

สารบัญ

	หน้า
แบบประเมินผล งาน โครงการ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญรูปภาพ	ญ
สารบัญตาราง	ท
รายการสัญลักษณ์	ฒ
ประมวลศัพท์และคำย่อ	ณ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา	2
1.4 ขอบเขตของการศึกษา	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา	3
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม	4
2.1 แนวความคิดและการออกแบบ	4
2.2 ผลงานที่เกี่ยวข้องกับบ้านประหยัดพลังงานที่นำมาปฏิบัติจริง	6
2.3 เทคโนโลยีที่ใช้ในบ้านประหยัดพลังงาน	13

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	37
3.1 การออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน	37
3.2 ความสบายเชิงอุณหภูมิ	41
ข้อมูลทั่วไปของโรงงานอุตสาหกรรมที่ศึกษา	
3.3 ยุทธวิธีสร้างความสบายเชิงอุณหภูมิ	46
3.4 การไหลเวียนของอากาศเนื่องจากอิทธิพลของลม	56
3.5 การสร้างความสบายเชิงอุณหภูมิ	61
3.6 วิธีการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง และหลังคาอาคารและการใช้ค่ามาตรฐานต่างๆ	63
3.7 ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม(U value)	64
3.8 ความส่องสว่าง	72
3.9 ความชื้นสัมพัทธ์	77
บทที่ 4 โครงการบ้านประหยัดพลังงานในมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	78
4.1 โครงการบ้านประหยัดพลังงาน ในมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	78
4.2 ภาพบ้านประหยัดพลังงานที่ผ่านเข้ารอบสุดท้าย 3 หลัง	84
บทที่ 5 การตรวจวัดค่าในบ้านประหยัดพลังงาน	87
5.1 การตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ในโครงการบ้านประหยัดพลังงาน	87
5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดค่า	87
บทที่ 6 ข้อมูลการตรวจวัดค่าในบ้านประหยัดพลังงาน	92
6.1 ข้อมูลการตรวจวัดห้องนอน 1	92
6.2 ข้อมูลการตรวจวัดห้องนอน 2	101
6.3 ข้อมูลการตรวจวัดห้องนั่งเล่น	109

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 7 สรุปผลโครงการและข้อเสนอแนะ	128
7.1 สรุปผลข้อมูล	128
7.2 ประโยชน์ที่ได้จากการทำโครงการ	129
7.3 ข้อเสนอแนะ	129
บรรณานุกรม	131
ภาคผนวก	132
ภาคผนวก ก หมายเหตุข้อมูลกราฟ	133

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 ภาพแสดงการถ่ายเทอากาศผ่านรั้ว	4
รูปที่ 2.2 ภาพแสดงการใช้ประโยชน์จากสภาพแวดล้อมกันความร้อนเข้าสู่อาคาร	5
รูปที่ 2.3 ภาพระบายความร้อนออกจากอาคาร โดยรูปทรงและช่องเปิดของหลังคา	5
รูปที่ 2.4 ภาพแสดงการใช้แสงธรรมชาติจากทิศเหนือ	5
รูปที่ 2.5 ภาพแบบผังการจัดการบ้านอยู่สบายประหยัดพลังงาน	7
รูปที่ 2.6 ภาพแสดงบ้านเดี่ยวรูปแบบ A	8
รูปที่ 2.7 ภาพแสดงบ้านเดี่ยวแบบ B	9
รูปที่ 2.8 ภาพแสดงบ้านเดี่ยวแบบ C	11
รูปที่ 2.9 ภาพแสดงการก่อสร้างบ้านโครงการ	12
รูปที่ 2.10 ภาพแสดงปัจจัยที่ทำให้เกิดสภาวะความสบายแก่อาคาร	14
รูปที่ 2.11 ภาพแสดงบัลลาสต์แม่เหล็กไฟฟ้า	17
รูปที่ 2.12 ภาพแสดงบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	17
รูปที่ 2.13 ภาพแสดงหลอดอินแคนเดสเซนต์ประเภทต่างๆ	18
รูปที่ 2.14 ภาพแสดงหลอดฟลูออเรสเซนต์ ประเภทต่างๆ	19
รูปที่ 2.15 ภาพแสดงหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ประเภทต่างๆ	20
รูปที่ 2.16 แสดงลักษณะต่างๆของกระจก	23
รูปที่ 2.17 ภาพแสดงคุณสมบัติของกระจกตัดแสง และการทำงานกับอาคาร	24
รูปที่ 2.18 ภาพแสดงลักษณะทั่วไปของคอนกรีตมวลเบาและการทำงาน	25
รูปที่ 2.19 ภาพแสดงอิฐมอญ	26
รูปที่ 2.20 ภาพแสดงการก่ออิฐมอญ 2 ชั้น เป็นผนังอาคาร	26
รูปที่ 2.21 ภาพแสดงลักษณะคอนกรีตบล็อกและการทำงาน	27
รูปที่ 2.22 ภาพแสดงลักษณะของแผ่นยิปซัมบอร์ดประเภทต่างๆ	28
รูปที่ 2.23 ภาพแสดงลักษณะของไฟเบอร์บอร์ด	29

