



การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของระบบเซลล์แสงอาทิตย์
ชนิดติดตั้งบนหลังคา กรณีศึกษา อาคารที่พักอาศัย

กิตติพงษ์ คูธารทอง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

ตุลาคม 2561



465562443

URU :Thesis 58556780102 thesis / recv : 02102561 16:42:52 / seq : 24

การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของระบบเซลล์แสงอาทิตย์
ชนิดติดตั้งบนหลังคา กรณีศึกษา อาคารที่พักอาศัย



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

ตุลาคม 2561

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์



465562443

URU :Thesis 58556780102 thesis / recv : 02102561 16:42:52 / seq : 24

Economic Value Assessment of Solar PV Rooftop System :
A Case Study on Residential Building



Kittipong Kuthantong

A Thesis Submitted in partial Fulfillment of Requirements for
Master of Engineering Program in Engineering Management
Uttaradit Rajabhat University

October 2018

Copyright of Uttaradit Rajabhat University



465562443

URU :Thesis 58556780102 thesis / recv : 02102561 16:42:52 / seq : 24

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ชนิดติดตั้งบนหลังคา
กรณีศึกษา อาคารที่พักอาศัย

ของ

กิตติพงษ์ คูธารทอง

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจากคณะกรรมการที่ปรึกษาและคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม

เมื่อวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

(อาจารย์ ดร. พลิศภัทร์ คำฟู)

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(อาจารย์ ดร.ยศภัทรชัย คณิตปัญญาเจริญ)

ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษาประจำ

หลักสูตร

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กันต์ อินทวงศ์)

คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

(อาจารย์ ดร.เชาวฤทธิ์ จันจัน)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เรืองเดช วงศ์หล้า)

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์



465562443

URU :Thesis 58556780102 thesis / rev: 02102561 16:42:52 / seq: 24

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง

ผู้วิจัย

นายกิตติพงษ์ คูธารทอง

ปริญญา

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม)

ปีการศึกษา

2561

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ ดร. พลิศภัทร์ คำฟู

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

อาจารย์ ดร. ภคมน ปินตานา

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์โดยการวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราผลตอบแทนภายใน และระยะเวลาคืนทุน โดยงานนี้ได้รวบรวมปัจจัยการติดตั้งระบบที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งส่งผลต่อต้นทุนและปริมาณการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ โดยศึกษาจากกรณีตัวอย่างของการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดติดตั้งบนหลังคาของอาคารที่พักอาศัย และอาคารพาณิชย์ จำนวน 3 โครงการ กระบวนการวิจัยที่ใช้ คือ การเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ของแต่ละกรณีศึกษาทิศทางการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ มุมองศาของการติดตั้ง โดยใช้แอปพลิเคชันที่ถูกสร้างขึ้นมาเฉพาะเพื่อการเก็บข้อมูลปริมาณการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ วัดมุมองศา และวัดทิศทางการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ รวมถึงข้อมูลเกี่ยวกับราคาของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และอินเวอร์เตอร์ และนำข้อมูลของตัวแปรต่าง ๆ ที่รวบรวมได้ไปวิเคราะห์ผลทางเศรษฐศาสตร์ โดยการสร้างสมการเพื่อประมวลผลปัจจัยที่เกี่ยวข้องในตารางคำนวณด้วยการใช้โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ผลการศึกษาข้อมูลทั้ง 2 ชุดพบว่า โครงการของ บริษัท ป.สยาม ขนส่ง จำกัด จะมีระยะเวลาคืนทุนเร็วสุดอยู่ที่ประมาณ 2 ปี 9 เดือน มีค่า NPV อยู่ที่ 804,937.57 บาท และค่า IRR อยู่ที่ 36% โครงการของ ตลาดเอื้ออารีย์ จะมีระยะเวลาคืนทุนเร็วสุดอยู่ที่ประมาณ 2 ปี 9 เดือน มีค่า NPV อยู่ที่ 2,017,754.21 บาท และค่า IRR อยู่ที่ 36% โครงการของ สุภาโภชนา จะมีระยะเวลาคืนทุนเร็วสุดอยู่ที่ประมาณ 2 ปี 12 เดือน มีค่า NPV อยู่ที่ 748,953.92 บาท และมีค่า IRR อยู่ที่ 32% โครงการของ บริษัท โซล่า เอนเนอจี ซัพพลาย จำกัด จะมีระยะเวลาคืนทุนเร็วสุดอยู่ที่ประมาณ 3 ปี 7 เดือน มีค่า NPV อยู่ที่ 425,285.53 บาท และค่า IRR อยู่ที่ 27% โดยปัจจัยเรื่อง ราคาของอุปกรณ์ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อความคุ้มค่า



465562443

URU :Thesis 58556780102 thesis / rev: 02102561 16:42:52 / seq: 24

คำสำคัญ : ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดติดตั้งบนหลังคา, ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์, โซลาเซลล์



ABSTRACT

Title	Economic Value Assessment of Solar PV Rooftop System :A Case Study on Residential Building
Author	Kittipong Kuthantong
Degree	Master of Engineering Program in Engineering Management
Academic Year	2018
Advisor	Dr. Phalitphat Khumfu
Co-Advisors	Dr. Pakamon Pintana

The purpose of this research was to study economic value assessment by analyzing net present value (NPV), internal rate of return (IRR) and payback period (PB). System installation factors concerning photovoltaic operation efficiency which affect cost and power output from solar cells were collected from 3 case studies on residential buildings and commercial buildings. The research process involved collecting the data of power output of each case study as well as solar panel installation direction and angle. A particular application was created to collect the data of the power output from solar cells, measure solar panel installation direction and angle, and collect the data of solar cell prices and inverters. Then the collected data of variables were analyzed to estimate the economic impacts by using formula evaluation of a computer program. The results revealed that P Siam Transport Co., Ltd. project's maximum payback period is around 2 years and 9 months with NPV at 894,937.57 baht and IRR at 36%; Eua-aree Market project's maximum payback period is around 2 years and 9 months with NPV at 2,017,754.21 baht and IRR at 36%; Supa Podchana project's maximum payback period is around 3 years with NPV at 748,953.92 baht and IRR at 32%; and Solar Energy Supply Company Ltd project's maximum payback period is 3 years and 7 months with NPV at 425,285.53 baht and IRR at 27%. In addition, solar cell equipment price is the main factor for value effect.



465562443

URU :Thesis 58556780102 thesis / recv : 02102561 16:42:52 / seq : 24

Keyword : solar rooftop system, economic value, solar cell



กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ บริษัท ป.สยาม ขนส่ง จำกัด ตลาดเอื้ออารี และ สุภา โภชนา ที่อนุเคราะห์ให้
ข้อมูลในการทำงานวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณ อาจารย์ ดร.พลิศภัทร์ คำฟู อาจารย์ ดร.ภคมน ปินตานาและผู้ให้
การสนับสนุนและคอยช่วยเหลือจากมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

กิตติพงษ์ คูธารทอง



465562443

URU :Thesis 58556780102 thesis / recv : 02102561 16:42:52 / seq : 24

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	1
ขอบเขตงานของการวิจัย.....	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย.....	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
พลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Energy).....	3
เทคโนโลยีผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ (Photovoltaic).....	4
ชาร์จ คอนโทรลเลอร์ (Charge controller).....	12
แบตเตอรี่ (Battery).....	12
อินเวอร์เตอร์ (Inverter).....	14
คุณสมบัติที่สำคัญของเซลล์แสงอาทิตย์.....	15
ระบบพลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์.....	17
การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์.....	21
วิธีคำนวณหาระยะเวลาคืนทุน.....	21



465562443

URU :Thesis 58556780102 thesis / rev: 02102561 16:42:52 / seq: 24

วิธีคำนวณหามูลค่าปัจจุบันสุทธิ.....	22
วิธีคำนวณหาดัชนีกำไร	23
วิธีคำนวณหาอัตราผลตอบแทนซื้อลด หรืออัตราผลตอบแทนภายใน.....	24
การจัดเก็บข้อมูลเชิงสถิติ	24
ต้นทุนในการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์.....	25
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	26
บทที่ 3 ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย.....	32
การศึกษาและรวบรวมข้อมูล	32
กรอบแนวคิดในการประเมินความคุ้มค่า.....	32
การทดสอบการประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ด้วยกรณีศึกษา	40
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	42
บทที่ 5 สรุปอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	84
สรุป84	
อภิปรายผล.....	85
ข้อเสนอแนะ.....	86
บรรณานุกรม.....	88
ภาคผนวก.....	90
ภาคผนวก ก สรุปผลการตรวจวัดข้อมูลความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ในประเทศไทย ปีพ.ศ. 2559	
ตารางคำนวณค่าทางเศรษฐศาสตร์.....	91
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	129

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 1 ตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละชนิด	9
ตารางที่ 2 เปรียบเทียบการลงทุนของขนาดระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่ต่างกัน.....	26
ตารางที่ 3 ต้นทุนสำหรับโครงการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา (Solar PV Rooftop) สำหรับบ้านพักอาศัยทั่วไป	30
ตารางที่ 4 รายละเอียดการติดตั้งของ บริษัท ป.สยาม ขนส่ง จำกัด (อ.เมือง จ.นครสวรรค์).....	42
ตารางที่ 5 ตารางค่าใช้จ่ายในการลงทุนติดตั้งของ บริษัท ป.สยาม ขนส่ง จำกัด (อ.เมือง จ.นครสวรรค์) อุปกรณ์มาตรฐานเยอรมัน	44
ตารางที่ 6 พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ของ บริษัท ป.สยาม ขนส่ง จำกัด (อ.เมือง จ.นครสวรรค์) อุปกรณ์มาตรฐานเยอรมัน.....	45
ตารางที่ 7 ตารางแสดงรายได้และค่าใช้จ่ายของ บริษัท ป.สยาม ขนส่ง จำกัด (อ.เมือง จ.นครสวรรค์) อุปกรณ์มาตรฐานเยอรมัน.....	46
ตารางที่ 8 ตารางคำนวณค่าทางเศรษฐศาสตร์ของ บริษัท ป.สยาม ขนส่ง จำกัด (อ.เมือง จ.นครสวรรค์) อุปกรณ์มาตรฐานเยอรมัน	47
ตารางที่ 9 ตารางค่าใช้จ่ายในการลงทุนติดตั้งของ บริษัท ป.สยาม ขนส่ง จำกัด (อ.เมือง จ.นครสวรรค์) อุปกรณ์มาตรฐานจีน	48
ตารางที่ 10 พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ของ บริษัท ป.สยาม ขนส่ง จำกัด (อ.เมือง จ.นครสวรรค์) อุปกรณ์มาตรฐานจีน.....	49
ตารางที่ 11 ตารางแสดงรายได้และค่าใช้จ่ายของ บริษัท ป.สยาม ขนส่ง จำกัด (อ.เมือง จ.นครสวรรค์) อุปกรณ์มาตรฐานจีน	50
ตารางที่ 12 ตารางคำนวณค่าทางเศรษฐศาสตร์ของ บริษัท ป.สยาม ขนส่ง จำกัด (อ.เมือง จ.นครสวรรค์) อุปกรณ์มาตรฐานจีน	51
ตารางที่ 13 รายละเอียดการติดตั้งของ ตลาดเอื้ออารีย์ (อ.หนองเบน จ.นครสวรรค์)	52
ตารางที่ 14 ตารางค่าใช้จ่ายในการลงทุนติดตั้งของ ตลาดเอื้ออารีย์ (อ.หนองเบน จ.นครสวรรค์) อุปกรณ์มาตรฐานเยอรมัน.....	54



465562443

URU :Thesis 58556780102 thesis / recv: 02102561 16:42:52 / seq: 24

ตารางที่ 15	พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ของ ตลาดเอื้ออารีย์ (อ.หนองเบน จ.นครสวรรค์)	
	อุปกรณ์มาตรฐานเยอรมัน.....	54
ตารางที่ 16	ตารางแสดงรายได้และค่าใช้จ่ายของ ตลาดเอื้ออารีย์ (อ.หนองเบน จ.นครสวรรค์)	
	อุปกรณ์มาตรฐานเยอรมัน.....	55
ตารางที่ 17	ตารางคำนวณค่าทางเศรษฐศาสตร์ของ ตลาดเอื้ออารีย์ (อ.หนองเบน จ.นครสวรรค์)	
	อุปกรณ์มาตรฐานเยอรมัน.....	56
ตารางที่ 18	ตารางค่าใช้จ่ายในการลงทุนติดตั้งของ ตลาดเอื้ออารีย์ (อ.หนองเบน จ.นครสวรรค์)	
	อุปกรณ์มาตรฐานจีน.....	57
ตารางที่ 19	พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ของ ตลาดเอื้ออารีย์ (อ.หนองเบน จ.นครสวรรค์)	
	อุปกรณ์มาตรฐานจีน.....	58
ตารางที่ 20	ตารางแสดงรายได้และค่าใช้จ่ายของ ตลาดเอื้ออารีย์ (อ.หนองเบน จ.นครสวรรค์)	
	อุปกรณ์มาตรฐานจีน.....	59
ตารางที่ 21	ตารางคำนวณค่าทางเศรษฐศาสตร์ของ ตลาดเอื้ออารีย์ (อ.หนองเบน จ.นครสวรรค์)	
	อุปกรณ์มาตรฐานจีน.....	60
ตารางที่ 22	รายละเอียดการติดตั้งของ สุภาโกชนา (อ.เมือง จ.กำแพงเพชร)	61
ตารางที่ 23	ตารางค่าใช้จ่ายในการลงทุนติดตั้งของ สุภาโกชนา (อ.เมือง จ.กำแพงเพชร)	
	อุปกรณ์มาตรฐานเยอรมัน.....	63
ตารางที่ 24	พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ของ สุภาโกชนา (อ.เมือง จ.กำแพงเพชร)	
	อุปกรณ์มาตรฐานเยอรมัน.....	63
ตารางที่ 25	ตารางแสดงรายได้และค่าใช้จ่ายของ สุภาโกชนา (อ.เมือง จ.กำแพงเพชร)	
	อุปกรณ์มาตรฐานเยอรมัน.....	64
ตารางที่ 26	ตารางคำนวณค่าทางเศรษฐศาสตร์ของ สุภาโกชนา (อ.เมือง จ.กำแพงเพชร)	
	อุปกรณ์มาตรฐานเยอรมัน.....	65
ตารางที่ 27	ตารางค่าใช้จ่ายในการลงทุนติดตั้งของ สุภาโกชนา (อ.เมือง จ.กำแพงเพชร)	
	อุปกรณ์มาตรฐานจีน.....	66
ตารางที่ 28	พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ของ สุภาโกชนา (อ.เมือง จ.กำแพงเพชร) อุปกรณ์มาตรฐานจีน	67



465562443

URU :Thesis 58556780102 thesis / rev: 02102561 16:42:52 / seq: 24

ตารางที่ 29 ตารางแสดงรายได้และค่าใช้จ่ายของ สุภาโกชนา (อ.เมือง จ.กำแพงเพชร) อุปกรณ์มาตรฐานจีน.....	68
ตารางที่ 30 ตารางคำนวณค่าทางเศรษฐศาสตร์ของ สุภาโกชนา (อ.เมือง จ.กำแพงเพชร) อุปกรณ์มาตรฐานจีน.....	69
ตารางที่ 31 รายละเอียดการติดตั้งของ บริษัท โซล่า เอนเนอयी ซัพพลาย จำกัด (อ.เมือง จ.นครสวรรค์)	70
ตารางที่ 32 ตารางค่าใช้จ่ายในการลงทุนติดตั้งของ บริษัท โซล่า เอนเนอयी ซัพพลาย จำกัด (อ.เมือง จ.นครสวรรค์) อุปกรณ์มาตรฐานเยอรมัน.....	73
ตารางที่ 33 พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ของ บริษัท โซล่า เอนเนอयी ซัพพลาย จำกัด (อ.เมือง จ.นครสวรรค์) อุปกรณ์มาตรฐานเยอรมัน.....	73
ตารางที่ 34 ตารางแสดงรายได้และค่าใช้จ่ายของ บริษัท โซล่า เอนเนอयी ซัพพลาย จำกัด (อ.เมือง จ.นครสวรรค์) อุปกรณ์มาตรฐานเยอรมัน.....	74
ตารางที่ 35 ตารางคำนวณค่าทางเศรษฐศาสตร์ของ บริษัท โซล่า เอนเนอयी ซัพพลาย จำกัด (อ.เมือง จ.นครสวรรค์) อุปกรณ์มาตรฐานเยอรมัน.....	75
ตารางที่ 36 ตารางค่าใช้จ่ายในการลงทุนติดตั้งของ บริษัท โซล่า เอนเนอयी ซัพพลาย จำกัด (อ.เมือง จ.นครสวรรค์) อุปกรณ์มาตรฐานจีน.....	76
ตารางที่ 37 พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ของ บริษัท โซล่า เอนเนอयी ซัพพลาย จำกัด (อ.เมือง จ.นครสวรรค์) อุปกรณ์มาตรฐานจีน.....	77
ตารางที่ 38 ตารางแสดงรายได้และค่าใช้จ่ายของ บริษัท โซล่า เอนเนอयी ซัพพลาย จำกัด (อ.เมือง จ.นครสวรรค์) อุปกรณ์มาตรฐานจีน.....	78
ตารางที่ 39 ตารางคำนวณค่าทางเศรษฐศาสตร์ของ บริษัท โซล่า เอนเนอयी ซัพพลาย จำกัด (อ.เมือง จ.นครสวรรค์) อุปกรณ์มาตรฐานจีน.....	79
ตารางที่ 40 ตารางเปรียบเทียบค่าปัจจัยที่มีผลต่อค่าทางเศรษฐศาสตร์ของกรณีศึกษาทั้ง 4 แห่ง โดยใช้อุปกรณ์มาตรฐานเยอรมัน.....	81
ตารางที่ 41 ตารางเปรียบเทียบค่าปัจจัยที่มีผลต่อค่าทางเศรษฐศาสตร์ของกรณีศึกษาทั้ง 4 แห่ง โดยใช้อุปกรณ์มาตรฐานจีน.....	82
ตารางที่ 42 ตารางแสดงผลกระทบจากปัจจัยในการติดตั้งต่อค่าทางเศรษฐศาสตร์.....	83

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 1 โครงสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar cell)	6
ภาพที่ 2 แผนผังประเภทของเซลล์แสงอาทิตย์.....	7
ภาพที่ 3 วิธีการผลิตแผงเซลล์แสงอาทิตย์	8
ภาพที่ 4 แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่างๆ.....	10
ภาพที่ 5 ผลกระทบของอุณหภูมิที่มีต่อประสิทธิภาพ	11
ภาพที่ 6 แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Super amorphous.....	11
ภาพที่ 7 Charge controller.....	12
ภาพที่ 8 แบตเตอรี่แบบต่างๆ.....	13
ภาพที่ 9 กราฟแสดงจำนวนครั้งการประจุกับค่า DOD.....	14
ภาพที่ 10 อินเวอร์เตอร์.....	15
ภาพที่ 11 ไดอะแกรมของวงจรระบบเซลล์แสงอาทิตย์	18
ภาพที่ 12 แผนผังการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์จากปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุน ของระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคา (Maria Haegermark, 2560).....	33
ภาพที่ 13 ภาพทิศทางของ บริษัท ป.สยาม ขนส่ง จำกัด (อ.เมือง จ.นครสวรรค์).....	43
ภาพที่ 14 ภาพการติดตั้งของ บริษัท ป.สยาม ขนส่ง จำกัด (อ.เมือง จ.นครสวรรค์).....	44
ภาพที่ 15 ภาพทิศทางของ ตลาดเอื้ออารี (อ.หนองเบน จ.นครสวรรค์).....	53
ภาพที่ 16 ภาพการติดตั้งของ ตลาดเอื้ออารี (อ.หนองเบน จ.นครสวรรค์).....	53
ภาพที่ 17 ภาพทิศทางของ สุภา โกชนา (อ.เมือง จ.กำแพงเพชร).....	62
ภาพที่ 18 ภาพการติดตั้งของ สุภา โกชนา (อ.เมือง จ.กำแพงเพชร).....	62
ภาพที่ 19 ภาพทิศทางของ บริษัท โซล่า เอนเนอจี ซัพพลาย (อ.เมือง จ.นครสวรรค์).....	71
ภาพที่ 20 ภาพการติดตั้งของ บริษัท โซล่า เอนเนอจี ซัพพลาย (อ.เมือง จ.นครสวรรค์).....	72

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในสถานะที่โลกเริ่มเกิดวิกฤตเกี่ยวกับพลังงานปิโตรเลียม พลังงานทดแทนจึงเข้ามามีบทบาทมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เทคโนโลยีพลังงานสะอาด (Clean Energy Technology) ที่ได้รับความสนใจและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพราะนอกจากจะช่วยแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศด้านพลังงานปิโตรเลียมแล้ว ยังช่วยลดปัญหามลพิษ และรักษาสิ่งแวดล้อมอีกทางหนึ่งด้วย

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นหนึ่งในพลังงานสะอาดที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากในยุคปัจจุบัน เนื่องจากเป็นพลังงานที่หาง่าย ใช้ได้ไม่มีวันหมด อีกทั้งยังไม่ก่อให้เกิดมลพิษกับสิ่งแวดล้อม โดยมีเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) เป็นตัวกลางในการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง (Direct Energy Conversion)

ปัจจุบันมีปัญหาการติดตั้งของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้เหมาะสมกับการใช้งาน เนื่องจากมีปัจจัยหลายอย่างที่ต้องคำนึงถึง เช่น ขนาดของแผงเซลล์ ประสิทธิภาพ ราคา ทิศของของการติดตั้ง ความชันของการติดตั้ง เป็นต้น และแต่ละปัจจัยก็จะเหมาะสมกับการใช้งานครัวเรือนไม่เท่ากัน การลงทุนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในปัจจุบันถือว่ามีความคุ้มค่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิต แต่เนื่องจากในอนาคตผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลและตระหนักว่าค่าไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตในอนาคตนั้นจะมีต้นทุนที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเพราะก๊าซธรรมชาติซึ่งเป็นเชื้อเพลิงที่นำมาผลิตไฟฟ้าในประเทศไทยถึงร้อยละ 70 จะหมดลงภายในระยะเวลา 40 ปีข้างหน้า นอกจากนี้พลังงานไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์เป็นพลังงานสะอาด ไม่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือก๊าซเรือนกระจกซึ่งเป็นก๊าซที่ออกมาจากกระบวนการผลิตไฟฟ้าในการเผาไหม้ก๊าซธรรมชาติหรือน้ำมัน ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์ได้ว่าการประเมินความคุ้มค่าในการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาในครัวเรือนจึงมีความสำคัญในปัจจุบัน งานวิจัยนี้จะกล่าวถึงการประเมินความคุ้มค่าในการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาในครัวเรือน กรณีศึกษาลูกค้าบริษัท โซล่า เอนเนอจี้ ซัพพลาย จำกัด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อประเมินความคุ้มค่าของการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาของอาคารที่พักอาศัยด้วยการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์
2. เพื่อทดสอบตัวแปรทางเศรษฐศาสตร์ในการลงทุนระบบเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดติดตั้งบนหลังคา

ขอบเขตงานของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านการศึกษา คือ ศึกษาเฉพาะลูกค้าของ บริษัท โซล่า เอนเนอยี ซัพพลาย จำกัด ซึ่งอยู่ในเขตภาคเหนือเท่านั้น
2. แต่ละโครงการมีอายุ 25 ปี ตามอายุของแผงเซลล์แสงอาทิตย์
3. วิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์โดยหา มูลค่าปัจจุบัน (NPV) อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) และระยะเวลาคืนทุน (Payback Period)
4. ตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัยนี้คือ
 - 4.1 ค่าความเข้มแสงอาทิตย์
 - 4.2 พื้นที่ใช้งานบนหลังคา หรือ ปริมาณแผงเซลล์แสงอาทิตย์
 - 4.3 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด poly crystalline
 - 4.4 ทิศทางการรับแสงและขนาดของ PV
 - 4.5 ทิศและความชันของหลังคา
 - 4.6 เวลาที่ใช้ไฟฟ้า
 - 4.7 ประเภทของการใช้งาน
 - 4.8 ตัวแปรทางเศรษฐศาสตร์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

1. งานวิจัยนี้มีประโยชน์ทางวิชาการ คือ ได้ทราบผลของตัวแปรที่มีต่อต้นทุนและมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาของอาคารที่พักอาศัย
2. งานวิจัยนี้มีประโยชน์ในการนำไปใช้ คือ ได้เป็นแนวทางเพื่อช่วยตัดสินใจเลือกรูปแบบของการติดตั้งที่เหมาะสมและคุ้มค่า

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในการประเมิน ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดติดตั้งบนหลังคาเพื่อเป็นการยืนยัน ทฤษฎีการวิจัยและผลการทดลองในการวิจัย ดังนี้

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ทางด้านพลังงานแสงอาทิตย์)

พลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Energy)

เทคโนโลยีผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ (Photovoltaic)

คุณสมบัติและตัวแปรที่สำคัญของเซลล์แสงอาทิตย์

ข้อดีของระบบเซลล์แสงอาทิตย์

ข้อจำกัดของระบบเซลล์แสงอาทิตย์

ระบบพลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ทางด้านเศรษฐศาสตร์)

วิธีระยะเวลาคืนทุน (PB)

วิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)

วิธีอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)

พลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Energy)

พลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Energy) เป็นพลังงานที่เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ของดวงอาทิตย์ แล้วส่ง กระจายพลังงานมายังโลกในรูปคลื่นรังสี (Solar Radiation) ซึ่งมีค่าพลังงาน ประมาณ 1,368 วัตต์ต่อตารางเมตร เมื่อเข้ามาสู่ชั้นบรรยากาศของโลกจะลดลงเหลือประมาณ 70% หรือ เหลือค่าพลังงานประมาณ 958-1,000 วัตต์ต่อตารางเมตรเท่านั้น พลังงานที่โลกได้รับจะอยู่ใน รูปของความร้อนและแสง พลังงานที่ได้เป็นพลังงานปฐมภูมิที่สามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานชนิดอื่นๆ ต่อไปอีกหลายชนิดได้แก่ การเกิดพลังงานน้ำ พลังงานลม พลังงานจากมหาสมุทร รวมถึงการเกิด พลังงานจากฟอสซิล (Fossil) เช่น ถ่านหิน น้ำมัน ก๊าซชีวภาพ ชีวมวลต่างๆ ซึ่งพลังงานเหล่านี้ก็เกิด มาจากสัตว์ และพืช ซึ่งเมื่อพืช สัตว์ได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์แล้ว ก็ทำการสร้างเซลล์สร้าง เนื้อเยื่อโดยผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสง (Photo synthesis) แล้วทับถมเป็นระยะเวลาหลาย ล้านปี การนำพลังงานจากฟอสซิล มาใช้งาน ในระยะเวลาอันยาวนานก็จะก่อให้เกิดผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม ของโลกมากมาย เนื่องจากมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กลับคืนสู่บรรยากาศของโลก พลังงานจากดวงอาทิตย์ที่มนุษย์ใช้งานนั้นเป็นไปแบบที่ค่อยไม่รู้สึกรู้สีกว่ามีการใช้พลังงานอยู่

