

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ญ
อักษรย่อและสัญลักษณ์	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของวิทยานิพนธ์	1
1.2 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง	2
1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการศึกษาเชิงทฤษฎีและเชิงประยุกต์	3
1.5 ขอบเขตของโครงการวิจัย	3
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 การศึกษาค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน	5
2.1.1 ด้านไฟฟ้า	5
2.1.2 ด้านความร้อน	6
2.2 การตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงาน	5
2.2.1 การตรวจวัดการใช้พลังงาน	5
2.2.2 การวิเคราะห์การใช้พลังงาน	6
2.3 ฐานข้อมูล	20
2.4 เว็บบเพจ	23
2.5 การนำเสนอรายงานในรูปแบบไฟล์ Latex	24

	หน้า
บทที่ 3 การพัฒนาระบบ	25
3.1 ข้อกำหนดในการพัฒนาระบบ	25
3.1.1 ข้อกำหนดด้านฮาร์ดแวร์ (เครื่องเซิร์ฟเวอร์)	25
3.1.2 ข้อกำหนดด้านซอฟต์แวร์ (เครื่องเซิร์ฟเวอร์)	25
3.1.3 ข้อกำหนดด้านโครงสร้างระบบฐานข้อมูล	25
3.1.4 ข้อกำหนดด้านการบันทึกข้อมูลในเอกสารการตรวจวัด	26
3.1.5 ข้อกำหนดด้านการป้อนข้อมูลในหน้าเว็บเพจผ่านเว็บเบราว์เซอร์ (Internet Explorer)	26
3.1.6 ข้อกำหนดด้านการวิเคราะห์มาตรการประหยัดพลังงานและวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์	26
3.1.7 ข้อกำหนดด้านรายงานฉบับสมบูรณ์	27
3.2 ข้อจำกัดในการพัฒนาระบบ	28
3.3 การพัฒนาระบบ	28
บทที่ 4 ผลการวิจัย	43
4.1 การทำงานของระบบ	43
4.2 การใช้งานระบบ	43
4.3 การทดสอบการทำงาน	69
บทที่ 5 สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ	72
5.1 สรุปการวิจัย	72
5.2 ข้อเสนอแนะ	73
บรรณานุกรม	75
ภาคผนวก	77
ภาคผนวก ก Entity-Relationship Model	77
ภาคผนวก ข พจนานุกรมฐานข้อมูลโรงงานอุตสาหกรรมและอาคารธุรกิจ	80
ภาคผนวก ค แบบฟอร์มบันทึกข้อมูลการตรวจสอบการใช้พลังงาน	110

ภาคผนวก ง	แบบประเมินการใช้งานโปรแกรมระบบการรายงานการตรวจสอบการใช้พลังงานแบบออนไลน์สำหรับกิจการขนาดกลางและขนาดเล็ก	129
ประวัติผู้เขียน		134

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 มาตรฐานพลังไฟฟ้าที่สูญเสียในแกนเหล็กหม้อแปลงไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคภาค	8
2.2 มาตรฐานพลังไฟฟ้าที่สูญเสียในขดลวดหม้อแปลงไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	9
2.3 มาตรฐานประสิทธิภาพของเครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ	11
2.4 มาตรฐานประสิทธิภาพของเครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ	11
2.5 ประสิทธิภาพของมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงและแบบธรรมดาที่พิกัด	14
2.6 มาตรฐานความเข้มข้นของสารละลายในหม้อไอน้ำ	17
2.7 มาตรฐานค่าการถ่ายเทความร้อนรวมสูงสุดตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535	17
2.8 การกำหนดรายละเอียดกลุ่มข้อมูล	21
2.9 การกำหนดคุณสมบัติและประเภทของข้อมูล	22
4.1 การบันทึกไฟล์รูปสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม	59
4.2 การบันทึกไฟล์รูปสำหรับอาคารธุรกิจ	59

สารบัญภาพ

รูป	หน้า	
2.1	หลักการทํางานของ PHP	23
2.2	หลักการทํางานของโปรแกรม Latex	24
3.1	กระบวนการทํางานโดยรวมของ โครงสร้างระบบการรายงานการตรวจสอบการใช้พลังงานแบบออนไลน์	29
3.2	แผนผังลำดับการทํางานของโปรแกรมหลัก	30
3.3	แผนผังลำดับการทํางานของโปรแกรมย่อยหน้าเว็บเพจการลือกอิน	31
3.4	แผนผังลำดับการทํางาน โปรแกรมย่อยหน้าเว็บเพจปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า	31
3.5	แผนผังลำดับโปรแกรมย่อยหน้าเว็บเพจเมนูหลักระบบฐานข้อมูล โรงงานอุตสาหกรรม/อาคารธุรกิจ	32
3.6	แผนผังลำดับการทํางานของโปรแกรมย่อยหน้าเว็บเพจข้อมูลเบื้องต้นของ โรงงานอุตสาหกรรม	33
3.7	แผนผังลำดับการทํางานของโปรแกรมย่อยหน้าเว็บเพจข้อมูลแต่ละระบบของ โรงงานอุตสาหกรรม	34
3.8	แผนผังลำดับการทํางานของโปรแกรมย่อยหน้าเว็บเพจการประมวลของ โรงงานอุตสาหกรรม	35
3.9	แผนผังลำดับการทํางานของโปรแกรมย่อยหน้าเว็บเพจข้อมูลเบื้องต้นของอาคารธุรกิจ	36
3.10	แผนผังลำดับการทํางานของโปรแกรมย่อยหน้าเว็บเพจข้อมูลแต่ละระบบของ อาคารธุรกิจ	37
3.11	แผนผังลำดับการทํางานของโปรแกรมย่อยหน้าเว็บเพจการประมวลของอาคารธุรกิจ	38
3.12	แผนผังลำดับการทํางานของโปรแกรมย่อยหน้าเว็บเพจการเพิ่ม/ยกเลิกข้อมูล	39
3.13	แผนผังลำดับการทํางานของโปรแกรมย่อยหน้าเว็บเพจการแก้ไขข้อมูล	40
3.14	แผนผังลำดับการทํางานของโปรแกรมย่อยหน้าเว็บเพจการลบข้อมูล	41
3.15	แผนผังลำดับการทํางานของโปรแกรมย่อยหน้าเว็บเพจการสำเนาข้อมูล	41

รูป	หน้า	
3.16	แผนผังลำดับการทำงานของโปรแกรมย่อหน้าเว็บเพจมาตรการที่ต้องการวิเคราะห์	42
4.1	หน้าโฮมเพจของระบบ	44
4.2	การล็อกอินเข้าสู่ระบบ	45
4.3	ผลการล็อกอินผู้ใช้และรหัสผ่านที่ไม่ถูกต้อง	46
4.4	การล็อกอินเข้าสู่ระบบโรงงานอุตสาหกรรม	47
4.5	ผลการล็อกอินรหัสโรงงานอุตสาหกรรมและรหัสผ่านที่ไม่ถูกต้อง	48
4.6	เมนูหลักระบบฐานข้อมูลโรงงาน	49
4.7	หน้าจอข้อมูลทั่วไป	50
4.8	หน้าจอข้อมูลบิลค่าไฟฟ้า	51
4.9	หน้าจอข้อมูลเชื้อเพลิง	51
4.10	หน้าจอข้อมูลหม้อแปลงไฟฟ้า	52
4.11	หน้าจอตู้ควบคุมไฟฟ้า	52
4.12	หน้าจอกระบวนการผลิต	53
4.13	หน้าจอระบบหม้อไอน้ำ	54
4.14	หน้าจอการตรวจวัดอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่ใช้ไอน้ำของระบบหม้อไอน้ำ	54
4.15	หน้าจอการตรวจวัดระบบส่งจ่ายความร้อนที่ไม่ได้หุ้มฉนวนของระบบหม้อไอน้ำ	55
4.16	หน้าจอระบบแสงสว่าง	55
4.17	หน้าจอระบบปรับอากาศ	56
4.18	หน้าจออุปกรณ์มอเตอร์	56
4.19	หน้าจอการเลือกมาตรการที่ต้องการวิเคราะห์	57
4.20	ตัวอย่างมาตรการที่ต้องการวิเคราะห์	58
4.21	มาตรการที่เลือกทั้งหมด	59
4.22	หน้าจอ MS-DOS Prompt ในการจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์	61
4.23	ผลการรันโปรแกรม Latex	62
4.24	หน้าจอปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า	63
4.25	หน้าจอผลการประหยัดพลังงาน	64
4.26	หน้าจอล็อกอินเข้าสู่ระบบของผู้ใช้	65
4.27	การล็อกอินเข้าสู่ระบบอาคารธุรกิจ	66

รูป		หน้า
4.28	หน้าจอเมนูหลักระบบฐานข้อมูลอาคาร	67
4.29	หน้าจอระบบกรอบอาคาร	68
4.30	การเลือกมาตรการที่ต้องการวิเคราะห์	68

