สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ค
กิตติกรรมประกาศ ง
สารบัญ จ
รายการตาราง ซ
รายการรูปประกอบ ญ
ประมวลศัพท์และคำย่อ ฑ

บทที่

1. บทนำ **1**
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 3
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง **4**
2.1 ทฤษฎีทั่วไปของเซลล์แสงอาทิตย์ 4
2.2 ทฤษฎีโคจรของโลกเบื้องต้น 21
2.3 พลังงานแสงอาทิตย์ 22
2.4 การดูดกลืนพลังงานการแผ่รังสีดวงอาทิตย์โดยชั้นบรรยากาศ 22
2.5 รังสีอาทิตย์ 23
2.6 หลักการเปลี่ยนพลังงานของโฟโตโวลตาอิค 29
2.7 ระบบไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ 31
2.8 เงื่อนไขที่ใช้พิจารณาในการเลือกสถานที่ตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ 33
2.9 ทฤษฎีกำลังไฟฟ้า 34
2.10 คำจำกัดความ 34

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.11 ซอฟแวร์ที่เกี่ยวข้องกับเซลล์แสงอาทิตย์ 35
2.12 รายงานการค้นคว้า การศึกษาและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง 37

3. วิธีการดำเนินการวิจัย 39
3.1 ขั้นตอนดำเนินการศึกษาวิจัย 39
3.2 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น 41
3.3 ขั้นตอนการจำลองระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ 42

4. ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผล 54
4.1 การใช้พลังงานไฟฟ้าในบ้านพักอาศัย 53
4.2 การจำลองระบบการผลิตพลังงานไฟฟ้าสำหรับบ้านพักอาศัยโดยเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Monocrystalline silicon 59
4.3 การจำลองระบบการผลิตพลังงานไฟฟ้าสำหรับบ้านพักอาศัยโดยเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Polycrystalline silicon 70
4.4 การจำลองระบบการผลิตพลังงานไฟฟ้าสำหรับบ้านพักอาศัยโดยเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Amorphous silicon 80
4.4 เปรียบเทียบผลการจำลองระบบการผลิตพลังงานไฟฟ้าสำหรับบ้านพักอาศัยโดยแผงเซลล์ แสงอาทิตย์ทั้ง 3 ชนิด 90
4.5 เปรียบเทียบการผลิตพลังงานไฟฟ้าระหว่างข้อมูลที่ได้จากโปรแกรม PVSYST กับข้อมูลที่ได้จากการทดลอง 91
4.6 ปัจจัยที่ทำให้ผลที่ได้จากการทดลองต่างกับผลที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม PVSYST 95

5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 96
5.1 สรุปผลการทดลอง 96
5.2 ข้อเสนอแนะ 97

เอกสารอ้างอิง 98

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก

ก. รายละเอียดการจำลองการผลิตกระแสไฟฟ้า 99

ข. รายละเอียดบ้านประหยัดพลังงาน 119

ประวัติผู้วิจัย **126**

รายการตาราง

ตาราง **หน้า**

4.1 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าใน Living room 53

4.2 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าใน Master room 53

4.3 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าใน Bedroom (2^{nd} floor) 54

4.4 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าใน Kitchen room 54

4.5 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าใน Dinning room 55

4.6 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าใน Bathroom (1^{st} floor) 56

4.7 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าใน Bathroom (2^{nd} floor) 56

4.8 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าใน Stair hall (1^{st} floor) 56

4.9 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าใน Working area (2^{nd} floor) 57

4.10 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าใน Battery & Controlroom 58

4.11 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าใน Pray room 58

4.12 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าใน Dressing room 58

4.13 ความสามารถในการผลิตกระแสไฟฟ้าบริเวณพื้นที่ติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 59

4.14 ปริมาณการผลิตไฟฟ้าต่อวันของแผงชนิด Monocrystalline silicon ที่มุมเอียง 15 องศา 60

4.15 ปริมาณการผลิตไฟฟ้าไฟฟ้าใน 1 ปี ของแผงชนิด Monocrystalline silicon ที่มุมเอียง 15 องศา 61

4.16 ปริมาณการผลิตไฟฟ้าต่อวันของแผงชนิด Monocrystalline silicon ที่มุมเอียง 30 องศา 62

4.17 ปริมาณการผลิตไฟฟ้าใน 1 ปีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ Monocrystalline silicon ที่มุมเอียง 30 องศา 64

4.18 ปริมาณการผลิตไฟฟ้าต่อวันของแผงชนิด Monocrystalline silicon ที่มุมเอียง 45 องศา 66

4.19 ปริมาณการผลิตไฟฟ้าใน 1 ปีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ Monocrystalline silicon ที่มุมเอียง 45 องศา 67

4.20 ปริมาณการผลิตไฟฟ้าต่อวันของแผงชนิด Polycrystalline silicon ที่มุมเอียง 15 องศา 70

4.21 ปริมาณการผลิตไฟฟ้าใน 1 ปีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ Polycrystalline silicon ที่มุมเอียง 15 องศา 71

4.22 ปริมาณการผลิตไฟฟ้าต่อวันของแผงชนิด Polycrystalline silicon ที่มุมเอียง 30 องศา 73

4.23 ปริมาณการผลิตไฟฟ้าใน 1 ปีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ Polycrystalline silicon ที่มุมเอียง 30 องศา 74

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง **หน้า**

4.24 ปริมาณการผลิตไฟฟ้าต่อวันของแผงชนิด Polycrystalline silicon ที่มุมเอียง 45 องศา 76

4.25 ปริมาณการผลิตไฟฟ้าใน 1 ปีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ Polycrystalline silicon ที่มุมเอียง 45 องศา 77

4.26 ปริมาณการผลิตไฟฟ้าต่อวันของแผงชนิด Amorphous silicon ที่มุมเอียง 15 องศา 80

4.27 ปริมาณการผลิตไฟฟ้าใน 1 ปีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ Amorphous silicon ที่มุมเอียง 15 องศา 81

4.28 ปริมาณการผลิตไฟฟ้าต่อวันของแผงชนิด Amorphous silicon ที่มุมเอียง 30 องศา 83

4.29 ปริมาณการผลิตไฟฟ้าใน 1 ปีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ Amorphous silicon ที่มุมเอียง 30 องศา 84

4.30 ปริมาณการผลิตไฟฟ้าต่อวันของแผงชนิด Amorphous silicon ที่มุมเอียง 45 องศา 86

4.31 ปริมาณการผลิตไฟฟ้าใน 1 ปีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ Amorphous silicon ที่มุมเอียง 45 องศา 87

4.32 ข้อมูลที่ได้จากการทดลองเก็บข้อมูล 91

4.33 ค่าจากการคำนวณโดยใช้โปรแกรม PVSYST 92

รายการรูปประกอบ

รูป		หน้า
2.1	แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดต่างๆ	6
2.2	การผลิตเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยว	7
2.3	อุปกรณ์ดึงผลึก	8
2.4	กระบวนการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ แบบผลึกรวม (Polycrystalline silicon)	10
2.5	กระบวนการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Amorphous silicon	11
2.6	การทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์	12
2.7	(ก) IV characteristic ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์	
	(ข) ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสและแรงดันในสภาพที่เซลล์จ่ายพลังงานไฟฟ้า	13
2.8	ผลของอุณหภูมิต่อแรงดันวงจรเปิดและกระแสลัดวงจร	14
2.9	ผลของความต้านทานอนุกรมต่อลักษณะกระแสและแรงดัน	14
2.10	ผลของความต้านทานขนานต่อลักษณะกระแสและแรงดัน	15
2.11	อุปกรณ์ผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์	15
2.12	เครื่องควบคุมประจุ	16
2.13	อินเวอร์เตอร์	18
2.14	แบตเตอรี่	19
2.15	วงโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์	21
2.16	อัตราการดูดกลืนพลังงานแสงอาทิตย์ในแต่ละช่วง	23
2.17	การแปรค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อเดือนโดยเฉลี่ยทุกพื้นที่ทั่วประเทศ	25
2.18	แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยตลอดปี	26
2.19	แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของแต่ละเดือน	26
2.20	การตกกระทบของรังสีตรงบนพื้นราบและพื้นเอียง	29
2.21	แผนภาพแถบพลังงานของรอยต่อเอ็น-พี เมื่อมีโฟตอนที่มีพลังงาน $h\nu$ ตกกระทบ	30
2.22	แผนภาพการดูดกลืนโฟตรอนภายในเซลล์	31
2.23	แผนผังการใช้งานของระบบไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์	32
2.24	โปรแกรม TRNSYS	35
2.25	โปรแกรม PVSYST	36

รายการรูปประกอบ(ต่อ)

รูป		หน้า
3.1	แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินงาน	39
3.2	โครงสร้างของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ในการเขียนแบบจำลอง	41
3.3	รูปแบบโปรแกรม PVSYST	42
3.4	ฟังก์ชันสำหรับกำหนดตัวแปรต่างๆของระบบ	43
3.5	ขั้นตอนสำหรับกำหนดพื้นที่ติดตั้งแผง	43
3.6	ขั้นตอนการป้อนค่าประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Monocrystalline silicon	44
3.7	ขั้นตอนการป้อนขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Monocrystalline silicon	44
3.8	ขั้นตอนการป้อนค่าประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Polycrystalline silicon	45
3.9	ขั้นตอนการป้อนขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Polycrystalline silicon	45
3.10	ขั้นตอนการป้อนค่าประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Amorphous silicon	46
3.11	ขั้นตอนการป้อนขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Amorphous silicon	46
3.12	ขั้นตอนการป้อนคุณสมบัติของอินเวอเตอร์	47
3.13	รูปแบบการผลิตไฟฟ้าแบบ Grid connected	47
3.14	ขั้นตอนการเลือกพื้นที่ติดตั้ง	48
3.15	การกำหนดมุมเอียงของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ 15 องศา	48
3.16	การกำหนดมุมเอียงของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ 30 องศา	49
3.17	การกำหนดมุมเอียงของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ 45 องศา	49
3.18	ขั้นตอนการเลือกแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Monocrystalline silicon	50
3.19	ขั้นตอนการเลือกแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Polycrystalline silicon	50
3.20	ขั้นตอนการเลือกแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Amorphous silicon	51
3.21	การกำหนดปริมาณการใช้พลังงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า	51
3.22	ขั้นตอนการประมวลผลของโปรแกรม	52
4.1	ปริมาณการผลิตพลังงานไฟฟ้าต่อวันของแผงเซลล์แสงอาทิตย์	60
4.2	ปริมาณการผลิตไฟฟ้าต่อปีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Monocrystalline silicon ที่มุมเอียง 15 องศา	62
4.3	ปริมาณการผลิตพลังงานไฟฟ้าต่อวันของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Monocrystalline silicon ที่มุมเอียง 30 องศา	63