ตลอดเวลา เช่น แสงสว่าง พลังงานความร้อน ซึ่งหากปราศจากพลังงานจากดวงอาทิตย์แล้ว มนุษย์ สัตว์และพืชก็จะดำรงชีพอยู่ไม่ได้ ดังนั้นการนำพลังงานที่ได้จากดวงอาทิตย์มาใช้งานโดยตรงได้แก่ พลังงานลม พลังงานน้ำ และแสงอาทิตย์ จึงเป็นวิธีการที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด สามารถใช้งานได้ทุกๆที่ สะดวก รวดเร็ว ไม่มีมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม มนุษย์มีการนำมาใช้ตั้งแต่โบราณกาลนานมาแล้ว เมื่อโลกมีการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมากขึ้น ก็มีการค้นพบพลังงานใหม่ๆ อีกมากมายหลายชนิด พลังงานไฟฟ้าก็เป็นพลังงานชนิดหนึ่งที่มีประโยชน์มากมายสามารถทำการควบคุม การส่งกระจายไปในระยะไกลๆได้ สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบของพลังงาน จากรูปแบบหนึ่งเป็นอีกรูปแบบหนึ่งได้ง่าย เช่น การเปลี่ยนจากพลังงานความร้อนเป็นพลังงานไฟฟ้า หรือจากพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน และการเปลี่ยนจากพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า หรือ จากพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล เป็นต้น การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์โดยตรงในปัจจุบันมีการใช้งาน 2 รูปแบบ ใหญ่ๆได้แก่ การผลิตด้วยพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ และการผลิตจากแสงอาทิตย์โดยตรง ส่วนการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้งานเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าโดยตรง ในปัจจุบันก็มีการนำมาใช้งานในสองรูปแบบได้แก่ การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานความร้อน (Solar Thermal) และการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสง (Solar Radiation) (บรรจบ สุขประภาภรณ์, [ม.ป.ป])

เทคโนโลยีผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ (Photovoltaic)

ประเทศไทยได้เริ่มมีการผลิตไฟฟ้าโดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์ เมื่อปี พ.ศ.2519 โดยหน่วยงานกระทรวง สาธารณสุขและมูลนิธิแพทยอาสา มีประมาณ 300 แผง แต่ละแผงมีขนาด 15-30 วัตต์ และได้มีนโยบายและแผนด้านเซลล์แสงอาทิตย์ บรรจุลงในแผนพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน ฉบับที่ 4 (พ.ศ. 2520-2524) ซึ่งการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้ติดตั้งใช้งานอย่างเป็นทางการเป็นรูปธรรมในช่วงท้ายของแผนพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2530-2534) โดยมีกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและ อนุรักษ์พลังงานในปัจจุบัน) กรมโยธาธิการ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่เป็นหน่วยงานหลักในการนำเซลล์แสงอาทิตย์ใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้าเพื่อใช้งานในด้านแสงสว่าง ระบบโทรคมนาคมและเครื่องสูบน้ำ

การใช้เซลล์แสงอาทิตย์เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าจากดวงอาทิตย์โดยตรง จะประกอบด้วย อุปกรณ์ต่างๆ อาทิแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เครื่องควบคุมการประจุแบตเตอรี่ เครื่องเปลี่ยนระบบไฟฟ้า และแบตเตอรี่ โดยพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จะต้องมีการออกแบบเพื่อให้เพียงพอต่อการใช้งานในบ้านพักอาศัย ซึ่งในการออกแบบระบบจึงต้องมีความรู้ความเข้าใจใน อุปกรณ์ต่างๆ เพื่อสามารถใช้งานได้ถูกต้องและมีประสิทธิภาพที่สุดในการออกแบบระบบไฟฟ้า พลังงานแสงอาทิตย์จากเซลล์แสงอาทิตย์จะต้องใช้ส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้



465562443

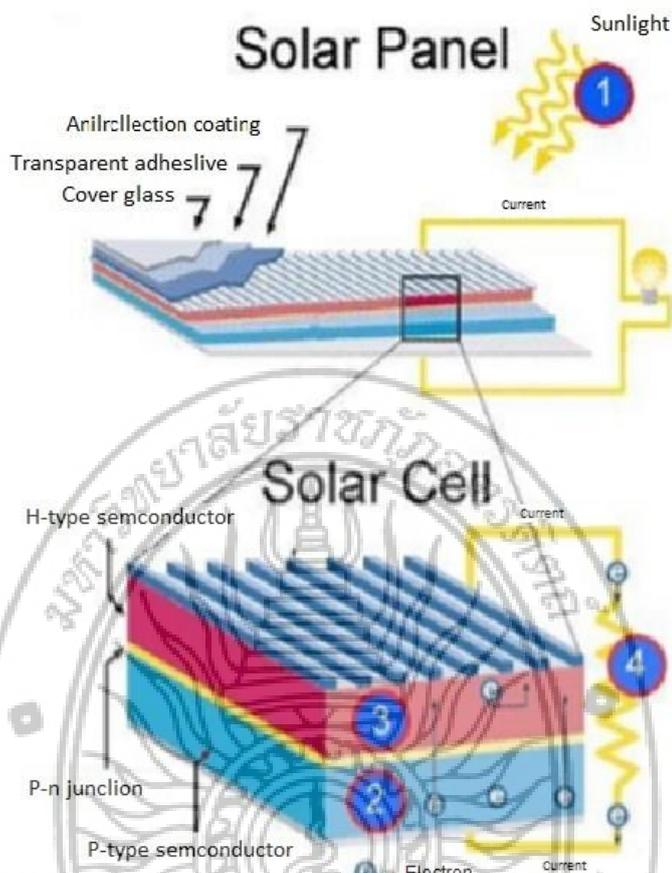
URU :Thesis 58556780102 thesis / recv : 02102561 16:42:52 / seq: 24

เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar cell)

เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้น ให้เป็นอุปกรณ์ที่สามารถเปลี่ยนพลังงานจากแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าถูกสร้างขึ้นครั้งแรกในปีค.ศ. 1954 โดยแชปปีน (Chapin) ฟูลเลอร์ (Fuller) และ เพียร์สัน (Pearson) ซึ่งได้ค้นพบเทคโนโลยีการสร้างรอยต่อ P-N ของผลึกซิลิคอนจนได้เซลล์แสงอาทิตย์ขึ้นมาเป็นครั้งแรกในโลกซึ่งมีประสิทธิภาพเพียง 6% โดยในระยะเวลาต่อมาได้มีการวิจัยและพัฒนาให้มี ประสิทธิภาพสูงกว่า 15 % โดยในระยะเริ่มต้น ได้นำเซลล์แสงอาทิตย์ไป ใช้งานในการผลิตพลังงานไฟฟ้าทางด้านอวกาศดาวเทียมระบบสื่อสารต่างๆ จนในปัจจุบันมีการผลิตใช้งานอย่างแพร่หลายเนื่องจากความต้องการการผลิตไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีสะอาดที่เพิ่มสูงขึ้นและการพัฒนาเทคโนโลยีส่งผลให้เซลล์แสงอาทิตย์มีราคาถูกลงและประสิทธิภาพสูงขึ้น เซลล์แสงอาทิตย์ทำจากซิลิคอน ซึ่งเป็นวัสดุเช่นเดียวกับ Transistors และวงจรรวม (Integrated Circuit :IC) โดยผลึกซิลิคอนจะถูกทำให้ไม่บริสุทธิ์ (Dope) โดยการเติมธาตุในกลุ่ม 3 และ 5 ของตารางธาตุซึ่งจะได้ผลึกซิลิคอน (P-Type และ N-type) ตามลำดับ ที่มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าต่างกัน เมื่อนำมาต่อเชื่อมกันด้วยกรรมวิธีการแพร่สาร ระหว่างผลึกทำให้ระหว่างรอยต่อมีสถานะที่เป็นกลาง (Depletion Region) ผลึกซิลิคอนจะวางซ้อนกันเป็นชั้นบาง (Layer) เมื่อมีแสงซึ่งมีอนุภาคโปรตอน (Photon) มาตกกระทบแผ่นชั้นซิลิคอน อิเล็กตรอนที่ได้รับพลังงานจะเกิดการไหลความไม่สมดุลของประจุระหว่างชั้นเซลล์เมื่อมีการต่อเชื่อมขั้วไฟฟ้าออกไปก็จะเกิดการความต่างศักย์ไฟฟ้าขึ้นที่ขั้วไฟฟ้านั้นเมื่อนำมาต่อเชื่อมกันเป็นวงจรไฟฟ้าก็จะเกิดการถ่ายเทอิเล็กตรอนระหว่างขั้วเกิดมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านวงจรทำให้เกิดพลังงานไฟฟ้าขึ้นมาได้ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2557)



465562443

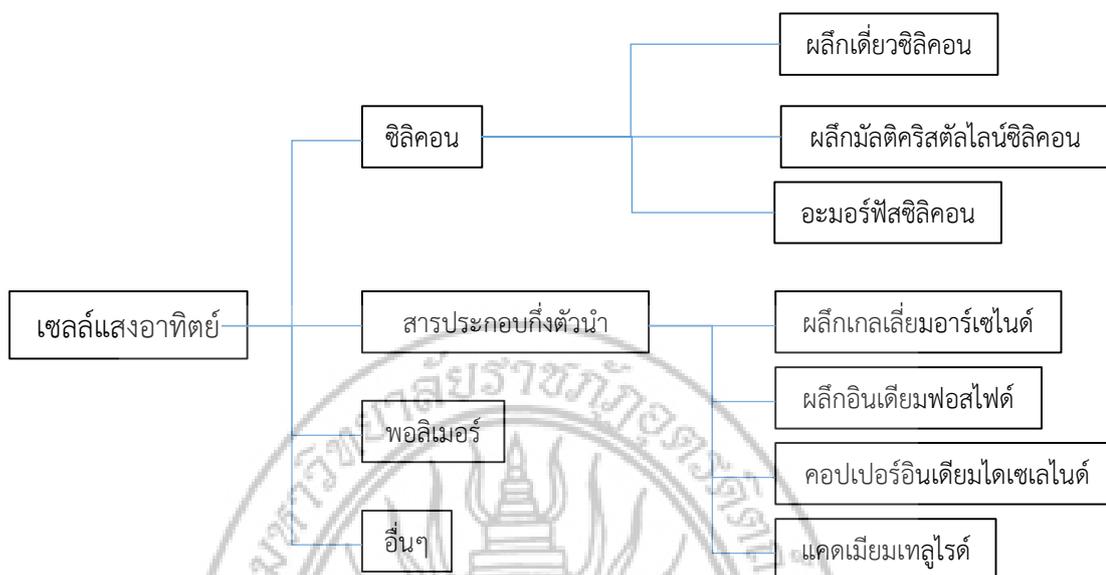


ภาพที่ 1 โครงสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar cell)

ที่มา: สถาบันพัฒนาเศรษฐกิจและเทคโนโลยีชุมชนแห่งเอเชีย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่, 2560

สถานภาพของอุตสาหกรรมเซลล์แสงอาทิตย์

การผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ การผลิตเซลล์แสงอาทิตย์จากสารกึ่งตัวนำประเภทซิลิคอนกับการผลิตจากสารประกอบชนิดอื่นๆ เช่น แกลเลียมอาเซไน (GaAs) แคดเมียมเทลลูไรด์ (CdTe) เป็นต้น กลุ่มเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำประเภทซิลิคอนจะแบ่งตามลักษณะของผลึกที่เกิดขึ้นเป็น 2 แบบ ได้แก่แบบที่อยู่ในรูปของผลึก (Crystal) และแบบที่ไม่เป็นรูปผลึก (Amorphous) แบบที่เป็นรูปผลึกยังสามารถแบ่งออกได้อีกเป็น 2 ชนิดคือชนิดเป็นก้อนผลึก (Bulk) และชนิดฟิล์มบาง (Thin film) เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดก้อนผลึกยังแบ่งออกเป็น ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิคอน (Mono Crystalline Silicon Solar Cell) และชนิดผลึกกรวมซิลิคอน (Poly Crystalline Silicon Solar Cell)

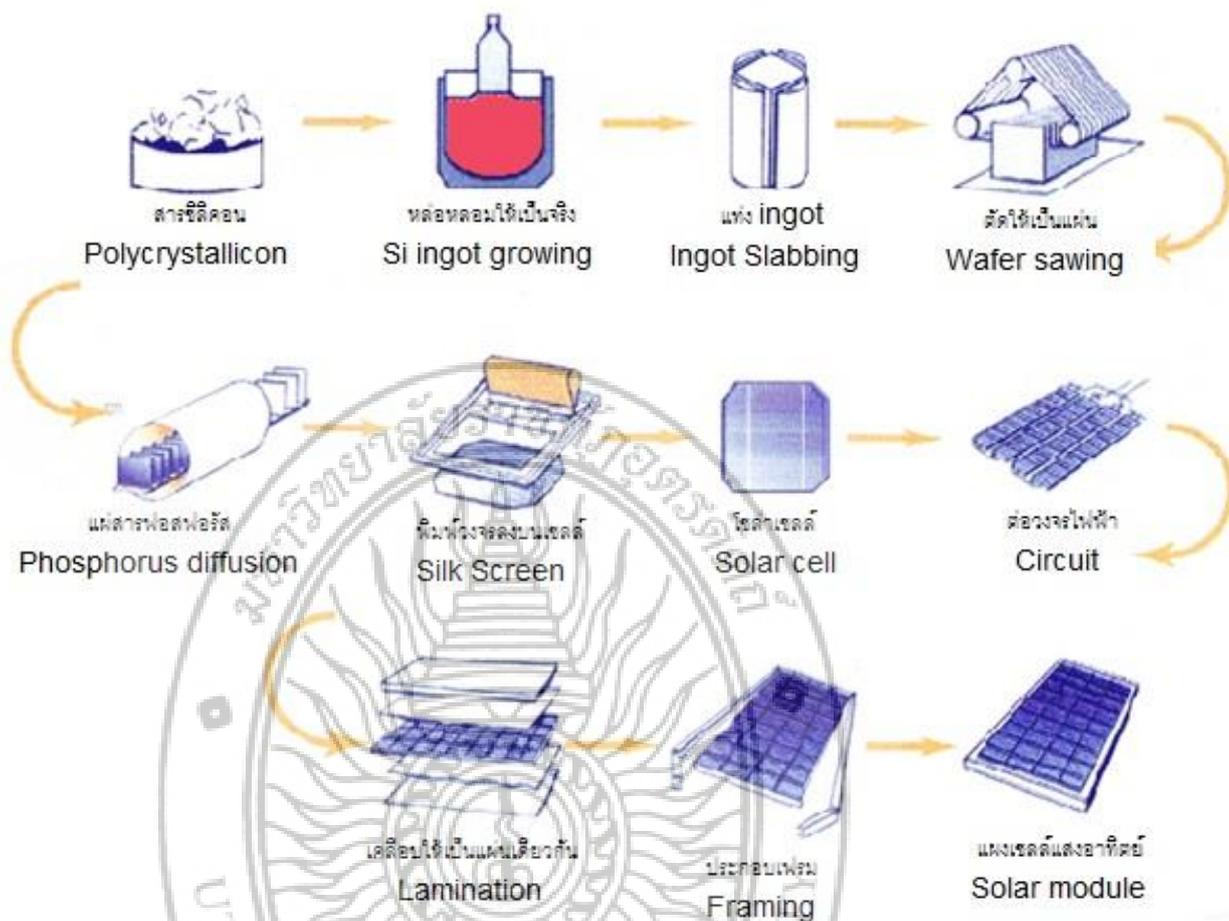


ภาพที่ 2 แผนผังประเภทของเซลล์แสงอาทิตย์

ที่มา : เอกสารการลงทุนจัดตั้งอุตสาหกรรมผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ในประเทศไทย 2548
กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

ชนิดของเซลล์แสงอาทิตย์แบ่งตามวัสดุที่ใช้เป็น 3 ชนิดหลักๆ คือ

การผลิตเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยว ขบวนการผลิตเริ่มจากการนำเอาซิลิคอนซึ่งผ่านการทำให้เป็นก้อนที่มีความบริสุทธิ์สูงมาก (99.9999%) ไปหลอมละลายที่อุณหภูมิสูงถึง 1,500 °C เพื่อทำการสร้างแท่งผลึกเดี่ยวขนาดใหญ่ (เส้นผ่านศูนย์กลาง 6-8 นิ้ว) จากต้นผลึก (seed crystal) ด้วยการดึงผลึก คุณภาพของผลึกเดี่ยวจะสำคัญมากต่อคุณสมบัติของเซลล์แสงอาทิตย์ ต่อไปก็จะนำแท่งผลึกเดี่ยวนี้ไปตัดเป็นแผ่นๆ เรียกว่า เวเฟอร์ หนาประมาณ 300 ไมโครเมตร และขัดความเรียบของผิว จากนั้นก็จะนำไปเจือสารที่จำเป็นในการทำให้เกิดเป็น p-n junction ขึ้นบนแผ่นเวเฟอร์ ด้วยวิธีการ Diffusion ที่อุณหภูมิระดับ 1,000 °C หลังจากนั้นเป็นขั้นตอนการทำขั้วไฟฟ้าเพื่อนำกระแสไฟออกใช้ จากนั้นเป็นการเคลือบฟิล์มผิวหน้าเพื่อป้องกันการสะท้อนแสงให้น้อยที่สุด ในขั้นตอนนี้จะได้เซลล์ที่พร้อมใช้งาน แต่เนื่องจากในการใช้งานจริง เราจะนำเซลล์แต่ละเซลล์มาต่ออนุกรมกันเพื่อเพิ่มแรงเคลื่อนไฟฟ้าให้ได้ตามต้องการ หลังจากนั้นก็นำไปประกอบเข้าแผงโดยใช้กระจกเป็นเกราะป้องกันแผ่นเซลล์ และใช้ซิลิโคนและ อีวีเอ (Ethelele Vinyl Acetate) ช่วยป้องกันความชื้น



ภาพที่ 3 วิธีการผลิตแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ที่มา : <http://www2.egat.co.th/re/solarcell/solarcell.html>

การผลิตเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกรวม เซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกรวมได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อแก้ปัญหาต้นทุนสูงของแบบผลึกเดี่ยว ซิลิคอนแบบผลึกรวมก็คือการนำเอาซิลิคอนบริสุทธิ์รวมถึงซิลิคอนที่เหลือทิ้งจากการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยวมาหลอมในบ่อบำบัดให้เป็นแท่งแล้วปล่อยให้เย็นตัวลงช้าๆ หลังจากนั้นนำมาตัดเป็นแผ่นๆ เรียกว่า เวเฟอร์ หนาประมาณ 300 - 400 ไมโครเมตร แล้วนำไปทำ p-n junction ต่อไป

การผลิตเซลล์แสงอาทิตย์แบบอะมอร์ฟัส เซลล์แสงอาทิตย์แบบอะมอร์ฟัส มีวิธีการผลิตที่ต่างจากแบบผลึกโดยสิ้นเชิงโดยจะเป็นลักษณะของแผ่นฟิล์มบาง ไม่ใช่เวเฟอร์โดยจะสร้างแผ่นฟิล์มบางของซิลิคอนบนแผ่นฐานรอง โดยใช้เทคนิคที่ใช้ในการผลิตมีหลายเทคนิคที่นิยมใช้กันมากคือเทคนิคที่มีชื่อเรียกว่า CVD (Chemical Vapor Deposition) ซึ่งจะมีระบบนำก๊าซที่เป็นสารประกอบประเภทซิลิคอน เช่น ก๊าซซิลิเคน (SiH_4) ผ่านเข้าไปในท่อสุญญากาศ ก๊าซจะถูกทำการกระตุ้นด้วยวิธี

ต่างๆ เช่น โดยพลาสมาเพื่อส่งพลังงานให้ก๊าซสารประกอบซิลิคอนแยกตัวและซิลิคอนเข้าไปจับตัวกันบนแผ่นฐานรองที่อุณหภูมิประมาณ 200-300 °C โดยแผ่นฐานรองส่วนใหญ่จะเป็นแก้ว สแตนเลส หรือพลาสติกซึ่งได้ทำการเคลือบชั้นตัวนำโปร่งแสงไว้ก่อน ซิลิคอนจะทับถมสะสมบนแผ่นด้วยอุณหภูมิการผลิตที่ไม่สูงมากซิลิคอนที่เกิดจึงเป็นแบบ อะมอร์ฟัส ซิลิคอนในขั้นตอนนี้หากเราใส่ก๊าซที่มี Boron เช่น B_2H_6 เข้าไปด้วยเราก็จะได้แผ่นฟิล์มที่เป็น อะมอร์ฟัส ซิลิคอนชนิด p และถ้าหากใส่ก๊าซที่มี phosphorus เช่น PH_3 เราก็จะได้ แผ่นฟิล์มที่เป็น อะมอร์ฟัส ซิลิคอนชนิด n ซึ่งจะเห็นได้ว่า ด้วยวิธีนี้จะสามารถควบคุมการไหลของก๊าซเพื่อสร้างให้เกิดชั้นของ pin อะมอร์ฟัส ซิลิคอนขึ้นได้อย่างง่าย หลังจากได้โครงสร้าง pin แล้วก็จะสร้างส่วนของขั้วไฟฟ้าให้เสร็จเป็นเซลล์แสงอาทิตย์ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2557)

ตารางที่ 1 ตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละชนิด

ชนิด	ประเภท	ประสิทธิภาพ
Thin Film	Amorphous Silicon (a-Si)	4-9 %
	Cadmiumtelluride (CdTe)	6-9 %
	Copper indium gallium selenide (Cis or CIGS)	9-10.5 %
	Organic cells	3-4 %
Mono-crystalline Si	Sc-Si	10-16 %
Multi-crystalline Si	mc-Si	10-14.5 %

ที่มา : จิระศักดิ์ สีนสุขอุดมชัย, 2557

เซลล์แสงอาทิตย์ที่นิยมใช้ในประเทศไทยได้แก่

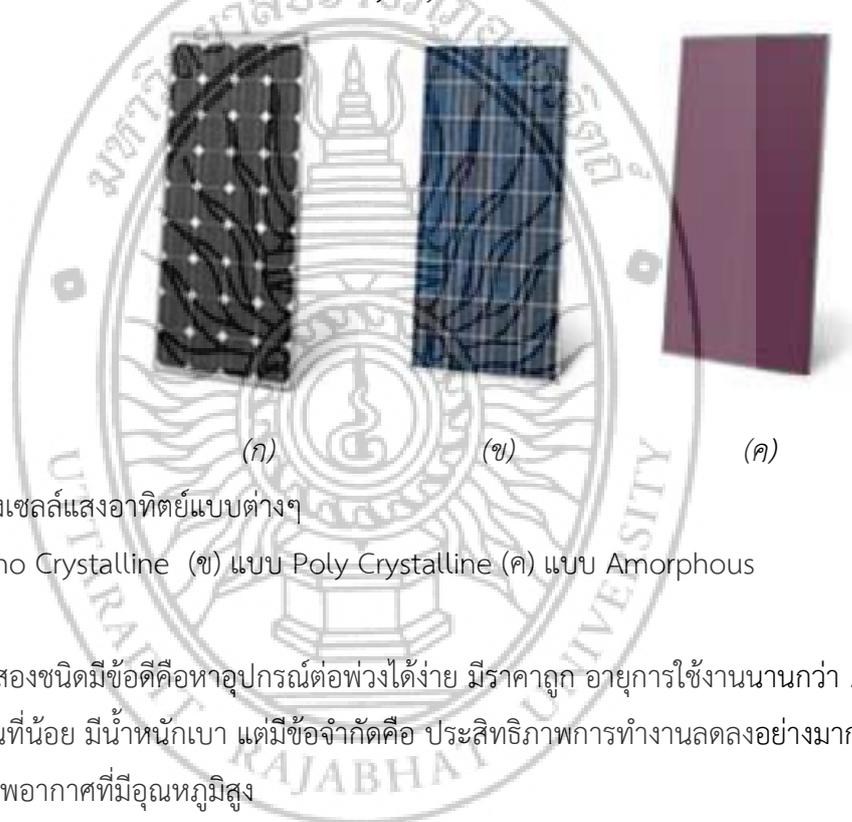
เซลล์แสงอาทิตย์แบบ Amorphous เป็นแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ไวแสงมากที่สุดสามารถรับแสงที่อ่อนๆ ได้รวมทั้งแสงจากหลอดไฟฟ้าต่างๆ จึงทำงานได้ในพื้นที่ที่มีเมฆหมอก ฝุ่นละออง มีฝน



465562443

ตกชุก สามารถทำงานภายใต้อุณหภูมิสูงได้ดี แต่ก็มีผลเสียคือประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำ จึงทำให้ต้องใช้พื้นที่มาก นิยมนำไปใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆเช่น เครื่องคิดเลข นาฬิกา หรือ อุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดเล็กๆ เป็นต้น

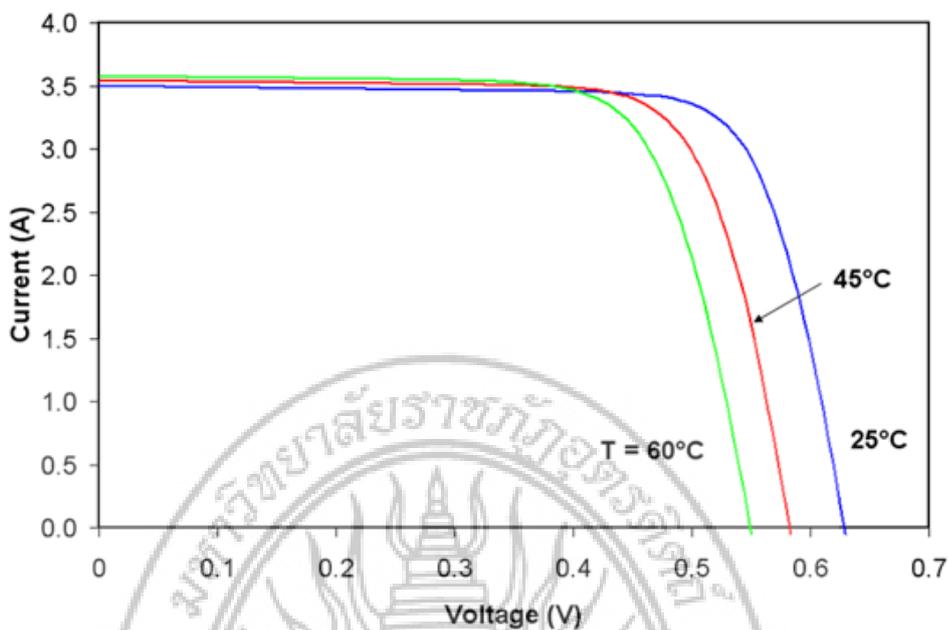
เซลล์แสงอาทิตย์ Crystalline เป็นแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่อยู่ในรูปของผลึกที่ทำให้เป็นแผ่นฟิล์ม ชั้นบางๆ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบคือแบบ Mono crystalline หรือแผงชนิดผลึกเดี่ยวและแบบ Poly Crystalline หรือผลึกผสมหรืออาจมีชื่อเป็นอย่างอื่นเช่น Single Crystalline และ Multi Crystalline เป็นแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้งานมากที่สุด แผงแบบ Mono Crystalline จะมีประสิทธิภาพดีกว่าและราคาแพงกว่าแบบ Poly Crystalline



ภาพที่ 4 แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่างๆ

(ก) แบบ Mono Crystalline (ข) แบบ Poly Crystalline (ค) แบบ Amorphous

ทั้งสองชนิดมีข้อดีคือหาอุปกรณ์ต่อพ่วงได้ง่าย มีราคาถูก อายุการใช้งานนานกว่า 20 ปี ทนทาน ใช้พื้นที่น้อย มีน้ำหนักเบา แต่มีข้อจำกัดคือ ประสิทธิภาพการทำงานลดลงอย่างมาก เมื่อทำงานในสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิสูง



ภาพที่ 5 ผลกระทบของอุณหภูมิที่มีต่อประสิทธิภาพ

ที่มา: Revolvesolar, 2560

เซลล์แสงอาทิตย์แบบ Super Amorphous หรืออาจเรียกว่าแบบ Amorphous Triple Junction แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดนี้จะรวมเอาข้อดีของทั้ง Amorphous และ Crystalline มาไว้ด้วยกัน โดยมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบ Amorphous และสามารถใช้อุปกรณ์ต่อพ่วงร่วมกับแบบ Crystalline ได้ บางชนิดยังมีคุณสมบัติพิเศษบิดตัวม้วนได้ เนื่องจากการปลูกเซลล์ทำบนฐานรองประเภทพลาสติก ทำให้มีน้ำหนักเบากว่า การขนส่งสะดวก สามารถติดตั้งตามพื้นผิวของวัสดุต่างๆได้ หลากหลายแต่มีข้อเสียคือมีราคาแพงกว่าชนิดอื่นๆ 30-40 % ในอนาคตเมื่อมีการ แข่งขันทางตลาดที่สูงขึ้น ราคาจะถูกลงก็จะได้รับความนิยมนำมาใช้งานอย่างแพร่หลายต่อไป



