

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฎ
อักษรย่อและสัญลักษณ์	ฬ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย	1
1.2 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง	2
1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	6
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษาเชิงทฤษฎีและเชิงประยุกต์	6
1.5 ขอบเขตของงานวิจัย	7
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	8
2.1 ประเภทอาคาร	8
2.2 การจำแนกสภาพอาคาร	9
2.3 มาตรฐานการอนุรักษ์พลังงาน	10
2.3.1 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร	10
2.3.2 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังค้ำนนอกอาคาร หรือส่วนของอาคารที่มีการปรับอากาศ	10
2.3.3 ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด	10
2.3.4 มาตรฐานการปรับอากาศในอาคาร	11
2.4 ดัชนีการใช้พลังงาน	12
2.4.1 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา	12
2.4.2 ปริมาณพลังงานความเย็น	13
2.4.3 ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด โดยไม่รวมพื้นที่ที่จอดรถ	13

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4.4 ความเข้มพลังงาน	14
2.5 ลักษณะกายภาพที่มีความสัมพันธ์กับการใช้พลังงานในอาคารธุรกิจ	14
2.6 ค่าเฉลี่ยของการใช้พลังงานไฟฟ้า ของอาคารประเภทต่าง ๆ	15
2.6.1 อาคารประเภทโรงแรม	15
2.6.2 อาคารประเภทโรงพยาบาล	16
2.6.3 อาคารประเภทสำนักงานและศูนย์การค้า	16
2.7 มาตรการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร	16
2.7.1 การประเมินศักยภาพของมาตรการประหยัดพลังงาน	22
2.8 ฐานข้อมูล	23
2.8.1 ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์	23
2.8.2 ภาษาที่ใช้ในระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์	24
2.8.3 ระบบจัดการฐานข้อมูล	25
2.8.4 การออกแบบระบบฐานข้อมูล	26
2.8.5 องค์ประกอบของระบบฐานข้อมูล	30
2.8.6 ประโยชน์ของการประมวลผลด้วยฐานข้อมูล	31
2.9 ความสำคัญของระบบฐานข้อมูลต่อการอนุรักษ์พลังงาน	32
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	33
3.1 วิธีดำเนินการวิจัย	33
3.2 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมฐานข้อมูล	35
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล	48
4.1 ฐานข้อมูลอาคารธุรกิจ	48
4.2 รายงานแสดงผล	49
บทที่ 5 ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ	83
5.1 ข้อสรุป	83
5.1.1 จากการสร้างฐานข้อมูล	83

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.1.2 จากระายงานแสดงผล	83
5.2 ข้อเสนอแนะ	85
บรรณานุกรม	86
ภาคผนวก	89
ภาคผนวก ก แบบบันทึกข้อมูลอาคารธุรกิจ	90
ภาคผนวก ข โครงสร้างฐานข้อมูล	96
ข.1 พจนานุกรมข้อมูลอาคารธุรกิจ	97
ข.2 Entity-Relationship Model	144
ภาคผนวก ค โปรแกรมจัดทำฐานข้อมูล	115
ภาคผนวก ง การสรุปข้อมูลที่เป็นค่าเฉลี่ยโดยวิธีประมาณค่าแบบช่วง	168
ภาคผนวก จ การใช้ตารางค่าเฉลี่ยการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %	170
จ.1 การใช้ตาราง 4.1 ค่าเฉลี่ยการใช้พลังงานไฟฟ้าอาคารประเภทโรงแรม ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %	171
จ.2 การใช้ตาราง 4.1 ค่าเฉลี่ยการใช้พลังงานไฟฟ้าอาคารประเภทโรงพยาบาล ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %	173
จ.3 การใช้ตาราง 4.1 ค่าเฉลี่ยการใช้พลังงานไฟฟ้าอาคารประเภทสำนักงานและศูนย์การค้า ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %	175
ภาคผนวก ฉ คู่มือการใช้โปรแกรมฐานข้อมูล	177
ประวัติผู้เขียน	182

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด	10
2.2 ค่าพลังไฟฟ้าต่อต้านความเย็นของเครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ	11
2.3 ค่าพลังไฟฟ้าต่อต้านความเย็นของเครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ	12
2.4 มาตรการอนุรักษ์พลังงานในอาคารธุรกิจ	18
2.5 มาตรการอนุรักษ์พลังงานในอาคารธุรกิจจำแนกตามระบบการใช้พลังงาน	21
2.6 ตัวอย่างรูปแบบของฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์	24
2.7 ตัวอย่างรีเลชัน รายชื่ออาคารธุรกิจ-รายละเอียดแหล่งพลังงานชั้นปลายที่ยังไม่ผ่านการอนุมัติไลซ์	27
2.8 รีเลชัน รายชื่ออาคารธุรกิจที่แตกมาจากรีเลชัน รายชื่ออาคารธุรกิจ-รายละเอียดแหล่งพลังงานชั้นปลาย	28
2.9 รีเลชัน รายละเอียดแหล่งพลังงานชั้นปลายที่แตกมาจากรีเลชันรายชื่ออาคารธุรกิจ-รายละเอียดแหล่งพลังงานชั้นปลาย	28
2.10 รีเลชันพลังงานชั้นปลาย	29
4.1 ค่าเฉลี่ยของการใช้พลังงานไฟฟ้า อาคารประเภทโรงแรม	50
4.2 ค่าเฉลี่ยของการใช้พลังงานไฟฟ้า อาคารประเภทโรงพยาบาล	52
4.3 ค่าเฉลี่ยของการใช้พลังงานไฟฟ้า อาคารประเภทสำนักงาน	53
4.4 ค่าเฉลี่ยของการใช้พลังงานไฟฟ้า อาคารประเภทศูนย์การค้า	54
4.5 ปริมาณการใช้พลังงานรวมต่อพื้นที่ใช้งาน อาคารประเภทโรงแรม	56
4.6 ปริมาณการใช้พลังงานรวมต่อพื้นที่ใช้งาน อาคารประเภทโรงพยาบาล	57
4.7 ปริมาณการใช้พลังงานรวมต่อพื้นที่ใช้งาน อาคารประเภทสำนักงาน	58
4.8 ปริมาณการใช้พลังงานรวมต่อพื้นที่ใช้งาน อาคารประเภทศูนย์การค้า	59
4.9 ลัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าจำแนกตามระบบ	61

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.10 ปริมาณพลังงานความเย็นของระบบปรับอากาศ และกำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด	64
4.11 ศักยภาพในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าจำแนกตามระบบ ประเภทอาคาร โรงแรม	69
4.12 ศักยภาพในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าจำแนกตามระบบ ประเภทอาคาร โรงพยาบาล	70
4.13 ศักยภาพในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าจำแนกตามระบบ ประเภทอาคารสำนักงาน	71
4.14 ศักยภาพในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าจำแนกตามระบบ ประเภทอาคารศูนย์การค้า	72
4.15 จำนวนอาคารจำแนกตามสภาพการอนุรักษ์พลังงาน	75
4.16 ร้อยละของจำนวนอาคารจำแนกตามสภาพการอนุรักษ์พลังงาน อาคารประเภทสำนักงาน โรงแรม โรงพยาบาล และศูนย์การค้า	76
4.17 จำนวนอาคารจำแนกตามค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร (RTTV) อาคารประเภทสำนักงาน โรงแรม โรงพยาบาล และศูนย์การค้า	79
4.18 จำนวนอาคารที่มีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคารผ่าน/ไม่ผ่าน เกณฑ์มาตรฐาน อาคารประเภทสำนักงาน โรงแรม โรงพยาบาล และศูนย์การค้า	80
4.19 จำนวนอาคารจำแนกตามค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคารหรือ ส่วนของอาคารที่มีการปรับอากาศ (OTTV) อาคารประเภทสำนักงาน โรงแรม โรงพยาบาล และศูนย์การค้า	81
4.20 จำนวนอาคารที่มีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคารหรือ ส่วนของอาคารที่มีการปรับอากาศ (OTTV) ผ่าน/ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน อาคารประเภทสำนักงาน โรงแรม โรงพยาบาล และศูนย์การค้า	97
ข.1.1 พจนานุกรมข้อมูลอาคารธุรกิจ	82

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
3.1 แผนผังระบบฐานข้อมูล	36
3.2 แผนผังระบบการบันทึกข้อมูล	37
3.3 แผนผังระบบการเรียกแสดงผล	38
3.4 แผนผังการคำนวณและแสดงรายงานค่าเฉลี่ยการใช้พลังงานไฟฟ้า ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ของอาคารประเภทต่าง ๆ	39
3.5 แผนผังการแสดงผลรายงานปริมาณการใช้พลังงานรวมต่อพื้นที่ใช้งาน	40
3.6 แผนผังการแสดงผลรายงานสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าจำแนกตามระบบ	41
3.7 แผนผังการแสดงผลรายงานปริมาณพลังงานความเย็นและ ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด	42
3.8 แผนผังการแสดงผลรายงานศักยภาพในการประหยัดพลังงานไฟฟ้า จำแนกตามระบบ	43
3.9 แผนผังการแสดงผลรายงานจำนวนอาคารจำแนกตามสภาพการอนุรักษ์พลังงาน	44
3.10 แผนผังการแสดงผลรายงานจำนวนอาคาร(แห่ง) ที่มีค่าการถ่ายเทความร้อนรวม ของหลังคาอาคาร (RTTV) ผ่าน/ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน	45
3.11 แผนผังการแสดงผลรายงานจำนวนอาคารที่มีค่าการถ่ายเทความร้อนรวม ของผนังด้านนอกอาคาร (OTTV) ผ่าน/ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน	46
3.12 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม	47
4.1 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าจำแนกตามระบบ	62
4.2 ความสามารถในการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ	65
4.3 ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด	66
4.4 แสดงระยะคืนทุนในระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง และระบบอื่น ๆ อาคารประเภท โรงแรม	69
4.5 แสดงระยะคืนทุนในระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง และระบบอื่น ๆ อาคารประเภท โรงพยาบาล	70
4.6 แสดงระยะคืนทุนในระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง และระบบอื่น ๆ อาคารประเภท สำนักงาน	71

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
4.7 แสดงระยะคืนทุนในระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง และระบบอื่น ๆ	
อาคารประเภท ศูนย์การค้า	72
ฉ.1 หน้าบันทึกรายชื่ออาคารธุรกิจ	179
ฉ.2 การเลือกรายชื่ออาคารและบันทึกข้อมูลทั่วไป	180
ฉ.3 หน้าต่างเรียกรายงานแสดงผล	181

อักษรย่อและสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
A	พื้นที่อาคาร โดยไม่รวมพื้นที่จอยครด	m ²
A _{o_i}	พื้นที่ของผนังด้านที่พิจารณา ซึ่งรวมพื้นที่ผนังทึบและพื้นที่ หน้าต่าง หรือผนังโปร่งแสง	m ²
BW	ผลรวมของค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียของบัลลาสต์ที่ติดตั้งในอาคาร	W
EUI	ดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้ารายปี	kWh/product/y
EU	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า	kWh/y
LW	ผลรวมของค่าพิกัดกำลังไฟฟ้าของหลอดส่องสว่างที่ติดตั้งในอาคาร	W
OTTV _i	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านที่พิจารณา	W/m ²
OTTV	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกทั้งหมดของอาคาร	W/m ²
P	จำนวนห้องพักที่จำหน่ายได้ (โรงแรม) หรือ จำนวนเตียงผู้ป่วย (โรงพยาบาล) หรือขนาดพื้นที่ใช้งาน (สำนักงานและศูนย์การค้า)	-
PD	ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างที่ติดตั้งเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่อาคาร	W/m ²
RSR	อัตราส่วนพื้นที่ของส่วนโปร่งแสงที่ช่องรับแสงบริเวณหลังคา	-
RTTV	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคารที่พิจารณา	W/m ²
SC	สัมประสิทธิ์การบังแดดของส่วนโปร่งแสงที่ช่องรับแสงบริเวณหลังคา	
SF	ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ (solar factor) ที่ผ่านส่วนโปร่งแสง ที่ช่องรับแสงบริเวณหลังคา	W/m ²
ΔT	ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกอาคาร	
TD _{eq}	ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าระหว่างภายนอกและภายใน อาคาร ซึ่งรวมถึงผลการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของหลังคาส่วนทึบ	°C
U _f	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของกระจกหรือผนังโปร่งแสง	W/m ² -°C
U _{rf}	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของส่วนโปร่งแสง ที่ช่องรับแสงบริเวณหลังคา	W/m ² -°C
U _w	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังทึบ	W/m ² -°C

อักษรย่อและสัญลักษณ์ (ต่อ)

สัญลักษณ์

ความหมาย

หน่วย

WWR

อัตราส่วนพื้นที่ของหน้าต่างโปร่งแสง และหรือ
ของผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมดของผนังด้านที่พิจารณา