อักษรย่อและสัญลักษณ์

อักษรย่อ	ความหมาย	หน่วย
η	ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ	%
η_{high}	ประสิทธิภาพของมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง	%
η_{high}	ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำหลังปรับปรุง	%
ΔOTTV	ผลต่างของค่า OTTV	W/m^2
$\Delta\text{OTTV}_{\text{eff}}$	ค่า OTTV หลังปรับปรุง	W/m^2
$\Delta\text{OTTV}_{\text{std}}$	ค่า OTTV ก่อนปรับปรุง	W/m^2
ΔRTTV	ผลต่างของค่า RTTV	W/m^2
$\Delta\text{RTTV}_{\text{eff}}$	ค่า RTTV หลังปรับปรุง	W/m^2
$\Delta\text{RTTV}_{\text{std}}$	ค่า RTTV ก่อนปรับปรุง	W/m^2
η_{std}	ประสิทธิภาพของมอเตอร์ธรรมดา	%
η_{std}	ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำก่อนปรับปรุง	%
A_f	พื้นที่กระจก	m^2
A_{Rf}	พื้นที่ปรับอากาศชั้นบนสุด	m^2
Btu/hr	ความสามารถในการทำความร้อน	Btu/hr
COP	ประสิทธิภาพเครื่องทำน้ำเย็น	kW/TR
$\cos\theta_1$	ตัวประกอบกำลังก่อนปรับปรุง	-
$\cos\theta_2$	ตัวประกอบกำลังหลังปรับปรุง	-
EER	ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ	Btu/hr/W
$\text{EER}_{\text{f,avg}}$	ค่า EER เฉลี่ยของเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งรอบกรอบอาคาร	Btu/hr/W
EER_{high}	ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศหลังปรับปรุง	Btu/hr/W
$\text{EER}_{\text{Rf,avg}}$	ค่า EER เฉลี่ยของเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งชั้นบนสุดของอาคาร	Btu/hr/W
EER_{std}	ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศก่อนปรับปรุง	Btu/hr/W
$\text{Fuel}_{\text{saved}}$	ปริมาณเชื้อเพลิงที่ประหยัดได้	ลิตร/ปี

$Fuel_{using}$	ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้	ลิตร/ปี
HP	กำลังม้าของมอเตอร์	hp
I_a	กระแสไฟฟ้าก่อนปรับปรุง	A
I_b	กระแสไฟฟ้าหลังปรับปรุง	A
I_{rated}	พิกัดกระแสไฟฟ้าของหม้อแปลงไฟฟ้า	A
kW	พลังไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์	kW
kWh_{saved}	พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	kWh/ปี
kWh_{saved}	พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	kWh/ปี
LHV	ค่าความร้อนต่ำของเชื้อเพลิง	MJ/ลิตร
$N_{h,f}$	จำนวนชั่วโมงที่กระจกได้รับความร้อนต่อปี	ชั่วโมง/ปี
$N_{h,Rf}$	จำนวนชั่วโมงที่หลังคาได้รับความร้อนต่อปี	ชั่วโมง/ปี
N_{lamp}	จำนวนหลอด	หลอด
N_{lamp/lum_eff}	จำนวนหลอดต่อโคมหลังปรับปรุง	หลอด/โคม
N_{lamp/lum_std}	จำนวนหลอดต่อโคมก่อนปรับปรุง	หลอด/โคม
N_{lum}	จำนวนโคม	โคม
op	ชั่วโมงการทำงานต่อปี	ชั่วโมง/ปี
$Q_{fuel,high}$	ความร้อนของเชื้อเพลิงในการเผาไหม้หลังปรับปรุง	kcal/hr
$Q_{fuel,std}$	ความร้อนของเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ก่อนปรับปรุง	kcal/hr
Q_L	ความร้อนสูญเสียที่ลดลง	MJ/ปี
Q_{L_high}	ความร้อนสูญเสียหลังปรับปรุง	MJ/ปี
Q_{L_std}	ความร้อนสูญเสียก่อนปรับปรุง	MJ/ปี
$Q_{use,high}$	ความร้อนใช้ประโยชน์หลังปรับปรุง	kcal/hr
$Q_{use,std}$	ความร้อนใช้ประโยชน์ก่อนปรับปรุง	kcal/hr
$Q_{water,high}$	ความร้อนสัมผัสของน้ำป้อนหลังปรับปรุง	kcal/hr
$Q_{water,std}$	ความร้อนสัมผัสของน้ำป้อนก่อนปรับปรุง	kcal/hr
TR	ความสามารถในการทำความเย็น	TR
V	ค่าเฉลี่ยแรงดันไฟฟ้า	V
V_a	แรงดันไฟฟ้าก่อนปรับปรุง	V
V_b	แรงดันไฟฟ้าหลังปรับปรุง	V
V_{rated}	พิกัดแรงดันไฟฟ้าของหม้อแปลงไฟฟ้า	V

W	พลังไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์ พัดลม และอุปกรณ์ควบคุม ทั้งหมด	W
$W_{\text{ballastloss}}$	พลังไฟฟ้าที่สูญเสียในบัลลาสต์	W
$W_{\text{ballastloss_std}}$	พลังไฟฟ้าที่สูญเสียในบัลลาสต์ก่อนปรับปรุง	W
W_{CFL}	พลังไฟฟ้าหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์แบบขั้วเกลียว บัลลาสต์ภายใน	W
W_{lamp}	พลังไฟฟ้าหลอดไส้	W
W_{lamp}	ขนาดวัตต์	W