ภาพที่ 6 แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Super amorphous

ที่มา: Solarcellcity.com, 2560



465562443

ส่วนกลุ่มเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารประกอบอื่นๆ ที่ไม่ใช่ทำมาจากซิลิคอนรวมถึงประเภทซิลิคอนแบบฟิล์มบางซึ่งเป็นเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีประสิทธิภาพสูงถึง 25 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ซึ่งปัจจุบันยังคงมีราคาแพงจึงไม่นิยมนำมาใช้ทั่วไปบนพื้นโลก เซลล์ประเภทดังกล่าวจึงเหมาะสำหรับใช้งานบนดาวเทียมหรืออวกาศ บนการติดตั้งบนพื้นที่ที่จำกัดมากๆ และมีข้อจำกัดเรื่องน้ำหนักการติดตั้ง ปัจจุบันมีการพัฒนาด้วยกระบวนการผลิตที่ทันสมัยเพื่อทำให้มีราคาถูกลงและคาดว่าจะมีการนำมาใช้งานมากขึ้นในอนาคต

ชาร์จ คอนโทรลเลอร์ (Charge controller)

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ประจุไฟฟ้าที่ได้รับจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาประจุให้กับแบตเตอรี่ ซึ่งการประจุนี้จะต้องไม่ให้เกิดการประจุมากเกินไป (Over charge) ซึ่งจะมีผลทำให้แบตเตอรี่ร้อนจัดทำให้เสื่อมสภาพเร็ว และเมื่อแบตเตอรี่มีประจุเต็มแล้ว ก็จะต้องตัดการชาร์จทันที กระแสไฟฟ้าที่ชาร์จแบตเตอรี่เป็นไฟฟ้ากระแสตรงที่มีรูปสัญญาณเป็นพัลส์ (Pulse) และมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงกว่าแบตเตอรี่ประมาณ 15-20% เนื่องจากมีค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องในกระบวนการชาร์จแบตเตอรี่ได้แก่ อุณหภูมิของแบตเตอรี่ ความไม่คงที่ของกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายที่ป้อนให้ โดยเฉพาะจากแหล่งพลังงานทดแทนอื่นๆเช่นแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จากกังหันลมหรืออื่นๆจึงต้องใช้อุปกรณ์ประมวลผล (Microcontroller) มาทำการประมวลผลและควบคุมการทำงานวงจรชาร์จประจุและใช้วงจร PWM (Pulse Width Modulation) มาสร้างรูปสัญญาณไฟฟ้าเพื่อให้การประจุแบตเตอรี่ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด



ภาพที่ 7 Charge controller

ที่มา : บรรจบ สุขประภาภรณ์, 2560

แบตเตอรี่ (Battery)

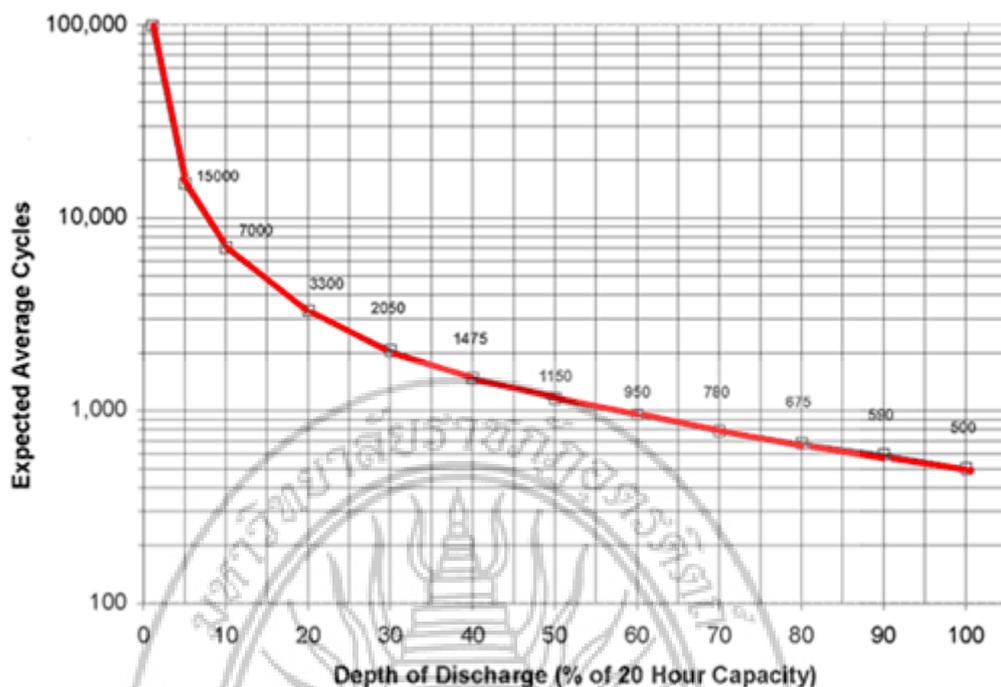
แบตเตอรี่ที่ใช้ในระบบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้จัดเก็บพลังงานไฟฟ้ามีการพัฒนาให้มีความเหมาะสมในการใช้งานโดยจะออกแบบให้สามารถจัดเก็บประจุได้มากๆและจ่ายกระแสไฟฟ้าได้

นานๆยิ่งขึ้นที่เรียกว่าเป็นแบบ Deep cycle โดยการออกแบบให้แผ่นธาตุตะกั่วมีความหนาเป็นพิเศษ เป็นผลทำให้ค่าความต้านทานภายในสูงสามารถจัดเก็บประจุไฟฟ้าได้สูงแต่จะจ่ายกระแสออกมาได้ไม่สูงมากนักซึ่งไม่เหมาะกับการใช้งานที่ต้องการกระแสไฟฟ้าสูงๆในระยะเวลาสั้นๆ เช่น การใช้กับรถยนต์แบตเตอรี่แบบ Deep cycle จะเหมาะสำหรับรถไฟฟ้ารถยกของ (Flock lift) เครื่องสำรองไฟ (Uninterruptible Power Supply: UPS) หรือการเก็บพลังงานสำรองจากแหล่งพลังงานทดแทนต่างๆ รวมทั้งพลังงานจากแสงอาทิตย์ด้วยแบตเตอรี่แบบ Deep cycle นี้จะมีราคาขนาดและน้ำหนักที่ต่างกับกับแบตเตอรี่รถยนต์ (Vehicle battery) มาก ถึงแม้ว่ากำลังวัตต์ต่อชั่วโมง (Watt Hour :WH) หรือความจุของกระแสไฟฟ้าจะเท่ากันก็ตาม ในการใช้งาน แบตเตอรี่ต่างๆ ให้ทนทานจะต้องทราบข้อจำกัดทางด้านอุณหภูมิและระดับความลึกในการคายประจุ (Depth of Discharge: DOD) ในระหว่างการทำงานด้วยซึ่งจะมีผลต่อประสิทธิภาพและอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ การใช้งานจนพลังงานไฟฟ้าหมด จะเป็นผลทำให้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่สั้นลงอย่างมากๆ ดังนั้นการใช้งานจึงไม่ควรใช้ประจุไฟฟ้าที่ต่ำกว่าระดับ 60 เปอร์เซ็นต์และแบตเตอรี่ควรเก็บไว้ในที่อากาศเย็นปกติ อุณหภูมิไม่เกิน 25 °C ในส่วนการประจุไฟฟ้าจะต้องไม่ประจุกระแสไฟฟ้าที่สูงเกินไปจะทำให้แบตเตอรี่ร้อนจัดทำให้เสื่อมสภาพเร็วยิ่งขึ้น



ภาพที่ 8 แบตเตอรี่แบบต่างๆ

ที่มา : Thaiza.com, 2560



ภาพที่ 9 กราฟแสดงจำนวนครั้งการประจุกับค่า DOD

ที่มา : Mpoweruk.com, 2560

อินเวอร์เตอร์ (Inverter)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ปรับเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงจากแบตเตอรี่ เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V สำหรับใช้งานกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่อยู่ในบ้านโดยทั่วไปอินเวอร์เตอร์จะออกแบบวงจรภายในโดยใช้วงจร Switching แปลงระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นกระแสสลับโดยมีสัญญาณความถี่ไฟฟ้า 50 Hz ในระบบที่มีขนาดเล็กๆผู้ผลิตอาจจะรวมวงจรอินเวอร์เตอร์เข้าเป็นชุดเดียวกับวงจรควบคุมการประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่ (Charger and Inverter) ในการใช้งานต้องมีค่ากำลังงานที่สูงกว่ากำลังวัตต์ที่ใช้งาน 15-20 % ทั้งนี้เนื่องจากอินเวอร์เตอร์จะมีประสิทธิภาพประมาณ 80-85 % เช่นกำลังวัตต์ที่ต้องการใช้งาน 800 วัตต์ ต้องใช้อินเวอร์เตอร์ขนาด 1 กิโลวัตต์ เป็นต้น



465562443



ภาพที่ 10 อินเวอร์เตอร์

ที่มา : Bilkulasata.com, 2560

คุณสมบัติที่สำคัญของเซลล์แสงอาทิตย์

ความเข้มของแสง

กระแสไฟ (Current) จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มของแสง หมายความว่าเมื่อความเข้มของแสงสูงกระแสที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ก็จะสูงขึ้นในขณะที่แรงดันไฟฟ้าหรือโวลต์แทบจะไม่แปรไปตามความเข้มของแสงมากนัก ความเข้มของแสงที่ใช้วัดเป็นมาตรฐานคือความเข้มของแสงที่วัดบนพื้นโลกในสภาพอากาศปลอดโปร่งปราศจากเมฆหมอกและวัดที่ระดับน้ำทะเลในสภาพที่แสงอาทิตย์ตั้งฉากกับพื้นโลก ซึ่งความเข้มของแสงจะมีค่าเท่ากับ 100 MW/cm^2 หรือ $1,000 \text{ W/m}^2$ ซึ่งมีค่าเท่ากับ AM 1.5 (Air Mass 1.5) และถ้าแสงอาทิตย์ทำมุม 60 องศากับพื้นโลกความเข้มของแสง จะมีค่าเท่ากับประมาณ 75 MW/cm^2 หรือ 750 W/m^2 ซึ่งมีค่าเท่ากับ AM2 กรณีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์นั้นจะใช้ค่า (AM1.5) เป็นมาตรฐานในการวัดประสิทธิภาพของแผง

อุณหภูมิ

กระแสไฟ (Current) จะไม่แปรตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป ในขณะที่แรงดันไฟฟ้า (โวลต์) จะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วทุกๆ $1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ที่เพิ่มขึ้น จะทำให้แรงดันไฟฟ้าลดลง 0.5% และในกรณีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาตรฐานที่ใช้กำหนดประสิทธิภาพของแผงแสงอาทิตย์คือ ณ อุณหภูมิ $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ เช่น กำหนดไว้ว่าแผงแสงอาทิตย์มีแรงดันไฟฟ้าที่วงจรเปิด (Open Circuit Voltage หรือ VOC) ที่ 21 V ณ อุณหภูมิ $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ก็จะหมายความว่า แรงดันไฟฟ้าที่จะได้จากแผงแสงอาทิตย์เมื่อยังไม่ได้ต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้า ณ อุณหภูมิ $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ จะเท่ากับ 21 V ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า



465562443

25 °C เช่น อุณหภูมิ 30 °C จะทำให้แรงดันไฟฟ้าของแผงแสงอาทิตย์ลดลง 2.5% ($0.5\% \times 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$) นั่นคือ แรงดันของแผงแสงอาทิตย์ที่ VOC จะลดลง 0.525 V ($21 \text{ V} \times 2.5\%$) เหลือเพียง 20.475 V ($21\text{V} - 0.525\text{V}$) สรุปได้ว่า เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น แรงดันไฟฟ้าก็จะลดลงซึ่งมีผลทำให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผงแสงอาทิตย์ลดลงด้วยจากข้อกำหนดดังกล่าวข้างต้น ก่อนที่ผู้ใช้จะเลือกใช้เซลล์แผงแสงอาทิตย์ จะต้องคำนึงถึงคุณสมบัติของแผงที่ระบุไว้ในแผงแต่ละชนิดด้วยว่า ใช้มาตรฐานอะไร หรือมาตรฐานที่ใช้วัดแตกต่างกันหรือไม่ เช่นแผงชนิดหนึ่งระบุว่า ให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดได้ 80 วัตต์ ที่ความเข้มแสง 1,200 W/m² ณ อุณหภูมิ 20 °C ขณะที่อีกชนิดหนึ่งระบุว่าให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดได้ 75 วัตต์ ที่ความเข้มแสง 1,000 W/m² และอุณหภูมิมาตรฐาน 25 °C แล้ว จะพบว่าแผงที่ระบุว่าให้กำลังไฟฟ้า 80 W จะให้กำลังไฟฟ้าน้อยกว่า จากสาเหตุดังกล่าว ผู้ที่จะใช้แผงจึงต้องคำนึงถึงข้อกำหนดเหล่านี้ในการเลือกใช้แผงแต่ละชนิดด้วย (จิระศักดิ์ สีนสุขอุดมชัย, 2557)

ข้อดีของระบบเซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์สามารถออกแบบและประยุกต์ใช้ได้หลากหลายรูปแบบ การทำงานของระบบการขยาย ขนาดระบบ รวมไปถึงการขนส่งทำได้ง่ายและสะดวก

ใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ซึ่งมีอยู่อย่างมหาศาล เป็นพลังงานได้เปล่า และไม่มีวันหมด การทำงานของ ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งถือว่าเป็นจุดเด่นของเทคโนโลยีนี้

ระบบไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตไฟฟ้าได้ทั้งแบบรวมศูนย์ (Centralized) และแบบกระจายศูนย์ (Decentralize)

ระบบไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ได้รับการออกแบบอย่างถูกต้องและเหมาะสม จะมีค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง ดูแลรักษาที่ต่ำมาก และมีอายุการใช้งานนานกว่า 20 ปี มีความมั่นคงในระบบสูง (ยกเว้น แบตเตอรี่ และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ที่นำมาต่อรวม อายุการใช้งานอาจสั้นลงตามแต่คุณภาพการผลิต)

ข้อจำกัดของระบบเซลล์แสงอาทิตย์

เทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์ยังอยู่ในระหว่างการพัฒนา ราคาเริ่มต้นหรือเงินลงทุนของระบบยังสูงอยู่ซึ่ง เป็นผลมาจากการที่ได้ใช้เงินลงทุนในการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างมหาศาลในช่วงหลายปีที่ผ่านมา

ปัจจุบันประสิทธิภาพการแปลงรูปพลังงานจากแสงอาทิตย์ให้เป็นไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ยังต่ำอยู่ ปริมาณและคุณภาพของแสงอาทิตย์ที่ขึ้นอยู่กับธรรมชาติ ทำให้ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ต้องใช้พื้นที่ในการ ติดตั้งมาก ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วจะใช้พื้นที่ประมาณ 8 – 12 ตารางเมตรต่อการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์หนึ่งกิโลวัตต์สูงสุด (นภดล รุ่งสวาท, [ม.ป.ป.])



465562443

ระบบพลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์

ในการออกแบบเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดเล็กต้องทำการเลือกระบบตามวัตถุประสงค์การใช้งานก่อน จากนั้นจึงทำการหาค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องแล้วจึงเลือกส่วนประกอบที่เหมาะสมซึ่งมีลำดับขั้นตอนดังนี้คือ

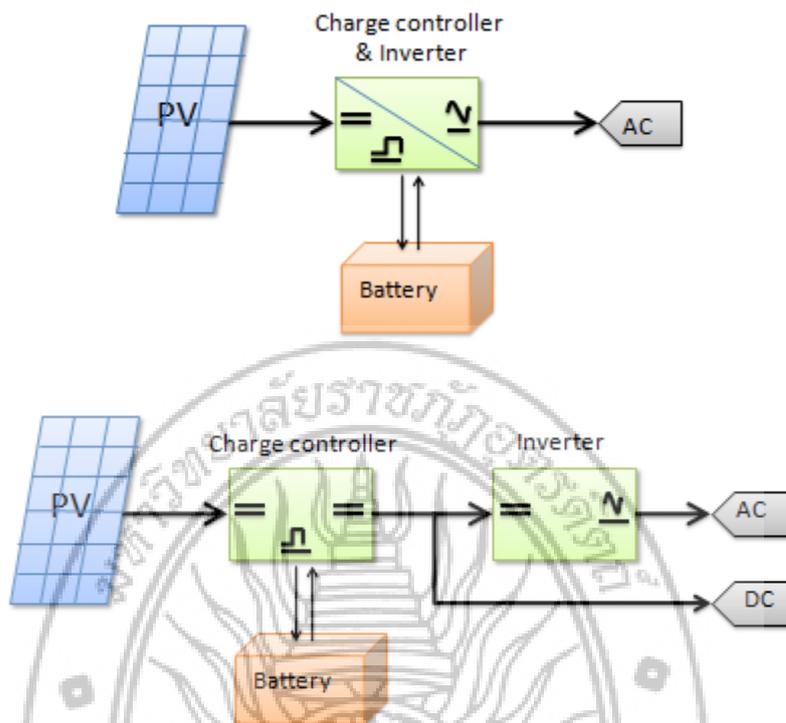
1. หาค่ากำลังวัตต์สูงสุดที่ใช้งานในการออกแบบระบบพลังงานแสงอาทิตย์ ต้องทำการหาค่าพลังงานสูงสุดที่ต้องการใช้งานก่อน โดยประมาณการคำนวณมาจากภาระงานกำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์ต่างๆ ชนิดรวมกัน เพื่อให้ได้ค่าเป็นกำลังวัตต์ต่อชั่วโมงใช้งาน (W/h) หาค่าเป็นกำลังวัตต์ต่อวัน (W/d) เพื่อ นำค่าที่ได้ไปเป็นโจทย์ในการหาค่าอื่นๆ ต่อไป เช่น อินเวอร์เตอร์ แบตเตอรี่ ตลอดจนแผงโซลาร์เซลล์ หรือ หาค่ากำลังวัตต์ต่อเดือน (W/m) ในกรณีต้องการหาค่าใช้จ่ายพลังงานต่อเดือน เพื่อเปรียบเทียบราคาค่าหน่วยกับระบบ ไฟฟ้าจากสายส่งของการไฟฟ้า ในการหาค่ากำลังวัตต์สูงสุดนี้ ต้องเป็นระบบไฟฟ้าชนิดเดียวกัน การออกแบบ ระบบไฟฟ้าใช้งานสามารถเลือกระบบได้ 2 แบบ คือ

1.1 การเลือกใช้ไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งปัจจุบันนิยมใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้า 12 V ซึ่งมีอุปกรณ์ใช้งานได้มาก แต่ก็อาจจะออกแบบให้ใช้ระดับแรงเคลื่อนไฟฟ้าตามที่ต้องการได้เช่น ขนาด 24V หรือ 48V ก็ได้

1.2 การใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ ประเทศไทยใช้ระดับแรงเคลื่อนไฟฟ้ามาตรฐาน 220 V 50 Hz ซึ่งมีความเหมาะสมและสะดวกสามารถหาอุปกรณ์สนับสนุนได้ง่าย หรือสามารถใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไปได้

2. การเลือกใช้อุปกรณ์อินเวอร์เตอร์ (Inverter) ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้าชนิดกระแสสลับกับอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน จะต้องให้ค่ากำลังวัตต์ของอินเวอร์เตอร์ สูงกว่าค่ากำลังวัตต์ที่ใช้งานจริงเสมอ รวมทั้งต้องเผื่อค่าสำหรับการสูญเสียกำลังภายในอินเวอร์เตอร์ด้วย ซึ่งจะมีค่าประมาณ 15 -20 เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่างเช่น มีหลอดไฟมีกำลังไฟรวม 80 วัตต์ จะต้องใช้อินเวอร์เตอร์ขนาดไม่น้อยกว่า 100 วัตต์ จ่ายไฟฟ้าให้

ในปัจจุบันมีการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ไฟฟ้ากระแสตรงจากแบตเตอรี่โดยตรงมากขึ้น เพื่อให้ลดการ สูญเสียกำลังไฟฟ้าในอินเวอร์เตอร์ลงได้มาก ถ้าหากมีความจำเป็นต้องใช้ก็อาจจะเลือกใช้ อินเวอร์เตอร์ขนาดเล็กๆ ใช้งานเฉพาะจุดที่ต้องการ ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย และลดความสูญเสีย กำลังงานได้มาก สิ่งที่ต้องคำนึงสิ่งหนึ่ง คือ วงจรอินเวอร์เตอร์ที่ดีต้องมีการป้องกันการใช้กำลังงาน ของแบตเตอรี่ที่มากเกินไป หรือ DOD (Dept Of Discharge) ซึ่งจะเป็นผลทำให้อายุแบตเตอรี่สั้นลง โดยปกติจะใช้แบตเตอรี่ที่ค่า DOD ไม่ต่ำกว่า 60 %



ภาพที่ 11 ไดอะแกรมของวงจรระบบเซลล์แสงอาทิตย์
ที่มา : บรรจบ สุขประภาภรณ์, 2560

3. การเลือกใช้ Charge controller เนื่องจากพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์จะเป็นไฟฟ้ากระแสตรง ในการออกแบบวงจรการจับเก็บประจุแบตเตอรี่ ต้องใช้อุปกรณ์สำหรับควบคุมการประจุไฟฟ้าลงแบตเตอรี่ซึ่งมีการออกแบบให้ทำการชาร์จประจุที่มีลักษณะเป็นลูกพอลลี่ ที่สามารถปรับเปลี่ยนคาบเวลาและขนาดของแรงเคลื่อนไฟฟ้าได้ยาวนานกว้างเพื่อให้การชาร์จประจุได้ประสิทธิภาพสูงสุด ตามปริมาณการเปลี่ยนแปลง พลังงานไฟฟ้าที่ได้จากแสงอาทิตย์ จึงมีการใช้วงจรควบคุมอัตโนมัติโดยใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ในการควบคุม ข้อที่ควรพิจารณาการเลือกใช้งานได้แก่ เครื่องที่มีประสิทธิภาพสูงมีการสูญเสียต่ำ และค่าพลังงานที่กำหนดต้องมี ค่ากำลังวัตต์ ที่ไม่ต่ำกว่าค่าของแผงโซลาเซลล์ แต่โดยส่วนมากการบอกค่าของโซลาเซลล์จะบอกค่าเป็นกำลังวัตต์ แต่การบอกขนาดของเครื่องชาร์จจะบอกพิกัดกำลังโวลต์ และค่ากระแสจากตัวอย่างเช่น ถ้าเครื่องชาร์จ ประจุแรงเคลื่อนขนาด 12 โวลต์ กระแส 10 แอมแปร์ ก็จะสามารถใช้กับแผงโซลาเซลล์ขนาดไม่เกิน 120 วัตต์ แต่หากแผงโซลาเซลล์ มีกำลังไฟฟ้าต่ำเกินไปก็จะเกิดการสูญเสียภายใน และมีราคาแพงกว่า ในการเลือกใช้งานต้องเลือกให้มีความเหมาะสม

3.1 การหาค่าเครื่องชาร์จประจุ เครื่องควบคุมการชาร์จต้องมีขนาดกำลังวัตต์ที่ไม่น้อยกว่าแผงโซลาเซลล์ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$C_{Batt} = \frac{PV}{V_{Batt}}$$

เมื่อ C_{Batt} = ขนาดกระแสประจุ (A)
 PV = กำลังวัตต์ของโซลาเซลล์ (Watt)
 V_{Batt} = โวลต์แบตเตอรี่ (Volt)

ที่มา:(บรรจบ สุขประภากรณ์,2560)

4. การเลือกใช้แบตเตอรี่สำหรับจัดเก็บค่าพลังงานไฟฟ้า แบตเตอรี่ที่ใช้กับระบบโซลาเซลล์เป็นแบบ Deep Cycle ซึ่งจะมีลักษณะที่ต่างจากแบตเตอรี่รถยนต์ แบตเตอรี่สำหรับรถยนต์จะมีแผ่นตะกั่ว ที่บางกว่าทำให้ค่าความต้านทานภายในต่ำจึงสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้สูงในระยะสั้นๆ ใช้สำหรับสตาร์ทเครื่องยนต์ แต่แบตเตอรี่สำหรับใช้งานกับพลังงานแสงอาทิตย์ แผ่นตะกั่วภายในจะมีขนาดที่หนาทำให้ความต้านทานภายในสูง จ่ายกระแสไฟฟ้าได้ไม่สูง แต่จะจ่ายได้ในระยะเวลาที่นานกว่า จึงเป็นผลทำให้ราคาสูงกว่าแบตเตอรี่รถยนต์ 34 เท่าในขนาดเดียวกัน และเนื่องจากการใช้ระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์จะใช้ในลักษณะจัดเก็บประจุไฟฟ้า ด้วยแบตเตอรี่ในตอนกลางวัน แล้วนำมาใช้งานในตอนกลางคืน การเลือกใช้ขนาดแบตเตอรี่ต้องมีความเหมาะสม กับขนาดแผงโซลาเซลล์ ซึ่งขนาดที่เหมาะสม คือประมาณ 6-8 เท่าขนาดเซลล์แสงอาทิตย์ ตามชั่วโมงการรับแสง ดังตัวอย่างเช่น แผงโซลาเซลล์ขนาด 120 วัตต์ จะใช้แบตเตอรี่ขนาด 72 -96 แอมแปร์/ชั่วโมง แต่แบตเตอรี่ที่จำหน่ายจะมีค่าที่คงที่ตายตัว จึงควรเลือกใช้ขนาดที่สูงกว่า คือ 100 แอมแปร์/ชั่วโมง การใช้ขนาดแบตเตอรี่ที่มีขนาดเล็กเกินไป นอกจากทำให้เก็บประจุได้น้อยแล้ว ยังทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานที่ไม่สามารถประจุไฟฟ้าเก็บไว้ใช้ได้

4.1 การหาค่าความจุของแบตเตอรี่ ซึ่งจะคำนวณได้จากสูตร

$$Q_{Batt} = \frac{P_{Load}}{V_{Batt} \times (\% DOD) \times E_{Inverter}} \times T_{Batt}$$

เมื่อ Q_{Batt} = ความจุแบตเตอรี่ (Ah)
 P_{Load} = กำลังวัตต์รวม (Watt)
 V_{Batt} = โวลต์แบตเตอรี่ (Volt)



465562443

$\% DOD$ = ค่าความลึกการคายประจุ (40-60%)

$E_{Inverter}$ = ค่าประสิทธิภาพอินเวอร์เตอร์ (0.8-0.9)

T_{Batt} = ระยะเวลาการประจุในแต่ละวัน (ช.ม.)

