

การพัฒนาตัวแปรปรับแก้ค่าความถูกต้องของสมการทางคณิตศาสตร์
เพื่อใช้กับการทำนายปริมาณการใช้พลังงานในอาคารพักอาศัย

กรพินธุ์ ตันภิบาล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาการจัดการเทคโนโลยีอาคาร คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ. 2556

**Development of Correction Parameter for Mathematical Equation to
Predicted Energy Consumption of Residential Building**

Korapin Tulpibal

A Thesis Paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Building Technology Management

Faculty of Engineering, Dhurakij Pundit University

2013

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จเรียบร้อยได้ด้วยความกรุณาของท่านอาจารย์ ผศ.ดร.ดิเกษุนนาค ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำ ตรวจสอบ และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่ทุกขั้นตอนเป็นอย่างดีสม่ำเสมอตลอดมา เพื่อให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สมบูรณ์ที่สุด นอกจากนี้ผู้เขียนยังได้รับความกรุณาจากท่านอาจารย์ ดร.รังสิต ศรีจิตติ ดร.นุภาพ แยม ไตรพัฒน์ ดร.อุทัย ไชยวงศ์วิธาน และ ดร.ชัยพร เขมะภาคะพันธ์ ที่กรุณาแนะนำข้อบกพร่องแก้ไข ปรับปรุง วิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูง มา ณ ที่นี้

ตลอดระยะเวลาในการจัดทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัว ผู้ซึ่งให้ความรัก ความเมตตา ความห่วงใย และกำลังใจให้กับผู้เขียน จนสำเร็จและขอขอบพระคุณพี่ๆ น้องๆ รวมทั้งเพื่อนๆ ที่ให้กำลังใจ ผู้เขียนรู้สึกซาบซึ้งในพระคุณอย่างสูง

ความดีของวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ ผู้เขียนขอมอบเป็นเครื่องบูชา บิดา มารดา และบูรพาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้เขียน จนสามารถทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้ได้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

กรพินธ์ ตันภิบาล

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	๗
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	๘
กิตติกรรมประกาศ.....	๑
สารบัญตาราง.....	๗
สารบัญภาพ.....	๘
รายการสัญลักษณ์.....	๙
ประมวลศัพท์และคำย่อ.....	๑๐
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาของโครงการ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	4
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา.....	4
2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 การบริหารจัดการพลังงาน.....	5
2.2 ประเภทและโครงสร้างแผนที่พลังงาน.....	6
2.3 การใช้ไฟฟ้าในอาคาร.....	7
2.4 หลักการเบื้องต้นของการทำความเย็น.....	14
2.5 ระบบแสงสว่าง.....	17
2.6 การตรวจสอบการใช้พลังงาน.....	26
2.7 แผ่นตรวจสอบ (Check Sheet).....	27
2.8 ตัวแปรทางไฟฟ้าที่เกี่ยวข้อง.....	29
2.9 ค่าตัวแปรทางเศรษฐศาสตร์เกี่ยวกับการประหยัดพลังงาน.....	30
2.10 การศึกษาที่เกี่ยวข้อง.....	30
3. ระเบียบงานวิจัย.....	32
3.1 อาคารกรณีศึกษา.....	32
3.2 การจัดทำแผนที่พลังงาน.....	34
3.3 จัดเตรียมเครื่องมือวัดและตารางบันทึกผลการทดลอง.....	39

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4. ผลการศึกษา.....	45
4.1 ส่วนแสดงผลข้อมูลการใช้พลังงานของอาคารกรณีศึกษา.....	46
4.2 ส่วนแสดงรายละเอียดการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์.....	50
4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลของเครื่องปรับอากาศ.....	54
4.4 การวิเคราะห์ข้อมูลของโทรทัศน์.....	57
4.5 การวิเคราะห์ข้อมูลของพัดลม.....	61
4.6 การวิเคราะห์ข้อมูลของคอมพิวเตอร์.....	66
4.7 การวิเคราะห์ข้อมูลของคอมพิวเตอร์.....	69
4.8 การนำเสนอการไปใช้ในแผนที่พลังงาน.....	73
5. สรุปผลการศึกษา.....	76
5.1 สรุปผลการศึกษา.....	76
5.2 อภิปรายผลการศึกษา.....	77
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	77
บรรณานุกรม.....	78
ภาคผนวก.....	80
ประวัติผู้เขียน.....	163

