

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	VI
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญภาพ.....	X
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
แนวคิดเรื่องพลังงานแสงอาทิตย์.....	6
แนวคิดการผลิตไฟฟ้าโดยการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์.....	8
หลักเกณฑ์การวิเคราะห์การออกแบบและติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์เบื้องต้นที่ติดตั้งบนหลังคา สำหรับ อาคารสำนักงานเชิงพาณิชย์.....	25
หลักเกณฑ์การวิเคราะห์วิเคราะห์ต้นทุนและความคุ้มค่าของโครงการ.....	34
ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	37
3 ระเบียบวิธีวิจัย.....	40
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	40
แนวทางและวิธีการศึกษา.....	41
เก็บรวบรวมข้อมูลกรณีศึกษา.....	43
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	45
4 ผลการวิจัย.....	56
การออกแบบและติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์เบื้องต้นที่ติดตั้งบนหลังคาสำหรับอาคารสำนักงานเชิง พาณิชย์กรณีศึกษา.....	56

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
การวิเคราะห์วิเคราะห์ต้นทุนและความคุ้มค่าของโครงการ.....	63
การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงิน.....	65
การวิเคราะห์คำนวณต้นทุนพลังงานต่อหน่วย.....	73
5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ.....	74
สรุปผลการวิจัย .....	74
ข้อเสนอแนะ.....	77
บรรณานุกรม.....	78
ภาคผนวก.....	82
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	93

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้าที่
1	สถิติและพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าสำหรับจัดทำแผน PDP ปี พ.ศ. 2555-2560.....1
2	สัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงผลิตพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยปี พ.ศ. 2560.....2
3	กระบวนการทางอุณหพลศาสตร์ที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานรูปแบบต่างๆ.....9
4	ตารางอัตราค่าไฟรายเดือนคิดแบบอัตราปกติ.....31
5	ตารางอัตราค่าไฟรายเดือนคิดแบบอัตรา TOU.....32
6	พื้นที่อาคาร A1,A2,A6,P1 พื้นที่รวมบนคานาฟ้าทุกอาคาร.....44
7	พื้นที่อาคาร A1,A2,A6,P1 พื้นที่ติดตั้งแผ่น PV.....45
8	ปริมาณกำลังไฟกำลังการผลิตไฟฟ้าได้สูงสุด ของอาคาร A1,A2,A6,P1.....46
9	จำนวนแผงพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้ ของอาคาร A1,A2,A6,P1.....47
10	กำลังผลิตไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้จริงของอาคาร A1,A2,A6,P1.....47
11	กำลังผลิตไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้จริงใน 1วัน ของอาคาร A1,A2,A6,P1.....49
12	ตารางการเปรียบเทียบการเลือกขนาดอินเวอร์เตอร์(Inverter) สำหรับอาคาร A1,A2,A6.....49
13	ตารางการเปรียบเทียบการเลือกขนาดอินเวอร์เตอร์(Inverter) สำหรับอาคาร P1.....50
14	พื้นที่อาคาร A1,A2,A6,P1 พื้นที่ติดตั้งแผ่น PV.....58
15	พื้นที่ติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนคานาฟ้าของอาคารสำนักงานเชิงพาณิชย์ โครงการซัมเมอร์ ลาซาล.....58
16	พื้นที่บนคานาฟ้าที่สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้สูงสุด โครงการ ซัมเมอร์ ลาซาล.....59
17	จำนวนแผ่น PV ที่ติดตั้งบนคานาฟ้าหลังคา โครงการ ซัมเมอร์ ลาซาล.....59
18	กำลังผลิตไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้จริง/วัน โครงการ ซัมเมอร์ ลาซาล.....60
19	คุณสมบัติแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เลือกใช้ BRAND: SUNPOWER.....61
20	ตารางการเปรียบเทียบการเลือกขนาดอินเวอร์เตอร์(Inverter) สำหรับอาคาร A1,A2,A6.....62
21	ตารางการเปรียบเทียบการเลือกขนาดอินเวอร์เตอร์(Inverter) สำหรับอาคาร P1.....62
22	คุณสมบัติของอินเวอร์เตอร์ ที่เลือกใช้ BRAND: HUAWEI.....63
23	ต้นทุนในการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา.....64
24	การวิเคราะห์ ผลตอบแทน ค่าบำรุงรักษา.....65

## สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
25 การวิเคราะห์ทางการเงิน.....	66
26 ผลการวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิ.....	67
27 ผลการวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิ.....	68
28 ผลการวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิ.....	69
29 ผลการวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิ.....	70
30 ผลการวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิ.....	71
31 ผลการวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิ.....	72
32 การวิเคราะห์คำนวณต้นทุนต่อหน่วย.....	73

## สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
2.1	แผนที่ปริมาณการแผ่รังสีอาทิตย์ในประเทศไทย.....8
2.2	จำแนกการประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในรูปของไฟฟ้า.....10
2.3	การประยุกต์ใช้เซลล์แสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อเข้าสายส่ง.....11
2.4	โรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ผาบ่อง500kw จังหวัดแม่ฮ่องสอน.....11
2.5	ระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อเข้าสายส่งที่ติดตั้งบนหลังคา.....12
2.6	ระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อเข้าสายส่งที่ติดตั้งร่วมกับอาคาร.....12
2.7	ระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระที่ใช้ภาระทางไฟฟ้าเป็นไฟฟ้ากระแสตรง.....13
2.8	ระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระใช้ภาระทางไฟฟ้าเป็นแบบไฟฟ้ากระแสสลับ.....14
2.9	ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสาน(PV Hybrid system).....14
2.10	ลักษณะทั่วไปและการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์.....15
2.11	กราฟคุณสมบัติกระแส - แรงดันไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์.....16
2.12	I-V Curve กรณีค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์คงที่ และอุณหภูมิเซลล์เปลี่ยนแปลง.....18
2.13	I-V Curve กรณีอุณหภูมิเซลล์คงที่ และค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์เปลี่ยนแปลง.....18
2.14	เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำมาจากซิลิคอน.....19
2.15	ส่วนประกอบของแผงเซลล์แสงอาทิตย์.....20
2.16	เครื่องควบคุมการชาร์จ (Charge controller).....22
2.17	อินเวอร์เตอร์ (Inverter).....23
2.18	หลักการการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมไฟไหลย้อนกลับ.....25
2.19	การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา.....26
2.20	การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาที่อยู่อาศัย 1.....27
2.21	การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาที่อยู่อาศัย 2.....27
2.22	องศาการติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์.....27
2.23	การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาที่อยู่อาศัย.....28
3.1	แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินงาน.....42
3.2	แปลนโครงการ ชัมเมอร์ ลาซาล.....43
3.3	อาคารสำนักงานพาณิชย์ 3ชั้น จำนวน 3อาคาร และ 7ชั้น โครงการ ชัมเมอร์ ลาซาล.....44
3.4	โปรแกรม PV Syst ที่ประมวลผลค่าพลังงานไฟฟ้าที่ได้โดยเฉลี่ยทั้งปี.....48
3.5	การติดตั้งแผงผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ Option 1A สำหรับอาคาร A1,A2,A6.....50

## สารบัญญภาพ

	หน้า
3.6 การติดตั้งแผงผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ Option 2A สำหรับอาคาร A1,A2,A6.....	51
3.7 การติดตั้งแผงผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ Option 3A สำหรับอาคาร A1,A2,A6.....	51
3.8 การติดตั้งแผงผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ Option 1P สำหรับอาคาร P1.....	52
3.9 การติดตั้งแผงผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ Option 2P สำหรับอาคาร P1.....	53
4.1 พื้นที่ในการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาสำหรับอาคารสำนักงานเชิงพาณิชย์ โครงการ ชัมเมอร์ ลาซาล.....	57
4.2 ทิศทางในการติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาด้านตะวันตกเฉียงใต้ ของอาคารสำนักงานเชิง พาณิชย์ A 1,A2,A6 โครงการ ชัมเมอร์ ลาซาล.....	58
4.3 ทิศทางในการติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาด้านตะวันตกเฉียงใต้ ของอาคารParking P1 โครงการ ชัมเมอร์ ลาซาล.....	58
4.4 เซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Monocrystalline .....	61
4.5 อินเวอร์เตอร์ (Inverter).....	62
4.6 ต้นทุนในการผลิตของระบบโอดเดี่ยว (Off grid system).....	63