ที่มา:(บรรจบ สุขประภาภรณ์,2560)

5. การเลือกใช้แผงโซลาเซลล์ แผงโซลาเซลล์มีหลายชนิดแต่ที่มีการนำมาใช้งานจริงแบ่งออกได้ เป็น 3 แบบได้แก่

5.1 แบบ Amorphous เป็นแผงโซลาเซลล์ที่ไวแสงมากที่สุด สามารถรับแสงที่อ่อนๆ ได้ รวมทั้งแสงจากหลอดไฟฟ้าต่างๆ จึงทำงานได้ในพื้นที่ที่มีเมฆหมอก ฝุ่นละออง มีฝนตกชุก แต่ก็มีผลเสียคือ พลังงานไฟฟ้าไม่สูงมากนักจึงทำให้ต้องใช้พื้นที่มาก แผงมีน้ำหนักมาก แตกหักได้ง่าย และยังหาอุปกรณ์ประกอบเพื่อต่อเชื่อมระบบได้ยาก จึงนิยมนำไปใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ เช่น เครื่องคิดเลข นาฬิกา หรืออุปกรณ์ ไฟฟ้าขนาดเล็กๆ เป็นต้น

5.2 แบบ Crystalline เป็นแผงโซลาเซลล์ที่อยู่ในรูปของผลึกที่ทำให้เป็นแผ่นฟิล์มชั้นบางๆ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบคือ แบบ Mono crystalline หรือแผงชนิดผลึกเดี่ยว และแบบ Poly crystalline หรือผลึกผสม หรืออาจมีชื่อเป็นอย่างอื่นเช่น Single Crystalline และ Multi Crystalline เป็นแผงโซลาเซลล์ที่ใช้งานมากที่สุด แผงแบบ Mono crystalline จะมีประสิทธิภาพดีกว่าและราคาแพงกว่า แบบ Poly crystalline เล็กน้อย ทั้งสองชนิดมีข้อดีคือ หาอุปกรณ์ต่อพ่วงได้ง่าย มีราคาถูก อายุการใช้งานยาวนานกว่า 20ปี ทนทาน ใช้พื้นที่น้อยกว่า มีน้ำหนักเบา แต่มีข้อจำกัดคือทำงานประสิทธิภาพต่ำในสภาพอากาศที่มีแสงน้อย

5.3 แบบ Super amorphous หรืออาจเรียกว่าเป็นแบบ Amorphous Triple Junction แผงโซลาเซลล์ ชนิดนี้จะรวมเอาข้อดีของทั้ง Amorphous และ Crystalline มาไว้ด้วยกัน โดยมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบ Amorphous สามารถใช้อุปกรณ์ต่อพ่วงร่วมกับแบบ Crystalline ได้ ทั้งยังมีคุณสมบัติพิเศษที่สามารถบิดตัว ม้วนได้ มีน้ำหนักเบา การขนส่งสะดวก สามารถติดตั้งตามพื้นผิวของวัสดุต่างๆ ได้หลากหลายชนิด มีความทนทานสูงต่อสภาวะอากาศ สิ่งแวดล้อม มีอายุการใช้งานนานเกิน 20 ปี แต่มีข้อเสียคือมีราคาแพงกว่าชนิดอื่นๆ 30-40 % ในอนาคตเมื่อมีราคาถูกลง ก็จะได้รับคามนิยมนำมาใช้งานอย่างแพร่หลายต่อไป



465562443

URU :Thesis 58556780102 thesis / recv : 02102561 16:42:52 / seq: 24

การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ เป็นการวิเคราะห์ที่มุ่งที่จะให้มีการใช้ทรัพยากรของระบบเศรษฐกิจอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด เป็นการพิจารณาว่าคุ้มหรือไม่ที่จะลงทุนในโครงการ และจะเลือกลงทุนในโครงการใดจึงจะเกิดประโยชน์สูงสุด จึงเป็นการเปรียบเทียบระหว่างต้นทุนและผลกำไรของโครงการ การประเมินค่าของการลงทุนในโครงการต่างๆ ถือเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งของกิจการ เนื่องจากกิจการแต่ละแห่งมีเงินลงทุนจำกัด จึงไม่อาจจะลงทุนในโครงการทุกๆ โครงการได้

ฉะนั้นกิจการจึงมีความจำเป็นที่จะต้องเลือกลงทุนในโครงการบางโครงการเท่านั้น ที่ให้ผลตอบแทนแก่กิจการสูงที่สุด วิธีการเลือกโครงการที่ดีที่สุดนั้นหมายถึงการเลือกโครงการที่มีคุณภาพดีที่สุด วิธีการเลือกคุณภาพของโครงการนั้นมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน แต่ละวิธีก็จะมุ่งพิจารณาคุณภาพในลักษณะที่แตกต่างกันออกไป ดังนี้

วิธีคำนวณหาระยะเวลาคืนทุน

วิธีระยะเวลาคืนทุน (Payback period method : PB) เป็นวิธีที่พิจารณาโครงการที่จะลงทุน โดยให้ความสนใจเพียงว่าถ้ากิจการเลือกลงทุนในโครงการใดแล้ว กิจการจะได้เงินลงทุนกลับคืนมาเมื่อไร การตัดสินใจเลือกลงทุนในกรณีนี้ หากกิจการมีโครงการให้เลือกหลายโครงการ กิจการก็จะเลือกลงทุนในโครงการที่ให้เงินลงทุนกลับคืนมาในช่วงเวลาที่สั้นที่สุดเป็นการพิจารณาระยะเวลาที่กระแสเงินสดเข้า (Cash inflow) เท่ากับเงินสดจ่าย (Cash outflow) ทั้งนี้พิจารณาจากกระแสเงินสดรับ หรือจากกำไรสุทธิหลังหักภาษีก่อนหักค่าเสื่อมราคานั้นเอง การคำนวณหาระยะเวลาคืนทุนอาจทำได้ 2 กรณี (สาคร กล้าหาญ, 2550)

1. กระแสเงินสดรับแต่ละปีเท่ากัน การคำนวณระยะเวลาคืนทุนอาจทำได้โดยใช้สูตรนี้

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{\text{เงินลงทุน}}{\text{เงินสดรับเฉลี่ยต่อปี}}$$

2. กระแสเงินสดรับแต่ละปีไม่เท่ากัน จะต้องค่อยๆ รวมเงินสดที่ได้รับในแต่ละปีสะสมไปเรื่อยๆ จนกว่าจะได้เงินลงทุนคืนมา โดยทำภายใต้ข้อสมมุติว่าในแต่ละปีนั้นเงินสดเข้ามาสม่ำเสมอ การพิจารณาการลงทุนโดยใช้ระยะเวลาคืนทุนจะให้ผลดีดังนี้

ในกรณีที่กิจการอยู่ในสภาวะที่ขาดแคลนเงิน ต้องการใช้จ่ายเงินลงทุนหมุนเวียนอยู่เสมอ การตัดสินใจเลือกโครงการที่ได้คืนทุนเร็วจึงเป็นวิธีที่เหมาะสม

ช่วยลดภาวะความเสี่ยงลง เนื่องจากการลงทุนในธุรกิจใดก็ตามที่ลงทุนนานเท่าไร ภาวะความเสี่ยงต่อความไม่แน่นอนก็จะมีเพิ่มขึ้นตามลำดับ ฉะนั้นถ้าโครงการใดได้รับทุนคืนเร็วความเสี่ยงก็จะลดลง

เป็นวิธีที่ง่ายและสะดวกต่อการคำนวณ

อย่างไรก็ดีข้อดีของระยะเวลาคืนทุนกรณีความเสี่ยงและสภาพคล่องนี้ หากต้องการลดความเสี่ยงและเพิ่มสภาพคล่องให้ธุรกิจก็ไม่จำเป็นต้องลงทุน

แม้ว่าวิธีการตัดสินใจโดยใช้ระยะเวลาคืนทุนจะเป็นวิธีที่มีข้อดี แต่ก็มีข้อเสียอยู่หลายประการดังนี้

ไม่ได้พิจารณาถึงความสามารถของการหากำไร คิดเพียงว่าจะได้เงินสดคืนทุนเมื่อไร ซึ่งเป็น การผิดวิสัยของการลงทุน

ไม่ได้พิจารณาถึงเหตุการณ์ภายหลังวันคืนทุน โครงการบางโครงการอาจจะไม่ให้ ผลตอบแทนหลังจากเงินสดรับเพียงพอสำหรับชดใช้เงินลงทุน แต่บางโครงการอาจจะไม่ให้ ผลตอบแทนหรืออาจจะให้ในจำนวนที่ต่างกัน

ไม่ได้คำนึงถึงค่าของเงินซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลา หรืออาจกล่าวได้ว่าไม่ได้คำนึงถึง มูลค่าปัจจุบัน (present value) นั้นเอง

วิธีคำนวณหามูลค่าปัจจุบันสุทธิ

จากวิธีการประเมินค่าของการลงทุนใน 2 วิธีที่กล่าวคือ วิธีอัตราผลตอบแทนโดยเฉลี่ยและ วิธีระยะเวลาคืนทุนมีข้อเสียอย่างมากเนื่องจากไม่ได้คำนึงถึงปริมาณและเวลาที่ได้รับกระแสเงินสดรับ ทั้งๆ ที่เป็นที่ทราบกันดีว่าเงินที่ได้รับในระยะเวลาต่างกันย่อมมีค่าแตกต่างกัน เช่นเงินที่ได้รับในวันนี้ ย่อมมีค่ามากกว่าเงินที่ได้รับในอนาคต เนื่องจากเงินที่ได้รับในวันนี้สามารถนำไปหาผลประโยชน์ได้

วิธีการประเมินค่าของเงินลงทุนโดยใช้วิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (net present value : NPV) จึงเป็นวิธีการประเมินค่าโดยคำนึงถึงปริมาณและระยะเวลาของเงินทุนหรือคำนึงถึงค่าของเงินทุนตาม ระยะเวลา โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบมูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุนกับมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสด รับตลอดโครงการและการเปรียบเทียบมูลค่าปัจจุบันนี้จะใช้อัตราผลตอบแทนที่ต้องการเป็นตัวปรับ มูลค่าของกระแสเงินสดรับและกระแสเงินสดจ่าย เมื่อได้มูลค่าปัจจุบันแล้วก็พิจารณาว่ามูลค่าปัจจุบัน สุทธิ ซึ่งหมายถึงมูลค่าปัจจุบันของเงินสดรับหักด้วยมูลค่าปัจจุบันของเงินสดจ่าย มีค่าเป็นศูนย์หรือ มากกว่าศูนย์หรือไม่ หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นศูนย์หรือบวกนั่นเอง หากเป็นเช่นนั้นก็ถือได้ว่าการลงทุน นั้นได้ผลรับเท่ากับอัตราผลตอบแทนที่ต้องการหรือสูงกว่าอัตราผลตอบแทนที่ต้องการ ดังนั้นจึง สรุปผลว่า สมควรลงทุนในโครงการนั้น แต่ถ้าผลของการเปรียบเทียบมูลค่าปัจจุบันสุทธิได้ผลออกมา ต่ำกว่าหรือเป็นลบก็ไม่สมควรจะลงทุน เนื่องจากมูลค่าปัจจุบันของเงินสดรับต่ำกว่าเงินสดจ่าย ณ อัตราผลตอบแทนที่ต้องการ (สาคร กล้าหาญ, 2550)

$$NPV = \text{มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับในอนาคต} - \text{มูลค่าปัจจุบันของเงินจ่ายลงทุน}$$

ในการคำนวณหาค่าปัจจุบันสุทธิ จึงทำได้โดยนำเอาเงินสดรับและเงินสดจ่ายตลอดโครงการมาหาค่าปัจจุบันโดยใช้อัตราผลตอบแทนที่ต้องการเป็นตัวคิดส่วนลด (discount) ให้เงินในอนาคตเป็นเงินปัจจุบัน ซึ่งมีการคำนวณ 2 วิธีด้วยกันคือ

กรณีที่กระแสเงินสดรับเท่ากันทุกๆ ปี ตลอดอายุของโครงการ

กรณีที่กระแสเงินสดรับในแต่ละปีตลอดโครงการมีมูลค่าต่างๆ กัน

ข้อดีและข้อเสีย วิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิตำนิงถึงมูลค่าของเงินทุน ทั้งปริมาณและระยะเวลาที่ได้รับ ซึ่งเป็นวิธีแก้ไขข้อบกพร่องของการประเมินผลตามวิธีอัตราผลตอบแทนโดยเฉลี่ยและวิธีระยะเวลาคืนทุน อย่างไรก็ตามการใช้วิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ ก็มีข้อเสียดังนี้

วิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเกิดจากวิธีการประเมินผล ซึ่งต้องกำหนดอัตราผลตอบแทนที่ต้องการขึ้นก่อนจึงจะทำการประเมินได้

วิธีมูลค่าปัจจุบันนี้ทำภายใต้ข้อสมมติว่าหากกิจการจะลงทุนในโครงการใหม่ อัตราผลตอบแทนของเงินลงทุนจะเท่ากับอัตราผลตอบแทนที่ใช้พิจารณาเดิม

อย่างไรก็ดี ถ้าอัตราผลตอบแทนที่ต้องการของผู้ลงทุนเปลี่ยนแปลงไป การตัดสินใจอาจเปลี่ยนแปลงไปก็ได้

วิธีคำนวณหาดัชนีกำไร

ดัชนีกำไร (profitability index method) คืออัตราส่วนของเงินได้ต่อเงินลงทุนของโครงการใดโครงการหนึ่งซึ่งหมายถึง อัตราส่วนของค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดตลอดโครงการต่อค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดที่จ่ายลงทุนไปตลอดโครงการ (สาคร กล้าหาญ, 2550)

การคำนวณดัชนีกำไรอาจจะเขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$\text{ดัชนีกำไร (PI)} = \frac{\text{มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดรับ}}{\text{มูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุน}}$$

ข้อดีและข้อเสียวิธีประเมินผลในการการลงทุนวิธีนี้มีข้อดีเช่นเดียวกับวิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธินอกจากนั้น ยังทำให้ผู้ลงทุนสามารถเปรียบเทียบการพิจารณาการลงทุนเมื่อโครงการหลายโครงการสะดวก เนื่องจากดัชนีกำไรคำนวณออกมาเป็นอัตราส่วน อย่างไรก็ตาม วิธีดัชนีกำไรก็มีผลเสียที่เกิดขึ้นเช่นเดียวกับวิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ



465562443

วิธีคำนวณหาอัตราผลตอบแทนซื้อลด หรืออัตราผลตอบแทนภายใน

อัตราผลตอบแทนซื้อลด (discount rate of return) หรืออัตราผลตอบแทนภายใน (internal rate of return) ของโครงการใดโครงการหนึ่ง คืออัตราส่วนลดที่ทำให้ค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดที่ต้องจ่าย เท่ากับค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดที่ต้องรับ หรืออัตราส่วนที่ทำให้ค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการมีค่าเท่ากับศูนย์ วิธีอัตราผลตอบแทนซื้อลดนี้อาจจะเขียนออกมาเป็นสูตรทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$t = 0; \frac{At}{(I+r)^n} = 0$$

เมื่อ At = กระแสเงินสดรับสุทธิในปีที่ t

r = อัตราส่วนลดที่ทำให้ค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดรับเป็นศูนย์

n = อายุของโครงการที่พิจารณา

ที่มา: สาคกร กล้าหาญ

ข้อดีและข้อเสียของวิธีนี้ เมื่อเทียบกับวิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิหรือวิธีดัชนีกำไรแล้วจะเห็นว่า เป็นวิธีที่สามารถทำการประเมินผลโดยไม่จำเป็นต้องทราบอัตราผลตอบแทนที่ต้องการก่อนคำนวณ อย่างไรก็ตามวิธีอัตราผลตอบแทนมีข้อเสียดังนี้

วิธีประเมินผลโดยใช้อัตราผลตอบแทนซื้อลด เป็นวิธีที่อาจจะนำเอาอัตราผลตอบแทนไปเปรียบเทียบกันระหว่างโครงการต่างๆ ถ้าหากว่าโครงการที่พิจารณาอยู่นั้น มีอายุของการลงทุนและเงินลงทุนขั้นแรกต่างกัน

วิธีนี้ทำภายใต้ข้อสมมุติว่า หากกิจการจะลงทุนใหม่ อัตราผลตอบแทนที่ได้รับจะเท่ากับอัตราผลตอบแทนของโครงการเก่าที่พิจารณาอยู่

การจัดเก็บข้อมูลเชิงสถิติ

ข้อมูล หมายถึงข้อเท็จจริงซึ่งอยู่ในรูปของจำนวน ข่าวสาร ข้อความ หรือความคิดเห็น ใดๆอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างเพื่อใช้เป็นฐานของการศึกษาหรือหาข้อสรุปในเรื่องราวที่สนใจ ดังนั้นเราจึงจำเป็นต้องจำแนกข้อมูลที่มีคุณลักษณะอย่างเดียวกันไว้เป็นประเภทเดียวกัน ในที่นี้จะจัดแบ่งอย่างกว้าง ๆ เป็น 2 ประเภท (มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, 2560) คือ ข้อมูลเชิงปริมาณ และ ข้อมูลเชิงคุณภาพ ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้เฉพาะข้อมูลเชิงปริมาณเท่านั้น จึงอธิบายความหมายของข้อมูลเชิงปริมาณได้ดังต่อไปนี้

ข้อมูลเชิงปริมาณ

หมายถึง ข้อมูลที่แสดงปริมาณ หรือขนาดที่สามารถเปรียบเทียบกันได้ในลักษณะมากกว่า หรือน้อยกว่าเป็นจำนวนเท่าไร ข้อมูลประเภทนี้มักเป็นข้อมูลที่แสดง ค่าเป็นตัวเลข เช่น จำนวน นักศึกษาในวิทยาลัยต่าง ๆ อายุการใช้งานของเครื่องใช้ไฟฟ้า อุณหภูมิของร่างกายของคนป่วย หลังจากการผ่าตัด เป็นต้น

ข้อสังเกตสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและข้อมูลเชิงปริมาณ จะพบว่า ข้อมูลบางอย่างมีลักษณะคล้ายกัน มากแต่จัดอยู่คนละประเภท ลองพิจารณาตัวอย่างต่อไปนี้ จากการสำรวจความรู้สึกของลูกค้าที่เข้ามา รับบริการของโรงแรม โดยใช้แบบสอบถามเป็นคำถามปลายปิด เขตของกระทงคำถามกลุ่มหนึ่งให้ ผู้ตอบเลือกคำตอบได้ 2 ประการคือ “พอใจ” กับ “ไม่พอใจ” เขตของกระทงคำถามอีกกลุ่มหนึ่ง กำหนดลำดับของความรู้สึกเรียงจากมากไปหาน้อยดังนี้ “พอใจมาก” “พอใจ” “ไม่ค่อยพอใจ” และ “ไม่พอใจเลย” จากตัวอย่างที่ยกมา ข้อมูลจากกระทงคำถามทั้งสองกลุ่มมีลักษณะคล้ายกันมาก คือ เป็นระดับความรู้สึกของผู้ตอบที่มีต่อบริการของโรงแรม แต่จะเห็นว่ามี ข้อแตกต่างกันที่ คำตอบ ใน กลุ่มแรกจะแสดงถึงความแตกต่างของความรู้สึก ส่วนคำตอบในกลุ่มที่สองจะแสดงน้ำหนักของ ความรู้สึกซึ่งเปรียบเทียบกันในลักษณะมาก - น้อยได้ ดังนั้นข้อมูลจากคำถามกลุ่มแรกจึงจัดเป็น ข้อมูลเชิงคุณภาพ และข้อมูลจากคำถามในกลุ่มที่สองเป็นข้อมูล เชิงปริมาณ นอกจากนี้ถ้า พิจารณาจากความแตกต่างของค่าของตัวเลขที่ได้จากการวัดค่าของข้อมูลยังสามารถจำแนกได้เป็น 2 อย่าง คือ

ข้อมูลแบบไม่ต่อเนื่อง เป็นข้อมูลที่แสดงค่าด้วยจำนวนจำกัด เช่น จำนวนสินค้า มีตำหนิ จำนวนเงินค่าใช้จ่ายประจำเดือนของนักศึกษา ข้อสังเกตง่าย ๆ สำหรับข้อมูลประเภทนี้คือ สามารถ บอกค่าที่ถัดจากค่าของข้อมูลนั้นได้ทั้งทางมากกว่าหรือน้อยกว่า

ข้อมูลแบบต่อเนื่อง เป็นข้อมูลที่แสดงค่าด้วยจำนวนต่อเนื่องมักเป็นข้อมูลที่ได้จากการวัด ด้วยมาตรวัดต่าง ๆ เช่น ความยาว น้ำหนัก ปริมาตร อุณหภูมิ เวลา เป็นต้น ซึ่งการกำหนดค่าของ ข้อมูลที่ถูกต้อง จะต้องกำหนดเป็นช่วง เนื่องจากไม่สามารถกำหนดค่าของข้อมูลเป็นค่าหนึ่ง ค่าใดได้ แต่ในทางปฏิบัติมักจะกำหนดเป็นค่าเดียวโดยอนุโลมเพื่อความสะดวกในการนำไปใช้ การเก็บข้อมูลเชิงสถิติของงานวิจัยนี้จะใช้ข้อมูลเชิงปริมาณแบบต่อเนื่อง เพื่อคำนวณและวิเคราะห์ ต่อไป

ต้นทุนในการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์

จากตารางที่ 2 สรุปได้ว่า การลงทุนในระบบเซลล์แสงอาทิตย์โดยคำนึงถึงความคุ้มค่าในเชิง เศรษฐศาสตร์ ซึ่งขนาดระบบเซลล์แสงอาทิตย์ยิ่งมาก ราคาต้นทุนต่อหน่วยกิโลวัตต์ ก็จะลดลงไปด้วย



465562443

URU :Thesis 58556780102 thesis / rev: 02102561 16:42:52 / seq: 24

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบการลงทุนของขนาดระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่ต่างกัน

ขนาดระบบเซลล์แสงอาทิตย์ (kW)	เงินลงทุน (ล้านบาท)	ต้นทุนในการติดตั้ง (ล้านบาท/kW)
2	0.39	0.195
10	1.71	0.171
100	15	0.150

ที่มา :พิมลมาศ และคณะ, 2555

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

งานวิจัยการประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

งานวิจัยการประเมินค่าทางเศรษฐศาสตร์ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

พรรณธิดา เหล่าพวงศักดิ์, นพพร จันทรนาชู, และณัฐกฤตย์ ดิฐวิรุฬห์ (2554) ได้วิเคราะห์ต้นทุน ผลประโยชน์ และวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการสายเคเบิลเมืองสันป่าตอง – หางดง (ตอนที่ 1) จังหวัดเชียงใหม่ การรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิใช้ข้อมูลจากการสำรวจปริมาณการจราจร และการสำรวจความเร็วในการใช้เส้นทางโครงการสายเคเบิลเมืองสันป่าตอง – หางดง (ตอนที่ 1) จังหวัดเชียงใหม่ กับทางหลวงหมายเลข 108 ซึ่งเป็นเส้นทางหลัก และใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง วิธีการศึกษาที่ใช้คือการวิเคราะห์ต้นทุน ผลประโยชน์ และวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการโดยใช้มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (B/C ratio) และอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) ผลการศึกษา พบว่า โครงการนี้มีมูลค่าปัจจุบันของมูลค่าของการประหยัดค่าใช้จ่ายในการใช้รถเท่ากับ 52.59 ล้านบาท มูลค่าของการประหยัดเวลาในการเดินทางเท่ากับ 234.0 ล้านบาท มูลค่าของผลประโยชน์เท่ากับ 286.59 ล้านบาท และมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนเท่ากับ 132.65 ล้านบาท จะได้มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 153.94 ล้านบาท อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนเท่ากับ 2.16 และอัตราผลตอบแทนภายในร้อยละ 25.2 แสดงว่าโครงการนี้มีความคุ้มค่าในการลงทุน

เมธากุล มีธรรม และวชรภูมิ เบญจโอฬาร(2555) ได้พัฒนาวิธีวิเคราะห์คำนวณหาผลประโยชน์และต้นทุนของโครงการก่อสร้างของกรมทางหลวงที่เปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลาที่จะชะลอโครงการออกไป โดยทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุน และผลประโยชน์ของโครงการ จากรายงานผลการศึกษาคความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม และผลกระทบสิ่งแวดล้อม

(บริษัทที่ปรึกษาให้คำแนะนำที่คุ้มค่าต่อการลงทุนในปี พ.ศ.2555) กับปีที่คาดการณ์ ซึ่งระยะเวลาที่จะชะลอโครงการออกไปนี้เป็นผลจากนโยบายการลงทุนของกระทรวงคมนาคมระหว่าง ปี พ.ศ.2554-2563 การวิจัยนี้ได้กำหนดช่วงเวลาที่ชะลอโครงการออกไปเบื้องต้นเป็น 3 ช่วงเวลา คือปี พ.ศ.2558 พ.ศ.2561 และ พ.ศ.2564 การศึกษาวิจัยนี้จะมุ่งเน้นที่ผลความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการที่เปลี่ยนไปตามเวลา การคำนวณมูลค่าต้นทุนและผลประโยชน์ทั้ง 3 ช่วงเวลาจะคาดการณ์จากการใช้การวิเคราะห์ทางสถิติแบบถดถอย ปรับมูลค่าตามราคาน้ำมันโลก ปรับมูลค่าตามค่าแรงขั้นต่ำ และปรับสัดส่วนตามดัชนีราคาผู้บริโภคพื้นฐานตามแต่ละกรณี เมื่อปรับมูลค่าดังกล่าวแล้วได้ผลว่าทั้งต้นทุนและผลประโยชน์มีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่เพิ่มขึ้น แต่ส่วนของต้นทุนเพิ่มขึ้นในอัตราที่มากกว่าผลประโยชน์ ส่งผลให้ NPV ลดลงเท่ากับ -59.94 ล้านบาท B/C ratio ลดลงเท่ากับ 0.99 และ IRR ลดลงเท่ากับร้อยละ 11.91 ทำให้ไม่คุ้มค่าต่อการลงทุนโครงการถ้าชะลอการก่อสร้างถึงปี พ.ศ.2561

พิมลมาศ วรณคนาพล และคณะ (2555) ได้นำเสนอผลการศึกษาบางส่วนของการประยุกต์ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์กับระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับ โครงการอาคารพักอาศัยของการเคหะแห่งชาติการศึกษาถึงประโยชน์ด้านอื่นๆ ของการประยุกต์ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ในอาคาร นอกเหนือจากการผลิตไฟฟ้า ได้แก่ ด้านการลดความร้อนผ่านกรอบอาคาร ด้านการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ด้านการใช้งานเมื่อยามเกิดภัยพิบัติ และด้านความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ ผลการวิจัยสรุปได้ว่า ระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับอาคารพักอาศัยการเคหะฯ มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.10 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/วัน โดยกำลังการผลิตไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 2.22 กิโลวัตต์ (0.185 กิโลวัตต์/แผง จำนวน 12แผง) จะสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ 5.48 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/วัน ซึ่งรองรับการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบบำบัดน้ำเสีย ส่วนผลประโยชน์ด้านอื่นๆ นั้น รวมถึงด้านการลดความร้อนผ่านกรอบอาคาร พบว่า การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ครอบคลุมร้อยละ 81 ของพื้นที่หลังคา สามารถช่วยลดอุณหภูมิอากาศภายในห้องพักอาศัยที่อยู่ในชั้นใต้หลังคาได้สูงสุด 4 องศาเซลเซียส(°C) ในด้านการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่า สามารถลดได้ 44.91-718.61 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดช่วงอายุการใช้งาน ซึ่งเทียบได้กับการใช้รถยนต์ 6-107 คัน ทั้งนี้ขึ้นกับรูปแบบการบริหารจัดการระบบบำบัดน้ำเสียที่มีรูปแบบเปิด 15 นาที แบบเปิด 3 ชั่วโมงและแบบเปิด 24 ชั่วโมง สำหรับด้านการใช้งานเมื่อยามเกิดภัยพิบัติ พบว่าการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ ให้สามารถรองรับการใช้พลังงานในระบบบำบัดน้ำเสียรูปแบบเปิด 24 ชั่วโมง จะสามารถผลิตไฟฟ้าได้ 33.60 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน ซึ่งมากกว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในพื้นที่ส่วนกลางยามปกติถึง 1.4 เท่าจึงมีความเป็นไปได้สูงในการใช้งานเมื่อยามเกิดภัยพิบัติ ในด้านความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ พบว่าการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อขายไฟฟ้าคืนมีระยะเวลาการคืนทุนอยู่ที่ 21 ปี เร็วกว่าการผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้ในอาคารเพียงอย่าง