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 2.24 ภาพแสดงบริเวณผิวหลังคาที่มีการใช้เซรามิกโค้ทติ้ง	29
รูปที่ 2.25 ภาพแสดงลักษณะโครงสร้างของใยแก้วและฉนวนใยแก้วชนิดปิดผิวด้วยอลูมินัมฟอยล์	30
รูปที่ 2.26 ภาพแสดงการติดตั้งฉนวนใยแก้วบริเวณเหนือฝ้าเพดาน	31
รูปที่ 2.27 ภาพแสดงลักษณะของอลูมินัมฟอยล์และการติดตั้งบริเวณหลัง	31
รูปที่ 2.28 ภาพผนังกันความร้อน คซา	32
รูปที่ 2.29 ภาพการติดตั้งฉนวนกันความร้อน คซา	32
รูปที่ 2.30 ภาพแบบโครงสร้างฉนวนกันความร้อน คซา	33
รูปที่ 2.31 ภาพแสดงแนวการติดตั้ง	35
รูปที่ 3.1 ภาพแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของพระอาทิตย์	37
รูปที่ 3.2 ภาพแสดงพื้นที่รับแสงแดด	37
รูปที่ 3.3 ภาพแสดงการวางตำแหน่งหน้าต่าง	38
รูปที่ 3.4 ภาพแสดงรอยรอยรั่วต่างๆในกรอบอาคาร	39
รูปที่ 3.5 ภาพแสดงการปูฉนวน	40
รูปที่ 3.6 ภาพแสดงขอบเขตความสบายของฤดูร้อนและหนาว	44
รูปที่ 3.7 ภาพแสดงการออกแบบทางผ่านของอากาศ	50
รูปที่ 3.8 ภาพห้องที่ใช้บานเกล็ดไม้เป็นวัสดุในการตกแต่งบ้าน	52
รูปที่ 3.9 ภาพแสดงลักษณะการไหลของลมที่ปะทะบ้านสี่เหลี่ยมผืนผ้า	57
รูปที่ 3.10 แสดงสัมประสิทธิ์ของความดันเนื่องมาจากทิศทางของลมที่ปะทะบ้าน	58
รูปที่ 3.11 ภาพแสดงทิศทางการไหลของอากาศเนื่องมาจากความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในบ้าน โดยภาพนี้อุณหภูมิภายนอกบ้านจะต่ำกว่าอุณหภูมิภายใน	59
รูปที่ 3.12 ภาพแสดง Stack Effect เนื่องมาจากพลังงานแสงอาทิตย์	60
รูปที่ 3.13 ภาพแสดงการใช้ส่วนยื่นของหลังคาและระเบียงในการลดแสงตรงจากดวง	61
รูปที่ 3.14 ภาพแสดงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับระยะทางห่างจากหน้าต่างเข้ามาในห้อง	62

