
4.13 ระยะทางที่แสงแดดส่องผ่านช่องเปิดในทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	40
4.14 ผนังทิศเหนือดวงอาทิตย์อ้อมเหนือสุดในวันที่ 22 มิถุนายน	43
4.15 ผนังทิศใต้ดวงอาทิตย์อ้อมใต้สุดในวันที่ 22 ธันวาคม	44
4.16 ผนังทิศตะวันออกดวงอาทิตย์อ้อมเหนือสุดในวันที่ 22 มิถุนายน	45
4.17 ผนังทิศตะวันออกดวงอาทิตย์อ้อมใต้สุดในวันที่ 22 ธันวาคม	46
4.18 ผนังทิศตะวันออกดวงอาทิตย์ส่องผนังวันที่ 22 เมษายน	47
4.19 ผนังทิศตะวันตกดวงอาทิตย์อ้อมเหนือสุดในวันที่ 22 มิถุนายน	48
4.20 ผนังทิศตะวันออกดวงอาทิตย์อ้อมใต้สุดในวันที่ 22 ธันวาคม	49
4.21 ผนังทิศตะวันตกดวงอาทิตย์ส่องผนังวันที่ 22 เมษายน	50
ข.1 อุณหภูมิในการทดสอบหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 1-4 ด้านทิศตะวันออก	91
ข.2 อุณหภูมิในการทดสอบหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 1-4 ด้านทิศตะวันตก	93
ข.3 อุณหภูมิในการทดสอบหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 1-4 ด้านทิศใต้	95

รายการตาราง

	หน้า
ข.4 อุณหภูมิในการทดสอบหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 4-7 ด้านทิศตะวันออก	97
ข.5 อุณหภูมิในการทดสอบหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 4-7 ด้านทิศตะวันตก	99
ข.6 อุณหภูมิในการทดสอบหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 4-7 ด้านทิศเหนือ	101
ข.7 อุณหภูมิในการทดสอบหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 4-7 ด้านทิศใต้	103
ข.8 การตรวจสอบมุมของเงา 13 สิงหาคม 2557 ทิศตะวันตก	105
ข.9 การตรวจสอบมุมของเงา 14 สิงหาคม 2557 ทิศตะวันออก	105
ข.10 การตรวจสอบมุมของเงา 15 สิงหาคม 2557 ทิศเหนือ	106
ข.11 การตรวจสอบมุมของเงา 16 สิงหาคม 2557 ทิศใต้	106
ค.1 การตรวจสอบมุมของเงา 13 สิงหาคม 2557 ทิศตะวันตก	107
ค.2 การตรวจสอบมุมของเงา 14 สิงหาคม 2557 ทิศตะวันออก	107
ค.3 การตรวจสอบมุมของเงา 15 สิงหาคม 2557 ทิศเหนือ	108
ค.4 การตรวจสอบมุมของเงา 16 สิงหาคม 2557 ทิศใต้	108

รายการภาพประกอบ

	หน้า
2.1 แสดงการกระจายคลื่นรังสีดวงอาทิตย์ที่ส่งผลกระทบต่อกระโหลกศีรษะ 3 มม.	10
2.2 ตัวอย่างมุมต่างๆและการคำนวณเงาของอุปกรณ์บังแดด	15
2.3 แสดงสภาพอากาศในจังหวัดภาคกลาง(กรุงเทพมหานคร)	17
3.1 แสดงเทคนิคการออกแบบหน้าต่างในอดีตที่สามารถบังแสงแดดได้ด้วย	18
3.2 แสดงลักษณะของหน้าต่างไม้สำเร็จรูป	19
3.3 แสดงลักษณะของหน้าต่างอลูมิเนียมสำเร็จรูป	19
3.4 แสดงลักษณะของหน้าต่าง uPVC สำเร็จรูป	20
3.5 แสดงลักษณะแผงบังแดดสำเร็จรูปที่สามารถปรับมุมได้	21
3.6 แสดงลักษณะแผงบังแดดสำเร็จรูปจากวัสดุโพลีคาร์บอเนต	22
3.7 แสดงประเภทของหน้าต่าง	24
3.8 แสดงประเภทของหน้าต่าง	26
3.9 ตัวอย่างภาพทัศนียภาพภายนอก	27
3.10 แสดงช่องเปิดที่มีผลต่อมุมมอง	28
3.11 การเปรียบเทียบขนาดของช่องเปิดที่มีผลต่อพื้นที่รับแสง	30
3.12 ค่าเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความร้อนที่ผ่านเข้ามาภายในอาคาร	31
3.13 ลักษณะม่านติดหน้าต่าง	32
3.14 การเปรียบเทียบการใช้ม่านติดหน้าต่างภายในอาคาร	32
4.1 อุปกรณ์บังแดดแนวนอน	34
4.2 อุปกรณ์บังแดดแนวนอน 1 ชั้นและแนวตั้ง	35
4.3 อุปกรณ์บังแดดแนวนอน 2 ชั้นและแนวตั้ง	35
4.4 ระยะแสงแดดที่ส่องเข้าสู่อาคารในด้านทิศเหนือและทิศใต้	41
4.5 ระยะแสงแดดที่ส่องเข้าสู่อาคารในด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตก	41
4.6 ระยะแสงแดดที่ส่องเข้าสู่อาคารในด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือและทิศตะวันตกเฉียงใต้	42
4.7 ระยะแสงแดดที่ส่องเข้าสู่อาคารในด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้และทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	42

รายการภาพประกอบ

	หน้า
4.8 อุปกรณ์กระแสไฟฟ้าแสงสว่างจากโซล่าเซลล์	51
4.9 หน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 1-4	52
4.10 หน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 5-7	53
4.11 รายละเอียดประกอบหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดด	54
4.12 เครื่องบันทึกข้อมูล (Data logger) และคอมพิวเตอร์	55
5.1 กล้องทดสอบหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 1-4	56
5.2 อุณหภูมิของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 1 ด้านทิศตะวันออก	57
5.3 อุณหภูมิของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 2 ด้านทิศตะวันออก	58
5.4 อุณหภูมิของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 3 ด้านทิศตะวันออก	59
5.5 อุณหภูมิของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 4 ด้านทิศตะวันออก	60
5.6 อุณหภูมิของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 1-4 ด้านทิศตะวันออก	61
5.7 อุณหภูมิของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 1 ด้านทิศตะวันตก	61
5.8 อุณหภูมิของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 2 ด้านทิศตะวันตก	62
5.9 อุณหภูมิของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 3 ด้านทิศตะวันตก	63
5.10 อุณหภูมิของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 4 ด้านทิศตะวันตก	63
5.11 อุณหภูมิของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 1-4 ด้านทิศตะวันตก	64
5.12 อุณหภูมิของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 1 ด้านทิศใต้	65
5.13 อุณหภูมิของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 2 ด้านทิศใต้	65
5.14 อุณหภูมิของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 3 ด้านทิศใต้	66
5.15 อุณหภูมิของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 4 ด้านทิศใต้	66
5.16 อุณหภูมิของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 1-4 ด้านทิศใต้	67
5.17 กล้องทดสอบหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 5-7 และ 4	68
5.18 อุณหภูมิของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 4 ด้านทิศตะวันออก	69
5.19 อุณหภูมิของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 5 ด้านทิศตะวันออก	69
5.20 อุณหภูมิของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 6 ด้านทิศตะวันออก	70
5.21 อุณหภูมิของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 7 ด้านทิศตะวันออก	70
5.22 อุณหภูมิของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 4-7 ด้านทิศตะวันออก	71
5.23 อุณหภูมิของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 4 ด้านทิศตะวันตก	72
5.24 อุณหภูมิของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 5 ด้านทิศตะวันตก	72

รายการภาพประกอบ

	หน้า
5.25 อุณหภูมิของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 6 ด้านทิศตะวันตก	73
5.26 อุณหภูมิของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 7 ด้านทิศตะวันตก	73
5.27 อุณหภูมิของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 4-7 ด้านทิศตะวันตก	74
5.28 อุณหภูมิของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 4 ด้านทิศเหนือ	75
5.29 อุณหภูมิของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 5 ด้านทิศเหนือ	75
5.30 อุณหภูมิของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 6 ด้านทิศเหนือ	76
5.31 อุณหภูมิของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 7 ด้านทิศเหนือ	76
5.32 อุณหภูมิของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 4-7 ด้านทิศเหนือ	77
5.33 อุณหภูมิของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 4 ด้านทิศใต้	78
5.34 อุณหภูมิของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 5 ด้านทิศใต้	78
5.35 อุณหภูมิของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 6 ด้านทิศใต้	79
5.36 อุณหภูมิของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 7 ด้านทิศใต้	79
5.37 อุณหภูมิของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 4-7 ด้านทิศใต้	80
ก.1 การวิเคราะห์อุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละชั่วโมงของวันในเดือนมกราคม	87
ก.2 การวิเคราะห์อุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละชั่วโมงของวันในเดือนกุมภาพันธ์	87
ก.3 การวิเคราะห์อุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละชั่วโมงของวันในเดือนมีนาคม	87
ก.4 การวิเคราะห์อุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละชั่วโมงของวันในเดือนเมษายน	88
ก.5 การวิเคราะห์อุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละชั่วโมงของวันในเดือนพฤษภาคม	88
ก.6 การวิเคราะห์อุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละชั่วโมงของวันในเดือนมิถุนายน	88
ก.7 การวิเคราะห์อุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละชั่วโมงของวันในเดือนกรกฎาคม	89
ก.8 การวิเคราะห์อุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละชั่วโมงของวันในเดือนสิงหาคม	89
ก.9 การวิเคราะห์อุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละชั่วโมงของวันในเดือนกันยายน	89
ก.10 การวิเคราะห์อุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละชั่วโมงของวันในเดือนตุลาคม	90
ก.11 การวิเคราะห์อุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละชั่วโมงของวันในเดือนพฤศจิกายน	90
ก.12 การวิเคราะห์อุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละชั่วโมงของวันในเดือนธันวาคม	90
ค.1 การตรวจสอบมุมของเงา 13 สิงหาคม 2557 ทิศตะวันตก	107
ค.2 การตรวจสอบมุมของเงา 14 สิงหาคม 2557 ทิศตะวันออก	107
ค.3 การตรวจสอบมุมของเงา 15 สิงหาคม 2557 ทิศเหนือ	108
ค.4 การตรวจสอบมุมของเงา 16 สิงหาคม 2557 ทิศใต้	108