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าและความร้อนในอาคารประเภทต่างๆ.....	8
2.2 แสดงสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยในอาคารประเภทต่างๆ โดยแบ่งตามระบบต่างๆ.....	9
2.3 ประเภทของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในอาคาร.....	10
2.4 แสดงกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านพักอาศัย แต่ละชนิด.....	11
2.5 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในครัวเรือนรายอุปกรณ์และอัตราการ ถือครองทรัพย์สินถาวร (ทั่วประเทศ)	12
2.6 มาตรฐานการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารควบคุมประเภทต่างๆ.....	18
3.1 กำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าพื้นฐานประเภทต่างๆ ในห้อง.....	37
3.2 ข้อมูลเบื้องต้นเครื่องวัดความเร็วลมและอุณหภูมิ.....	40
3.3 ข้อมูลเบื้องต้นของแคลมป์มิเตอร์.....	41
3.4 ข้อมูลเบื้องต้นเครื่องวัดค่าความเข้มแสง.....	42
3.5 ข้อมูลเอกสารใบบันทึกการใช้งานอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าพลังงาน.....	43
3.6 การบันทึกช่วงเวลาการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้า.....	44
4.1 ตัวอย่างรายงานแสดงผลข้อมูลการใช้พลังงานแบบแผนที่ภาพรวม.....	47
4.2 ตัวอย่างรายงานแสดงผลข้อมูลการใช้พลังงานแบบแผนที่ภาค.....	47
4.3 ตัวอย่างรายงานแสดงผลข้อมูลการใช้พลังงานแบบแผนที่เขต ขนาดพื้นที่ใช้สอย 15.75 ตารางเมตร.....	48
4.4 รายงานแสดงผลข้อมูลการใช้พลังงานแบบแผนที่เขต ขนาดพื้นที่ใช้สอย 20 ตารางเมตร.....	49
4.5 รายงานแสดงข้อมูลอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า (จากข้อมูลของบริษัทผู้ผลิต) ห้อง 201.....	51
4.6 รายงานแสดงข้อมูลอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า (เครื่องมือวัด) ห้อง 201.....	52
4.7 เปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าจากแบบจำลองกับที่ใช้จริง ของเครื่องปรับอากาศ.....	56
4.8 เปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าจากแบบจำลองกับที่ใช้จริง ของเครื่องปรับอากาศ.....	60
4.9 เปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าจากแบบจำลองกับที่ใช้จริงของพัดลม.....	64

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.10	เปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าจากแบบจำลองกับที่ใช้จริงของโคมไฟ.....	68
4.11	เปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าจากแบบจำลองกับที่ใช้จริงของคอมพิวเตอร์.....	72
4.12	ข้อมูล Energy Mapping การใช้พลังงาน.....	74

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 ข้อมูลสัดส่วนการใช้พลังงานภายในประเทศ.....	1
1.2 ข้อมูลสัดส่วนพลังงานภายในประเทศ.....	2
1.3 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าภาคครัวเรือน.....	3
2.1 โครงสร้างแผนที่พลังงาน.....	7
2.2 สัดส่วนค่าใช้จ่ายในการดำเนินการของอาคาร.....	8
2.3 แผนภูมิวงกลมแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าในภาคครัวเรือน และภายในอาคาร.....	10
2.4 ตัวอย่างประเภทของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในอาคาร.....	11
2.5 วงจรการทำงานของระบบปรับอากาศแบบอัดไอเบื้องต้น.....	15
2.6 แสดงหลอดอินแคนเดสเซนต์ ประเภทต่างๆ.....	20
2.7 แสดงหลอดฟลูออเรสเซนต์ประเภทต่างๆ.....	21
2.8 แสดงลักษณะการทำงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์.....	21
2.9 แสดงหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ประเภทต่างๆ.....	22
2.10 โคมไฟฟลูออเรสเซนต์แบบครีป.....	24
2.11 การให้แสงสว่างในห้องบรรยายที่เน้นการส่องสว่างสม่ำเสมอในห้อง และที่หน้ากระดาน โคมไฟวางในทิศทางกรมอง.....	25
2.12 ใบตรวจสอบกับการนำไปใช้งานบันทึกช่วงเวลาการใช้งาน.....	28
3.1 อาคารอพาร์ทเมนต์กรณีศึกษา.....	33
3.2 อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในห้องตัวอย่าง.....	33
3.3 แหล่งที่มาของพลังงานที่เกิดขึ้นภายในอาคารอพาร์ทเมนต์.....	34
3.4 แปลนห้องพักในแต่ละชั้นภายในอาคาร.....	35
3.5 แปลนห้องพักในกรณีศึกษาแบบที่ 1.....	35
3.6 แปลนห้องพักในกรณีศึกษาแบบที่ 2.....	36
3.7 โครงสร้างแผนที่เขตย่อยของห้องตัวอย่าง ที่แยกรายละเอียดการพลังงานไฟฟ้า.....	38
3.8 อุปกรณ์วัดความเร็วลมและความชื้นสัมพัทธ์.....	39
3.9 แคลมป์มิเตอร์ (Clamp meter) รุ่น Fluke 322 อุปกรณ์วัดกระแส.....	40
3.10 เครื่องวัดแสงสว่าง.....	41

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.1 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในระยะเวลา 1 วัน (จากข้อมูลของบริษัทผู้ผลิต).....	52
4.2 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในระยะเวลา 1 วัน (เครื่องมือวัด).....	53
4.3 เปรียบเทียบสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์.....	53
4.4 การเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานเครื่องปรับอากาศ.....	54
4.5 แสดงพลังงานไฟฟ้ากับชั่วโมงการใช้งานของเครื่องปรับอากาศ.....	55
4.6 เปรียบเทียบสมการแบบจำลองกับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริง (เครื่องมือวัด) ของเครื่องปรับอากาศ.....	57
4.7 การเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานเครื่องโทรทัศน์.....	58
4.8 แสดงพลังงานไฟฟ้ากับชั่วโมงการใช้งานเครื่องโทรทัศน์.....	59
4.9 เปรียบเทียบสมการแบบจำลองกับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริง (เครื่องมือวัด) ของโทรทัศน์.....	61
4.10 การเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานพัดลม.....	62
4.11 แสดงพลังงานไฟฟ้ากับชั่วโมงการใช้งานพัดลม.....	63
4.12 เปรียบเทียบสมการแบบจำลองกับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริง (เครื่องมือวัด) ของพัดลม.....	65
4.13 การเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานโคมไฟ.....	66
4.14 แสดงพลังงานไฟฟ้ากับชั่วโมงการใช้งานอุปกรณ์โคมไฟ.....	67
4.15 เปรียบเทียบสมการแบบจำลองกับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริง (เครื่องมือวัด) ของโคมไฟ.....	69
4.16 การเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานคอมพิวเตอร์.....	70
4.17 แสดงพลังงานไฟฟ้ากับชั่วโมงการใช้งานอุปกรณ์คอมพิวเตอร์.....	71
4.18 เปรียบเทียบสมการแบบจำลองกับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริง (เครื่องมือวัด) ของคอมพิวเตอร์.....	73
4.19 โครงสร้างแผนที่พลังงาน.....	75

รายการสัญลักษณ์

a	ค่าคงที่ของสมการพยากรณ์
b_j	ค่าน้ำหนักคะแนนหรือสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรอิสระ (ตัวพยากรณ์)
h	เอนทาลปี
k	จำนวนตัวแปรอิสระ (ตัวพยากรณ์)
A	กระแส
E	พลังงานไฟฟ้า Watt-hour (Wh)
I	กระแสไฟฟ้า (A)
L	พลังงานที่สูญเสีย (Loss), W
K	จำนวนตัวแปรอิสระ
N	จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง
P	กำลังไฟฟ้า Watt (W)
T	ระยะเวลาการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้า hour
V	แรงดันไฟฟ้า Volt (V)
Y	คะแนนพยากรณ์ของตัวแปรตาม (ตัวเกณฑ์)
COS Pf	ค่า Power Factor เป็นมุมระหว่างค่าแรงดันไฟฟ้ากับค่ากระแสไฟฟ้า
Pbp	ระยะเวลาจุดคุ้มทุน (Month/Year)
Ic	จำนวนเงินลงทุนที่ใช้เพื่อดำเนินการประหยัดพลังงาน (บาท)
Sc	จำนวนเงินที่ประหยัดได้จากการประหยัดพลังงาน (บาท)
$b_1, b_2 \dots b_k$	ค่าน้ำหนักคะแนนหรือสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรอิสระ (ตัวพยากรณ์) ตัวที่ 1 ถึงตัวที่ k ตามลำดับ
$X_1, X_2 \dots X_k$	คะแนนของตัวแปรอิสระ (ตัวพยากรณ์) ตัวที่ 1 ถึงตัวที่ k ตามลำดับ
$\bar{X}_1 \bar{X}_2 \bar{X}_k$	ค่าเฉลี่ยของตัวแปรอิสระ (ตัวแปรพยากรณ์) ตัวที่ 1 ถึง k ตามลำดับ
S_y	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรตาม (ตัวเกณฑ์)
S_j	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรอิสระ (ตัวแปรพยากรณ์)
$S.E._{est}$	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์
$S.E._{b_j}$	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอยของ b
$S.E._{est}^2$	กำลังสองของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์
$S.E._{x_j}$	ผลรวมของกำลังสองของความเบี่ยงเบนของตัวแปรพยากรณ์
R^2_j	กำลังสองของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัว

ประมวลศัพท์และคำย่อ

EER

อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน