สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบาญตาราง	ฌ
สารบาญภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	3
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ข้อมูล ทฤษฎี และการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ลักษณะของอาคารพาณิชย์	4
2.2 การใช้พลังงานภายในอาคาร	6
2.3 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการใช้พลังงานภายในอาคาร	6
2.4 การถ่ายเทความร้อนผ่านเปลือกอาคาร	7
2.5 วิธีช่วยลดความร้อนที่เข้าสู่อาคารทางหลังคาดาดฟ้า	7
2.6 ปรากฏการณ์เกาะความร้อน	8
2.6.1 สาเหตุของการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อน	9
2.6.2 แนวทางในการแก้ปัญหาปรากฏการณ์เกาะความร้อน	10
2.7 หลังคาเขียว (Green Roof)	11
2.8 ลักษณะของหลังคาเขียว Extensive Green Roof แบบทั่วไป	12
2.9 ประโยชน์ของหลังคาเขียว	15
2.9.1 ลดปริมาณและปรับสภาพน้ำฝนที่ไหลจากหลังคา	15
2.9.2 การกรองเสียงรบกวน (Sound filter)	15

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.9.3 การเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมืองและช่วยลดมลภาวะ สร้างอากาศบริสุทธิ์ 15
2.9.4 การควบคุมอุณหภูมิภายในอาคารให้อยู่ในภาวะที่สบาย 16
2.9.5 การปรับสภาพของระบบนิเวศเมือง (Urban ecology) โดยรวมให้ดีขึ้น 16
2.9.6 ช่วยลดปรากฏการณ์เกาะความร้อน 16
2.10 สรุปข้อมูล ทฤษฎี และการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้อง 16
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย 18
3.1 วิธีวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุน 18
3.1.1 การลงทุน 18
3.1.2 ค่าไฟฟ้า 20
3.1.3 วิธีการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านกรอบอาคาร 21
3.2 โปรแกรม OTTV 1.0a 25
3.3 ตัวแปรที่ใช้ในโปรแกรม OTTVEE 1.0a 26
3.4 วิธีวิจัย 28
3.4.1 การกำหนดลักษณะของแบบจำลองหลังคาดาดฟ้าอาคาร เพื่อใช้เปรียบเทียบค่า OTTV และ RTTV ที่คำนวณได้ 28
3.4.2 การคำนวณเปรียบเทียบค่า OTTVและRTTV ของแบบจำลองหลังคาดาดฟ้าแบบจำลองหลังคาดาดฟ้าอาคารพาณิชย์แบบทั่วไปเปรียบเทียบแบบจำลองหลังคาดาดฟ้าอาคารพาณิชย์แบบทั่วไปที่มีการเพิ่มชั้นของหลังคาเขียว และหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่า OTTV และ RTTV กับค่าความร้อนและภาระการทำความเย็นที่คำนวณด้วยวิธีใช้โปรแกรม OTTVEE 1.0a 31

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.5 การประเมินความคุ้มทุนของการลงทุนโครงการ (Life Cycle Assessment)	32
3.6 ทางเลือกของการใช้หลังคาเขียวบนหลังคาดาดฟ้าอาคารพาณิชย์เพื่อการประหยัดพลังงานเพื่อความคุ้มทุนในระยะเวลา 5 ปี	33
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูล	34
4.1 การกำหนดลักษณะของแบบจำลองหลังคาดาดฟ้าอาคารเพื่อใช้เปรียบเทียบค่า OTTV และ RTTV ที่คำนวณได้	34
4.2 การคำนวณเปรียบเทียบค่า OTTVและRTTV ของแบบจำลองหลังคาดาดฟ้าแบบจำลองหลังคาดาดฟ้าอาคารพาณิชย์แบบทั่วไปเปรียบเทียบแบบจำลองหลังคาดาดฟ้าอาคารพาณิชย์แบบทั่วไปที่มีการเพิ่มชั้นของหลังคาเขียว และหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่า OTTV และ RTTV กับค่าความร้อนและภาวการณ์ทำความเย็นที่คำนวณด้วยวิธีใช้โปรแกรม OTTVEE 1.0a	36
บทที่ 5 สรุปผลวิจัยและข้อเสนอแนะ	46
5.1 การวิเคราะห์และประเมินค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงานงานไฟฟ้าเพื่อการปรับอากาศในอาคารพาณิชย์ที่มีการติดตั้งหลังคาเขียวและไม่ได้มีการติดตั้งหลังคาเขียว	46
5.2 การประเมินความคุ้มทุนของการลงทุนโครงการ (Life Cycle Assessment)	47
5.3 ทางเลือกของการใช้หลังคาเขียวบนหลังคาดาดฟ้าอาคารพาณิชย์เพื่อการประหยัดพลังงานเพื่อความคุ้มทุนในระยะเวลา 5 ปี	52
5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาวิจัยต่อไป	52
บรรณานุกรม	53
ประวัติผู้เขียน	57