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.15 ภาพแสดงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับระยะทางห่างจากหน้าต่างเข้ามาในห้อง	62
รูปที่ 3.16 แสดงการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคารซึ่งมีโครงสร้างประกอบขึ้นจากวัสดุแตกต่างกัน n ชนิด	66
รูปที่ 3.17 แสดงภาพการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคารซึ่งมีโครงสร้างประกอบขึ้นจากวัสดุแตกต่างกัน n ชนิด และมีช่องว่างอากาศภายใน	66
รูปที่ 3.18 ภาพประกอบการอธิบายมุมตัน	72
รูปที่ 3.19 ภาพแสดงการเปรียบเทียบในหน่วยอังกฤษและIS	74
รูปที่ 4.1 ภาพแสดงแบบจำลองขนาด 1: 50 ของบ้านโมเดิร์นลาว	84
รูปที่ 4.2 ภาพแสดงแบบจำลองขนาด 1: 50 ของบ้านไม้ไผ่ไต้หวัน	85
รูปที่ 4.3 ภาพแสดงแบบจำลองขนาด 1: 50 ของบ้านของบ้านปีกผีเสื้อ	85
รูปที่ 4.4 ภาพแสดงมุมมองต่างๆของบ้านโมเดิร์นลาวที่สร้างเสร็จแล้ว	86
รูปที่ 4.5 ภาพแสดงมุมมองต่างๆ ของบ้านไม้ไผ่ไต้หวันที่สร้างเสร็จแล้ว	86
รูปที่ 4.6 ภาพแสดงมุมมองต่างๆ ของบ้านปีกผีเสื้อที่สร้างเสร็จแล้ว	86
รูปที่ 6.1 กราฟระหว่างอุณหภูมิภายในห้องนอน 1 กับเวลา (วันธรรมดา)	94
รูปที่ 6.2 กราฟระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องนอน 1 กับเวลา (วันธรรมดา)	95
รูปที่ 6.3 กราฟระหว่างความเร็วลมภายในห้องนอน 1 กับเวลา (วันธรรมดา)	96
รูปที่ 6.4 กราฟระหว่างความส่องสว่างภายในห้องนอน 1 กับเวลา (วันธรรมดา)	97
รูปที่ 6.5 กราฟระหว่างกำลังไฟฟ้าภายในห้องนอน 1 กับเวลา (วันธรรมดา)	98
รูปที่ 6.6 กราฟระหว่าง OTTV ของห้องนอน 1 กับเวลา (วันธรรมดา)	99
รูปที่ 6.7 กราฟระหว่าง RTTV ของห้องนอน 1 กับเวลา (วันธรรมดา)	100
รูปที่ 6.8 กราฟระหว่างอุณหภูมิภายในห้องนอน 2 กับเวลา (วันธรรมดา)	102
รูปที่ 6.9 กราฟระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องนอน 2 กับเวลา (วันธรรมดา)	103
รูปที่ 6.10 กราฟระหว่างความเร็วลมภายในห้องนอน 2 กับเวลา (วันธรรมดา)	104
รูปที่ 6.11 กราฟระหว่างความส่องสว่างภายในห้องนอน 2 กับเวลา (วันธรรมดา)	105
รูปที่ 6.12 กราฟระหว่างกำลังไฟฟ้าภายในห้องนอน 2 กับเวลา (วันธรรมดา)	106

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 6.13 กราฟระหว่าง OTTV ของห้องนอน 2 กับเวลา (วันธรรมดา)	107
รูปที่ 6.14 กราฟระหว่าง RTTV ของห้องนอน 2 กับเวลา (วันธรรมดา)	108
รูปที่ 6.15 กราฟระหว่างอุณหภูมิภายในห้องนั่งเล่นกับเวลา (วันธรรมดา)	109
รูปที่ 6.16 กราฟระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องนั่งเล่นกับเวลา (วันธรรมดา)	110
รูปที่ 6.17 กราฟระหว่างความเร็วลมภายในห้องนั่งเล่น 1 กับเวลา (วันธรรมดา)	111
รูปที่ 6.18 กราฟระหว่างความส่องสว่างภายในห้องนั่งเล่น กับเวลา (วันธรรมดา)	112
รูปที่ 6.19 กราฟระหว่างกำลังไฟฟ้าภายในห้องนั่งเล่น กับเวลา (วันธรรมดา)	113
รูปที่ 6.20 กราฟระหว่าง OTTV ของห้องนั่งเล่น กับเวลา (วันธรรมดา)	114
รูปที่ 6.21 กราฟระหว่าง RTTV ของห้องนั่งเล่น กับเวลา (วันธรรมดา)	115
รูปที่ 6.22 กราฟระหว่างอุณหภูมิภายในห้องครัวกับเวลา (วันหยุด)	116
รูปที่ 6.23 กราฟระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องครัวกับเวลา (วันหยุด)	117
รูปที่ 6.24 กราฟระหว่างความเร็วลมภายในห้องครัวกับเวลา (วันหยุด)	118
รูปที่ 6.25 กราฟระหว่างความส่องสว่างภายในห้องครัวกับเวลา (วันหยุด)	119
รูปที่ 6.26 กราฟระหว่างกำลังไฟฟ้าภายในห้องครัวกับเวลา (วันหยุด)	120
รูปที่ 6.27 กราฟระหว่างอุณหภูมิภายในห้องโถงบันไดกับเวลา (วันหยุด)	121
รูปที่ 6.28 กราฟระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องโถงบันไดกับเวลา (วันหยุด)	122
รูปที่ 6.29 กราฟระหว่างความเร็วลมภายในห้องโถงบันไดกับเวลา (วันหยุด)	123
รูปที่ 6.30 กราฟระหว่างความส่องสว่างภายในห้องโถงบันไดกับเวลา (วันหยุด)	124
รูปที่ 6.31 กราฟระหว่างกำลังไฟฟ้าภายในห้องโถงบันไดกับเวลา (วันหยุด)	125

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 สรุปงบประมาณการลงทุนสำหรับการลงทุน สำหรับการปรับปรุงประสิทธิภาพ ด้านพลังงาน โครงการบ้านเอื้ออาทร ระยะที่ 1	14
ตารางที่ 2.2 แสดงค่าประสิทธิผลของหลอดชนิดต่าง ๆ	20
ตารางที่ 2.3 แสดงค่าความสว่างตามมาตรฐาน IES	22
ตารางที่ 2.4 การเปรียบเทียบการใช้ไฟฟ้า	36
ตารางที่ 3.1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเร็วลมเนื่องจากทำเลที่ตั้งของบ้าน	58
ตารางที่ 3.2 แสดงค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศสำหรับผนังอาคาร	67
ตารางที่ 3.3 ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีของช่องอากาศ	67
ตารางที่ 3.4 ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน ความหนาแน่น และความร้อนจำเพาะของวัสดุต่าง ๆ	69

รายการสัญลักษณ์

W	=	กำลังไฟฟ้า	[w]
V	=	ความเร็วลม	[m/s]
A	=	พื้นที่	[m ²]
P	=	ความดัน	[N/m ²]
δ	=	ขอบเขตชั้นความหนาของลม	
Δ	=	ผลต่าง	
U_w	=	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมผ่านผนังทึบ	[W/m ² . ⁰ C]
$OTTV_i$	=	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านผนังด้านที่พิจารณา	[W/m ²]
U_f	=	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังโปร่งแสงหรือกระจก	[W/m ² . ⁰ C]
A_{wi}	=	พื้นที่ของผนังด้านที่พิจารณาซึ่งรวมพื้นที่ผนังทึบและผนังพื้นที่หน้าต่างหรือผนังโปร่งแสง	[m ²]
R	=	ค่าความต้านทานความร้อน	[m ² .K/w]
Δx	=	ความหนาของวัสดุ	[m]
K	=	สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุ	[W/m ² . K]
k_a	=	ค่าความต้านทานความร้อนของช่องว่างอากาศ	[m ² . ⁰ C/w]
ρ	=	ความหนาแน่นของวัสดุ	[Kg/m ³]
C_p	=	ค่าความร้อนจำเพาะ	[Kj/Kg. K]
ω	=	มุมยอดที่ถูกรองรับด้วยพื้นผิวใดๆ	[Sr.]
r	=	รัศมี	[m]
ϕ	=	ปริมาณแสงย่อยใดๆ	[lm]
%RH	=	ค่าความชื้นสัมพัทธ์	[%]
I	=	ความเข้มแห่งการส่องสว่าง	[cd]

* หมายเหตุ = หน่วยของความส่องสว่างที่นิยมใช้มี 2 ระบบคือ

ระบบอังกฤษ มีหน่วยเป็น foot - candle เขียนย่อ fc โดย 1 fc = 1 lm/ft²

ระบบ SI มีหน่วยเป็น lux เขียนย่อ lx โดย 1 lux = 1 lm/m²

ประมวลศัพท์และคำย่อ

Luminance	=	ความสว่าง
met	=	ขบวนการเผาไหม้สารอาหารในร่างกาย
$^{\circ}\text{C}$	=	หน่วยของอุณหภูมิเป็นเซลเซียส (celcius)
K	=	หน่วยของอุณหภูมิเป็นเคลวิน (Kelvin)
HVAC SYSTEM	=	ระบบการจัดการความร้อน การถ่ายเทอากาศ และการปรับอากาศ
ET	=	อุณหภูมิที่เป็นผลกระทบ (Effective Temperature)
ΔT	=	ค่าความแตกต่างอุณหภูมิภายในและภายนอกอาคาร
SC C	=	ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด
OTTV_i	=	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านผนังด้านที่พิจารณา
Luminous Efficacy	=	ประสิทธิภาพการส่องสว่าง หมายถึงอัตราส่วนระหว่างฟลักซ์การส่องสว่าง (ปริมาณแสง) กับกำลังงานที่ทำให้เกิด ฟลักซ์การส่องสว่าง
WWR	=	อัตราส่วนของพื้นที่หน้าต่างโปร่งแสงและหรือของผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ของผนังด้านที่พิจารณา
TD_{eq}	=	ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (temperature different equivalent) ระหว่างภายนอกและภายในอาคารซึ่งรวมถึงผลการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของผนังทึบ โดยมีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส
SHGC	=	ค่าสัมประสิทธิ์ความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่ส่องผ่านผนังโปร่งแสงหรือกระจก
ESR	=	ปริมาณรังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบมีผลต่อการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังโปร่งแสง และ/หรือผนังทึบแสง