465562443

URU :Thesis 58556780102 thesis / recv: 02102561 16:42:52 / seq: 24

เดียว อีกทั้งเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์รูปแบบหลังคา (โซลาร์รูฟ) กับแบบ เพื่อการผลิตไฟฟ้าอย่างเดียวกันบนที่ดินขนาดใหญ่ (โซลาร์ ฟาร์ม) สำหรับพื้นที่โครงการบ้านเอื้ออาทรปึง กุ่ม พบว่า ระบบโซลาร์รูฟมีความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์โดยมีระยะการคืนทุนที่เร็วกว่าการ ลงทุน ในระบบโซลาร์ ฟาร์มบนเนื้อที่เดียวกันถึง 5.82 เท่า

กนิกันต์ กล้าหาญ (2556) ได้เลือกศึกษาวิเคราะห์โครงการลงทุนเพื่อพัฒนาระบบ คอมพิวเตอร์ภายในคณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ การทดสอบการทำงานของ แบบจำลองใช้ข้อมูลปฐมภูมิ ซึ่งรวบรวมจากคณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ผลการ ทดลองจะได้ค่า มูลค่าปัจจุบัน (NPV) อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อ ต้นทุน (B / C) ของโครงการลงทุน

ดิศรณ์ ชัยช่วงโชค, โสภิตสุดา ทองโสภิต, และแนบบัญ ทุนเจริญ (2556) ได้ศึกษาการ ติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาบ้านพักอาศัยในประเทศไทยในปัจจุบันนี้ยังขาด การสนับสนุนจากภาครัฐ เนื่องจากยังไม่มีมาตรการที่ชัดเจนสำหรับการให้ประชาชนทั่วไปสนใจลงทุน ติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาบ้านซึ่งมาตรการในอดีตที่ผ่านมาทำให้เกิด ปัญหาและความไม่เป็นธรรมกับผู้ลงทุนและประชาชนผู้ใช้ไฟฟ้า ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้กำหนดโครงสร้าง ราคาซื้อไฟฟ้าแบบ Fixed Feed-in Tariff (FIT) และคำนวณอัตรา FIT ที่เหมาะสม ซึ่งเป็นอัตรา ค่าไฟฟ้าที่กำหนดโดยคำนึงถึงต้นทุนของการผลิตไฟฟ้าซึ่งมีค่าต่างกันตามเทคโนโลยี โดยการศึกษา นี้ได้ออกแบบรูปแบบมาตรการทางการเงินไว้ 3 รูปแบบ แต่ละรูปแบบมีความเหมาะสมกับกลุ่มผู้มี รายได้ในระดับที่ต่างกันและให้ผลตอบแทนที่ดี ทั้งยังส่งผลกระทบต่อผู้ใช้ไฟฟ้าทั่วไปน้อยอีกด้วย

พิชยดา จิรวรรษวงศ์ (2556) ได้วิเคราะห์ต้นทุนการนำระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ มาประยุกต์ใช้ในบ้านที่อยู่อาศัย โดยใช้บ้านขนาดมาตรฐานของบ้านเดี่ยวทั่วไปนี้เป็นกรณีศึกษา คือ บ้านเดี่ยวโดยมีพื้นที่ใช้สอย 125 ตารางเมตร ทั้งนี้การศึกษาถูกแบ่งเป็น 2 กรณี คือกรณีการติดตั้ง แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบเต็มพื้นที่หลังคา กับกรณีการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบพอดีความ ต้องการใช้ภายในบ้าน

อนันต์ วัฒนกุลจรัส (2557) ได้ศึกษาความคุ้มค่าและผลตอบแทนของโครงการติดตั้ง Solar Farm ขนาดกำลังการผลิต 1MW 30MW และ 50MW เพื่อจำหน่ายกระแสไฟฟ้าเข้าระบบสายส่งการ ของไฟฟ้า ซึ่งรับซื้อกระแสไฟฟ้าแบบ FIT (Feed In Tariff) ในอัตรา 5.66 บาท/kWh ในภูมิภาค ต่างๆของประเทศ โดยใช้หลักการต้นทุนและผลตอบแทน (Cost Benefit Analysis: CBA) ช่วยใน การวิเคราะห์ ซึ่งพบว่าโครงการติดตั้ง Solar Farm ขนาดกำลังการผลิต 1 MW พื้นที่ อำเภอโคก สำโรง จังหวัดลพบุรี มีความเหมาะสม มีความคุ้มค่าและผลตอบแทนมากที่สุด

วิวัฒน์ ชโนวิทย์ (2557) ได้ศึกษาความคุ้มค่าของต้นทุนและผลตอบแทนของการติดตั้งแผง เซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาประเภทที่พักอาศัยขนาด 4 kW ในกรณีที่เข้าร่วมโครงการ



465562443

URU :Thesis 58556780102 thesis / recv: 02102561 16:42:52 / seq: 24

จำหน่ายไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และสามารถจำหน่ายเข้าระบบสายส่งของการไฟฟ้า (On grid) เปรียบเทียบกับกรณีที่ใช้ไฟฟ้าเองในที่พักอาศัย ตลอดอายุโครงการ 25 ปี โดยศึกษาความคุ้มค่าทางด้านการเงินและทางด้านเศรษฐศาสตร์ ในพื้นที่ที่แตกต่างกันด้านความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ 3 พื้นที่ ของประเทศไทยได้แก่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคเหนือ ซึ่งใช้ตัวชี้วัดคือ NPV , B/C Ratio และ IRR

จิระศักดิ์ สินสุขอุดมชัย (2557) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบแผงโซลาร์เซลล์ 3 ชนิด ขนาด 40 วัตต์ คือ 1. เซลล์แบบผลึกเดี่ยว 2. เซลล์แบบผลึกรวม และ 3. เซลล์แบบจาก อะมอร์ฟัส ซิลิคอน เพื่อเป็นการศึกษาและรวบรวมข้อมูลของเซลล์แต่ละชนิด การศึกษาได้ทดลองคุณสมบัติและตัวแปรต่างๆ ที่สำคัญของโซลาร์เซลล์แต่ละชนิด ผลที่ได้พบว่าในการจ่ายกำลังไฟฟ้ากระแสตรงจากแผงโซลาร์เซลล์ เซลล์แบบผลึกเดี่ยวจ่ายกำลังได้ 11.78 วัตต์ เซลล์แบบผลึกรวมจ่ายกำลังได้ 14.64 วัตต์ และเซลล์แบบ อะมอร์ฟัส ซิลิคอน จ่ายกำลังได้ 17.10 วัตต์ ฉะนั้นเมื่อพิจารณาจากผล โดยรวม เซลล์แบบ อะมอร์ฟัส ซิลิคอน จะเป็นเซลล์ที่เหมาะสมกับการใช้งานมากที่สุด แต่ในงานวิจัยนี้ไม่ได้วิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ จึงมีแนวคิดที่จะนำงานวิจัยนี้มาใช้ในการต่อยอดความคิด และการวิเคราะห์หลักเศรษฐศาสตร์สำหรับการใช้งานของแผงโซลาร์เซลล์แต่ละชนิด ทั้งในภาคครัวเรือนและภาคอุตสาหกรรม

Aguilar (2558) ได้ทำการการติดตั้ง PV แสงอาทิตย์ 100 เมกะวัตต์ในประเทศกานา การคำนวณการผลิตของโรงงานทั้งหมดจะใช้แผนที่พลังงานแสงอาทิตย์ข้อกำหนดของโมดูล PV และตัวเลขมาตรฐานเฉลี่ยสำหรับการสูญเสียของระบบ นอกจากนี้ยังมีการทบทวนกรอบนโยบายเรื่อง Feed-in-Tariff (FIT) สำหรับการพัฒนา PV ในประเทศกานาเพื่อยืนยันความเป็นไปได้ของโครงการ โดยการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์จะดำเนินการโดยใช้แบบจำลองกระแสเงินสดในแผ่นงาน Excel ตัวชี้วัดทางการเงินที่สำคัญที่ใช้ในการประเมินโครงการ ได้แก่ มูลค่าปัจจุบัน (NPV) อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (B / C ratio) และระยะเวลาคืนทุน (PP)

JOHANSSON and JESPER KARLSSON (2558) ได้รับตรวจวัดข้อมูลเกี่ยวกับภาวะไฟฟ้าของสถานที่และการผลิตกระแสไฟฟ้าจากระบบ PV ที่มีอยู่แล้วสำหรับอาคารสำนักงาน 5 แห่งที่แตกต่างกัน การวิเคราะห์การจับคู่กระแสไฟฟ้าและการผลิตกระแสไฟฟ้าสำหรับระบบ PV ที่มีอยู่ในอาคารห้าแห่ง ได้ทำการตรวจสอบว่า มีขนาดเท่าใดสำหรับพื้นที่หลังคา สภาพหลังคาและภาวะไฟฟ้าของอาคาร จากนั้นจึงนำข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าไปใช้ในการศึกษาแบบจำลองการกำเนิดไฟฟ้าสำหรับปัจจัยที่แตกต่างกันโดยมีมุลาดที่แตกต่างกัน การวางแผนและมุมมองความเอียงจะถูกจับคู่กับโครงร่างโหนดไฟฟ้าของอาคารที่ทำการตรวจสอบ การจับคู่นี้ถูกนำมาใช้ในการประเมินทางเศรษฐศาสตร์เพื่อประเมินว่าการกำหนดค่าระบบต่างๆ มีผลต่อความสามารถในการทำกำไรอย่างไร

จุฬารัตน์ (2558) ได้ศึกษาต้นทุนสำหรับโครงการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา (Solar PV Rooftop) สำหรับบ้านพักอาศัยทั่วไป ขนาดกำลังการผลิต 10 KWP มีค่าเท่ากับ 695,465 บาท ซึ่งมาจากการประมาณการราคาเฉลี่ยของบริษัทเอกชนในธุรกิจเดียวกัน 3 บริษัทมีรายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ต้นทุนสำหรับโครงการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา (Solar PV Rooftop) สำหรับบ้านพักอาศัยทั่วไป

บริษัท	อุปกรณ์หลัก	ต้นทุน (บาท)
บริษัท Eco Solar Cell จำกัด	เซลล์แสงอาทิตย์ 250W 40 แผง อินเวอร์เตอร์ 2 เครื่อง	673,993
บริษัท Solar cell Center จำกัด	เซลล์แสงอาทิตย์ 250W 40 แผง อินเวอร์เตอร์ 1 เครื่อง	556,400
บริษัท Bangkok Solar Power จำกัด	ไม่ได้ระบุจำนวนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และอินเวอร์เตอร์	856,000

ที่มา: จุฬารัตน์, 2558

ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูลค่าต้นทุนในการคำนวณจากกรณีศึกษาของบริษัท โซล่า เอนเนอจี ซัพพลาย จำกัด มีต้นทุน 60,000 บาท ต่อ 1 KWP ดังนั้นเมื่อต้องการขนาดกำลังการผลิต 10 KWP จึงเป็นต้นทุน 600,000 บาท ซึ่งมีค่าต้นทุนใกล้เคียงกับ 3 บริษัทในตารางที่ 3 และมีรายละเอียดของต้นทุนในบทที่ 3

Maria Haegermark (2560) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบใช้พลังงานแสงอาทิตย์ (PV) ในสวีเดนหลายระบบอาคารได้ดำเนินการเพื่อตรวจสอบผลกระทบของสถานะตลาดปัจจุบันโปรแกรมแรงจูงใจ และพารามิเตอร์เฉพาะอาคารในกรณีศึกษา 5 อาคาร งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมการคืนเงินภาษีส่งเสริมระบบที่ค่อนข้างเป็นปัจจัยที่สำคัญเมื่อเทียบกับเงินอุดหนุน แม้ว่าจะมีความเสี่ยงสูงก็ตาม



465562443

URU :Thesis 58556780102 thesis / recv : 02102561 16:42:52 / seq: 24

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมดจะเห็นได้ว่ายังมีช่องว่างของงานวิจัยที่ผู้วิจัยจะทำในงานวิจัยนี้คือ การเปลี่ยนแปลงปัจจัย 2 ปัจจัยหลักที่มีผลกับการใช้งานแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้เหมาะสมนั้นคือ ความเข้มของแสงและขนาดของหลังคา ในการใช้งานซึ่งเป็นแบบครัวเรือน โดยปัจจุบันมีความนิยมติดตั้งระบบบนหลังคาที่เรียกว่า solar rooftop ส่วนพารามิเตอร์ที่ใช้ในแบบสมการจะใช้ข้อมูลของประเทศไทย โดยการประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับผลิตไฟฟ้าในภาคครัวเรือนที่เปรียบเทียบความเข้มของแสงและขนาดของหลังคานั้นยังไม่มีการทำในงานวิจัยใดๆ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำมาใช้กับข้อมูลในประเทศไทย จึงทำให้งานวิจัยนี้มีประโยชน์ในทางวิชาการคือ มีแบบสมการการใช้พลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ที่คำนึงถึงการเปลี่ยนแปลง 2 ปัจจัยหลักซึ่งมีผลโดยตรงกับความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ และมีประโยชน์ในการนำไปใช้คือ การนำแบบจำลองดังกล่าวมาใช้กับบริบทในประเทศไทย ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัยจะอธิบายอย่างละเอียดในบทถัดไป



465562443

บทที่ 3

ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย

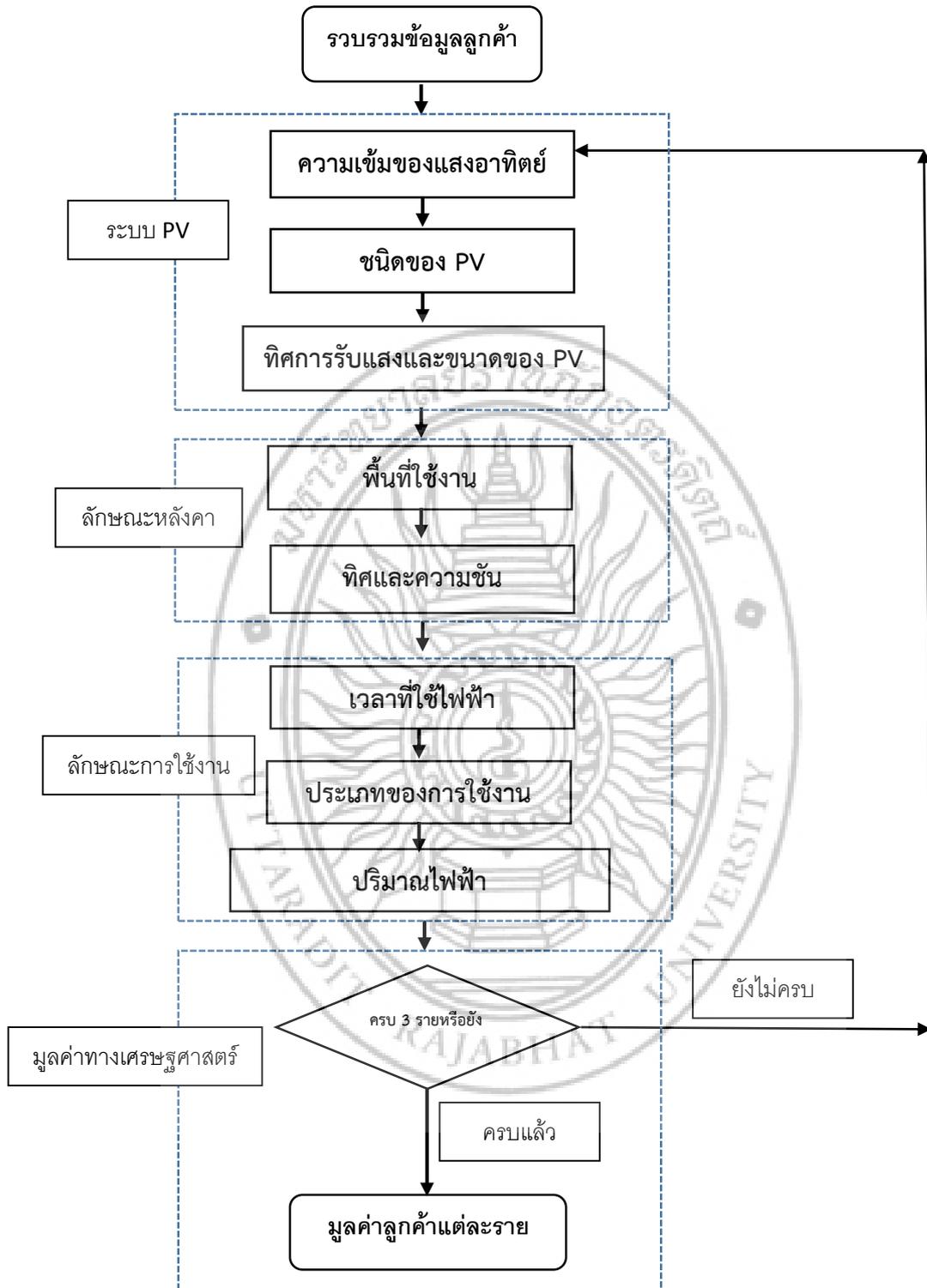
ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนและวิธีการในการดำเนินการวิจัย เพื่อให้ได้ซึ่งความเหมาะสมในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ มีขั้นตอนในการศึกษาและดำเนินการวิจัยได้แก่ การศึกษาและรวบรวมข้อมูล การสร้างแบบจำลองการประเมินทางเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตไฟฟ้าโดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคา และการทดสอบแบบจำลองด้วยกรณีศึกษา

การศึกษาและรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนในการศึกษาเริ่มจากศึกษาจากงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศไทยและงานวิจัยของต่างประเทศเพื่อหาแนวทางในการดำเนินงานวิจัย ศึกษาทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเซลล์แสงอาทิตย์ ไม่ว่าจะเป็นประเภทของเซลล์แสงอาทิตย์ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน หลักการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ รวมไปถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อเซลล์แสงอาทิตย์ และทฤษฎีเกี่ยวกับการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ การวิเคราะห์ผลตอบแทนด้วยวิธีต่างๆ

กรอบแนวคิดในการประเมินความคุ้มค่า

ขั้นตอนในการประเมินทางเศรษฐศาสตร์ของการใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์ได้จากการทำตามขั้นตอนดังภาพที่ 12 ซึ่งได้รับการพิสูจน์แล้วจากงานวิจัยของ (Maria Haegermark, 2560) ว่าเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สามารถคำนวณและคำนึงถึงปัจจัยการของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยผู้วิจัยได้เปลี่ยนแปลงให้เข้ากับบริบทของงานวิจัยที่ผู้วิจัยต้องการศึกษาสำหรับประเทศไทยนั้นคือการเปลี่ยนปัจจัย 2 ปัจจัยหลักที่มีผลกับการใช้งานแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้เหมาะสมนั้นคือ ความเข้มของแสงอาทิตย์ และ พื้นที่ของหลังคา ของการใช้งานในแบบครัวเรือน ส่วนตัวแปรและพารามิเตอร์ที่ใช้ในแบบจำลองจะใช้ข้อมูลของประเทศไทย



ภาพที่ 12 แผนผังการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์จากปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนของระบบ เซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคา (Maria Haegermark, 2560)

จากภาพที่ 3-1 แบ่งออกเป็น 4 ส่วนได้แก่

1. ระบบ photovoltaic (PV)
2. การใช้ไฟฟ้า
3. ลักษณะหลังคา
4. มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์

1.ระบบ photovoltaic (PV)

1.1 ตัวแปรความเข้มของแสง

สภาวะอากาศมีผลกับความเข้มของแสงอาทิตย์ งานวิจัยนี้จะแบ่งความเข้มของแสงอาทิตย์ตามสภาวะอากาศเป็น 3 ฤดูกาล ตามฤดูกาลของประเทศไทยดังนี้

ฤดูร้อน

ฤดูฝน

ฤดูหนาว

แต่ละฤดูกาลจะมีค่าเฉลี่ยของความเข้มแสงและอุณหภูมิซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์

1.2 ชนิดของเซลล์แสงอาทิตย์

งานวิจัยนี้จะแบ่งชนิดของเซลล์แสงอาทิตย์ออกเป็น 3 ชนิดดังนี้ (จิระศักดิ์, 2557)

การผลิตเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยว (Mono-crystalline Si)

การผลิตเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกรวม (Poly-crystalline Si)

การผลิตเซลล์แสงอาทิตย์แบบ อะมอร์ฟัส (Thin Film)

โดยงานวิจัยนี้เลือกใช้เพียงการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกรวม (Poly-crystalline Si) เนื่องจากเป็นชนิดที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในปัจจุบัน

1.3 ทิศทางการรับแสง

งานวิจัยในประเทศไทยส่วนใหญ่จะนิยมให้ติดตั้งโดยหันไปทางทิศใต้เพราะเมืองไทยเป็นประเทศที่อยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตร แต่บางงานวิจัยก็ทดลองให้หันไปทางทิศเหนือ ฉะนั้นทิศทางการรับแสงของงานวิจัยนี้จึงแบ่งเป็น 2 ทิศทางคือ

ทิศเหนือ

ทิศใต้



465562443

1.4 ขนาดของ PV ที่เหมาะสม

ขนาดของ PV ที่เหมาะสมจะขึ้นอยู่กับปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่ต้องการและขนาดของหลังคาที่สามารถวางแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้ โดยขนาดมาตรฐานที่มีขายในประเทศไทยคือ เซลล์แสงอาทิตย์มีขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 2 เมตร เมื่อทราบปริมาณไฟฟ้าที่ต้องการใช้งานแล้วก็จะสามารถคำนวณหาจำนวนแผ่น จำนวนแถว ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ทั้งนี้การปรับขนาดให้เหมาะสมนั้นต้องคำนึงถึงลักษณะของหลังคาเป็นสำคัญด้วย

2. ลักษณะของหลังคา

2.1 ตัวแปรพื้นที่บนหลังคา

งานวิจัยเกี่ยวกับพื้นที่บนหลังคาแบ่งออกได้ 2 ประเภทดังนี้

2.1.1 พื้นที่วางเซลล์แสงอาทิตย์เต็มพื้นที่หลังคา

2.1.2 พื้นที่เฉพาะเท่าที่ปริมาณไฟฟ้าที่ต้องการ

การใช้พื้นที่บนหลังคาทั้ง 2 ประเภทจะมีต้นทุนและปริมาณไฟฟ้าที่ได้รับต่างกันจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการคำนวณการเกิดไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ (AGUILAR, 2558)

2.2 ความชันและทิศของหลังคา

งานวิจัยในประเทศไทยส่วนใหญ่จะกำหนดความชันไว้ที่ 15 องศา และหันไปทางทิศใต้ จะได้รับความเข้มของแสงอาทิตย์ได้ดีที่สุด แต่เนื่องจากการปรับองศาและทิศทางของแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีค่าใช้จ่ายในการติดตั้งเพื่อให้ตรงกับความชันและทิศดังกล่าว ผู้วิจัยจะทำการเปลี่ยนแปลงความชันขององศาการรับแสงเป็น 15, 20 และ 25 องศา เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการเกิดไฟฟ้าและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ (วิวัฒน์, 2557)

3. การใช้ไฟฟ้า

3.1 เวลาในการใช้งาน

ใช้ข้อมูลการวัดการใช้ไฟฟ้าเป็นรายชั่วโมงเพื่อเป็นข้อมูลในการหาค่าไรทางเศรษฐศาสตร์ ข้อมูลจำนวนเวลาในการใช้งานจะยึดข้อมูลการใช้งานไฟฟ้าปีล่าสุด เพราะมีความใกล้เคียงกับปัจจุบันมากที่สุด โดยรวมข้อมูลการป้อนข้อมูลที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการประมาณความสามารถในการทำกำไร เช่น การพิจารณาประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

3.2 ประเภทของการใช้งาน

งานวิจัยนี้จะแบ่งประเภทของการใช้งานเป็น 2 ประเภท (พิมลมาศ และคณะ, 2555) คือ

การติดตั้งภายในครัวเรือน มีค่าเฉลี่ยของการใช้ไฟฟ้าประมาณ 10 KW

การติดตั้งสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม มีค่าเฉลี่ยของการใช้ไฟฟ้าประมาณ 100 KW

3.3 แบบจำลองการเกิดไฟฟ้า

ปัจจัยในงานวิจัยนี้ประกอบไปด้วย สภาพอากาศ ชนิดของเซลล์แสงอาทิตย์ ทิศทางการรับแสง เวลาที่ใช้งาน ประเภทของการใช้งาน ขนาดของ PV ที่เหมาะสม พื้นที่ที่เหมาะสม ความชื้นและทิศของหลังคา เมื่อได้ปริมาณไฟฟ้าจากแบบจำลองแล้วข้อมูลจะถูกส่งต่อไปยังแบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์ต่อไป

4. มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์

4.1 พารามิเตอร์ทางเศรษฐศาสตร์

งานวิจัยนี้จะใช้ประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ด้วยกัน 3 ค่าได้แก่ มูลค่าปัจจุบัน (NPV) อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (B / C ratio) ซึ่งทั้ง 3 ค่านี้จะต้องมีพารามิเตอร์ทางเศรษฐศาสตร์เพื่อนำมาคำนวณด้วย เช่น อัตราดอกเบี้ย อัตราเงินเฟ้อ ต้นทุนในการลงทุนติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ ต้นทุนในการดูแลรักษา เป็นต้น (JOHANSSON and JESPER KARLSSON, 2558)

4.2 การทำกำไรทางเศรษฐศาสตร์

การทำกำไรทางเศรษฐศาสตร์ในงานวิจัยนี้คือค่าผลลัพธ์จากการประเมินคุณค่าทางเศรษฐศาสตร์ 3 ค่าได้แก่ มูลค่าปัจจุบัน (NPV) อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (B / C ratio) นั้นเอง (กนิกนันต์ กล้าหาญ, 2556)

ต้นทุนระบบเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดติดตั้งบนหลังคาในครัวเรือน

ต้นทุนระบบเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดติดตั้งบนหลังคาในครัวเรือนในงานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลแบ่งเป็น 2 ชุดเพื่อเปรียบเทียบจากกรณีศึกษาของบริษัท โซล่า เอนเนอจี ซัพพลาย จำกัด โดยข้อมูลชุดที่ 1 ของ บริษัท ป.สยาม ขนส่ง จำกัด มีต้นทุนอยู่ที่ 555,000 บาทมีรายละเอียดของอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

ข้อมูลต้นทุนของอุปกรณ์มาตรฐานเยอรมัน

แผง SCHUTTEN stp6-300/72 ขนาด 310 W จำนวน 30 แผง

Inverter SMA stp-9000tl-20 ขนาด 9KWP จำนวน 1 เครื่อง

Combiner box 2-2 จำนวน 1 ชุด

ระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ป้องกันพื้นฐาน 1 ชุด

สายไฟฟ้า DC เคลือบเงิน ความยาวไม่เกิน 30 เมตร

สายไฟฟ้า AC ความยาวไม่เกิน 30 เมตร

ท่อกันน้ำสำหรับเดินสายไฟฟ้า

ชุดป้องกันไฟกระชากและป้องกันฟ้าผ่า

เซอร์กิตเบรกเกอร์

ผลตอบแทนของโครงการคิดได้จากการประหยัดไฟของครัวเรือนที่จะสามารถทดแทนค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่าย หน่วยละ 4.50 บาท (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค,2560) โดยกำลังการผลิตไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์คือ 10 KWP เป็นเวลา 25 ปีตามอายุโครงการ ก็จะสามารถคำนวณผลตอบแทนในแต่ละปี และผลตอบแทนของทั้งโครงการได้

ข้อมูลต้นทุนอุปกรณ์มาตรฐานจีน ของ บริษัท ป.สยาม ขนส่ง จำกัด มีต้นทุนอยู่ที่ 235,000 บาท และมีรายละเอียดของอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