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
3.1	แสดงตัวอย่าง Construction Cost ของส่วนประกอบใน Extensive Green Roof	20
3.2	แสดงอัตราค่าไฟฟ้าจำแนกตามกิจการไฟฟ้า (อัตราตามช่วงเวลาของการใช้)	21
3.3	แสดงคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในโครงสร้างหลังคาดาดฟ้าแบบที่ 1	29
3.4	แสดงคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในโครงสร้างหลังคาดาดฟ้าอาคารพาณิชย์แบบทั่วไปที่มีการเพิ่มชั้นของสวนดาดฟ้า	31
3.5	ค่า OTTV และค่า RTTV สูงสุดสำหรับอาคารประเภทต่างๆ	32
4.1	แสดงขนาดพื้นที่ของ WWR 20 – WWR 80 ของผนังด้านที่มีขนาด 4.0 x3.0 เมตร	35
4.1	แสดงขนาดพื้นที่ของ WWR 20 – WWR 80 ของผนังด้านที่มีขนาด 12.0 x 3.0 เมตร	36
4.3	แสดงค่า OTTV และค่า RTTV สูงสุดสำหรับอาคารประเภทต่างๆ	36
4.4	แสดงข้อมูลของแบบจำลองอาคาร WWR 20 ก่อนและหลังติดตั้ง Green Roof	37
4.5	แสดงข้อมูลของแบบจำลองอาคาร WWR 30 ก่อนและหลังติดตั้ง Green Roof	38
4.6	แสดงข้อมูลของแบบจำลองอาคาร WWR 40 ก่อนและหลังติดตั้ง Green Roof	38
4.7	แสดงข้อมูลของแบบจำลองอาคาร WWR 50 ก่อนและหลังติดตั้ง Green Roof	39
4.8	แสดงข้อมูลของแบบจำลองอาคาร WWR 60 ก่อนและหลังติดตั้ง Green Roof	39

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
4.9	แสดงข้อมูลของแบบจำลองอาคาร WWR 70 ก่อนและหลังติดตั้ง Green Roof	40
4.10	แสดงข้อมูลของแบบจำลองอาคาร WWR 80 ก่อนและหลังติดตั้ง Green Roof	40
4.11	แสดงข้อมูลของแบบจำลองอาคาร WWR 20 ก่อนและหลังติดตั้ง Green Roof	42
4.12	แสดงข้อมูลของแบบจำลองอาคาร WWR 30 ก่อนและหลังติดตั้ง Green Roof	42
4.13	แสดงข้อมูลของแบบจำลองอาคาร WWR 40 ก่อนและหลังติดตั้ง Green Roof	43
4.14	แสดงข้อมูลของแบบจำลองอาคาร WWR 50 ก่อนและหลังติดตั้ง Green Roof	43
4.15	แสดงข้อมูลของแบบจำลองอาคาร WWR 60 ก่อนและหลังติดตั้ง Green Roof	44
4.16	แสดงข้อมูลของแบบจำลองอาคาร WWR 70 ก่อนและหลังติดตั้ง Green Roof	44
4.17	แสดงข้อมูลของแบบจำลองอาคาร WWR 80 ก่อนและหลังติดตั้ง Green Roof	45
5.1	แสดงค่าใช้จ่ายของวัสดุ Roof Garden ที่นำมาประกอบเปลือกอาคาร	48
5.2	แสดงแบบจำลองอาคารอ้างอิงที่เก็บข้อมูลยูนิตที่อยู่ตรงกลาง (กรณีด้านหน้า และด้านหลังมีลักษณะช่องเปิดเหมือนกัน,อัตราส่วนหน้าต่างต่อผนังทึบ,WWR 20-80) ในการหันทิศทางตะวันออก(E)-ตะวันตก(W)	49

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
5.3	แสดงแบบจำลองอาคารอ้างอิงที่เก็บข้อมูลยูนิตที่อยู่ด้านริม (กรณีด้านหน้า ด้านข้างและด้านหลังมีลักษณะช่องเปิดเหมือนกัน, อัตราส่วนหน้าต่างต่อผนังทึบ, WWR 20-80) ในการหันทิศทางตะวันออกเฉียงใต้ (SE)-ตะวันตกเฉียงใต้ (SW)-ตะวันตกเฉียงเหนือ (NW)	49
5.4	แสดงระยะเวลาในการคืนทุนของหลังคาเขียวสำหรับยูนิตกลาง	51
5.5	แสดงระยะเวลาในการคืนทุนของสวนหลังค่าดาดฟ้าสำหรับยูนิตด้านริมจะคุ้มทุน	51

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1.1	แสดงลักษณะของอุณหภูมิที่แตกต่างกันระว่างตัวเมืองกับชนบทโดยรอบ	1
2.1	แสดงภาพตัดขวางของเมืองการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อน	8
2.2	แสดงองค์ประกอบแต่ละชั้นของโครงสร้างหลังคาเขียว	13
3.1	แสดง Life Cycle Cost Analysis Scope	19
3.2	แสดงหน้าตาของโปรแกรมเสริม (Plug-in) บนโปรแกรม ArchiCAD	23
3.3	แสดงหน้าตาของโปรแกรม OTTVEE 1.0a	24
3.4	แสดงหน้าตาของโปรแกรม OTTVEE 1.0a	26
3.5	แสดงหน้าตาของโปรแกรม OTTVEE 1.0a	27
3.6	แสดงหน้าตาของโปรแกรม OTTVEE 1.0a	27
3.7	แสดงหน้าตาของโปรแกรม OTTVEE 1.0a	28
3.8	แสดงลักษณะรูปร่างของหลังคาดาดฟ้าอาคารพาณิชย์แบบทั่วไป	29
3.9	แสดงลักษณะรูปร่างของแบบจำลองหลังคาดาดฟ้าอาคารพาณิชย์ แบบทั่วไปที่มีการเพิ่มชั้นของสวนดาดฟ้า	30
4.1	แสดงรูปแบบแทนอาคารจำลองที่อัตราส่วนพื้นที่ของหน้าต่างโปร่งแสง ต่อพื้นที่ทั้งหมดของผนัง (WWR) ในอัตราส่วนต่างๆ ตั้งแต่ 20 – 100	35
4.2	แสดงแบบจำลองอาคารอ้างอิงที่ 1	37
4.3	แสดงแบบจำลองอาคารอ้างอิงที่ 2	41
5.1	แสดงแผนผังการประเมินความคุ้มทุนของการลงทุนโครงการ (Life Cycle Assessment)	48

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved