ความเป็นไปได้ในการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อใช้งานและเพื่อขายสำหรับบ้านพักอาศัยในจังหวัดมหาสารคาม

อภิชน มุ่งชู

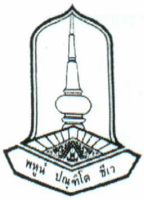
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
มกราคม 2556
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ความเป็นไปได้ในการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อใช้งานและเพื่อขายสำหรับบ้านพักอาศัยในจังหวัดมหาสารคาม

อภิชน มุ่งชู

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
มกราคม 2556
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนายนายอภิชน มุ่งชู แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....	ประธานกรรมการ
(รศ.ดร.สิงห์ทอง พัฒนเศรษฐานนท์)	(อาจารย์บัณฑิตศึกษาประจำคณะ)
.....	กรรมการ
(อาจารย์ ดร.นุชิดา สุวแพทย์)	(ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์)
.....	กรรมการ
(อาจารย์ ดร.สุพรรณ ยั่งยืน)	(กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์)
.....	กรรมการ
(ผศ.ดร.ปานหทัย บัวศรี)	(ผู้ทรงคุณวุฒิ)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....	.....
(รศ.ดร.สัมพันธ์ ฤทธิเดช)	(ศ.ดร.ปรีชา ประเทพา)
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์	ผู้รักษาการคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
	วันที่ ..๒๑.. เดือน ..มิ.ถ.. พ.ศ. 2556

Mahasarakham University

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดี ทั้งนี้เพราะได้รับความอนุเคราะห์ในด้านต่างๆ จากบุคคลหลายฝ่าย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.นุชิดา สุวแพทย์ อาจารย์ที่ปรึกษา และ อาจารย์ ดร.สุพรรณ ยั่งยืน อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้แนวคิดและคำแนะนำในการดำเนินงานวิจัย แก้ไขปัญหาต่างๆ อันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยเป็นอย่างดีตลอดมา ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สิงห์ทอง พัฒนเศรษฐานนท์ ที่ให้คำปรึกษา แนะนำในการวิเคราะห์ปัญหาในงานวิจัยและถ่ายทอดความรู้ด้านโซลาร์เซลล์ ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปานหทัย บัวศรี ผู้ทรงคุณวุฒิที่ช่วยชี้แนะในจุดบกพร่องของงานวิจัยและให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่องานวิจัยนี้ ขอขอบพระคุณการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจังหวัดมหาสารคาม ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในจังหวัดมหาสารคาม ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์บริการวิชาการที่ 3 จังหวัดมหาสารคาม สำนักพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงานทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์และความสะดวกในการให้ข้อมูลและบรรยายการทำงานของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า ท้ายที่สุดนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้โอกาสในการศึกษา รวมทั้งสมาชิกในครอบครัวและบุคคลใกล้ชิดที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจมาโดยตลอด

ประโยชน์อันใดที่ได้จากงานวิจัยนี้ย่อมเป็นผลมาจากบุคคลที่กล่าวนามดังกล่าวแล้วนั้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

อภิชน มุ่งชู

ชื่อเรื่อง ความเป็นไปได้ในการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้งานและเพื่อขายสำหรับบ้านพักอาศัยในจังหวัดมหาสารคาม
ผู้วิจัย นายอภิชน มุ่งชู
ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต **สาขาวิชา** วิศวกรรมเครื่องกล
กรรมการควบคุม อาจารย์ ดร.นุชิดา สุวแพทย์
อาจารย์ ดร.สุพรรณ ยั่งยืน
มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2556

บทคัดย่อ

จากการศึกษาความเป็นไปได้ในการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้งานและเพื่อขายสำหรับบ้านพักอาศัยในจังหวัดมหาสารคาม ได้ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงเศรษฐศาสตร์ทั้งหมด 3 ระบบ ได้แก่ ระบบที่ 1 คือ ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ ระบบที่ 2 คือ ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ และระบบที่ 3 คือ ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายแบบสำเร็จรูปที่บริการติดตั้งโดยบริษัทเอกชนขนาด 2 กิโลวัตต์ จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ความต้องการไฟฟ้าเฉลี่ย 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน มีค่าใช้ไฟฟ้าเฉลี่ย 2,432.40 บาทต่อปี สำหรับระบบที่ 1 ใช้เงินลงทุน 177,700 บาท และมีระยะเวลาคืนทุนที่ 32 ปี ระบบที่ 2 ใช้เงินลงทุน 147,000 บาทและมีระยะเวลาคืนทุนที่ 20 ปี และระบบที่ 3 ใช้เงินลงทุน 380,000 บาทและมีระยะเวลาคืนทุนที่ 13 ปี พบว่าระบบที่ 3 มีระยะเวลาคืนทุนที่สั้นที่สุด เนื่องจากเป็นระบบที่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากที่สุด และเมื่อค่าตอบแทนจากการขายไฟฟ้ามีค่าสูงกว่าค่าใช้ไฟฟ้า ทำให้ระบบมีผลตอบแทนที่สูง ส่งผลให้ระยะเวลาคืนทุนสั้น นอกจากนี้ เมื่อพิจารณากำไรที่เกิดขึ้นหลังจากระบบคืนทุนจนสิ้นสุดอายุการใช้งานของระบบที่ 25 ปี พบว่า ระบบที่ 3 จะมีกำไรมากกว่าระบบที่ 2 ถึง 13 เท่า ดังนั้น การใช้บริการติดตั้งระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายจากบริษัทเอกชน จะมีความเป็นไปได้ในเชิงเศรษฐศาสตร์มากกว่าติดตั้งระบบเองโดยผู้ใช้ ที่ปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าระดับบ้านพักอาศัยในเขตชุมชน

คำสำคัญ: ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์; มหาสารคาม

TITLE Feasibility of installing residential PV system to produce Electricity for using and selling at Mahasarakham Province
AUTHOR Mr. Aphichon Mungchu
DEGREE Master of Engineering **MAJOR** Mechanical Engineering
ADVISORS Nuchida Suwapeat, D.Eng
Suphan Yungyuen, Ph.D.
UNIVERSITY Mahasarakham University **YEAR** 2013

ABSTRACT

The feasibility of installing residential PV system to produce electricity for using and selling at Mahasarakham province was studied. The economic comparisons among 3 systems were analyzed. The 1st system was a PV system producing electricity for using which designed and installed by user. The 2nd system was a PV system producing electricity for selling which designed and installed by user. The 3rd system was a commercial 2 kW PV system producing electricity for selling which serviced and installed by private company. The analyses were made at the average power consumption of 2.26 kWh/day and the electricity cost of 2,432.40 baht/year. From the analysis, the investment cost and the payback period of the 1st, the 2nd, and the 3rd systems are 177,700 baht and 32 years, 147,000 baht and 20 years, and 380,000 baht and 13 years, respectively. It was shown that the 3rd system had the shortest payback period because it was the system that could produce the highest amount of electricity and the selling price of electricity was higher than the buying one. Thus, the profit was high which resulted to the short payback period. Moreover, when the profit that occurred during the time after the payback period and the life cycle period of 25 years was considered, the 3rd system made profit 13 times higher than those of the 2nd system. In conclude, using a commercial PV system producing electricity for selling which serviced and installed by private company will be more economically feasible than self-installed system at the residential power consumption level.

Keyword: Solar electricity systems; Mahasarakham

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพประกอบ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ภูมิหลัง	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ความสำคัญของการวิจัย	2
1.4 ขอบเขตการวิจัย	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ปริทัศน์เอกสารข้อมูล	4
2.1 ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์	4
2.1.1 ความเป็นมาของเซลล์แสงอาทิตย์	4
2.1.2 ประเภทของเซลล์แสงอาทิตย์	4
2.1.3 ส่วนประกอบของเซลล์แสงอาทิตย์	5
2.1.4 หลักการทำงานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์	6
2.1.5 คุณสมบัติและตัวแปรที่สำคัญของแผงเซลล์แสงอาทิตย์	8
2.1.6 แบตเตอรี่ (Battery)	9
2.1.7 เครื่องควบคุมการชาร์จประจุ (Solar charge controller)	9
2.1.8 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter)	9
2.2 การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์และการใช้งานสำหรับบ้านพักอาศัย	12
2.2.1 การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ (PV Stand alone system)	12
2.2.2 การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย (PV Grid- connected system)	13
2.3 ลักษณะการทำงานของระบบผลิตกระแสไฟฟ้าสำหรับบ้านพักอาศัย	13
2.4 ตลาดคาร์บอนเครดิต (Carbon Credit)	14
2.5 เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม (Engineering Economics)	18
2.5.1 จุดคุ้มทุน (Break-event-point)	18
2.5.2 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน (Break-event-analysis)	18
2.5.3 วิธีการวิเคราะห์จุดคุ้มทุน	19
2.5.4 อัตราผลตอบแทน	20

หน้า

2.6 สัญญาการซื้อขายไฟฟ้ากับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค 20
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 21
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 27
3.1 ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าสำหรับที่พักอาศัย 27
3.2 ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้า 27
3.3 ออกแบบระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 28
3.4 อุปกรณ์ที่ต้องใช้ในระบบและค่าใช้จ่าย 29
3.5 ปัจจัยอื่นที่มีผลกระทบต่อการทำงานของระบบ 32
3.6 จัดทำเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจ 33
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปราย 34
4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 35
4.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของระบบ 51
4.3 เครื่องมือช่วยในการตัดสินใจ 57
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 61
5.1 สรุปผล 61
5.2 ข้อเสนอแนะ 63
เอกสารอ้างอิง 64
ภาคผนวก 69
ภาคผนวก ก ข้อมูลของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค 70
ภาคผนวก ข ขั้นตอนและวิธีการคำนวณ 81
ภาคผนวก ค โครงการติดตั้ง ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาบ้านเพื่อขายไฟฟ้า 103
ภาคผนวก ง สมุดคู่มือประเมินความเป็นไปได้ในการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อขายสำหรับบ้านพักอาศัยในจังหวัดมหาสารคาม 109
ภาคผนวก จ รายละเอียดอุปกรณ์ในงานวิจัย 117
ประวัติย่อผู้วิจัย 138

สารบัญตาราง

		หน้า
ตาราง 2.1	ค่าศักยภาพในการทำให้โลกร้อนจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	15
ตาราง 2.2	ประมาณการค่าใช้จ่ายในการขอจดทะเบียน CERs	17
ตาราง 3.1	รายการวัสดุอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบเองโดยผู้ใช้	29
ตาราง 3.2	รายการวัสดุอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบเองโดยผู้ใช้	30
ตาราง 3.3	รายการวัสดุอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเชื่อมต่อระบบจำหน่ายแบบสำเร็จรูปที่บริการติดตั้งโดยบริษัทเอกชน	31
ตาราง 3.4	อายุการใช้งานของอุปกรณ์	32
ตาราง 4.1	เปรียบเทียบราคาอุปกรณ์แผงเซลล์แสงอาทิตย์	35
ตาราง 4.2	เปรียบเทียบราคาอุปกรณ์ชุดควบคุมการชาร์จประจุ	36
ตาราง 4.3	เปรียบเทียบราคาอุปกรณ์เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า	36
ตาราง 4.4	เปรียบเทียบราคาอุปกรณ์แบตเตอรี่	36
ตาราง 4.5	รายละเอียดค่าใช้จ่ายของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน	37
ตาราง 4.6	ข้อมูลเริ่มต้นของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน	37
ตาราง 4.7	เปรียบเทียบราคาอุปกรณ์แผงเซลล์แสงอาทิตย์	38
ตาราง 4.8	เปรียบเทียบราคาอุปกรณ์ชุดควบคุมการชาร์จประจุ	39
ตาราง 4.9	เปรียบเทียบราคาอุปกรณ์เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า	39
ตาราง 4.10	เปรียบเทียบราคาอุปกรณ์แบตเตอรี่	39
ตาราง 4.11	รายละเอียดค่าใช้จ่ายของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน	40
ตาราง 4.12	ข้อมูลเริ่มต้นของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน	40
ตาราง 4.13	เปรียบเทียบราคาอุปกรณ์แผงเซลล์แสงอาทิตย์	42
ตาราง 4.14	เปรียบเทียบราคาอุปกรณ์เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า	42
ตาราง 4.15	รายละเอียดค่าใช้จ่ายของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน	42
ตาราง 4.16	ข้อมูลเริ่มต้นของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานและเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน	43
ตาราง 4.17	เปรียบเทียบราคาอุปกรณ์แผงเซลล์แสงอาทิตย์	44

หน้า

ตาราง 4.18 เปรียบเทียบราคาอุปกรณ์เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า 45
ตาราง 4.19 ค่าใช้จ่ายของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน 45
ตาราง 4.20 ข้อมูลเริ่มต้นของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน 46
ตาราง 4.21 ระยะเวลาคืนทุนของทั้ง 3 ระบบ โดยไม่เปลี่ยนอุปกรณ์ตามอายุการใช้งานในระบบ 49
ตาราง 4.22 อัตราส่วนความแตกต่างของกำไรจากระบบ 50
ตาราง 4.23 อายุการใช้งานและการรับประกันของอุปกรณ์หลักในระบบ 51
ตาราง 4.24 ระยะเวลาคืนทุนของทั้ง 3 ระบบ เมื่อเปลี่ยนอุปกรณ์ตามอายุการใช้งานในระบบ 56
ตาราง 4.25 การคำนวณตัวอย่างระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายระบบขนาด 2 กิโลวัตต์ ราคาลงทุนเริ่มต้น 380,000 บาท 58
ตาราง ก.1 รายละเอียดการใช้ไฟฟ้าทุกประเภทการใช้ไฟในสังกัดการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจังหวัดมหาสารคามประจำเดือน มกราคม - ธันวาคม 2553 80
ตาราง ข.1 ผลการคำนวณรายได้รวมสะสมของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน 84
ตาราง ข.2 ผลการคำนวณรายได้รวมสะสมของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน 88
ตาราง ข.3 ผลการคำนวณรายได้รวมสะสมของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่การใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน 92
ตาราง ข.4 ผลการคำนวณรายได้รวมสะสมของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่การใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน 97
ตาราง ข.5 ผลการคำนวณรายได้รวมสะสมของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเชื่อมต่อระบบจำหน่ายแบบสำเร็จรูปที่บริการติดตั้งโดยบริษัทเอกชนที่ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน 99
ตาราง ข.6 ผลการคำนวณรายได้รวมสะสมของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเชื่อมต่อระบบจำหน่ายแบบสำเร็จรูปที่บริการติดตั้งโดยบริษัทเอกชนที่ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน 100

สารบัญภาพประกอบ

		หน้า
ภาพประกอบ 2.1	ประเภทเซลล์แสงอาทิตย์	5
ภาพประกอบ 2.2	ส่วนประกอบของแผงเซลล์แสงอาทิตย์	6
ภาพประกอบ 2.3	หลักการทำงานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์	6
ภาพประกอบ 2.4	ขั้นตอนแรกของการเกิดกระแสไฟฟ้าในแผงเซลล์แสงอาทิตย์	7
ภาพประกอบ 2.5	ขั้นตอนที่สองของการเกิดกระแสไฟฟ้าในแผงเซลล์แสงอาทิตย์	7
ภาพประกอบ 2.6	ขั้นตอนที่สามของการเกิดกระแสไฟฟ้าในแผงเซลล์แสงอาทิตย์	8
ภาพประกอบ 2.7	เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า	10
ภาพประกอบ 2.8	สัญญาณคลื่นไฟฟ้าขาออกในลักษณะต่าง ๆ	10
ภาพประกอบ 2.9	การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ	12
ภาพประกอบ 2.10	การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อระบบจำหน่ายไฟฟ้า	13
ภาพประกอบ 2.11	ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานและเชื่อมต่อระบบจำหน่าย	14
ภาพประกอบ 2.12	ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตไฟฟ้า	18
ภาพประกอบ 2.13	ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมทางเศรษฐศาสตร์กับต้นทุนและรายได้	19
ภาพประกอบ 4.1	ศักยภาพความเข้มแสงอาทิตย์ประจำปี 2553 ของจังหวัดมหาสารคาม	34
ภาพประกอบ 4.2	ระยะเวลาคืนทุนของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน	38
ภาพประกอบ 4.3	ระยะเวลาคืนทุนของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน	41
ภาพประกอบ 4.4	ระยะเวลาคืนทุนของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน	44
ภาพประกอบ 4.5	ระยะเวลาคืนทุนของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน	47
ภาพประกอบ 4.6	ระยะเวลาคืนทุนของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายแบบสำเร็จรูปที่บริการติดตั้งโดยบริษัทเอกชนที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน	48
ภาพประกอบ 4.7	ระยะเวลาคืนทุนของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายแบบสำเร็จรูปที่บริการติดตั้งโดยบริษัทเอกชนที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน	49

หน้า

ภาพประกอบ 4.8 ระยะเวลาคืนทุนของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ปริมาณการใช้ไฟฟ้า 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน เมื่อเปลี่ยนอุปกรณ์ตามอายุการใช้งาน 52
ภาพประกอบ 4.9 ระยะเวลาคืนทุนของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ปริมาณการใช้ไฟฟ้า 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน เมื่อเปลี่ยนอุปกรณ์ตามอายุการใช้งาน 53
ภาพประกอบ 4.10 ระยะเวลาคืนทุนของระบบระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ปริมาณการใช้ไฟฟ้า 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวันเมื่อเปลี่ยนอุปกรณ์ตามอายุการใช้งาน 53
ภาพประกอบ 4.11 ระยะเวลาคืนทุนของระบบระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ปริมาณการใช้ไฟฟ้า 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวันเมื่อเปลี่ยนอุปกรณ์ตามอายุการใช้งาน 54
ภาพประกอบ 4.12 ระยะเวลาคืนทุนของระบบระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายแบบสำเร็จรูปที่บริการติดตั้งโดยบริษัทเอกชนที่ปริมาณการใช้ไฟฟ้า 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน เมื่อเปลี่ยนอุปกรณ์ตามอายุการใช้งาน 55
ภาพประกอบ 4.13 ระยะเวลาคืนทุนของระบบระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายแบบสำเร็จรูปที่บริการติดตั้งโดยบริษัทเอกชนที่ปริมาณการใช้ไฟฟ้า 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน เมื่อเปลี่ยนอุปกรณ์ตามอายุการใช้งาน 56
ภาพประกอบ 4.14 ตัวอย่างใบแจ้งค่าไฟฟ้าและใบเสร็จรับเงินค่าไฟฟ้า 58
ภาพประกอบ 4.15 สมุดคู่มือประเมินความเป็นไปได้ในการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อขายสำหรับบ้านพักอาศัยในจังหวัดมหาสารคาม 60
ภาพประกอบ ง.1 หน้าปกของสมุดคู่มือประเมินความเป็นไปได้ในการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อขายสำหรับบ้านพักอาศัยในจังหวัดมหาสารคาม 110
ภาพประกอบ ง.2 ลำดับหน้าที่หนึ่งของสมุดคู่มือประเมินความเป็นไปได้ในการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อขายสำหรับบ้านพักอาศัยในจังหวัดมหาสารคาม 111
ภาพประกอบ ง.3 ลำดับหน้าที่สองของสมุดคู่มือประเมินความเป็นไปได้ในการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อขายสำหรับบ้านพักอาศัยในจังหวัดมหาสารคาม 112

หน้า

ภาพประกอบ ง.4 ลำดับหน้าที่สามของสมุดคู่มือประเมินความเป็นไปได้ในการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อขายสำหรับบ้านพักอาศัยในจังหวัดมหาสารคาม 113
ภาพประกอบ ง.5 ลำดับหน้าที่สี่ของสมุดคู่มือประเมินความเป็นไปได้ในการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อขายสำหรับบ้านพักอาศัยในจังหวัดมหาสารคาม 114
ภาพประกอบ ง.6 ลำดับหน้าที่ห้าของสมุดคู่มือประเมินความเป็นไปได้ในการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อขายสำหรับบ้านพักอาศัยในจังหวัดมหาสารคาม 115
ภาพประกอบ ง.7 ลำดับหน้าที่หกของสมุดคู่มือประเมินความเป็นไปได้ในการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อขายสำหรับบ้านพักอาศัยในจังหวัดมหาสารคาม 116
ภาพประกอบ จ.1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 130 วัตต์ ยี่ห้อ : SP Solar แบบ Poly-Crystalline Silicon 118
ภาพประกอบ จ.2 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 130 วัตต์ ยี่ห้อ : SP Solar แบบ Poly-Crystalline Silicon 119
ภาพประกอบ จ.3 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 130 วัตต์ ยี่ห้อ : SP Solar แบบ Poly-Crystalline Silicon 120
ภาพประกอบ จ.4 เครื่องควบคุมการชาร์จประจุ ขนาด 10 A 121
ภาพประกอบ จ.5 เครื่องควบคุมการชาร์จประจุ ขนาด 10 A 121
ภาพประกอบ จ.6 เครื่องควบคุมการชาร์จประจุ ขนาด 10 A 122
ภาพประกอบ จ.7 เครื่องควบคุมการชาร์จประจุ ขนาด 20 A 123
ภาพประกอบ จ.8 เครื่องควบคุมการชาร์จประจุ ขนาด 20 A 124
ภาพประกอบ จ.9 เครื่องควบคุมการชาร์จประจุ ขนาด 20 A 125
ภาพประกอบ จ.10 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าขนาด 1000 วัตต์ 125
ภาพประกอบ จ.11 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าขนาด 1000 วัตต์ ยี่ห้อ NIHO รุ่น NHISA1000-12 126
ภาพประกอบ จ.12 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ Stand alone inverter ขนาด 1000 วัตต์ 127
ภาพประกอบ จ.13 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าขนาด 2000 วัตต์ 128
ภาพประกอบ จ.14 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าขนาด 2000 วัตต์ ยี่ห้อ MUST รุ่น EP3000-2012E 128
ภาพประกอบ จ.15 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ Stand alone inverter ขนาด 2000 วัตต์ 129
ภาพประกอบ จ.16 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ Grid-Tie Inverter ขนาด 1000 W 130
ภาพประกอบ จ.17 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ Grid-Tie Inverter ขนาด 1000 W รุ่น GTI1000 131
ภาพประกอบ จ.18 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ Grid-Tie Inverter ขนาด 1000 W 131
ภาพประกอบ จ.19 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ Grid-Tie Inverter ขนาด 2000 W ยี่ห้อ GOODWE รุ่น GW2000-ss 132

หน้า

ภาพประกอบ จ.20 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ Grid-Tie Inverter ขนาด 2000 W ยี่ห้อ JFY รุ่น JSI-2000TL 133
ภาพประกอบ จ.21 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ Grid-Tie Inverter ขนาด 2000 W 134
ภาพประกอบ จ.22 แบตเตอรี่สำหรับระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ยี่ห้อ ยัวร์ซ่า ขนาด 12 โวลท์ 130 แอมป์ 135
ภาพประกอบ จ.23 แบตเตอรี่สำหรับระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ยี่ห้อ ยัวร์ซ่า ขนาด 12 โวลท์ 130 แอมป์ 136
ภาพประกอบ จ.24 แบตเตอรี่สำหรับระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ยี่ห้อ Trojan ขนาด 12 โวลท์ 130 แอมป์ รุ่น SCS225 137

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ภูมิหลัง

พลังงานเป็นสิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิตสำหรับมนุษย์อย่างมาก กิจกรรมทุกอย่างต้องอาศัยพลังงานแทบทั้งสิ้น การเพิ่มขึ้นของประชากรโลกเป็นผลให้การบริโภคพลังงานมีเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ซึ่งสวนทางกับแหล่งพลังงานที่กำลังจะหมดไป ทำให้ปัจจุบันทั่วโลกกำลังประสบปัญหาวิกฤตด้านพลังงาน ประเทศไทยจึงตระนักถึงปัญหานี้เช่นกัน ดังจะเห็นได้จากการรณรงค์ด้านการอนุรักษ์พลังงานจากทั้งภาครัฐและเอกชน (อนุชา ดีผาง, 2550) นอกจากนี้พลังงานทางเลือกเป็นพลังงานที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่และไม่มีวันหมดหรือเรียกว่า พลังงานหมุนเวียน เป็นพลังงานที่สะอาด ไม่ก่อให้เกิดมลพิษกับสิ่งแวดล้อม เพราะช่วยลดการเกิดก๊าซเรือนกระจก อันเป็นสาเหตุให้เกิดภาวะโลกร้อนดังในปัจจุบัน

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นหนึ่งในพลังงานทดแทนที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายทั่วโลก และประเทศไทยมีที่ตั้งที่เหมาะกับการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า จึงเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยฝ่าวิกฤตภาวะโลกร้อนไปได้ เนื่องจากมีแหล่งพลังงานที่ใช้ฟรีไม่มีวันหมด และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมสะอาด ปลอดภัยอย่างแท้จริง

ด้วยเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่อง มีแนวโน้มว่าในอนาคตอันใกล้นี้ ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์จะมีราคาถูกลง และอาจเท่ากับโรงไฟฟ้าถ่านหินในปัจจุบัน อีกทั้งยังช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมและลดการนำเข้าเชื้อเพลิงจากต่างประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตามที่กระทรวงพลังงานได้มีมาตรการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานหมุนเวียนขนาดเล็กมาก (Very Small Power Producer: VSPP) และได้ออกประกาศให้มีเงินรับซื้อไฟฟ้าในราคาพิเศษ (Adder) สำหรับกรณีการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์จำนวนหน่วยละ 8 บาท สมทบเข้าไปกับราคารับซื้อของการไฟฟ้าฝ่ายจำหน่าย (การไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค) ประมาณเฉลี่ยหน่วยละ 3.3 บาท รวมเป็นประมาณหน่วยละ 11.3 บาท นั้น ได้สร้างแรงจูงใจให้มีการลงทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์เป็นอย่างมาก ทั้งประเภทขนาดเล็กระดับกิโลวัตต์บนหลังคาบ้าน ขนาดหลายสิบกิโลวัตต์บนหลังคาอาคารต่าง ๆ และระดับเมกะวัตต์แบบโซลาร์ฟาร์ม โครงการรับซื้อไฟฟ้าราคาพิเศษของกระทรวงพลังงานดังกล่าว มีวัตถุประสงค์เพื่อลดการผลิตไฟฟ้าด้วยเชื้อเพลิงฟอสซิลที่สร้างปัญหาให้กับสิ่งแวดล้อม และปูพื้นฐานให้ประเทศไทยมีไฟฟ้าใช้จากพลังงานสะอาดอย่างยั่งยืน (เอกรัฐโซลาร์, 2552)

ลักษณะการทำงานของระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้งานและจำหน่ายสำหรับบ้านพักอาศัยสามารถอธิบายได้ดังนี้ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ถูกติดตั้งบนหลังคาบ้านพักอาศัยผลิตพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงออกมาและถูกเปลี่ยนให้เป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับที่มีขนาดและความถี่ที่ใกล้เคียงกับกระแสที่ใช้ปกติของการไฟฟ้าด้วยเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า ซึ่งพลังงานนี้มีมากในเวลากลางวันที่มีแสงแดด และถูกจ่ายให้กับโหลดเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน เมื่อมีกระแสไฟฟ้าเหลือจากการใช้งานถึงจะส่งกระแสไฟฟ้าส่วนที่เหลือนี้ไปยังระบบจำหน่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าโดยตรง โดยไหล

ผ่านมิเตอร์ซื้อ ข้อดีของระบบนี้คือ ไม่ต้องมีแบตเตอรี่เป็นตัวเก็บพลังงานไฟฟ้า การเชื่อมต่อระบบเข้ากับระบบจำหน่ายไฟฟ้าเพื่อตัดปัญหาเรื่องอุปกรณ์เก็บพลังงาน จึงทำให้ช่วยลดต้นทุนของระบบลงได้มาก ส่วนการคำนวณค่าไฟฟ้าสามารถทำได้โดยการนำตัวเลขที่ได้จากมิเตอร์ขายนำมาหักลบออกจากตัวเลขจากมิเตอร์ซื้อได้เป็นพลังงานสุทธิที่ผู้บริโภคซึ่งเป็นเจ้าของระบบต้องชำระในแต่ละเดือน

จังหวัดมหาสารคามเป็นจังหวัดที่ผู้วิจัยได้เลือกมาศึกษาการนำเอาเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้งานและขายในบ้านพักอาศัย แต่เนื่องจากการทดลองการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วยมีต้นทุนที่สูง และขาดบุคลากรที่เชี่ยวชาญ รวมทั้งการวิจัยที่ผ่านมาไม่มีข้อมูลในเขตจังหวัดมหาสารคาม ผู้วิจัยจึงได้เริ่มต้นจากศึกษาความเป็นไปได้สำหรับการออกแบบติดตั้งระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานในที่พักอาศัยและขายไฟฟ้าส่วนเหลือจากการใช้งานคืนให้กับระบบจำหน่ายไฟฟ้า เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจติดตั้งระบบและเพื่อลดปัญหาสิ่งแวดล้อม และลดค่าใช้จ่ายในการใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้งานและเพื่อขายสำหรับบ้านพักอาศัยในเขตพื้นที่ อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบความคุ้มทุนของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานและเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่าย

1.2.3 เพื่อสร้างเครื่องมือที่จะช่วยในการตัดสินใจเลือกระบบที่เหมาะสมกับการลงทุน

1.3 ความสำคัญของการวิจัย

1.3.1 ทราบถึงความเป็นไปได้ในการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้งานและเพื่อขายสำหรับบ้านพักอาศัยในเขตพื้นที่ อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

1.3.2 ได้เปรียบเทียบความคุ้มทุนของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานและเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่าย

1) ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้

2) ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้

3) ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายแบบสำเร็จรูปที่บริการติดตั้งโดยบริษัทเอกชน

1.3.3 ได้เครื่องมือที่จะช่วยในการตัดสินใจเลือกระบบที่เหมาะสมกับการลงทุน

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 ข้อมูลที่ใช้ เป็นข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าของบ้านอยู่อาศัยใช้ไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วย ในพื้นที่ทั้งหมดของอำเภอเมืองมหาสารคามตั้งแต่เดือนมกราคม 2553 ถึง เดือนธันวาคม 2553 ซึ่งข้อมูลนี้ได้รับความอนุเคราะห์จากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จังหวัดมหาสารคาม

1.4.2 ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย ซึ่งพิจารณาจากร้อยละ 30 ของค่าเฉลี่ยข้อมูลจากข้อที่ 1 เป็นตัวแทนประชากรในจังหวัดมหาสารคาม

1.4.3 ขนาดของระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์คำนวณจากปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากข้อมูลในข้อที่ 2

1.4.4 อุปกรณ์ทั้งหมดในระบบสามารถจัดหาได้ในประเทศไทย

1.4.5 ข้อมูลความเข้มแสงของจังหวัดมหาสารคามระหว่างเดือนมกราคม 2553 ถึงเดือนธันวาคม 2553 ได้มาจากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน

1.4.6 การคำนวณค่าไฟฟ้าระหว่างเดือนมกราคม 2553 ถึงเดือนธันวาคม 2553 เป็นไปตามระเบียบของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

1.4.7 การซื้อขายไฟฟ้าจะเป็นไปตามสัญญาซื้อขายไฟฟ้ากับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ข้อมูลเพื่อใช้ในการตัดสินใจเลือกระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานและเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ หรือระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายแบบสำเร็จรูปที่บริการติดตั้งโดยบริษัทเอกชน สำหรับที่บ้านอาศัยในเขตพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

1.5.2 เครื่องมือช่วยในการตัดสินใจเลือกระบบที่เหมาะสมกับการติดตั้งระบบ

1.5.3 ประหยัดค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้า

1.5.4 เพื่ออนุรักษ์พลังงานและรักษาสิ่งแวดล้อม

1.5.5 ส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานทดแทนอย่างคุ้มค่าและมีประสิทธิภาพ

บทที่ 2

ปริทัศน์เอกสารข้อมูล

2.1 ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar cells) เป็นอุปกรณ์เพื่อเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยการนำสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิคอน ซึ่งมีราคาถูกที่สุดและมีมากที่สุดบนพื้นโลกมาผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อผลิตให้เป็นแผ่นบาง และเมื่อแสงอาทิตย์ตกกระทบบนแผ่นเซลล์ รังสีของแสงที่มีอนุภาคพลังงานประกอบเรียกว่า โฟตอน (Photon) เกิดการถ่ายเทพลังงานให้กับอิเล็กตรอน (Electron) ในสารกึ่งตัวนำจนมีพลังงานมากพอที่กระโดดออกจากแรงดึงดูดของอะตอม (Atom) และเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ ดังนั้นเมื่ออิเล็กตรอนเคลื่อนที่ครบวงจรจึงทำให้เกิดไฟฟ้ากระแสตรงขึ้น เมื่อพิจารณาลักษณะการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์พบว่า เซลล์แสงอาทิตย์จะมีประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าสูงที่สุดในช่วงเวลากลางวัน ซึ่งสอดคล้องและเหมาะสมในการนำเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้ผลิตไฟฟ้า การผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์มีจุดเด่นที่สำคัญแตกต่างจากการผลิตไฟฟ้าจากวิธีอื่นหลายประการดังนี้

1. ไม่มีชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหวขณะใช้งานจึงไม่มีมลภาวะทางเสียง
2. ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะจากกระบวนการผลิตไฟฟ้า
3. มีการบำรุงรักษาน้อยมากและใช้งานอัตโนมัติได้ง่าย
4. สามารถผลิตเป็นแผงขนาดต่าง ๆ ได้ตามความต้องการปริมาณไฟฟ้า
5. เป็นการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้มาฟรีและไม่มีสิ้นสุด
6. ผลิตไฟฟ้าได้ทุกที่บนโลก
7. ได้พลังงานไฟฟ้าโดยตรงซึ่งเป็นพลังงานที่นำมาใช้ได้สะดวกที่สุด

2.1.1 ความเป็นมาของเซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์สร้างขึ้นครั้งแรกในปี ค.ศ.1954 (พ.ศ.2497) โดย Chappin Fuller และ Pearson แห่งเบลเทเลโฟน (Bell Telephon) ได้ค้นพบเทคโนโลยีการสร้างรอยต่อ พี-เอ็น (P-N Junction) ด้วยการแพร่สารเข้าไปในผลึกของซิลิกอน จนได้เซลล์แสงอาทิตย์อันแรกของโลก ซึ่งมีประสิทธิภาพเพียงร้อยละ 6 ซึ่งปัจจุบันเซลล์แสงอาทิตย์ถูกพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงกว่าร้อยละ 15 ระยะแรกเซลล์แสงอาทิตย์ส่วนใหญ่ใช้สำหรับโครงการด้านอวกาศ ดาวเทียมหรือยานอวกาศที่ส่งจากพื้นโลกไปโคจรในอวกาศ โดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานไฟฟ้า ต่อมามีการนำแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาใช่อย่างกว้างขวาง เซลล์แสงอาทิตย์ในยุคแรกส่วนใหญ่มีสีเทาดำ แต่ในปัจจุบันมีการพัฒนาให้เซลล์แสงอาทิตย์มีสีต่างกันไปเช่น แดง น้ำเงิน เขียว ทอง เป็นต้น เพื่อความสวยงาม

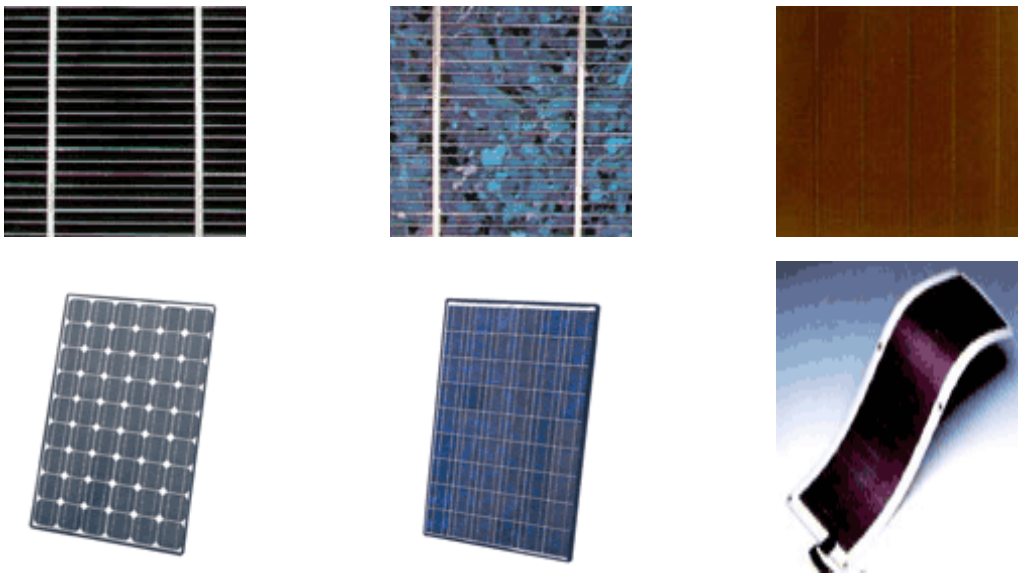
2.1.2 ประเภทของเซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ในปัจจุบันจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

2.1.2.1 เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำประเภทซิลิคอน ซึ่งแบ่งตามลักษณะของผลึกที่เกิดขึ้นคือ แบบที่เป็นรูปผลึก (Crystal) และไม่เป็นรูปผลึก (Amorphous) แบบเป็นรูปผลึกยังแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิคอน (Single crystal silicon solar cell) และชนิดผลึก

รวมซิลิคอน (Poly-Crystalline silicon solar cell) ส่วนแบบไม่เป็นรูปผลึกคือ ชนิดฟิล์มบางอะมอร์ฟัสซิลิคอน (Amorphous silicon solar cell)

2.1.2.2 เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารประกอบที่ไม่ใช่ซิลิคอน ซึ่งประเภทนี้จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าร้อยละ 25 และมีราคาสูงมาก จึงไม่นิยมนำมาใช้ ส่วนใหญ่ถูกนำไปใช้งานสำหรับระบบดาวเทียมและระบบรวมแสง แต่การพัฒนาขบวนการผลิตสมัยใหม่ทำให้มีราคาถูกลง ซึ่งปัจจุบันถูกนำมาใช้เพียงร้อยละ 7 ของปริมาณที่มีใช้ทั้งหมด



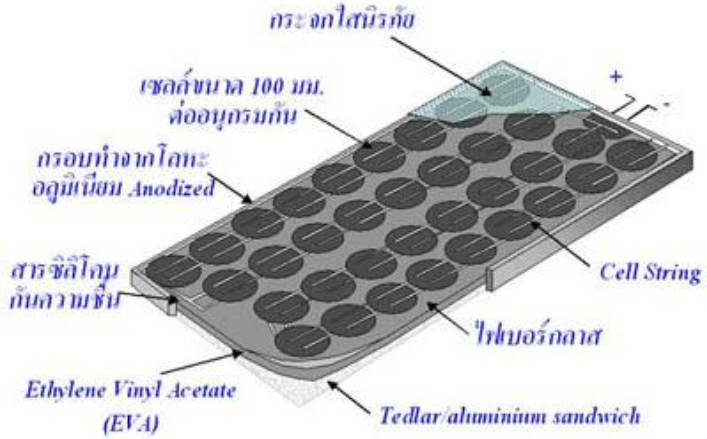
แบบผลึกเดี่ยว (Single Crystal) | แบบผลึกรวม (Poly Crystal) | แบบอะมอร์ฟัส (Amorphous)

ที่มา: การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (ม.ป.ป. ก.)

ภาพประกอบ 2.1 ประเภทเซลล์แสงอาทิตย์

2.1.3 ส่วนประกอบของเซลล์แสงอาทิตย์

การทำเซลล์แสงอาทิตย์ให้เป็นแผงเพื่อความสะดวกในการนำไปใช้งาน ด้านหน้าแผงเซลล์ประกอบด้วย แผ่นกระจกที่มีส่วนผสมของเหล็กต่ำ มีคุณสมบัติให้แสงผ่านได้ดี และเป็นเกราะป้องกันแผ่นเซลล์ แผงเซลล์ต้องมีการป้องกันความชื้นได้ดีมากเพราะต้องอยู่กลางแดดกลางฝนเป็นเวลานาน การประกอบต้องใช้วัสดุที่ดีมีความคงทนและป้องกันความชื้นที่ดี เช่น ซิลิโคนและอีวีเอ (Ethylene-vinyl acetate) เป็นต้น เพื่อเป็นการป้องกันแผ่นกระจกด้านบนของแผงเซลล์ จึงต้องมีการทำกรอบวัสดุที่มีความแข็งแรง ส่วนใหญ่ลักษณะของแผงเซลล์จะเป็นแบบแผ่นเรียบ

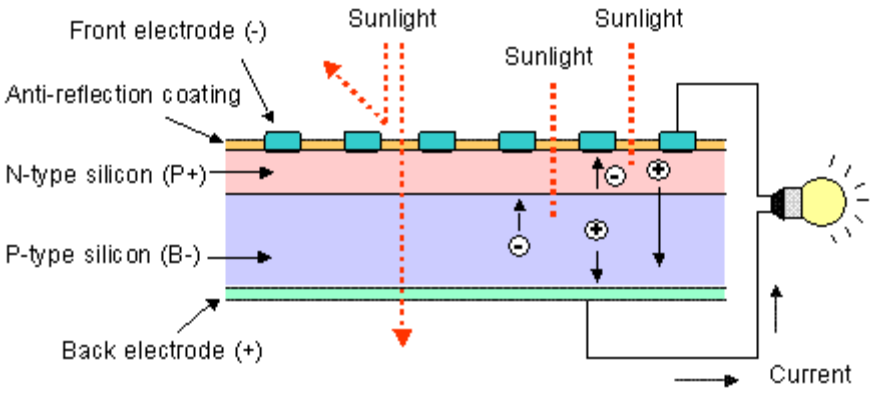


ที่มา: การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (ม.ป.ป. ก.)

ภาพประกอบ 2.2 ส่วนประกอบของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

2.1.4 หลักการทำงานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

การทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นขบวนการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นกระแสไฟฟ้าได้โดยตรง โดยเมื่อแสงอาทิตย์ซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและมีพลังงานกระทบกับสารกึ่งตัวนำเกิดการถ่ายทอดพลังงานระหว่างกัน พลังงานจากแสงทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้า (อิเลคตรอน) ขึ้นในสารกึ่งตัวนำ จึงสามารถต่อกระแสไฟฟ้าดังกล่าวไปใช้งานได้



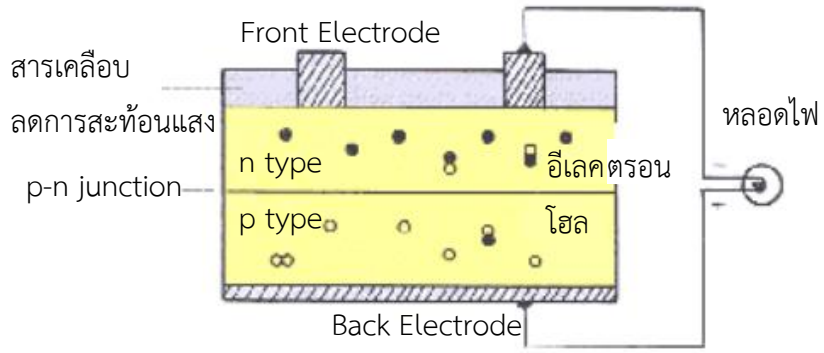
ที่มา: การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (ม.ป.ป. ข.)

ภาพประกอบ 2.3 หลักการทำงานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

กระบวนการเกิดกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์สามารถอธิบายเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.1.4.1 n - type ซิลิคอน ซึ่งอยู่ด้านหน้าของเซลล์ คือ สารกึ่งตัวนำที่ได้การโดปปิ้งด้วยสารฟอสฟอรัส มีคุณสมบัติเป็นตัวให้อิเล็กตรอนเมื่อรับพลังงานจากแสงอาทิตย์ p - type ซิลิคอน คือสารกึ่งตัวนำที่ได้การโดปปิ้งด้วยสารโบรอน ทำให้โครงสร้างของอะตอมสูญเสียอิเล็กตรอน

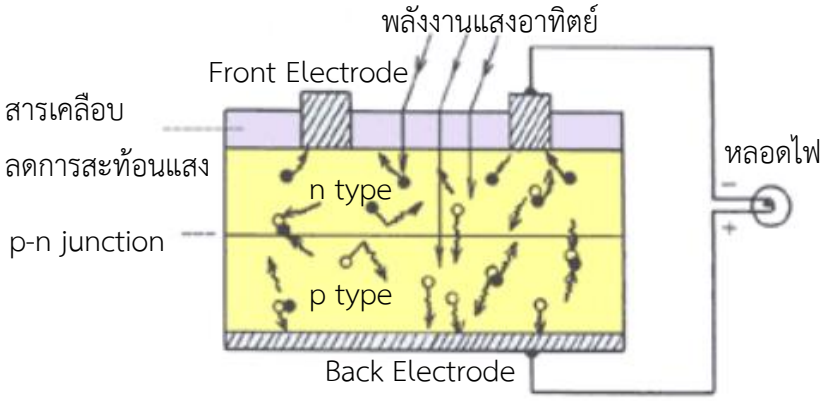
(โฮล) เมื่อรับพลังงานจากแสงอาทิตย์และทำหน้าที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอน เมื่อนำซิลิคอนทั้ง 2 ชนิด ประกบต่อกันด้วย p - n junction จึงทำให้เกิดเป็น " เซลล์แสงอาทิตย์ " ในสภาวะที่ยังไม่มีแสงแดด n - type ซิลิคอนซึ่งอยู่ด้านหน้าของเซลล์ ส่วนประกอบส่วนใหญ่ในสถานะที่พร้อมให้อิเล็กตรอน แต่ยังมีโฮล ปะปนอยู่บ้างเล็กน้อย ด้านหน้าของ n - type มีแถบโลหะเรียกว่า Front Electrode ทำหน้าที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอน ส่วน p - type ซิลิคอนซึ่งอยู่ด้านหลังของเซลล์ โครงสร้างส่วนใหญ่เป็นโฮล แต่ยังคงมีอิเล็กตรอนปะปนบ้างเล็กน้อย ด้านหลังของ p - type ซิลิคอนมีแถบโลหะเรียกว่า Back-Electrode ทำหน้าที่เป็นตัวรวบรวมโฮล แสดงดังภาพประกอบ 2.4



ที่มา: การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (ม.ป.ป. ข.)

ภาพประกอบ 2.4 ขั้นตอนแรกของการเกิดกระแสไฟฟ้าในแผงเซลล์แสงอาทิตย์

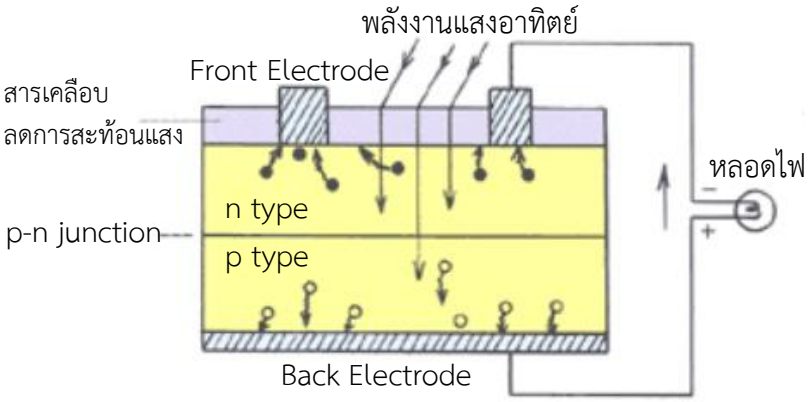
2.1.4.2 เมื่อมีแสงอาทิตย์ตกกระทบ แสงอาทิตย์ถ่ายเทพลังงานให้กับอิเล็กตรอนและโฮล ทำให้เกิดการเคลื่อนไหว เมื่อพลังงานสูงพอทั้งอิเล็กตรอนและโฮลเคลื่อนที่เข้าหาเพื่อจับคู่กัน อิเล็กตรอนจึงเคลื่อนไปยังชั้น n - type และโฮลเคลื่อนไปยังชั้น p – type ดังภาพประกอบ 2.5



ที่มา: การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (ม.ป.ป. ข.)

ภาพประกอบ 2.5 ขั้นตอนที่สองของการเกิดกระแสไฟฟ้าในแผงเซลล์แสงอาทิตย์

2.1.4.3 อิเล็กตรอนเคลื่อนไปรวมกันที่ Front Electrode และโฮลเคลื่อนไปรวมกันที่ Back Electrode เมื่อมีการต่อวงจรไฟฟ้าจาก Front Electrode และ Back Electrode ให้ครบวงจร จึงเกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น เนื่องจากทั้งอิเล็กตรอนและโฮลเคลื่อนที่เพื่อจับคู่กัน ดังภาพประกอบ 2.6



ที่มา: การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (ม.ป.ป. ข.)

ภาพประกอบ 2.6 ขั้นตอนที่สามของการเกิดกระแสไฟฟ้าในแผงเซลล์แสงอาทิตย์

2.1.5 คุณสมบัติและตัวแปรที่สำคัญของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ตัวแปรที่สำคัญที่มีส่วนทำให้เซลล์แสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพการทำงานในแต่ละพื้นที่ต่างกัน และมีความสำคัญในการพิจารณานำไปใช้ในแต่ละพื้นที่ ตลอดจนการนำไปคำนวณระบบหรือคำนวณจำนวนแผงแสงอาทิตย์ที่ต้องใช้ในแต่ละพื้นที่ มีดังนี้

2.1.5.1 ความเข้มของแสง

กระแสไฟ (Current) เป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มของแสง หมายความว่าเมื่อความเข้มของแสงสูง กระแสที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ก็จะสูงขึ้น ในขณะที่แรงดันไฟฟ้าหรือโวลต์แทบจะไม่แปรไปตามความเข้มของแสงมากนัก ความเข้มของแสงที่ใช้วัดเป็นมาตรฐานคือ ความเข้มของแสงที่วัดบนพื้นโลกในสภาพอากาศปลอดโปร่ง ปราศจากเมฆหมอกและวัดที่ระดับน้ำทะเลในสภาพที่แสงอาทิตย์ตั้งฉากกับพื้นโลก ซึ่งความเข้ม ของแสงจะมีค่าเท่ากับ 100 เมกะวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร หรือ 1,000 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ AM 1.5 (Air Mass 1.5) และถ้าแสงอาทิตย์ทำมุม 60 องศากับพื้นโลกความเข้มของแสง จะมีค่าเท่ากับประมาณ 75 เมกะวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร หรือ 750 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ AM 2 กรณีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์นั้นจะใช้ค่า AM 1.5 เป็นมาตรฐานในการวัดประสิทธิภาพของแผง

2.1.5.2 อุณหภูมิ

กระแสไฟ (Current) ไม่แปรตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป ในขณะที่แรงดันไฟฟ้า (โวลท์) จะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วทุก ๆ 1 องศาที่เพิ่มขึ้น จะทำให้แรงดันไฟฟ้าลดลงร้อยละ 0.5 และในกรณีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาตรฐานที่ใช้กำหนดประสิทธิภาพของแผงแสงอาทิตย์คือ ณ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เช่น กำหนดไว้ว่าแผงแสงอาทิตย์มีแรงดันไฟฟ้าที่

วงจรเปิด (Open Circuit Voltage หรือ V_{oc}) ที่ 21 โวลท์ ณ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ก็หมายความว่า แรงดันไฟฟ้าที่จะได้จากแผงแสงอาทิตย์ เมื่อยังไม่ได้ต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้า ณ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เท่ากับ 21 โวลท์ ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 25 องศาเซลเซียส เช่น อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสจะทำให้แรงดันไฟฟ้าของแผงแสงอาทิตย์ลดลงร้อยละ 2.5 (ร้อยละ 0.5 x 5 องศาเซลเซียส) นั่นคือ แรงดันของแผงแสงอาทิตย์ที่ V_{oc} จะลดลง 0.525 โวลท์ (21 โวลท์ x ร้อยละ 2.5) เหลือเพียง 20.475 โวลท์ (21 โวลท์ – 0.525 โวลท์) สรุปได้ว่า เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น แรงดันไฟฟ้าก็ลดลง ซึ่งมีผลทำให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผงแสงอาทิตย์ลดลงด้วย

ที่มา: การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (ม.ป.ป. ก.; ม.ป.ป. ข.)

2.1.6 แบตเตอรี่ (Battery)

แบตเตอรี่ (Battery) คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่จัดเก็บพลังงานเพื่อไว้ใช้ต่อไป ถือเป็นอุปกรณ์ที่สามารถแปลงพลังงานเคมีให้เป็นไฟฟ้าได้โดยตรงด้วยการใช้เซลล์กัลวานิก (Galvanic cell) ที่ประกอบด้วยขั้วบวกและขั้วลบ พร้อมกับสารละลายอิเล็กโตรไลต์ (Electrolyte solution) แบตเตอรี่อาจประกอบด้วยเซลล์กัลวานิกเพียงเซลล์เดียวหรือมากกว่า ซึ่งเป็นอุปกรณ์สำหรับจัดเก็บไฟฟ้าเท่านั้น ไม่ได้ผลิตไฟฟ้า สามารถประจุไฟฟ้าเข้าไปใหม่ (Recharge) ได้หลายครั้ง และประสิทธิภาพจะไม่เต็ม จะอยู่ที่ประมาณร้อยละ 80 เพราะมีการสูญเสียพลังงานบางส่วนไปในรูปความร้อนและปฏิกิริยาเคมีจากการประจุและการจ่ายประจุ แบตเตอรี่จัดเป็นอุปกรณ์ที่มีราคาแพงและเสียหายได้ง่ายหากดูแลรักษาไม่ดีเพียงพอหรือใช้งานผิดวิธีรวมถึงอายุการใช้งานของแบตเตอรี่แต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป เนื่องด้วยวิธีการใช้ การบำรุงรักษา การประจุและอุณหภูมิ ฯลฯ

2.1.7 เครื่องควบคุมการชาร์จประจุ (Solar charge controller)

เครื่องควบคุมการชาร์จประจุ (Solar charge controller) ทำหน้าที่ควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าที่ผลิตจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อเข้าไปยังแบตเตอรี่ ควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าให้มีปริมาณที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่และสามารถหยุดหรือลดการประจุไฟฟ้าเมื่อแรงดันไฟฟ้าเกิน ซึ่งถือว่าเป็นอุปกรณ์สำคัญในระบบ หากมีการทำงานที่ผิดพลาดจะส่งผลกระทบต่อระบบทั้งหมดเช่นกัน การเลือกชาร์จเจอร์ สิ่งสำคัญที่สุดคือต้องหาขนาดและรุ่นที่เหมาะสมกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีอยู่ และฟังก์ชั่นที่ต้องการใช้งาน โดยชาร์จเจอร์บางรุ่นสามารถเลือกเป็นระบบ 12V./24V. หรือ ต่อพ่วงกับ DC Load โดยตั้งค่าให้เปิดแบบ Auto หรือ Manual และบางรุ่นยังมีเครื่องแปลงไฟภายในเครื่อง

2.1.8 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter)

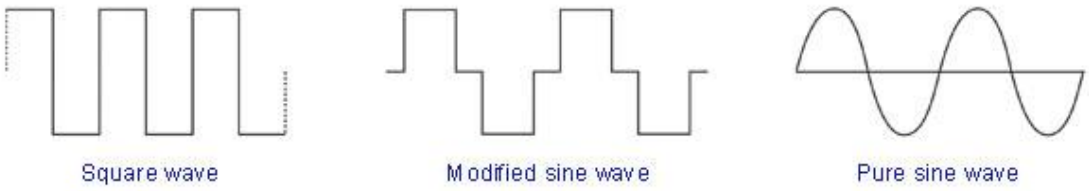
เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า หรือ Inverter เป็น อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ถือว่ามีความสำคัญที่สุดและมีความซับซ้อนมากที่สุดของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้านี้มีหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสตรง (DC) จากแบตเตอรี่หรือแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ที่ได้มาตรฐานเพื่อนำไปใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ไฟฟ้า กระแสสลับทั่วไป (ลีโอนิคส์, 2546)

ที่มา: ลีโอนิคส์ (2546)

ภาพประกอบ 2.7 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า

2.1.8.1 หลักการทำงานของเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า

เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าจะทำการแปลงพลังงานกระแสตรงที่ได้จากแบตเตอรี่หรือแผงเซลล์แสงอาทิตย์ แล้วเปลี่ยนรูปเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ โดยการทำงานของวงจรสวิชชิ่งทรานซิสเตอร์ (Switching transistor) ด้วยการเปิด-ปิดวงจรกระแสตรงของทรานซิสเตอร์อย่างรวดเร็ว รวมกับหม้อแปลงไฟฟ้า จะทำให้สามารถแปลงไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับแล้วจ่ายออกมาได้คุณภาพ และความซับซ้อนของเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าจะให้สัญญาณขาออกในลักษณะต่าง ๆ กัน เช่น Square wave, Modified sine wave และ Pure sine wave



ที่มา: ลีโอนิคส์ (2546)

ภาพประกอบ 2.8 สัญญาณคลื่นไฟฟ้าขาออกในลักษณะต่าง ๆ

2.1.8.2 ชนิดของเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า

สามารถจำแนกเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าตามลักษณะการใช้งานได้ดังนี้

1) เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าชนิดใช้งานอิสระ (Stand-alone inverter) ถูกนำไปใช้ในการติดตั้งในบริเวณที่ไม่มีระบบไฟฟ้าหรือมีปัญหาไฟฟ้า และมีแบตเตอรี่สำรองไฟฟ้า โดยแบ่งตามสัญญาณขาออกได้ดังนี้

(1) เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าประเภท Square wave จะทำการกลับขั้วแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย ๆ 100 120 ครั้งต่อวินาที (1 รอบประกอบด้วยแรงดันไฟฟ้าบนและล่าง) ทำให้เกิดความเพี้ยนของสัญญาณสูงมาก จึงไม่เหมาะที่จะใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไป

(2) เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าประเภท Modified sine wave จะแบ่งสัญญาณขาออกเป็น 4 ระดับแรงดัน (Voltage level) ต่อรอบ การจ่ายสัญญาณขาออกเป็นลักษณะ

ขั้นบันได แม้สัญญาณจะไม่ดีเท่ากับระบบสายส่ง แต่ราคาถูกกว่า ประสิทธิภาพสูงและนำไปใช้ได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ามาตรฐานส่วนใหญ่ เช่น ทีวี วิทยุ คอมพิวเตอร์และเตาไมโครเวฟ ฯลฯ รวมถึงเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับระบบเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดเล็ก แต่อาจไม่เหมาะกับอุปกรณ์ไฟฟ้าหรืออิเล็กทรอนิกส์บางชนิดที่ต้องการความละเอียดและความแม่นยำ เช่น เครื่องมือ อุปกรณ์ไร้สาย เครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องพิมพ์เลเซอร์ ฯลฯ

(3) เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าประเภท Sine wave จะให้สัญญาณขาออกเป็นเส้นโค้งเรียบเสมอกัน จึงเรียกเป็น Pure sine wave สัญญาณไฟฟ้าที่ได้ใกล้เคียงกับระบบสายส่งมาก เนื่องจากให้กำลังไฟฟ้ากระแสสลับที่คุณภาพดีที่สุด จึงทำงานได้ดีกับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับต่าง ๆ เกือบทุกประเภท รวมถึงอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีมอเตอร์ ปั๊มน้ำ AC เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์และใช้งานกับระบบจ่ายไฟฟ้าภายในบ้านที่ขนาดใหญ่ขึ้น ผลที่ได้จากเครื่องชนิดนี้สูงถึง 256 ระดับแรงดันต่อรอบ

2) เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าชนิดต่อเชื่อมระบบสายส่งการไฟฟ้า (Grid-tie inverter) ในปัจจุบันมีการนำมาใช้เพื่อการอนุรักษ์พลังงานและติดตั้งในบริเวณที่มีระบบสายส่งด้วยหลักการพลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะถูกนำเข้าเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าเพื่อแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ โดยติดตามสัญญาณไฟฟ้าในระบบสายส่งตลอดเวลา ผลักดันกระแสไฟฟ้าให้ไหลกลับเข้าระบบสายส่ง ซึ่งช่วยลดค่าไฟฟ้าในระบบรวมได้ ดังนั้น เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าชนิดนี้จะต้องมีความซับซ้อนและการควบคุมสัญญาณไฟฟ้า Pure sine wave อย่างมาก ทั้งนี้ระบบไม่ต้องการแบตเตอรี่เพื่อสำรองไฟฟ้า เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าในปัจจุบันได้ถูกผลิตขึ้นด้วยคุณสมบัติที่พร้อมสรรพสำหรับการใช้งานรวมถึงสามารถต่อเชื่อมกับอุปกรณ์ภายนอกได้ คุณสมบัติที่ผนวกไว้ภายในเครื่อง เช่น ระบบประจุไฟฟ้าแบบ 3 ขั้นตอน ที่ช่วยให้ประจุแบตเตอรี่เต็มเร็วขึ้น สวิตช์การโอนย้าย (Transfer switch) เพื่อให้การโอนย้ายแหล่งพลังงานเป็นไปอย่างต่อเนื่อง ติดตั้งวงจรตรวจวัดเพื่อปิดเครื่องโดยอัตโนมัติในกรณีที่ไม่สามารถจ่ายไฟฟ้าให้แก่อุปกรณ์ที่ใช้งานได้หรือแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงต่ำมาก ๆ เพื่อป้องกันไม่ให้แบตเตอรี่จ่ายกระแสไฟฟ้ามากเกินไป นอกจากนี้ยังสามารถใช้โปรแกรมในการตรวจสอบสถานะทางไฟฟ้าได้

2.1.8.3 หลักการทำงานของ Grid-tie inverter

เครื่องแปลงพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์เป็นไฟฟ้าบ้าน 220VAC/50Hz สามารถใช้งานเชื่อมต่อร่วมกับระบบสายส่งของการไฟฟ้าได้ ช่วยให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าหากพลังงานไฟฟ้าจากแผงโซล่าเซลล์ มีเพียงพอกับการใช้งาน ระบบจะใช้พลังงานไฟฟ้าจากแผงโซล่าเซลล์เพียงอย่างเดียว ทำให้มิเตอร์ของการไฟฟ้าหยุดหมุน หากพลังงานไฟฟ้าจากแผงโซล่าเซลล์ มีไม่เพียงพอกับการใช้งาน ระบบจะใช้พลังงานไฟฟ้าจากแผงโซล่าเซลล์เป็นหลัก และดึงพลังงานไฟฟ้าที่ขาดจากการไฟฟ้าอัตโนมัติ เพื่อให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงานต่อไปได้ ทำให้มิเตอร์ของการไฟฟ้าหมุนเล็กน้อยตามพลังงานไฟฟ้าที่ดึงเพิ่มเติมเข้ามาเท่านั้นหากพลังงานไฟฟ้าจากแผงโซล่าเซลล์ มีเพียงพอกับการใช้งาน แต่ไม่มีการเปิดใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าใด ๆ จะทำให้มีพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ในระบบจากแผงโซล่าเซลล์เหลือพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดที่เหลือจะถูกป้อนกลับเข้าไปในระบบสายส่งของการไฟฟ้า จะทำให้มิเตอร์ของการไฟฟ้าหมุนย้อนกลับ ทำให้จำนวนหน่วยของการใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าลดลงอัตโนมัติ ทำให้ค่าไฟฟ้าและค่า FT ที่จะต้องจ่ายตอนสิ้นเดือนลดลงอัตโนมัติ

2.1.8.4 การเลือกขนาดเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าให้เหมาะสม

เนื่องจากในระบบเซลล์แสงอาทิตย์ เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าต่ออยู่กับแบตเตอรี่และอุปกรณ์ไฟฟ้า การเลือกเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าจึงควรพิจารณาดังนี้

1) เลือกเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าให้ตรงกับขนาดของแบตเตอรี่ที่ใช้ เช่น 12 24 48 และ 120 โวลท์ ฯลฯ

2) เลือกเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าที่มีขนาดกำลังไฟฟ้า (จำนวนวัตต์) มากกว่าขนาดกำลังไฟฟ้ารวมของอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดที่ต้องใช้ในแต่ละครั้ง

3) กรณีที่ใช้กับอุปกรณ์ที่มีความเหนี่ยวนำ เช่น มอเตอร์ ปั๊มน้ำ เครื่องซักผ้า และเตาไมโครเวฟฯลฯจะมีไฟกระชากเมื่อเริ่มเดินเครื่อง ดังนั้นต้องพิจารณาขนาดไฟกระชาก (Surge) สูงสุดด้วย

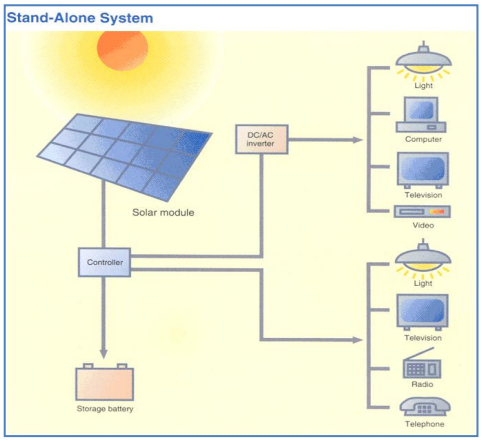
ในด้านประสิทธิภาพ พบว่ามีความแตกต่างกันตามอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้งาน ในทางปฏิบัติ ประสิทธิภาพของเครื่องสูงสุดอยู่ที่ร้อยละ 60 ถึงร้อยละ 80 ทำให้เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่เมื่อนำไปใช้กับอุปกรณ์ที่มีกำลัง ไฟฟ้าต่ำมาก ๆ (Affordable solar, n.d.) จะมีประสิทธิภาพต่ำ เช่น เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า 1 กิโลวัตต์ ใช้งานกับวิทยุขนาด 20 วัตต์ อาจต้องใช้ไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ถึง 30-40 วัตต์ (ลีโอนิคส์, 2546)

2.2 การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์และการใช้งานสำหรับบ้านพักอาศัย

การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบ่งออกเป็น 2 ระบบ คือ

2.2.1 การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ (PV Stand alone system)

เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ได้รับการออกแบบสำหรับใช้งานในพื้นที่ชนบทที่ไม่มีระบบสายส่งไฟฟ้า อุปกรณ์ระบบที่สำคัญประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ แบตเตอรี่ และอุปกรณ์เปลี่ยนกระแสไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับแบบอิสระ

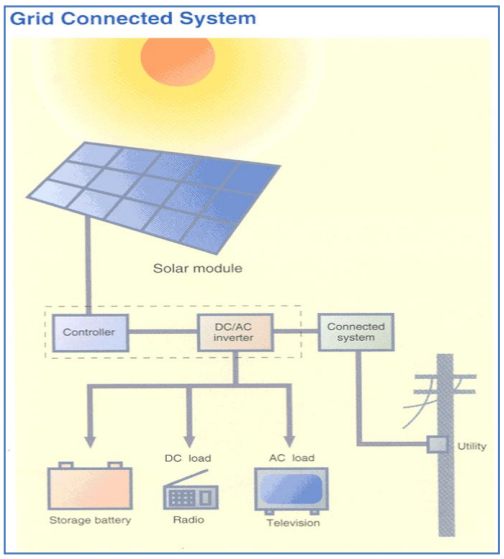


ที่มา: การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (ม.ป.ป. ข.)

ภาพประกอบ 2.9 การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ

2.2.2 การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย (PV Grid-connected system)

เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ถูกออกแบบสำหรับผลิตไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับเข้าสู่ระบบสายส่งไฟฟ้าโดยตรง ใช้ผลิตไฟฟ้าในเขตเมือง หรือพื้นที่ที่มีระบบจำหน่ายไฟฟ้าเข้าถึง อุปกรณ์ระบบที่สำคัญประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับชนิดต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า



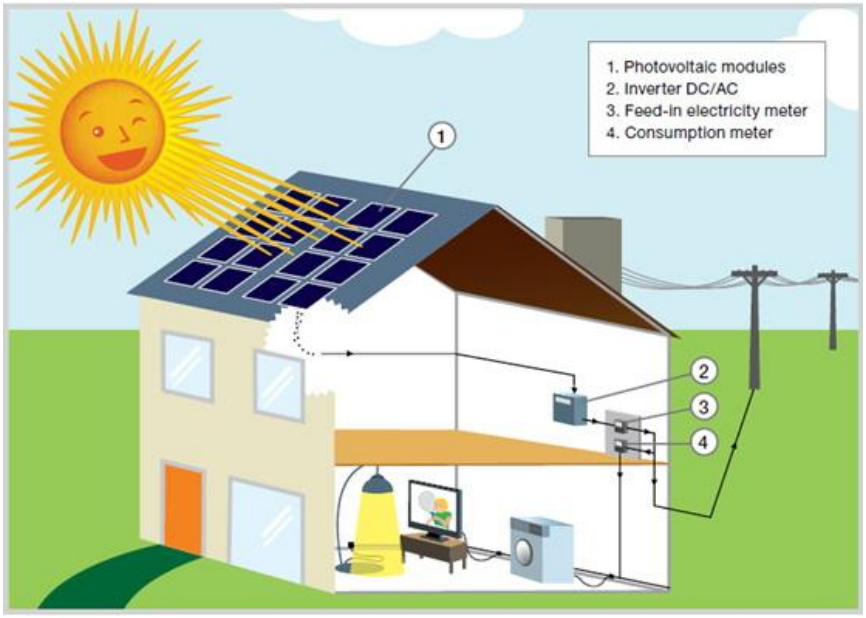
ที่มา: การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (ม.ป.ป. ข.)

ภาพประกอบ 2.10 การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อระบบจำหน่ายไฟฟ้า

2.3 ลักษณะการทำงานของระบบผลิตกระแสไฟฟ้าสำหรับบ้านพักอาศัย

ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานและเชื่อมต่อระบบจำหน่ายเป็นระบบสำหรับบ้านพักอาศัย โดยการนำแผงเซลล์แสงอาทิตย์ติดตั้งบนหลังคาบ้านหรือพื้นที่เหมาะสมที่สามารถรับแสงอาทิตย์ได้ตลอดในเวลากลางวัน แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทำหน้าที่ผลิตไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ซึ่งจะถูกแปลงให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ด้วยเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter) ที่เชื่อมต่อกับระบบของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค หรือการไฟฟ้านครหลวง ไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะถูกใช้งานในบ้าน หากมีพลังงานไฟฟ้าเหลือ พลังงานไฟฟ้าส่วนที่เหลือจะไหลผ่านมิเตอร์ไฟฟ้าออกไปสู่ระบบของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ทั้งนี้เพื่อให้เจ้าของบ้านมีส่วนช่วยในการผลิตไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ใช้เองภายในบ้านและจำหน่ายส่วนเกินให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เจ้าของบ้านจะมีรายได้จากการจำหน่ายไฟฟ้าหน่วยละประมาณ 11 บาท ซึ่งประกอบด้วยเงินที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จ่ายประมาณ 3 บาทต่อหน่วย และเงินที่กระทรวงพลังงานจ่ายให้อีก 8 บาทต่อหน่วย มีขนาดใช้งานตั้งแต่ 1 กิโลวัตต์ ถึง 10,000 กิโลวัตต์ ซึ่งมีส่วนประกอบและอุปกรณ์ที่สำคัญในระบบดังนี้

1. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Modules)
2. เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter)
3. เบรกเกอร์ (Breakers) สวิตช์ (Switches)
4. มิเตอร์ไฟฟ้า (kWh Meter)
5. ระบบสายดิน (Ground System)



ที่มา: European Photovoltaic Technology Platform (n.d.)

ภาพประกอบ 2.11 ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานและเชื่อมต่อระบบจำหน่าย

2.4 ตลาดคาร์บอนเครดิต (Carbon Credit)

คาร์บอนเครดิต คือกรรมสิทธิ์ในปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้ภายใต้พิธีสารเกียวโต ทั้งที่เกิดจากกลไกการซื้อขายสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (ET) กลไกการดำเนินการร่วมกัน (JI) และกลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM) การซื้อขายคาร์บอนเครดิตจะทำในลักษณะที่เรียกว่า Cap and Trade นั่นคือ ประเทศหรือผู้ผลิตรายใดมีปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากหรือน้อยกว่าโควตาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิที่ได้รับ ประเทศหรือผู้ผลิตรายดังกล่าวก็จะสามารถทำการซื้อหรือขายคาร์บอนเครดิตกับประเทศหรือผู้ผลิตอื่น ๆ ได้

การซื้อขายคาร์บอนเครดิตนั้น ทำในตลาดที่เรียกว่าตลาดคาร์บอน (Carbon market) คาร์บอนเครดิตที่มีการซื้อขายกันนี้จะถูกนำไปหักจากบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศผู้ซื้อ และหักจากบัญชีปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศผู้ขาย ทั้งนี้ การซื้อขายคาร์บอนเครดิตจะคำนวณในหน่วยของ Carbon Dioxide Equivalent (CO_2e) ซึ่งเป็นการแปลงค่าก๊าซเรือนกระจก

แต่ละชนิดจากศักยภาพในการทำให้โลกร้อน (Global warming potential: GWP) เทียบกับก๊าซ-คาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดจะมีสัดส่วนในการแปลงค่าไม่เท่ากัน ดังแสดงในตาราง 2.1

ตาราง 2.1 ค่าศักยภาพในการทำให้โลกร้อนจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ก๊าซเรือนกระจก	ค่าศักยภาพในการทำให้โลกร้อน (เท่าของคาร์บอนไดออกไซด์)
1. คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)	1
2. มีเทน (CH_4)	21
3. ไนตรัสออกไซด์ (N_2O)	310
4. ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFC_S)	140 – 11,700
5. เปอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFC_S)	6,500 – 9,200
6. ซัลเฟอร์เฮกซาฟลูโอไรด์ (SF_6)	23,900

ที่มา: องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (2553)

จากตาราง 2.1 สามารถอธิบายได้ดังนี้ ก๊าซมีเทนมีค่า GWP เท่ากับ 21 CO_2e แสดงว่าการลดการปล่อยก๊าซมีเทน 1 ตัน เทียบเท่าการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 21 ตัน โดยในเอกสารนี้จะใช้หน่วย “1 ตันคาร์บอน” แทน “1 ตัน CO_2e” อนึ่ง หนึ่งหน่วยของคาร์บอนเครดิตจากเกิดจากกลไก ET JI และ CDM มีค่าเท่ากับ หนึ่งตันคาร์บอน

ในช่วงที่ผ่านมา มูลค่าการซื้อขายคาร์บอนเครดิตในตลาดคาร์บอนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จาก 28 ล้านตันคาร์บอน ในปี 2546 เป็น 1.7 พันล้านตันคาร์บอน ในปี 2549 และ 2.9 พันล้านตันคาร์บอน ในปี 2550 ตามลำดับ โดยในปี 2550 มีมูลค่าการซื้อขายสูงถึง 64,035 ล้านดอลลาร์สหรัฐฯ เพิ่มขึ้นจากปีก่อนกว่าเท่าตัว ทั้งนี้ ธนาคารโลกประมาณการณ์ว่า ปี 2551 มูลค่าการซื้อขายในตลาดคาร์บอนมากกว่า 1 แสนล้านดอลลาร์สหรัฐฯ ปริมาณการซื้อขายจะเพิ่มขึ้นจากปี 2550 ร้อยละ 31 เป็น 3.9 พันล้านตันคาร์บอน และในส่วนของนักวิเคราะห์ภาคเอกชน คาดว่า ในปี 2555 มูลค่าการซื้อขายมีแนวโน้มเพิ่มเป็น 5.5 แสนล้านดอลลาร์สหรัฐฯ และหากสหรัฐอเมริกาเข้าร่วมระบบ Cap and Trade ประกอบกับเศรษฐกิจสหรัฐอเมริกาไม่ถดถอยเป็นระยะเวลานาน ตลาดคาร์บอนจะกลายเป็นตลาดสินค้าโภคภัณฑ์ (Commodity Market) ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในโลก โดยในปี 2563 ทั้งโลกจะมีมูลค่าการซื้อขายคาร์บอนเครดิตสูงถึง 3 ล้านล้านดอลลาร์สหรัฐฯ ราคาซื้อขายจะอยู่ที่ 78 ดอลลาร์สหรัฐฯ ต่อตันคาร์บอน

ตลาดคาร์บอนที่มีการซื้อขายกันมากที่สุดคือ ตลาดคาร์บอนของประชาคมยุโรป ซึ่งเป็นระบบ Cap and Trade เนื่องจากเป็นกลุ่มประเทศที่กำหนดโควตาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้กับภาคเอกชน บริษัทเอกชนที่มีการปล่อยก๊าซมากกว่าโควตา หรือมีต้นทุนในการลดการปล่อยก๊าซสูงกว่าราคาซื้อขายในตลาดคาร์บอน จึงต้องซื้อคาร์บอนเครดิตจากในตลาด ทำให้เกือบทั้งหมดของคาร์บอนเครดิตที่ซื้อขายในโลกเป็นการซื้อขายผ่านระบบ European Union Greenhouse Gas Emission Trading Scheme (EU ETS) ของประชาคมยุโรป ในปี 2550 ตลาด EU ETS มีมูลค่าการซื้อขาย

มากกว่า 5 หมื่นล้านดอลลาร์สหรัฐฯ เพิ่มขึ้นจากปีก่อนกว่าเท่าตัว นอกจากนี้ มีการคาดการณ์ว่า หาก สหรัฐอเมริกาเข้าร่วมในระบบ Cap and Trade ตลาดคาร์บอนของสหรัฐอเมริกาจะกลายเป็นตลาดคาร์บอนที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในโลกแทน โดยในปี 2563 จะมีมูลค่าการซื้อขาย 2.3 ล้านล้านดอลลาร์สหรัฐฯ หรือร้อยละ 67 ของมูลค่าการซื้อขายคาร์บอนเครดิตในตลาดคาร์บอนทั่วโลก

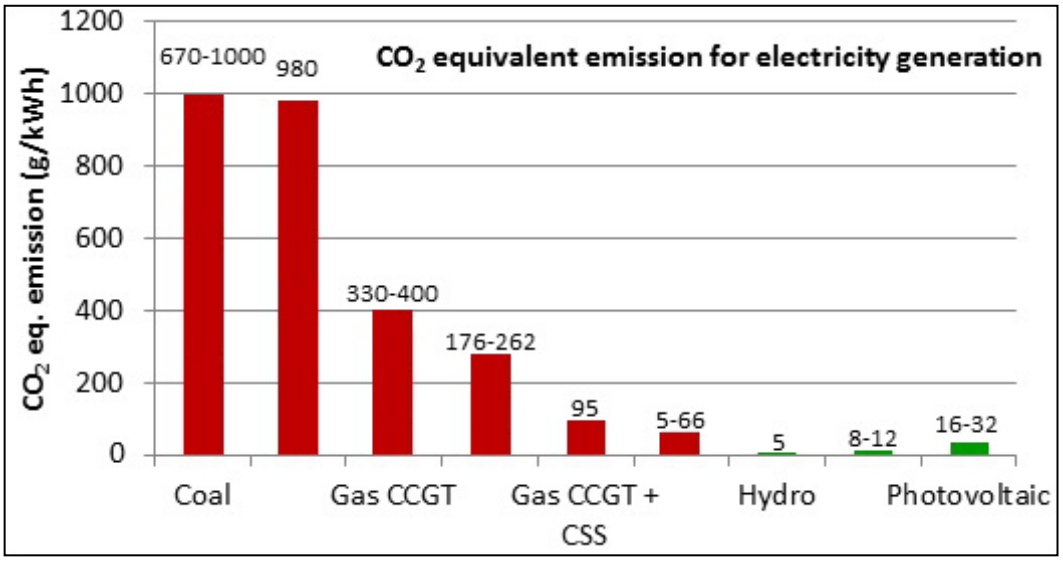
ประเทศไทยกับการซื้อขายคาร์บอนเครดิตเกิดขึ้นในลักษณะของการซื้อขายโดยตรงระหว่างผู้ผลิต (เจ้าของโครงการ CDM) และผู้ซื้อ ซึ่งส่วนใหญ่ผู้ซื้อจากต่างประเทศจะเข้ามาร่วมลงทุนในการดำเนินโครงการ CDM และรับซื้อ CERs ภายหลังจากได้รับการจดทะเบียนกับ UNFCCC แล้ว เช่น กรณีของโครงการผลิตไฟฟ้าจากแกลบของบริษัท เอ.ที. ไบโอพาวเวอร์ จำกัด และโครงการ Korat Waste to Energy เป็นต้น โดยในกรณีของโครงการผลิตไฟฟ้าจากแกลบ ผู้รับซื้อ CERs เป็นบริษัทญี่ปุ่น และกรณีของโครงการ Korat Waste to Energy ผู้รับซื้อเป็นบริษัทเนเธอร์แลนด์

ณ วันที่ 19 พฤศจิกายน 2551 ประเทศไทยมีโครงการ CDM ที่ได้รับการจดทะเบียน CERs จาก UNFCCC แล้ว จำนวน 2 โครงการ โดยมีจำนวน CERs ที่ได้รับ 815,224 ตันคาร์บอน สำหรับโครงการที่ได้รับการขึ้นทะเบียน CDM แล้ว มีทั้งหมด 10 โครงการ คิดเป็นปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่คาดว่าจะลดได้ 864,069 ตัน และมีโครงการที่ได้รับการรับรองจาก DNA ของไทย หรือ อบก. (Letter of Approval: LoA) ทั้งสิ้น 41 โครงการ คิดเป็นปริมาณก๊าซเรือนกระจกประมาณ 2.94 ล้านตันคาร์บอนต่อปี และมีโครงการที่อยู่ระหว่างการพิจารณาของ อบก. อีกประมาณ 34 โครงการ คิดเป็นปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งสิ้นประมาณ 1.8 ล้านตันคาร์บอนต่อปี ปริมาณ CERs ที่ไทยผลิตได้ในปัจจุบัน รวมทั้งที่คาดว่าจะผลิตได้ในอนาคต ถือได้ว่า มีปริมาณน้อยมากในตลาดโลก เมื่อเทียบกับปริมาณ CERs ทั่วโลกที่ UNFCCC อนุมัติแล้ว ซึ่งมีปริมาณมากกว่า 215 ล้านตันคาร์บอน และปริมาณความต้องการคาร์บอนเครดิตของโลกที่มีประมาณ 3,700 ล้านตันคาร์บอน อนึ่ง ประเทศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่ได้จดทะเบียน CERs กับ UNFCCC มากที่สุดคือ เวียดนาม คิดเป็น CERs จำนวน 4,486,500 ตันคาร์บอน หรือร้อยละ 2 หรืออันดับ 5 ของโลก

ตาราง 2.2 ประมาณการค่าใช้จ่ายในการขอจดทะเบียน CERs

ขั้นตอนการเตรียมเอกสารประกอบโครงการ (PDD)	1.5 – 2 ล้านบาท
การตรวจเอกสารประกอบโครงการ (Validation) โดย DOE ครั้งที่ 1	ไม่เกิน 1 ล้านบาท
ค่าธรรมเนียมในการวิเคราะห์ ตรวจสอบ และติดตามผลโครงการของ อบก.	- โครงการที่ลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกลงได้ไม่เกิน 15,000 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี มีอัตราค่าธรรมเนียมโครงการละ 75,000 บาท - โครงการที่ลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกลงได้มากกว่า 15,000 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี มีอัตราค่าธรรมเนียม 10 บาทต่อหนึ่งตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า แต่ไม่เกิน 900,000 บาทต่อโครงการ
ค่าขึ้นทะเบียนโครงการ (Registration fee) กับ CDM Executive Board ณ กรุงบอนน์ ประเทศเยอรมณี	- ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ 15,000 ตันแรก คิดในอัตรา 10 เซ็นต์ต่อตัน - ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ที่มากกว่า 15,000 ตัน คิดในอัตรา 20 เซ็นต์ต่อตัน แต่ไม่เกิน 350,000 เหรียญดอลลาร์สหรัฐฯ ต่อโครงการ
ค่าการติดตามการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Monitoring)	150,000 – 300,000 บาท
ค่าตรวจยืนยัน/รับรอง การลดก๊าซเรือนกระจก (Verification/Certification) โดย DOE	1-2 ล้านบาท
ค่าออกหนังสือรับรองการลดก๊าซเรือนกระจก (Issuance fee) u โดย CDM Executive Board ณ กรุงบอนน์ ประเทศเยอรมนี คิดในอัตราเดียวกับ Registration fee	- ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ 15,000 ตันแรก คิดในอัตรา 10 เซ็นต์ต่อตัน - ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ที่มากกว่า 15,000 ตัน คิดในอัตรา 20 เซ็นต์ต่อตัน แต่ไม่เกิน 350,000 เหรียญดอลลาร์สหรัฐฯ ต่อโครงการ
เงินเข้ากองทุน Adaptation Fund	ร้อยละ 2 ของคาร์บอนเครดิตที่ได้รับการรับรอง
รวมทั้งสิ้น	4-8 ล้านบาท

ที่มา: องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (2553)



ที่มา: European Photovoltaic Technology Platform (n.d.)

ภาพประกอบ 2.12 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตไฟฟ้า

จากข้อมูลกราฟจะเห็นว่าปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์มีค่าที่ 16-32 กรัมต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับต่ำ ส่วนปริมาณการปล่อยก๊าซของระบบที่ใช้ถ่านหินและเชื้อเพลิงมีค่าเท่ากับ 670-1000 กรัมต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง ซึ่งอยู่ในระดับสูงมาก ซึ่งเป็นผลก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมและเกิดภาวะโลกร้อน

2.5 เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม (Engineering economics)

2.5.1 จุดคุ้มทุน (Break-event-point)

จุดคุ้มทุนหรือจุดเท่าทุน คือ จุดซึ่งรายได้จากการลงทุนคุ้มกับการลงทุน หรืออีกนัยหนึ่งหมายถึง จุดที่แสดงค่าใช้จ่ายกับรายรับเท่ากัน ซึ่งหมายความว่า เป็นจุดซึ่งมีกำไรเป็นศูนย์

การวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุนของการผลิตเป็นการหาปริมาณหรือระดับสินค้าที่ต้องผลิตหรือขายที่ก่อให้เกิดการคุ้มทุนพอดี สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องในการวิเคราะห์ความไวเพื่อให้ทราบระดับกำลังผลิตที่ก่อให้เกิดการคุ้มทุนพอดีหากปัจจัยตัวแปรเปลี่ยนแปลงไป และยังช่วยให้ทราบกำไร-ขาดทุน ณ ระดับกำลังผลิตต่าง ๆ ได้

2.5.2 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน (Break-event-analysis)

การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนเป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของต้นทุน (Cost) รายได้ (Event) และผลกำไร (Profit) ซึ่งผันแปรไปตามความเปลี่ยนแปลงของปริมาณการผลิต (Volume) เรียกว่า การวิเคราะห์ต้นทุน ปริมาณผลิต ผลกำไร (Cost-volume-profit analysis)

การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน เป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางเศรษฐศาสตร์ของสถานะต่าง ๆ ในระยะสั้นและข้อมูลค่อนข้างแน่นอนเพื่อการตัดสินใจที่ถูกต้อง ผลการวิเคราะห์จะใช้ได้เมื่อเงื่อนไข

และสภาพการณ์ต่าง ๆ ยังไม่เปลี่ยนแปลง การสร้างแผนภูมิ (Chart) สำหรับการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนจะสามารถทำให้เข้าใจถึงความสัมพันธ์ของกำไร

นิยามต้นทุนและรายได้ คำนวณได้จากสูตร TC = FC + VC เมื่อ

2.5.2.1 ต้นทุนรวม (Total cost : TC) คือ ผลรวมของต้นทุนคงที่และต้นทุนแปรผัน ต้นทุนรวมจะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีกิจกรรมเพิ่มขึ้น

2.5.2.2 ต้นทุนแปรผัน (Variable cost : VC) คือ ต้นทุนที่จำนวนรวมจะแปรผันไปตามการเปลี่ยนแปลงของกิจกรรม ถ้ามีการดำเนินกิจกรรมมากจะเสียต้นทุนประเภทนี้มาก

2.5.2.3 ต้นทุนคงที่ (Fixed cost : FC) คือ ต้นทุนที่จำนวนรวมคงที่ ไม่แปรผันไปตามการเปลี่ยนแปลงของกิจกรรม

2.5.2.4 รายได้รวม (Total revenue : TR) คือ ผลตอบแทนจากการดำเนินกิจกรรมและบริการที่บุคคลได้รับ ไม่ว่าจะเป็นรูปของตัวเงินหรือสิ่งของ

2.5.2.5 กิจกรรมทางเศรษฐศาสตร์ คือ ช่วงเวลาของการใช้ไฟฟ้าจากการผลิตด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์

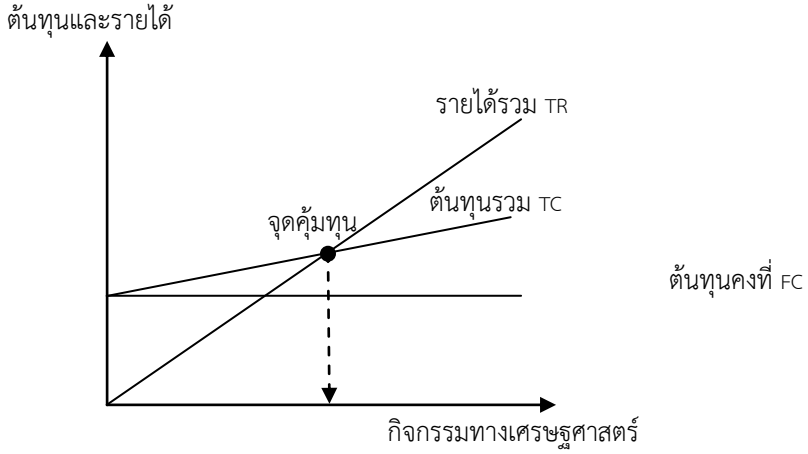
2.5.3 วิธีการวิเคราะห์จุดคุ้มทุน

สามารถวิเคราะห์ได้ด้วยวิธีดังต่อไปนี้

2.5.3.1 การวิเคราะห์โดยใช้สมการกำไร

จาก	กำไร (Profit)	=	รายได้รวม (TR) – ต้นทุนรวม (TC)
จะได้	จุดคุ้มทุน (BE)	=	รายได้รวม (TR) = ต้นทุนรวม (TC)
หรือ	0	=	TR – TC
จะได้เป็นสมการดังนี้	TR	=	TVC + TFC
เมื่อ	TR	=	รายได้รวม
	TFC	=	ต้นทุนรวมคงที่
	TVC	=	ต้นทุนแปรผันรวม

2.5.3.2 การวิเคราะห์โดยวิธีวาดกราฟ



ภาพประกอบ 2.13 ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมทางเศรษฐศาสตร์กับต้นทุนและรายได้

2.5.4 อัตราผลตอบแทน

อัตราผลตอบแทน (Rate of return) คือ ผลที่ได้จากการลงทุนเป็นอัตราร้อยละเมื่อเทียบต่อระยะเวลาที่ลงทุนไป ซึ่งอัตราผลตอบแทนสำหรับกิจกรรมต่าง ๆ จะไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับชนิดกิจกรรมและลักษณะของผลที่ได้จากกิจกรรมนั้น การหาอัตราผลตอบแทนของโครงการหรือกิจกรรมต่าง ๆ จึงเป็นวิธีซึ่งนอกจะสามารถช่วยกำหนดความพึงพอใจในการลงทุนแล้วยังสามารถใช้เป็นส่วนเปรียบเทียบโครงการหรือกิจกรรมได้ กล่าวคือ โครงการหรือกิจกรรมใดที่ให้อัตราผลตอบแทนสูงกว่าภายใต้เงื่อนไขอื่น ๆ ในลักษณะเดียวกัน โครงการหรือกิจกรรมนั้นย่อมมีความเหมาะสมในเชิงเศรษฐศาสตร์ การหาอัตราผลตอบแทนสามารถทำได้โดย

เมื่อ TC = ต้นทุนรวม

TR = รายได้รวม

P_{net} = กำไรสุทธิ

จะได้อัตราผลตอบแทน คือ

อัตราผลตอบแทน = กำไรสุทธิ/ต้นทุนรวม

หรือ

อัตราผลตอบแทนเฉลี่ย = กำไรสุทธิเฉลี่ย/ต้นทุนรวมเฉลี่ย

2.6 สัญญาการซื้อขายไฟฟ้ากับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

2.6.1 รายละเอียดของสัญญาดังใน ภาคผนวก ก มีหัวข้อหลัก ๆ ดังนี้

2.6.1.1 การซื้อขายพลังงานไฟฟ้า สำหรับผู้ผลิตขนาดเล็กมากซึ่งปริมาณพลังไฟฟ้าไม่เกิน 10 เมกะวัตต์

2.6.1.2 การใช้และการสิ้นสุดของสัญญา มีผลใช้บังคับตั้งแต่วันที่ทั้งสองฝ่ายลงนามในสัญญา มีระยะเวลา 5 ปี

2.6.1.3 การเชื่อมโยงระบบไฟฟ้า

2.6.1.4 การควบคุมและการปฏิบัติการโรงไฟฟ้า

2.6.1.5 การชำระเงิน

2.6.1.6 เหตุสุดวิสัย

2.6.1.7 กรณีพิพาทและอนุญาโตตุลาการ

2.6.2 แบบคำขอจำหน่ายไฟฟ้าและการเชื่อมโยงระบบไฟฟ้า สามารถแบ่งเป็นส่วนได้ดังนี้

ส่วนที่ 1 รายละเอียดของผู้สมัคร

ส่วนที่ 2 คุณสมบัติของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ส่วนที่ 3 ข้อมูลทางเทคนิคของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

1. ชนิดและจำนวนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
2. รายละเอียดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
3. ลักษณะคุณสมบัติของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ส่วนที่ 4 ข้อมูลทางเทคนิคของอุปกรณ์ที่นำมาติดตั้ง
1. ข้อมูลของหม้อแปลง
2. ข้อมูลฟิวส์ของหม้อแปลง
3. เซอร์กิตเบรกเกอร์
4. รีเลย์ป้องกันเซอร์กิตเบรกเกอร์
5. ข้อมูลหม้อแปลงกระแส
6. สวิตซ์ตัดตอนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ส่วนที่ 5 ข้อมูลทางเทคนิคทั่วไป
ส่วนที่ 6 รายละเอียดในการติดตั้ง
ส่วนที่ 7 ใบรับรองเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและอุปกรณ์
ส่วนที่ 8 เอกสารประกอบแบบคำขอจำหน่ายไฟฟ้าของผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กมาก (VSPP)
ส่วนที่ 9 ผู้ยื่นข้อเสนอลงนาม

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยนี้ จะมุ่งศึกษาในลักษณะของการออกแบบระบบและพิจารณาถึงความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์และความคุ้มค่าของระบบ จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า งานวิจัยของ Li *et al.* (2012) ได้กล่าวว่า จากการศึกษาการทำงาน ศักยภาพ และประสิทธิภาพ ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กที่ได้ถูกติดตั้งขึ้นในฮ่องกง ซึ่งการวิเคราะห์จะใช้ระยะเวลา 2 ปี คือตั้งแต่ปี 2008-2009 ได้ศึกษาเกี่ยวกับความเข้มแสงอาทิตย์รายชั่วโมง พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ และประสิทธิภาพ มีการตรวจสอบในเดือนมิถุนายนและเดือนธันวาคม และในแต่ละเดือนพบว่า เดือนมกราคม กุมภาพันธ์ พฤศจิกายน และธันวาคม ประสิทธิภาพของระบบมีแนวโน้มของที่สูงขึ้นเนื่องจากอุณหภูมิแวดล้อมเมื่อเทียบกับเดือนอื่น ๆ และการศึกษานี้พบว่าอุณหภูมิแวดล้อมต่ำจะทำให้ประสิทธิภาพของระบบสูงขึ้น ในแง่ประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายนั้น ในการทดสอบระยะเวลา 2 ปี มีประสิทธิภาพร้อยละ 11.9 เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานการเบี่ยงเบนเท่ากับร้อยละ 2.3 และเวลาร้อยละ 89 ในเวลาหนึ่งวัน มีประสิทธิภาพเท่ากับร้อยละ 10 ในมุมมองทางการเงินระบบจะคืนทุนในระยะเวลา 72 ปี เมื่อการซื้อขายคาร์บอนได้รับการพิจารณาระยะเวลาคืนทุนจะสั้นลงเหลือเท่ากับ 61.4 ปี ด้วยอัตราค่าไฟฟ้าจากการขายให้กับระบบจำหน่ายที่อัตราที่สูง จะสามารถร่นระยะคืนทุนได้มากเช่นเดียวกัน ในมุมมองด้านสิ่งแวดล้อมการปล่อยก๊าซ CO_2 SO_2 NO_x และชิ้นส่วนอนุภาคฝุ่นละอองเล็ก ๆ จะลดลงคือ 1.12 1.03 และ 0.054 กิโลกรัมตามลำดับ สำหรับระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้าในฮ่องกงนี้เป็นอีกหนึ่งในแนวโน้มการประยุกต์ใช้พลังงานทดแทน การศึกษานี้คาดว่าจะให้แนวความคิดในการออกแบบสำหรับสถาปนิกและวิศวกรอาคารเพื่อใช้ในการเชื่อมต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์กับระบบจำหน่ายไฟฟ้า

รักษ์ สกุลพงษ์ และบุญยัง ปลั่งกลาง (2011) กล่าวว่า ในปัจจุบันระบบ PV กำลังนิยมติดตั้งกันแพร่หลายทั่วโลก และศักยภาพของความเข้มแสงอาทิตย์ของประเทศไทยก็ยังเป็นที่ยอมรับ ด้วยเหตุนี้การทำให้ระบบ PV ให้สำเร็จนั้นควรตระหนักและส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนในอนาคต วิธีการหา

ขนาดของระบบ PV ยังคงมีขั้นตอนที่ยุ่งยากซับซ้อนสำหรับผู้พัฒนาและผู้ทำวิจัย การศึกษานี้นำเสนอการประยุกต์อย่างง่ายสำหรับวิธีการคำนวณหาขนาดของระบบ PV ด้วยการใช้เวลาสั้น ๆ ซึ่งการคำนวณนี้จะประกอบด้วย 2 ระบบคือ ระบบ PV stand alone และ PV Hybrid system เพื่อปรับปรุงวิธีการให้เหมาะสมจึงมีสมการหาคุณภาพของตัวแปร (Quality factor:Q) จะเป็นตัวกำหนดขนาดของพลังงานที่ออกมาจริงซึ่งวัดได้จากทางออกของระบบ PV (E_{load}) คือค่าความต้องการของโหลด และทฤษฎีของพลังงานทางออก (E_{th}) ดังสมการ $Q = E_{load}/E_{th}$

จากงานวิจัยของ Ren *et al.* (2009) ได้เสนอการแก้ปัญหาในการหาขนาดเหมาะสมที่สุดในการเชื่อมต่อของระบบไฟฟ้าโซลาร์เซลล์กับระบบจำหน่ายไฟฟ้าสำหรับประยุกต์ใช้ในที่พักอาศัยด้วยการพัฒนาโปรแกรมเชิงเส้นอย่างง่าย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานประจำปี รวมทั้งค่าใช้จ่ายในการลงทุนในการติดตั้งระบบ PV ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา ค่าใช้จ่ายค่าไฟฟ้าสาธารณูปโภค การแยกรายได้จากการจำหน่ายไฟฟ้าส่วนเกิน งานวิจัยนี้รายงานค่าที่เหมาะสมที่สุดของขนาดความจุของระบบ PV กับความต้องการไฟฟ้าของผู้บริโภค ภายใต้เศรษฐกิจและเงื่อนไขหลายประการสำหรับที่อยู่อาศัยทั่วไป โดยมีเงื่อนไขวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ค่าใช้จ่ายที่ต่ำสุดในด้านพลังงานโดยใช้สมการ $\min(C_{total} = C_{sys}+C_{maint}+C_{pur}-C_{sal})$ เมื่อ C_{sys} คือค่าใช้จ่ายในการลงทุนกับระบบ C_{maint} คือค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาระบบ C_{pur} คือค่าใช้จ่ายในการซื้อพลังงานไฟฟ้า และ C_{sal} คือค่ารายได้จากการจำหน่ายไฟฟ้าคืนกับระบบ สรุปได้ว่า จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้ช่วยพัฒนาการติดตั้งระบบพลังงานเศรษฐกิจให้ได้ตามความต้องการใช้ไฟฟ้าของอาคารที่พักอาศัยทั่วไป และคำนวณหาค่าที่เหมาะสมที่สุดในการหาขนาดความจุและติดตั้งระบบ PV ภายใต้เงื่อนไขหลายประการซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์ของงานวิจัยนี้คือ

1. การยอมรับของระบบเซลล์แสงอาทิตย์นี้นำเสนอประโยชน์ที่สำคัญในครัวเรือนที่พักอาศัย (ลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน) และในสังคม คือ การลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

2. ค่าความจุสูงสุดของระบบจะขึ้นอยู่กับค่าใช้จ่ายของต้นทุนโดยมีอัตราดอกเบี้ยประสิทธิภาพของระบบและอัตราราคาค่าไฟฟ้า และค่าใช้จ่ายทางเงินทุนซึ่งจะมีผลต่อระบบมากที่สุด

3. ระดับค่าใช้จ่ายทรัพยากรที่มีอยู่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายทุนที่มีปริมาณมีผลต่อประสิทธิภาพด้านต้นทุนและอัตราดอกเบี้ย

4. ค่าใช้จ่ายเงินลงทุน ประสิทธิภาพของระบบและรายได้จากการจำหน่ายไฟฟ้ามีผลอย่างมากกับระยะเวลาคืนทุน

Alam Hossain Mondal และ Sadrul Islam (2011) ได้ศึกษาและตรวจสอบศักยภาพทางเทคนิคของการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และศึกษาความเป็นไปได้ของระบบ PV เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้าสำหรับขนาด 1 เมกะวัตต์ ซึ่งผลิตไฟฟ้าในประเทศบังกลาเทศ และระบบแผง PV สามารถสร้างพลังงานได้ประมาณ 50,174 เมกะวัตต์ และมีความต่างกันของพลังงานขั้นต่ำสุดเท่ากับ 1,653 เมกะวัตต์ชั่วโมงต่อปี ที่เมือง *Barisal* และพลังงานสูงสุดเท่ากับ 1,844 เมกะวัตต์ชั่วโมงต่อปี ที่เมือง *Dinajpur* จากงานวิจัยนี้พบว่าหน่วยทางไฟฟ้าต่อต้นทุนการผลิตจากระบบ PV เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้าประมาณ 13.25-17.78 BDT ส่วนค่าใช้จ่ายในการเชื่อมต่อไฟฟ้ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบใช้น้ำมันเชื้อเพลิงประมาณ 15-18 BDT หากการพัฒนากลไกภาษีคาร์บอนและราคาน้ำมันเชื้อเพลิงมีการพิจารณาเพิ่มขึ้น ซึ่งต้นทุนการผลิตไฟฟ้าจะต่ำกว่าการผลิตไฟฟ้าแบบใช้เชื้อเพลิงหลัก ดังนั้นระบบ PV เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้าขนาด 1 เมกะวัตต์ จึงเป็นสิ่งที่ดีบนดัชนี

ชี้วัดทางเศรษฐกิจของบังกลาเทศ และโครงการนำร่องขนาด 1 เมกะวัตต์นี้ ควรจะถูกติดตั้งเพื่อเสริมกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า จากการศึกษาประสิทธิภาพของระบบและจากผลที่ได้แสดงให้เห็นว่า ระบบนี้สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจำนวน 1,423 ตันต่อปี และได้ใช้ระบบนี้ในประเทศอื่น ๆ แต่เนื่องจากระบบ PV เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้ามีค่าใช้จ่ายต้นทุนที่สูง จึงควรจะมีนโยบายสนับสนุนโครงการนี้ในบังกลาเทศ

งานวิจัยของ Eltawil และ Zhao (2010) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและนำเสนอความสำคัญของการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยระบบ PV ที่เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้าในด้านของการเป็นแหล่งพลังงานทดแทนและลักษณะการทำงานของระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยระบบ PV ในด้านข้อบังคับต่าง ๆ ในการเชื่อมต่อกับระบบจำหน่าย ในงานวิจัยนี้ได้ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่อาจเกิดขึ้นจากระดับความรู้ความเข้าใจในระบบและการวิธีการป้องกันความเสียหายของระบบ จากการสำรวจพบว่า inverter ที่ใช้กับระบบ PV เชื่อมต่อนี้มีการทำงานที่ดีพอสมควร ด้วยประสิทธิภาพในการเปลี่ยนกระแสไฟฟ้าที่สูงและมี power factor ที่สูงกว่าร้อยละ 90 กระแส harmonics THD ที่ต่ำกว่าร้อยละ 5 ในขณะที่ทำการสำรวจ มีโครงการขนาดใหญ่หลายโครงการที่กำลังดำเนินการและมีอีกหลายโครงการที่อยู่ในระยะการวางแผน สำหรับราคาของระบบ PV และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง (BOS) มีแนวโน้มที่ถูกลง ทำให้มีอาจมีการใช้งานระบบนี้มากขึ้นในอนาคต ในด้านความปลอดภัยและความน่าเชื่อถือของระบบไฟฟ้าแบบนี้ จะต้องมีข้อกำหนดด้านเทคนิคที่ดีและครอบคลุมเพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาจากการเชื่อมต่อระหว่างระบบ PV และ ระบบเชื่อมต่อ (interconnection) การที่มีระบบควบคุมวงจรการจ่ายกระแสไฟฟ้า จะช่วยให้เกิดการควบคุมและป้องกันความเสียหายจากการทำงานในส่วนต่าง ๆ เช่น ระบบติดตามกำลังงานสูงสุด (maximum power tracking) ตัวควบคุมกระแส (inverter current control) และตัวควบคุม power factor ในการทำงานของระบบ PV เชื่อมต่อระบบจำหน่ายไฟฟ้าแบบระยะยาวนี้ ระบบควรได้รับการรับรองว่ามีความน่าเชื่อถือ มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน และ มีการบำรุงรักษาอย่างเหมาะสม นอกจากนี้ เพื่อการใช้งานที่แพร่หลายของระบบนี้ การที่อุปกรณ์มีราคาที่ถูกลง ขนาดและน้ำหนักโดยรวมลดลง จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นเช่นกัน

Drews *et al.* (2007) กล่าวว่า ระบบจำหน่ายไฟฟ้าขนาดเล็กเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้าโซลาร์เซลล์ที่ผลิตไฟฟ้าได้ถึง 5 กิโลวัตต์ มักจะไม่ถูกติดตามการทำงานเพราะระบบขั้นสูงนั้นมีค่าใช้จ่ายที่ราคาสูง ด้วยเหตุนี้ มีบางระบบที่ล้มเหลวซึ่งนำไปสู่การสูญเสียพลังงานบางส่วนมาเป็นเวลานาน ประเทศกลุ่มสหภาพยุโรปในโครงการ PV SAT – 2 หรือ ระบบสังเกตการณ์ระบบไฟฟ้าโซลาร์เซลล์ด้วยดาวเทียม SAT-2 นี้ เป็นระบบตรวจสอบประสิทธิภาพอัตโนมัติที่ได้รับการพัฒนาเพื่อให้มั่นใจว่าผลิตพลังงานได้สูงสุดและเพิ่มประสิทธิภาพการบำรุงรักษาระบบผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กเชื่อมต่อกับระบบเซลล์แสงอาทิตย์ มีจุดมุ่งหมายคือการตรวจสอบเริ่มต้นของการทำงานผิดปกติของระบบและการเปลี่ยนแปลงสภาพการดำเนินงานเพื่อป้องกันไม่ให้สูญเสียพลังงานและการสูญเสียทางการเงินตามมาสำหรับผู้ประกอบการ ขั้นตอนการพัฒนาอยู่บนพื้นฐานของข้อมูลของรายงานการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ และพลังงานแสงอาทิตย์ที่มาแทนที่การวัดบนหน้างานการผลิตไฟฟ้า ร่วมกับแบบจำลองผลตอบแทนที่คาดว่าจะใช้พลังงานของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งถูกนำมาใช้คำนวณ งานวิจัยนี้จะอธิบายแต่ละองค์ประกอบของขั้นตอนการพัฒนารูปแบบการใช้แบบจำลองแผงโซลาร์เซลล์และหลักการของขั้นตอนการตรวจสอบความล้มเหลวโดยอัตโนมัติ จะนำเสนอผลการทดสอบระบบไฟฟ้าโซลาร์เซลล์จำนวน 100 ระบบเป็นระยะเวลา 8 เดือนในสามประเทศในยุโรป

Mukai *et al.* (2011) กล่าวว่า จากการศึกษาที่ผ่านมา ได้ชี้ว่า ในการที่จะส่งเสริมระบบ PV ในระดับที่อยู่อาศัยให้กับชุมชนนั้น ต้องมีความน่าเชื่อถือและต้องมีทางออกหรือวิธีการแก้ไขปัญหาที่มากพอสำหรับการสร้างให้มีระบบในชุมชน ซึ่งในงานวิจัยนี้ เริ่มจากสำรวจว่าผู้ใช้งานระบบในชุมชนมีความรู้ความเข้าใจในระบบ PV นี้ มากน้อยเพียงใด ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลพื้นฐานของระบบ ความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้น ต่อมาก็ได้สำรวจความพึงพอใจต่อระบบ PV ของผู้ใช้งานโดยได้สำรวจในพื้นที่ เมือง *Kakegawa* ประเทศญี่ปุ่น เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ พบว่าผู้ใช้งาน ไม่มีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องต่อระบบ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อเกิดความเสียหายต่อระบบ และระบบต้องการการซ่อมแซมที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังพบว่า การคำนึงถึงค่าตอบแทนที่จะได้กลับมากับความพึงพอใจต่อระบบของผู้ใช้มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันอย่างมาก จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ผู้ใช้งานให้ความสำคัญต่อผลกำไรตอบแทนมากกว่าความเสียหายและความน่าเชื่อถือของระบบ จึงควรได้รับการอธิบายให้เห็นอย่างชัดเจน เพื่อป้องกันปัญหาที่อาจทำให้การเติบโตของเทคโนโลยีนี้ในชุมชน

Kannan *et al.* (2006) กล่าวว่า ในการพิจารณาวงจรอายุการใช้งานของ PV Life Cycle Analysis (LCA) มักจะใช้ค่าตอบแทนพลังงาน (EPBT) เป็นค่าชี้วัด อย่างไรก็ตาม EPBT จะขึ้นอยู่กับการเปรียบเทียบระหว่างระบบ PV กับการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานอื่น ๆ และการผลิตกระแสไฟฟ้าของระบบ PV ที่แปรผันไปตามความเข้มแสงและอุณหภูมิ ดังนั้น การใช้ค่า EPBT อย่างเหมาะสมสำหรับการตัดสินใจวางแผนระบบผลิตกระแสไฟฟ้าขนาดใหญ่จะขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่ตั้งของระบบ ในงานวิจัยนี้ ได้พิจารณาค่า LCA และการวิเคราะห์ life cycle cost สำหรับระบบ PV ที่เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้าขนาด 2.7 กิโลวัตต์ ที่ประเทศสิงคโปร์ โดยได้เสนอการวิเคราะห์ EPBT ด้วยวิธีการหลายแบบ ซึ่งนำไปเปรียบเทียบกับการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยน้ำมัน โดยพิจารณาในเชิงการปล่อยก๊าซไอเสีย (GHG) และในเชิงเศรษฐศาสตร์ จากผลการวิเคราะห์พบว่า ก๊าซไอเสีย GHG จากการผลิตกระไฟฟ้าจากระบบ PV มีค่าน้อยกว่าระบบน้ำมันร้อยละ 25 และมีค่าน้อยกว่าระบบก๊าซแบบความร้อนร่วมร้อยละ 50 และราคาค่าผลิตกระแสไฟฟ้าของระบบ PV จะมีค่ามากกว่าทั้ง 2 ระบบที่กล่าวมา 5–7 เท่า

สำหรับประเทศไทย สำนักพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2548) โดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีได้ศึกษารวบรวมทบทวนข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลโดยการตรวจวัดระบบซึ่งมีการติดตั้งใช้งานและวิเคราะห์ผลกระทบของระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต ซึ่งสามารถสรุปสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยได้ดังต่อไปนี้

1. ด้านแนวโน้มและโปรแกรมมาตรการส่งเสริมสนับสนุน

1.1 แนวโน้มการติดตั้งใช้งานระบบเซลล์แสงอาทิตย์จะเป็นแบบเชื่อมต่อระบบจำหน่ายแบบกระจายตัว เนื่องจากปัจจัยความยั่งยืนโดยเจ้าของระบบมีส่วนร่วมในต้นทุนระบบและปัจจัยการพัฒนาโครงข่ายระบบส่งและจำหน่ายไฟฟ้าให้ทั่วถึงมากขึ้น

1.2 ระบบเซลล์แสงอาทิตย์เป็นการผลิตไฟฟ้าแบบกระจายตัวเหมาะกับระดับครัวเรือนหรือชุมชนในเขตเมืองเมื่อเทียบกับการผลิตไฟฟ้าด้วยวิธีอื่น หากคำนึงถึงเรื่องคุณค่าของไฟฟ้าที่ผลิตได้ (Power Value) เช่น การช่วยลดการสูญเสียในระบบจำหน่ายการชะลอการลงทุนขยายขนาดอุปกรณ์ระบบจำหน่าย ช่วยเพิ่มคุณภาพแรงดันในระบบจำหน่ายและสามารถเลือกติดตั้งให้อยู่ใกล้โหลดในเขตเมืองได้ รวมถึงช่วยเพิ่มความสามารถในการจ่ายโหลดของระบบจำหน่ายด้วย

1.3 มาตรการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อาจทำโดยอาศัยหลายมาตรการพร้อมกัน หรือเลือกรูปแบบให้เหมาะกับการปฏิบัติในกรณีที่ต่างกันได้

1.4 รูปแบบหรือโมเดลของการผลิตไฟฟ้าแบบกระจายสำหรับประเทศไทย ผู้ส่งเสริมซึ่งกำหนดและกำกับผลสำเร็จของมาตรการหลักควรเป็นกระทรวงพลังงาน ส่วนผู้ดำเนินการหลักให้มาตรการสัมฤทธิ์ผลควรเป็นการไฟฟ้าฝ่ายจำหน่าย ในฐานะเจ้าของระบบจำหน่ายซึ่งรับผิดชอบเรื่องเสถียรภาพความมั่นคงระบบไฟฟ้าและมีกลไกหน้าที่หลักเรื่องการซื้อขายไฟฟ้ากับผู้ใช้แต่ละรายอยู่แล้ว (แต่ไม่ใช่รูปแบบการดำเนินการประมูลว่าจ้างติดตั้ง)

2. ผลกระทบของการเชื่อมต่อระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับระบบจำหน่าย

2.1 ลักษณะการกระจายตัวหรือลักษณะโหลดขนาดใหญ่และจุดต่อของโหลด จะใช้เป็นแนวทางการพิจารณาเลือกติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์ในระบบจำหน่าย กล่าวคือ ถ้าโหลดหนักใช้งานช่วงกลางวัน ติดตั้งอยู่ช่วงกลางหรือปลายสายจำหน่าย แนะนำให้ติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบกลุ่มใหญ่ที่จุดต่อร่วมใกล้โหลดขนาดใหญ่ แต่ถ้าโหลดมีลักษณะกระจายหรือมีโหลดหนักอยู่ที่ต้นทาง แนะนำให้ติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบกระจายส่วนการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดใหญ่ที่มีจุดต่อร่วมอยู่ใกล้หม้อแปลงจำหน่ายซึ่งจะช่วยทั้งในเรื่องการลดการสูญเสียในสายจำหน่ายและช่วยเรื่องการเพิ่มคุณภาพแรงดันในระบบจำหน่าย

2.2 การลงทุนของรัฐหรือมาตรการส่งเสริมสนับสนุนการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ นอกเหนือจากการพิจารณาจำนวนกิโลวัตต์ติดตั้งหรือพลังงานที่ผลิตได้แล้ว ยังควรพิจารณาให้น้ำหนักร่วมกับตำแหน่งพื้นที่ติดตั้ง

ในงานวิจัยการศึกษาสมรรถนะด้านเทคนิคของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อเข้าระบบจำหน่ายไฟฟ้าขนาด 6.25 กิโลวัตต์ ของ Ketjoy และ Mansiri (2553) พบว่าระบบประกอบด้วยแผงเซลล์สามชนิดคือ Poly crystalline Silicon, Single Junction Amorphous Silicon, Triple Junctions Amorphous Silicon เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าขนาด 2.1 กิโลวัตต์ จำนวน 3 เครื่อง พบว่าประสิทธิภาพของแผงเซลล์สามชนิดเท่ากับร้อยละ 9.95 6.21 4.68 ตามลำดับ และสมรรถนะของระบบ (Performance Ratio) เท่ากับ 0.77 ถือว่ามีค่าสูงเนื่องจากมีการออกแบบระบบที่ดีและอุปกรณ์ภาพรวมมีประสิทธิภาพสูง แต่ระบบมีข้อด้อยคือราคาลงทุนเริ่มต้นที่สูง ซึ่งส่งผลต่อความคุ้มค่าทางด้านการเงิน

อภิชน มุ่งชู และนุชิดา สุวแพทย์ (2555) ได้วิเคราะห์ผลเชิงเศรษฐศาสตร์ของการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยแผงแสงอาทิตย์สำหรับบ้านพักอาศัยในเขตอำเภอเมืองจังหวัดมหาสารคาม จากข้อมูลพบว่า จังหวัดมหาสารคาม มีค่าความเข้มแสงเฉลี่ยเท่ากับ 5.25 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อตารางเมตรต่อวัน ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยของผู้ใช้ต่อวันประจำปี 2553 ในพื้นที่ อ.เมือง จ.มหาสารคาม มีค่าเท่ากับ 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน และค่าไฟฟ้าเฉลี่ยของผู้ใช้ 1 คนคือ 208.50 บาทต่อเดือน เมื่อนำไปคำนวณหาขนาดและต้นทุนของระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ และหักลบค่าไฟที่ต้องจ่ายต่อปีแล้ว ระบบนี้จะช่วยสร้างรายได้จากการขายไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค 7,498.80 บาทต่อปี และมีจุดคุ้มทุนที่ 31 ปี

จากการทบทวนวรรณกรรมและศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งาน พบว่าระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สามารถกระทำได้ผลดีแม้ในระบบขนาดเล็กในระดับบ้านพักอาศัย ได้มีผู้ทำการวิจัยทดลองในพื้นที่ต่าง ๆ ทั้งนี้ประเทศไทยนั้นยังไม่พบว่ามีรายงานใดกล่าวถึงการเปรียบเทียบจุดคุ้มทุนเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการลงทุน ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้งานและเพื่อขายสำหรับบ้านพักอาศัยในเขตพื้นที่ อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคามและเพื่อเปรียบเทียบความคุ้มทุนของระบบดังกล่าวและรวมไปถึงสร้างเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจและให้ความรู้กับผู้ที่สนใจหรือประชาชนทั่วไปเลือกระบบที่เหมาะสมกับการลงทุน

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาและออกแบบระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าสำหรับบ้านพักอาศัยเพื่อเปรียบเทียบจุดคุ้มทุนโดยระบบดังกล่าว ได้แก่ ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ และระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายแบบสำเร็จรูปที่บริการติดตั้งโดยบริษัทเอกชน โดยใช้ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจังหวัดมหาสารคามเป็นตัวอย่างประชากรที่ศึกษา ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

3.1 ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าสำหรับบ้านพักอาศัย

ในการวิจัยครั้งนี้ศึกษาการใช้งาน 3 ระบบดังนี้

3.1.1 ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้

3.1.2 ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้

3.1.3 ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายแบบสำเร็จรูปที่บริการติดตั้งโดยบริษัทเอกชน

3.2 ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้า

3.2.1 ข้อมูลที่ใช้ เป็นข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าของบ้านพักอาศัยใช้ไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วย ในพื้นที่ทั้งหมดของอำเภอเมืองมหาสารคามตั้งแต่เดือนมกราคม 2553 ถึง เดือนธันวาคม 2553 ซึ่งข้อมูลนี้ได้รับความอนุเคราะห์จากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จังหวัดมหาสารคาม

3.2.2 ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย ซึ่งพิจารณาจากร้อยละ 30 ของค่าเฉลี่ยข้อมูลจากข้อที่ 3.2.1 เป็นตัวแทนประชากรในจังหวัดมหาสารคาม

3.2.3 ขนาดของระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์คำนวณจากปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากข้อมูลในข้อที่ 3.2.2

3.2.4 อุปกรณ์ทั้งหมดในระบบสามารถจัดหาได้ในประเทศไทย

3.2.5 ข้อมูลความเข้มแสงของจังหวัดมหาสารคามระหว่างเดือนมกราคม 2553 ถึงเดือนธันวาคม 2553 ได้มาจากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน

3.2.6 การคำนวณค่าไฟฟ้าระหว่างเดือนมกราคม 2553 ถึงเดือนธันวาคม 2553 เป็นไปตามระเบียบของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

Mahasarakham University

3.3 ออกแบบระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์

3.3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณโหลด (Wh) เป็นข้อมูลจากข้อที่ 3.2

3.3.2 คำนวณหาจำนวนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ต้องใช้ โดยมีขั้นตอนดังนี้

คำนวณหาค่าของกำลังไฟฟ้าของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้จากสมการ (D.Yogi Goswami et.al, 2000)

$$N = \frac{Wh}{PSH \times A \times B \times C \times P} \quad (3.1)$$

เมื่อ N = จำนวนแผงเซลล์แสงอาทิตย์

P = กำลังไฟฟ้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (วัตต์)

Wh = พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในหนึ่งวัน (วัตต์ชั่วโมงต่อวัน)

โดยมีสมมติฐาน คือ

A = ค่าชดเชยการสูญเสียของเซลล์แสงอาทิตย์ โดยทั่วไปกำหนดค่าประมาณร้อยละ 80

B = ค่าชดเชยการสูญเสียเชิงความร้อน โดยทั่วไปกำหนดค่าประมาณร้อยละ 85

C = ประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์ โดยทั่วไปกำหนดค่าประมาณร้อยละ 85-90

PSH = เวลาที่แผงรับแสงสูงสุด ใน 1 วัน ซึ่งค่าโดยทั่วไปคือ 4 ชั่วโมงต่อวัน

คำนวณหาจำนวนแบตเตอรี่

เมื่อทราบขนาดของกำลังไฟฟ้าที่ต้องการ และทราบจำนวนของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ต้องใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าแล้ว จึงนำข้อมูลทั้งหมดที่ได้มาคำนวณเพื่อหาจำนวนของแบตเตอรี่ตามที่ตั้งไว้ ดังสมการ

$$Storage = \frac{Wh}{\eta \times DOD} \quad (3.2)$$

โดยมีสมมติฐานคือ

η = ประสิทธิภาพของแบตเตอรี่เท่ากับร้อยละ 85

DOD = ค่าความลึกของการคายประจุ (Depth of discharge : DOD) เท่ากับ 80 เปอร์เซ็นต์

ในระบบผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ที่ดี โดยทั่วไปจะมีการสำรองพลังงานไฟฟ้าไว้ 3 วัน ดังนั้นสามารถหาจำนวนแบตเตอรี่โดยสมการ

$$N = \frac{\text{Storage} \times 3}{\text{Ah} \times \text{V}} \quad (3.3)$$

เมื่อ N = จำนวนแบตเตอรี่
Storage = การเก็บพลังงานของแบตเตอรี่ในหนึ่งวัน (วัตต์ชั่วโมง)
Ah = กระแสของแบตเตอรี่ (แอมป์ชั่วโมง)
V = แรงดัน (โวล์ทเตจ)

3.4 อุปกรณ์ที่ต้องใช้ในระบบและค่าใช้จ่าย

3.4.1 ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ ในระบบมีค่าใช้จ่ายประกอบด้วยค่าอุปกรณ์หลักและค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ดังตาราง 3.1

ตาราง 3.1 รายการวัสดุอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบเองโดยผู้ใช้

ลำดับ	รายการวัสดุ อุปกรณ์มาตรฐาน	จำนวน
1	แผงเซลล์แสงอาทิตย์	1 ชุด
2	โครงโลหะยึดแผงเซลล์แสงอาทิตย์กับโครงหลังคาบ้าน	1 ชุด
3	ชุดสายไฟฟ้ากระแสตรง พร้อมท่อร้อยสายไฟฟ้า	1 ชุด
4	ตู้ไฟฟ้ากระแสตรง บรรจุ ฟิวส์ เบรกเกอร์	1 ชุด
5	เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า	1 ชุด
6	ชุดสายไฟฟ้ากระแสสลับ พร้อมท่อร้อยสายไฟฟ้า	1 ชุด
7	ตู้ไฟฟ้ากระแสสลับ บรรจุ เบรกเกอร์	1 ชุด
8	ชุดสายดิน และท่อร้อยสาย	1 ชุด
9	ชุดควบคุมการประจุไฟฟ้า	1 ชุด
10	ชุดแบตเตอรี่	1 ชุด
	รายการวัสดุ อุปกรณ์เพิ่มเติม	
1	อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้ากระชากด้านกระแสตรง	1 ชุด
2	อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้ากระชากด้านกระแสสลับ	1 ชุด

จากตารางจะเห็นได้ว่าระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบเองโดยผู้ใช้นั้นมีระบบชาร์จประจุไฟฟ้าและมีชุดแบตเตอรี่เพื่อกักเก็บกระแสไฟฟ้า เพื่อใช้งานในเวลากลางคืน แต่ระบบนี้จะไม่มีค่าใช้จ่ายอื่น ๆ เช่น ค่าติดตั้งรวมค่าสายไฟและอุปกรณ์ต่อพ่วง ค่าสัญญาซื้อขายไฟฟ้าคืนกับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ค่าดำเนินการ ค่าบริการรายปี เป็นต้น

3.4.2 ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้

ในระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายจะไม่มีระบบชาร์จประจุไฟฟ้าและชุดแบตเตอรี่เนื่องจากเป็นการใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าตามปกติ ซึ่งการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายนี้จะสามารถทำให้ลดค่าใช้ไฟฟ้าลงได้ โดยในระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายมีอุปกรณ์ที่ต้องใช้ดังแสดงในตาราง 3.2

ตาราง 3.2 รายการวัสดุอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบเองโดยผู้ใช้

ลำดับ	รายการวัสดุ อุปกรณ์มาตรฐาน	จำนวน
1	แผงเซลล์แสงอาทิตย์	1 ชุด
2	โครงโลหะยึดแผงเซลล์แสงอาทิตย์กับโครงหลังคาบ้าน	1 ชุด
3	ชุดสายไฟฟ้ากระแสตรง พร้อมท่อร้อยสายไฟฟ้า	1 ชุด
4	ตู้ไฟฟ้ากระแสตรง บรรจุ ฟิวส์ เบรกเกอร์	1 ชุด
5	เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า	1 ชุด
6	ชุดสายไฟฟ้ากระแสสลับ พร้อมท่อร้อยสายไฟฟ้า	1 ชุด
7	ตู้ไฟฟ้ากระแสสลับ บรรจุ เบรกเกอร์	1 ชุด
8	มิเตอร์ขายไฟฟ้า	1 ชุด
9	ชุดสายดิน และท่อร้อยสาย	1 ชุด
	รายการวัสดุ อุปกรณ์เพิ่มเติม	
1	อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้ากระชากด้านกระแสตรง	1 ชุด
2	อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้ากระชากด้านกระแสสลับ	1 ชุด

ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ

1. ค่าติดตั้งรวมค่าสายไฟและอุปกรณ์ต่อพ่วง
2. ค่าสัญญาซื้อขายไฟฟ้าคืนกับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
3. ค่าดำเนินการ
4. ค่าบริการรายปี (ค่าดูแลระบบ)
5. อื่น ๆ

3.4.3 ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายแบบสำเร็จรูปที่บริการติดตั้งโดยบริษัทเอกชน

ในการติดตั้งจริง อุปกรณ์ทั้งหมดถูกกำหนดจากผู้ให้บริการติดตั้ง ดังมีรายละเอียดดังแสดงรายการในตาราง 3.3

ตาราง 3.3 รายการวัสดุอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเชื่อมต่อระบบจำหน่ายแบบสำเร็จรูปที่บริการติดตั้งโดยบริษัทเอกชน

ลำดับ	รายการวัสดุ อุปกรณ์มาตรฐาน	จำนวน
1	แผงเซลล์แสงอาทิตย์	1 ชุด
2	โครงโลหะยึดแผงเซลล์แสงอาทิตย์กับโครงหลังคาบ้าน	1 ชุด
3	ชุดสายไฟฟ้ากระแสตรง พร้อมท่อร้อยสายไฟฟ้า	1 ชุด
4	ตู้ไฟฟ้ากระแสตรง บรรจุ ฟิวส์ เบรกเกอร์	1 ชุด
5	เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า	1 ชุด
6	ชุดสายไฟฟ้ากระแสสลับ พร้อมท่อร้อยสายไฟฟ้า	1 ชุด
7	ตู้ไฟฟ้ากระแสสลับ บรรจุ เบรกเกอร์	1 ชุด
8	มิเตอร์ขายไฟฟ้า	1 ชุด
9	ชุดสายดิน และท่อร้อยสาย	1 ชุด
	รายการวัสดุ อุปกรณ์เพิ่มเติม	
1	อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้ากระชากด้านกระแสตรง	1 ชุด
2	อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้ากระชากด้านกระแสสลับ	1 ชุด
3	อุปกรณ์เก็บข้อมูลอัตโนมัติ พร้อมคอมพิวเตอร์ จอแสดงผล ปริ๊นเตอร์	1 ชุด

ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ

1. ค่าติดตั้งรวมค่าสายไฟและอุปกรณ์ต่อพ่วง
2. ค่าสัญญาซื้อขายไฟฟ้าคืนกับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
3. ค่าดำเนินการ
4. ค่าบริการรายปี (ค่าดูแลระบบ)
5. อื่น ๆ

จากตาราง 3.3 รายการวัสดุอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายแบบสำเร็จรูปที่บริการติดตั้งโดยบริษัทเอกชนนั้น จะไม่มีระบบชาร์จประจุไฟฟ้าและชุดแบตเตอรี่ เนื่องจากระบบมีการเชื่อมต่อกับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

3.5 ปัจจัยอื่นที่มีผลกระทบต่อการทำงานของระบบ

ในระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์มีปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยในงานวิจัยนี้ ได้นำปัจจัยที่สำคัญมาพิจารณาดังต่อไปนี้

3.5.1 ความเข้มแสงแดด

เนื่องจากระบบต้องมีแสงจากดวงอาทิตย์ ดังนั้นการศึกษาข้อมูลความเข้มแสงจึงมีความจำเป็นโดยที่ ข้อมูลความเข้มจากดวงอาทิตย์เฉลี่ยตลอดทั้งปี 2553 ของจังหวัดมหาสารคามได้จากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน

3.5.2 อายุการใช้งานของระบบ

อุปกรณ์ในระบบจะมีอายุการใช้งานที่แตกต่างกัน โดยการพิจารณาอายุการใช้งานของระบบ จะพิจารณาจากอุปกรณ์หลักเป็นสำคัญ ดังแสดงในตาราง 3.4

ตาราง 3.4 อายุการใช้งานของอุปกรณ์

ลำดับ	อุปกรณ์	อายุการใช้งาน
1	แผงเซลล์แสงอาทิตย์[1] (Solar Modules)	20-25 ปี
2	เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า[2] (Inverter DC/AC)	~ 5 ปี

หมายเหตุ:

1. อ้างอิงข้อมูลทางเทคนิคของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ชนิด Poly-Crystalline Silicon บริษัทโซล่าเซลล์ไทย
2. อ้างอิงข้อมูลทางเทคนิคของเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า บริษัทไทยพาวเวอร์เทค

3.5.3 การบำรุงรักษา

เพื่อให้การผลิตกระแสไฟฟ้าทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงจำเป็นต้องบำรุงรักษาระบบให้อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ที่สุด ซึ่งผลกระทบที่มีต่อระบบโดยรวมจะพิจารณาจาก เมื่อระบบมีการหยุดดำเนินการเพื่อบำรุงรักษาให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นจะใช้เวลานานเท่าใด และเสียค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษารวมทั้งเสียรายได้ในระยะเวลาบำรุงรักษาไปเท่าใด

3.5.4 ภัยธรรมชาติ

พิจารณาจาก เมื่อเกิดเหตุสุดวิสัยในการทำงานของระบบจากภัยธรรมชาติ ซึ่งอาจเกิดความเสียหายกับระบบอย่างไรและเสียรายได้เท่าใด

3.5.5 การพิจารณารายได้จากการซื้อขายคาร์บอนเครดิต

การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่เป็นผลจากภาวะโลกร้อนเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและทวีความรุนแรงขึ้นจนกลายเป็นปัญหาที่ทั่วโลกตระหนักถึงความสำคัญ ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกจึงได้มีการทำอนุสัญญาว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) ร่วมกันเพื่อแก้ปัญหาภาวะโลกร้อน (เกตสุดา สุประดิษฐ์, 2549) ได้ระบุไว้ดังมีสาระสำคัญกับงานวิจัยนี้คือ

1. ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ 15,000 ตันแรก คิดในอัตรา 10 เซนต์ต่อตัน

2. ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ที่มากกว่า 15,000 ตัน คิดในอัตรา 20 เซนต์ต่อตัน แต่ไม่เกิน 350,000 เหรียญดอลลาร์สหรัฐฯ ต่อโครงการ

ซึ่งการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์นี้สามารถลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตไฟฟ้าด้วยเชื้อเพลิงฟอสซิล ทำให้สามารถนำมาคิดเป็นรายได้ที่เกิดขึ้นจากการใช้ระบบนี้ได้

3.6 จัดทำเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจ

เมื่อได้ข้อสรุปจากการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจะสร้างเกณฑ์การตัดสินใจเลือกระบบที่เหมาะสมเพื่อการลงทุน โดยเครื่องมือที่ได้จะออกมาในรูปแบบแผ่นพับหรือแบบสำรวจรายการ (Check-list) เพื่อง่ายต่อการใช้งาน และประชาสัมพันธ์ให้ความรู้กับบุคคลทั่วไป

ในการสร้างเกณฑ์การตัดสินใจ ประกอบด้วยหัวข้อหลักดังต่อไปนี้

3.6.1 ความเหมาะสมของสถานที่ติดตั้งระบบ

3.6.2 งบประมาณการลงทุน

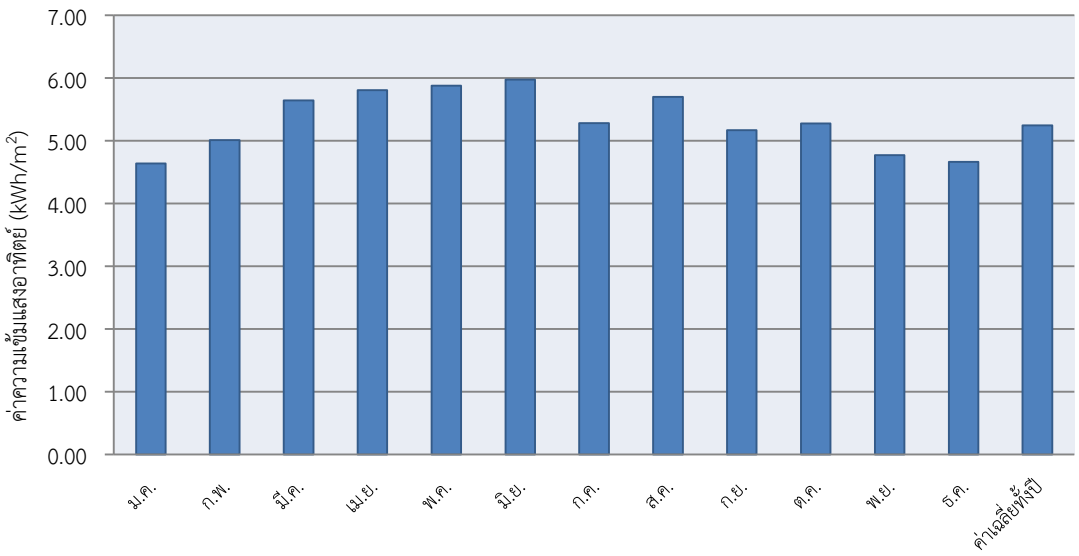
3.6.3 การเปรียบเทียบจุดเด่นจุดด้อยในเชิงความคุ้มทุน

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การศึกษางานวิจัยในครั้งนี้ คือ การศึกษาความเป็นไปได้ในการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้งานและเพื่อขายสำหรับบ้านพักอาศัยในจังหวัดมหาสารคาม ซึ่งได้ศึกษาระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ อยู่ด้วยกัน 3 ระบบ คือ (1) ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ (2) ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ (3) ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายแบบสำเร็จรูปที่บริการติดตั้งโดยบริษัทเอกชน โดยผู้วิจัยได้นำมาศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลในภาพประกอบ และตาราง โดยมีรายละเอียดดังนี้

จากข้อมูลความเข้มแสงอาทิตย์สำหรับประเทศไทย (กระทรวงพลังงาน, 2553) ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ประจำปี 2553 ของจังหวัดมหาสารคาม แสดงดังภาพประกอบ 4.1



ภาพประกอบ 4.1 ศักยภาพความเข้มแสงอาทิตย์ประจำปี 2553 ของจังหวัดมหาสารคาม

จากภาพประกอบที่ 4.1 พบว่า ในช่วงฤดูร้อนของปี คือ เดือนเมษายนถึงเดือนสิงหาคม จะมีค่าความเข้มแสงอาทิตย์โดยรวมสูงที่สุด และเดือนที่มีความเข้มแสงอาทิตย์สูงสุดคือ เดือนมิถุนายน มีค่าเท่ากับ 5.97 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อตารางเมตร ดังนั้นระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากในช่วงฤดูร้อนของปี และจากข้อมูลทั้งหมดสามารถคำนวณค่าเฉลี่ยความเข้มแสงอาทิตย์ตลอดทั้งปี 2553 ได้เท่ากับ 5.25 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อตารางเมตร ซึ่งค่าความเข้มแสงในการคำนวณเพื่อหาขนาดของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานนั้นโดยทั่วไปซึ่งใช้ค่า PSH เป็น 4 ชั่วโมงต่อวัน ซึ่งมีค่าพลังงานเท่ากับ 4 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน (Goswami *et al*., 2000)

ดังนั้นกล่าวได้ว่า ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงตลอดทั้งปีของจังหวัดมหาสารคามนั้นมีค่าสูงกว่าค่าที่ใช้ PSH เท่ากับ 4 ทำให้สามารถผลิตไฟฟ้าได้เป็นอย่างดี

ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในจังหวัดมหาสารคามที่ใช้ในงานวิจัย ได้รับความอนุเคราะห์จากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จังหวัดมหาสารคาม โดยจะใช้ค่าข้อมูลเป็นร้อยละ 30 ของค่าเฉลี่ยข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าของบ้านอยู่อาศัยใช้ไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือน ในพื้นที่อำเภอเมืองมหาสารคามตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2553

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1.1 ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้โดยมีสมมติฐาน ดังนี้

1) ราคาอุปกรณ์ในระบบจะสืบค้นข้อมูลจากตัวแทนจำหน่ายทั่วไปในเว็บไซต์ที่น่าเชื่อถือ

2) อัตราค่าไฟฟ้าที่ใช้งานเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ต่อปี

3) ประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ลดลงร้อยละ 0.1 ต่อปี

4) ในการคำนวณหาระยะเวลาคืนทุนจะไม่คำนึงถึงอายุการใช้งานของอุปกรณ์ในระบบ

4.1.1.1 จากการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยเฉลี่ยของประชากรในพื้นที่อำเภอเมืองจังหวัดมหาสารคาม ประจำปี 2553 พบว่า ใน 1 วัน มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน ดังแสดงในตาราง ภาคผนวก ก.2 (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จังหวัดมหาสารคาม, 2553) และเมื่อคำนวณเป็นร้อยละ 30 จะได้ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน จากข้อมูลดังกล่าว สามารถหาค่าใช้จ่ายของระบบได้จากการสืบค้นราคาของอุปกรณ์ในท้องตลาดของตัวแทนจำหน่าย ดังตาราง 4.1-4.4

ตาราง 4.1 เปรียบเทียบราคาอุปกรณ์แผงเซลล์แสงอาทิตย์

รายการอุปกรณ์ / ราคา(บาท)	บริษัท A[1]	บริษัท B[2]	บริษัท C[3]
แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 130 วัตต์	11,050	11,000	12,000

1,2,3 แหล่งข้อมูลตามรายละเอียดแสดงในภาคผนวก จ.

จากตาราง 4.1 การสำรวจราคาของอุปกรณ์แผงเซลล์แสงอาทิตย์ จะเห็นได้ว่าบริษัท B มีราคาที่ถูกที่สุด ที่กำลังการผลิตไฟฟ้าต่อหนึ่งแผงเท่ากันทั้ง 3 บริษัท ผู้วิจัยจึงเลือกอุปกรณ์ของบริษัท B เป็นข้อมูลในการคำนวณค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบ

ตาราง 4.2 เปรียบเทียบราคาอุปกรณ์ชุดควบคุมการชาร์จประจุ

รายการอุปกรณ์ / ราคา(บาท)	บริษัท A[1]	บริษัท B[2]	บริษัท C[3]
ชุดควบคุมการชาร์จประจุ ขนาด 10 A	1,650	1,450	1,700

1,2,3 แหล่งข้อมูลตามรายละเอียดแสดงในภาคผนวก จ.

จากตาราง 4.2 การสำรวจราคาของชุดควบคุมการชาร์จประจุ ขนาด 10 A จะเห็นได้ว่าบริษัท B มีราคาที่ถูกที่สุด ซึ่งมีคุณสมบัติและรายละเอียดเหมือนกันทั้ง 3 บริษัท ผู้วิจัยจึงเลือกอุปกรณ์ของบริษัท B เป็นข้อมูลในการคำนวณค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบ

ตาราง 4.3 เปรียบเทียบราคาอุปกรณ์เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า

รายการอุปกรณ์ / ราคา(บาท)	บริษัท A[1]	บริษัท B[2]	บริษัท C[3]
เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าขนาด 1000 วัตต์	7,500	6,800	11,200

1,2,3 แหล่งข้อมูลตามรายละเอียดแสดงในภาคผนวก จ.

เนื่องจากระบบมีขนาดของปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าที่ 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน เพื่อประสิทธิภาพการทำงานที่ดี ดังนั้นควรเลือกขนาดของเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าที่มีวัตต์มากกว่าขนาดของระบบ จากตาราง 4.3 ราคาอุปกรณ์เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า จะเห็นได้ว่า บริษัท B มีราคาที่ถูกที่สุด ซึ่งมีคุณสมบัติและรายละเอียดเหมือนกันทั้ง 3 บริษัท ส่วนราคาสินค้าของบริษัท C เป็นสินค้าที่มีการนำเข้าจากต่างประเทศจึงมีราคาแตกต่างสูง ผู้วิจัยจึงเลือกอุปกรณ์ของบริษัท B เป็นข้อมูลในการคำนวณค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบ

ตาราง 4.4 เปรียบเทียบราคาอุปกรณ์แบตเตอรี่

รายการอุปกรณ์ / ราคา(บาท)	บริษัท A[1]	บริษัท B[2]	บริษัท C[3]
แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลท์ 130 แอมป์	7,000	6,750	7,200

1,2,3 แหล่งข้อมูลตามรายละเอียดแสดงในภาคผนวก จ.

จากตาราง 4.4 การสำรวจราคาของอุปกรณ์แบตเตอรี่ จะเห็นได้ว่าบริษัท B มีราคาที่ถูกที่สุด ซึ่งมีคุณสมบัติและรายละเอียดเหมือนกันทั้ง 3 บริษัท (ดังแสดงในภาคผนวก จ) ผู้วิจัยจึงเลือกอุปกรณ์ของบริษัท B เป็นข้อมูลในการคำนวณค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบ

จากการเลือกราคาของอุปกรณ์ที่สำคัญในระบบจากบริษัทที่เหมาะสม รายละเอียดค่าใช้จ่ายของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ สามารถแสดงในตาราง 4.5

ตาราง 4.5 รายละเอียดค่าใช้จ่ายของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน

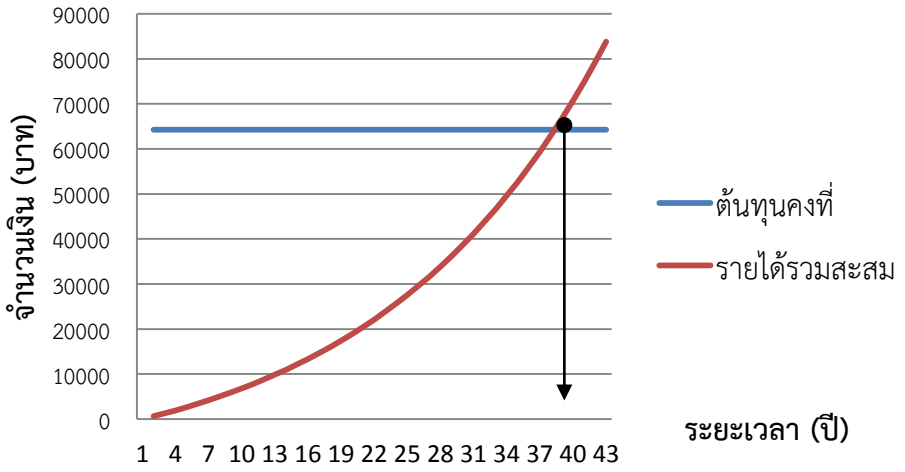
ลำดับ	รายการวัสดุ อุปกรณ์มาตรฐาน	จำนวน	ราคา (บาท)	รวม (บาท)
1	แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 130 วัตต์	3 แผง	11,000	33,000
2	โครงโลหะยึดแผงเซลล์แสงอาทิตย์กับโครงหลังคาบ้าน	1 ชุด	3,000	3,000
3	ชุดสายไฟฟ้ากระแสตรง พร้อมท่อร้อยสายไฟฟ้า	1 ชุด	1,500	1,500
4	ตู้ไฟฟ้ากระแสตรง บรรจุ ฟิวส์ เบรกเกอร์	1 ชุด	1,500	1,500
5	เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า	1 ชุด	6,800	6,800
6	ชุดสายไฟฟ้ากระแสสลับ พร้อมท่อร้อยสายไฟฟ้า	1 ชุด	1,500	1,500
7	ตู้ไฟฟ้ากระแสสลับ บรรจุ เบรกเกอร์	1 ชุด	1,500	1,500
8	ชุดสายดิน และท่อร้อยสาย	1 ชุด	500	500
9	ชุดควบคุมการชาร์จประจุ	1 ชุด	1,450	1,450
10	แบตเตอรี่	2 ลูก	6,750	13,500
รวมราคาทั้งระบบ				64,250

จากตาราง 4.5 พบว่า ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวันนี้ใช้เงินในการลงทุนประมาณ 64,250 บาท และระบบสามารถผลิตไฟฟ้าได้ 348.47 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี จากการคำนวณค่าไฟฟ้าตามเกณฑ์ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่ายต่อเดือนคือ 51.63 บาท ซึ่งจะนำมาพิจารณาเป็นค่าเฉลี่ยต่อเดือนของข้อมูล 12 เดือน เมื่อนำไปคิดค่าไฟฟ้ารายปี ได้ค่าไฟฟ้าเท่ากับ 619.56 บาทต่อปี ดังแสดงในตาราง 4.6

ตาราง 4.6 ข้อมูลเริ่มต้นของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน

ราคาต้นทุนติดตั้ง (บาท)	ผลิตไฟฟ้า (กิโลวัตต์ต่อปี)	ค่าไฟฟ้าที่จ่าย (บาทต่อปี)
64,250	348.47	619.56

ระยะเวลาคืนทุนของระบบจะสามารถคำนวณได้จาก การที่ระบบสามารถชดเชยค่าไฟฟ้าที่จ่ายให้กับการไฟฟ้า ซึ่งรายละเอียดและสมมติฐานในการคำนวณจะแสดงในภาคผนวก ข.



ภาพประกอบ 4.2 ระยะเวลาคืนทุนของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน

จากกราฟระยะเวลาคืนทุนของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน จะเห็นว่าระบบนี้คืนทุนประมาณปีที่ 38 ซึ่งเป็นระยะเวลาคืนทุนที่ยาวนานกว่าอายุการใช้งานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ 25 ปี จึงพิจารณาแล้วพบว่าระบบนี้ไม่มีความเป็นไปได้ในเชิงเศรษฐศาสตร์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการวิจัยอีกครั้งด้วยข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยของประชากรในพื้นที่อำเภอเมืองจังหวัดมหาสารคามเป็น 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน เพื่อศึกษาว่าปริมาณการใช้ไฟฟ้ามีผลต่อระยะเวลาคืนทุนของระบบหรือไม่

4.1.1.2 การพิจารณาระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ สำหรับปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยเฉลี่ยของประชากรในพื้นที่อำเภอเมืองจังหวัดมหาสารคาม ประจำปี 2553 คือ 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวันดังแสดงในตารางภาคผนวก ก.1 (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จังหวัดมหาสารคาม, 2553) ซึ่งค่าใช้จ่ายของระบบได้ข้อมูลจากการสืบค้นราคาของอุปกรณ์ในท้องตลาดของตัวแทนจำหน่าย ดังแสดงในตาราง 4.7-4.10

ตาราง 4.7 เปรียบเทียบราคาอุปกรณ์แผงเซลล์แสงอาทิตย์

รายการอุปกรณ์ / ราคา(บาท)	บริษัท A[1]	บริษัท B[2]	บริษัท C[3]
แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 130 วัตต์	11,050	11,000	12,000

1,2,3 แหล่งข้อมูลตามรายละเอียดแสดงในภาคผนวก จ.

จากตาราง 4.7 การสำรวจราคาของอุปกรณ์แผงเซลล์แสงอาทิตย์จะเห็นได้ว่าบริษัท B มีราคาที่ถูกที่สุด เมื่อกำลังการผลิตไฟฟ้าต่อหนึ่งแผงเท่ากันทั้ง 3 บริษัท ผู้วิจัยจึงเลือกอุปกรณ์ของบริษัท B เป็นข้อมูลในการคำนวณค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบเนื่องจากมีราคาถูกที่สุด

ตาราง 4.8 เปรียบเทียบราคาอุปกรณ์ชุดควบคุมการชาร์จประจุ

รายการอุปกรณ์ / ราคา(บาท)	บริษัท A[1]	บริษัท B[2]	บริษัท C[3]
ชุดควบคุมการชาร์จประจุ ขนาด 20 A	3,400	2,250	4,000

1,2,3 แหล่งข้อมูลตามรายละเอียดแสดงในภาคผนวก จ.

จากตาราง 4.8 การสำรวจราคาของชุดควบคุมการชาร์จประจุ ขนาด 20 A จะเห็นได้ว่าบริษัท B มีราคาที่ถูกที่สุด ซึ่งมีคุณสมบัติและรายละเอียดเหมือนกันทั้ง 3 บริษัท ผู้วิจัยจึงเลือกอุปกรณ์ของบริษัท B เป็นข้อมูลในการคำนวณค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบ

ตาราง 4.9 เปรียบเทียบราคาอุปกรณ์เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า

รายการอุปกรณ์ / ราคา(บาท)	บริษัท A[1]	บริษัท B[2]	บริษัท C[3]
เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าขนาด 2000 วัตต์	12,900	17,900	30,800

1,2,3 แหล่งข้อมูลตามรายละเอียดแสดงในภาคผนวก จ.

จากตาราง 4.9 ราคาของอุปกรณ์เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า จะเห็นได้ว่าบริษัท A มีราคาที่ถูกที่สุด ซึ่งสินค้าเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้านี้จะเป็นแบบ Stand alone ประเภท Pure sine wave ขนาด 2000 วัตต์ ส่วนสินค้าของบริษัท C มีราคาสูงเนื่องจากมีการนำเข้าจากต่างประเทศ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกอุปกรณ์ของบริษัท A เป็นข้อมูลในการคำนวณค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบ

ตาราง 4.10 เปรียบเทียบราคาอุปกรณ์แบตเตอรี่

รายการอุปกรณ์ / ราคา(บาท)	บริษัท A[1]	บริษัท B[2]	บริษัท C[3]
แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลท์ 130 แอมป์	7,000	6,750	7,200

1,2,3 แหล่งข้อมูลตามรายละเอียดแสดงในภาคผนวก จ.

จากตาราง 4.10 ราคาของอุปกรณ์แบตเตอรี่ จะเห็นได้ว่าบริษัท B มีราคาที่ถูกที่สุด ผู้วิจัยจึงเลือกอุปกรณ์ของบริษัท B เป็นข้อมูลในการคำนวณค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้

สรุปได้ว่า การเลือกราคาของอุปกรณ์ที่สำคัญในระบบจากบริษัทที่เหมาะสมแล้ว สามารถบอกรายละเอียดค่าใช้จ่ายของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ ดังแสดงในตาราง 4.11

ตาราง 4.11 รายละเอียดค่าใช้จ่ายของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน

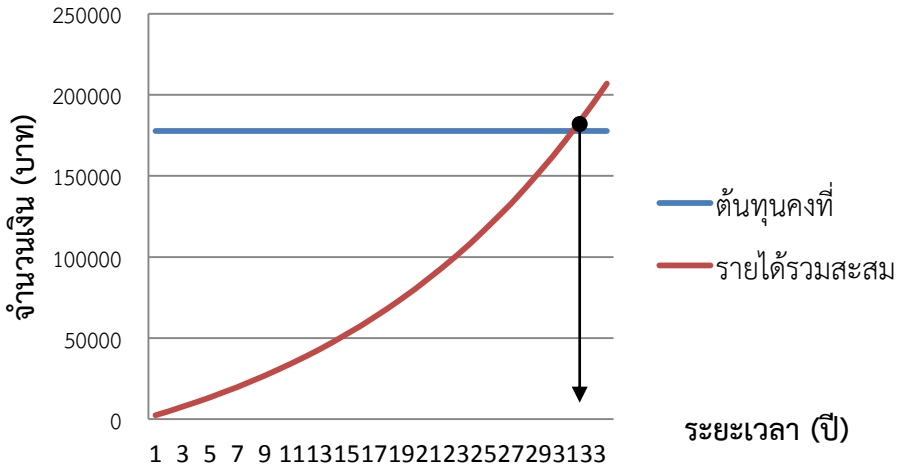
ลำดับ	รายการวัสดุ อุปกรณ์มาตรฐาน	จำนวน	ราคา (บาท)	รวม (บาท)
1	แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 130 วัตต์	8 แผง	11,000	88,000
2	โครงโลหะยึดแผงเซลล์แสงอาทิตย์กับโครงหลังคาบ้าน	1 ชุด	8,000	8,000
3	ชุดสายไฟฟ้ากระแสตรง พร้อมท่อร้อยสายไฟฟ้า	1 ชุด	3,000	3,000
4	ตู้ไฟฟ้ากระแสตรง บรรจุ ฟิวส์ เบรกเกอร์	1 ชุด	5,000	5,000
5	เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า	1 ชุด	12,900	12,900
6	ชุดสายไฟฟ้ากระแสสลับ พร้อมท่อร้อยสายไฟฟ้า	1 ชุด	3,000	3,000
7	ตู้ไฟฟ้ากระแสสลับ บรรจุ เบรกเกอร์	1 ชุด	5,000	5,000
8	ชุดสายดิน และท่อร้อยสาย	1 ชุด	3,000	3,000
9	ชุดควบคุมการชาร์จประจุ	1 ชุด	2,550	2,550
10	แบตเตอรี่	7 ลูก	6,750	47,250
รวมราคาทั้งระบบ				177,700

จากตาราง 4.11 พบว่าระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวันใช้เงินลงทุนประมาณ 177,700 บาท และระบบสามารถผลิตไฟฟ้าได้ 929.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี จากการคำนวณค่าไฟฟ้าตามเกณฑ์ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (ดังแสดงในภาคผนวก ข) ค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่ายต่อเดือน คือ 202.70 บาท นำมาพิจารณาเป็นค่าเฉลี่ยต่อเดือนของข้อมูล 12 เดือน ดังนั้นเมื่อนำไปคิดค่าไฟฟ้ารายปี ได้ค่าไฟฟ้าเท่ากับ 2,432.40 บาทต่อปี ดังแสดงในตาราง 4.12

ตาราง 4.12 ข้อมูลเริ่มต้นของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน

ราคาต้นทุนติดตั้ง (บาท)	ผลิตไฟฟ้า (กิโลวัตต์ต่อปี)	ค่าไฟฟ้าที่จ่าย (บาทต่อปี)
177,700	929.26	2,432.40

ระยะเวลาคืนทุนของระบบจะสามารถคำนวณได้จาก การที่ระบบสามารถชดเชยค่าไฟฟ้าที่จ่ายให้กับการไฟฟ้า ซึ่งรายละเอียดและสมมติฐานในการคำนวณจะแสดงในภาคผนวก ข.



ภาพประกอบ 4.3 ระยะเวลาคืนทุนของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน

จากภาพประกอบ 4.3 จะเห็นว่าระบบนี้คืนทุนที่ประมาณปีที่ 32 ซึ่งยังเป็นระยะเวลาคืนทุนที่ยาวนานกว่าอายุการใช้งานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ สามารถสรุปได้ว่า ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ ที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน นั้นอาจยังไม่มีความเป็นไปได้ในเชิงเศรษฐศาสตร์

4.1.2 ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้โดยมีสมมติฐาน ดังนี้

1) ราคาอุปกรณ์ในระบบโดยสืบค้นข้อมูลจากตัวแทนจำหน่ายทั่วไปในเว็บไซต์ที่น่าเชื่อถือ

2) อัตราค่าไฟฟ้าที่ใช้งานเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ต่อปี

3) ประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ลดลงร้อยละ 0.1 ต่อปี

4) ในการคำนวณหาระยะเวลาคืนทุนจะไม่คำนึงถึงอายุการใช้งานของอุปกรณ์ในระบบ

4.1.2.1 จากการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยเฉลี่ยของประชากรในพื้นที่อำเภอเมืองจังหวัดมหาสารคาม ประจำปี 2553 พบว่า ใน 1 วัน มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน ดังแสดงในตาราง ภาคผนวก ก.1 (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จังหวัดมหาสารคาม, 2553) และเมื่อคำนวณเป็นร้อยละ 30 จะได้ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน จากข้อมูลดังกล่าว สามารถหาค่าใช้จ่ายของระบบได้จากการสืบค้นราคาในท้องตลาดของตัวแทนจำหน่าย 3 บริษัท ดังตาราง 4.13-4.14

ตาราง 4.13 เปรียบเทียบราคาอุปกรณ์แผงเซลล์แสงอาทิตย์

รายการอุปกรณ์ / ราคา(บาท)	บริษัท A[1]	บริษัท B[2]	บริษัท C[3]
แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 130 วัตต์	11,050	11,000	12,000

1,2,3 แหล่งข้อมูลตามรายละเอียดแสดงในภาคผนวก จ.

จากตาราง 4.13 ราคาของอุปกรณ์แผงเซลล์แสงอาทิตย์ จะเห็นได้ว่า บริษัท B มีราคาที่ถูกที่สุด และกำลังการผลิตไฟฟ้าต่อหนึ่งแผงเท่ากันทั้ง 3 บริษัท ผู้วิจัยจึงเลือกอุปกรณ์ของบริษัท B เป็นข้อมูลในการคำนวณค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบ

ตาราง 4.14 เปรียบเทียบราคาอุปกรณ์เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า

รายการอุปกรณ์ / ราคา(บาท)	บริษัท A[1]	บริษัท B[2]	บริษัท C[3]
เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าขนาด 1000 วัตต์	9,800	9,500	12,000

1,2,3 แหล่งข้อมูลตามรายละเอียดแสดงในภาคผนวก จ.

จากตาราง 4.14 ราคาของอุปกรณ์เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า จะเห็นได้ว่าบริษัท B มีราคาที่ถูกที่สุด ซึ่งมีคุณสมบัติและรายละเอียดเหมือนกันทั้ง 3 บริษัท ผู้วิจัยจึงเลือกอุปกรณ์ของบริษัท B เป็นข้อมูลในการคำนวณค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบ

จากการเลือกราคาของอุปกรณ์ที่สำคัญในระบบจากบริษัทที่เหมาะสม รายละเอียดค่าใช้จ่ายของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ สามารถแสดงในตาราง 4.15

ตาราง 4.15 รายละเอียดค่าใช้จ่ายของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน

ลำดับ	รายการวัสดุ อุปกรณ์มาตรฐาน	จำนวน	ราคา (บาท)	รวม (บาท)
1	แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 130 วัตต์	3 แผง	11,000	33,000
2	โครงโลหะยึดแผงเซลล์แสงอาทิตย์กับโครงหลังคาบ้าน	1 ชุด	3,000	3,000
3	ชุดสายไฟฟ้ากระแสตรง พร้อมท่อร้อยสายไฟฟ้า	1 ชุด	1,500	1,500
4	ตู้ไฟฟ้ากระแสตรง บรรจุ ฟิวส์ เบรกเกอร์	1 ชุด	1,500	1,500
5	เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า	1 ชุด	9,500	9,500

ตาราง 4.15 (ต่อ)

ลำดับ	รายการวัสดุ อุปกรณ์มาตรฐาน	จำนวน	ราคา (บาท)	รวม (บาท)
6	ชุดสายไฟฟ้ากระแสสลับ พร้อมท่อร้อยสายไฟฟ้า	1 ชุด	1,500	1,500
7	ตู้ไฟฟ้ากระแสสลับ บรรจุ เบรกเกอร์	1 ชุด	1,500	1,500
8	ชุดสายดิน และท่อร้อยสาย	1 ชุด	500	500
รวมราคาทั้งระบบ				52,000

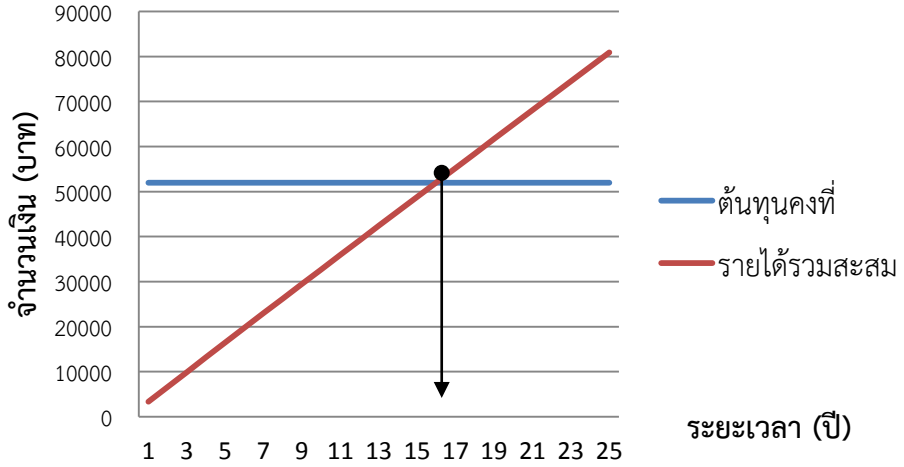
จากตาราง 4.15 พบว่าระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน ใช้เงินลงทุนประมาณ 52,000 บาท สามารถผลิตไฟฟ้าได้ 348.47 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี เมื่อนำข้อมูลไปคำนวณเพื่อพิจารณารายได้ที่ได้จากการขายไฟฟ้าด้วยอัตราซื้อขายไฟฟ้ากับระบบจำหน่ายในราคา 11.3 บาทต่อกิโลวัตต์ จะได้ว่าระบบนี้จะสร้างรายได้เป็นเงิน 3,937.71 บาทต่อปี

จากการคำนวณค่าไฟฟ้าตามเกณฑ์ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่ายต่อเดือนคือ 51.63 บาท นำมาพิจารณาเป็นค่าเฉลี่ยต่อเดือนของข้อมูล 12 เดือน ดังนั้นเมื่อนำไปคิดค่าไฟฟ้ารายปี ได้ค่าไฟฟ้าเท่ากับ 619.56 บาทต่อปี ในการวิเคราะห์หาผลตอบแทนของระบบโดยนำเงินที่ขายไฟฟ้าได้หักลบกับค่าไฟฟ้าที่ใช้งานจะได้เงินค่าตอบแทนของระบบสุทธิ 3,318.15 บาทต่อปี ในการวิเคราะห์ระยะคืนทุนของระบบ จะนำต้นทุนของระบบมาคำนวณกับเงินค่าตอบแทนของระบบสุทธิ (ดังแสดงในภาคผนวก ข.) พบว่า ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ มีระยะเวลาคืนทุนที่ 16 ปี

ตาราง 4.16 ข้อมูลเริ่มต้นของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน

ราคาต้นทุนติดตั้ง (บาท)	ผลิตไฟฟ้า (กิโลวัตต์ต่อปี)	เงินจากการขายไฟฟ้า (บาทต่อปี)	ค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่าย (บาทต่อปี)	เงินรายได้รวม (บาทต่อปี)
52,000	348.47	3,937.71	619.56	3,318.15

ผลตอบแทนของระบบสุทธิได้จาก การนำเงินที่ขายไฟฟ้าได้หักลบกับค่าไฟฟ้าที่ใช้งาน โดยในการวิเคราะห์ระยะคืนทุนของระบบ จะนำต้นทุนของระบบมาคำนวณกับเงินค่าตอบแทนของระบบสุทธิ พบว่า ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ มีระยะเวลาคืนทุนที่ 16 ปี ดังแสดงในภาพประกอบ 4.4



ภาพประกอบ 4.4 ระยะเวลาคืนทุนของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน

จากภาพประกอบ 4.4 ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน พบว่า จะมีระยะเวลาคืนทุนในปีที่ 16 ซึ่งเป็นระยะคืนทุนที่สั้นกว่าอายุการใช้งานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ แต่ขนาดระบบที่ใช้เป็นเพียงร้อยละ 30 ของปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าทั้งหมด ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลอีกครั้งด้วยปริมาณการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยของประชากรในพื้นที่อำเภอเมืองจังหวัดมหาสารคามเป็น 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน เพื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบกัน

4.1.2.2 การพิจารณาระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายสำหรับปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยเฉลี่ยของประชากรในพื้นที่อำเภอเมืองจังหวัดมหาสารคาม ประจำปี 2553 คือ 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน ดังแสดงในตาราง ภาคผนวก ก.2 (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จังหวัดมหาสารคาม, 2553) ซึ่งค่าใช้จ่ายของระบบได้ข้อมูลจากการสืบค้นราคาอุปกรณ์ในท้องตลาดของตัวแทนจำหน่าย ดังตาราง 4.17-4.18

ตาราง 4.17 เปรียบเทียบราคาอุปกรณ์แผงเซลล์แสงอาทิตย์

รายการอุปกรณ์ / ราคา(บาท)	บริษัท A[1]	บริษัท B[2]	บริษัท C[3]
แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 130 วัตต์	11,050	11,000	12,000

1,2,3 แหล่งข้อมูลตามรายละเอียดแสดงในภาคผนวก จ.

จากตาราง 4.17 ราคาของอุปกรณ์แผงเซลล์แสงอาทิตย์ จะเห็นได้ว่าบริษัท B มีราคาที่ถูกที่สุด และกำลังการผลิตไฟฟ้าต่อหนึ่งแผงเท่ากันทั้ง 3 บริษัท ผู้วิจัยจึงเลือกอุปกรณ์ของบริษัท B เป็นข้อมูลในการคำนวณค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่าย

ตาราง 4.18 เปรียบเทียบราคาอุปกรณ์เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า

รายการอุปกรณ์ / ราคา(บาท)	บริษัท A[1]	บริษัท B[2]	บริษัท C[3]
เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าขนาด 2000 วัตต์	40,000	36,000	32,000

1,2,3 แหล่งข้อมูลตามรายละเอียดแสดงในภาคผนวก จ.

จากตาราง 4.18 ราคาของอุปกรณ์เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า จะเห็นได้ว่าบริษัท C มีราคาที่ถูกที่สุด ซึ่งมีคุณสมบัติและรายละเอียดเหมือนกันทั้ง 3 บริษัท ผู้วิจัยจึงเลือกอุปกรณ์ของบริษัท C เป็นข้อมูลในการคำนวณค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่าย

จากการเลือกราคาของอุปกรณ์ที่สำคัญในระบบจากบริษัทที่เหมาะสมแล้ว สามารถแสดงรายละเอียดค่าใช่จ่ายของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ดังแสดงในตาราง 4.19

ตาราง 4.19 ค่าใช้จ่ายของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่าย ที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน

ลำดับ	รายการวัสดุ อุปกรณ์มาตรฐาน	จำนวน	ราคา (บาท)	รวม (บาท)
1	แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 130 วัตต์	8 แผง	11,000	88,000
2	โครงโลหะยึดแผงเซลล์แสงอาทิตย์กับโครงหลังคาบ้าน	1 ชุด	8,000	8,000
3	ชุดสายไฟฟ้ากระแสตรง พร้อมท่อร้อยสายไฟฟ้า	1 ชุด	3,000	3,000
4	ตู้ไฟฟ้ากระแสตรง บรรจุ ฟิวส์ เบรกเกอร์	1 ชุด	5,000	5,000
5	เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า	1 ชุด	32,000	32,000
6	ชุดสายไฟฟ้ากระแสสลับ พร้อมท่อร้อยสายไฟฟ้า	1 ชุด	3,000	3,000
7	ตู้ไฟฟ้ากระแสสลับ บรรจุ เบรกเกอร์	1 ชุด	5,000	5,000
8	ชุดสายดิน และท่อร้อยสาย	1 ชุด	3,000	3,000
รวมราคาทั้งระบบ				147,000

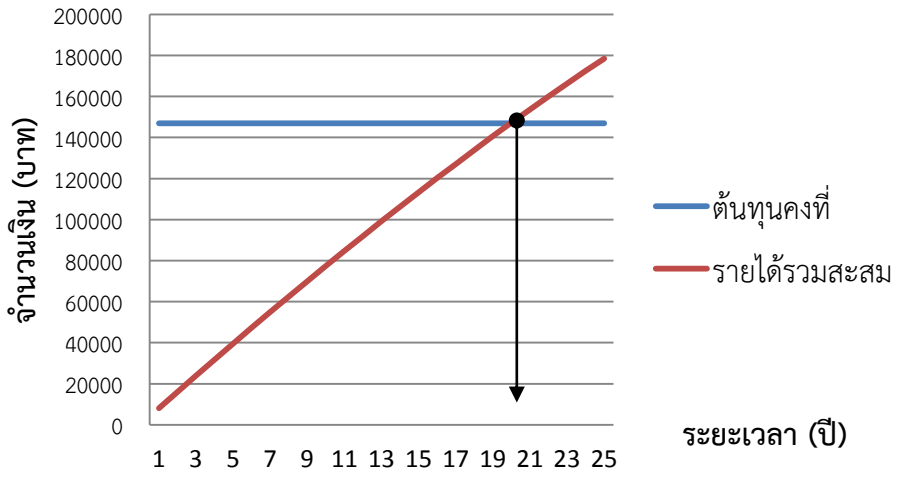
จากตาราง 4.19 พบว่าระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน ใช้เงินลงทุนประมาณ 147,000 บาท สามารถผลิตไฟฟ้าได้ 929.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี เมื่อนำข้อมูลมาคำนวณ เพื่อพิจารณารายได้ที่ได้จากการขายไฟฟ้าด้วยอัตราซื้อขายไฟฟ้ากับระบบจำหน่ายในราคา 11.3 บาทต่อกิโลวัตต์ จะได้ว่าระบบนี้จะสร้างรายได้เป็นเงิน 10,500.63 บาทต่อปี (ดังแสดงในภาคผนวก ข.)

จากการคำนวณค่าไฟฟ้าตามเกณฑ์ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่ายต่อเดือนคือ 202.70 บาท ซึ่งค่านี้จะนำมาพิจารณาเป็นค่าเฉลี่ยต่อเดือนของข้อมูล 12 เดือน ดังนั้นเมื่อนำไปคิดค่าไฟฟ้ารายปีได้ค่าไฟฟ้าเท่ากับ 2,432.40 บาทต่อปี ในการวิเคราะห์หาผลตอบแทนของระบบโดยนำเงินที่ขายไฟฟ้าได้หักลบกับค่าไฟฟ้าที่ใช้งานจะได้เงินค่าตอบแทนของระบบสุทธิ 8,068.23 บาทต่อปี ในการวิเคราะห์ระยะคืนทุนของระบบ จะนำต้นทุนของระบบมาคำนวณกับเงินค่าตอบแทนของระบบสุทธิ พบว่า ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ มีระยะเวลาคืนทุนที่ 20 ปี (ดังแสดงในภาคผนวก ข.)

ตาราง 4.20 ข้อมูลเริ่มต้นของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน

ราคาต้นทุนติดตั้ง (บาท)	ผลิตไฟฟ้า (กิโลวัตต์ต่อปี)	เงินจากการขายไฟฟ้า (บาทต่อปี)	ค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่าย (บาทต่อปี)	เงินรายได้รวม (บาทต่อปี)
147,000	929.26	10,500.63	2,432.40	8,068.23

การคำนวณระยะเวลาคืนทุนจะเป็นไปตามสมมติฐาน ซึ่งผลการคำนวณสามารถแสดงดังภาพประกอบ 4.5



ภาพประกอบ 4.5 ระยะเวลาคืนทุนของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน

จากภาพประกอบ 4.5 ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน พบว่า จะมีระยะเวลาคืนทุนในปีที่ 20 พบว่าระยะเวลาคืนทุนสั้นกว่าอายุการใช้งานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ แต่เป็นระยะเวลาคืนทุนที่ยาวนานกว่าระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน เนื่องจากระบบที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน มีต้นทุนที่สูงกว่าทำให้ระยะเวลาคืนทุนมีแนวโน้มสูงกว่า

จากการคำนวณระยะเวลาคืนทุนของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ ด้วยปริมาณการใช้ไฟฟ้าในระดับบ้านพักอาศัยทั้ง 2 แบบนั้น พบว่า ระยะเวลาคืนทุนจะยาวนานมากกว่า 10 ปี แต่น้อยกว่าอายุการใช้งานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ 25 ปี โดยระบบที่มีปริมาณการใช้ไฟฟ้ามากกว่าจะมีระยะเวลาคืนทุนที่นานกว่า

4.1.3 ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเชื่อมต่อระบบจำหน่ายแบบสำเร็จรูปที่บริการติดตั้งโดยบริษัทเอกชน

จากการสำรวจผู้ให้บริการติดตั้งระบบในท้องตลาด ผู้วิจัยได้เลือกบริษัท ก. เป็นตัวอย่างในการคำนวณวิเคราะห์ เนื่องจากมีกำลังการผลิตไฟฟ้าที่ใกล้เคียงและมีขนาดของระบบที่เหมาะสมที่สามารถเปรียบเทียบกับข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าของผู้วิจัยและทางบริษัทได้เผยแพร่ข้อมูลรายละเอียดบนเว็บไซต์ที่เพียงพอและชัดเจน ข้อมูลและรายละเอียดของระบบผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคด้วยแสงอาทิตย์ของบริษัท ก. มีรายละเอียดดังแสดงใน (ภาคผนวก ค) สามารถแสดงรายละเอียดโดยสังเขปได้ดังต่อไปนี้

1) ระบบขนาด 2 กิโลวัตต์ ใช้เงินลงทุนประมาณ 380,000 บาท

2) ระบบนี้ สามารถผลิตไฟฟ้าได้ 2,920 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี

3) ในปีแรกขายไฟฟ้าได้เงินประมาณ 32,000 บาท และเปลี่ยนแปลงตามอัตราค่า FT

4) คิดเป็นผลตอบแทนประมาณร้อยละ 8 และคืนทุนในปีที่ 10

5) หลังจากระยะคืนทุน คือปีที่ 11 ถึงปีที่ 25 ของอายุการใช้งานเป็นช่วงที่ได้กำไรประมาณ 300,000 บาท ซึ่งตัวเลขจากการคำนวณนี้คลาดเคลื่อนร้อยละ 10

จากข้อมูลดังกล่าวนี้ พบว่า รายได้จากการจำหน่ายไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคต่อปี คือ 11.3 บาทต่อหน่วย x ผลิตไฟฟ้าได้ 2,920 กิโลวัตต์ต่อปี = 32,996 บาทต่อปี

เมื่อนำมาวิเคราะห์ร่วมกับค่าไฟฟ้าเฉลี่ยที่ผู้วิจัยได้คำนวณไว้ในหัวข้อที่ 4.1.1 และ 4.1.2 คือ 619.56 บาทต่อปีและ 2,432.40 บาทต่อปี ตามลำดับ โดยมีสมมติฐาน ดังนี้

1) ราคาอุปกรณ์ในระบบโดยสืบค้นข้อมูลจากตัวแทนจำหน่ายทั่วไปในเว็บไซต์ที่น่าเชื่อถือ

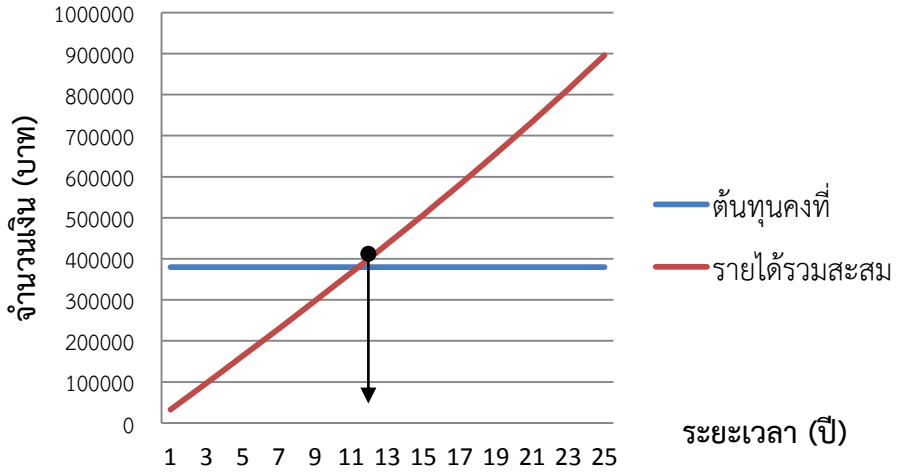
2) อัตราค่าไฟฟ้าที่ใช้งานเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ต่อปี

3) ประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ลดลงร้อยละ 0.1 ต่อปี

4) ในการคำนวณหาระยะเวลาคืนทุนจะไม่คำนึงถึงอายุการใช้งานของอุปกรณ์ในระบบ จากการคำนวณพบว่า

4.1.3.1 ที่ปริมาณการใช้ไฟฟ้าร้อยละ 30 มีค่าไฟฟ้า 619.56 บาทต่อปี

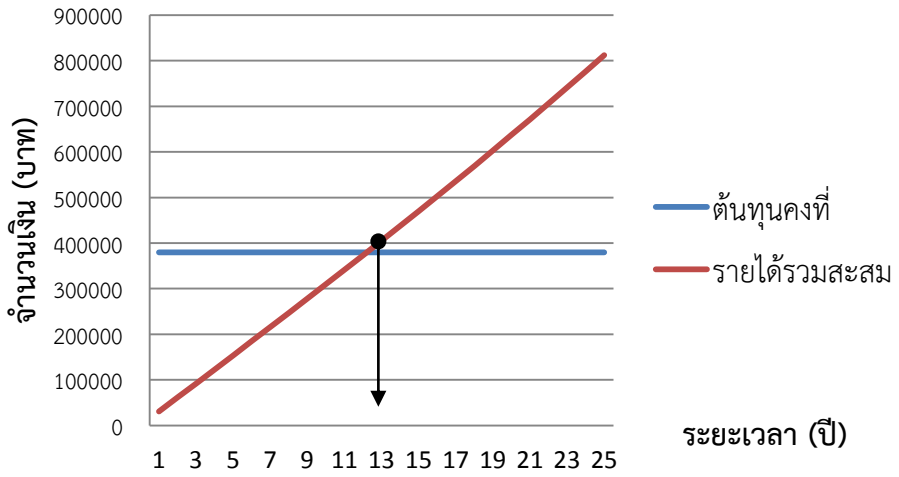
จากการคำนวณในภาคผนวก ข. พบว่า ระยะเวลาคืนทุนของระบบนี้คือ 11.73 ปี หรือประมาณ 12 ปี ดังแสดงในภาพประกอบ 4.6



ภาพประกอบ 4.6 ระยะเวลาคืนทุนของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายแบบสำเร็จรูปที่บริการติดตั้งโดยบริษัทเอกชน ที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน

4.1.3.2 ที่ปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมด มีค่าไฟฟ้า 2,432.40 บาทต่อปี

จากการคำนวณในภาคผนวก ข. พบว่า ระยะเวลาคืนทุนของระบบนี้คือ 12.43 ปี หรือประมาณ 13 ปีดังแสดงในภาพประกอบ 4.7



ภาพประกอบ 4.7 ระยะเวลาคืนทุนของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายแบบสำเร็จรูปที่บริการติดตั้งโดยบริษัทเอกชน ที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าที่ปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้ง 2 แบบ มีระยะเวลาในการคืนทุนที่ระยะสั้น ซึ่งชี้ให้เห็นว่าระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายแบบสำเร็จรูปที่บริการติดตั้งโดยบริษัทเอกชนนั้น ถึงแม้ว่าจะมีต้นทุนที่สูงกว่าแต่มีระยะเวลาคืนทุนที่สั้นกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับระบบที่ออกแบบและติดตั้งเอง

ตาราง 4.21 ระยะเวลาคืนทุนของทั้ง 3 ระบบ โดยไม่เปลี่ยนอุปกรณ์ตามอายุการใช้งานในระบบ

ลำดับ	ประเภทของระบบ	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	
		0.67 กิโลวัตต์ ชั่วโมงต่อวัน	2.26 กิโลวัตต์ ชั่วโมงต่อวัน
1	ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้	38	32
2	ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้	16	20
3	ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายแบบสำเร็จรูปที่บริการติดตั้งโดยบริษัทเอกชน	12	13

จากตาราง 4.21 พบว่า ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ ที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวันจะมีระยะคืนทุนที่ 38 ปี และที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวันจะมีระยะคืนทุนที่ 32 ปี ซึ่งระบบทั้งสองมีระยะคืนทุนที่ยาวนานอันเนื่องมาจากในระบบมีชุดแบตเตอรี่และชุดควบคุมการชาร์จประจุ ทำให้มีต้นทุนสูง และนอกจากนี้อายุการใช้งานของอุปกรณ์ที่สั้นกว่าระยะเวลาคืนทุนจะทำให้มีการเปลี่ยนอุปกรณ์ซึ่งจะส่งผลให้ระยะเวลาคืนทุนยาวนานขึ้น

ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน จะมีระยะเวลาคืนทุนที่ 16 ปี และที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน จะมีระยะเวลาคืนทุนที่ 20 ปี ซึ่งระบบทั้งสองมีระยะเวลาคืนทุนที่เหมาะสมกับอายุการใช้งานของอุปกรณ์ในระบบ รวมทั้งราคาต้นทุนที่ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับระบบแรกเนื่องจากไม่มีระบบชาร์จประจุไฟฟ้าและแบตเตอรี่ นอกจากนี้ระบบนี้ยังเหมาะสมกับบ้านพักอาศัยในเขตเมืองเนื่องจากระบบมีสายส่งไฟฟ้าอยู่แล้ว ทำให้สะดวกต่อการติดตั้งและสามารถใช้ไฟฟ้าในเวลากลางคืนได้ตามปกติ

ส่วนระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเชื่อมต่อระบบจำหน่ายแบบสำเร็จรูปที่บริการติดตั้งโดยบริษัทเอกชน ที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวันจะมีระยะคืนทุนที่ 12 ปี และที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวันจะมีระยะคืนทุนที่ 13 ปี ซึ่งมีระยะเวลาคืนทุนที่น้อยลงมาก เนื่องจากเป็นระบบขนาดมาตรฐานทั่วไปที่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากกว่าระบบที่ติดตั้งเอง ดังนั้น เมื่อมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าน้อยจึงมีระยะเวลาคืนทุนที่เร็ว นอกจากนี้การใช้บริการจากบริษัทเอกชนทำให้ผู้ใช้มีความสะดวกสบาย ลดขั้นตอนในการติดต่อประสานงานที่เกี่ยวข้องในการติดตั้ง

ตาราง 4.22 อัตราส่วนความแตกต่างของกำไรจากระบบ

ปริมาณความต้องการไฟฟ้า (กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน)	กำไร (บาท)		อัตราส่วนความแตกต่าง
	ระบบที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้	ระบบสำเร็จรูปที่ออกแบบติดตั้งโดยบริษัทเอกชน	
0.67	28,850.59	494,952.59	1 :17
2.26	31,300.25	406,819.06	1 :13

เมื่อพิจารณากำไรที่เกิดขึ้นหลังจากระยะเวลาคืนทุนจนหมดอายุการใช้งานของระบบคือ 25 ปี ระหว่างระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ และระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเชื่อมต่อระบบจำหน่ายแบบสำเร็จรูปที่บริการติดตั้งโดยบริษัทเอกชน พบว่าที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน ระบบที่ติดตั้งโดยบริษัทเอกชนจะมีกำไรเป็น 17 เท่าของระบบที่ติดตั้งเอง และที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน ระบบที่ติดตั้งโดยบริษัทเอกชนจะมีกำไรเป็น 13 เท่าของระบบที่ติดตั้งเอง

ซึ่งจากผลการวิเคราะห์กำไรและผลของจุดคุ้มทุนนี้ พบว่าการใช้บริการติดตั้งจากบริษัทเอกชนมีความคุ้มค่ากว่าแบบที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้สำหรับปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระดับบ้านพักอาศัยในเขตชุมชน

4.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของระบบ

ในระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์มีปัจจัยต่างๆมากมายที่ส่งผลกระทบให้การทำงานของระบบด้อยประสิทธิภาพลง ซึ่งจากการพิจารณาและรวบรวมข้อมูลต่างๆ พบว่าปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อระบบนั้นสามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

4.2.1 ค่าความเข้มแสง

ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ คือปริมาณพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในรอบปี ซึ่งขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของพื้นที่ มุมเอียงของแผงและทิศทางที่เบี่ยงเบนจากทิศใต้ จากข้อมูลพบว่าค่าความเข้มแสงอาทิตย์ประจำปี 2553 ของจังหวัดมหาสารคาม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.25 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อตารางเมตร ซึ่งค่าความเข้มแสงนี้มีค่ามากกว่าค่าอ้างอิงที่ใช้ทำให้ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์นี้ สามารถใช้งานได้เป็นอย่างดีในจังหวัดมหาสารคาม

4.2.2 อายุการใช้งานของอุปกรณ์ในระบบ

เนื่องจากอุปกรณ์หลักที่ติดตั้งกับระบบเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตกระแสไฟฟ้านั้นมีอายุการใช้งานและการรับประกันของอุปกรณ์แต่ละชิ้นที่ต่างกัน ดังแสดงในตาราง 4.23

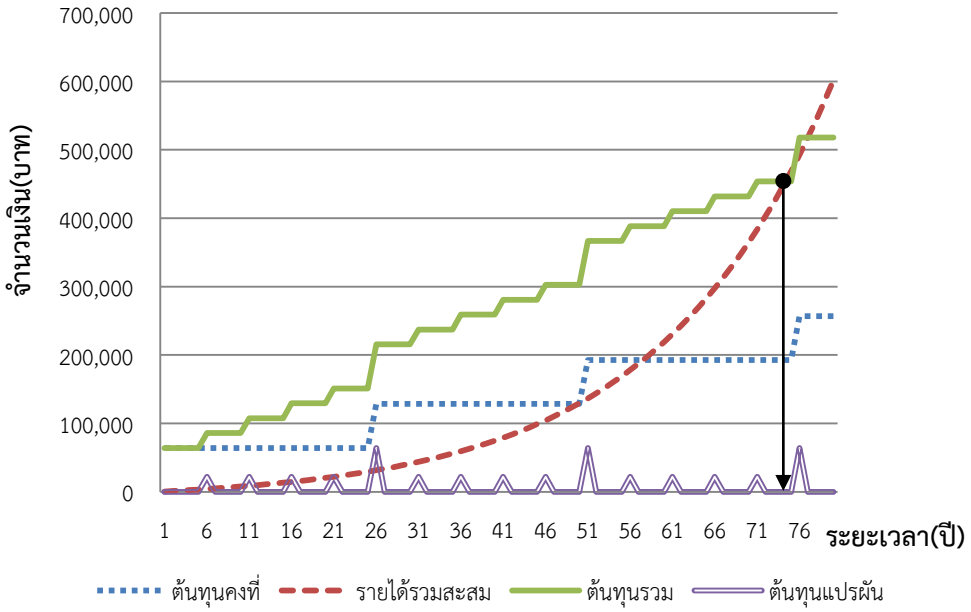
ตาราง 4.23 อายุการใช้งานและการรับประกันของอุปกรณ์หลักในระบบ

อุปกรณ์ในระบบ	อายุการใช้งานและการรับประกัน
แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 130 วัตต์	20-25 ปี
เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า	5 ปี
เครื่องควบคุมการชาร์จประจุ	5 ปี
แบตเตอรี่	5 ปี

จากตารางแสดงให้เห็นว่าอุปกรณ์ที่มีอายุการใช้งานที่สั้นที่สุดคือเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า เครื่องควบคุมการชาร์จประจุและแบตเตอรี่ ดังนั้นในระบบการผลิตไฟฟ้าด้วยระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์นี้จะมีค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนอุปกรณ์ตามอายุการใช้งานที่เพิ่มขึ้นทุก 5 ปี ซึ่งจะส่งผลให้ระยะเวลาคืนทุนจะยาวนานขึ้น ซึ่งแต่ละระบบสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

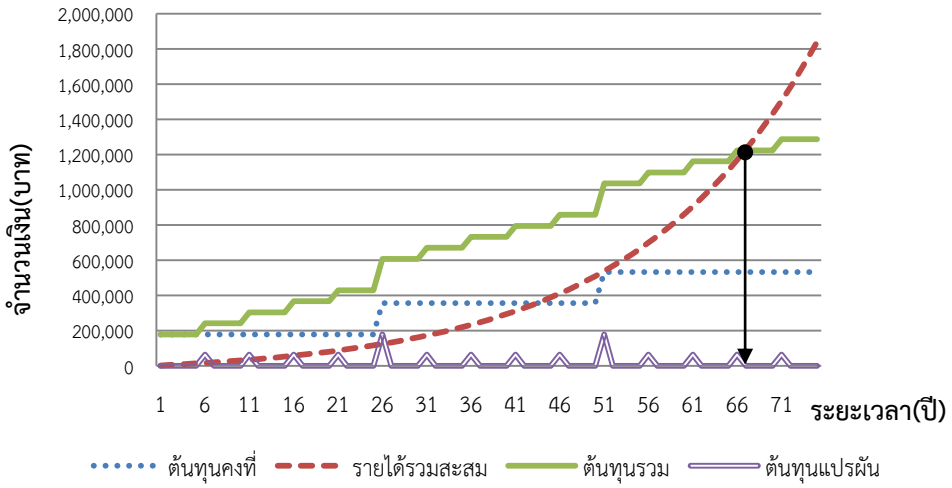
1. ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน ระบบนี้มีค่าใช้จ่ายจากการเปลี่ยนอุปกรณ์ตามอายุการใช้งานคือเครื่องควบคุมการชาร์จประจุ แบตเตอรี่และเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า รวมราคา 21,750 บาทที่เพิ่มขึ้นทุก 5 ปี และเพิ่มขึ้นทุก 25 ปีเมื่อถึงอายุการใช้งานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ระบบนี้จะมีระยะเวลาคืนทุนจากเดิมประมาณ 38 ปีเป็นประมาณ 74 ปี (โดยทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ทั้งระบบ 2 ครั้ง) ดังภาพประกอบ 4.8



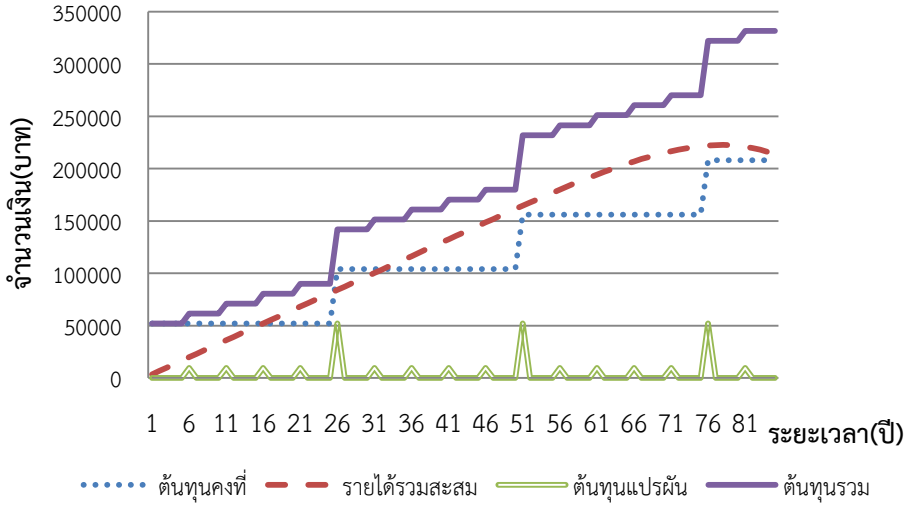
ภาพประกอบ 4.8 ระยะเวลาคืนทุนของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ปริมาณการใช้ไฟฟ้า 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวันเมื่อเปลี่ยนอุปกรณ์ตามอายุการใช้งาน

2. ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน ระบบนี้มีค่าใช้จ่ายจากการเปลี่ยนอุปกรณ์ตามอายุการใช้งานคือเครื่องควบคุมการชาร์จประจุ แบตเตอรี่และเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า รวมราคา 62,700 บาทที่เพิ่มขึ้นทุก 5 ปี และเพิ่มขึ้นทุก 25 ปีเมื่อถึงอายุการใช้งานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ระบบนี้จะมีระยะเวลาคืนทุนจากเดิมประมาณ 32 ปีเป็นประมาณ 67 ปี (โดยทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ทั้งระบบ 2 ครั้ง) ดังภาพประกอบ 4.9



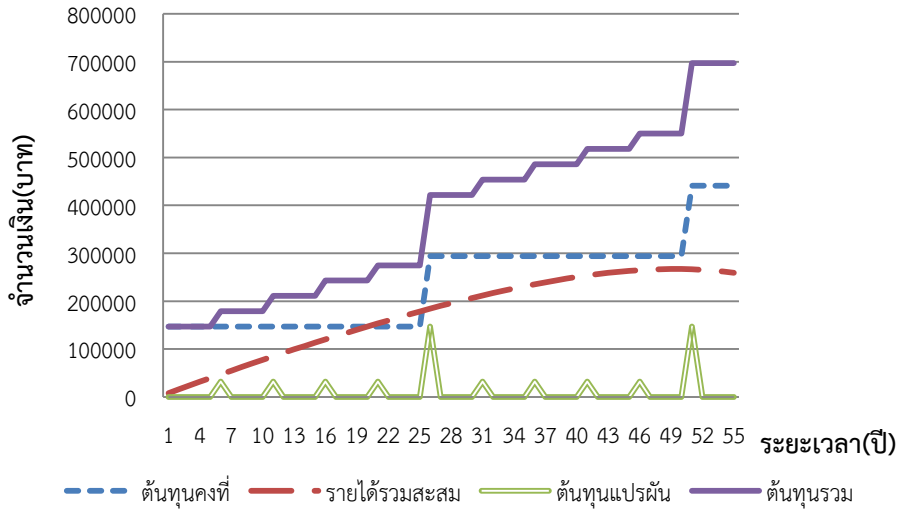
ภาพประกอบ 4.9 ระยะเวลาคืนทุนของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ปริมาณการใช้ไฟฟ้า 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวันเมื่อเปลี่ยนอุปกรณ์ตามอายุการใช้งาน

3. ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน ระบบนี้มีค่าใช้จ่ายจากการเปลี่ยนอุปกรณ์ตามอายุการใช้งานคือเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าราคา 9,500 บาทที่เพิ่มขึ้นทุก 5 ปี และเพิ่มขึ้นทุก 25 ปีเมื่อถึงอายุการใช้งานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ พบว่าระบบนี้จะไม่มีระยะเวลาคืนทุนเนื่องจากในปีที่ 79 ค่าตอบแทนสุทธิมีค่าเป็นลบอันเนื่องมาจากค่าไฟฟ้าใช้งานสูงกว่าราคาขายไฟฟ้า ส่งผลให้แนวโน้มของรายได้รวมสะสมมีค่าลดลง ดังภาพประกอบ 4.10



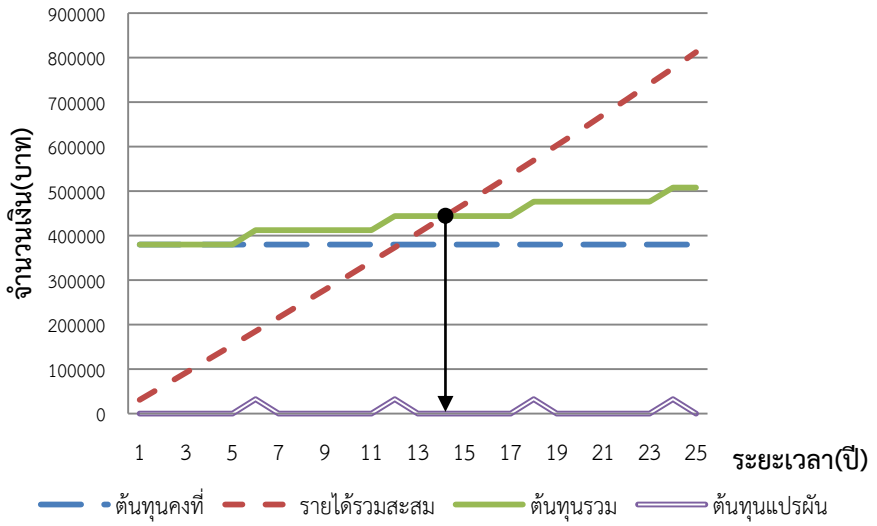
ภาพประกอบ 4.10 ระยะเวลาคืนทุนของระบบระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ปริมาณการใช้ไฟฟ้า 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวันเมื่อเปลี่ยนอุปกรณ์ตามอายุการใช้งาน

4. ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน ระบบนี้มีค่าใช้จ่ายจากการเปลี่ยนอุปกรณ์ตามอายุการใช้งานคือเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าราคา 32,000 บาทที่เพิ่มขึ้นทุก 5 ปี และเพิ่มขึ้นทุก 25 ปีเมื่อถึงอายุการใช้งานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ระบบนี้จะไม่มีระยะเวลาในการคืนทุนเนื่องจากพบว่าในปีที่ 50 ค่าตอบแทนสุทธิมีค่าเป็นลบอันเนื่องมาจากค่าไฟฟ้าใช้งานสูงกว่าราคาขายไฟฟ้า ส่งผลให้รายได้รวมสะสมมีแนวโน้มลดลง ดังภาพประกอบ 4.11



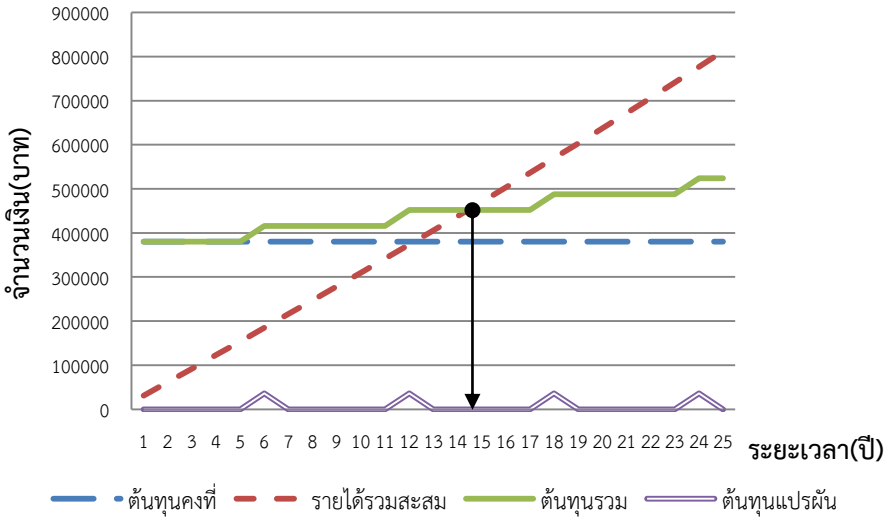
ภาพประกอบ 4.11 ระยะเวลาคืนทุนของระบบระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ปริมาณการใช้ไฟฟ้า 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวันเมื่อเปลี่ยนอุปกรณ์ตามอายุการใช้งาน

5. ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเชื่อมต่อระบบจำหน่ายแบบสำเร็จรูปที่บริการติดตั้งโดยบริษัทเอกชนที่ปริมาณการใช้ไฟฟ้า 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน ระบบนี้มีราคาเงินลงทุน 380,000 บาท ระบบนี้จะมีระยะเวลาคืนทุนประมาณ 12 ปี เมื่อคิดค่าใช้จ่ายจากการเปลี่ยนอุปกรณ์ตามอายุการใช้งานคือเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าราคาที่เพิ่มขึ้นทุก 5 ปี และเนื่องจากบริษัทเอกชนไม่มีรายละเอียดราคาต่อหน่วยของอุปกรณ์ ดังนั้นในการวิเคราะห์จึงใช้ข้อมูลราคาต่อหน่วยเดียวกับระบบที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้คือราคา 32,000 บาท โดยจะทำให้ระยะเวลาคืนทุนเพิ่มเป็นประมาณ 14 ปี ดังภาพประกอบ 4.12



ภาพประกอบ 4.12 ระยะเวลาคืนทุนของระบบระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายแบบสำเร็จรูปที่บริการติดตั้งโดยบริษัทเอกชนที่ปริมาณการใช้ไฟฟ้า 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวันเมื่อเปลี่ยนอุปกรณ์ตามอายุการใช้งาน

6. ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเชื่อมต่อระบบจำหน่ายแบบสำเร็จรูปที่บริการติดตั้งโดยบริษัทเอกชนที่ปริมาณการใช้ไฟฟ้า 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน ระบบนี้มีราคาเงินลงทุน 380,000 บาท ระบบนี้จะมีระยะเวลาคืนทุนประมาณ 13 ปี เมื่อคิดค่าใช้จ่ายจากการเปลี่ยนอุปกรณ์ตามอายุการใช้งานคือเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าราคาที่เพิ่มขึ้นทุก 5 ปี และเนื่องจากบริษัทเอกชนไม่มีรายละเอียดราคาต่อหน่วยของอุปกรณ์ ดังนั้นในการวิเคราะห์จึงใช้ข้อมูลราคาต่อหน่วยเดียวกับระบบที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้คือราคา 32,000 บาท โดยจะทำให้ระยะเวลาคืนทุนเพิ่มเป็นประมาณ 15 ปี ดังภาพประกอบ 4.13



ภาพประกอบ 4.13 ระยะเวลาคืนทุนของระบบระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายแบบสำเร็จรูปที่บริการติดตั้งโดยบริษัทเอกชนที่ปริมาณการใช้ไฟฟ้า 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวันเมื่อเปลี่ยนอุปกรณ์ตามอายุการใช้งาน

จากกราฟแสดงระยะเวลาคืนทุนของระบบทั้ง 6 แบบ พบว่า เมื่อเปลี่ยนอุปกรณ์ตามอายุการใช้งานจะทำให้ระยะเวลาคืนทุนยาวนานขึ้น ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตาราง 4.24

ตาราง 4.24 ระยะเวลาคืนทุนของทั้ง 3 ระบบ เมื่อเปลี่ยนอุปกรณ์ตามอายุการใช้งานในระบบ

ลำดับ	ชนิดของระบบ	ระยะเวลาคืนทุน	
		ไม่เปลี่ยนอุปกรณ์	เปลี่ยนอุปกรณ์
1	ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน	38	74
2	ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน	32	67
3	ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน	16	N/A
4	ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน	20	N/A
5	ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายแบบสำเร็จรูปที่บริการติดตั้งโดยบริษัทเอกชนที่ 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน	12	14
6	ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายแบบสำเร็จรูปที่บริการติดตั้งโดยบริษัทเอกชนที่ 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน	13	15

4.2.3 การบำรุงรักษา

ในระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ อุปกรณ์ที่สำคัญคือ แผงแสงอาทิตย์ ซึ่งในการบำรุงรักษานั้นจะกระทำได้โดยทำความสะอาดผิวหน้าแผงอย่างสม่ำเสมอ ส่วนอุปกรณ์อื่นๆ ควรต้องมีตารางการตรวจเช็คบำรุงรักษา ถ้าต้องมีการเปลี่ยนอุปกรณ์หรือซ่อมแซม จึงควรกระทำในช่วงที่ไม่มีแดด เพื่อให้ระบบสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพที่ดีและสม่ำเสมอต่อเนื่อง

4.2.4 ภัยธรรมชาติ

ภัยธรรมชาติที่อาจส่งผลกระทบต่อการเกิดความเสียหายต่อระบบเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าได้แก่ พายุฝนฟ้าคะนอง ภัยน้ำท่วม เป็นต้น กรมอุตุนิยมวิทยา(กรมอุตุนิยมวิทยา, 2553) กล่าวว่า สำหรับประเทศไทยพายุฝนฟ้าคะนองและลมมรสุมนั้นสามารถก่อตัวได้เกือบตลอดเวลาและในทุกพื้นที่โดยเฉพาะแถบภาคอีสานตอนบน เนื่องจากมีภูมิอากาศในเขตร้อน (Tropic) โดยเฉพาะในเดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคม พายุฝนฟ้าคะนองที่เกิดขึ้นจะมีความรุนแรงกว่าปกติ จนเกิดเป็นลักษณะที่เรียกว่า “พายุฤดูร้อน” ซึ่งอาจทวีความรุนแรงเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดภัยน้ำท่วมได้ และจากข้อมูลบันทึกมหาอุทกภัยปี 2554 (กรมอุตุนิยมวิทยา, ม.ป.ป.) กล่าวว่า ภัยน้ำท่วมเกือบทั่วประเทศที่เกิดขึ้นนั้นเป็นเหตุการณ์ที่ไม่ได้เกิดขึ้นบ่อยครั้ง ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลบนสมมติฐานที่ว่า ไม่มีผลของความเสียหายของระบบจากภัยธรรมชาติตลอดอายุการใช้งาน

4.2.5 การซื้อขายคาร์บอนเครดิต

สำหรับการซื้อขายคาร์บอนเครดิตนั้นเมื่อคำนวณรายได้จากการซื้อขายคาร์บอนเครดิตดังแสดงในภาคผนวก ข.5 แล้วมีค่าเท่ากับ 24.25 เซ็นต์ต่อตันต่อปี หรือประมาณ 7.25 บาทต่อตันต่อปี ซึ่งมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับเงินลงทุน ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่ารายได้ที่น้อยมากจากการซื้อขายคาร์บอนเครดิตนี้จึงไม่มีผลต่อระยะเวลาคืนทุนของระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็ก

4.3 เครื่องมือช่วยในการตัดสินใจ

เมื่อได้วิเคราะห์ถึงปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคแล้วนั้น พบว่า ระบบที่ได้รับการติดตั้งจากผู้ให้บริการติดตั้งระบบในท้องตลาด มีความคุ้มทุนในเชิงเศรษฐศาสตร์มากกว่า จึงสร้างเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจในการติดตั้งระบบบนพื้นฐานของข้อมูลดังกล่าว

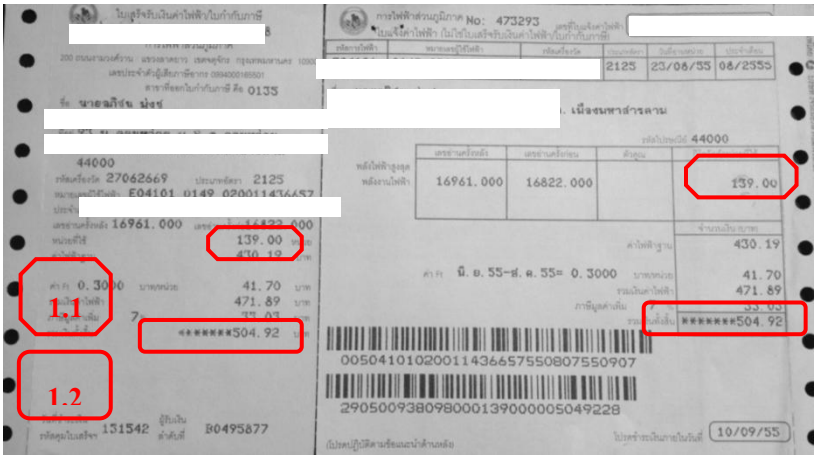
4.3.1 แบบสำรวจรายการ Check-List (สำหรับบ้านพักอาศัยที่มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือน)

ให้เจ้าของบ้านกรอกรายละเอียดต่อไปนี้ โดยอ้างอิงข้อมูลตามใบแจ้งค่าไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคโดยนำข้อมูลในกรอบดังตัวอย่างในใบแจ้งค่าไฟฟ้าหรือใบเสร็จรับเงินค่าไฟฟ้าในภาพประกอบ 4.14

1) ข้อมูลเบื้องต้น

(1) หน่วยไฟฟ้าที่ใช้งาน .....หน่วยต่อเดือน

(2) เงินค่าไฟฟ้ารวมที่ใช้งาน .....บาทต่อเดือน



ภาพประกอบ 4.14 ตัวอย่างใบแจ้งค่าไฟฟ้าและใบเสร็จรับเงินค่าไฟฟ้า

2) สามารถคำนวณตัวอย่างขนาดระบบและงบประมาณในการลงทุนเพื่อวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุนด้วยตาราง 4.25

ตาราง 4.25 การคำนวณตัวอย่างระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายระบบขนาด 2 กิโลวัตต์ ราคาลงทุนเริ่มต้น 380,000 บาท

ปีที่ (i)	อัตราค่าไฟฟ้าที่ได้รับจากการไฟฟ้า (Baht/kWh)	อัตราค่า Adder ที่ได้รับจากกระทรวงพลังงาน (Baht/kWh)	อัตราค่าไฟฟ้ารวมที่ขายได้ (Baht/kWh)	พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อปี (kWh/Year)	รายได้จากการผลิตไฟฟ้าต่อปี (S_i) (Baht/Year)	เงินค่าไฟฟ้าที่ใช้งาน (X_1) ($X_2=1.05X_1$) ($X_3=1.05X_2$) : ($X_i=1.05X_{i-1}$) (Baht/Year)	รายได้จากการขายไฟฟ้ารวมหักค่าไฟฟ้าที่ใช้ต่อปี ($Y_i=S_i-X_i$) (Baht/Year)	รายได้สะสม (Z) ($Z_1=Y_1$) ($Z_2=Y_2+Z_1$) ($Z_i=Y_i+Z_{i-1}$) (Baht)
1	3.30	8.00	11.30	2,920	32,996			
2	3.47	8.00	11.47	2,917	33,457			
3	3.64	8.00	11.64	2,914	33,918			
4	3.82	8.00	11.82	2,911	34,408			
5	4.01	8.00	12.01	2,908	34,925			
6	4.21	8.00	12.21	2,905	35,470			
7	4.42	8.00	12.42	2,902	36,042			
8	4.64	8.00	12.64	2,899	36,643			
9	4.88	8.00	12.88	2,896	37,300			

ตาราง 4.25 (ต่อ)

ปีที่ (i)	อัตราค่าไฟฟ้าที่ได้รับจากการไฟฟ้า (Baht/kWh)	อัตราค่า Adder ที่ได้รับจากกระทรวงพลังงาน (Baht/kWh)	อัตราค่าไฟฟ้ารวมที่ขายได้ (Baht/kWh)	พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อปี (kWh/Year)	รายได้จากการผลิตไฟฟ้าต่อปี (S_i) (Baht/Year)	เงินค่าไฟฟ้าที่ใช้งาน (X_1) ($X_2=1.05X_1$) ($X_3=1.05X_2$) : ($X_i=1.05X_{i-1}$) (Baht/Year)	รายได้จากการขายไฟฟ้ารวมหักค่าไฟฟ้าที่ใช้ต่อปี ($Y_i=S_i-X_i$) (Baht/Year)	รายได้สะสม (Z) ($Z_1=Y_1$) ($Z_2=Y_2+Z_1$) ($Z_i=Y_i+Z_{i-1}$) (Baht)
10	5.12	8.00	13.12	2,893	37,956			
11	5.38	8.00	5.38	2,890	15,548			
12	5.64	8.00	5.64	2,887	16,282			
13	5.93	8.00	5.93	2,885	17,108			
14	6.22	8.00	6.22	2,882	17,926			
15	6.53	8.00	6.53	2,879	18,799			
16	6.86	8.00	6.86	2,876	19,729			
17	7.20	8.00	7.20	2,873	20,685			
18	7.56	8.00	7.56	2,870	21,697			
19	7.94	8.00	7.94	2,867	22,763			
20	8.34	8.00	8.34	2,864	23,885			
21	8.76	8.00	8.76	2,862	25,071			
22	9.19	8.00	9.19	2,859	26,274			
23	9.65	8.00	9.65	2,856	27,560			
24	10.14	8.00	10.14	2,853	28,929			
25	10.64	8.00	10.64	2,850	30,324			

จากตาราง 4.23 สามารถอธิบายขั้นตอนในตารางการคำนวณดังนี้

1. อัตราค่าไฟฟ้าที่ได้รับจากการไฟฟ้าและอัตราค่า Adder ที่ได้รับจากกระทรวงพลังงาน เมื่อรวมกันจะได้อัตราค่าไฟฟ้ารวมที่ขายได้ ซึ่งเป็นค่าที่การไฟฟ้าระบุและแปรผันเพิ่มขึ้นคงที่ร้อยละ 5 ต่อปี

2. พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อปี คือจำนวนปริมาณหน่วยไฟฟ้าที่ระบบผลิตได้ต่อปี ซึ่งประสิทธิภาพการผลิตจะลดลงร้อยละ 0.1 ต่อปี ได้จากการนำขนาดของระบบ x ชั่วโมงต่อวัน

3. ค่าไฟฟ้าที่ใช้คือ ค่าไฟฟ้าตามใบแจ้งค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคดังตัวอย่างในภาพประกอบ 4.11

4. เมื่อกรอกข้อมูลที่จำเป็นเรียบร้อยจึงคำนวณด้วยสมการในวงเล็บในตารางต่อไปจนได้ค่ารายได้สะสมมีค่าประมาณหรือเท่ากับเงินลงทุน นั่นคือระยะเวลาคุ้มทุนของระบบ เนื่องจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีอายุการใช้งานที่ 25 ปี ระยะเวลาในตารางจึงมีถึงปีที่ 25

4.3.2 สมุดคู่มือประเมินความเป็นไปได้ในการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อขายสำหรับบ้านพักอาศัยในจังหวัดมหาสารคาม

เมื่อได้แบบสำรวจรายการแล้วผู้วิจัยจึงทำเป็นสมุดคู่มือเพื่อช่วยในการตัดสินใจและให้ความรู้แก่ผู้ที่สนใจหรือประชาชนทั่วไป (ภาคผนวก ง.)

ภาพประกอบ 4.15 สมุดคู่มือประเมินความเป็นไปได้ในการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อขายสำหรับบ้านพักอาศัยในจังหวัดมหาสารคาม

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาความเป็นไปได้ในการติดตั้งระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานและขายสำหรับบ้านพักอาศัยในจังหวัดมหาสารคาม โดยใช้ข้อมูลผู้ใช้ไฟฟ้าในเขตอำเภอเมืองมหาสารคาม พบว่า

5.1 สรุปผล

5.1.1 ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้

1) ที่ข้อมูลร้อยละ 30 ของปริมาณการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยทั้งหมดของประชากรในพื้นที่อำเภอเมืองจังหวัดมหาสารคาม ประจำปี 2553 คือ 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน พบว่าค่าไฟฟ้าเฉลี่ยที่ต้องจ่ายต่อเดือนคือ 51.63 บาท ซึ่งได้นำค่านี้มาพิจารณาเป็นค่าเฉลี่ยต่อเดือนของข้อมูล 12 เดือน ดังนั้นเมื่อนำไปคิดค่าไฟฟ้ารายปี ระบบนี้สามารถชดเชยค่าไฟฟ้าซึ่งเท่ากับ 619.56 บาทต่อปี และมีระยะเวลาคืนทุนที่ 38 ปี จากระยะเวลาคืนทุนที่ยาวนานกว่าอายุการใช้งานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาก ดังนั้นระบบนี้ไม่มีความเป็นไปได้ในเชิงเศรษฐศาสตร์ ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่า ปริมาณการใช้ไฟฟ้าอาจน้อยเกินกว่าการลงทุนติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการใช้งาน

2) ที่ข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยเฉลี่ยทั้งหมดของประชากรในพื้นที่อำเภอเมืองจังหวัดมหาสารคาม ประจำปี 2553 คือ 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน พบว่า ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยที่ต้องจ่ายต่อเดือนคือ 202.70 บาท ซึ่งได้นำค่านี้มาพิจารณาเป็นค่าเฉลี่ยต่อเดือนของข้อมูล 12 เดือน ดังนั้นเมื่อนำไปคิดค่าไฟฟ้ารายปี ระบบนี้สามารถชดเชยค่าไฟฟ้าซึ่งเท่ากับ 2,432.40 บาทต่อปี และระบบนี้มีระยะเวลาคืนทุนที่ 32 ปี ถึงแม้ว่าระยะเวลาคืนทุนจะสั้นกว่าระบบที่ใช้ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่ร้อยละ 30 แต่ระยะเวลาคืนทุนก็ยังยาวนานกว่าอายุการใช้งานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์มากซึ่งสรุปได้ว่าระบบนี้ไม่มีความเป็นไปได้ในเชิงเศรษฐศาสตร์เช่นกัน ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่า ปริมาณการใช้ไฟฟ้าก็ยังอาจน้อยเกินกว่าการลงทุนติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการใช้งาน

5.1.2 ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้

1) ที่ข้อมูลร้อยละ 30 ของปริมาณการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยทั้งหมดของประชากรในพื้นที่อำเภอเมืองจังหวัดมหาสารคาม ประจำปี 2553 คือ 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน พบว่าค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่ายต่อเดือนคือ 51.63 บาท ซึ่งพิจารณาเป็นค่าเฉลี่ยต่อเดือนของข้อมูล 12 เดือน ได้ค่าไฟฟ้าเท่ากับ 619.56 บาทต่อปี ในการวิเคราะห์หาผลตอบแทนของระบบพบว่า ระบบนี้มีระยะเวลาคืนทุนที่ 16 ปี ซึ่งเป็นระยะเวลาที่สั้นกว่าอายุการใช้งานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

2) ที่ข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยเฉลี่ยทั้งหมดของประชากรในพื้นที่อำเภอเมืองจังหวัดมหาสารคาม ประจำปี 2553 คือ 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน พบว่า ค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่ายต่อเดือนคือ 202.70 บาท พิจารณาเป็นค่าเฉลี่ยต่อเดือนของข้อมูล 12 เดือน ได้ค่าไฟฟ้าเท่ากับ 2,432.40 บาท

ต่อปี ในการวิเคราะห์หาผลตอบแทนของระบบพบว่า ระบบนี้มีระยะเวลาคืนทุนที่ 20 ปี ซึ่งเป็นระยะเวลาที่สั้นกว่าอายุการใช้งานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ระบบทั้งสองมีระยะเวลาคืนทุนที่เหมาะสมกับอายุการใช้งานของอุปกรณ์ในระบบ รวมทั้งราคาต้นทุนที่ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับระบบแรกเนื่องจากไม่มีระบบชาร์จประจุไฟฟ้าและแบตเตอรี่ นอกจากนี้ราคาค่าไฟฟ้าใช้งานจะมีราคาถูกกว่าราคาขายไฟฟ้า ทำให้เกิดเงินค่าตอบแทนสุทธิที่มากพอที่ทำให้มีระยะเวลาคืนทุนที่เร็ว

5.1.3 ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเชื่อมต่อระบบจำหน่ายแบบสำเร็จรูปที่บริการติดตั้งโดยบริษัทเอกชน

1) ที่ปริมาณการใช้ไฟฟ้าร้อยละ 30 มีค่าไฟฟ้า 619.56 บาทต่อปี

เมื่อพิจารณาผลตอบแทนของระบบ พบว่าระบบนี้ พบว่าระบบนี้สร้างกำไรให้กับผู้ลงทุน 32,376.44 บาทต่อปี และจากจำนวนเงินนี้ สามารถคำนวณระยะเวลาในการคืนทุนได้เป็น 11.73 ปีหรือ 12 ปี

2) ที่ปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมด มีค่าไฟฟ้า 2,432.40 บาทต่อปี

เมื่อพิจารณาผลตอบแทนของระบบ พบว่าระบบนี้สร้างกำไรให้กับผู้ลงทุน 30,563.60 บาทต่อปี และจากจำนวนเงินนี้ สามารถคำนวณระยะเวลาในการคืนทุนได้เป็น 12.43 ปีหรือ 13 ปี

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าที่ปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้ง 2 แบบ พบว่ามีระยะเวลาในการคืนทุนที่น้อยลงมากเมื่อเปรียบเทียบกับระบบที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบกำไรที่เกิดขึ้นหลังจากระบบคืนทุนแล้วพบว่า ระบบที่ติดตั้งโดยบริษัทเอกชนที่ความต้องการปริมาณไฟฟ้า 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน จะมีกำไรมากกว่าระบบที่ติดตั้งเองที่ 17 เท่า และระบบที่ติดตั้งโดยบริษัทเอกชนที่ความต้องการปริมาณไฟฟ้า 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน จะกำไรมากกว่าระบบที่ติดตั้งเองที่ 13 เท่า ซึ่งชี้ให้เห็นว่าระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเชื่อมต่อระบบจำหน่ายแบบสำเร็จรูปที่บริการติดตั้งโดยบริษัทเอกชน มีความเป็นไปได้ในเชิงเศรษฐศาสตร์มากกว่าระบบที่ออกแบบติดตั้งเอง เนื่องจากมีระยะเวลาคืนทุนที่สั้นที่สุด มีกำไรที่มาก และการใช้บริการจากบริษัทเอกชนทำให้ผู้ใช้มีความสะดวกสบาย ลดขั้นตอนในการติดต่อประสานงานที่เกี่ยวข้องในการติดตั้งระบบ

5.1.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของระบบ

ปัจจัยหลักในงานวิจัยนี้ที่มีผลต่อระบบคือ อายุการใช้งานของอุปกรณ์ จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า เมื่อมีการเปลี่ยนอุปกรณ์ตามอายุการใช้งาน จะส่งผลให้ระยะเวลาคืนทุนยาวนานขึ้นในทุกๆ ระบบ

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 แม้ว่าระยะเวลาในการคืนทุนของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ จะยาวนานกว่าอายุการใช้งานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยทั่วไป แต่จากราคาของชุดอุปกรณ์ของระบบที่มีแนวโน้มลดลงซึ่งอาจทำให้ระยะเวลาคืนทุนของระบบสั้นลง

5.2.2 เนื่องจากกระทรวงพลังงานได้ระงับโครงการรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กจึงส่งผลให้เกิดผลกระทบต่อการลงทุนในระบบเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อผลิตไฟฟ้า ซึ่งในอนาคตก็ยังมีความเป็นไปได้ที่กระทรวงพลังงานจะเปิดรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตรายย่อยเพิ่มขึ้น

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

เกตสุดา สุประดิษฐ์, (2549). *Carbon Credit: นวัตกรรมทางการเงินเพื่อโลกสะอาด*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.krirk.ac.th/th/documentword/CarbonCreditPaper.pdf [สืบค้นเมื่อ 2554].

กรมอุตุนิยมวิทยา. (2553). *ภัยธรรมชาติในประเทศไทย*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.tmd.go.th/index.php. [สืบค้นเมื่อ 2554].

กรมอุตุนิยมวิทยา. (ม.ป.ป.). *วาตภัย (Storm)*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.tmd.go.th/index.php. [สืบค้นเมื่อ 2554].

กระทรวงพลังงาน. (2553). *ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ ประจำปี 2553*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.energy.go.th. [สืบค้นเมื่อ 2554].

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (ม.ป.ป. ก). *เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell)*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www2.egat.co.th/re/solarcell/solarcell_technology.htm [สืบค้นเมื่อ 13/05/54].

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (ม.ป.ป. ข). *เทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www2.egat.co.th/re/solarcell/solarcell_technology.htm [สืบค้นเมื่อ 13/05/54].

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (ม.ป.ป. ค). *พลังงานทดแทน*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www2.egat.co.th/re/index.html [สืบค้นเมื่อ 13/05/54].

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จังหวัดมหาสารคาม. (2553). *สถิติข้อมูลการใช้ไฟฟ้าประจำปี 2553 จังหวัดมหาสารคาม*. มหาสารคาม: การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จังหวัดมหาสารคาม.

โซล่าเซลล์ไทย. (ม.ป.ป. ก). *โซลาร์เซลล์ Solar Cell*. [ออนไลน์]. ได้จาก: www.โซล่าเซลล์ไทย.com. [สืบค้นเมื่อ 2554]

โซล่าเซลล์ไทย. (ม.ป.ป. ข). *สินค้าแผงโซล่าเซลล์. Poly-Crystalline Silicon Solar Cell Module 130 W.* [ออนไลน์]. ได้จาก: http://xn--c3ca0b5bmba5hvfqa3a6b5c.com/solarcell/solar001. [สืบค้นเมื่อ 2554].

เดอะคลีนิคคอม เน็ตเวิร์ค. (2553 ก). *สินค้าแบตเตอรี่ชนิด Deep cycle ขนาด 12 โวลท์ 130 แอมป์*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.clinicsolar.igetweb.com/. [สืบค้นเมื่อ 2555].

เดอะคลีนิคคอม เน็ตเวิร์ค. (2553 ข). สินค้าแบตเตอรี่ สำหรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.clinicsolar.igetweb.com/index.Php?mo=28&id=189727. [สืบค้นเมื่อ 2554].

เดอะคลีนิคคอม เน็ตเวิร์ค. (2553 ค). *สินค้า, พลังงานแสงอาทิตย์, แผงโซล่าเซลขนาด 130 วัตต์*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.clinicsolar.com/product/151371/แผง-โซล่าเซลขนาด-130-วัตต์.html. [สืบค้นเมื่อ 2554].

เดอะคลีนิคคอม เน็ตเวิร์ค. (2555 ก). *สินค้าเครื่องแปลงไฟฟ้าแบบ Grid-Tie Inverter ขนาด 2000 วัตต์*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.clinicsolar.com/index.php?p=1&mo=30&cid=136482 [สืบค้นเมื่อ 2554].

เดอะคลีนิคคอม เน็ตเวิร์ค. (2555 ข). *เครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้า 12V/20A.* [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.clinicsolar.com/index.php?mo=28&id=188021 [สืบค้นเมื่อ 2554].

ดีดีเทค. (2544). *อุปกรณ์ควบคุมการชาร์จกระแสไฟฟ้า Charge Controller.* [ออนไลน์]. ได้จาก: http://technocenter.tarad.com/product-th-641191-อุปกรณ์ควบคุมการชาร์จกระแสไฟฟ้า+Charge+Controller.html. [สืบค้นเมื่อ 2555].

ตลาด เซ็นเตอร์. (2555). *ตู้แปลงกระแสไฟฟ้าแบบ Grid-Tie inverter ขนาด 2000 วัตต์*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.tarad.in.th/images/stories/map.gif. [สืบค้นเมื่อ 2555].

ไทยพาวว์เวอร์เทค. (2554 ก). *สินค้าเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ Grid-Tie Inverter ขนาด 2000 วัตต์.* [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.thaipowertech.com. [สืบค้นเมื่อ 2555].

ไทยพาวว์เวอร์เทค. (2554 ข). *สินค้าเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ Stand alone ชนิด Pure sine wave ขนาด 1000 วัตต์*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.thaipowertech.com. [สืบค้นเมื่อ 2555].

ไทยพาวว์เวอร์เทค. (2554 ค). *สินค้าเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ Stand alone ชนิด Pure sine wave ขนาด 2000 วัตต์*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.thaipowertech.com. [สืบค้นเมื่อ 2555].

ทองสุขศิริ ออโตเมชั่น แอนด์ เซอร์วิส. (2555 ก). *เครื่องควบคุมการชาร์จ สำหรับโซล่าเซลล์ รุ่น LS1024, LS1024R*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.tsautoserv.com/product.detail_301834_th_1861344#%20. [สืบค้นเมื่อ 2555].

ทองสุขศิริ ออโตเมชั่น แอนด์ เซอร์วิส. (2555 ข). *อินเวอเตอร์ 500-3000W (Taiwan)*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://tsautoservice.tarad.com/product_821805_en. [สืบค้นเมื่อ 2555].

ท็อปอินเตอร์เทค โซลูชั่น. (2555 ก). *สินค้าเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ Grid-Tie Inverter ขนาด 1000 วัตต์*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.topintertech.com [สืบค้นเมื่อ 2555].

ท็อปอินเตอร์เทค โซลูชั่น. (2555 ข). *สินค้าเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ Stand alone ขนาด 2000 วัตต์*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.topintertech.com [สืบค้นเมื่อ 2555].

ธนาคารแห่งประเทศไทย. (2555). *อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ.* [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.bot.or.th/Thai/Pages/BOTDefault.aspx. [สืบค้นเมื่อ 19 ต.ค. 2555]

เนโธโร่-เอ็นเนอจี้. (ม.ป.ป. ก). *สินค้าแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 130 วัตต์*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.naturalenergyth.com/solar_130w.html. [สืบค้นเมื่อ 2555].

เนโธโร่-เอ็นเนอจี้. (ม.ป.ป. ข). สินค้าเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ Stand alone ชนิด Pure sine wave ขนาด 1000 วัตต์. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.naturalenergyth.com/inverter.html. [สืบค้นเมื่อ 2555].

นอร์ทเทอร์นซันไชน์. (2555). *สินค้าเครื่องควบคุมการชาร์จประจุ ขนาด 20 A*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.nsthai.com. [สืบค้นเมื่อ 2555].

เมคคาช็อป. (2546). *สินค้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 130 วัตต์* [ออนไลน์]. ได้จาก: www.mechashop.com. [สืบค้นเมื่อ 2555]

เมคคาช็อป. (2554). *สินค้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 130 วัตต์* [ออนไลน์]. ได้จาก: www.mechashop.com. [สืบค้นเมื่อ 2555]

พลังงานทดแทนเพื่อคนไทย. (2555 ก). *สินค้าเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ Grid-Tie Inverter ขนาด 1000 วัตต์.* [ออนไลน์]. ได้จาก: http://renewableenergythai.com/product/grid-tied-inverter-1000-w. [สืบค้นเมื่อ 2555].

พลังงานทดแทนเพื่อคนไทย. (2555 ข). *สินค้าแบตเตอรี่ Deep cycle สำหรับระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ยี่ห้อ Trojan ขนาด 12 โวลท์ 130 แอมป์*. ได้จาก: http://renewableenergythai.com/product/แบตเตอรี่-deep-cycle-12v130ah. [สืบค้นเมื่อ 2555].

ภูปายกังหันลมและโซล่าเซลผลิตไฟฟ้า. (2552). *สินค้าแบตเตอรี่ชนิด Deep cycle ขนาด 12 โวลท์ 130 แอมป์*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.wind-solarcell.com. [สืบค้นเมื่อ 2555].

ลีโอนิคส์. (2546). *เรื่องของพลังงาน, เส้นทางสู่พลังงานสีเขียว, เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.leonics.co.th/html/th/aboutpower/greenway15.php. [สืบค้นเมื่อ 10/พฤศจิกายน/2555].

เอกรัฐโซลาร์. (2552). ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อขายสำหรับบ้านพักอาศัย โครงการโซล่าร์รูฟ. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://ekarat-solar.com/RoofDetails.php. [สืบค้นเมื่อ 28/มกราคม/2555].

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.tgo.or.th/ [สืบค้นเมื่อ 2554].

อนุชา ดีผาง. (2550). ระบบติดตามดวงอาทิตย์ที่ควบคุมโดยการคำนวณตำแหน่งดวงอาทิตย์ที่ปรากฏในท้องฟ้าด้วยไมโครคอมพิวเตอร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

อภิชน มุ่งชู และนุชิดา สุวแพทย์ (2555). ผลเชิงเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยแผงแสงอาทิตย์เพื่อขาย สำหรับบ้านพักอาศัย ในเขตอำเภอเมืองจังหวัดมหาสารคาม. *การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 8*. ไม่มีเลขหน้า. ที่โรงแรมตักศิลา จังหวัดมหาสารคาม

อีโค เอนเนอจีฟาร์ม. (ม.ป.ป.). *สินค้าเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ Grid-Tie Inverter ขนาด 2000 วัตต์*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.eco-energyfarm.com. [สืบค้นเมื่อ 2555].

อีพีซี อินเตอร์เนชั่นเนล. (2551). *ชุดควบคุมการประจุไฟ*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.epcinter.co.th/th/productgroup.php?categoryid=2. [สืบค้นเมื่อ 2555].

อีสต์เทิร์น เอ็นเนอร์ยี่. (2555). *สินค้าเครื่องควบคุมการชาร์จประจุ ขนาด 20 A*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.eastern-energy.net. [สืบค้นเมื่อ 2555].

Affordable solar. (n.d.). [Online]. Available from: http://www.affordable-solar.com. [cited 2554].

Alam Hossain Mondal, M., and Sadrul Islam, A. K. M. (2011). Potential and viability of grid-connected solar PV system in Bangladesh. *Renewable Energy*, 36(6), 1869-1874.

Drews, A., Keizer, A.C. de, Beyer, H.G., Lorenz, E., Betcke, J.W.H., Sark, W.G., ... Heinemann, D. (2007). Monitoring and remote failure detection of grid-connected PV systems based on satellite observations. *Solar Energy*, 81(6), 548–564.

Eltawil, Mohamed A. and Zhao, Zhengming. (2010). Grid-connected photovoltaic power systems: Technical and potential problems-A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(1), 112-129

European Photovoltaic Technology Platform. (n.d.). *My PV project: frequently asked questions*. [online]. Available from: http : // www. eupvplatform.org/ faq/my-pv-project-frequently-asked-questions/photovoltaic-energy-why-how.html. [Cited 2555].

Goswami, D. Yogi, Kreith, F. and Kreider, Jan F. (2000). *Principles of Solar Engineering*. 2nd ed. Philadelphia, PA: Taylor and Francis.

Kannan, R., Leong, K.C., Osman, R., Ho, H.K. and Tso, C.P. (2006). Life cycle assessment study of solar PV systems: An example of a 2.7 kWp distributed solar PV system in Singapore. *Solar Energy*, 80, 555–563.

Ketjoy, N. and Mansiri, K. (2010). Technical Performace Study of 5.2 kW_p Photovotaic Grid Connected System. *School of Renewable Energy Technology (SERT)*, Naresuan University, August 2010.

Li, Danny H.W., Cheung, K.L., Lam, Tony N.T. and Chan, Wilco W.H. (2012). A study of grid-connected photovoltaic (PV) system in Hong Kong. *Applied Energy*, 90(1), 122(6).

Mind tek. (n.d. a). *สินค้าเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ Stand alone ชนิด Pure sine wave ขนาด 1000 วัตต์*. [ออนไลน์].ได้จาก: http://www.mind-tek.net/inverter/89-pure-sine-wave-inverter-1kw-12v.html. [สืบค้นเมื่อ 2555].

Mind tek. (n.d. b). *สินค้าเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ Grid-Tie Inverter ขนาด 1000 วัตต์*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.mind-tek.net/inverter/83-grid-tie-inverter-1000w.html [สืบค้นเมื่อ 2555].

Mukai, T., Kawamoto, S., Ueda, Y., Saijo, M. and Abe, N. (2011). Residential PV system users' perception of profitability, reliability, and failure risk: An empirical survey in a local Japanese municipality. *Energy Policy*, 39(9), 5440-5448.

Ren, H., Gao W. and Ruan Y. (2009) Economic optimization and sensitivity analysis of photovoltaic system in residential buildings. *Renewable Energy*, 34, 883–889.

Skunpong, R. and Plangklang, B. (2011). A Practical Method for Quickly PV Sizing. *Procedia Engineering*, 8, 120-127.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ข้อมูลของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

สัญญาการซื้อขายไฟฟ้ากับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ข้อมูลสัญญาการซื้อขายไฟฟ้ากับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ในการซื้อขายไฟฟ้ากับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคต้องลงนามในสัญญาดังรายละเอียดต่อไปนี้

สัญญาซื้อขายไฟฟ้า เลขที่.....

การรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก

(สำหรับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน)

ระหว่าง

.....กับ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

สัญญาซื้อขายไฟฟ้านี้ทำที่การไฟฟ้าฝ่ายจำหน่าย เมื่อวันที่.....
ระหว่าง.....โดย.....ที่อยู่เลขที่.....ซึ่งต่อไปในสัญญานี้เรียกว่า “ผู้ผลิตไฟฟ้า” ฝ่ายหนึ่ง กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
โดย.....
ตำแหน่ง.....สำนักงาน .....
เลขที่.....ซึ่งต่อไปในสัญญานี้เรียกว่า “การไฟฟ้า” อีกฝ่ายหนึ่ง ทั้งสองฝ่ายตกลงซื้อขายไฟฟ้า โดยมีเงื่อนไขดังต่อไปนี้

1. การซื้อขายพลังงานไฟฟ้า

1.1 ผู้ผลิตไฟฟ้าและการไฟฟ้าต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขการซื้อขายไฟฟ้าและการเชื่อมโยงระบบไฟฟ้า ตามที่กำหนดไว้ในระเบียบการรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก สำหรับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน และระเบียบการไฟฟ้าฝ่ายจำหน่ายว่าด้วยการเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนานกับระบบของการไฟฟ้าฝ่ายจำหน่าย พ.ศ. 2549 สำหรับปริมาณพลังไฟฟ้าไม่เกิน 10 เมกะวัตต์ ตามเอกสารแนบท้ายสัญญาหมายเลข 1 และ 2 ตามลำดับ

1.2 ให้ถือว่าเอกสารแนบท้ายสัญญาหมายเลข 1 และ 2 เป็นส่วนหนึ่งของสัญญานี้ หากข้อความใดในเอกสารแนบท้ายสัญญาขัดแย้งกับสัญญานี้ ให้ถือข้อความในสัญญาเป็นสำคัญ

1.3 การไฟฟ้าตกลงซื้อและผู้ผลิตไฟฟ้าตกลงขายพลังไฟฟ้าในปริมาณพลังไฟฟ้าสูงสุด.....เมกะวัตต์ ที่ระดับแรงดัน.....โวลท์ โดยมีจุดรับซื้อไฟฟ้าอยู่ที่จุดติดตั้งที่.....และมีรายละเอียดของระบบการผลิตไฟฟ้าตามที่ระบุในแบบคำขอจำหน่ายไฟฟ้าและการเชื่อมโยงระบบไฟฟ้า โดย ผู้ผลิตไฟฟ้า สัญญาว่าจะขายไฟฟ้าให้การไฟฟ้า ภายในวันที่ .....

1.4 การไฟฟ้าตกลงจะขายไฟฟ้าสำรองให้ผู้ผลิตไฟฟ้าตามที่ผู้ผลิตไฟฟ้าร้องขอ ตามประกาศอัตราค่าไฟฟ้าสำรองและให้เป็นไปตามสัญญาซื้อขายไฟฟ้าสำรองระหว่างการไฟฟ้า กับ ผู้ผลิตไฟฟ้า

2. การใช้และการสิ้นสุดของสัญญา

สัญญาฉบับนี้มีผลใช้บังคับตั้งแต่วันที่ทั้งสองฝ่ายลงนามในสัญญา โดยมีระยะเวลา 5 ปี และต่อเนื่องครั้งละ 5 ปี โดยอัตโนมัติ และให้มีผลใช้บังคับจนกว่าจะมีการยุติสัญญาในกรณีดังต่อไปนี้

2.1 ผู้ผลิตไฟฟ้ายื่นหนังสือเป็นลายลักษณ์อักษรถึงการไฟฟ้าแสดงความประสงค์ที่จะยุติการซื้อขายไฟฟ้า โดยการเลิกสัญญา

2.2 หากคู่สัญญาฝ่ายหนึ่งฝ่ายใดไม่ปฏิบัติตามสัญญาข้อหนึ่งข้อใด ให้อีกฝ่ายหนึ่งทำหนังสือแจ้งให้ฝ่ายนั้นดำเนินการแก้ไข หากไม่แก้ไขให้อีกฝ่ายหนึ่งมีสิทธิบอกเลิกสัญญานี้ได้

3. การเชื่อมโยงระบบไฟฟ้า

3.1 ผู้ผลิตไฟฟ้ายินยอมให้การไฟฟ้าเข้าไปในสถานที่ของผู้ผลิตไฟฟ้าเพื่อทำการติดตั้ง ปฏิบัติงานบำรุงรักษาเปลี่ยนและหรือโยกย้ายอุปกรณ์เชื่อมโยงระบบไฟฟ้าได้เมื่อได้แจ้งให้เจ้าของ หรือผู้ครอบครองสถานที่ทราบแล้ว

3.2 การไฟฟ้าสงวนสิทธิ์ในการเพิ่มเติมอุปกรณ์ทั้งในระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าและในโรงไฟฟ้าของผู้ผลิตไฟฟ้าในภายหลังเพื่อให้สอดคล้องกับมาตรฐานทางด้านเทคนิคและรูปแบบการจ่ายไฟของการไฟฟ้า

3.3 แต่ละฝ่ายต้องแจ้งให้อีกฝ่ายหนึ่งทราบล่วงหน้าหากมีการเปลี่ยนแปลงใดๆ ในระบบไฟฟ้าของตน อันจะมีผลกระทบต่ออุปกรณ์ป้องกันในระบบไฟฟ้าของทั้ง 2 ฝ่าย และห้ามดำเนินการใดๆ กับอุปกรณ์เชื่อมโยง โดยไม่แจ้งให้การไฟฟ้าทราบเป็นหนังสือล่วงหน้า

4. การควบคุมและการปฏิบัติการโรงไฟฟ้า

4.1 ผู้ผลิตไฟฟ้า ต้องปฏิบัติตามคำสั่งการ (Switching Order) ของศูนย์ควบคุมการจ่ายไฟของการไฟฟ้าโดยเคร่งครัด เพื่อประโยชน์ในการปฏิบัติการและบำรุงรักษา ยกเว้นในกรณีที่อาจจะทำให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตหรือทรัพย์สินของฝ่ายหนึ่งฝ่ายใด

4.2 ให้ผู้ผลิตไฟฟ้าจัดส่งปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ต่อปี และค่าความร้อนเฉลี่ย (Average Lower Heating Value) ของเชื้อเพลิงหลักและเชื้อเพลิงเสริมที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้า

4.3 ผู้ผลิตไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงในเชิงพาณิชย์ เช่น น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงเสริมเกินกว่าร้อยละ 25 ของพลังงานความร้อนทั้งหมดที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าในรอบปีนั้นๆ จะต้องมีการผลิตไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพโดยมีสัดส่วนการประหยัดเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้า (Primary Energy Saving : PES) ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 10 ในแต่ละปี โดยมีวิธีการคำนวณตามสิ่งแนบที่ 2 ของระเบียบการรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตรายเล็กมากสำหรับการผลิตไฟฟ้าด้วยระบบ Cogeneration และหากไม่สามารถปฏิบัติตามข้อกำหนดเรื่องประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตไฟฟ้าจะต้องเสียค่าปรับตามวิธีการคำนวณในข้อ 4.4

4.4 กรณีที่ผู้ผลิตไฟฟ้ามีค่าสัดส่วนการประหยัดเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า (PES) ต่ำกว่าร้อยละ 10 การไฟฟ้าฝ่ายจำหน่ายจะเรียกคืนเงินรายได้ค่าพลังงานไฟฟ้าที่การไฟฟ้าฝ่ายจำหน่ายได้ชำระให้แก่ผู้ผลิตไฟฟ้าในรอบปีนั้นๆ ตามผลต่างของค่าสัดส่วนการประหยัดเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า (PES) ที่กำหนดในระเบียบ คือ ร้อยละ 10 กับค่าสัดส่วนการประหยัดเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าที่คำนวณได้จริง ตามสูตรการคำนวณที่กำหนดในระเบียบการรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก สำหรับการผลิตไฟฟ้าด้วยระบบ Cogeneration

5. การชำระเงิน

5.1 การชำระเงินค่าซื้อขายไฟฟ้าให้เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดในระเบียบการรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมากสำหรับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน

5.2 ในกรณีที่ผู้ผลิตไฟฟ้าผิดนัดไม่ชำระหนี้ภายในระยะเวลาที่กำหนดในระเบียบการรับซื้อไฟฟ้าฯ ให้การไฟฟ้าดำเนินการตามประกาศหรือข้อบังคับของการไฟฟ้า

5.3 ในกรณีที่การไฟฟ้าผิดนัดไม่ชำระหนี้ภายในระยะเวลาที่กำหนดในระเบียบการรับซื้อไฟฟ้าฯ การไฟฟ้ายินยอมให้ผู้ผลิตไฟฟ้าคิดดอกเบี้ยจากจำนวนเงินที่ค้างชำระในอัตราเท่ากับอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ที่ธนาคารกรุงไทย จำกัด (มหาชน) เรียกเก็บจากลูกค้าชั้นดีในขณะนั้นนับแต่วันที่ผิดนัดจนกว่าจะชำระหนี้เสร็จสิ้น ทั้งนี้อัตราดอกเบี้ยที่จะชำระให้แก่กันจะต้องไม่เกินร้อยละสิบห้า (15%) ต่อปี

6. เหตุสุดวิสัย

6.1 “เหตุสุดวิสัย” หมายถึง เหตุใดๆ อันจะเกิดขึ้นก็ดีจะให้ผลภัยพิบัติก็ดีเป็นเหตุที่ไม่อาจป้องกันได้ แม้ทั้งบุคคลผู้ต้องประสบหรือใกล้จะต้องประสบเหตุนั้นจะได้จัดการระมัดระวังตามสมควรอันพึงคาดหมายได้จากบุคคลนั้นในฐานะและภาวะเช่นนั้น และให้รวมถึงเหตุหนึ่งเหตุใดหรือหลายเหตุดังต่อไปนี้

6.1.1 การกระทำของรัฐบาลเช่นมีการเปลี่ยนแปลงนโยบายด้านพลังงานของรัฐบาล

6.1.2 การกระทำของศัตรูในลักษณะสงครามไม่ว่าจะมีการประกาศหรือไม่ก็ตาม การปิดล้อม การลุกฮือ การขบถ การก่อความวุ่นวาย การจารกรรม การก่อวินาศกรรม การนัดหยุดงาน การปิดงานตามกฎหมายแรงงาน การรอนสิทธิใดๆ แผ่นดินไหว พายุ ไฟไหม้ น้ำท่วม การระเบิด

6.1.3 เหตุขัดข้องในระบบจำหน่ายไฟฟ้า อันเนื่องจากอุบัติเหตุที่เกิดกับระบบจำหน่ายไฟฟ้าหรือ อุปกรณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในการเชื่อมโยงระบบไฟฟ้า

6.2 ในกรณีที่คู่สัญญาฝ่ายหนึ่งฝ่ายใดไม่สามารถปฏิบัติตามสัญญานี้ อันเนื่องมาจากเหตุสุดวิสัยตามข้อ 6.1 จะถือว่าคู่สัญญาฝ่ายนั้นผิดสัญญาไม่ได้ และคู่สัญญาอีกฝ่ายหนึ่งจะไม่เรียกร้องค่าเสียหายใดๆ ทั้งสิ้น

6.3 คู่สัญญาฝ่ายที่อ้างเหตุสุดวิสัยจะต้อง

6.3.1 แจ้งให้อีกฝ่ายหนึ่งทราบในทันทีที่สามารถทำได้ถึงเหตุสุดวิสัย พร้อมด้วยข้อมูลรายละเอียดของเหตุสุดวิสัย และระยะเวลาที่จำเป็นจะต้องใช้ในการแก้ไข

6.3.2 ออกค่าใช้จ่าย และดำเนินการแก้ไขอย่างจริงจัง เพื่อให้เหตุสุดวิสัยสิ้นสุดลงโดยเร็ว ทั้งนี้ การดำเนินการดังกล่าวต้องอยู่ในวิสัยที่คู่สัญญาฝ่ายนั้นกระทำได้

7. กรณีพิพาทและอนุญาโตตุลาการ

7.1 ในกรณีที่มีข้อโต้แย้งเกิดขึ้นระหว่างคู่สัญญาเกี่ยวกับข้อกำหนดแห่งสัญญานี้ หรือเกี่ยวกับการปฏิบัติตามสัญญานี้ และคู่สัญญาไม่สามารถตกลงกันได้ ให้เสนอข้อโต้แย้งหรือข้อพิพาทนั้นต่ออนุญาโตตุลาการ หากอนุญาโตตุลาการไม่สามารถวินิจฉัยหาข้อยุติได้ให้ศาลไทยเป็นผู้วินิจฉัยชี้ขาด

7.2 เว้นแต่คู่สัญญาทั้งสองฝ่ายจะเห็นพ้องกันให้อนุญาโตตุลาการคนเดียวเป็นผู้วินิจฉัย การวินิจฉัยข้อพิพาทให้กระทำโดยอนุญาโตตุลาการ 2 คน โดยคู่สัญญาฝ่ายหนึ่งจะต้องทำหนังสือแสดงเจตนาจะให้มีอนุญาโตตุลาการระงับข้อพิพาท และระบุชื่ออนุญาโตตุลาการคนที่แต่งตั้งส่งไปยังคู่สัญญาอีกฝ่ายหนึ่ง จากนั้นภายในระยะเวลา30วัน นับถัดจากวันที่ได้รับแจ้งดังกล่าว คู่สัญญาฝ่ายที่ได้รับแจ้งจะต้องแต่งตั้ง อนุญาโตตุลาการคนที่สอง ถ้าอนุญาโตตุลาการทั้งสองคนดังกล่าวไม่สามารถประนีประนอมระงับข้อพิพาทนั้นได้ ให้อนุญาโตตุลาการทั้งสองคนร่วมกันแต่งตั้งอนุญาโตตุลาการผู้ชี้ขาดภายในกำหนดเวลา30วัน นับจากวันที่ไม่สามารถตกลงกัน ผู้ชี้ขาดดังกล่าวจะพิจารณาระงับข้อพิพาทต่อไป กระบวนการพิจารณาของอนุญาโตตุลาการให้ถือตามข้อบังคับอนุญาโตตุลาการของสถาบันอนุญาโตตุลาการกระทรวงยุติธรรมโดยอนุโลม หรือกระบวนการพิจารณาและตัดสินของอนุญาโตตุลาการให้ทำโดยใช้กฎ International Chamber of Commerce และ/หรือสมาคมหอการค้าระหว่างประเทศอย่างหนึ่งอย่างใด โดยคู่สัญญาจะตกลงกัน โดยใช้ภาษาไทยเป็นภาษาในการดำเนินกระบวนการพิจารณา

7.3 อนุญาโตตุลาการที่ได้รับการแต่งตั้งจะต้องมีคุณสมบัติเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการพัฒนาการจัดหาเงินกู้ การก่อสร้าง การเดินเครื่องโรงไฟฟ้า หรือการบำรุงรักษาโรงไฟฟ้า และจะต้องไม่เป็นลูกจ้างตัวแทนที่ปรึกษาของคู่สัญญาฝ่ายหนึ่งฝ่ายใด

7.4 ในกรณีที่คู่สัญญาฝ่ายหนึ่งฝ่ายใดไม่แต่งตั้งอนุญาโตตุลาการฝ่ายตน หรือในกรณีที่อนุญาโตตุลาการทั้งสองคนไม่สามารถตกลงกันแต่งตั้งอนุญาโตตุลาการผู้ชี้ขาดได้ คู่สัญญาแต่ละฝ่ายต่างมีสิทธิร้องขอต่อศาลแพ่ง เพื่อแต่งตั้งอนุญาโตตุลาการหรืออนุญาโตตุลาการผู้ชี้ขาดได้ แล้วแต่กรณี

7.5 คำชี้ขาดของอนุญาโตตุลาการ หรือของอนุญาโตตุลาการผู้ชี้ขาดแล้วแต่กรณีให้ถือเป็นเด็ดขาดและ ถึงที่สุดผูกพันคู่สัญญา หากข้อโต้แย้งไม่สามารถวินิจฉัยหาข้อยุติได้โดยคณะอนุญาโตตุลาการ หรืออนุญาโตตุลาการผู้ชี้ขาด หรือคู่สัญญาที่ได้รับแจ้งตามข้อ 7.2 ไม่แต่งตั้งอนุญาโตตุลาการฝ่ายตน โดยมีความประสงค์ใช้สิทธิ์ทางศาลเป็นผู้พิจารณาระงับข้อพิพาท โดยให้ศาลจังหวัดพิจารณาวินิจฉัย

7.6 คู่สัญญาแต่ละฝ่ายเป็นผู้รับภาระค่าธรรมเนียมอนุญาโตตุลาการฝ่ายตน และออกค่าใช้จ่ายอื่นๆ ใน การดำเนินกระบวนพิจารณาฝ่ายละครึ่ง ในกรณีที่มีการแต่งตั้งอนุญาโตตุลาการคนเดียว หรือมีการแต่งตั้งอนุญาโตตุลาการผู้ชี้ขาดให้อนุญาโตตุลาการ หรืออนุญาโตตุลาการผู้ชี้ขาดเป็นผู้กำหนดภาระค่าธรรมเนียมอนุญาโตตุลาการคนเดียว หรือภาระค่าธรรมเนียมอนุญาโตตุลาการผู้ชี้ขาดคนเดียว แล้วแต่กรณี

สัญญานี้ได้ทำขึ้นเป็นสองฉบับมีข้อความถูกต้องตรงกันทุกประการ คู่สัญญาได้อ่านและเข้าใจข้อความในสัญญานี้ดีแล้ว จึงลงลายมือชื่อพร้อมประทับตรา (ถ้ามี) ไว้เป็นสำคัญต่อหน้าพยาน และคู่สัญญาต่างยึดถือ สัญญาฝ่ายละหนึ่งฉบับเก็บไว้เป็นหลักฐาน

ผู้ผลิตไฟฟ้า	**การไฟฟ้า**
ลงชื่อ ..... ผู้ผลิตไฟฟ้า	ลงชื่อ ..... การไฟฟ้า
(.....)	(.....)
ตำแหน่ง	ตำแหน่ง
ลงชื่อ ..... พยาน	ลงชื่อ ..... พยาน
(.....)	(.....)
ตำแหน่ง	ตำแหน่ง

ที่มา : บริษัทเอกรัฐโซล่าร์ จำกัด,2553

แบบคำขอจำหน่ายไฟฟ้าและการเชื่อมโยงระบบไฟฟ้า
(สำหรับปริมาณพลังไฟฟ้าไม่เกิน 10 เมกะวัตต์)

แบบคำขอจำหน่ายไฟฟ้าและการเชื่อมโยงระบบไฟฟ้า สำหรับผู้ผลิตไฟฟ้าที่มีปริมาณพลังไฟฟ้าไม่เกิน 10 เมกะวัตต์ เพื่อจ่ายเข้าระบบของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค/การไฟฟ้านครหลวง

หมายเหตุ: ผู้ผลิตไฟฟ้าที่มีขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้ารวมกันต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ ไม่จำเป็นต้องกรอกรายละเอียดในส่วนที่ 3.3 และส่วนที่ 4

ส่วนที่ 1 รายละเอียดของผู้สมัคร

ข้าพเจ้า .....อายุ..... ปี สัญชาติ..... เชื้อชาติ.....
อยู่บ้านเลขที่.....ตรอก/ซอย..... ถนน.....หมู่ที่.....
ตำบล.....อำเภอ.....จังหวัด.....
รหัสไปรษณีย์.....โทรศัพท์.....
ข้าพเจ้ายื่นคำร้องในฐานะเป็น.....กิจการ หรือ
บริษัท.....ที่ตั้งสำนักงานใหญ่.....
โทรศัพท์.....โทรสาร.....
ที่ตั้งโรงไฟฟ้า.....
โทรศัพท์.....โทรสาร.....

ส่วนที่ 2 คุณสมบัติของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้รับพลังงานจากแหล่งพลังงานหมุนเวียนใช่หรือไม่: ☐ ใช่ ☐ ไม่ใช่

ชนิดของพลังงานหมุนเวียน ☐ พลังงานแสงอาทิตย์ ☐ พลังงานลม ☐ พลังงานน้ำ
☐ พลังงานก๊าซชีวภาพ ☐ พลังงานความร้อนใต้พิภพ
☐ พลังงานจากเศษวัสดุ ☐ อื่นๆ

ชนิดของแหล่งพลังงานอื่นๆ ☐ ก๊าซธรรมชาติ ☐ น้ำมัน
☐ ถ่านหิน ☐ อื่นๆ

มีกำลังไฟฟ้าเหลือจ่ายให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค/การไฟฟ้านครหลวง

☐ มี ☐ ไม่มี

ปริมาณพลังไฟฟ้าทั้งระบบ.....กิโลวัตต์ ปริมาณพลังไฟฟ้าที่ใช้เอง.....กิโลวัตต์
ปริมาณพลังไฟฟ้าสูงสุดที่จะจ่ายเข้าระบบ.....กิโลวัตต์

ส่วนที่ 3 ข้อมูลทางเทคนิคของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

3.1 ชนิดและจำนวนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า:

☐ ซิงโครนัส (Synchronous) จำนวน .....เครื่อง
☐ เหนี่ยวนำ (Induction) จำนวน .....เครื่อง
☐ กระแสตรง หรือ พลังงานแสงอาทิตย์ที่มี Inverter
☐ Inverter แบบ Self-Commutated จำนวน..... เครื่อง
☐ Inverter แบบ Line -Commutated จำนวน .....เครื่อง

3.2 รายละเอียดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ชื่อผู้ผลิต รุ่น และหมายเลข ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า : .....

ขนาดกำลังการผลิต (กิโลวัตต์) : .....

ชื่อผู้ผลิต รุ่น และหมายเลข ของ Inverter : .....

ขนาดกำลังการผลิต (กิโลวัตต์) : .....

หากมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละประเภทมากกว่า 1 เครื่อง ให้แนบรายละเอียดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทุกเครื่องมาพร้อมแบบคำขอนี้ด้วย

3.3 ลักษณะคุณสมบัติของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

(สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Synchronous และแบบ Induction)

Direct Axis Synchronous Reactance, X_d: .....P.U. Negative Sequence Reactance:.....P.U.

Direct Axis Transient Reactance, X'_d : .....P.U. Zero Sequence Reactance:.....P.U.

Direct Axis Subtransient Reactance, X_d'' : .....P.U. kVA Base:.....

ส่วนที่ 4 ข้อมูลทางเทคนิคของอุปกรณ์ที่นำมาติดตั้ง

มีการติดตั้งหม้อแปลงระหว่างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและจุดที่ทำการต่อเชื่อมหรือไม่ ☐ มี ☐ ไม่มี

ข้อมูลของหม้อแปลง (แนบสำเนาแผ่นป้ายหม้อแปลงไฟฟ้า)

ขนาด..... kVA หม้อแปลงปฐมภูมิ..... V จำนวน Tab.....

☐ Delta ☐ Wye Grounded

หม้อแปลงทุติยภูมิ.....V จำนวน Tab.....

☐ Delta ☐ Wye Grounded

Impedance หม้อแปลง : .....เปอร์เซ็นต์ ณ Tab ที่..... บนพื้นฐาน.....kVA

.....เปอร์เซ็นต์ ณ Tab ที่..... บนพื้นฐาน..... kVA

.....เปอร์เซ็นต์ ณ Tab ที่..... บนพื้นฐาน..... kVA

.....เปอร์เซ็นต์ ณ Tab ที่..... บนพื้นฐาน..... kVA

.....เปอร์เซ็นต์ ณ Tab ที่..... บนพื้นฐาน..... kVA

ข้อมูลฟิวส์ของหม้อแปลง

(แนบสำเนาข้อมูลอุณหภูมิการหลอมเหลวต่ำสุดและเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการตัด-กราฟกระแสไฟฟ้า)

ผู้ผลิต : ..... ชนิด :.....ขนาด :.....A แรงดัน :.....V

เซอร์กิตเบรคเกอร์ (แนบสำเนาคู่มือ)

ผู้ผลิต : .....ชนิด : .....พิกัดโหลด :..... A Interrupting Rating..... kA แรงดัน : V

รีเลย์ป้องกันเซอร์กิตเบรคเกอร์

(รวมทั้งสำเนาข้อมูล กราฟเวลา-การโคออดิเนทของกระแส)

ผู้ผลิต..... ประเภท.....ชนิด/หมายเลข.....

ผู้ผลิต..... ประเภท.....ชนิด/หมายเลข.....

ผู้ผลิต..... ประเภท.....ชนิด/หมายเลข.....

ผู้ผลิต..... ประเภท.....ชนิด/หมายเลข.....

ข้อมูลหม้อแปลงกระแส

(รวมทั้งสำเนาข้อมูล กราฟการกระตุ้น-การปรับแก้อัตราส่วน)

ผู้ผลิต :..... ประเภท :..... การวัด การป้องกัน ขนาด : .....VA

ระดับความถูกต้อง :..... อัตราส่วนการต่อเชื่อม .....

ผู้ผลิต :..... ประเภท :..... การวัด การป้องกัน ขนาด :..... VA

ระดับความถูกต้อง :..... อัตราส่วนการต่อเชื่อม .....

สวิตซ์ตัดตอนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

อุปกรณ์ตัดตอนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เชื่อมกับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค/การไฟฟ้านครหลวง

ผู้ผลิต :..... ประเภท :..... หมายเลขรุ่น :.....

พิกัดแรงดัน :..... V พิกัดกระแส : .....A เฟส : .....

บริเวณที่ติดตั้ง :.....

ส่วนที่ 5 ข้อมูลทางเทคนิคทั่วไป

ได้จัดส่งเอกสารดังต่อไปนี้มาด้วยแล้ว

- ☐ • แผนภูมิระบบไฟฟ้า (Single line Diagram) แสดงการจัดวางและการต่อเชื่อมของอุปกรณ์วงจรกระแสและแรงดัน และแผนผังการป้องกันและการควบคุม
- ☐ • เอกสารแสดงรายละเอียดการดำเนินการของแผนการป้องกันและควบคุม
- ☐ • รายละเอียดอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในสถานประกอบการ
- ☐ • แบบแปลนแสดงการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในสถานประกอบการ (กรณีรายเก่า)

ส่วนที่ 6 รายละเอียดในการติดตั้ง

ระบบผลิตจะถูกติดตั้งโดย :..... เจ้าของ ผู้ที่ได้รับใบอนุญาตตามกฎหมาย

ผู้ติดตั้ง :..... บริษัท : .....หมายเลขอนุมัติ :.....

ที่อยู่ :.....

โทรศัพท์ :.....

วันที่ติดตั้ง : .....วันขนานเครื่องกับระบบ :.....

การรับรองแสดงการติดตั้งและผ่านการตรวจสอบมาตรฐานของอุปกรณ์

วิศวกร :.....

ประเภทใบอนุญาตประกอบวิชาชีพ : .....เลขที่ใบอนุญาต.....

วันที่ :.....

ส่วนที่ 7 ใบรับรองเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและอุปกรณ์

ระบบผลิตที่ใช้อินเวอร์เตอร์จะต้องปฏิบัติตาม IEEE 929, Underwriters Lab UL 1741, IEC 1727, มาตรฐานญี่ปุ่น มาตรฐานอื่นๆ หรือมาตรฐานของไทยที่เทียบเท่ากับมาตรฐานดังกล่าว ระบบผลิตที่ใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Synchronous และแบบ Induction จะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดในระเบียบว่าด้วยการเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนานกับระบบของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค/การไฟฟ้านครหลวง สำหรับปริมาณพลังไฟฟ้าที่ไม่เกิน 10 เมกะวัตต์

โปรดลงนามด้านล่างนี้ เพื่อเป็นการยอมรับข้อกำหนด

ลงชื่อ.....

วันที่.....

ส่วนที่ 8 เอกสารประกอบแบบคำขอจำหน่ายไฟฟ้าของผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กมาก (VSPP)

8.1 ข้อมูลเบื้องต้นของลักษณะกระบวนการผลิตไฟฟ้า, Heat Balance Diagram พร้อมแสดงปริมาณอุณหภูมิ,แรงดันของไอน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิต และลักษณะการนำพลังงานความร้อนที่ได้จากระบบผลิตพลังงานร่วมมาใช้ประโยชน์ (ผู้ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ ไม่ต้องส่งเอกสารส่วนนี้)

8.2 ข้อมูลเบื้องต้นของขั้นตอนกระบวนการผลิตภายในโรงไฟฟ้า (Flow Diagram) พร้อมแสดงมาตรวัดเชื้อเพลิงที่ใช้

8.3 ปริมาณพลังงานความร้อนจากระบบผลิตพลังงานร่วม (Cogeneration) ที่นำมาใช้ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ต่อพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบผลิตพลังงานร่วม (Heat-to-Power Ratio) (ผู้ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ ไม่ต้องส่งเอกสารส่วนนี้)

8.4 แผนการผลิตไฟฟ้าและการใช้ไฟฟ้าของผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กมาก

8.5 ปริมาณของเชื้อเพลิงที่ใช้ต่อปีและค่าความร้อนเฉลี่ย (Average Lower Heating Value) ของเชื้อเพลิงที่ใช้ในระบบผลิตไฟฟ้า หรือใช้ในระบบ Cogeneration ทั้งเชื้อเพลิงหลักและเชื้อเพลิงเสริม

ส่วนที่ 9 ผู้ยื่นข้อเสนอลงนาม

ข้าพเจ้าขอรับรองว่าข้อมูลในการเชื่อมโยงอุปกรณ์เข้ากับระบบดังกล่าวข้างต้นเป็นความจริง

ลงนาม .....วันที่.....

ส่งใบสมัครฉบับสมบูรณ์ไปยัง ;.....

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค/การไฟฟ้านครหลวง

ที่อยู่.....

หมายเหตุ: การแก้ไขรายละเอียดใดๆ ในแบบคำขอจำหน่ายไฟฟ้าและการเชื่อมโยงระบบไฟฟ้า ทุกครั้งจะต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะอนุกรรมการประสานการดำเนินงานในอนาคตของการไฟฟ้า

ที่มา : บริษัทเอกรัฐโซล่าร์ จำกัด,2553

ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของจังหวัดมหาสารคามจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคประจำปี 2553

ตาราง ก.1 รายละเอียดการใช้ไฟฟ้าทุกประเภทการใช้ไฟในสังกัดการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจังหวัดมหาสารคามประจำเดือน มกราคม - ธันวาคม 2553

อำเภอ	บ้านอยู่อาศัย(<150หน่วย/เดือน)			บ้านอาศัยขนาดใหญ่(>150หน่วย/เดือน)			กิจการขนาดเล็ก			กิจการขนาดกลาง		
	ราย	หน่วย	เงิน	ราย	หน่วย	เงิน	ราย	หน่วย	เงิน	ราย	หน่วย	เงิน
เมือง	30,716.00	25,222,652.00	77,545,861.63	11,502.00	31,926,598.60	115,472,885.11	5,478.00	43,962,847.52	170,735,243.73	90.00	29,674,045.57	92,459,436.03
กันทรวิชัย	11,816.00	9,048,402.00	27,608,567.40	1,550.00	3,563,452.00	12,593,779.17	762.00	3,633,607.43	13,896,668.67	4.00	1,485,057.54	5,157,126.88
แกดำ	6,313.00	4,573,766.00	13,794,311.03	373.00	717,605.00	2,501,796.31	430.00	1,501,558.40	5,697,805.88	3.00	2,249,796.00	6,665,023.14
พยัคฆภูมิ	16,038.00	12,085,676.00	36,734,706.81	2,012.00	4,585,629.00	16,249,623.64	1,521.00	6,952,427.02	26,460,004.94	15.00	3,080,249.23	11,029,345.59
นาเชือก	10,808.00	7,898,239.00	23,850,507.79	1,003.00	2,121,521.00	7,501,314.37	866.00	3,376,005.24	11,735,051.60	4.00	2,630,242.88	8,176,422.07
ยางสีฯ	9,923.00	7,751,698.00	23,694,311.30	798.00	1,554,134.00	5,417,225.36	749.00	2,466,741.62	9,276,575.94	1.00	119,740.12	444,620.38
วาปี	19,887.00	14,601,399.00	44,088,303.59	2,084.00	4,732,798.00	16,798,961.97	1,829.00	7,680,982.66	29,227,299.49	13.00	5,190,434.03	16,822,426.06
นาดูน	8,788.00	6,423,969.00	19,398,883.62	748.00	1,556,614.00	5,485,029.30	689.00	2,381,944.60	8,971,558.78	1.00	122,993.95	416,466.16
โกสุมฯ	23,509.00	18,134,678.00	55,297,725.00	3,157.00	7,126,925.00	25,253,816.19	1,794.00	8,294,522.51	31,658,520.89	11.00	2,356,222.60	8,076,641.40
บรบือ	22,817.00	14,601,765.00	46,974,784.79	1,981.00	4,502,276.00	16,040,879.73	1,823.00	7,873,581.97	30,004,885.48	10.00	2,596,386.06	8,847,413.23
กุดรัง	9,646.00	7,008,012.00	21,253,713.60	697.00	1,480,441.00	5,245,185.90	700.00	2,517,763.29	9,479,081.41	3.00	567,596.04	1,794,730.42
เชียงยืน	12,440.00	10,341,211.00	31,646,531.75	1,799.00	4,147,762.00	14,660,420.05	1,276.00	6,295,425.38	24,084,640.69	22.00	5,146,568.30	18,214,300.98
กิ่งอ.ชื่นชม	4,632.00	3,534,895.00	10,716,085.99	322.00	646,317.00	2,251,772.86	316.00	1,180,697.36	4,479,008.76	1.00	48,237.84	190,767.55
รวม	187,333.00	141,226,362.00	432,604,294.30	28,026.00	68,662,072.60	245,472,689.96	18,233.00	98,118,105.00	375,706,346.26	178.00	55,267,570.16	178,294,719.89

ภาคผนวก ข
ขั้นตอนและวิธีการคำนวณ

1. ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้

1.1 ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน

วิธีคำนวณหาขนาดของระบบ

จากภาคผนวก ก.2 ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าโดยเฉลี่ยของประชากรในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ประจำปี 2553 มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน และเมื่อคำนวณเป็นร้อยละ 30 จะได้ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน

คำนวณหาจำนวนแผงเซลล์จากสมการ

$$N = \frac{Wh}{PSH \times A \times B \times C \times P}$$

เมื่อ N = จำนวนแผงเซลล์แสงอาทิตย์

P = กำลังไฟฟ้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (วัตต์)

Wh = พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในหนึ่งวัน (วัตต์ชั่วโมงต่อวัน)

โดยมีสมมติฐาน คือ

A = ค่าชดเชยการสูญเสียของเซลล์ฯ โดยทั่วไปกำหนดค่าประมาณร้อยละ 80

B = ค่าชดเชยการสูญเสียเชิงความร้อน โดยทั่วไปกำหนดค่าประมาณร้อยละ 85

C = ประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์ โดยทั่วไปกำหนดค่าประมาณร้อยละ 85-90

PSH= เวลาที่แผงรับแสงสูงสุด ใน 1 วัน ซึ่งค่าโดยทั่วไปคือ 4 ชั่วโมงต่อวัน

แทนค่า

$$N = \frac{0.67 \times 10^3}{4 \times 0.8 \times 0.85 \times 0.9 \times 130}$$

N = 2.10

เพราะฉะนั้นจะได้จำนวนแผงเซลล์เท่ากับ 3 แผงเซลล์

คำนวณหาจำนวนแบตเตอรี่จากสมการ

$$Storage = \frac{Wh}{\eta \times DOD}$$

โดยมีสมมติฐานคือ

ประสิทธิภาพของแบตเตอรี่เท่ากับร้อยละ 85

ค่าความลึกของการคายประจุ (Depth of discharge:DOD) เท่ากับร้อยละ 80

แทนค่า

$$Storage = \frac{0.67 \times 10^3}{0.85 \times 0.8}$$

Storage = 985.29 วัตต์ชั่วโมง

ในระบบผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ที่ดี โดยทั่วไปจะมีการสำรองพลังงานไฟฟ้าไว้ 3 วัน

$$N = \frac{Storage \times 3}{Ah \times V}$$

เมื่อ N = จำนวนแบตเตอรี่
Storage = การเก็บพลังงานของแบตเตอรี่ในหนึ่งวัน
Ah = กระแสของแบตเตอรี่ (แอมป์ชั่วโมง)
V = แรงดัน (โวล์ทเตจ)

แทนค่า

$$N = \frac{985.294 \times 3}{130 \times 12}$$

N = 1.89

เพราะฉะนั้นจะได้จำนวนแบตเตอรี่เท่ากับ 2 ลูก

คำนวณค่าไฟฟ้า

ค่าไฟฟ้าอ้างอิงจากเว็บไซต์ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, 2548)

ค่า F_t ที่ใช้เป็นค่า F_t เฉลี่ยทั้งปี 2553 คือ 92.55 สตางค์ต่อหน่วย

ประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัยอัตรา 1.1 (อัตราปกติ แบบอัตราก้าวหน้า)

ผู้ใช้ไฟฟ้ามีปริมาณการใช้ไฟฟ้า	20.1	หน่วยต่อเดือน
การปรับอัตราค่าไฟฟ้าอัตโนมัติ (F_t)	92.55	สตางค์ต่อหน่วย

ส่วนที่ 1 ค่าไฟฟ้าฐาน

5 หน่วยแรก (หน่วยที่ 1 – 5)		= 0.00 บาท
10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 6 – 15)	10x1.3576	= 13.58 บาท
10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 16 – 25)	(20.1 - 15) x1.5445	= 7.88 บาท
รวม		= 21.46 บาท
ค่าบริการ		= 8.19 บาท
รวมค่าไฟฟ้าฐาน	21.46 + 8.19	= 29.65 บาท

ส่วนที่ 2 ค่าไฟฟ้าผันแปร (F_t)

จำนวนพลังงานไฟฟ้า x ค่า F_t	20.1 x 0.9255	= 18.60 บาท

ส่วนที่ 3 ค่าภาษีมูลค่าเพิ่มร้อยละ 7

(ค่าไฟฟ้าฐาน + ค่า F_t) x 7/100	(29.65 + 18.6) x 7/100	= 3.38 บาท
รวมเงินค่าไฟฟ้า	29.65+18.6+3.38	= 51.63 บาท

คำนวณรายได้รวม

(1) (X_1)=ชดเชยค่าไฟฟ้าที่จ่ายให้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคในปีแรก 51.63×12 = 619.56บาท/ปี

(2) วิธีคิดรายได้รวมสะสมที่เพิ่มขึ้นจากการชดเชยจากค่าไฟฟ้าที่ใช้งาน โดยมีสมมติฐานคือ ค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ต่อปี

(X_2=1.05X_1)	619.56x1.05	= 650.54 บาท/ปี
รายได้สะสมในปีที่สอง	619.56+650.54	= 1270.1 บาท/ปี

จะได้เป็นสมการเพื่อหารายได้รวมสะสมในปีที่สาม... $X_3=1.05X_2+X_2$, $X_i=1.05X_i+X_{i-1}$

โดยผลการคำนวณที่ได้แสดงดังตาราง ข.1

ตาราง ข.1 ผลการคำนวณรายได้รวมสะสมของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน

ปีที่	ค่าไฟฟ้าที่ใช้งาน (x1) (X2=1.05X1) (X3=1.05X2) (บาท/ปี)	ต้นทุนคงที่ บาท	รายได้รวมสะสม บาท	*ต้นทุนแปรผัน บาท	*ต้นทุนรวม บาท
1	619.56	64,250	619.56	0	64,250
2	650.54	64,250	1,270.10	0	64,250
3	683.06	64,250	1,953.16	0	64,250
4	717.22	64,250	2,670.38	0	64,250
5	753.08	64,250	3,423.46	0	64,250
6	790.73	64,250	4,214.19	21,750	86,000
7	830.27	64,250	5,044.46	0	86,000
8	871.78	64,250	5,916.25	0	86,000
9	915.37	64,250	6,831.62	0	86,000
10	961.14	64,250	7,792.76	0	86,000
11	1,009.20	64,250	8,801.96	21,750	107,750
12	1,059.66	64,250	9,861.61	0	107,750
13	1,112.64	64,250	10,974.26	0	107,750
14	1,168.27	64,250	12,142.53	0	107,750
15	1,226.69	64,250	13,369.21	0	107,750
16	1,288.02	64,250	14,657.24	21,750	129,500
17	1,352.42	64,250	16,009.66	0	129,500
18	1,420.04	64,250	17,429.70	0	129,500
19	1,491.05	64,250	18,920.75	0	129,500
20	1,565.60	64,250	20,486.34	0	129,500
21	1,643.88	64,250	22,130.22	21,750	151,250
22	1,726.07	64,250	23,856.29	0	151,250
23	1,812.37	64,250	25,668.67	0	151,250
24	1,902.99	64,250	27,571.66	0	151,250
25	1,998.14	64,250	29,569.80	0	151,250
26	2,098.05	64,250	31,667.85	64,250	215,500
27	2,202.95	64,250	33,870.80	0	215,500
28	2,313.10	64,250	36,183.90	0	215,500
29	2,428.76	64,250	38,612.66	0	215,500
30	2,550.19	64,250	41,162.85	0	215,500
31	2,677.70	64,250	43,840.55	21,750	237,250
32	2,811.59	64,250	46,652.14	0	237,250
33	2,952.17	64,250	49,604.31	0	237,250
34	3,099.78	64,250	52,704.09	0	237,250
35	3,254.76	64,250	55,958.85	0	237,250
36	3,417.50	64,250	59,376.35	21,750	259,000
37	3,588.38	64,250	62,964.73	0	259,000

ตาราง ข.1 (ต่อ)

ปีที่	ค่าไฟฟ้าที่ใช้งาน (x1) (X2=1.05X1) (X3=1.05X2) (บาท/ปี)	ต้นทุนคงที่ บาท	รายได้รวมสะสม บาท	* ต้นทุนแปรผัน บาท	* ต้นทุนรวม บาท
38	3,767.80	64,250	66,732.53	0	259,000
39	3,956.19	64,250	70,688.71	0	259,000
40	4,154.00	64,250	74,842.71	0	259,000
41	4,361.70	64,250	79,204.40	21,750	280,750
42	4,579.78	64,250	83,784.18	0	280,750
43	4,808.77	64,250	88,592.95	0	280,750
44	5,049.21	64,250	93,642.16	0	280,750
45	5,301.67	64,250	98,943.83	0	280,750
46	5,566.75	64,250	104,510.58	21,750	302,500
47	5,845.09	64,250	110,355.67	0	302,500
48	6,137.34	64,250	116,493.01	0	302,500
49	6,444.21	64,250	122,937.22	0	302,500
50	6,766.42	64,250	129,703.64	0	302,500
51	7,104.74	64,250	136,808.39	64,250	366,750
52	7,459.98	64,250	144,268.37	0	366,750
53	7,832.98	64,250	152,101.34	0	366,750
54	8,224.63	64,250	160,325.97	0	366,750
55	8,635.86	64,250	168,961.83	0	366,750
56	9,067.65	64,250	178,029.48	21,750	388,500
57	9,521.03	64,250	187,550.52	0	388,500
58	9,997.09	64,250	197,547.60	0	388,500
59	10,496.94	64,250	208,044.54	0	388,500
60	11,021.79	64,250	219,066.33	0	388,500
61	11,572.88	64,250	230,639.20	21,750	410,250
62	12,151.52	64,250	242,790.72	0	410,250
63	12,759.10	64,250	255,549.82	0	410,250
64	13,397.05	64,250	268,946.87	0	410,250
65	14,066.90	64,250	283,013.78	0	410,250
66	14,770.25	64,250	297,784.02	21,750	432,000
67	15,508.76	64,250	313,292.79	0	432,000
68	16,284.20	64,250	329,576.99	0	432,000
69	17,098.41	64,250	346,675.39	0	432,000
70	17,953.33	64,250	364,628.72	0	432,000
71	18,851.00	64,250	383,479.72	21,750	453,750
72	19,793.55	64,250	403,273.27	0	453,750
73	20,783.22	64,250	424,056.49	0	453,750
74	21,822.38	64,250	445,878.87	0	453,750
75	22,913.50	64,250	468,792.38	0	453,750

* หมายเหตุ: คำนวณเมื่อเปลี่ยนอุปกรณ์ในระบบ
ปีที่ 38 คือ ระยะเวลาคืนทุนเมื่อไม่เปลี่ยนอุปกรณ์ในระบบ
ปีที่ 74 คือ ระยะเวลาคืนทุนเมื่อเปลี่ยนอุปกรณ์ในระบบ

1.2 ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้

วิธีคำนวณหาขนาดของระบบ

จากตาราง ก.1 ข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยเฉลี่ยของประชากรในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ประจำปี 2553 คือ 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน

คำนวณหาจำนวนแผงเซลล์จากสมการ

$$N = \frac{Wh}{PSH \times A \times B \times C \times P}$$

เมื่อ N = จำนวนแผงเซลล์แสงอาทิตย์

P = กำลังไฟฟ้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (วัตต์)

Wh = พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในหนึ่งวัน (วัตต์ชั่วโมงต่อวัน)

โดยมีสมมติฐาน คือ

A = ค่าชดเชยการสูญเสียของเซลล์ฯ โดยทั่วไปกำหนดค่าประมาณร้อยละ 80

B = ค่าชดเชยการสูญเสียเชิงความร้อน โดยทั่วไปกำหนดค่าประมาณร้อยละ 85

C = ประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์ โดยทั่วไปกำหนดค่าประมาณร้อยละ 85-90

PSH= เวลาที่แผงรับแสงสูงสุด ใน 1 วัน ซึ่งค่าโดยทั่วไปคือ 4 ชั่วโมงต่อวัน

แทนค่า

$$N = \frac{2.26 \times 10^3}{4 \times 0.8 \times 0.85 \times 0.9 \times 130}$$

N = 7.10

เพราะฉะนั้นจะได้จำนวนแผงเซลล์เท่ากับ 8 แผงเซลล์

คำนวณหาจำนวนแบตเตอรี่จากสมการ

$$Storage = \frac{Wh}{\eta \times DOD}$$

โดยมีสมมติฐานคือ

ประสิทธิภาพของแบตเตอรี่เท่ากับร้อยละ 85

ค่าความลึกของการคายประจุ (Depth of discharge:DOD) เท่ากับร้อยละ 80

แทนค่า

$$Storage = \frac{2.26 \times 10^3}{0.85 \times 0.8}$$

Storage = 3323.53 วัตต์ชั่วโมง

ในระบบผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ที่ดี โดยทั่วไปจะมีการสำรองพลังงานไฟฟ้าไว้ 3 วัน

$$N = \frac{Storage \times 3}{Ah \times V}$$

เมื่อ N = จำนวนแบตเตอรี่

Storage = การเก็บพลังงานของแบตเตอรี่ในหนึ่งวัน

Ah = กระแสของแบตเตอรี่ (แอมป์ชั่วโมง)

V = แรงดัน (โวล์ทเตจ)

แทนค่า

$$N = \frac{3323.53 \times 3}{130 \times 12}$$

N = 6.4

เพราะฉะนั้นจะได้จำนวนแบตเตอรี่เท่ากับ 7 ลูก

คำนวณค่าไฟฟ้า

ค่าไฟฟ้าอ้างอิงจากเว็บไซต์ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, 2548)

ค่า F_t ที่ใช้เป็นค่า F_t เฉลี่ยทั้งปี 2553 คือ 92.55 สตางค์ต่อหน่วย

ประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัยอัตรา 1.1 (อัตราปกติ แบบอัตราก้าวหน้า)

ผู้ใช้ไฟฟ้ามีปริมาณการใช้ไฟฟ้า	67.8	หน่วยต่อเดือน
การปรับอัตราค่าไฟฟ้าอัตโนมัติ (F_t)	92.55	สตางค์ต่อหน่วย

ส่วนที่ 1 ค่าไฟฟ้าฐาน

5 หน่วยแรก (หน่วยที่ 1 – 5)		= 0.00 บาท
10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 6 – 15)	10x1.3576	= 13.58 บาท
10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 16 – 25)	10x1.5445	= 15.45 บาท
10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 26 – 35)	10x1.7968	= 17.97 บาท
65 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 36 – 100)	(67.8 - 35) x2.1800	= 71.50 บาท
รวม		= 118.50 บาท
ค่าบริการ		= 8.19 บาท
รวมค่าไฟฟ้าฐาน	118.5 + 8.19	= 126.69 บาท

ส่วนที่ 2 ค่าไฟฟ้าผันแปร (F_t)

จำนวนพลังงานไฟฟ้า x ค่า F_t	67.8 x 0.9255	= 62.75 บาท

ส่วนที่ 3 ค่าภาษีมูลค่าเพิ่มร้อยละ 7

(ค่าไฟฟ้าฐาน + ค่า F_t) x 7/100	(126.69 + 62.75) x 7/100	= 13.26 บาท

รวมเงินค่าไฟฟ้า 126.69+62.75+13.26 = 202.70 บาท

คำนวณรายได้รวม

(1) (X_1)=ชดเชยค่าไฟฟ้าที่จ่ายให้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคในปีแรก 202.70×12 = 2,432.40 บาท/ปี

(2) วิธีคิดรายได้รวมสะสมที่เพิ่มขึ้นจากการชดเชยจากค่าไฟฟ้าที่ใช้งาน

(X_2=1.05X_1)	2,432.40x1.05	= 2554.02 บาท/ปี
รายได้สะสมในปีที่สอง	2,432.40+2554.02	= 4986.42 บาท/ปี

จะได้เป็นสมการเพื่อหารายได้รวมสะสมในปีที่สาม... $X_3=1.05X_2+X_2$, $X_i=1.05X_i+X_{i-1}$

โดยผลการคำนวณที่ได้แสดงดังตาราง ข.2

ตาราง ข.2 ผลการคำนวณรายได้รวมสะสมของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน

ปีที่	ค่าไฟฟ้าที่ใช้งาน (x1) (X2=1.05X1) (X3=1.05X2) (บาท/ปี)	ต้นทุนคงที่ บาท	รายได้รวมสะสม บาท	* ต้นทุนแปรผัน บาท	* ต้นทุนรวม บาท
1	2,432.40	177,700	2,432.40	0	178,550
2	2,554.02	177,700	4,986.42	0	178,550
3	2,681.72	177,700	7,668.14	0	178,550
4	2,815.81	177,700	10,483.95	0	178,550
5	2,956.60	177,700	13,440.55	0	178,550
6	3,104.43	177,700	16,544.97	62,700	241,250
7	3,259.65	177,700	19,804.62	0	241,250
8	3,422.63	177,700	23,227.25	0	241,250
9	3,593.76	177,700	26,821.02	0	241,250
10	3,773.45	177,700	30,594.47	0	241,250
11	3,962.12	177,700	34,556.59	62,700	303,950
12	4,160.23	177,700	38,716.82	0	303,950
13	4,368.24	177,700	43,085.06	0	303,950
14	4,586.65	177,700	47,671.71	0	303,950
15	4,815.99	177,700	52,487.70	0	303,950
16	5,056.78	177,700	57,544.48	62,700	366,650
17	5,309.62	177,700	62,854.11	0	366,650
18	5,575.11	177,700	68,429.21	0	366,650
19	5,853.86	177,700	74,283.07	0	366,650
20	6,146.55	177,700	80,429.63	0	366,650
21	6,453.88	177,700	86,883.51	62,700	429,350
22	6,776.58	177,700	93,660.08	0	429,350
23	7,115.40	177,700	100,775.49	0	429,350
24	7,471.17	177,700	108,246.66	0	429,350
25	7,844.73	177,700	116,091.40	0	429,350
26	8,236.97	177,700	124,328.36	177,700	607,050
27	8,648.82	177,700	132,977.18	0	607,050
28	9,081.26	177,700	142,058.44	0	607,050
29	9,535.32	177,700	151,593.76	0	607,050
30	10,012.09	177,700	161,605.85	0	607,050
31	10,512.69	177,700	172,118.55	62,700	669,750
32	11,038.33	177,700	183,156.87	0	669,750
33	11,590.24	177,700	194,747.12	0	669,750
34	12,169.76	177,700	206,916.87	0	669,750
35	12,778.24	177,700	219,695.12	0	669,750
36	13,417.16	177,700	233,112.27	62,700	732,450
37	14,088.01	177,700	247,200.28	0	732,450

ตาราง ข.2 (ต่อ)

ปีที่	ค่าไฟฟ้าที่ใช้งาน (x1) (X2=1.05X1) (X3=1.05X2) (บาท/ปี)	ต้นทุนคงที่ บาท	รายได้รวมสะสม บาท	* ต้นทุนแปรผัน บาท	* ต้นทุนรวม บาท
38	14,792.41	177,700	261,992.70	0	732,450
39	15,532.03	177,700	277,524.73	0	732,450
40	16,308.64	177,700	293,833.37	0	732,450
41	17,124.07	177,700	310,957.44	62,700	795,150
42	17,980.27	177,700	328,937.71	0	795,150
43	18,879.29	177,700	347,817.00	0	795,150
44	19,823.25	177,700	367,640.25	0	795,150
45	20,814.41	177,700	388,454.66	0	795,150
46	21,855.13	177,700	410,309.79	62,700	857,850
47	22,947.89	177,700	433,257.68	0	857,850
48	24,095.28	177,700	457,352.97	0	857,850
49	25,300.05	177,700	482,653.01	0	857,850
50	26,565.05	177,700	509,218.06	0	857,850
51	27,893.30	177,700	537,111.37	177,700	1,035,550
52	29,287.97	177,700	566,399.34	0	1,035,550
53	30,752.37	177,700	597,151.70	0	1,035,550
54	32,289.99	177,700	629,441.69	0	1,035,550
55	33,904.48	177,700	663,346.17	0	1,035,550
56	35,599.71	177,700	698,945.88	62,700	1,098,250
57	37,379.69	177,700	736,325.58	0	1,098,250
58	39,248.68	177,700	775,574.25	0	1,098,250
59	41,211.11	177,700	816,785.37	0	1,098,250
60	43,271.67	177,700	860,057.04	0	1,098,250
61	45,435.25	177,700	905,492.29	62,700	1,160,950
62	47,707.01	177,700	953,199.30	0	1,160,950
63	50,092.37	177,700	1,003,291.67	0	1,160,950
64	52,596.98	177,700	1,055,888.65	0	1,160,950
65	55,226.83	177,700	1,111,115.48	0	1,160,950
66	57,988.17	177,700	1,169,103.66	62,700	1,223,650
67	60,887.58	177,700	1,229,991.24	0	1,223,650
68	63,931.96	177,700	1,293,923.20	0	1,223,650
69	67,128.56	177,700	1,361,051.76	0	1,223,650
70	70,484.99	177,700	1,431,536.75	0	1,223,650

* หมายเหตุ: คำนวณเมื่อเปลี่ยนอุปกรณ์ในระบบ
ปีที่ 32 คือ ระยะเวลาคืนทุนเมื่อไม่เปลี่ยนอุปกรณ์ในระบบ
ปีที่ 67 คือ ระยะเวลาคืนทุนเมื่อเปลี่ยนอุปกรณ์ในระบบ

2. ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้

2.1 ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน

วิธีคำนวณหาขนาดของระบบ

จากตาราง ก.2 ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าโดยเฉลี่ยของประชากรในพื้นที่อำเภอเมืองจังหวัดมหาสารคาม ประจำปี 2553 มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน และเมื่อคำนวณเป็นร้อยละ 30 จะได้ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน

คำนวณหาจำนวนแผงเซลล์จากสมการ

$$N = \frac{Wh}{PSH \times A \times B \times C \times P}$$

เมื่อ N = จำนวนแผงเซลล์แสงอาทิตย์

P = กำลังไฟฟ้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (วัตต์)

Wh = พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในหนึ่งวัน (วัตต์ชั่วโมงต่อวัน)

โดยมีสมมติฐาน คือ

A = ค่าชดเชยการสูญเสียของเซลล์ฯ โดยทั่วไปกำหนดค่าประมาณร้อยละ 80

B = ค่าชดเชยการสูญเสียเชิงความร้อน โดยทั่วไปกำหนดค่าประมาณร้อยละ 85

C = ประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์ โดยทั่วไปกำหนดค่าประมาณร้อยละ 85-90

PSH= เวลาที่แผงรับแสงสูงสุด ใน 1 วัน ซึ่งค่าโดยทั่วไปคือ 4 ชั่วโมงต่อวัน

แทนค่า

$$N = \frac{0.67 \times 10^3}{4 \times 0.8 \times 0.85 \times 0.9 \times 130}$$

N = 2.10

เพราะฉะนั้นจะได้จำนวนแผงเซลล์เท่ากับ 3 แผงเซลล์

คำนวณปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้

จากตาราง 4.4 รายละเอียดค่าใช้จ่ายของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานและเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน ใช้เงินลงทุนประมาณ 52,000 บาท

ระบบผลิตไฟฟ้าได้ = 348.47 กิโลวัตต์ชั่วโมง/ปี

อัตราซื้อขายไฟฟ้ากับระบบจำหน่าย

11.3 บาท/กิโลวัตต์ × 348.47 กิโลวัตต์ชั่วโมง/ปี = 3,937.72 บาท/ปี

คำนวณค่าไฟฟ้า

ค่าไฟฟ้าอ้างอิงจากเว็บไซต์ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, 2548)

ค่า F_t ที่ใช้เป็นค่า F_t เฉลี่ยทั้งปี 2553 คือ 92.55 สตางค์ต่อหน่วย

ประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัยอัตรา 1.1 (อัตราปกติ แบบอัตราก้าวหน้า)

ผู้ใช้ไฟฟ้ามีปริมาณการใช้ไฟฟ้า	20.1	หน่วย/เดือน
การปรับอัตราค่าไฟฟ้าอัตโนมัติ (F_t)	92.55	สตางค์/หน่วย

ส่วนที่ 1 ค่าไฟฟ้าฐาน

5 หน่วยแรก (หน่วยที่ 1 – 5)		= 0.00 บาท
10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 6 – 15)	10x1.3576	= 13.58 บาท
10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 16 – 25)	(20.1 - 15) x1.5445	= 7.88 บาท
รวม		= 21.46 บาท
ค่าบริการ		= 8.19 บาท
รวมค่าไฟฟ้าฐาน	21.46 + 8.19	= 29.65 บาท

ส่วนที่ 2 ค่าไฟฟ้าผันแปร (F_t)

จำนวนพลังงานไฟฟ้า x ค่า F_t	20.1 x 0.9255	= 18.60 บาท

ส่วนที่ 3 ค่าภาษีมูลค่าเพิ่มร้อยละ 7

(ค่าไฟฟ้าฐาน + ค่า F_t) x 7/100	(29.65 + 18.6) x 7/100	= 3.38 บาท
รวมเงินค่าไฟฟ้า	29.65+18.6+3.38	= 51.63 บาท

คำนวณรายได้รวม

ค่าไฟฟ้าที่จ่ายให้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	51.63×12	=	619.56 บาท/ปี

รายได้รวม = เงินขายไฟฟ้าที่ผลิตได้ - เงินค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่าย

3,937.72 - 619.56 = 3,318.20 บาท/ปี

จะได้เป็นสมการเพื่อหารายได้รวมสะสมในปีที่สาม... $X_3=1.05X_2+X_2$, $X_i=1.05X_i+X_{i-1}$

โดยผลการคำนวณที่ได้แสดงดังตาราง ข.3

ตาราง ข.3 ผลการคำนวณรายได้รวมสะสมของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่การใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน

ปีที่	อัตราค่าไฟฟ้าที่ได้รับจากการไฟฟ้า	อัตราค่า Adder ที่ได้รับจากกระทรวงพลังงาน	อัตราค่าไฟฟ้ารวมที่ขายได้	พลังงานไฟฟ้าที่ขายได้	รายได้จากการขายไฟฟ้า	ค่าไฟฟ้าที่ใช้งาน (x1) (X2=1.05X1) (X3=1.05X2)	รายได้สุทธิหลังหักค่าไฟฟ้าที่ใช้งาน	ต้นทุนคงที่	รายได้รวมสะสม	* ต้นทุนแปรผัน	* ต้นทุนรวม
	(บาท/kWh)	(บาท/kWh)	(บาท/kWh)	(kWh/year)	(บาท/ปี)	(บาท/ปี)	บาท/ปี	บาท	บาท	บาท	บาท
1	3.30	8	11.30	348.47	3,937.71	619.56	3,318.15	52,000	3,318.15	0	52,000
2	3.47	8	11.47	344.99	3,956.96	650.54	3,306.43	52,000	6,624.58	0	52,000
3	3.65	8	11.65	341.54	3,978.43	683.06	3,295.36	52,000	9,919.94	0	52,000
4	3.84	8	11.84	338.12	4,002.18	717.22	3,284.96	52,000	13,204.90	0	52,000
5	4.03	8	12.03	334.74	4,028.29	753.08	3,275.22	52,000	16,480.12	0	52,000
6	4.24	8	12.24	331.39	4,056.86	790.73	3,266.13	52,000	19,746.24	9,500	61,500
7	4.46	8	12.46	328.08	4,087.96	830.27	3,257.69	52,000	23,003.94	0	61,500
8	4.69	8	12.69	324.80	4,121.69	871.78	3,249.91	52,000	26,253.85	0	61,500
9	4.93	8	12.93	321.55	4,158.14	915.37	3,242.77	52,000	29,496.62	0	61,500
10	5.19	8	13.19	318.33	4,197.41	961.14	3,236.27	52,000	32,732.89	0	61,500
11	5.45	8	13.45	315.15	4,239.60	1,009.20	3,230.40	52,000	35,963.29	9,500	71,000
12	5.73	8	13.73	312.00	4,284.82	1,059.66	3,225.16	52,000	39,188.45	0	71,000
13	6.03	8	14.03	308.88	4,333.17	1,112.64	3,220.53	52,000	42,408.98	0	71,000
14	6.34	8	14.34	305.79	4,384.78	1,168.27	3,216.51	52,000	45,625.48	0	71,000
15	6.67	8	14.67	302.73	4,439.77	1,226.69	3,213.08	52,000	48,838.56	0	71,000
16	7.01	8	15.01	299.70	4,498.25	1,288.02	3,210.23	52,000	52,048.79	9,500	80,500
17	7.37	8	15.37	296.71	4,560.37	1,352.42	3,207.95	52,000	55,256.74	0	80,500
18	7.75	8	15.75	293.74	4,626.25	1,420.04	3,206.21	52,000	58,462.95	0	80,500
19	8.15	8	16.15	290.80	4,696.05	1,491.05	3,205.01	52,000	61,667.96	0	80,500
20	8.57	8	16.57	287.89	4,769.91	1,565.60	3,204.31	52,000	64,872.26	0	80,500
21	9.01	8	17.01	285.02	4,847.97	1,643.88	3,204.10	52,000	68,076.36	9,500	90,000
22	9.47	8	17.47	282.17	4,930.41	1,726.07	3,204.34	52,000	71,280.70	0	90,000
23	9.96	8	17.96	279.34	5,017.40	1,812.37	3,205.02	52,000	74,485.73	0	90,000
24	10.47	8	18.47	276.55	5,109.10	1,902.99	3,206.10	52,000	77,691.83	0	90,000
25	11.01	8	19.01	273.79	5,205.69	1,998.14	3,207.55	52,000	80,899.38	0	90,000
26	11.58	8	19.58	271.05	5,307.38	2,098.05	3,209.33	52,000	84,108.71	52,000	142,000
27	12.18	8	20.18	268.34	5,414.35	2,202.95	3,211.39	52,000	87,320.10	0	142,000
28	12.80	8	20.80	265.65	5,526.80	2,313.10	3,213.70	52,000	90,533.81	0	142,000
29	13.46	8	21.46	263.00	5,644.96	2,428.76	3,216.21	52,000	93,750.02	0	142,000
30	14.16	8	22.16	260.37	5,769.05	2,550.19	3,218.86	52,000	96,968.88	0	142,000
31	14.89	8	22.89	257.76	5,899.30	2,677.70	3,221.60	52,000	100,190.47	9,500	151,500
32	15.65	8	23.65	255.19	6,035.94	2,811.59	3,224.36	52,000	103,414.83	0	151,500
33	16.46	8	24.46	252.63	6,179.24	2,952.17	3,227.08	52,000	106,641.91	0	151,500
34	17.31	8	25.31	250.11	6,329.45	3,099.78	3,229.68	52,000	109,871.59	0	151,500
35	18.20	8	26.20	247.61	6,486.85	3,254.76	3,232.09	52,000	113,103.68	0	151,500

ตาราง ข.3 (ต่อ)

ปีที่	อัตราค่าไฟฟ้าที่ได้รับจากการไฟฟ้า	อัตราค่า Adder ที่ได้รับจากกระทรวงพลังงาน	อัตราค่าไฟฟ้ารวมที่ขายได้	พลังงานไฟฟ้าที่ขายได้	รายได้จากการขายไฟฟ้า	ค่าไฟฟ้าที่ใช้งาน (x1) (X2=1.05X1) (X3=1.05X2)	รายได้สุทธิหลังหักค่าไฟฟ้าที่ใช้งาน	ต้นทุนคงที่	รายได้รวมสะสม	* ต้นทุนแปรผัน	* ต้นทุนรวม
	(บาท/kWh)	(บาท/kWh)	(บาท/kWh)	(kWh/year)	(บาท/ปี)	(บาท/ปี)	บาท/ปี	บาท	บาท	บาท	บาท
36	19.14	8	27.14	245.13	6,651.72	3,417.50	3,234.22	52,000	116,337.90	9,500	161,000
37	20.12	8	28.12	242.68	6,824.36	3,588.38	3,235.98	52,000	119,573.88	0	161,000
38	21.16	8	29.16	240.25	7,005.07	3,767.80	3,237.28	52,000	122,811.16	0	161,000
39	22.25	8	30.25	237.85	7,194.18	3,956.19	3,238.00	52,000	126,049.15	0	161,000
40	23.39	8	31.39	235.47	7,392.02	4,154.00	3,238.03	52,000	129,287.18	0	161,000
41	24.60	8	32.60	233.12	7,598.94	4,361.70	3,237.24	52,000	132,524.42	9,500	170,500
42	25.86	8	33.86	230.79	7,815.30	4,579.78	3,235.52	52,000	135,759.94	0	170,500
43	27.20	8	35.20	228.48	8,041.48	4,808.77	3,232.71	52,000	138,992.65	0	170,500
44	28.60	8	36.60	226.19	8,277.86	5,049.21	3,228.66	52,000	142,221.30	0	170,500
45	30.07	8	38.07	223.93	8,524.87	5,301.67	3,223.20	52,000	145,444.51	0	170,500
46	31.62	8	39.62	221.69	8,782.93	5,566.75	3,216.18	52,000	148,660.68	9,500	180,000
47	33.25	8	41.25	219.47	9,052.47	5,845.09	3,207.38	52,000	151,868.07	0	180,000
48	34.96	8	42.96	217.28	9,333.97	6,137.34	3,196.63	52,000	155,064.69	0	180,000
49	36.76	8	44.76	215.11	9,627.90	6,444.21	3,183.69	52,000	158,248.38	0	180,000
50	38.65	8	46.65	212.96	9,934.76	6,766.42	3,168.34	52,000	161,416.72	0	180,000
51	40.64	8	48.64	210.83	10,255.07	7,104.74	3,150.33	52,000	164,567.05	52,000	232,000
52	42.74	8	50.74	208.72	10,589.39	7,459.98	3,129.41	52,000	167,696.46	0	232,000
53	44.94	8	52.94	206.63	10,938.26	7,832.98	3,105.28	52,000	170,801.74	0	232,000
54	47.25	8	55.25	204.56	11,302.28	8,224.63	3,077.66	52,000	173,879.40	0	232,000
55	49.68	8	57.68	202.52	11,682.07	8,635.86	3,046.21	52,000	176,925.61	0	232,000
56	52.24	8	60.24	200.49	12,078.26	9,067.65	3,010.61	52,000	179,936.22	9,500	241,500
57	54.93	8	62.93	198.49	12,491.51	9,521.03	2,970.47	52,000	182,906.69	0	241,500
58	57.76	8	65.76	196.50	12,922.51	9,997.09	2,925.43	52,000	185,832.12	0	241,500
59	60.74	8	68.74	194.54	13,371.99	10,496.94	2,875.05	52,000	188,707.17	0	241,500
60	63.86	8	71.86	192.59	13,840.69	11,021.79	2,818.91	52,000	191,526.07	0	241,500
61	67.15	8	75.15	190.67	14,329.40	11,572.88	2,756.52	52,000	194,282.60	9,500	251,000
62	70.61	8	78.61	188.76	14,838.92	12,151.52	2,687.40	52,000	196,970.00	0	251,000
63	74.25	8	82.25	186.87	15,370.10	12,759.10	2,611.01	52,000	199,581.00	0	251,000
64	78.07	8	86.07	185.00	15,923.82	13,397.05	2,526.77	52,000	202,107.77	0	251,000
65	82.09	8	90.09	183.15	16,501.00	14,066.90	2,434.10	52,000	204,541.87	0	251,000
66	86.32	8	94.32	181.32	17,102.59	14,770.25	2,332.34	52,000	206,874.21	9,500	260,500
67	90.77	8	98.77	179.51	17,729.58	15,508.76	2,220.82	52,000	209,095.03	0	260,500
68	95.44	8	103.44	177.71	18,383.01	16,284.20	2,098.81	52,000	211,193.84	0	260,500
69	100.36	8	108.36	175.94	19,063.95	17,098.41	1,965.54	52,000	213,159.39	0	260,500
70	105.52	8	113.52	174.18	19,773.53	17,953.33	1,820.20	52,000	214,979.58	0	260,500
71	110.96	8	118.96	172.44	20,512.90	18,851.00	1,661.90	52,000	216,641.49	9,500	270,000
72	116.67	8	124.67	170.71	21,283.29	19,793.55	1,489.74	52,000	218,131.23	0	270,000

ตาราง ข.3 (ต่อ)

ปีที่	อัตราค่าไฟฟ้าที่ได้รับจากการไฟฟ้า	อัตราค่า Adder ที่ได้รับจากกระทรวงพลังงาน	อัตราค่าไฟฟ้ารวมที่ขายได้	พลังงานไฟฟ้าที่ขายได้	รายได้จากการขายไฟฟ้า	ค่าไฟฟ้าที่ใช้งาน (x1) (X2=1.05X1) (X3=1.05X2)	รายได้สุทธิหลังหักค่าไฟฟ้าที่ใช้งาน	ต้นทุนคงที่	รายได้รวมสะสม	* ต้นทุนแปรผัน	* ต้นทุนรวม
	(บาท/kWh)	(บาท/kWh)	(บาท/kWh)	(kWh/year)	(บาท/ปี)	(บาท/ปี)	บาท/ปี	บาท	บาท	บาท	บาท
73	122.68	8	130.68	169.00	22,085.95	20,783.22	1,302.73	52,000	219,433.96	0	270,000
74	129.00	8	137.00	167.31	22,922.21	21,822.38	1,099.83	52,000	220,533.79	0	270,000
75	135.64	8	143.64	165.64	23,793.44	22,913.50	879.93	52,000	221,413.72	0	270,000
76	142.63	8	150.63	163.99	24,701.05	24,059.18	641.87	52,000	222,055.59	52,000	322,000
77	149.98	8	157.98	162.35	25,646.53	25,262.14	384.40	52,000	222,439.98	0	322,000
78	157.70	8	165.70	160.72	26,631.44	26,525.24	106.19	52,000	222,546.18	0	322,000
79	165.82	8	173.82	159.11	27,657.37	27,851.51	-194.13	52,000	222,352.04	0	322,000
80	174.36	8	182.36	157.52	28,726.01	29,244.08	-518.07	52,000	221,833.97	0	322,000
81	183.34	8	191.34	155.95	29,839.10	30,706.29	-867.19	52,000	220,966.78	9,500	331,500
82	192.78	8	200.78	154.39	30,998.44	32,241.60	-1243.16	52,000	219,723.62	0	331,500
83	202.71	8	210.71	152.85	32,205.94	33,853.68	-1647.74	52,000	218,075.88	0	331,500
84	213.15	8	221.15	151.32	33,463.56	35,546.36	-2082.81	52,000	215,993.08	0	331,500
85	224.13	8	232.13	149.80	34,773.34	37,323.68	-2550.34	52,000	213,442.74	0	331,500

* หมายเหตุ: คำนวณเมื่อเปลี่ยนอุปกรณ์ในระบบ
ปีที่ 16 คือ ระยะเวลาคืนทุนเมื่อไม่เปลี่ยนอุปกรณ์ในระบบ
ปีที่ 79 คือ รายได้สุทธิหลังหักค่าไฟฟ้าที่ใช้งาน ซึ่งมีค่าติดลบ

จากการคำนวณในตารางจะเห็นได้ว่า เมื่อเปลี่ยนอุปกรณ์ตามอายุการใช้งานในระบบแล้วในปีที่ 79 ค่าตอบแทนสุทธิมีค่าเป็นลบอันเนื่องมาจากค่าไฟฟ้าใช้งานสูงกว่าราคาขายไฟฟ้า ส่งผลให้แนวโน้มของรายได้รวมสะสมมีค่าลดลงระบบนี้ไม่มีระยะเวลาคืนทุนเนื่องจากต้นทุนรวมที่เพิ่มขึ้นมีอัตรามากกว่าการเพิ่มของรายได้รวมสะสม

2.2 ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานและเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่ปริมาณการใช้ไฟฟ้า 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน

วิธีคำนวณหาขนาดของระบบ

จากตาราง ก.1 ข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยเฉลี่ยของประชากรในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ประจำปี 2553 คือ 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน

คำนวณหาจำนวนแผงเซลล์จากสมการ

$$\mathrm{N} = \frac{\mathrm{Wh}}{\mathrm{PSH} \times \mathrm{A} \times \mathrm{B} \times \mathrm{C} \times \mathrm{P}}$$

เมื่อ N = จำนวนแผงเซลล์แสงอาทิตย์

P = กำลังไฟฟ้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (วัตต์)

Wh = พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในหนึ่งวัน (วัตต์ชั่วโมงต่อวัน)

โดยมีสมมติฐาน คือ

A = ค่าชดเชยการสูญเสียของเซลล์ฯ โดยทั่วไปกำหนดค่าประมาณร้อยละ 80

B = ค่าชดเชยการสูญเสียเชิงความร้อน โดยทั่วไปกำหนดค่าประมาณร้อยละ 85

C = ประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์ โดยทั่วไปกำหนดค่าประมาณร้อยละ 85-90

PSH= เวลาที่แผงรับแสงสูงสุด ใน 1 วัน ซึ่งค่าโดยทั่วไปคือ 4 ชั่วโมงต่อวัน

แทนค่า

$$\mathrm{N} = \frac{2.26 \times 10^3}{4 \times 0.8 \times 0.85 \times 0.9 \times 130}$$

N = 7.10

เพราะฉะนั้นจะได้จำนวนแผงเซลล์เท่ากับ 8 แผงเซลล์

คำนวณหาจำนวนแบตเตอรี่จากสมการ

$$\mathrm{Storage} = \frac{\mathrm{Wh}}{\eta \times \mathrm{DOD}}$$

โดยมีสมมติฐานคือ

ประสิทธิภาพของแบตเตอรี่เท่ากับร้อยละ 85

ค่าความลึกของการคายประจุ (Depth of discharge:DOD) เท่ากับร้อยละ 80

แทนค่า

$$\mathrm{Storage} = \frac{2.26 \times 10^3}{0.85 \times 0.8}$$

Storage = 3323.53 วัตต์ชั่วโมง

ในระบบผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ที่ดี โดยทั่วไปจะมีการเผื่อของพลังงานไฟฟ้าสำรองไว้ 3 วัน

$$\mathrm{N} = \frac{\mathrm{Storage} \times 3}{\mathrm{Ah} \times \mathrm{V}}$$

เมื่อ N = จำนวนแบตเตอรี่
Storage = การเก็บพลังงานของแบตเตอรี่ในหนึ่งวัน
Ah = กระแสของแบตเตอรี่ (แอมป์ชั่วโมง)
V = แรงดัน (โวล์ทเตจ)

แทนค่า

$$N = \frac{3323.53 \times 3}{130 \times 12}$$

N = 6.4

เพราะฉะนั้นจะได้จำนวนแบตเตอรี่เท่ากับ 7 ลูก

คำนวณปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้

จากตาราง 4.11 ค่าใช้จ่ายของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ความต้องการไฟฟ้า 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน ใช้เงินลงทุนประมาณ 178,550 บาท

ระบบผลิตไฟฟ้าได้ = 929.26 กิโลวัตต์ชั่วโมง/ปี

อัตราซื้อขายไฟฟ้ากับระบบจำหน่าย

11.3 บาท/กิโลวัตต์ × 929.26 กิโลวัตต์ชั่วโมง/ปี = 10,500.64 บาท/ปี

คำนวณค่าไฟฟ้า

ค่าไฟฟ้าอ้างอิงจากเว็บไซต์ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, 2548)

ค่า F_t ที่ใช้เป็นค่า F_t เฉลี่ยทั้งปี 2553 คือ 92.55 สตางค์ต่อหน่วย

ประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัยอัตรา 1.1 (อัตราปกติ แบบอัตราก้าวหน้า)

ผู้ใช้ไฟฟ้ามีปริมาณการใช้ไฟฟ้า	67.8	หน่วย/เดือน
การปรับอัตราค่าไฟฟ้าอัตโนมัติ (F_t)	92.55	สตางค์/หน่วย

ส่วนที่ 1 ค่าไฟฟ้าฐาน

5 หน่วยแรก (หน่วยที่ 1 – 5)		= 0.00 บาท
10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 6 – 15)	10x1.3576	= 13.58 บาท
10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 16 – 25)	10x1.5445	= 15.45 บาท
10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 26 – 35)	10x1.7968	= 17.97 บาท
65 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 36 – 100)	(67.8 - 35) x2.1800	= 71.50 บาท
รวม		= 118.50 บาท
ค่าบริการ		= 8.19 บาท
รวมค่าไฟฟ้าฐาน	118.5 + 8.19	= 126.69 บาท

ส่วนที่ 2 ค่าไฟฟ้าผันแปร (F_t)

จำนวนพลังงานไฟฟ้า x ค่า F_t	67.8 x 0.9255	= 62.75 บาท

ส่วนที่ 3 ค่าภาษีมูลค่าเพิ่มร้อยละ 7

(ค่าไฟฟ้าฐาน + ค่า F_t) x 7/100 (126.69 + 62.75) x 7/100 = 13.26 บาท

รวมเงินค่าไฟฟ้า 126.69+62.75+13.26 = 202.70 บาท

คำนวณรายได้รวม

ค่าไฟฟ้าที่จ่ายให้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค 202.70×12 = 2,432.40 บาท/ปี

รายได้รวม = เงินขายไฟฟ้าที่ผลิตได้ - เงินค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่าย

10,500.64 - 2,432.40 = 8,068.24 บาท/ปี

จะได้เป็นสมการเพื่อหารายได้รวมสะสมในปีที่สาม... $X_3=1.05X_2+X_2$, $X_i=1.05X_i+X_{i-1}$

โดยผลการคำนวณที่ได้แสดงดังตาราง ข.4

ตาราง ข.4 ผลการคำนวณรายได้รวมสะสมของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อขายด้วยการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายที่ออกแบบติดตั้งเองโดยผู้ใช้ที่การใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน

ปีที่	อัตราค่าไฟฟ้าที่ได้รับจากการไฟฟ้า	อัตราค่า Adder ที่ได้รับจากกระทรวงพลังงาน	อัตราค่าไฟฟ้ารวมที่ขายได้	พลังงานไฟฟ้าที่ขายได้	รายได้จากการขายไฟฟ้า	ค่าไฟฟ้าที่ใช้งาน (x1) (X2=1.05X1) (X3=1.05X2)	รายได้สุทธิหลังหักค่าไฟฟ้าที่ใช้งาน	ต้นทุนคงที่	รายได้รวมสะสม	* ต้นทุนแปรผัน	* ต้นทุนรวม
	(บาท/kWh)	(บาท/kWh)	(บาท/kWh)	(kWh/year)	(บาท/ปี)	(บาท/ปี)	บาท/ปี	บาท	บาท	บาท	บาท
1	3.30	8	11.30	929.26	10,500.64	2,432.40	8,068.24	147,000	8,068.24	0	147,000
2	3.47	8	11.47	919.97	10,551.98	2,554.02	7,997.96	147,000	16,066.20	0	147,000
3	3.65	8	11.65	910.77	10,609.22	2,681.72	7,927.50	147,000	23,993.69	0	147,000
4	3.84	8	11.84	901.66	10,672.55	2,815.81	7,856.74	147,000	31,850.44	0	147,000
5	4.03	8	12.03	892.64	10,742.20	2,956.60	7,785.60	147,000	39,636.04	0	147,000
6	4.24	8	12.24	883.72	10,818.37	3,104.43	7,713.95	147,000	47,349.98	32,000	179,000
7	4.46	8	12.46	874.88	10,901.32	3,259.65	7,641.67	147,000	54,991.65	0	179,000
8	4.69	8	12.69	866.13	10,991.26	3,422.63	7,568.63	147,000	62,560.28	0	179,000
9	4.93	8	12.93	857.47	11,088.46	3,593.76	7,494.70	147,000	70,054.98	0	179,000
10	5.19	8	13.19	848.90	11,193.17	3,773.45	7,419.72	147,000	77,474.70	0	179,000
11	5.45	8	13.45	840.41	11,305.68	3,962.12	7,343.56	147,000	84,818.26	32,000	211,000
12	5.73	8	13.73	832.00	11,426.26	4,160.23	7,266.03	147,000	92,084.28	0	211,000
13	6.03	8	14.03	823.68	11,555.21	4,368.24	7,186.97	147,000	99,271.25	0	211,000
14	6.34	8	14.34	815.45	11,692.83	4,586.65	7,106.18	147,000	106,377.43	0	211,000
15	6.67	8	14.67	807.29	11,839.46	4,815.99	7,023.47	147,000	113,400.90	0	211,000
16	7.01	8	15.01	799.22	11,995.42	5,056.78	6,938.64	147,000	120,339.54	32,000	243,000
17	7.37	8	15.37	791.23	12,161.07	5,309.62	6,851.45	147,000	127,190.98	0	243,000
18	7.75	8	15.75	783.31	12,336.77	5,575.11	6,761.66	147,000	133,952.65	0	243,000
19	8.15	8	16.15	775.48	12,522.89	5,853.86	6,669.03	147,000	140,621.68	0	243,000
20	8.57	8	16.57	767.73	12,719.84	6,146.55	6,573.28	147,000	147,194.96	0	243,000
21	9.01	8	17.01	760.05	12,928.02	6,453.88	6,474.14	147,000	153,669.10	32,000	275,000
22	9.47	8	17.47	752.45	13,147.87	6,776.58	6,371.29	147,000	160,040.39	0	275,000

ตาราง ข.4 (ต่อ)

ปีที่	อัตราค่าไฟฟ้าที่ได้รับจากการไฟฟ้า	อัตราค่า Adder ที่ได้รับจากกระทรวงพลังงาน	อัตราค่าไฟฟ้ารวมที่ขายได้	พลังงานไฟฟ้าที่ขายได้	รายได้จากการขายไฟฟ้า	ค่าไฟฟ้าที่ใช้งาน (x1) (X2=1.05X1) (X3=1.05X2)	รายได้สุทธิหลังหักค่าไฟฟ้าที่ใช้งาน	ต้นทุนคงที่	รายได้รวมสะสม	* ต้นทุนแปรผัน	* ต้นทุนรวม
	(บาท/kWh)	(บาท/kWh)	(บาท/kWh)	(kWh/year)	(บาท/ปี)	(บาท/ปี)	บาท/ปี	บาท	บาท	บาท	บาท
23	9.96	8	17.96	744.92	13,379.82	7,115.40	6,264.42	147,000	166,304.81	0	275,000
24	10.47	8	18.47	737.47	13,624.36	7,471.17	6,153.18	147,000	172,457.99	0	275,000
25	11.01	8	19.01	730.10	13,881.95	7,844.73	6,037.22	147,000	178,495.21	0	275,000
26	11.58	8	19.58	722.80	14,153.11	8,236.97	5,916.14	147,000	184,411.35	147,000	422,000
27	12.18	8	20.18	715.57	14,438.36	8,648.82	5,789.54	147,000	190,200.89	0	422,000
28	12.80	8	20.80	708.41	14,738.25	9,081.26	5,656.99	147,000	195,857.88	0	422,000
29	13.46	8	21.46	701.33	15,053.35	9,535.32	5,518.03	147,000	201,375.91	0	422,000
30	14.16	8	22.16	694.32	15,384.25	10,012.09	5,372.16	147,000	206,748.07	0	422,000
31	14.89	8	22.89	687.37	15,731.58	10,512.69	5,218.88	147,000	211,966.95	32,000	454,000
32	15.65	8	23.65	680.50	16,095.97	11,038.33	5,057.64	147,000	217,024.59	0	454,000
33	16.46	8	24.46	673.70	16,478.10	11,590.24	4,887.86	147,000	221,912.45	0	454,000
34	17.31	8	25.31	666.96	16,878.67	12,169.76	4,708.91	147,000	226,621.36	0	454,000
35	18.20	8	26.20	660.29	17,298.40	12,778.24	4,520.16	147,000	231,141.52	0	454,000
36	19.14	8	27.14	653.69	17,738.06	13,417.16	4,320.90	147,000	235,462.42	32,000	486,000
37	20.12	8	28.12	647.15	18,198.43	14,088.01	4,110.41	147,000	239,572.83	0	486,000
38	21.16	8	29.16	640.68	18,680.33	14,792.41	3,887.92	147,000	243,460.75	0	486,000
39	22.25	8	30.25	634.27	19,184.62	15,532.03	3,652.59	147,000	247,113.34	0	486,000
40	23.39	8	31.39	627.93	19,712.20	16,308.64	3,403.56	147,000	250,516.90	0	486,000
41	24.60	8	32.60	621.65	20,263.98	17,124.07	3,139.92	147,000	253,656.81	32,000	518,000
42	25.86	8	33.86	615.43	20,840.95	17,980.27	2,860.67	147,000	256,517.49	0	518,000
43	27.20	8	35.20	609.28	21,444.09	18,879.29	2,564.80	147,000	259,082.29	0	518,000
44	28.60	8	36.60	603.19	22,074.46	19,823.25	2,251.21	147,000	261,333.50	0	518,000
45	30.07	8	38.07	597.15	22,733.16	20,814.41	1,918.74	147,000	263,252.25	0	518,000
46	31.62	8	39.62	591.18	23,421.31	21,855.13	1,566.18	147,000	264,818.42	32,000	550,000
47	33.25	8	41.25	585.27	24,140.10	22,947.89	1,192.21	147,000	266,010.63	0	550,000
48	34.96	8	42.96	579.42	24,890.76	24,095.28	795.48	147,000	266,806.11	0	550,000
49	36.76	8	44.76	573.62	25,674.58	25,300.05	374.53	147,000	267,180.64	0	550,000
50	38.65	8	46.65	567.89	26,492.88	26,565.05	-72.17	147,000	267,108.47	0	550,000
51	40.64	8	48.64	562.21	27,347.06	27,893.30	-546.24	147,000	266,562.23	32,000	697,000
52	42.74	8	50.74	556.59	28,238.57	29,287.97	-1049.40	147,000	265,512.83	0	697,000
53	44.94	8	52.94	551.02	29,168.90	30,752.37	-1583.46	147,000	263,929.37	0	697,000
54	47.25	8	55.25	545.51	30,139.64	32,289.99	-2150.34	147,000	261,779.02	0	697,000
55	49.68	8	57.68	540.05	31,152.41	33,904.48	-2752.07	147,000	259,026.95	0	697,000
56	52.24	8	60.24	534.65	32,208.92	35,599.71	-3390.79	147,000	255,636.16	32,000	729,000
57	54.93	8	62.93	529.31	33,310.93	37,379.69	-4068.77	147,000	251,567.39	0	729,000
58	57.76	8	65.76	524.01	34,460.28	39,248.68	-4788.40	147,000	246,778.99	0	729,000
59	60.74	8	68.74	518.77	35,658.90	41,211.11	-5552.21	147,000	241,226.78	0	729,000
60	63.86	8	71.86	513.59	36,908.78	43,271.67	-6362.89	147,000	234,863.89	0	729,000

* หมายเหตุ: คำนวณเมื่อเปลี่ยนอุปกรณ์ในระบบ
ปีที่ 20 คือ ระยะเวลาคืนทุนเมื่อไม่เปลี่ยนอุปกรณ์ในระบบ
ปีที่ 50 คือ รายได้สุทธิหลังหักค่าไฟฟ้าที่ใช้งาน ซึ่งมีค่าติดลบ

จากการคำนวณในตารางจะเห็นได้ว่า เมื่อเปลี่ยนอุปกรณ์ตามอายุการใช้งานในระบบแล้วในปีที่ 50 ค่าตอบแทนสุทธิมีค่าเป็นลบอันเนื่องมาจากค่าไฟฟ้าใช้งานสูงกว่าราคาขายไฟฟ้า ส่งผลให้แนวโน้มของรายได้รวมสะสมมีค่าลดลงระบบนี้ไม่มีระยะเวลาคืนทุนเนื่องจากต้นทุนรวมที่เพิ่มขึ้นมีอัตรามากกว่าการเพิ่มของรายได้รวมสะสม

3.ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเชื่อมต่อระบบจำหน่ายแบบสำเร็จรูปที่บริการติดตั้งโดยบริษัทเอกชน

3.1 ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเชื่อมต่อระบบจำหน่ายแบบสำเร็จรูปที่บริการติดตั้งโดยบริษัทเอกชนที่ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน

ตาราง ข.5 ผลการคำนวณรายได้รวมสะสมของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเชื่อมต่อระบบจำหน่ายแบบสำเร็จรูปที่บริการติดตั้งโดยบริษัทเอกชนที่ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน

ปีที่	อัตราค่าไฟฟ้าที่ได้รับจากการไฟฟ้า	อัตราค่า Adder ที่ได้รับจากกระทรวงพลังงาน	อัตราค่าไฟฟ้ารวมที่ขายได้	พลังงานไฟฟ้าที่ขายได้	รายได้จากการขายไฟฟ้า	ค่าไฟฟ้าที่ใช้งาน (x1) (X2=1.05X1) (X3=1.05X2)	รายได้จากการขายไฟฟ้าหักค่าไฟฟ้าที่ใช้งาน (S-X=Yi) โดย(i=ปีที่)	รายได้รวมสะสม	ต้นทุนคงที่	*ต้นทุนแปรผัน	*ต้นทุนรวม
	(บาท/kWh)	(บาท/kWh)	(บาท/kWh)	(kWh/year)	(บาท/ปี)	(บาท/ปี)	(บาท/ปี)				
1	3.30	8	11.30	2,920.00	32,996.00	619.56	32,376.44	32,376.44	380,000	0	380,000
2	3.47	8	11.47	2,890.80	33,157.33	650.54	32,506.79	64,883.23	380,000	0	380,000
3	3.65	8	11.65	2,861.89	33,337.19	683.06	32,654.12	97,537.35	380,000	0	380,000
4	3.84	8	11.84	2,833.27	33,536.20	717.22	32,818.98	130,356.34	380,000	0	380,000
5	4.03	8	12.03	2,804.94	33,755.05	753.08	33,001.97	163,358.30	380,000	0	380,000
6	4.24	8	12.24	2,776.89	33,994.42	790.73	33,203.69	196,561.99	380,000	32,000	412,000
7	4.46	8	12.46	2,749.12	34,255.04	830.27	33,424.77	229,986.76	380,000	0	412,000
8	4.69	8	12.69	2,721.63	34,537.67	871.78	33,665.89	263,652.65	380,000	0	412,000
9	4.93	8	12.93	2,694.41	34,843.10	915.37	33,927.73	297,580.38	380,000	0	412,000
10	5.19	8	13.19	2,667.47	35,172.15	961.14	34,211.01	331,791.39	380,000	0	412,000
11	5.45	8	13.45	2,640.80	35,525.67	1,009.20	34,516.47	366,307.86	380,000	32,000	412,000
12	5.73	8	13.73	2,614.39	35,904.56	1,059.66	34,844.90	401,152.76	380,000	0	444,000
13	6.03	8	14.03	2,588.24	36,309.75	1,112.64	35,197.11	436,349.87	380,000	0	444,000
14	6.34	8	14.34	2,562.36	36,742.22	1,168.27	35,573.94	471,923.82	380,000	0	444,000
15	6.67	8	14.67	2,536.74	37,202.96	1,226.69	35,976.27	507,900.09	380,000	0	444,000
16	7.01	8	15.01	2,511.37	37,693.04	1,288.02	36,405.02	544,305.11	380,000	32,000	444,000
17	7.37	8	15.37	2,486.26	38,213.55	1,352.42	36,861.13	581,166.23	380,000	0	444,000

ตาราง ข.5 (ต่อ)

ปีที่	อัตราค่าไฟฟ้าที่ได้รับจากการไฟฟ้า	อัตราค่า Adder ที่ได้รับจากกระทรวงพลังงาน	อัตราค่าไฟฟ้ารวมที่ขายได้	พลังงานไฟฟ้าที่ขายได้	รายได้จากการขายไฟฟ้า	ค่าไฟฟ้าที่ใช้งาน (x1) (X2=1.05X1) (X3=1.05X2)	รายได้จากการขายไฟฟ้าหักค่าไฟฟ้าที่ใช้งาน (S-X=Yi) โดย(i=ปีที่)	รายได้รวมสะสม	ต้นทุนคงที่	*ต้นทุนแปรผัน	*ต้นทุนรวม
	(บาท/kWh)	(บาท/kWh)	(บาท/kWh)	(kWh/year)	(บาท/ปี)	(บาท/ปี)	(บาท/ปี)				
18	7.75	8	15.75	2,461.39	38,765.64	1,420.04	37,345.59	618,511.83	380,000	0	476,000
19	8.15	8	16.15	2,436.78	39,350.49	1,491.05	37,859.45	656,371.28	380,000	0	476,000
20	8.57	8	16.57	2,412.41	39,969.36	1,565.60	38,403.76	694,775.04	380,000	0	476,000
21	9.01	8	17.01	2,388.29	40,623.53	1,643.88	38,979.65	733,754.69	380,000	32,000	476,000
22	9.47	8	17.47	2,364.41	41,314.35	1,726.07	39,588.28	773,342.97	380,000	0	476,000
23	9.96	8	17.96	2,340.76	42,043.22	1,812.37	40,230.85	813,573.82	380,000	0	476,000
24	10.47	8	18.47	2,317.35	42,811.62	1,902.99	40,908.62	854,482.44	380,000	0	508,000
25	11.01	8	19.01	2,294.18	43,621.05	1,998.14	41,622.91	896,105.35	380,000	0	508,000

* หมายเหตุ: คำนวณเมื่อเปลี่ยนอุปกรณ์ในระบบ
ปีที่ 12 คือ ระยะเวลาคืนทุนเมื่อไม่เปลี่ยนอุปกรณ์ในระบบ
ปีที่ 14 คือ ระยะเวลาคืนทุนเมื่อเปลี่ยนอุปกรณ์ในระบบ

3.2 ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเชื่อมต่อระบบจำหน่ายแบบสำเร็จรูปที่บริการติดตั้งโดยบริษัทเอกชนที่ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน

ตาราง ข.6 ผลการคำนวณรายได้รวมสะสมของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเชื่อมต่อระบบจำหน่ายแบบสำเร็จรูปที่บริการติดตั้งโดยบริษัทเอกชนที่ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน

ปีที่	อัตราค่าไฟฟ้าที่ได้รับจากการไฟฟ้า	อัตราค่า Adder ที่ได้รับจากกระทรวงพลังงาน	อัตราค่าไฟฟ้ารวมที่ขายได้	พลังงานไฟฟ้าที่ขายได้	รายได้จากการขายไฟฟ้า	ค่าไฟฟ้าที่ใช้งาน (x1) (X2=1.05X1) (X3=1.05X2)	รายได้จากการขายไฟฟ้าหักค่าไฟฟ้าที่ใช้งาน (S-X=Yi) โดย(i=ปีที่)	รายได้รวมสะสม	ต้นทุนคงที่	*ต้นทุนแปรผัน	*ต้นทุนรวม
	(บาท/kWh)	(บาท/kWh)	(บาท/kWh)	(kWh/year)	(บาท/ปี)	(บาท/ปี)	(บาท/ปี)				
1	3.30	8	11.30	2,929.00	33,097.70	2,432.40	30,665.30	30,665.30	380,000	0	380,000
2	3.47	8	11.47	2,899.71	33,259.53	2,554.02	30,705.51	61,370.81	380,000	0	380,000
3	3.65	8	11.65	2,870.71	33,439.94	2,681.72	30,758.22	92,129.02	380,000	0	380,000
4	3.84	8	11.84	2,842.01	33,639.57	2,815.81	30,823.76	122,952.78	380,000	0	380,000
5	4.03	8	12.03	2,813.59	33,859.09	2,956.60	30,902.49	153,855.27	380,000	0	380,000
6	4.24	8	12.24	2,785.45	34,099.20	3,104.43	30,994.77	184,850.04	380,000	32,000	412,000
7	4.46	8	12.46	2,757.60	34,360.62	3,259.65	31,100.97	215,951.01	380,000	0	412,000
8	4.69	8	12.69	2,730.02	34,644.12	3,422.63	31,221.49	247,172.51	380,000	0	412,000

ตาราง ข.6 (ต่อ)

ปีที่	อัตราค่าไฟฟ้าที่ได้รับจากการไฟฟ้า	อัตราค่า Adder ที่ได้รับจากกระทรวงพลังงาน	อัตราค่าไฟฟ้ารวมที่ขายได้	พลังงานไฟฟ้าที่ขายได้	รายได้จากการขายไฟฟ้า	ค่าไฟฟ้าที่ใช้งาน (x1) (X2=1.05X1) (X3=1.05X2)	รายได้จากการขายไฟฟ้าหักค่าไฟฟ้าที่ใช้งาน (S-X=Yi) โดย(i=ปีที่)	รายได้รวมสะสม	ต้นทุนคงที่	*ต้นทุนแปรผัน	*ต้นทุนรวม
	(บาท/kWh)	(บาท/kWh)	(บาท/kWh)	(kWh/year)	(บาท/ปี)	(บาท/ปี)	(บาท/ปี)				
9	4.93	8	12.93	2,702.72	34,950.49	3,593.76	31,356.73	278,529.24	380,000	0	412,000
10	5.19	8	13.19	2,675.69	35,280.55	3,773.45	31,507.10	310,036.34	380,000	0	412,000
11	5.45	8	13.45	2,648.94	35,635.17	3,962.12	31,673.04	341,709.39	380,000	32,000	444,000
12	5.73	8	13.73	2,622.45	36,015.23	4,160.23	31,855.00	373,564.38	380,000	0	444,000
13	6.03	8	14.03	2,596.22	36,421.67	4,368.24	32,053.43	405,617.81	380,000	0	444,000
14	6.34	8	14.34	2,570.26	36,855.46	4,586.65	32,268.81	437,886.62	380,000	0	444,000
15	6.67	8	14.67	2,544.56	37,317.63	4,815.99	32,501.64	470,388.26	380,000	0	444,000
16	7.01	8	15.01	2,519.11	37,809.22	5,056.78	32,752.43	503,140.69	380,000	32,000	476,000
17	7.37	8	15.37	2,493.92	38,331.33	5,309.62	33,021.71	536,162.39	380,000	0	476,000
18	7.75	8	15.75	2,468.98	38,885.12	5,575.11	33,310.02	569,472.41	380,000	0	476,000
19	8.15	8	16.15	2,444.29	39,471.78	5,853.86	33,617.92	603,090.33	380,000	0	476,000
20	8.57	8	16.57	2,419.85	40,092.55	6,146.55	33,946.00	637,036.33	380,000	0	476,000
21	9.01	8	17.01	2,395.65	40,748.74	6,453.88	34,294.86	671,331.19	380,000	32,000	508,000
22	9.47	8	17.47	2,371.69	41,441.69	6,776.58	34,665.11	705,996.30	380,000	0	508,000
23	9.96	8	17.96	2,347.98	42,172.81	7,115.40	35,057.41	741,053.70	380,000	0	508,000
24	10.47	8	18.47	2,324.50	42,943.57	7,471.17	35,472.40	776,526.10	380,000	0	508,000
25	11.01	8	19.01	2,301.25	43,755.50	7,844.73	35,910.76	812,436.86	380,000	0	508,000

* หมายเหตุ: คำนวณเมื่อเปลี่ยนอุปกรณ์ในระบบ

ปีที่ 13 คือ ระยะเวลาคืนทุนเมื่อไม่เปลี่ยนอุปกรณ์ในระบบ

ปีที่ 15 คือ ระยะเวลาคืนทุนเมื่อเปลี่ยนอุปกรณ์ในระบบ

4 คำนวณรายได้จากการซื้อขายคาร์บอนเครดิต

จากข้อมูลประมาณการค่าใช้จ่ายในการขอจดทะเบียน CERs ในตารางที่ 2.2 ซึ่งมีสาระที่เกี่ยวกับการประมาณรายได้จากการซื้อขายคาร์บอนเครดิตดังนี้

- ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ 15,000 ตันแรก คิดในอัตรา 10 เซนต์/ตัน
- ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ที่มากกว่า 15,000 ตัน คิดในอัตรา 20 เซนต์/ตัน แต่ไม่เกิน 350,000 เหรียญดอลลาร์สหรัฐฯ ต่อโครงการ

สามารถนำมาคำนวณเพื่อหารายได้ เมื่อ

จากราคาคาร์บอนอัตรา		=	10	เซนต์/ตัน
และ จากกำลังการผลิต	1 กิโลวัตต์	=	0.5	กิโลกรัมคาร์บอน
ระบบขนาด	2.26 กิโลวัตต์/วัน x 365	=	824.9	กิโลวัตต์/ปี
	824.9 x 0.5	=	412.45	กิโลกรัมคาร์บอน/ปี

จากราคา 1 ตัน = 10 เซนต์

0.4125 ตัน/ปี = 10/0.4125 = 24.245 เซนต์/ปี

จากราคาค่าเงินดอลลาร์ในปัจจุบันเท่ากับ 100 เซนต์ = 1 ดอลลาร์มีค่าประมาณ 30 บาท

เพราะฉะนั้น 0.2425 ดอลลาร์/ปี มีค่าประมาณ 7.275 บาท/ปี

อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2555)

ภาคผนวก ค
โครงการติดตั้ง ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาบ้านเพื่อขายไฟฟ้า

โครงการติดตั้ง ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาบ้านเพื่อขายไฟฟ้า
โดยบริษัท ก (เอกรัฐโซล่าร์ จำกัด)

รับสมัครเข้าโครงการ
ติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์
บนหลังคาบ้านที่อยู่อาศัยเพื่อขายไฟฟ้า
(โซลาร์รูฟ 100,000 ระบบ)
ตามมาตรการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานหมุนเวียนขนาดเล็กมาก
(VSPP) ของกระทรวงพลังงาน

โดย
บริษัท เอกรัฐโซล่าร์ จำกัด
www.ekarat-solar.com
E-Mail: roof@ekarat-solar.com
โทร. 02-719-8777 ต่อ 353
กันยายน 2552

คำนำ

เอกสารนี้จัดทำขึ้นเพื่อให้รายละเอียดแก่เจ้าของบ้าน เพื่อเชิญชวนให้เจ้าของบ้านสมัครเข้าร่วม “โครงการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาบ้านที่อยู่อาศัยเพื่อขายไฟฟ้า” (โซลาร์รูฟ 100,000 ระบบ) ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ปริมณฑล และภูมิภาค ทั่วประเทศ

ตามที่กระทรวงพลังงานได้มีมาตรการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานหมุนเวียนขนาดเล็กมาก (Very Small Power Producer: VSPP) และได้ออกประกาศให้มีเงินรับซื้อไฟฟ้าในราคาพิเศษ (Adder) สำหรับกรณีการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์จำนวนหน่วยละ 8 บาท สมทบเข้าไปกับราคารับซื้อของการไฟฟ้าฝ่ายจำหน่าย (การไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค) ประมาณเฉลี่ยหน่วยละ 3.2 บาท รวมเป็นประมาณหน่วยละ 11.2 บาท นั้น ได้สร้างแรงจูงใจให้มีการลงทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์เป็นอย่างมาก ทั้งประเภทขนาดเล็กระดับกิโลวัตต์บนหลังคาบ้าน ขนาดหลายสิบกิโลวัตต์บนหลังคาอาคารต่างๆ และระดับเมกะวัตต์แบบโซลาร์ฟาร์ม โครงการรับซื้อไฟฟ้าราคาพิเศษของกระทรวงพลังงานดังกล่าว มีวัตถุประสงค์เพื่อลดการผลิตไฟฟ้าด้วยเชื้อเพลิงฟอสซิลที่สร้างปัญหาให้กับสิ่งแวดล้อม และปูพื้นฐานให้ประเทศไทยมีไฟฟ้าใช้จากพลังงานสะอาดอย่างยั่งยืน

บัดนี้ บริษัทเอกรัฐโซล่าร์ จำกัด ในฐานะผู้นำในการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์และผู้ให้บริการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์ของประเทศไทย มีความยินดีที่จะขอแจ้งให้ทราบว่า บริษัทฯ กำลังดำเนินการโครงการรับสมัครเจ้าของบ้านทั่วไปให้ลงทุนติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาบ้าน และขายไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมดแก่การไฟฟ้าฝ่ายจำหน่าย โดยตั้งชื่อโครงการว่า “โครงการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาบ้านที่อยู่อาศัยเพื่อขายไฟฟ้า” (โซลาร์รูฟ100,000 ระบบ) ระบบเซลล์แสงอาทิตย์มีขนาดกำลังผลิตไฟฟ้าประมาณ 2.0-3.6 กิโลวัตต์ (หรือมากกว่านี้ตามความต้องการ)

ตัวอย่าง การลงทุนติดตั้งระบบฯ ขนาด 2 กิโลวัตต์ (2 kW) ใช้เงินลงทุนประมาณ 380,000 บาท ผลิตไฟฟ้าได้ปี ละประมาณ 2,920 หน่วย (kWh) ขายไฟฟ้าได้เงินประมาณ 32,000 บาทต่อปี (และเพิ่มตามค่าไฟฟ้า) ผลตอบแทน 8% คืนทุนปีที่ 10-11 ดังนั้นในปี ที่ 11 ถึงปี ที่ 25 จะเป็นช่วงที่ได้กำไรต่อเนื่องอีกประมาณ 3 แสนบาท

ท่านเจ้าของบ้านที่สนใจจะสมัครเข้าโครงการฯ โปรดกรอกรายละเอียดลงใน “ใบสมัครเข้าโครงการโซลาร์รูฟ” ที่แนบมาด้วยพร้อมนี้ และส่งกลับถึงบริษัทเอกรัฐโซล่าร์ จำกัด ทางโทรสาร หมายเลข 02-719-8760, 02-719-8757 หรือทาง e-mail: roof@ekarat-solar.com สอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่โทรศัพท์หมายเลข 02-719-8777 ต่อ Call Center 353 หรือสอบถาม ศาสตราจารย์ ดร. ดุสิต เครืองาม ผู้อำนวยการโครงการโซลาร์รูฟ และรองกรรมการผู้จัดการ มือถือ หมายเลข 085-918-3691

บริษัท หวังว่า โครงการนี้จะอยู่ในความสนใจของท่าน และจะเป็นโอกาสดีที่จะทำให้ท่านได้มีโอกาสมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาสภาวะโลกร้อน อีกทั้งยังช่วยเสริมรายได้ให้กับท่านอย่างคุ้มค่า และมีความเสี่ยงในการลงทุนน้อยที่สุดสุดท้ายนี้ บริษัทหวังว่าจะได้มีโอกาสรับใช้ท่านเจ้าของบ้านในการออกแบบและติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่บ้านของท่าน

1. วัตถุประสงค์ของโครงการฯ

1. รับสมัครเจ้าของบ้านให้ลงทุนติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาบ้านที่อยู่อาศัย
   - จำนวน 100 ระบบ ภายในปี พ.ศ. 2552
   - จำนวน 1,000 ระบบ ภายในปี พ.ศ. 2553
   - จำนวน 10,000 ระบบ ภายในปี พ.ศ. 2554
   - จำนวน 100,000 ระบบ ภายในปี พ.ศ. 2560
2. ประสานงานและยื่นเอกสารให้เจ้าของบ้านสามารถขายไฟฟ้าที่ผลิตได้ราคาพิเศษต่อการไฟฟ้านครหลวง การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ซึ่งประกอบด้วยค่าไฟฟ้าฐานและค่า Adder ตามมาตรการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนของกระทรวงพลังงาน
3. สำรวจ ออกแบบและติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์ให้บ้านต่างๆ ที่สมัครเข้าโครงการ
4. ประชาสัมพันธ์เชิญชวนให้ประชาชนทั่วไปได้รับทราบประโยชน์ของการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาบ้าน หรือบนพื้นดิน
5. มีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาสภาวะโลกร้อน ตามแนวปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

2. มาตรการรับซื้อไฟฟ้าที่ผลิตจากระบบเซลล์แสงอาทิตย์ของกระทรวงพลังงานด้วยราคาพิเศษ

ปัจจุบันประเทศไทยมีโรงไฟฟ้าทั่วประเทศรวมประมาณ 28,000 เมกะวัตต์ และยังมีความจำเป็นที่จะต้องก่อสร้างโรงไฟฟ้าขึ้นใหม่ทุกปี ตามความต้องการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยประมาณปีละ 1,000-2,000 เมกะวัตต์ หรือเท่ากับโรงไฟฟ้าขนาดใหญ่ 1-2 โรง มีเพียงร้อย 5 เท่านั้นที่ผลิตจากแหล่งพลังงานหมุนเวียน ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา ทุกรัฐบาลได้ประกาศให้การผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานหมุนเวียนเป็นวาระสำคัญที่จะต้องเพิ่มการใช้พลังงานหมุนเวียนให้มากขึ้น ล่าสุดกระทรวงพลังงานโดย ฯพณฯ วรรณรัตน์ ชาญนุ-กูล รัฐมนตรีว่าการกระทรวงพลังงานได้ประกาศแผนพลังงานทดแทนสำหรับอนาคต 15 ปีแล้ว และได้กำหนดเป้าหมายในส่วนของการส่งเสริมการใช้พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับ

ผลิตไฟฟ้าไว้สูงถึง 500 เมกะวัตต์ (เทียบเท่ากับ การติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาบ้านขนาด 2 กิโลวัตต์ จำนวนมากถึง 250,000 ระบบ)

ที่สำคัญกระทรวงพลังงานยังได้มีมาตรการส่งเสริมให้ประชาชนทั่วไปมีส่วนร่วมในการผลิตไฟฟ้าด้วยระบบเซลล์แสงอาทิตย์ โดยให้ประชาชนเป็นผู้ลงทุนติดตั้ง และให้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค การไฟฟ้านครหลวง และกระทรวงพลังงานเป็นผู้รับซื้อไฟฟ้าคืนจากผู้ลงทุนในราคาพิเศษ ทั้งนี้ระบบหนึ่งๆ จะต้องมีขนาดไม่เกิน 10 เมกะวัตต์ (เรียกว่าผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก หรือ Very Small Power Producer: VSPP)ในกรณีระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ผู้ลงทุนจะมีรายได้จากการขายไฟฟ้าดังนี้

รายได้จากการขายไฟฟ้าที่ผลิตด้วยระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ประมาณได้ดังนี้
= (ก) ค่าไฟฟ้าฐานที่จ่ายโดยการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค หรือการไฟฟ้านครหลวงโดยเฉลี่ยประมาณ 3 บาทต่อหน่วย (Baht/kWh) และสูงขึ้นตามอัตราค่าไฟฟ้าผันแปร (Ft)จำนวนปีไม่จำกัด

+

(ข) ค่าไฟฟ้าพิเศษ Adder ที่จ่ายโดยกระทรวงพลังงาน จำนวน 8 บาทต่อหน่วย (8 Baht/kWh)เป็นระยะเวลา 10 ปี นับจากวันที่เริ่มขายไฟฟ้า
= รวมประมาณ 11 บาทต่อหน่วย (11 Baht/kWh) ในปีแรก และจะเพิ่มตามอัตราค่า Ft

3. วัตถุประสงค์ของมาตรการ VSPP ของกระทรวงพลังงาน

1. ส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนนอกรูปแบบ
2. ส่งเสริมการใช้ทัพยากรในประเทศอย่างมีประสิทธิภาพ
3. ลดการพึ่งพาการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานเชิงพาณิชย์
4. ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
5. การกระจายโอกาสไปยังพื้นที่ห่างไกลให้มีส่วนร่วมในการผลิตไฟฟ้า

4. ประโยชน์ด้านต่างๆ ของการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาบ้าน

1. พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมดจากระบบ จะสามารถขายให้กับการไฟฟ้านครหลวง หรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคในราคาหน่วยละประมาณ 11 บาท (Baht/kWh) ตามมาตรการการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานหมุนเวียน(VSPP) ของกระทรวงพลังงาน เป็นการสร้างรายได้ให้กับเจ้าของบ้าน

2. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาบ้าน จะเป็นกำบังแสงอาทิตย์ไม่ให้แสงอาทิตย์ตกกระทบกระเบื้องหลังคาโดยตรง จึงช่วยลดความร้อนที่จะลงมาถึงหลังคาอาคาร และช่วยลดการทำงานของเครื่องปรับอากาศในห้องใต้หลังคานั้นได้

3. ส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม เพื่อลดปัญหาภาวะโลกร้อน และแก้ปัญหาพลังงานให้กับประเทศไทย

4. ช่วยปลูกฝังทัศนคติที่ดีให้กับสมาชิกในบ้าน และกับสังคม

5. คุณสมบัติของผู้สมัครเข้าโครงการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาบ้านเพื่อขายไฟฟ้าอย่างคุ้มค่า

ผู้สมัครเข้าโครงการติดตั้งระเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาบ้านเพื่อขายไฟฟ้าราคาพิเศษนี้ จะต้องมีคุณสมบัติหรือมีความพร้อม ดังนี้

1. เป็นลูกค้าประเภทบ้านที่อยู่อาศัยของ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค หรือ การไฟฟ้านครหลวง หรือผู้รับมอบอำนาจ

2. เป็นบุคคลบรรลุนิติภาวะ สามารถทำนิติกรรมกับการไฟฟ้าได้

3. สถานที่ติดตั้งอาจเป็นบ้านเดี่ยว บ้านทาวเฮาส์ บ้านแบบห้องแถว ฯลฯ

4. ลักษณะหลังคาบ้าน หรือ สถานที่ติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีความเหมาะสม โดยมีแสงอาทิตย์ส่องถึงตลอดในเวลากลางวัน ไม่มีเงาอื่นมาบัง

5. มีความสามารถในการลงทุนค่าใช้จ่ายต่างๆ (หรือมีผู้ลงทุนให้ หรือ มีสถาบันการเงินช่วย ตามแต่กรณี)

6. ขั้นตอนการยื่นเอกสารเพื่อขอจำหน่ายไฟฟ้าต่อการไฟฟ้าฯ

ประชาชนที่มีความประสงค์จะผลิตไฟฟ้าด้วยระบบเซลล์แสงอาทิตย์ (VSPP) และขายไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้านครหลวง หรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จะต้องดำเนินการตามขั้นตอนที่การไฟฟ้าฯ กำหนด

กล่าวคือเจ้าของบ้านจะต้องยื่นแบบคำขอจำหน่ายไฟฟ้าและการเชื่อมโยงระบบไฟฟ้าต่อการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) หรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) การไฟฟ้าทั้งสองจะใช้เวลาในการพิจาณาประมาณไม่เกิน 45 วัน และจะแจ้งผลการพิจารณาให้เจ้าของบ้านทราบ เจ้าของบ้านที่ประสงค์จะติดตั้งจริงก็จะต้องทำสัญญาขายไฟฟ้ากับการไฟฟ้าภายใน 60 วัน พร้อมชำระเงินค่าบริการของการไฟฟ้า และดำเนินการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์ เมื่อการไฟฟ้ามาตรวจสอบระบบฯ ว่าติดตั้งได้ถูกต้อง จึงจะอนุญาตให้เจ้าของบ้านเริ่มขายไฟฟ้า

อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติ ในการกรอกแบบฟอร์มต่างๆ ของการไฟฟ้านั้น จำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในการออกแบบและติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์เป็นผู้กรอกแบบฟอร์ม ดังนั้นเพื่อความสะดวกสำหรับเจ้าของบ้าน บริษัทเอกรัฐโซล่าร์ จำกัด จะเป็นผู้ให้บริการดำเนินการกรอกแบบฟอร์มต่างๆ ทั้งหมด และบริษัทจะเป็นผู้ไปยื่นแบบฟอร์มให้กับลูกค้า ตลอดจนประสานงานต่างๆ จนกระทั่งเจ้าของบ้านสามารถขายไฟฟ้าได้

โดยสรุปแล้ว การดำเนินการยื่นเอกสารขอจำหน่ายไฟฟ้า โดยย่อมีดังนี้

ขั้นตอนการยื่นเอกสารเพื่อขอจำหน่ายไฟฟ้าต่อ กฟภ. หรือ กฟน.

1. เจ้าหน้าที่ของบริษัท เอกรัฐโซล่าร์ จำกัด สำรวจสถานที่ติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์ และออกแบบระบบ เสนอราคาให้เจ้าของบ้านพิจารณา

2. เจ้าของบ้านลงนามในใบสั่งซื้อระบบฯ

3. เจ้าของบ้านลงนามในแบบฟอร์ม “แบบคำขอจำหน่ายไฟฟ้าและการเชื่อมโยงระบบไฟฟ้า” และลงนามในหนังสือมอบอำนาจในการยื่นแบบฟอร์มให้กับเจ้าหน้าที่ของบริษัทฯ

4. การไฟฟ้าฯ พิจารณาแบบคำขอจำหน่ายไฟฟ้าฯ และแจ้งให้เจ้าของบ้านทราบผลภายใน 45 วัน

5. ชำระค่าใช้จ่ายและทำสัญญาซื้อขายไฟฟ้ากับการไฟฟ้าฯ ภายใน 60 วัน

6. ติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์ และนัดการไฟฟ้าฯ มาตรวจสอบและเชื่อมโยงระบบ

7. เจ้าของบ้านจะได้รับเงินจากการขายไฟฟ้าเข้าบัญชีธนาคารเป็นรายเดือน

7. สถานที่ยื่นแบบคำขอจำหน่ายไฟฟ้าและการเชื่อมโยงระบบไฟฟ้า

กรณีทะเบียนบ้านอยู่ในกรุงเทพมหานคร และจังหวัดสมุทรปราการในความรับผิดชอบของการไฟฟ้านครหลวงให้ไปยื่นแบบคำขอจำหน่ายไฟฟ้าฯ ที่การไฟฟ้านคหลวง เขตวัดเลียบ ดังนี้

สถานที่ยื่นสำหรับบ้านในกรุงเทพมหานคร และสมุทรปราการ
ฝ่ายเศรษฐกิจพลังไฟฟ้า อาคาร 6 ชั้น 5 การไฟฟ้านครหลวง เขตวัดเลียบ
เลขที่ 121 ถนนจักรเพชร แขวงวังบูรพาภิรมย์ เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร 10200
โทร. 02-220-5702, 02-220-5923หรือ ที่สำนักงานของการไฟฟ้านครหลวง แต่ละเขต ทุกสาขา

กรณีทะเบียนบ้านอยู่ในต่างจังหวัด ในความรับผิดชอบของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ให้ไปยื่นแบบคำขอจำหน่ายไฟฟ้าฯ ที่สำนักงานเขตของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคในเขตต่างๆ ที่จังหวัดตนสังกัดอยู่ ดังนี้

สถานที่ยื่นสำหรับบ้านในภูมิภาค จังหวัดในความรับผิดชอบ

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเขต 1 (ภาคเหนือ) จ.เชียงใหม่

208 ถ. เชียงใหม่-ลำพูน ต.วัดเกต อ. เมือง จ.เชียงใหม่ 50000
โทรศัพท์ 0-5324-1018 โทรสาร 0-5330-2470/5324-6673
เชียงใหม่ ลำพูน เชียงราย ลำปาง พะเยา แม่ฮ่องสอน

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเขต 2 (ภาคเหนือ) จ.พิษณุโลก

350/9 หมู่ 7 ถ.มิตรภาพ ต.สมอแข อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000
โทรศัพท์ 0-5524-1960-1 / 0-5534-5130-1 0-5525-8246 โทรสาร 0-5524-1862
พิษณุโลก น่าน แพร่ กำแพงเพชร ตาก สุโขทัย พิจิตร อุตรดิตถ์

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเขต 3 (ภาคเหนือ) จ.ลพบุรี

13 ถ.พหลโยธิน ต.ทะลุชุบศร อ.เมือง จ.ลพบุรี 15000
โทรศัพท์ 0-3641-1097/0-3641-1722 โทรสาร 0-36413731
ลพบุรี นครสวรรค์ เพชรบูรณ์ สิงห์บุรี ชัยนาท อุทัยธานี

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเขต 1 (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) จ.อุดรธานี

123 ม.5 บ.หนองหัวหมู ต.นาดี อ.เมือง จ.อุดรธานี 41000
โทรศัพท์ 0-4222-2666/0-4222-1188/0-4222-1199 โทรสาร 0-4224-6306
อุดรธานี ขอนแก่น นครพนม สกลนคร เลยหนองคาย หนองบัวลำภู

ภาคผนวก ง
สมุดคู่มือประเมินความเป็นไปได้ในการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อขายสำหรับบ้านพักอาศัยในจังหวัดมหาสารคาม

ภาพประกอบ ง.1 หน้าปกของสมุดคู่มือประเมินความเป็นไปได้ในการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อขายสำหรับบ้านพักอาศัยในจังหวัดมหาสารคาม

เอกสารสมุดคู่มือนี้จัดทำขึ้นเพื่อให้รายละเอียดแก่เจ้าของบ้าน เพื่อเชิญชวนให้เจ้าของบ้าน ในพื้นที่อำเภอเมืองจังหวัดมหาสารคามและภูมิภาคทั่วประเทศที่สนใจการผลิตไฟฟ้าด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อขายคืนกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ตามที่กระทรวงพลังงานได้มีมาตรการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานหมุนเวียนขนาดเล็กมาก (Very Small Power Producer: VSPP) และได้ออกประกาศให้มีเงินรับซื้อไฟฟ้าในราคาพิเศษ (Adder) สำหรับกรณีการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์จำนวนหน่วยละ 8 บาท สมทบเข้าไปกับราคารับซื้อของการไฟฟ้าฝ่ายจำหน่าย (การไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค,2553) ประมาณเฉลี่ยหน่วยละ 3.3 บาท รวมเป็นประมาณหน่วยละ 11.3 บาท นั้น ได้สร้างแรงจูงใจให้มีการลงทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์เป็นอย่างมาก โครงการรับซื้อไฟฟ้าราคาพิเศษของกระทรวงพลังงานดังกล่าว มีวัตถุประสงค์เพื่อลดการผลิตไฟฟ้าด้วยเชื้อเพลิงฟอสซิลที่สร้างปัญหาให้กับสิ่งแวดล้อม และปูพื้นฐานให้ประเทศไทยมีไฟฟ้าใช้จากพลังงานสะอาดอย่างยั่งยืน

(โครงการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าขนาด 2 กิโลวัตต์ ณ อุดร เรืองงาม ปี 2553 ที่มาจากโครงการวิจัยฯ)

ระบบผลิตไฟฟ้าชนิดต่อเชื่อมสายส่งการไฟฟ้า (Grid connected system)

เป็นระบบผลิตไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อเชื่อมต่อสายส่งของการไฟฟ้าโดยไม่ใช้แบตเตอรี่ เหมาะกับสถานที่มีสายส่งไฟฟ้าของการไฟฟ้าอยู่ก่อนแล้ว โดยลักษณะการทำงานจะผลิตไฟฟ้าและส่งเข้าสู่สายส่งไฟฟ้าทำให้สามารถใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้ทันที ถ้าหากไฟฟ้าที่ผลิตได้จากโซลาร์เซลนั้น ไม่เพียงพอกับการใช้ไฟฟ้า ระบบจะทำการดึงไฟฟ้าของการไฟฟ้าเข้ามาเสริมให้โดยอัตโนมัติ และถ้าหากไฟฟ้าที่

1

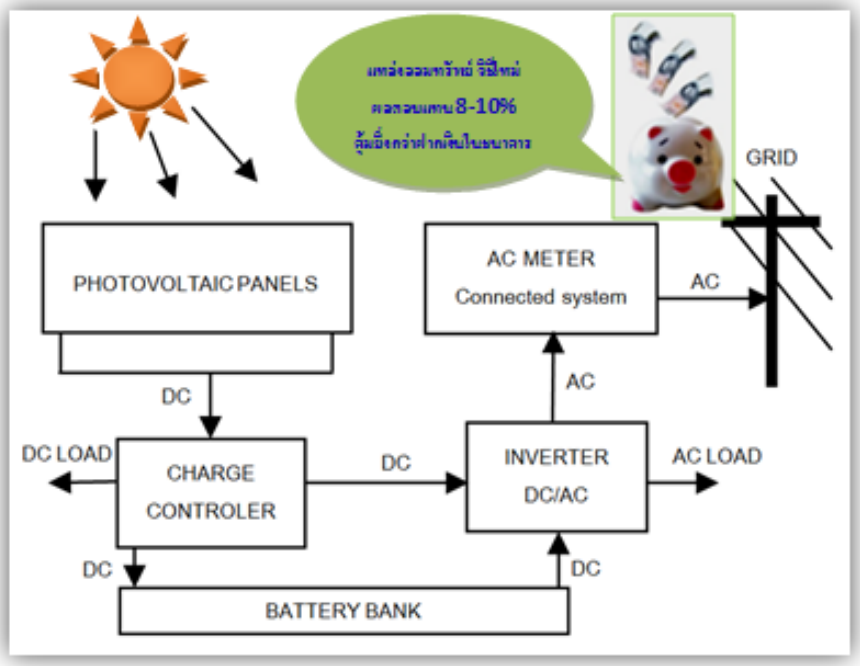
ภาพประกอบ ง.2 ลำดับหน้าที่หนึ่งของสมุดคู่มือประเมินความเป็นไปได้ในการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อขายสำหรับบ้านพักอาศัยในจังหวัดมหาสารคาม

ผลิตจากโซลาร์เซลมีเกินการใช้งาน ไฟฟ้าก็จะไหลออกสู่สายส่งการไฟฟ้าเป็นการขายคืนไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

รายได้จากการขายไฟฟ้าที่ผลิตด้วยระบบเซลล์แสงอาทิตย์ประมาณได้ดังนี้

- ค่าไฟฟ้าฐานที่จ่ายโดยการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค หรือการไฟฟ้านครหลวง โดยเฉลี่ยประมาณ 3 บาทต่อหน่วย (Baht/kWh) และสูงขึ้นตามอัตราค่าไฟฟ้าผันแปร (Ft)
- ค่าไฟฟ้าพิเศษ Adder ที่จ่ายโดยกระทรวงพลังงาน จำนวน 8 บาทต่อหน่วย (8 Baht/kWh)เป็นระยะเวลา 10 ปี นับจากวันที่เริ่มขายไฟฟ้า

= รวมประมาณ 11.3 บาทต่อหน่วย (11.3 Baht/kWh) ในปีแรก และจะเพิ่มตามอัตราค่า Ft



ผังการทำงานของระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

2

ภาพประกอบ ง.3 ลำดับหน้าที่สองของสมุดคู่มือประเมินความเป็นไปได้ในการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อขายสำหรับบ้านพักอาศัยในจังหวัดมหาสารคาม

ประโยชน์ด้านต่าง ๆ ของการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาบ้าน

1. พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมดจากระบบ จะสามารถขายให้กับการไฟฟ้านครหลวง หรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคในราคาหน่วยละประมาณ 11.3 บาท (Baht/kWh) ตามมาตรการการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานหมุนเวียน (VSPP) ของกระทรวงพลังงาน เป็นการสร้างรายได้ให้กับเจ้าของบ้าน

2. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาบ้าน จะเป็นกำบังแสงอาทิตย์ไม่ให้แสงอาทิตย์ตกกระทบกระเบื้องหลังคาโดยตรง จึงช่วยลดความร้อนที่จะลงมาถึงหลังคาอาคาร และช่วยลดการทำงานของเครื่องปรับอากาศในห้องใต้หลังคาบันได้

การคำนวณหาขนาดของระบบและเงินลงทุน

1. มีข้อมูลการใช้ไฟฟ้าและจำนวนเงินค่าไฟฟ้าของเจ้าของบ้าน ที่จะต้องกรอกดังนี้

ข้อมูลเบื้องต้น

1.1 หน่วยไฟฟ้าที่ใช้งาน ..... หน่วย/เดือน

1.2 ค่าไฟฟ้ารวมที่ใช้งาน ..... บาท/เดือน

2. ขนาดของกำลังการผลิตและงบประมาณเงินลงทุน

2.0 กิโลวัตต์ (16 ตารางเมตร) เงินลงทุนประมาณ 380,000 บาท

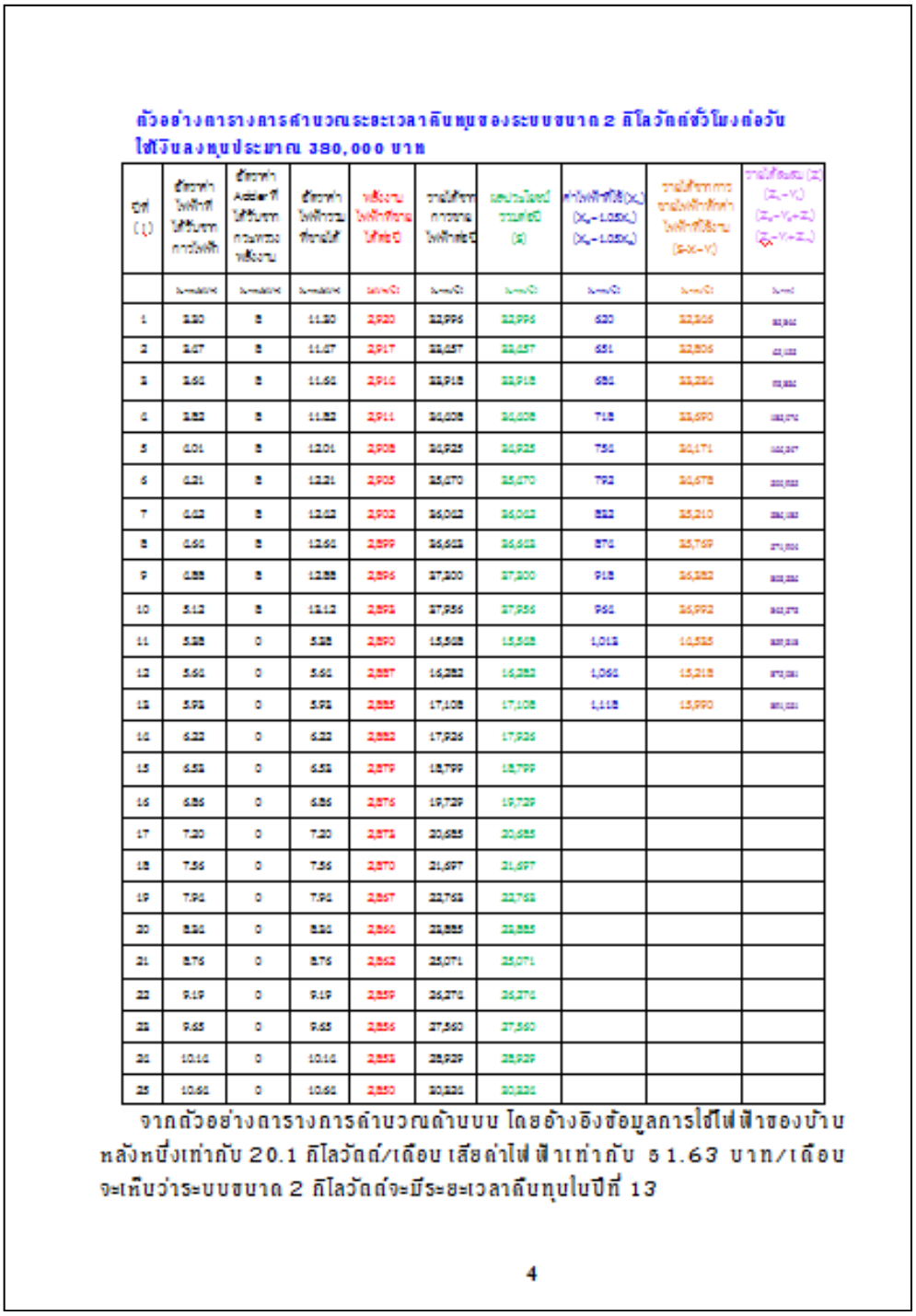
3.2 กิโลวัตต์ (24 ตารางเมตร) เงินลงทุนประมาณ 540,000 บาท

3.6 กิโลวัตต์ (27 ตารางเมตร) เงินลงทุนประมาณ 580,000 บาท

ตัวอย่างใบเสร็จค่าไฟฟ้าที่ใช้งาน

3

ภาพประกอบ ง.4 ลำดับหน้าที่สามของสมุดคู่มือประเมินความเป็นไปได้ในการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อขายสำหรับบ้านพักอาศัยในจังหวัดมหาสารคาม



ตัวอย่างตารางการคำนวณระยะเวลาคืนทุนของระบบขนาด 2 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน ใช้เงินลงทุนประมาณ 390,000 บาท

ปีที่ (t)	อัตราค่าไฟฟ้าที่ได้รับจากการไฟฟ้า	อัตราค่า Adder ที่ได้รับจากกระทรวงพลังงาน	อัตราค่าไฟฟ้ารวมที่ขายได้	พลังงานไฟฟ้าที่ขายได้ต่อปี	รายได้จากการขายไฟฟ้าต่อปี	มูลค่าปัจจุบันรวมต่อปี (P)	ค่าไฟฟ้าที่ใช้ (X_t) ($X_t = 1.05X_{t-1}$) ($X_t = 1.05X_0$)	รายได้จากการขายไฟฟ้าค่าไฟฟ้าที่ใช้งาน ($S=X-Y$)	รายได้สะสม (Σ) ($\Sigma_t = Y_t$) ($\Sigma_t = Y_t + \Sigma_{t-1}$) ($\Sigma_t = Y_t - \Sigma_{t-1}$)
	บาท/kWh	บาท/kWh	บาท/kWh	kWh/ปี	บาท/ปี	บาท/ปี	บาท/ปี	บาท/ปี	บาท
1	3.20	8	11.20	2,920	32,996	32,996	620	32,376	32,376
2	3.37	8	11.37	2,917	33,157	33,157	651	32,506	64,882
3	3.61	8	11.61	2,914	33,918	33,918	681	33,236	98,118
4	3.82	8	11.82	2,911	34,408	34,408	715	33,693	131,811
5	4.01	8	12.01	2,908	34,925	34,925	751	34,171	165,982
6	4.21	8	12.21	2,905	35,470	35,470	792	34,678	200,660
7	4.42	8	12.42	2,902	36,042	36,042	832	35,210	235,870
8	4.64	8	12.64	2,899	36,643	36,643	874	35,769	271,639
9	4.88	8	12.88	2,896	37,300	37,300	918	36,382	307,991
10	5.12	8	13.12	2,893	37,956	37,956	964	36,992	344,983
11	5.38	0	5.38	2,890	15,548	15,548	1,012	14,535	359,518
12	5.65	0	5.65	2,887	16,282	16,282	1,062	15,219	374,738
13	5.93	0	5.93	2,885	17,108	17,108	1,115	15,993	390,731
14	6.22	0	6.22	2,882	17,926	17,926			
15	6.53	0	6.53	2,879	18,799	18,799			
16	6.86	0	6.86	2,876	19,729	19,729			
17	7.20	0	7.20	2,873	20,685	20,685			
18	7.56	0	7.56	2,870	21,697	21,697			
19	7.94	0	7.94	2,867	22,762	22,762			
20	8.34	0	8.34	2,864	23,885	23,885			
21	8.76	0	8.76	2,862	25,071	25,071			
22	9.19	0	9.19	2,859	26,274	26,274			
23	9.65	0	9.65	2,856	27,560	27,560			
24	10.14	0	10.14	2,853	28,929	28,929			
25	10.65	0	10.65	2,850	30,331	30,331			

จากตัวอย่างตารางการคำนวณด้านบน โดยอ้างอิงข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของบ้านหลังหนึ่งเท่ากับ 20.1 กิโลวัตต์/เดือน เสียค่าไฟฟ้าเท่ากับ 6 1.63 บาท/เดือน จะเห็นว่าระบบขนาด 2 กิโลวัตต์จะมีระยะเวลาคืนทุนในปีที่ 13

4

ภาพประกอบ ง.5 ลำดับหน้าที่สี่ของสมุดคู่มือประเมินความเป็นไปได้ในการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อขายสำหรับบ้านพักอาศัยในจังหวัดมหาสารคาม

เมื่อทราบวิธีการคำนวณอย่างง่ายแล้ว ให้กรอกข้อมูลตามจริงของบ้านพักอาศัยของท่านและคำนวณหาผลตอบแทนระยะเวลาคืนทุนจริง

ปีที่ (t)	อัตราค่าไฟฟ้าที่ได้รับจากการไฟฟ้า	อัตราค่า Adder ที่ได้รับจากการผลิตพลังงานหมุนเวียน	อัตราค่าไฟฟ้าตามที่ควรได้รับ	พลังงานไฟฟ้าที่ควรได้รับ	รายได้จากการขายไฟฟ้าต่อปี	ผลประโยชน์ตามเกณฑ์ (B)	ค่าไฟฟ้าที่ใช้(X_t) ($X_t = 1.05X_t$) ($X_t = 1.05X_t$)	รายได้จากการขายไฟฟ้าที่ควรได้รับตาม (B-X-Y)	รายได้ที่ลดลง (Z) ($Z_t = Y_t$) ($Z_t = Y_t + Z_t$) ($Z_t = Y + Z_t$)
	บาท/หน่วย	บาท/หน่วย	บาท/หน่วย	หน่วย/ปี	บาท/ปี	บาท/ปี	บาท/ปี	บาท/ปี	บาท
1	3.20	8	11.20	2,920	32,996	32,996			
2	3.07	8	11.07	2,917	32,857	32,857			
3	2.91	8	11.91	2,913	32,918	32,918			
4	2.82	8	11.82	2,911	32,828	32,828			
5	0.01	8	12.01	2,908	32,925	32,925			
6	0.21	8	12.21	2,905	35,870	35,870			
7	0.02	8	12.02	2,902	36,062	36,062			
8	0.61	8	12.61	2,899	36,622	36,622			
9	0.88	8	12.88	2,896	37,300	37,300			
10	5.12	8	13.12	2,893	37,956	37,956			
11	5.38	0	5.38	2,890	15,548	15,548			
12	5.61	0	5.61	2,887	16,282	16,282			
13	5.91	0	5.91	2,885	17,108	17,108			
14	6.22	0	6.22	2,882	17,926	17,926			
15	6.51	0	6.51	2,879	18,799	18,799			
16	6.86	0	6.86	2,876	19,729	19,729			
17	7.20	0	7.20	2,873	20,685	20,685			
18	7.56	0	7.56	2,870	21,697	21,697			
19	7.91	0	7.91	2,867	22,763	22,763			
20	8.31	0	8.31	2,864	23,885	23,885			
21	8.76	0	8.76	2,862	25,071	25,071			
22	9.19	0	9.19	2,859	26,271	26,271			
23	9.65	0	9.65	2,856	27,560	27,560			
24	10.14	0	10.14	2,853	28,929	28,929			
25	10.61	0	10.61	2,850	30,231	30,231			

5

ภาพประกอบ ง.6 ลำดับหน้าที่ห้าของสมุดคู่มือประเมินความเป็นไปได้ในการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อขายสำหรับบ้านพักอาศัยในจังหวัดมหาสารคาม

การางการคำนวณข้างต้นนี้เป็นเพียงการประเมินเบื้องต้น และยังมีปัจจัยอื่นที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบ อาทิเช่น

- ค่าความเข้มแสง
- อุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์
- อายุการใช้งาน
- การบำรุงรักษา
- ภัยธรรมชาติ
- การสนับสนุนจากภาครัฐบาล

เมื่อเจ้าของบ้านทราบรายละเอียดเบื้องต้นและระยะเวลาคืนทุนโดยประมาณแล้ว สมุดคู่มือประเมินการตัดสินใจติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อระบบสายส่งของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคนี้ จึงเป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจของเจ้าของบ้านพักอาศัยในเขตอำเภอเมืองจังหวัดมหาสารคาม

6

ภาพประกอบ ง.7 ลำดับหน้าที่หกของสมุดคู่มือประเมินความเป็นไปได้ในการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อขายสำหรับบ้านพักอาศัยในจังหวัดมหาสารคาม

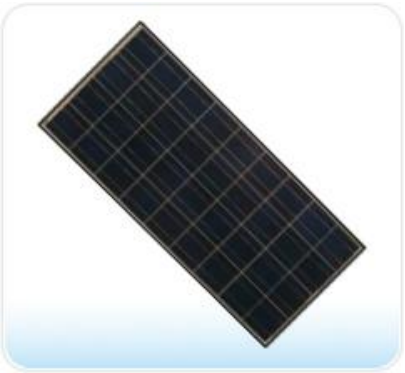
ภาคผนวก จ
รายละเอียดอุปกรณ์ในงานวิจัย

ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่สำคัญ ได้แก่

1. แผงเซลล์แสงอาทิตย์

1.1 ข้อมูลบริษัท A

- แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 130 วัตต์ ยี่ห้อ : SP Solar แบบ Poly-Crystalline Silicon.



ภาพประกอบ จ.1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 130 วัตต์ ยี่ห้อ : SP Solar แบบ Poly-Crystalline Silicon (โซล่าเซลล์ไทย, ม.ป.ป. ข)

ราคา : 11,050 บาท

Specifications :

- No. of cells and connections : 36 (4×9)
- Application : DC12V system
- Maximum permitted system voltage : DC 1000V
- Dimension of module : 1476x670x35 mm.
- Weight : ~ 11.5 Kgs.
- Electrical Parameters
- Peak power (Wp) : 130W
- Open circuit voltage (Voc) : 22.20V
- Optimum power voltage (Vm) : 17.60V
- Short Circuit Current (Isc) : 7.93A
- Optimum operation current (Im) : 7.38A

Temperature coefficient :

- Temperature coefficient of Isc α(Isc) : +0.08% /K
- Temperature coefficient of Voc β(Voc) : -0.36% /K
- Temperature coefficient of Pm γ(Wp) : -0.51% /K

Absolute maximum limits :

- Operating temperature : -40 to + 85 ˚C
- Storage temperature : -40 to + 85 ˚C

1.2 ข้อมูลบริษัท B

- แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 130 วัตต์ ยี่ห้อ : SP Solar แบบ Poly-Crystalline Silicon.

ภาพประกอบ จ.2 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 130 วัตต์ ยี่ห้อ : SP Solar แบบ Poly-Crystalline Silicon.(เนโธโร่-เอ็นเนอจี้, ม.ป.ป. ก)

ราคา : 11,000 บาท

Specifications :

- No. of cells and connections : 36 (4×9)
- Application : DC12V system
- Maximum permitted system voltage : DC 1000V
- Dimension of module : 1476x670x35 mm.
- Weight : ~ 11.5 Kgs.
- Electrical Parameters
- Peak power (Wp) : 130W
- Open circuit voltage (Voc) : 22.20V
- Optimum power voltage (Vm) : 17.60V
- Short Circuit Current (Isc) : 7.93A
- Optimum operation current (Im) : 7.38A

Temperature coefficient :

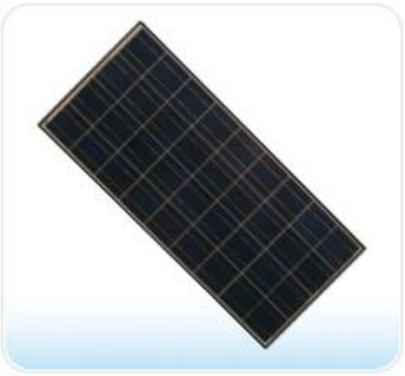
- Temperature coefficient of Isc α(Isc) : +0.08% /K
- Temperature coefficient of Voc β(Voc) : -0.36% /K
- Temperature coefficient of Pm γ(Wp) : -0.51% /K

Absolute maximum limits :

- Operating temperature : -40 to + 85 ˚C
- Storage temperature : -40 to + 85 ˚C

1.3 ข้อมูลบริษัท C

- แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 130 วัตต์ ยี่ห้อ : SP Solar แบบ Poly-Crystalline Silicon.



ภาพประกอบ จ.3 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 130 วัตต์ ยี่ห้อ : SP Solar แบบ Poly-Crystalline Silicon. (เมคคาช็อป, 2546)

ราคา : 12,000 บาท

Specifications :

- No. of cells and connections : 36 (4×9)
- Application : DC12V system
- Maximum permitted system voltage : DC 1000V
- Dimension of module : 1476x670x35 mm.
- Weight : ~ 11.5 Kgs.
- Electrical Parameters
- Peak power (Wp) : 130W
- Open circuit voltage (Voc) : 22.20V
- Optimum power voltage (Vm) : 17.60V
- Short Circuit Current (Isc) : 7.93A
- Optimum operation current (Im) : 7.38A

Temperature coefficient :

- Temperature coefficient of lsc α(lsc) : +0.08% /K
- Temperature coefficient of Voc β(Voc) : -0.36% /K
- Temperature coefficient of Pm γ(Wp) : -0.51% /K

Absolute maximum limits :

- Operating temperature : -40 to + 85 ˚C
- Storage temperature : -40 to + 85 ˚C

2. เครื่องควบคุมการชาร์จประจุขนาด 10 A

2.1 ข้อมูลบริษัท A

- เครื่องควบคุมการชาร์จประจุขนาด 10 A ระบบ stand alone 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน

ภาพประกอบ จ.4 เครื่องควบคุมการชาร์จประจุ ขนาด 10 A (ดีดีเทค, 2544)

ราคา 1,650 บาท

รายละเอียด

- สามารถใช้ได้ทั้งระบบ 12V หรือ 24V โดยเครื่องจะมีระบบปรับอัตโนมัติ
- ใช้ได้ดีกับไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์
- ควบคุมการเปิด-ปิดไฟอัตโนมัติ
- สามารถใช้กับแผงโซล่าเซลล์ได้ถึง 160 วัตต์
- มีระบบป้องกันแบตเตอรี่จากการชาร์จเกิน หรือจ่ายโหลดเกิน และป้องกันกระแสย้อนกลับในเวลากลางคืน
- มีหน้าจอ LCD และ LED แสดงผลการทำงาน
- ระบบไฟขา เข้า-ออก รองรับ ไฟกระแสตรง 12V หรือ 24V
- ขนาด Terminals สำหรับสายไฟขนาด 6 mm^2
- ติดตั้งง่าย ใช้งานง่าย
- ทำจากอลูมิเนียม น้ำหนักเบา ติดตั้งง่าย ได้รับ ISO 9001-2000
- น้ำหนัก 150 กรัม

2.2 ข้อมูลบริษัท B

- เครื่องควบคุมการชาร์จประจุ ขนาด 10 A ระบบ stand alone 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน

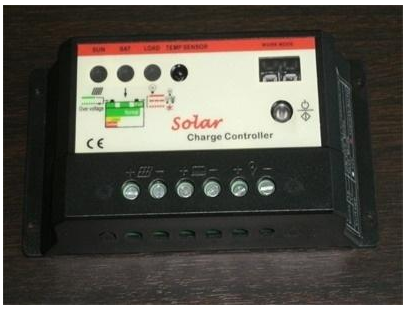
ภาพประกอบ จ.5 เครื่องควบคุมการชาร์จประจุ ขนาด 10 A (ทองสุขศิริ ออโตเมชั่น แอนด์ เซอร์วิส, 2555 ก)

ราคา 1,450 บาท
รายละเอียด

- ประสิทธิภาพสูง สามารถช่วยในการ เพิ่มหรือลด และชดเชยระดับกระแสไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์เข้าแบตเตอรี่ จึงทำให้ช่วยยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่
- มีระบบป้องกันหากมีอุณหภูมิสูงเกิน
- มีระบบป้องกันความเสียหายจากการลัดวงจร, Over load และการต่ออุปกรณ์กลับขั้ว
- เหมาะสำหรับระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ทุกประเภท
- สามารถใช้ได้กับแผงโซลาร์เซลล์ ที่ต่อระบบแรงดัน 12V/24V ทำงานออโต้ และกระแสรวมไม่เกิน 10A.

2.3 ข้อมูลบริษัท C

- เครื่องควบคุมการชาร์จประจุ ขนาด 10 A ระบบ stand alone 0.67 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน



ภาพประกอบ จ.6 เครื่องควบคุมการชาร์จประจุ ขนาด 10 A (อีพีซี อินเตอร์เนชั่นเนล, 2551)

ราคา 1,700 บาท
รายละเอียด

- วงจรควบคุม : ใช้ MCU ซึ่งเป็นวงจรควบคุมที่มีการทำงานเพื่อการตอบสนองอย่างมีประสิทธิภาพ
- โหมดเกี่ยวกับการชาร์จ : ใช้โหมด PWM ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงในการชาร์จ มีการบูทกระแสไฟในกรณีที่มีแสงแดดอ่อน และมีระบบการทำงานแบบอัตโนมัติทำให้แบตเตอรี่มีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น ใช้อุณหภูมิในการควบคุม
- การควบคุมอัตราการคายประจุ : มีระบบการควบคุมการคายประจุของแรงดันไฟฟ้าทำให้อัตราการคายของแรงดันไฟฟ้าประจุมีความแม่นยำ
- ระบบการป้องกันตนเอง: มีการป้องกันทั้งรูปลักษณ์ด้านนอกและการป้องกันในเรื่องการเกิดลัดวงจรที่ เกิดจากการเชื่อมต่อหรือการลัดวงจรที่อาจจะเกิดขึ้นในช่วงที่เกิดฟ้าร้อง หรือฟ้าผ่า ซึ่งระบบนี้จะช่วยป้องกันไม่ให้องค์ประกอบภายในหรือชิ้นส่วนของอะไหล่ทั้ง หมดรวมฟิวส์ไม่ให้ได้รับความเสียหาย

- ไฟแสดงสถานะ : มีไฟ LED แสดงสถานการณ์ทำงานของระบบการชาร์จไฟ เช่น แสดงการชาร์จเมื่อไฟเต็มหรือแสดงเมื่อไฟหมด แสดงเมื่อมีการเปิด-ปิด แสดง เมื่อเกิดการลัดวงจร การชาร์จเกิน
- อุณหภูมิในการทำงาน : ในการทำงานของเครื่องสามารถสามารถที่จะรองรับอุณหภูมิได้ที่-35° C ถึง 50 °C
- การปรับตั้งค่า : ใช้ หน่วยความจำแฟลตเพื่อบันทึกและควบคุมการทำงานแทนการใช้ความต้านทานเพื่อให้ แน่ใจว่าการปรับตั้งค่าถูกต้องแม่นยำและมีความน่าเชื่อถือ
- โหมดการทำงานแบบ Multiple : เปิดไฟ+ ปิดไฟ , เปิดไฟ + XX ชั่วโมงที่หน่วงเวลาปิดไฟ, ควบคุมร่วมกัน
- จอแสดงผลและการตั้งค่า : จอแสดงผลแบบ LED ดิจิตอลแสดงถึงโหมดการทำงานมีปุ่ม 1 ปุ่ม ที่ใช้ในการดำเนินงานเพื่อตอบสนองการตั้งค่าทั้งหมดได้อย่างง่ายดาย
- การตั้งค่าในเวลากลางคืน : เปิด ไฟ+ชั่วโมงที่หน่วงเวลาปิดไฟ, โหลดเวลาปิดไฟ, หน่วงเวลาชั่วโมงที่เปิดไฟ+ช่วงเวลาที่ปิดไฟ(คิดเป็นจำนวนวัน), โหลดเวลาที่ปิดไฟในตอนกลางคืนโดยใช้ฟัซซี่คอนโทรน การตั้งค่าขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของเวลาตอนกลางคืนในแต่ล่ะฤดูการที่แตก ต่างกัน(สำหรับรุ่นSDRC-MT)
- โหมด Output 2 โหมด : ระบบ DC ที่จ่ายออกเป็นระบบ 1 HZ ใช้สำหรับการจ่ายไฟให้กับไฟกระพริบ LED เท่านั้น

3. **เครื่องควบคุมการชาร์จประจุขนาด 20 A**

3.1 ข้อมูลบริษัท A

- เครื่องควบคุมการชาร์จประจุ ขนาด 20 A ระบบ stand alone 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน

ภาพประกอบ จ.7 เครื่องควบคุมการชาร์จประจุ ขนาด 20 A (อีสต์เทิร์น เอ็นเนอร์ยี่, 2555)

ราคา 3,400 บาท

รายละเอียด

• ขนาด 12V/24V Auto-work, กระแสสูงสุด 20Amp
• Rated solar input 20 Amps.
• Regulations point : 14.8 Volt
• High Voltage Disconnect : 14.4 Volt
• Low voltage Disconnect : 13.6 Volt
• Low voltage Reconnect : 12.6 Volt

• Terminals For wire sizes to 6mm²
• Self-consumption 6mA maximum
• Temperature -35C to 55C
• Enclosure IP22
• Compliance CE
• Weights 200 g

3.2 ข้อมูลบริษัท B

- เครื่องควบคุมการชาร์จประจุ ขนาด 20 A ระบบ stand alone 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน

ภาพประกอบ จ.8 เครื่องควบคุมการชาร์จประจุ ขนาด 20 A (นอร์ทเทอร์นซันไชน์, 2555)

ราคา 2,250 บาท
รายละเอียด

- System 12V./24V. / 20A.
- Input Voltage 0 - 21V. / 0 - 42V.
- Special Function
  Auto on/off , Timer , Auto 12V.24V.
  Monitoring , Temp. Detector Season Self-Adjust

3.3 ข้อมูลบริษัท C

- เครื่องควบคุมการชาร์จประจุ ขนาด 20 A ระบบ stand alone 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน

ภาพประกอบ จ.9 เครื่องควบคุมการชาร์จประจุ ขนาด 20 A (เดอะคลีนิคคอม เน็ตเวิร์ค, 2555 ข)

ราคา 4,000 บาท

รายละเอียด

• Eight versions available (see back)

12 and 24 volts

6, 10 and 20 amps

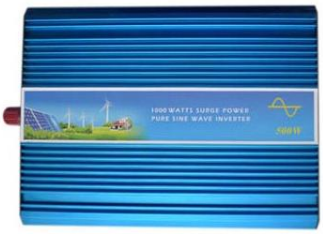
• 100% solid state

• Series design (not shunt)

4. เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ Stand alone inverter ขนาด 1000 วัตต์

4.1 ข้อมูลบริษัท A

- เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ Stand alone inverter ขนาด 1000 วัตต์



ภาพประกอบ จ.10 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าขนาด 1000 วัตต์ (Mind tek, n.d. a)

ราคา 7,500 บาท

รายละเอียด :

- แรงดันไฟเข้า (Input Voltage): ไฟกระแสตรง 10-15 VDC
- แรงดันไฟออก (Output voltage): ไฟกระแสสลับ 220 VAC (ไฟบ้าน)
- รูปแบบคลื่นสัญญาณไฟออก (Output waveform): Pure sine wave

- กำลังการจ่ายโหลดอย่างต่อเนื่องของ Inverter 1kW (1000W)
- กำลังการจ่ายโหลดสูงสุดแบบ Surge: 2kW
- ประสิทธิภาพการทำงานเต็มกำลังมากกว่า 85%
- ความถี่ไฟกระแสสลับ 50Hz
- ช่วงอุณหภูมิการทำงาน -10°C to 50°C
- ระบบป้องกัน short circuit และ Overload
- Alarm เมื่อแรงดัน DC ต่ำกว่า 10VDC และตัดวงจรอัตโนมัติเมื่อแรงดัน DC ต่ำกว่า 9.5 VDC
- Over Voltage Shutdown เมื่อแรงดัน Input สูงกว่า 15.5 VDC
- ขนาด 328*165*85 mm.
- น้ำหนัก 3.85 kg.

4.2 ข้อมูลบริษัท B

- เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ Stand alone inverter ขนาด 1000 วัตต์ ยี่ห้อ NIHO รุ่น NHISA1000-12

ภาพประกอบ จ.11 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าขนาด 1000 วัตต์ ยี่ห้อ NIHO รุ่น NHISA1000-12 (ไทยพาวว์เวอร์เทค. (2554 ข)

ราคา 6,800 บาท

รายละเอียด :

- ชนิดของ Inverter: Pure Sine Grid-Tie Inverter
- แรงดันไฟเข้า: 10.5-28 VDC
- กระแส Input สูงสุด 65A
- กำลัง Input DC สูงสุด (Maximum Input DC Power) 1200W
- กำลัง Output AC สูงสุด (Maximum Output AC Power) 1000W
- ขนาด: 31 x 16.5 x 5.5cm
- น้ำหนัก 2 kg.

4.3 ข้อมูลบริษัท C

- เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ Stand alone inverter ขนาด 1000 วัตต์

ภาพประกอบ จ.12 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ Stand alone inverter ขนาด 1000 วัตต์ (เนโธโร่-เอ็นเนอจี้, ม.ป.ป. ข)

ราคา 11,200 บาท

รายละเอียด :

- Output waveform: Pure sine wave inverter
- Continuous power: 1000 Watt
- Surge power: 2000 Watt
- Input volt: 12V/24V/48V/110V DC
- Output volt: 100V/110V/120V/220V/230V/240V/ AC
- Frequency: 50 Hz/60 Hz
- Efficiency: >85 %
- No load current draws: <0.8 A
- THD: <5 %
- Dimension (L*W*H): 310*150*70 mm
- Inner box dimension: 390*190*110* mm
- Carton dimension: 420*410*265 mm
- Net weight: 3.5 ± 0.2 KG

5. **เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ Stand alone inverter ขนาด 2000 วัตต์**

5.1 ข้อมูลบริษัท A

- เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ Stand alone inverter ขนาด 2000 วัตต์ ยี่ห้อ NIHO

ภาพประกอบ จ.13 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าขนาด 2000 วัตต์ (ไทยพาวว์เวอร์เทค, 2554 ก).

ราคา 12,900 บาท

รายละเอียด

- Max continuous power:2000W, Peak power:4000W
- Waveform:Pure sine wave
- Stylish design
- Input voltage: 12V ,24V or 48VDC
- Output voltage: 220V AC
- Best useful efficiency:more than 90%
- Over-voltage,overload,short-circuit and over-temperature protection and lack Voltage shutoff.
- NO load current draw:≦0.6A
- Socket: 1 standard socket
- Accessory: 2 battery terminal cables(1 red + 1 black)

5.2 ข้อมูลบริษัท B

- เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ Stand alone inverter ขนาด 2000 วัตต์ ยี่ห้อ MUST รุ่น EP3000-2012E

ภาพประกอบ จ.14 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าขนาด 2000 วัตต์ ยี่ห้อ MUST รุ่น EP3000-2012E (ท็อปอินเตอร์เทค โซลูชั่น, 2555 ข)

ราคา 17,900 บาท
รายละเอียด

อินเวอร์เตอร์ Pure sine wave Inverter 2000 Watts
แรงดัน Input 12, 24 , 48 V.DC
Output 230 V.AC
หน้าจอ LCD มี ระบบ Charge AC 230 V.
สามารถขับโหลดปั๊มน้ำ 0.5-2 HP,ตู้เย็น
ใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ารวมได้ถึง 2000 Watts
ขนาด 580X315X300 MM.

5.3 ข้อมูลบริษัท C

- เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ Stand alone inverter ขนาด 2000 วัตต์

ภาพประกอบ จ.15 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ Stand alone inverter ขนาด 2000 วัตต์
(ทองสุขศิริ ออโตเมชั่น แอนด์ เซอร์วิส, 2555 ข)

ราคา 30,800 บาท
รายละเอียด

- Input Voltage : 12VDC
- Output Voltage : 220VAC/50Hz
- Wave Form Output : Pure Sine Wave
- Watt Input (continue) : 3000W
- Watt Output (peak) : 2000W
- Warrantee 5 years
- Input volt: 12V/24V/48V/110V DC
- Output volt: 100V/110V/120V/220V/230V/240V/ AC
- Frequency: 50 Hz/60 Hz
- Efficiency: >85 %
- No load current draws: <1.0 A

- THD: <5 %
- Dimension (L*W*H): 395*150*70 mm
- Inner box dimension: 390*190*110* mm
- Carton dimension: 435*195*225 mm
- Net weight: 5.5 ± 0.5 KG

6. เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ Grid-Tie Inverter ขนาด 1000 W

6.1 ข้อมูลบริษัท A

- เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ Grid-Tie Inverter ขนาด 1000 W

ภาพประกอบ จ.16 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า Grid-Tie Inverter ขนาด 1000 W (Mind tek, n.d. b)

ราคา 9,800 บาท

รายละเอียด

- ชนิดของ Inverter: Pure Sine Grid-Tie Inverter
- แรงดันไฟเข้า: 10.5-28VDC
- กระแส Input สูงสุด 65A
- กำลัง Input DC สูงสุด (Maximum Input DC Power) 1200W
- กำลัง Output AC สูงสุด (Maximum Output AC Power) 1000W
- ขนาด: 31 x 16.5 x 5.5cm
- น้ำหนัก 2KG

6.2 ข้อมูลบริษัท B

- เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ Grid-Tie Inverter ขนาด 1000 W รุ่น GTI1000

ภาพประกอบ จ.17 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ Grid-Tie Inverter ขนาด 1000 W รุ่น GTI1000 (ท็อปอินเตอร์เทค โซลูชั่น, 2555 ก)

ราคา 9,500 บาท

รายละเอียด

- ชนิดของ Inverter: Pure Sine Grid-Tie Inverter
- แรงดันไฟเข้า: 10.5-28VDC
- กระแส Input สูงสุด 65A
- กำลัง Input DC สูงสุด (Maximum Input DC Power) 1200W
- กำลัง Output AC สูงสุด (Maximum Output AC Power) 1000W
- ขนาด: 31 x 16.5 x 5.5cm
- น้ำหนัก 2KG

6.3 ข้อมูลบริษัท C

- เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ Grid-Tie Inverter ขนาด 1000 W

ภาพประกอบ จ.18 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ Grid-Tie Inverter ขนาด 1000 W (พลังงานทดแทนเพื่อคนไทย, 2555 ก)

ราคา 12,000 บาท

รายละเอียด : N/A

7. เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ Grid-Tie Inverter ขนาด 2000 วัตต์

7.1 ข้อมูลบริษัท A

- เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ Grid-Tie Inverter ขนาด 2000 W ยี่ห้อ GOODWE รุ่น GW2000-ss

ภาพประกอบ จ.19 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ Grid-Tie Inverter ขนาด 2000 W ยี่ห้อ GOODWE รุ่น GW2000-ss (อีโค เอนเนอจีฟาร์ม, ม.ป.ป.)

ราคา 40,000 บาท

รายละเอียด :

DC Input Data	Max.PV-generator power[w]	2300
	Max.Dc voltage[v]	500
	MPPT voltage range[v]	125~450
	Turn on DC voltage[v]	125
	Max.DC work current[A]	15
	Number of MPP trackers	1
	DC-connection	MC IV or HC IV connector
	Self-consumption[w]	5
AC Output Data	Nominal AC power[w]	2000
	Max.AC power[w]	2000
	Max.output current[A]	10
	Nominal output voltage range	According to VDE0126-1-1, RD1663, ENEL, GB,SAA
	AC grid frequency	According to VDE0126-1-1, RD1663, ENEL, GB,SAA
	THD(AC output current)	〈1%
	Power factor	~1 (Norminal power)
	AC connector	Single phase with clamps
Efficiency	Max.efficiency	97.0%
	Euro efficiency	>96.0%
	MPPT adaptation efficiency	>99.5%
Safty Equipment	Leakage current monitoring	Integrated
	DC disconnector switch	Optional
	Islanding protection	AFD
	Grid monitoring	According to VDE 0126-1-1/A1,AS4777.1/2/3, RD1663, ENEL Guide,G83,G95-2
Normative Reference	EMC-compliant according to	EN 61000-6-1,EN 61000-6-2, EN 61000-6-3,EN 61000-6-4
	Safety compliance	According to IEC62109-1,AS3100
General Data	Dimensions(W*H*D) [mm]	330*350*125
	Net weight [kg]	12
	Housing	For outdoor and indoor
	Mounting information	Wall bracket
	Operating temperature range	-20℃～60℃ (up 45℃ derating)
	Relative humidity	0 ~ 95%
	Site altitude[m]	2000
	IP proection type	IP65
	Topology	Transformerless
	Cooling concept	Nature Convection
	Noise level[dB]	〈25
	Display	3LED;3.5"LCD
	Communication	USB2.0;485 (wireless／bluetooth optional)

7.2 ข้อมูลบริษัท B

- เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ Grid-Tie Inverter ขนาด 2000 W ยี่ห้อ JFY รุ่น JSI-2000TL

ภาพประกอบ จ.20 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ Grid-Tie Inverter ขนาด 2000 W ยี่ห้อ JFY รุ่น JSI-2000TL (ไทยพาวว์เวอร์เทค, 2554 ก)

ราคา 36,000 บาท

รายละเอียด :

Characteristics	1500W	2000W	3000W	5000W	6000W	10kW
Max. DC power	1750W	2300W	3660W	5300W	6400W	12400W
Max. DC voltage	450Vdc	500Vdc		550Vdc		900Vdc
MPPT Operating range	100~450Vdc			100~500Vdc		200~800Vdc
Number of parallel inputs	1	1	2	3	3	2
Number of MPPT trackers	1	1	1	1	1	2
Max. input current (total)		10A	20A	25A	27A	40A (20A per tracker)
Nominal output power	1500W	2000W	3000W	4600W	6000W	10000W
Max. Output power	1650W	2200W	3400W	5000W	6000W	11000W
Nominal output current		8.7A	13A	20A	26A	14.5A per phase
Max. output current		10.5A	15.7A	23.8A	28.6A	17.5A per phase

7.3 ข้อมูลบริษัท C

- เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ Grid-Tie Inverter ขนาด 2000 W

ภาพประกอบ จ.21 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ Grid-Tie Inverter ขนาด 2000 W (ตลาด เซ็นเตอร์, 2555)

ราคา 32,000 บาท

รายละเอียด

- DC Input Data
- Nominal DC Voltage 360 VDC
- Max. DC input Voltage 500 VDC
- Working range 120VDC~500VDC
- Max DC input current (Each MPPT Tracker) 14.6 Amp
- MPPT Range 150 VDC ~ 450 VDC
- MPPT Tracker 1
- AC Output Data
- Nominal AC Power 2000
- Max. AC Power 2200
- Nominal AC Voltage AC 230V
- Output Connect Method 1-Phase / 2-Wires(L,N,G) or 1-Phase / 3-Wires(L1,L2,G)
- AC Voltage Rang 184~264.5Vac(Base on 230 Vac)
- Nominal AC Current 8.7Amp
- (H x W x D in mm) 455 x 430 x 170
- Weight (Kgs / Lbs) 23 / 51

8. แบตเตอรี่สำหรับระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์

8.1 ข้อมูลบริษัท A

- แบตเตอรี่สำหรับระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ยี่ห้อ ยัวร์ซ่า ขนาด 12 โวลท์ 130 แอมป์

ภาพประกอบ จ.22 แบตเตอรี่สำหรับระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ยี่ห้อ ยัวร์ซ่า ขนาด 12 โวลท์ 130 แอมป์ (ภูปายกังหันลมและโซล่าเซลผลิตไฟฟ้า, 2552)

ราคา 7,000 บาท

รายละเอียด :

- ขนาด 12 V / 130 Ah
- แรงดันไฟฟ้า 12 Volts
- ความจุไฟฟ้า 21 AH / 20 HR
- กว้าง 168 mm.
- ยาว 407 mm.
- สูง 200 mm.

8.2 ข้อมูลบริษัท B

- แบตเตอรี่สำหรับระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ยี่ห้อ ยัวร์ซ่า ขนาด 12 โวลท์ 130 แอมป์ รุ่น EB130-12V130Ah

ภาพประกอบ จ.23 แบตเตอรี่สำหรับระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ยี่ห้อ ยัวร์ซ่า ขนาด 12 โวลท์ 130 แอมป์ (เดอะคลีนิคคอม เน็ตเวิร์ค, 2553 ก)

ราคา 6,750 บาท

รายละเอียด :

- ขนาด 12 V / 130 Ah
- แรงดันไฟฟ้า 12 Volts
- ความจุไฟฟ้า 21 AH / 20 HR
- กว้าง 168 mm.
- ยาว 407 mm.
- สูง 200 mm.

8.3 ข้อมูลบริษัท C

- แบตเตอรี่สำหรับระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ยี่ห้อ Trojan ขนาด 12 โวลท์ 130 แอมป์ รุ่น SCS225

ภาพประกอบ จ.24 แบตเตอรี่สำหรับระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ยี่ห้อ Trojan ขนาด 12 โวลท์ 130 แอมป์ รุ่น SCS225 (พลังงานทดแทนเพื่อคนไทย, 2555 ข)

ราคา 7,200 บาท

รายละเอียด :

- Trojan 12V / 130 AH.
- Length 35.5 cm.
- Width 17.1 cm.
- Height 25.1 cm.
- Weight 30 kg.

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ นามสกุล	นายอภิชน มุ่งชู
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 13 พฤษภาคม พ.ศ. 2527
จังหวัด และประเทศที่เกิด	อำเภอนาเชือก จังหวัดมหาสารคาม
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2542	มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
พ.ศ. 2545	มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
พ.ศ. 2548	ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาเทคนิคยานยนต์ วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม
พ.ศ. 2552	ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
พ.ศ. 2556	ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วศ.ม.) สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำแหน่ง สถานที่ทำงาน	-
ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้	บ้านเลขที่ 93 หมู่ 9 ตำบลดอนหว่าน อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000