แผง JINKO Solar JKM 300P ขนาด 310 W จำนวน 30 แผง
 Inverter GOODWE GW10KN-DT ขนาด 10 KWP จำนวน 1 เครื่อง
 Combiner box 2-2 จำนวน 1 ชุด
 ระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ป้องกันพื้นฐาน 1 ชุด
 สายไฟฟ้า DC เคลือบเงิน ความยาวไม่เกิน 30 เมตร
 สายไฟฟ้า AC ความยาวไม่เกิน 30 เมตร
 ท่อกันน้ำสำหรับเดินสายไฟฟ้า
 ชุดป้องกันไฟกระชากและป้องกันฟ้าผ่า
 เซอร์กิตเบรกเกอร์

ผลตอบแทนของโครงการคิดได้จากการประหยัดไฟของครัวเรือนที่จะสามารถทดแทนค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่าย หน่วยละ 6.85 บาท (การไฟฟ้านครหลวง, 2557) โดยกำลังการผลิตไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์คือ 10 KWP เป็นเวลา 25 ปีตามอายุโครงการ ก็จะสามารถคำนวณผลตอบแทนในแต่ละปี และผลตอบแทนของทั้งโครงการได้

ข้อมูลต้นทุนอุปกรณ์มาตรฐานเยอรมัน ของ ตลาดเอื้ออารีย์ มีต้นทุนอยู่ที่ 1,545,000 บาทและมีรายละเอียดของอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

แผง SCHUTTEN stp6-300/72 ขนาด 310 W จำนวน 84 แผง
 Inverter SMA stp-25000tl-20 ขนาด 25KWP จำนวน 1 เครื่อง
 Combiner box 4-2 จำนวน 1 ชุด
 ระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ป้องกันพื้นฐาน 1 ชุด
 สายไฟฟ้า DC เคลือบเงิน ความยาวไม่เกิน 30 เมตร
 สายไฟฟ้า AC ความยาวไม่เกิน 30 เมตร
 ท่อกันน้ำสำหรับเดินสายไฟฟ้า
 ชุดป้องกันไฟกระชากและป้องกันฟ้าผ่า
 เซอร์กิตเบรกเกอร์

ผลตอบแทนของโครงการคิดได้จากการประหยัดไฟของครัวเรือนที่จะสามารถทดแทนค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่าย หน่วยละ 4.50 บาท (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, 2560) โดยกำลังการผลิตไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์คือ 25 KWP เป็นเวลา 25 ปีตามอายุโครงการ ก็จะสามารถคำนวณผลตอบแทนในแต่ละปี และผลตอบแทนของทั้งโครงการได้

ข้อมูลต้นทุนอุปกรณ์มาตรฐานจีน ของ ตลาดเอื้ออารีย์ มีต้นทุนอยู่ที่ 600,000 บาท และมีรายละเอียดของอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

แผง JINKO Solar JKM 300P ขนาด 310 W จำนวน 84 แผง
 Inverter GOODWE GW25K-DT ขนาด 25 KWP จำนวน 1 เครื่อง
 Combiner box 4-2 จำนวน 1 ชุด
 ระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ป้องกันพื้นฐาน 1 ชุด
 สายไฟฟ้า DC เคลือบเงิน ความยาวไม่เกิน 30 เมตร
 สายไฟฟ้า AC ความยาวไม่เกิน 30 เมตร
 ท่อกันน้ำสำหรับเดินสายไฟฟ้า
 ชุดป้องกันไฟกระชากและป้องกันฟ้าผ่า
 เซอร์กิตเบรกเกอร์

ผลตอบแทนของโครงการคิดได้จากการประหยัดไฟของครัวเรือนที่จะสามารถทดแทนค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่าย หน่วยละ 6.85 บาท (การไฟฟ้านครหลวง, 2557) โดยกำลังการผลิตไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์คือ 25 KWP เป็นเวลา 25 ปีตามอายุโครงการ ก็จะสามารถคำนวณผลตอบแทนในแต่ละปี และผลตอบแทนของทั้งโครงการได้

ข้อมูลต้นทุนอุปกรณ์มาตรฐานเยอรมัน ของ สุภาโกชนา มีต้นทุนอยู่ที่ 636,000 บาท มีรายละเอียดของอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

แผง SCHUTTEN stp6-300/72 ขนาด 310 W จำนวน 32 แผง
 Inverter SMA stp-9000tl-20 ขนาด 9 KWP จำนวน 1 เครื่อง
 Combiner box 2-2 จำนวน 1 ชุด
 ระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ป้องกันพื้นฐาน 1 ชุด
 สายไฟฟ้า DC เคลือบเงิน ความยาวไม่เกิน 30 เมตร
 สายไฟฟ้า AC ความยาวไม่เกิน 30 เมตร
 ท่อกันน้ำสำหรับเดินสายไฟฟ้า
 ชุดป้องกันไฟกระชากและป้องกันฟ้าผ่า
 เซอร์กิตเบรกเกอร์

ผลตอบแทนของโครงการคิดได้จากการประหยัดไฟของครัวเรือนที่จะสามารถทดแทนค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่าย หน่วยละ 4.50 บาท (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, 2560) โดยกำลังการผลิตไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์คือ 9 KWP เป็นเวลา 25 ปีตามอายุโครงการ ก็จะสามารถคำนวณผลตอบแทนในแต่ละปี และผลตอบแทนของทั้งโครงการได้

ข้อมูลต้นทุนอุปกรณ์มาตรฐานจีน ของ สุภาโกชนา มีต้นทุนอยู่ที่ 246,000 บาท และมีรายละเอียดของอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

แผง JINKO Solar JKM 300P ขนาด 310 W จำนวน 32 แผง
 Inverter GOODWE GW10KN-DT ขนาด 10 KWP จำนวน 1 เครื่อง
 Combiner box 2-2 จำนวน 1 ชุด
 ระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ป้องกันพื้นฐาน 1 ชุด
 สายไฟฟ้า DC เคลือบเงิน ความยาวไม่เกิน 30 เมตร
 สายไฟฟ้า AC ความยาวไม่เกิน 30 เมตร
 ท่อกันน้ำสำหรับเดินสายไฟฟ้า
 ชุดป้องกันไฟกระชากและป้องกันฟ้าผ่า
 เซอร์กิตเบรกเกอร์

ผลตอบแทนของโครงการคิดได้จากการประหยัดไฟของครัวเรือนที่จะสามารถทดแทนค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่าย หน่วยละ 6.85 บาท (การไฟฟ้านครหลวง, 2557) โดยกำลังการผลิตไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์คือ 10 KWP เป็นเวลา 25 ปีตามอายุโครงการ ก็จะสามารถคำนวณผลตอบแทนในแต่ละปี และผลตอบแทนของทั้งโครงการได้

ข้อมูลต้นทุนอุปกรณ์มาตรฐานเยอรมัน ของ บริษัท โซล่า เอนเนอยี ซัพพลาย จำกัด มีต้นทุนอยู่ที่ 318,000 บาทมีรายละเอียดของอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

แผง SCHUTTEN stp6-300/72 ขนาด 2500 W จำนวน 20 แผง
 Inverter SMA stp-25000tl-20 ขนาด 5 KWP จำนวน 1 เครื่อง
 Combiner box 2-2 จำนวน 1 ชุด
 ระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ป้องกันพื้นฐาน 1 ชุด
 สายไฟฟ้า DC เคลือบเงิน ความยาวไม่เกิน 30 เมตร
 สายไฟฟ้า AC ความยาวไม่เกิน 30 เมตร
 ท่อกันน้ำสำหรับเดินสายไฟฟ้า
 ชุดป้องกันไฟกระชากและป้องกันฟ้าผ่า
 เซอร์กิตเบรกเกอร์

ผลตอบแทนของโครงการคิดได้จากการประหยัดไฟของครัวเรือนที่จะสามารถทดแทนค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่าย หน่วยละ 4.50 บาท (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, 2560) โดยกำลังการผลิตไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์คือ 2 KWP เป็นเวลา 25 ปีตามอายุโครงการ ก็จะสามารถคำนวณผลตอบแทนในแต่ละปี และผลตอบแทนของทั้งโครงการได้

ข้อมูลต้นทุนอุปกรณ์มาตรฐานจีน ของ บริษัท โซล่า เอนเนอยี ซัพพลาย จำกัด มีต้นทุนอยู่ที่ 176,000 บาท และมีรายละเอียดของอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

แผง JINKO Solar JKM 300P ขนาด 250 W จำนวน 20 แผง

Inverter GOODWE GW5000L-DT ขนาด 5 KWP จำนวน 1 เครื่อง

Combiner box 2-2 จำนวน 1 ชุด

ระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ป้องกันพื้นฐาน 1 ชุด

สายไฟฟ้า DC เคลือบเงิน ความยาวไม่เกิน 30 เมตร

สายไฟฟ้า AC ความยาวไม่เกิน 30 เมตร

ท่อกันน้ำสำหรับเดินสายไฟฟ้า

ชุดป้องกันไฟกระชากและป้องกันฟ้าผ่า

เซอร์กิตเบรกเกอร์

ผลตอบแทนของโครงการคิดได้จากการประหยัดไฟของครัวเรือนที่จะสามารถทดแทนค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่าย หน่วยละ 6.85 บาท (การไฟฟ้านครหลวง, 2557) โดยกำลังการผลิตไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์คือ 5 KWP เป็นเวลา 25 ปีตามอายุโครงการ ก็จะสามารถคำนวณผลตอบแทนในแต่ละปี และผลตอบแทนของทั้งโครงการได้

การทดสอบการประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ด้วยกรณีศึกษา

การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์นี้จะมีกรณีศึกษาหลัก 3 กรณีศึกษาโดยเป็นลูกค้าทั้ง 3 รายของบริษัท โซล่า เอนเนอยี ซัพพลาย จำกัด

การจัดเก็บข้อมูลของกรณีศึกษาเป็นข้อมูลปฐมภูมิเชิงปริมาณแบบต่อเนื่องที่ได้จากการรวบรวมจากลูกค้าแต่ละรายโดยใช้ Application ผ่านมือถือซึ่งสามารถดูกำลังการผลิตไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ได้ตั้งแต่เริ่มติดตั้งในอดีตจนถึงปัจจุบัน สามารถดูเป็นรายชั่วโมง รายวัน รายเดือนและรายปี โดยข้อมูลกำลังการผลิตที่เก็บได้นั้นเป็นกำลังการผลิตที่แท้จริงของลูกค้าทั้ง 3 ราย

ข้อมูลการกำเนิดไฟฟ้าจากกรณีศึกษาทั้ง 3 กรณีจะถูกนำมาคำนวณผ่านสมการที่กำหนดขึ้นโดยมีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรบางตัว กล่าวคือ ในสมการที่ถูกกำหนดขึ้นจะมีการเปลี่ยนแปลงตัว

แปรที่เป็นต้นทุนราคาของแผงเซลล์แสงอาทิตย์และInverterเนื่องจากวัสดุที่ใช้ในการผลิตมาจาก แหล่งผลิตที่แตกต่างกัน ทำให้ราคาแตกต่างกัน และมีผลทำให้ได้ค่า NPV IRR และ PB ที่ดีขึ้น

โดยจะนำข้อมูลการกำเนิดไฟฟ้าที่ได้จากการคำนวณทั้ง 3 กรณีนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลจริงเพื่อทดสอบและพิสูจน์ความน่าเชื่อถือของสมการ โดยสมการและการทดสอบจะถูกจัดคำนวณโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel 2016 เนื่องจากโปรแกรมดังกล่าวเป็นโปรแกรมที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโปรแกรมนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่จะนำไปใช้ในการตัดสินใจติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อเป็นพลังงานทดแทน ซึ่งข้อมูล พารามิเตอร์ ตัวแปรต่างๆ และผลลัพธ์ของงานวิจัยจะอยู่ในบทต่อไป



465562443

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการดำเนินการเก็บข้อมูลในการทำงาน ของระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 ราย โดยได้กำลั้งการผลิตและจะได้ค่า NPV, PBP และ IRR ดังนี้

ตารางที่ 4 รายละเอียดการติดตั้งของ บริษัท ป.สยาม ขนส่ง จำกัด (อ.เมือง จ.นครสวรรค์)

ปัจจัย	รายละเอียด
ความเข้มของแสงเฉลี่ยทั้ง 12 เดือน	17.93 MJ/m ² -day *
ชนิดของ PV	เป็นแผงโซลาร์เซลล์ชนิด Polycrystalline ขนาดกำลังผลิต 310 w จำนวน 30 แผงต่อระบบแบบผสม กล่าวคือ ต่อระบบแบบอนุกรม 2 ชุด ชุดละ 15 แผง แล้วนำมาต่อแบบขนานกัน
ทิศทางการรับแสง	ติดตั้งแผงเซลล์ตามแบบของหลังคาลูกค้า คือการติดตั้งแผงทั้งหมด หันไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ตามหลังคาเดิม ไม่มีการปรับมุมใดๆ
ขนาด PV	ขนาดของแผงเซลล์ คือ 99.2 x 195.6 cm หรือ ประมาณ 2 ตารางเมตร
พื้นที่ใช้งาน	ในระบบนี้ใช้พื้นที่ในการติดตั้งแผงเซลล์ประมาณ 68 ตร.ม.
ทิศและความชัน	ในส่วนของแผงเซลล์ ถูกติดตั้งให้แผงเซลล์หันไปในทิศตะวันตกเฉียงใต้ และทำมุม 20-25° กับพื้นโลก
เวลาที่ใช้ไฟฟ้า	ลูกค้าใช้ไฟฟ้าตลอด 24 ชม.
ประเภทของการใช้งาน	ภาคครัวเรือน
ปริมาณไฟฟ้า	13,168.52 kwh ตลอด 12 เดือน

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2560



465562443

URU :Thesis 58556780102 thesis / recv : 02102561 16:42:52 / seq : 24



ภาพที่ 13 ภาพทิศทางของ บริษัท ป.สยาม ขนส่ง จำกัด (อ.เมือง จ.นครสวรรค์)



ภาพที่ 14 ภาพการติดตั้งของ บริษัท ป.สยาม ขนส่ง จำกัด (อ.เมือง จ.นครสวรรค์)

ตารางที่ 5 ตารางค่าใช้จ่ายในการลงทุนติดตั้งของ บริษัท ป.สยาม ขนส่ง จำกัด (อ.เมือง จ.นครสวรรค์) อุปกรณ์มาตรฐานเยอรมัน

รายการ	จำนวนเงิน
ค่าแรง	7,500 บาท
ค่าอุปกรณ์	17,500 บาท
ค่า Inverter	92,000 บาท
ค่า PV	438,000 บาท
ค่าใช้จ่ายในการลงทุน	555,000 บาท

ตารางที่ 6 พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ของ บริษัท ป.สยาม ขนส่ง จำกัด (อ.เมือง จ.นครสวรรค์) อุปกรณ์
มาตรฐานเยอรมัน

เดือนที่ผลิต	จำนวนหน่วยที่ผลิต ได้	ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย (บาท)*	ค่าไฟฟ้าที่ผลิตได้รวมทั้งสิ้น (บาท)
เม.ย.-59	1,180.241	4.5	5,311.085
พ.ค.-59	1,241.718	4.5	5,587.731
มิ.ย.-59	1,086.121	4.5	4,887.545
ก.ค.-59	1,095.508	4.5	4,929.786
ส.ค.-59	1,084.708	4.5	4,881.186
ก.ย.-59	966.159	4.5	4,347.716
ต.ค.-59	1,097.694	4.5	4,939.623
พ.ย.-59	1,096.558	4.5	4,934.511
ธ.ค.-59	1,056.451	4.5	4,754.03
ม.ค.-60	975.432	4.5	4,389.444
ก.พ.-60	1,068.903	4.5	4,810.064
มี.ค.-60	1,219.029	4.5	5,485.631
รวม 12 เดือน	1,3168.52		59,258.35

ที่มา: การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ตารางที่ 7 ตารางแสดงรายได้และค่าใช้จ่ายของ บริษัท ป.สยาม ขนส่ง จำกัด (อ.เมือง จ.นครสวรรค์)
อุปกรณ์มาตรฐานเยอรมัน

	จำนวน	หน่วย
ค่าแรง	7,500.00	บาท
ค่าอุปกรณ์เสริม	17,500.00	บาท
ค่าที่ต้องป้อนตัวเลข	ค่า Inverter	92,000.00 บาท
	ค่าแผง PV	438,000.00 บาท
ผลคำนวณเงินลงทุน	รวม	555,000.00 บาท
	ดอกเบี้ยเงินกู้ (i)	7.12 %
ค่าที่ต้องป้อนตัวเลข	รายได้ที่คาดว่าจะได้รับต่อปี	58,686.00 บาท
	ค่าซ่อมบำรุงรายปี	3,000.00 บาท
	ค่าซ่อมบำรุงราย 5 ปี	20,500.00 บาท
	ค่าซ่อมบำรุงราย 10 ปี	112,500.00 บาท
ผลคำนวณ NPV ตลอดอายุโครงการ		121,572.21 บาท
ผลคำนวณ IRR ตลอดอายุโครงการ		7%

ตารางที่ 8 ตารางคำนวณค่าทางเศรษฐศาสตร์ของ บริษัท ป.สยาม ขนส่ง จำกัด (อ.เมือง จ. นครสวรรค์) อุปกรณ์มาตรฐานเยอรมัน

0.0712							
ปี	เงินลงทุนเริ่มต้น (C)	รายได้ต่อปี	รายจ่าย	มูลค่าเงินได้ต่อปี (Fx)	มูลค่ากำไรสุทธิ	NPV 25 ปี	
0	-555,000		-	555,000			
1		58,686	3,000	55,686	55,686	121,572.21	
2		58,686	3,000	55,686	111,372		
3		58,686	3,000	55,686	167,058	545,873	
4		58,686	3,000	55,686	222,744	550,513	
5		58,686	20,500	38,186	260,930	555,154	
6		58,686	3,000	55,686	316,616	559,794	
7		58,686	3,000	55,686	372,302	564,435	
8		58,686	3,000	55,686	427,988	569,075	
9		58,686	3,000	55,686	483,674	573,716	
10		58,686	112,500	-	53,814	429,860	578,356
11		58,686	3,000	55,686	485,546	582,997	
12		58,686	3,000	55,686	541,232	587,637	
13		58,686	3,000	55,686	596,918	คืนทุน(โดยประมาณ)	592,278
14		58,686	3,000	55,686	652,604	596,918	
15		58,686	20,500	38,186	690,790		
16		58,686	3,000	55,686	746,476		
17		58,686	3,000	55,686	802,162		
18		58,686	3,000	55,686	857,848		
19		58,686	3,000	55,686	913,534		
20		58,686	112,500	-	53,814	859,720	
21		58,686	3,000	55,686	915,406		
22		58,686	3,000	55,686	971,092		
23		58,686	3,000	55,686	1,026,778		
24		58,686	3,000	55,686	1,082,464		
25		58,686	3,000	55,686	1,138,150		
7%							
IRR							

จากตารางจะแสดงให้เห็นถึงปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ในแต่ละเดือนจำนวน 12 เดือนของชุดที่ 1 รวมทั้งสิ้น 13,168.52 หน่วย และค่าไฟฟ้าต่อหน่วยที่ถูกกำหนดไว้ที่ 4.50 บาท เพราะฉะนั้นผลประโยชน์จากการผลิตไฟฟ้าของทั้ง 12 เดือนจึงเท่ากับ 55,686 บาท โดยคิดผลประโยชน์แบบถัว

เฉลี่ยในเรื่องประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าและราคาค่าไฟฟ้าเนื่องจากประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้ามีแนวโน้มลดลงและราคาค่าไฟฟ้าต่อหน่วยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

จากตารางแสดงให้เห็นถึงจำนวนเงินที่ใช้ในการลงทุนสุทธิอยู่ที่ 555,000 บาท รับผิดชอบจำนวน 55,686 บาททุกปี เมื่อนำต้นทุนและรายได้มาคำนวณจะได้ค่า IRR อยู่ที่ 7% ค่า NPV อยู่ที่ 121,572.21 และค่า PB อยู่ที่ประมาณ 12 ปี 3 เดือน

ตารางที่ 9 ตารางค่าใช้จ่ายในการลงทุนติดตั้งของ บริษัท ป.สยาม ขนส่ง จำกัด (อ.เมือง จ. นครสวรรค์) อุปกรณ์มาตรฐานจีน

รายการ	จำนวนเงิน
ค่าแรง	7,500 บาท
ค่าอุปกรณ์	17,500 บาท
ค่า Inverter	60,000 บาท
ค่า PV	150,000 บาท
ค่าใช้จ่ายในการลงทุน	235,000 บาท

ตารางที่ 10 พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ของ บริษัท ป.สยาม ขนส่ง จำกัด (อ.เมือง จ.นครสวรรค์) อุปกรณ์
มาตรฐานจีน

เดือนที่ผลิต	จำนวนหน่วยที่ผลิต ได้	ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย (บาท)*	ค่าไฟฟ้าที่ผลิตได้รวมทั้งสิ้น (บาท)
เม.ย.-59	1,180.241	6.85	8,084.651
พ.ค.-59	1,241.718	6.85	8,505.768
มิ.ย.-59	1,086.121	6.85	7,439.929
ก.ค.-59	1,095.508	6.85	7,504.23
ส.ค.-59	1,084.708	6.85	7,430.25
ก.ย.-59	966.159	6.85	6,618.189
ต.ค.-59	1,097.694	6.85	7,519.204
พ.ย.-59	1,096.558	6.85	7,511.422
ธ.ค.-59	1,056.451	6.85	7,236.689
ม.ค.-60	975.432	6.85	6,681.709
ก.พ.-60	1,068.903	6.85	7,321.986
มี.ค.-60	1,219.029	6.85	8,350.349
รวม 12 เดือน	13,168.52		90,204.38

ที่มา: การไฟฟ้าฝ่ายผลิต

ตารางที่ 11 ตารางแสดงรายได้และค่าใช้จ่ายของ บริษัท ป.สยาม ขนส่ง จำกัด (อ.เมือง จ. นครสวรรค์) อุปกรณ์มาตรฐานจีน

	จำนวน	หน่วย
	ค่าแรง	7,500.00 บาท
ค่าที่ต้องป้อนตัวเลข	ค่าอุปกรณ์เสริม	17,500.00 บาท
	ค่า Inverter	60,000.00 บาท
	ค่าแผง PV	150,000.00 บาท
ผลคำนวณเงินลงทุน	รวม	235,000.00 บาท
	ดอกเบี้ยเงินกู้ (i)	7.12 %
ค่าที่ต้องป้อนตัวเลข	รายได้ที่คาดว่าจะได้รับต่อปี	90,204.38 บาท
	ค่าซ่อมบำรุงรายปี	3,000.00 บาท
	ค่าซ่อมบำรุงราย 5 ปี	20,500.00 บาท
	ค่าซ่อมบำรุงราย 10 ปี	112,500.00 บาท
ผลคำนวณ NPV ตลอดอายุโครงการ		804,937.57 บาท
ผลคำนวณ IRR ตลอดอายุโครงการ		36%

ตารางที่ 12 ตารางคำนวณค่าทางเศรษฐศาสตร์ของ บริษัท ป.สยาม ขนส่ง จำกัด (อ.เมือง จ. นครสวรรค์) อุปกรณ์มาตรฐานจีน

0.0712						
ปี	เงินลงทุนเริ่มต้น (C)	รายได้ต่อปี	รายจ่าย	มูลค่าเงินได้ต่อปี (Fx)	มูลค่ากำไรสุทธิ	NPV 25 ปี
0	-235,000			-	235,000	
1		90,204	3,000	87,204	87,204	804,937.57
2		90,204	3,000	87,204	174,409	
3		90,204	3,000	87,204	261,613	181,675.79
4		90,204	3,000	87,204	348,818	188,942.82
5		90,204	20,500	69,704	418,522	196,209.86
6		90,204	3,000	87,204	505,726	203,476.89
7		90,204	3,000	87,204	592,931	210,743.92
8		90,204	3,000	87,204	680,135	218,010.95
9		90,204	3,000	87,204	767,339	225,277.98
10		90,204	112,500	-	22,296	232,545.01
11		90,204	3,000	87,204	832,248	239,812.05
12		90,204	3,000	87,204	919,453	247,079.08
13		90,204	3,000	87,204	1,006,657	254,346.11
14		90,204	3,000	87,204	1,093,861	261,613.14
15		90,204	20,500	69,704	1,163,566	
16		90,204	3,000	87,204	1,250,770	
17		90,204	3,000	87,204	1,337,974	
18		90,204	3,000	87,204	1,425,179	
19		90,204	3,000	87,204	1,512,383	
20		90,204	112,500	-	22,296	1,490,088
21		90,204	3,000	87,204	1,577,292	
22		90,204	3,000	87,204	1,664,496	
23		90,204	3,000	87,204	1,751,701	
24		90,204	3,000	87,204	1,838,905	
25		90,204	3,000	87,204	1,926,110	
36%						
IRR						

จากตารางจะแสดงให้เห็นถึงปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ในแต่ละเดือนจำนวน 12 เดือนของชุดที่ 2 รวมทั้งสิ้น 13,168.52 หน่วย และค่าไฟฟ้าต่อหน่วยที่ถูกกำหนดไว้ที่ 6.85 บาท เพราะฉะนั้นผลประโยชน์จากการผลิตไฟฟ้าของทั้ง 12 เดือนจึงเท่ากับ 90,204. บาท โดยคิดผลประโยชน์แบบถัว

เฉลี่ยในเรื่องประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าและราคาค่าไฟฟ้าเนื่องจากประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้ามีแนวโน้มลดลงและราคาค่าไฟฟ้าต่อหน่วยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

จากตารางแสดงให้เห็นถึงจำนวนเงินที่ใช้ในการลงทุนสุทธิอยู่ที่ 235,000 บาท รับผิดชอบแทนจำนวน 90,204. บาททุกปี เมื่อนำต้นทุนและรายได้มาคำนวณจะได้ค่า IRR อยู่ที่ 36% ค่า NPV อยู่ที่ 804,937.57 และค่า PB อยู่ที่ประมาณ 2 ปี 9 เดือน

ตารางที่ 13 รายละเอียดการติดตั้งของ ตลาดเอื้ออารีย์ (อ.หนองเบน จ.นครสวรรค์)

ปัจจัย	รายละเอียด
ความเข้มของแสงเฉลี่ยทั้ง 12 เดือน	17.93 MJ/m ² -day *
ชนิดของ PV	เป็นแผงโซลาร์เซลล์ชนิด Polycrystalline ขนาดกำลังผลิต 310 w จำนวน 84 แผงต่อระบบแบบผสม กล่าวคือ ต่อระบบแบบอนุกรม 4 ชุด ชุดละ 21 แผง แล้วนำมาต่อแบบขนานกัน
ทิศทางในการรับแสง	ติดตั้งแผงเซลล์ตามแบบของหลังคาลูกค้ำ คือการติดตั้งแผงทั้งหมด หันไปทางทิศใต้ตามหลังคาเดิม ไม่มีการปรับมุมใดๆ
ขนาด PV พื้นที่ใช้งาน	ขนาดของแผง คือ 99.2 x 195.6 cm หรือ ประมาณ 1 x 2 m ในระบบนี้ใช้พื้นที่ในการติดตั้งแผงเซลล์ประมาณ 168 ตร.ม.
ทิศและความชัน	ในส่วนของแผงเซลล์ ถูกติดตั้งให้แผงเซลล์หันไปในทิศใต้ และทำมุม 15° กับพื้นโลก
เวลาที่ใช้ไฟฟ้า	ลูกค้าใช้ไฟฟ้าตลอด 24 ชม.
ประเภทของการใช้งาน	ภาคครัวเรือน
ปริมาณไฟฟ้า	33148.1 kwh ตลอด 12 เดือน

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2560



ภาพที่ 15 ภาพทิศทางของ ตลาดเอื้ออารี (อ.หนองเบน จ.นครสวรรค์)



ภาพที่ 16 ภาพการติดตั้งของ ตลาดเอื้ออารี (อ.หนองเบน จ.นครสวรรค์)