รายการรูปประกอบ(ต่อ)

รูป **หน้า**

4.4 ปริมาณการผลิตไฟฟ้าต่อปีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Monocrystalline silicon ที่มุมเอียง 30 องศา 65

4.5 ปริมาณการผลิตพลังงานไฟฟ้าต่อวันของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Monocrystalline silicon ที่มุมเอียง 45 องศา 66

4.6 ปริมาณการผลิตไฟฟ้าต่อปีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Monocrystalline silicon ที่มุมเอียง 45 องศา 68

4.7 เปรียบเทียบการผลิตพลังงานไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Monocrystalline silicon ใน 1 ปี ที่มุมเอียง 15, 30 และ 45 องศา กับพื้นราบ 69

4.8 ปริมาณการผลิตพลังงานไฟฟ้าต่อวันของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Polycrystalline silicon ที่มุมเอียง 15 องศา 71

4.9 ปริมาณการผลิตไฟฟ้าต่อปีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Polycrystalline silicon ที่มุมเอียง 15 องศา 72

4.10 ปริมาณการผลิตพลังงานไฟฟ้าต่อวันของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Polycrystalline silicon ที่มุมเอียง 30 องศา 74

4.11 ปริมาณการผลิตไฟฟ้าต่อปีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Polycrystalline silicon ที่มุมเอียง 30 องศา 75

4.12 ปริมาณการผลิตพลังงานไฟฟ้าต่อวันของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Polycrystalline silicon ที่มุมเอียง 45 องศา 77

4.13 ปริมาณการผลิตไฟฟ้าต่อปีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Polycrystalline silicon ที่มุมเอียง 45 องศา 78

4.14 เปรียบเทียบการผลิตพลังงานไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Polycrystalline silicon ใน 1 ปี ที่มุมเอียง 15, 30 และ 45 องศา กับพื้นราบ 79

4.15 ปริมาณการผลิตพลังงานไฟฟ้าต่อวันของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Amorphous silicon ที่มุมเอียง 15 องศา 81

4.16 ปริมาณการผลิตไฟฟ้าต่อปีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Amorphous silicon ที่มุมเอียง 15 องศา 82

4.17 ปริมาณการผลิตพลังงานไฟฟ้าต่อวันของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Amorphous silicon ที่มุมเอียง 30 องศา 84

รายการรูปประกอบ(ต่อ)

รูป **หน้า**

4.18 ปริมาณการผลิตไฟฟ้าต่อปีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Amorphous silicon ที่มุมเอียง 30 องศา 85

4.19 ปริมาณการผลิตพลังงานไฟฟ้าต่อวันของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Amorphous silicon ที่มุมเอียง 45 องศา 87

4.20 ปริมาณการผลิตไฟฟ้าต่อปีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Amorphous silicon ที่มุมเอียง 45 องศา 88

4.21 เปรียบเทียบการผลิตพลังงานไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Amorphous silicon ใน 1 ปี ที่มุมเอียง 15, 30 และ 45 องศา กับพื้นราบ 89

4.22 พลังงานไฟฟ้าที่แผงทั้ง 3 ชนิด สามารถผลิตได้ 90

4.23 ข้อมูลการผลิตพลังงานไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ได้จากการทดลอง 92

4.24 ข้อมูลการผลิตพลังงานไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ได้จากการคำนวณโดยโปรแกรม PVSYST 93

4.25 การเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการทดลอง 94

ประมวลศัพท์และคำย่อ

GlobHor	=	ความสามารถในการผลิตกระแสไฟฟ้าบริเวณพื้นที่ติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (วัตต์ต่อตารางเมตร)
PV-array Loss	=	การสูญเสียพลังงานที่เกิดขึ้นจากแผง (วัตต์)
System Loss	=	การสูญเสียพลังงานจากอินเวอรเตอร์ (วัตต์)
E Output	=	ค่าพลังงานไฟฟ้าที่สามารถนำไปใช้งาน (วัตต์)
E Effic	=	พลังงานที่ยังไม่คิดค่าการสูญเสียของระบบ (วัตต์)
E ArrMPP	=	พลังงานที่ได้เมื่อคิดการสูญเสียที่เกิดจากแผง (วัตต์)
E OutInv	=	พลังงานที่ได้เมื่อคิดการสูญเสียที่เกิดจากแผงและอินเวอรเตอร์ (วัตต์)