ตารางที่ 14 ตารางค่าใช้จ่ายในการลงทุนติดตั้งของ ตลาดเอื้ออารีย์ (อ.หนองเบน จ.นครสวรรค์)
อุปกรณ์มาตรฐานเยอรมัน

รายการ	จำนวนเงิน
ค่าแรง	45,000 บาท
ค่าอุปกรณ์	53,000 บาท
ค่า Inverter	159,000 บาท
ค่า PV	1,288,000 บาท
ค่าใช้จ่ายในการลงทุน	1,545,000 บาท

ตารางที่ 15 พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ของ ตลาดเอื้ออารีย์ (อ.หนองเบน จ.นครสวรรค์) อุปกรณ์
มาตรฐานเยอรมัน

เดือนที่ผลิต	จำนวนหน่วยที่ผลิตได้	ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย (บาท)*	ค่าไฟฟ้าที่ผลิตได้รวม (บาท)
มิถุนายน 2559	2,468.602	4.5	11,108.71
กรกฎาคม 2559	2,397.121	4.5	10,787.04
สิงหาคม 2559	3,267.093	4.5	14,701.92
กันยายน 2559	2,801.807	4.5	12,608.13
ตุลาคม 2559	2,951.183	4.5	13,280.32
พฤศจิกายน 2559	2,861.65	4.5	12,877.43
ธันวาคม 2559	2,556.312	4.5	11,503.4
มกราคม 2560	2,325.262	4.5	10,463.68
กุมภาพันธ์ 2560	2,624.873	4.5	11,811.93
มีนาคม 2560	3,025.166	4.5	13,613.25
เมษายน 2560	3,076.657	4.5	13,844.96
พฤษภาคม 2560	2,792.375	4.5	12,565.69
รวม 12 เดือน	33,148.1		14,9166.5

ที่มา: การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, 2560

ตารางที่ 16 ตารางแสดงรายได้และค่าใช้จ่ายของ ตลาดเอื้ออารีย์ (อ.หนองเบน จ.นครสวรรค์)
อุปกรณ์มาตรฐานเยอรมัน

	จำนวน	หน่วย
ค่าแรง	45,000.00	บาท
ค่าอุปกรณ์เสริม	53,000.00	บาท
ค่าที่ต้องป้อนตัวเลข	ค่า Inverter	159,000.00 บาท
	ค่าแผง PV	1,288,000.00 บาท
ผลคำนวณเงินลงทุน	รวม	1,545,000.00 บาท
	ดอกเบี้ยเงินกู้ (i)	7.12 %
ค่าที่ต้องป้อนตัวเลข	รายได้ที่คาดว่าจะได้รับต่อปี	149,166.50 บาท
	ค่าซ่อมบำรุงรายปี	5,000.00 บาท
	ค่าซ่อมบำรุงราย 5 ปี	58,000.00 บาท
	ค่าซ่อมบำรุงราย 10 ปี	217,000.00 บาท
ผลคำนวณ NPV ตลอดอายุโครงการ		174,692.50 บาท
ผลคำนวณ IRR ตลอดอายุโครงการ		6%

ตารางที่ 17 ตารางคำนวณค่าทางเศรษฐศาสตร์ของ ตลาดเอื้ออารีย์ (อ.หนองเบน จ.นครสวรรค์)
อุปกรณ์มาตรฐานเยอรมัน

ปี	เงินลงทุนเริ่มต้น (C)	รายได้ต่อปี	รายจ่าย	มูลค่าเงินได้ต่อปี (Fx)	มูลค่ากำไรสุทธิ	NPV 25 ปี
0	-1,545,000			-	1,545,000	
1		149,166	5,000	144,166	144,166	174,692.50
2		149,166	5,000	144,166	288,333	
3		149,166	5,000	144,166	432,499	1,477,011
4		149,166	5,000	144,166	576,666	1,489,025
5		149,166	58,000	91,166	667,832	1,501,039
6		149,166	5,000	144,166	811,999	1,513,053
7		149,166	5,000	144,166	956,165	1,525,067
8		149,166	5,000	144,166	1,100,332	1,537,081
9		149,166	5,000	144,166	1,244,498	1,549,094
10		149,166	217,000	-	67,834	1,561,108
11		149,166	5,000	144,166	1,320,831	1,573,122
12		149,166	5,000	144,166	1,464,997	1,585,136
13		149,166	5,000	144,166	1,609,164	1,597,149.98
14		149,166	5,000	144,166	1,753,330	1,609,164
15		149,166	58,000	91,166	1,844,497	
16		149,166	5,000	144,166	1,988,663	
17		149,166	5,000	144,166	2,132,830	
18		149,166	5,000	144,166	2,276,996	
19		149,166	5,000	144,166	2,421,163	
20		149,166	217,000	-	67,834	2,353,329
21		149,166	5,000	144,166	2,497,495	
22		149,166	5,000	144,166	2,641,662	
23		149,166	5,000	144,166	2,785,828	
24		149,166	5,000	144,166	2,929,995	
25		149,166	5,000	144,166	3,074,161	
6%						
IRR						

จากตารางจะแสดงให้เห็นถึงปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ในแต่ละเดือนจำนวน 12 เดือนรวม
ทั้งสิ้น 33,148.1 หน่วย และค่าไฟฟ้าต่อหน่วยที่ถูกกำหนดไว้ที่ 4.50 บาท เพราะฉะนั้นผลประโยชน์
จากการผลิตไฟฟ้าของทั้ง 12 เดือนจึงเท่ากับ 149,166 บาท โดยคิดผลประโยชน์แบบถัวเฉลี่ยในเรื่อง

ประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าและราคาค่าไฟฟ้าเนื่องจากประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้ามีแนวโน้มลดลงและราคาค่าไฟฟ้าต่อหน่วยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

จากตารางแสดงให้เห็นถึงจำนวนเงินที่ใช้ในการลงทุนสุทธิอยู่ที่ 1,545,000 บาท รับผลตอบแทนจำนวน 149,166.50 บาททุกปี เมื่อนำต้นทุนและรายได้มาคำนวณจะได้ค่า IRR อยู่ที่ 6% ค่า NPV อยู่ที่ 174,692.50 และค่า PB อยู่ที่ประมาณ 12 ปี 7 เดือน

ตารางที่ 18 ตารางค่าใช้จ่ายในการลงทุนติดตั้งของ ตลาดเอื้ออารีย์ (อ.หนองเบน จ.นครสวรรค์) อุปกรณ์มาตรฐานจีน

รายการ	จำนวนเงิน
ค่าแรง	45,000 บาท
ค่าอุปกรณ์	53,000 บาท
ค่า Inverter	82,000 บาท
ค่า PV	420,000 บาท
ค่าใช้จ่ายในการลงทุน	600,000 บาท

ตารางที่ 19 พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ของ ตลาดเอื้ออารีย์ (อ.หนองเบน จ.นครสวรรค์) อุปกรณ์
มาตรฐานจีน

เดือนที่ผลิต	จำนวนหน่วยที่ผลิต ได้	ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย (บาท)*	ค่าไฟฟ้าที่ผลิตได้รวม (บาท)
มิถุนายน 2559	2,468.602	6.85	16,909.92
กรกฎาคม 2559	2,397.121	6.85	16,420.28
สิงหาคม 2559	3,267.093	6.85	22,379.59
กันยายน 2559	2,801.807	6.85	19,192.38
ตุลาคม 2559	2,951.183	6.85	20,215.6
พฤศจิกายน 2559	2,861.65	6.85	19,602.3
ธันวาคม 2559	2,556.312	6.85	17,510.74
มกราคม 2560	2,325.262	6.85	15,928.04
กุมภาพันธ์ 2560	2,624.873	6.85	17,980.38
มีนาคม 2560	3,025.166	6.85	20,722.39
เมษายน 2560	3,076.657	6.85	21,075.1
พฤษภาคม 2560	2,792.375	6.85	19,127.77
รวม 12 เดือน	33,148.1		227,064.49

ที่มา: การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, 2557

ตารางที่ 20 ตารางแสดงรายได้และค่าใช้จ่ายของ ตลาดเอื้ออารีย์ (อ.หนองเบน จ.นครสวรรค์)
อุปกรณ์มาตรฐานจีน

	จำนวน	หน่วย
ค่าแรง	45,000.00	บาท
ค่าที่ต้องป้อนตัวเลข	ค่าอุปกรณ์เสริม	53,000.00 บาท
	ค่า Inverter	82,000.00 บาท
	ค่าแผง PV	420,000.00 บาท
ผลคำนวณเงินลงทุน	รวม	600,000.00 บาท
	ดอกเบี้ยเงินกู้ (i)	7.12 %
ค่าที่ต้องป้อนตัวเลข	รายได้ที่คาดว่าจะได้รับต่อปี	227,064.49 บาท
	ค่าซ่อมบำรุงรายปี	5,000.00 บาท
	ค่าซ่อมบำรุงราย 5 ปี	58,000.00 บาท
	ค่าซ่อมบำรุงราย 10 ปี	217,000.00 บาท
ผลคำนวณ NPV ตลอดอายุโครงการ	2,017,754.20	บาท
ผลคำนวณ IRR ตลอดอายุโครงการ	36%	

ตารางที่ 21 ตารางคำนวณค่าทางเศรษฐศาสตร์ของ ตลาดเอื้ออารีย์ (อ.หนองเบน จ.นครสวรรค์)
อุปกรณ์มาตรฐานจีน

i=7.12 0.07

ปี	เงินลงทุนเริ่มต้น (C)	รายได้ต่อปี	รายจ่าย	มูลค่าเงินได้ต่อปี (Fx)	มูลค่ากำไรสุทธิ	NPV 25 ปี
0	-600,000			600,000		
1		227,064	5,000	222,064	222,064	2,017,754.20
2		227,064	5,000	222,064	444,129	
3		227,064	5,000	222,064	666,193	คินทุน(โดยประมาณ) 462,634.35
4		227,064	5,000	222,064	888,258	481,139.73
5		227,064	58,000	169,064	1,057,322	499,645.10
6		227,064	5,000	222,064	1,279,387	518,150.48
7		227,064	5,000	222,064	1,501,451	536,655.85
8		227,064	5,000	222,064	1,723,516	555,161.23
9		227,064	5,000	222,064	1,945,580	573,666.60
10		227,064	217,000	10,064	1,955,645	592,171.97
11		227,064	5,000	222,064	2,177,709	610,677.35
12		227,064	5,000	222,064	2,399,774	629,182.72
13		227,064	5,000	222,064	2,621,838	647,688.10
14		227,064	5,000	222,064	2,843,903	666,193.47
15		227,064	58,000	169,064	3,012,967	
16		227,064	5,000	222,064	3,235,032	
17		227,064	5,000	222,064	3,457,096	
18		227,064	5,000	222,064	3,679,161	
19		227,064	5,000	222,064	3,901,225	
20		227,064	217,000	10,064	3,911,290	
21		227,064	5,000	222,064	4,133,354	
22		227,064	5,000	222,064	4,355,419	
23		227,064	5,000	222,064	4,577,483	
24		227,064	5,000	222,064	4,799,548	
25		227,064	5,000	222,064	5,021,612	

36%

IRR

จากตารางจะแสดงให้เห็นถึงปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ในแต่ละเดือนจำนวน 12 เดือนรวมทั้งสิ้น 33,148.1 หน่วย และค่าไฟฟ้าต่อหน่วยที่ถูกกำหนดไว้ที่ 6.85 บาท เพราะฉะนั้นผลประโยชน์จากการผลิตไฟฟ้าของทั้ง 12 เดือนจึงเท่ากับ 227,064 บาท โดยคิดผลประโยชน์แบบถัวเฉลี่ยในเรื่อง

ประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าและราคาค่าไฟฟ้าเนื่องจากประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้ามีแนวโน้มลดลงและราคาค่าไฟฟ้าต่อหน่วยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

จากตารางแสดงให้เห็นถึงจำนวนเงินที่ใช้ในการลงทุนสุทธิอยู่ที่ 600,000 บาท รับผิดชอบจำนวน 227,064 บาททุกปี เมื่อนำต้นทุนและรายได้มาคำนวณจะได้ค่า IRR อยู่ที่ 36% ค่า NPV อยู่ที่ 2,017,754.20 และค่า PB อยู่ที่ประมาณ 2 ปี 9 เดือน

ตารางที่ 22 รายละเอียดการติดตั้งของ สุภาโกชนา (อ.เมือง จ.กำแพงเพชร)

ปัจจัย	รายละเอียด
ความเข้มของแสงเฉลี่ยทั้ง 12 เดือน	16.99* MJ/m ² -day *
ชนิดของ PV	เป็นแผงโซลาร์เซลล์ชนิด Polycrystalline ขนาดกำลังผลิต 310 w จำนวน 32 แผง ต่อระบบแบบผสม กล่าวคือ ต่อระบบแบบอนุกรม 2 ชุด ชุดละ 16 แผง แล้วนำมาต่อแบบขนานกัน
ทิศทางในการรับแสง	ติดตั้งแผงเซลล์ตามแบบของหลังคาลูกค้า คือการติดตั้งแผงทั้งหมด หันไปทางทิศใต้ตามหลังคาเดิม ไม่มีการปรับมุมใดๆ
ขนาด PV	ขนาดของแผงเซลล์ คือ 99.2 x 195.6 cm หรือ ประมาณ 1 x 2 m
พื้นที่ใช้งาน	ในระบบนี้ใช้พื้นที่ในการติดตั้งแผงเซลล์ประมาณ 64 ตร.ม.
ทิศและความชัน	ในส่วนของแผงเซลล์ ถูกติดตั้งให้แผงเซลล์หันไปในทางทิศใต้ และทำมุม 25-30° กับพื้นโลก
เวลาที่ใช้ไฟฟ้า	ลูกค้าใช้ไฟฟ้าตลอด 24 ชม.
ประเภทของการใช้งาน	ภาคครัวเรือน
ปริมาณไฟฟ้า	12598.95 kwhตลอด 12 เดือน

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2560



465562443

URU :Thesis 58556780102 thesis / recv: 02102561 16:42:52 / seq: 24



ภาพที่ 17 ภาพทิศทางของ สุภา โภชนา (อ.เมือง จ.กำแพงเพชร)



ภาพที่ 18 ภาพการติดตั้งของ สุภา โภชนา (อ.เมือง จ.กำแพงเพชร)



ตารางที่ 23 ตารางค่าใช้จ่ายในการลงทุนติดตั้งของ สุภาโกชนา (อ.เมือง จ.กำแพงเพชร) อุปกรณ์มาตรฐานเยอรมัน

รายการ	จำนวนเงิน
ค่าแรง	7,500 บาท
ค่าอุปกรณ์	18,500 บาท
ค่า Inverter	92,000 บาท
ค่า PV	518,000 บาท
ค่าใช้จ่ายในการลงทุน	636,000 บาท

ตารางที่ 24 พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ของ สุภาโกชนา (อ.เมือง จ.กำแพงเพชร) อุปกรณ์มาตรฐานเยอรมัน

เดือนที่ผลิต	จำนวนหน่วยที่ผลิตได้	ค่าไฟฟ้า จำนวน / หน่วย (บาท)*	ค่าไฟฟ้าที่ผลิตได้รวม (บาท)
พฤษภาคม 2559	570.786	4.5	2568.537
มิถุนายน 2559	1116.446	4.5	5024.007
กรกฎาคม 2559	1041.207	4.5	4685.432
สิงหาคม 2559	937.544	4.5	4218.948
กันยายน 2559	1095.868	4.5	4931.406
ตุลาคม 2559	1059.804	4.5	4769.118
พฤศจิกายน 2559	1004.763	4.5	4521.434
ธันวาคม 2559	953.489	4.5	4290.701
มกราคม 2560	1110.747	4.5	4998.362
กุมภาพันธ์ 2560	1308.95	4.5	5890.275
มีนาคม 2560	1232.487	4.5	5546.192
เมษายน 2560	1166.857	4.5	5250.857
รวม 12 เดือน	12598.95		56695.27

ที่มา: การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, 2560

ตารางที่ 25 ตารางแสดงรายได้และค่าใช้จ่ายของ สุภาโกชนา (อ.เมือง จ.กำแพงเพชร) อุปกรณ์
มาตรฐานเยอรมัน

	จำนวน	หน่วย
ค่าแรง	7,500.00	บาท
ค่าที่ต้องป้อนตัวเลข		
ค่าอุปกรณ์เสริม	18,500.00	บาท
ค่า Inverter	92,000.00	บาท
ค่าแผง PV	518,000.00	บาท
ผลคำนวณเงินลงทุน	รวม	บาท
	636,000.00	
ค่าที่ต้องป้อนตัวเลข		
ดอกเบี้ยเงินกู้ (i)	7.12	%
รายได้ที่คาดว่าจะได้รับต่อปี	56,695.27	บาท
ค่าซ่อมบำรุงรายปี	3,000.00	บาท
ค่าซ่อมบำรุงราย 5 ปี	21,500.00	บาท
ค่าซ่อมบำรุงราย 10 ปี	95,000.00	บาท
ผลคำนวณ NPV ตลอดอายุโครงการ	17,621.71	บาท
ผลคำนวณ IRR ตลอดอายุโครงการ	5%	

ตารางที่ 26 ตารางคำนวณค่าทางเศรษฐศาสตร์ของ สุภาโกชนา (อ.เมือง จ.กำแพงเพชร) อุปกรณ์
มาตรฐานเยอรมัน

i=7.12		0.07				
ปี	เงินลงทุนเริ่มต้น (C)	รายได้ต่อปี	รายจ่าย	มูลค่าเงินได้ต่อปี (Fx)	มูลค่ากำไรสุทธิ	NPV 25 ปี
0	-636,000		-	636,000		
1		56,695	3,000	53,695	53,695	17,621.71
2		56,695	3,000	53,695	107,391	
3		56,695	3,000	53,695	161,086	592,013
4		56,695	3,000	53,695	214,781	596,488
5		56,695	21,500	35,195	249,976	600,962
6		56,695	3,000	53,695	303,672	605,437
7		56,695	3,000	53,695	357,367	609,912
8		56,695	3,000	53,695	411,062	614,386
9		56,695	3,000	53,695	464,757	618,861
10		56,695	95,000	38,305	426,453	623,335
11		56,695	3,000	53,695	480,148	627,810
12		56,695	3,000	53,695	533,843	632,285
13		56,695	3,000	53,695	587,539	636,759
14		56,695	3,000	53,695	641,234	641,234
15		56,695	21,500	35,195	676,429	
16		56,695	3,000	53,695	730,124	
17		56,695	3,000	53,695	783,820	
18		56,695	3,000	53,695	837,515	
19		56,695	3,000	53,695	891,210	
20		56,695	95,000	38,305	852,905	
21		56,695	3,000	53,695	906,601	
22		56,695	3,000	53,695	960,296	
23		56,695	3,000	53,695	1,013,991	
24		56,695	3,000	53,695	1,067,686	
25		56,695	3,000	53,695	1,121,382	
5%						
IRR						

จากตารางจะแสดงให้เห็นถึงปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ในแต่ละเดือนจำนวน 12 เดือนรวม
ทั้งสิ้น 12,598.95 หน่วย และค่าไฟฟ้าต่อหน่วยที่ถูกกำหนดไว้ที่ 4.50 บาท เพราะฉะนั้นผลประโยชน์
จากการผลิตไฟฟ้าของทั้ง 12 เดือนจึงเท่ากับ 56,695 บาท โดยคิดผลประโยชน์แบบถัวเฉลี่ยในเรื่อง

ประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าและราคาค่าไฟฟ้าเนื่องจากประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้ามีแนวโน้มลดลงและราคาค่าไฟฟ้าต่อหน่วยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

จากตารางแสดงให้เห็นถึงจำนวนเงินที่ใช้ในการลงทุนสุทธิอยู่ที่ 636,000 บาท รับผลตอบแทนจำนวน 56,695.27 บาททุกปี เมื่อนำต้นทุนและรายได้มาคำนวณจะได้ค่า IRR อยู่ที่ 5% ค่า NPV อยู่ที่ 17,621.71 และค่า PB อยู่ที่ประมาณ 13 ปี 11 เดือน

ตารางที่ 27 ตารางค่าใช้จ่ายในการลงทุนติดตั้งของ สุภาโกชนา (อ.เมือง จ.กำแพงเพชร) อุปกรณ์มาตรฐานจีน

รายการ	จำนวนเงิน
ค่าแรง	7,500 บาท
ค่าอุปกรณ์	18,500 บาท
ค่า Inverter	60,000 บาท
ค่า PV	160,000 บาท
ค่าใช้จ่ายในการลงทุน	246,000 บาท

ตารางที่ 28 พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ของ สุภาโภชนา (อ.เมือง จ.กำแพงเพชร) อุปกรณ์มาตรฐานจีน

	จำนวนหน่วยที่ ผลิตได้	ค่าไฟฟ้า จำนวน / หน่วย (บาท)*	ค่าไฟฟ้าที่ผลิตได้รวม (บาท)
พฤษภาคม 2559	570.786	6.85	3909.884
มิถุนายน 2559	1116.446	6.85	7647.655
กรกฎาคม 2559	1041.207	6.85	7132.268
สิงหาคม 2559	937.544	6.85	6422.176
กันยายน 2559	1095.868	6.85	7506.696
ตุลาคม 2559	1059.804	6.85	7259.657
พฤศจิกายน 2559	1004.763	6.85	6882.627
ธันวาคม 2559	953.489	6.85	6531.4
มกราคม 2560	1110.747	6.85	7608.617
กุมภาพันธ์ 2560	1308.95	6.85	8966.308
มีนาคม 2560	1232.487	6.85	8442.536
เมษายน 2560	1166.857	6.85	7992.97
รวม 12 เดือน	12598.95		86302.79

ที่มา: การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, 2557

ตารางที่ 29 ตารางแสดงรายได้และค่าใช้จ่ายของ สุภาโกชนา (อ.เมือง จ.กำแพงเพชร) อุปกรณ์
มาตรฐานเงิน

	จำนวน	หน่วย
ค่าแรง	7,500.00	บาท
ค่าที่ด้อยป้อนตัวเลข		
ค่าอุปกรณ์เสริม	18,500.00	บาท
ค่า Inverter	60,000.00	บาท
ค่าแผง PV	160,000.00	บาท
ผลคำนวณเงินลงทุน	รวม	บาท
	246,000.00	
ค่าที่ด้อยป้อนตัวเลข		
ดอกเบี้ยเงินกู้ (i)	7.12	%
รายได้ที่คาดว่าจะได้รับต่อปี	86,302.49	บาท
ค่าซ่อมบำรุงรายปี	3,000.00	บาท
ค่าซ่อมบำรุงราย 5 ปี	21,500.00	บาท
ค่าซ่อมบำรุงราย 10 ปี	95,000.00	บาท
ผลคำนวณ NPV ตลอดอายุโครงการ	748,953.92	บาท
ผลคำนวณ IRR ตลอดอายุโครงการ	32%	

ตารางที่ 30 ตารางคำนวณค่าทางเศรษฐศาสตร์ของ สุภาโกชนา (อ.เมือง จ.กำแพงเพชร) อุปกรณ์
มาตรฐานเงิน

ปี	เงินลงทุนเริ่มต้น (C)	รายได้ต่อปี	รายจ่าย	มูลค่าเงินได้ต่อปี (Fx)	มูลค่ากำไรสุทธิ	NPV 25 ปี
0	-246,000		-	246,000		
1		86,302	3,000	83,302	83,302	748,953.92
2		86,302	3,000	83,302	166,605	
3		86,302	3,000	83,302	249,907	173,547
4		86,302	3,000	83,302	333,210	180,489
5		86,302	21,500	64,802	398,012	187,431
6		86,302	3,000	83,302	481,315	194,372
7		86,302	3,000	83,302	564,617	201,314
8		86,302	3,000	83,302	647,920	208,256
9		86,302	3,000	83,302	731,222	215,198
10		86,302	95,000	8,698	722,525	222,140
11		86,302	3,000	83,302	805,827	229,082
12		86,302	3,000	83,302	889,130	236,024
13		86,302	3,000	83,302	972,432	242,966
14		86,302	3,000	83,302	1,055,735	249,907
15		86,302	21,500	64,802	1,120,537	
16		86,302	3,000	83,302	1,203,840	
17		86,302	3,000	83,302	1,287,142	
18		86,302	3,000	83,302	1,370,445	
19		86,302	3,000	83,302	1,453,747	
20		86,302	95,000	8,698	1,445,050	
21		86,302	3,000	83,302	1,528,352	
22		86,302	3,000	83,302	1,611,655	
23		86,302	3,000	83,302	1,694,957	
24		86,302	3,000	83,302	1,778,260	
25		86,302	3,000	83,302	1,861,562	
32%						
IRR						

จากตารางจะแสดงให้เห็นถึงปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ในแต่ละเดือนจำนวน 12 เดือนรวมทั้งสิ้น 12,598.95 หน่วย และค่าไฟฟ้าต่อหน่วยที่ถูกกำหนดไว้ที่ 6.85 บาท เพราะฉะนั้นผลประโยชน์จากการผลิตไฟฟ้าของทั้ง 12 เดือนจึงเท่ากับ 86,302 บาท โดยคิดผลประโยชน์แบบถัวเฉลี่ยในเรื่อง

ประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าและราคาค่าไฟฟ้าเนื่องจากประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้ามีแนวโน้มลดลงและราคาค่าไฟฟ้าต่อหน่วยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

จากตารางแสดงให้เห็นถึงจำนวนเงินที่ใช้ในการลงทุนสุทธิอยู่ที่ 246,000 บาท รับผิดชอบจำนวน 86,302 บาททุกปี เมื่อนำต้นทุนและรายได้มาคำนวณจะได้ค่า IRR อยู่ที่ 32% ค่า NPV อยู่ที่ 748,953.92 และค่า PB อยู่ที่ประมาณ 2 ปี 12 เดือน

ตารางที่ 31 รายละเอียดการติดตั้งของ บริษัท โซล่า เอนเนอจี ซัพพลาย จำกัด (อ.เมือง จ. นครสวรรค์)

ปัจจัย	รายละเอียด
ความเข้มของแสงเฉลี่ยทั้ง 12 เดือน	17.93 MJ/m ² -day *
ชนิดของ PV	เป็นแผงโซล่าเซลล์ชนิด Polycrystalline ขนาดกำลังผลิต 250 w จำนวน 20 แผง ต่อระบบแบบผสม กล่าวคือ ต่อระบบแบบอนุกรม 2 ชุด ชุดละ 10 แผง แล้วนำมาต่อแบบขนานกัน
ทิศทางในการรับแสง	ติดตั้งแผงเซลล์ตามแบบของหลังคาลูกค้ำ คือการติดตั้งแผงทั้งหมด หันไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ตามหลังคาเดิม ไม่มีการปรับมุมใดๆ
ขนาด PV	ขนาดของแผงเซลล์ คือ 99.2 x 164 cm หรือ ประมาณ 1 x 1.6 m
พื้นที่ใช้งาน	ในระบบนี้ใช้พื้นที่ในการติดตั้งแผงเซลล์ประมาณ 32 ตร.ม.
ทิศและความชัน	ในส่วนของแผงเซลล์ ถูกติดตั้งให้แผงเซลล์หันไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ และทำมุม 5-10° กับพื้นโลก
เวลาที่ใช้ไฟฟ้า	ลูกค้ำใช้ไฟฟ้าตลอด 24 ชม.
ประเภทของการใช้งาน	ภาคครัวเรือน
ปริมาณไฟฟ้า	7613.959 kwhตลอด 12 เดือน

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2560



465562443

URU :Thesis 58556780102 thesis / recv : 02102561 16:42:52 / seq: 24



465562443
 URU iThesis 58556780102 thesis / recv: 02102561 16:42:52 / seq: 24

ภาพที่ 19 ภาพทิศทางของ บริษัท โซล่า เอนเนอยี ซัพพลาย (อ.เมือง จ.นครสวรรค์)



ภาพที่ 20 ภาพการติดตั้งของ บริษัท โซล่า เอนเนอยี ซัพพลาย (อ.เมือง จ.นครสวรรค์)



465562443

URU :Thesis 58556780102 thesis / recv : 02102561 16:42:52 / seq : 24

ตารางที่ 32 ตารางค่าใช้จ่ายในการลงทุนติดตั้งของ บริษัท โซล่า เอนเนอयी ซัพพลาย จำกัด (อ.เมือง จ.นครสวรรค์) อุปกรณ์มาตรฐานเยอรมัน

รายการ	จำนวนเงิน
ค่าแรง	6,000 บาท
ค่าอุปกรณ์	10,000 บาท
ค่า Inverter	62,000 บาท
ค่า PV	240,000 บาท
ค่าใช้จ่ายในการลงทุน	318,000 บาท

ตารางที่ 33 พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ของ บริษัท โซล่า เอนเนอयी ซัพพลาย จำกัด (อ.เมือง จ.นครสวรรค์) อุปกรณ์มาตรฐานเยอรมัน

เดือน ที่ผลิต	จำนวนหน่วยที่ผลิตได้	ค่าไฟฟ้าจำนวนหน่วย/บาท*	ค่าไฟฟ้าที่ผลิตได้รวม (บาท)
มิถุนายน 2559	725.801	4.5	3266.105
กรกฎาคม 2559	733.824	4.5	3302.208
สิงหาคม 2559	706.422	4.5	3178.899
กันยายน 2559	609.359	4.5	2742.116
ตุลาคม 2559	656.292	4.5	2953.314
พฤศจิกายน 2559	640.42	4.5	2881.89
ธันวาคม 2559	591.245	4.5	2660.603
มกราคม 2560	556.115	4.5	2502.518
กุมภาพันธ์ 2560	548.869	4.5	2469.911
มีนาคม 2560	599.508	4.5	2697.786
เมษายน 2560	596.626	4.5	2684.817
พฤษภาคม 2560	649.478	4.5	2922.651
รวม 12 เดือน	7613.959		34262.82

ที่มา: การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค,2560

ตารางที่ 34 ตารางแสดงรายได้และค่าใช้จ่ายของ บริษัท โซล่า เอนเนอยี ซัพพลาย จำกัด (อ.เมือง จ. นครสวรรค์) อุปกรณ์มาตรฐานเยอรมัน

	จำนวน	หน่วย
	ค่าแรง	6,000.00 บาท
ค่าที่ต้องป้อนตัวเลข	ค่าอุปกรณ์เสริม	10,000.00 บาท
	ค่า Inverter	62,000.00 บาท
ผลคำนวณเงินลงทุน	ค่าแผง PV	240,000.00 บาท
	รวม	318,000.00 บาท
	ดอกเบี้ยเงินกู้ (i)	7.12 %
ค่าที่ต้องป้อนตัวเลข	รายได้ที่คาดว่าจะได้รับต่อปี	34,262.82 บาท
	ค่าซ่อมบำรุงรายปี	2,000.00 บาท
	ค่าซ่อมบำรุงราย 5 ปี	12,000.00 บาท
	ค่าซ่อมบำรุงราย 10 ปี	74,000.00 บาท
ผลคำนวณ NPV ตลอดอายุโครงการ	77,005.14	บาท
ผลคำนวณ IRR ตลอดอายุโครงการ	7%	

ตารางที่ 35 ตารางคำนวณค่าทางเศรษฐศาสตร์ของ บริษัท โซล่า เอนเนอยี ซัพพลาย จำกัด (อ.เมือง จ.นครสวรรค์) อุปกรณ์มาตรฐานเยอรมัน

i=7.12		0.07				
ปี	เงินลงทุนเริ่มต้น (C)	รายได้ต่อปี	รายจ่าย	มูลค่าเงินได้ต่อปี (Fx)	มูลค่ากำไรสุทธิ	NPV 25 ปี
0	-318000		-	318,000		
1		34,263	2,000	32,263	32,263	77,005.14
2		34,263	2,000	32,263	64,526	
3		34,263	2,000	32,263	96,788	307,842
4		34,263	2,000	32,263	129,051	310,531
5		34,263	12,000	22,263	151,314	313,220
6		34,263	2,000	32,263	183,577	315,908
7		34,263	2,000	32,263	215,840	318,597
8		34,263	2,000	32,263	248,103	321,285
9		34,263	2,000	32,263	280,365	323,974
10		34,263	74,000	-	39,737	240,628
11		34,263	2,000	32,263	272,891	329,351
12		34,263	2,000	32,263	305,154	332,040
13		34,263	2,000	32,263	337,417	334,728
14		34,263	2,000	32,263	369,679	337,417
15		34,263	12,000	22,263	391,942	
16		34,263	2,000	32,263	424,205	
17		34,263	2,000	32,263	456,468	
18		34,263	2,000	32,263	488,731	
19		34,263	2,000	32,263	520,994	
20		34,263	74,000	-	39,737	481,256
21		34,263	2,000	32,263	513,519	
22		34,263	2,000	32,263	545,782	
23		34,263	2,000	32,263	578,045	
24		34,263	2,000	32,263	610,308	
25		34,263	2,000	32,263	642,571	
7%						
IRR						

จากตารางจะแสดงให้เห็นถึงปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ในแต่ละเดือนจำนวน 12 เดือนรวมทั้งสิ้น 7,613.959 หน่วย และค่าไฟฟ้าต่อหน่วยที่ถูกกำหนดไว้ที่ 4.50 บาท เพราะฉะนั้นผลประโยชน์

จากการผลิตไฟฟ้าของทั้ง 12 เดือนจึงเท่ากับ 34,263 บาท โดยคิดผลประโยชน์แบบถัวเฉลี่ยในเรื่องประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าและราคาค่าไฟฟ้าเนื่องจากประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้ามีแนวโน้มลดลงและราคาค่าไฟฟ้าต่อหน่วยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

จากตารางแสดงให้เห็นถึงจำนวนเงินที่ใช้ในการลงทุนสุทธิอยู่ที่ 318,000 บาท รับผิดชอบแทนจำนวน 34,263 บาททุกปี เมื่อนำต้นทุนและรายได้มาคำนวณจะได้ค่า IRR อยู่ที่ 7% ค่า NPV อยู่ที่ 77,005.14 และค่า PB อยู่ที่ประมาณ 12 ปี 5 เดือน

ตารางที่ 36 ตารางค่าใช้จ่ายในการลงทุนติดตั้งของ บริษัท โซล่า เอนเนอจี ซัพพลาย จำกัด (อ.เมือง จ.นครสวรรค์) อุปกรณ์มาตรฐานจีน

รายการ	จำนวนเงิน
ค่าแรง	6,000 บาท
ค่าอุปกรณ์	10,000 บาท
ค่า Inverter	60,000 บาท
ค่า PV	100,000 บาท
ค่าใช้จ่ายในการลงทุน	176,000 บาท

ตารางที่ 37 พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ของ บริษัท โซล่า เอนเนอยี ซัพพลาย จำกัด (อ.เมือง จ. นครสวรรค์) อุปกรณ์มาตรฐานจีน

เดือน ที่ผลิต	จำนวนหน่วยที่ผลิต ได้	ค่าไฟฟ้าจำนวนหน่วย/ บาท*	ค่าไฟฟ้าที่ผลิตได้รวม (บาท)
มิถุนายน 2559	725.801	6.85	4971.737
กรกฎาคม 2559	733.824	6.85	5026.694
สิงหาคม 2559	706.422	6.85	4838.991
กันยายน 2559	609.359	6.85	4174.109
ตุลาคม 2559	656.292	6.85	4495.6
พฤศจิกายน 2559	640.42	6.85	4386.877
ธันวาคม 2559	591.245	6.85	4050.028
มกราคม 2560	556.115	6.85	3809.388
กุมภาพันธ์ 2560	548.869	6.85	3759.753
มีนาคม 2560	599.508	6.85	4106.63
เมษายน 2560	596.626	6.85	4086.888
พฤษภาคม 2560	649.478	6.85	4448.924
รวม 12 เดือน	7613.959		52155.62

ที่มา: การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, 2557

ตารางที่ 38 ตารางแสดงรายได้และค่าใช้จ่ายของ บริษัท โซล่า เอนเนอยี ซัพพลาย จำกัด (อ.เมือง จ. นครสวรรค์) อุปกรณ์มาตรฐานจีน

	จำนวน	หน่วย
	ค่าแรง	6,000.00 บาท
ค่าที่ต้องป้อนตัวเลข	ค่าอุปกรณ์เสริม	10,000.00 บาท
	ค่า Inverter	60,000.00 บาท
ผลคำนวณเงินลงทุน	ค่าแผง PV	100,000.00 บาท
	รวม	176,000.00 บาท
	ดอกเบี้ยเงินกู้ (i)	7.12 %
ค่าที่ต้องป้อนตัวเลข	รายได้ที่คาดว่าจะได้รับต่อปี	52,155.62 บาท
	ค่าซ่อมบำรุงรายปี	2,000.00 บาท
	ค่าซ่อมบำรุงราย 5 ปี	12,000.00 บาท
	ค่าซ่อมบำรุงราย 10 ปี	74,000.00 บาท
ผลคำนวณ NPV ตลอดอายุโครงการ	425,285.53	บาท
ผลคำนวณ IRR ตลอดอายุโครงการ	27%	

ตารางที่ 39 ตารางคำนวณค่าทางเศรษฐศาสตร์ของ บริษัท โซล่า เอนเนอยี ซัพพลาย จำกัด (อ.เมือง จ.นครสวรรค์) อุปกรณ์มาตรฐานจีน

i=7.12		0.07				
ปี	เงินลงทุนเริ่มต้น (C)	รายได้ต่อปี	รายจ่าย	มูลค่าเงินได้ต่อปี (Fx)	มูลค่ากำไรสุทธิ	NPV 25 ปี
0	- 176,000.00			- 176,000		
1		52,156	2,000	50,156	50,156	425,285.53
2		52,156	2,000	50,156	100,311	
3		52,156	2,000	50,156	150,467	154,646.50
4		52,156	2,000	50,156	200,622	158,826.13
5		52,156	12,000	40,156	240,778	163,005.77
6		52,156	2,000	50,156	290,934	167,185.40
7		52,156	2,000	50,156	341,089	171,365.04
8		52,156	2,000	50,156	391,245	175,544.67
9		52,156	2,000	50,156	441,401	179,724.31
10		52,156	74,000	21,844	419,556	183,903.94
11		52,156	2,000	50,156	469,712	188,083.58
12		52,156	2,000	50,156	519,867	192,263.21
13		52,156	2,000	50,156	570,023	196,442.85
14		52,156	2,000	50,156	620,179	200,622.48
15		52,156	12,000	40,156	660,334	
16		52,156	2,000	50,156	710,490	
17		52,156	2,000	50,156	760,646	
18		52,156	2,000	50,156	810,801	
19		52,156	2,000	50,156	860,957	
20		52,156	74,000	21,844	839,112	
21		52,156	2,000	50,156	889,268	
22		52,156	2,000	50,156	939,424	
23		52,156	2,000	50,156	989,579	
24		52,156	2,000	50,156	1,039,735	
25		52,156	2,000	50,156	1,089,891	
27%						
IRR						

จากตารางจะแสดงให้เห็นถึงปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ในแต่ละเดือนจำนวน 12 เดือนรวมทั้งสิ้น 7,613.959 หน่วย และค่าไฟฟ้าต่อหน่วยที่ถูกกำหนดไว้ที่ 6.85 บาท เพราะฉะนั้นผลประโยชน์จากการผลิตไฟฟ้าของทั้ง 12 เดือนจึงเท่ากับ 52,156 บาท โดยคิดผลประโยชน์แบบถัวเฉลี่ยในเรื่อง

ประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าและราคาค่าไฟฟ้าเนื่องจากประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้ามีแนวโน้มลดลงและราคาค่าไฟฟ้าต่อหน่วยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

จากตารางแสดงให้เห็นถึงจำนวนเงินที่ใช้ในการลงทุนสุทธิอยู่ที่ 176,000 บาท รับผลตอบแทนจำนวน 52,156 บาททุกปี เมื่อนำต้นทุนและรายได้มาคำนวณจะได้ค่า IRR อยู่ที่ 27% ค่า NPV อยู่ที่ 425,285.53 และค่า PB อยู่ที่ประมาณ 3 ปี 7 เดือน



465562443

URU :Thesis 58556780102 thesis / recv : 02102561 16:42:52 / seq: 24



ตารางที่ 40 ตารางเปรียบเทียบค่าปัจจัยที่มีผลต่อค่าทางเศรษฐศาสตร์ของกรณีศึกษาทั้ง 4 แห่ง โดยใช้อุปกรณ์มาตรฐานเยอรมัน

ปัจจัย	1. บริษัท ป.สยาม ขนส่ง จำกัด		2. ตลาดเออีอาร์ (อ.หนอง		3. สุภา โกชญา (อ.เมือง จ.		4. บริษัท โซล่า เอนเนอจี ซีพี	
	จำกั	เบน จ.นครสวรรค์)	ก้าแพงเพชร)	พลาย (อ.เมือง จ.นครสวรรค์)				
ความเข้มของแสง*	17.93 MJ/m ² -day	17.93 MJ/m ² -day	16.99 MJ/m ² -day	17.93 MJ/m ² -day				
ชนิดของ PV	Polycrystalline	Polycrystalline	Polycrystalline	Polycrystalline				
ทิศทางในการ	แผงหันไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้	แผงหันไปทางทิศใต้	แผงหันไปทางทิศใต้	แผงหันไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้				
รับแสง	เฉียงใต้							
ขนาด PV	ขนาดแผง คือ 1 x 2 ม.	ขนาดแผง คือ 1 x 2 ม.	ขนาดแผง คือ 1 x 2 ม.	ขนาดแผง คือ 1 x 1.6 ม.				
พื้นที่ใช้งาน	60 ตร.ม.	168 ตร.ม.	64 ตร.ม.	32 ตร.ม.				
ทิศและความชัน	แผงหันไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ทำมุมประมาณ 20-25° กับพื้นโลก	แผงหันไปทางทิศใต้ ทำมุมประมาณ 15° กับพื้นโลก	แผงหันไปทางทิศใต้ ทำมุมประมาณ 25-30° กับพื้นโลก	แผงหันไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ทำมุมประมาณ 5-10° กับพื้นโลก				
เวลาที่ใช้ไฟฟ้า	ตลอด 24 ชม.	ตลอด 24 ชม.	ตลอด 24 ชม.	ตลอด 24 ชม.				
ประเภทของการใช้งาน	บ้านครัวเรือน	บ้านครัวเรือน	บ้านครัวเรือน	บ้านครัวเรือน				
ปริมาณไฟฟ้า	13,168.52 kwh	33,148.1kwh	12,598.95kwh	7613.959kwh				
เดือน/ปี	มี.ย.2016-พ.ค.2017	มี.ย.2016-พ.ค.2017	มี.ย.2016-พ.ค.2017	มี.ย.2016-พ.ค.2017				
NPV	121,572.21 บาท	174,692.50 บาท	17,621.71 บาท	77,005.14 บาท				
IRR	7%	6%	5%	7%				
PB	ประมาณ 12 ปี 3 เดือน	ประมาณ 12 ปี 7 เดือน	ประมาณ 13 ปี 11 เดือน	ประมาณ 12 ปี 5 เดือน				

ตารางที่ 41 ตารางเปรียบเทียบค่าปัจจัยที่มีผลต่อค่าทางเศรษฐศาสตร์ของกรณีศึกษาทั้ง 4 แห่ง โดยใช้อุปกรณ์มาตรฐานจีน

ปัจจัย	1. บริษัท ป.สยาม ขนส่ง จำกัด		2. ตลาดเอออาร์ (อ.หนองเบน จ.นครศรีธรรมราช)		3. สุภา โภชนา (อ.เมือง จ.พลาโย (อ.เมือง จ.นครศรีธรรมราช)	
	17.93 MJ/m ² -day	Polycrystalline	17.93 MJ/m ² -day	Polycrystalline	16.99 MJ/m ² -day	Polycrystalline
ชนิดของ PV	แผงหันไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้	แผงหันไปทางทิศใต้	แผงหันไปทางทิศใต้	แผงหันไปทางทิศใต้	แผงหันไปทางทิศใต้	แผงหันไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้
ทิศทางในการรับแสง	ขนาดแผง คือ 1 x 2 ม.	ขนาดแผง คือ 1 x 2 ม.	ขนาดแผง คือ 1 x 2 ม.	ขนาดแผง คือ 1 x 2 ม.	ขนาดแผง คือ 1 x 2 ม.	ขนาดแผง คือ 1 x 1.6 ม.
พื้นที่ใช้งาน	60 ตร.ม.	168 ตร.ม.	64 ตร.ม.	64 ตร.ม.	32 ตร.ม.	32 ตร.ม.
ทิศและความชัน	แผงหันไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ทำมุมประมาณ 20-25° กับพื้นโลก	แผงหันไปทางทิศใต้ ทำมุมประมาณ 15° กับพื้นโลก	แผงหันไปทางทิศใต้ ทำมุมประมาณ 25-30° กับพื้นโลก	แผงหันไปทางทิศใต้ ทำมุมประมาณ 25-30° กับพื้นโลก	แผงหันไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ทำมุมประมาณ 5-10° กับพื้นโลก	แผงหันไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ทำมุมประมาณ 5-10° กับพื้นโลก
เวลาที่ใช้ไฟฟ้า	ตลอด 24 ชม.	ตลอด 24 ชม.	ตลอด 24 ชม.	ตลอด 24 ชม.	ตลอด 24 ชม.	ตลอด 24 ชม.
ประเภทของการใช้งาน	บ้านครัวเรือน	บ้านครัวเรือน	บ้านครัวเรือน	บ้านครัวเรือน	บ้านครัวเรือน	บ้านครัวเรือน
ปริมาณไฟฟ้า	13,168.52kwh	33,148.1kwh	12,598.95kwh	12,598.95kwh	7613.959kwh	7613.959kwh
เดือนปี	มิ.ย.2016-พ.ค.2017	มิ.ย.2016-พ.ค.2017	มิ.ย.2016-พ.ค.2017	มิ.ย.2016-พ.ค.2017	มิ.ย.2016-พ.ค.2017	มิ.ย.2016-พ.ค.2017
NPV	804,937.57บาท	2,017,754.21 บาท	748,953.92 บาท	748,953.92 บาท	425,285.53 บาท	425,285.53 บาท
IRR	36%	36%	32%	32%	27%	27%
PB	ประมาณ 2 ปี 9 เดือน	ประมาณ 2 ปี 9 เดือน	ประมาณ 2 ปี 12 เดือน	ประมาณ 2 ปี 12 เดือน	ประมาณ 3 ปี 7 เดือน	ประมาณ 3 ปี 7 เดือน

จากตารางแสดงให้เห็นถึงค่าความแตกต่างของปัจจัยหลักที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ซึ่งปัจจัยทุกตัวล้วนส่งผลต่อปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้มากน้อยแตกต่างกันไป ตัวอย่างเช่น ทิศทางและองศาในการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ที่ถูกติดตั้งไม่ถูกต้องก็จะส่งผลทำให้ผลิตไฟฟ้าได้น้อยลงและส่งผลให้ค่าต่างๆทางเศรษฐศาสตร์เปลี่ยนแปลงตามไปด้วยเช่นกัน สรุปได้ดังตารางที่ 42

ตารางที่ 42 ตารางแสดงผลกระทบจากปัจจัยในการติดตั้งต่อค่าทางเศรษฐศาสตร์

ผลจากปัจจัย	ทิศและองศาในการติดตั้งที่เหมาะสม	ความเข้มของแสงมาก
ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้	เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น
NPV	เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น
IRR	น้อยลงหรือเท่ากับ 0	น้อยลงหรือเท่ากับ 0
PB	น้อยลง	น้อยลง



465562443

บทที่ 5

สรุปอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

ในการทำการประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ของระบบโซล่าเซลล์ แสงอาทิตย์ชนิดติดตั้งบนหลังคา กรณีศึกษา อาคารที่พักนั้น มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความคุ้มค่า ของการติดตั้งระบบโซล่าเซลล์แสงอาทิตย์ และเพื่อทดสอบตัวแปรในการลงทุน ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดติดตั้งบนหลังคาต่อความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ดังนี้ จากการทำประเมินการศึกษาดังกล่าวผลที่ได้คือ

หลังจากการติดตั้งระบบดังกล่าวแล้วนั้น ผู้ใช้สามารถคำนวณการใช้งานเอง ตามระยะเวลาที่ต้องการทราบ เช่นสามารถคำนวณการใช้งานเองได้ว่าในแต่ละเดือนนั้น จะมีค่าใช้จ่ายลดลงเท่าไร

และยังสามารถ ประเมินทดสอบตัวแปรในการลงทุน การติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดติดตั้งบนหลังคา คือ ทางผู้ติดตั้งได้ประเมินทิศทาง และองศาในการติดตั้งแผงรับพลังงาน โดยใช้เครื่องมือที่มีความน่าเชื่อถือ แต่ก็เป็นเรื่องยาก ที่สถานที่ติดตั้งจะมีทิศทางและองศา ที่จะเอื้ออำนวยต่อการผลิตพลังงานเพื่อให้ได้พลังงานสูงสุด และผู้ติดตั้งเองก็ไม่สามารถปรับเปลี่ยนในเรื่องสถานที่ติดตั้งได้ ในส่วนนี้เป็นตัวแปรที่สำคัญที่จะส่งผลต่อการผลิตพลังงานแสงอาทิตย์ต่อการใช้งานในภาคครัวเรือน รวมไปถึงการดูแลรักษาในส่วนของอุปกรณ์การติดตั้งบนหลังคานั้น ต้องได้รับการดูแลบำรุงรักษาตามระยะเวลาที่กำหนดคือ มีการทำความสะอาด ทุกๆ 6 เดือน ซึ่งทางผู้ติดตั้งได้ปฏิบัติตามขั้นตอนต่างๆที่กล่าวมาข้างต้นอย่างถูกต้อง

จากความคุ้มค่าในทางเศรษฐศาสตร์ในการลงทุน ติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์ มีผลให้มีความน่าลงทุน และยังช่วยให้ผู้ที่สนใจในการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์ มีแนวโน้มในการตัดสินใจลงทุนได้ง่ายยิ่งขึ้น

สรุป

ในการทำการประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดติดตั้งบนหลังคา กรณีศึกษาอาคารที่พักอาศัยและอาคารพาณิชย์นั้น มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความคุ้มค่าของการติดตั้งระบบโซล่าเซลล์แสงอาทิตย์ และสามารถสะท้อนความสำคัญของตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าและผลต่อการลงทุน จากกรณีศึกษาจำนวน 3 โครงการ พบว่าปัจจัยหลักที่มีผลต่อความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์สำหรับการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดติดตั้งบนหลังคา คือ ความชันของหลังคา ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ในพื้นที่ติดตั้ง ทิศทางในการติดตั้ง และขนาดพื้นที่ใน

การติดตั้ง ดังนั้นการออกแบบและเลือกติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์จึงควรพิจารณาปัจจัยเหล่านี้ และพิจารณาความคุ้มค่าในทางเศรษฐศาสตร์ในการลงทุนก่อนการตัดสินใจลงทุน

อภิปรายผล

ค่าใช้จ่ายในการลงทุนประกอบด้วย ค่าอุปกรณ์ในการติดตั้ง (แผงเซลล์แสงอาทิตย์พร้อมระบบ ค่าอุปกรณ์เสริมในการยึดเกาะหลังคา) และค่าแรงในการติดตั้ง โดย บริษัท ป.สยาม ขนส่ง จำกัด ในชุดที่ 1 มีค่าใช้จ่าย 555,000 บาท ตลาดเอื้ออารี 1,545,000 บาท และ สุภา โภชนา 636,000 บาท เมื่อนำมาคำนวณมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ทั้ง 3 ค่า คิดที่ระยะโครงการ 25 ปี ภายใต้อัตราดอกเบี้ย 7.12% ผลที่ได้คือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิเป็นค่าบวกทั้ง 3 โครงการ แสดงให้เห็นว่าการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์มีความคุ้มค่าในการลงทุน เมื่อพิจารณาอัตราผลตอบแทนภายในที่อัตราดอกเบี้ย 7.12% ผลที่ได้สะท้อนความไม่แน่นอนในการลงทุน เนื่องจาก ค่าอัตราผลตอบแทนภายในอยู่ในช่วงเดียวกับอัตราดอกเบี้ย และโครงการของ ตลาดเอื้ออารี และ สุภา โภชนา ให้ค่าที่ต่ำกว่า จึงควรพิจารณาตัวแปรอื่น ๆ เพิ่มเติม เพื่อพิจารณาก่อนตัดสินใจในการทำโครงการประเภทนี้ อย่างไรก็ตาม ระยะเวลาการคืนทุนอยู่ในช่วง 12 ถึง 14 ปี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับตัวแปรด้านประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าด้วยเช่นกัน อย่างไรก็ตามหากรัฐบาลมีมาตรการพิเศษในการสนับสนุนโครงการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาสำหรับอาคารที่พักอาศัยและอาคารพาณิชย์ก็จะทำให้มูลค่าของโครงการเปลี่ยนแปลงไป

ส่วนค่าใช้จ่ายในการลงทุนของทั้ง 3 โครงการในชุดที่ 2 ของบริษัท ป.สยาม ขนส่ง จำกัด มีค่าใช้จ่าย 235,000 บาท ตลาดเอื้ออารี 600,000 บาทและ สุภา โภชนา 246,000 บาทเมื่อนำมาคำนวณมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ทั้ง 3 ค่า คิดที่ระยะโครงการ 25 ปี ภายใต้อัตราดอกเบี้ย 7.12% ผลที่ได้คือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิเป็นค่าบวกทั้ง 3 โครงการ แสดงให้เห็นว่าการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์มีความคุ้มค่าในการลงทุน รวมถึงระยะเวลาคืนทุน ที่อยู่ในช่วง 2 ถึง 4 ปี เท่านั้น ยิ่งแสดงให้เห็นว่าการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์มีความคุ้มค่าในการลงทุน ในด้านของเทคโนโลยีและราคาของ PV ที่เลือกมาใช้ในโครงการนั้น ทั้ง 2 ชุดมีความแตกต่างกันทั้งในด้านของเทคโนโลยีด้านกระบวนการผลิต และ คุณภาพ มาตรฐานการผลิต ความน่าเชื่อถือของบริษัทผู้ผลิต รวมไปถึงความน่าเชื่อถือในตัววัสดุ ผลิตภัณท์ที่นำมาใช้ ซึ่งมีผลเกี่ยวเนื่องมาถึง ต้นทุนราคาในการตัดสินใจ ในกลุ่มของลูกค้าไปจนถึงการจัดการด้านการตลาด ก็แตกต่างกัน PV ในโครงการนั้นมีข้อแตกต่างด้านที่มาของต้นทุนการผลิตและจัดจำหน่ายอย่างชัดเจน ตลอดไปจนถึงระยะเวลาของการรับประกันคุณภาพสินค้า ในด้านนี้ลูกค้าที่ตัดสินใจเลือกใช้ ก็จะสามารถเข้าถึง และรับรู้ถึงความคุ้มค่านั้นได้ ด้วยคุณภาพที่แตกต่าง อายุการใช้งานและความคงทนต่อสภาพแวดล้อม

ภูมิอากาศ รวมไปถึงภัยธรรมชาติที่อาจจะเกิดขึ้น ข้อนี้ก็สามารถอธิบายได้ถึงความคุ้มค่าทาง เศรษฐศาสตร์ อย่างไรก็ตามการตัดสินใจขั้นสุดท้ายจะขึ้นอยู่กับผู้บริโภครองว่าจะมีความเชื่อมั่นและ เลือกลงใช้ผลิตภัณฑ์วัสดุที่ได้มาจากแหล่งผลิตใด ข้อมูลต่างๆในการศึกษานี้จะใช้ในการช่วย ประกอบการตัดสินใจของผู้บริโภคได้เป็นอย่างดี

ข้อเสนอแนะ

1. สำหรับผู้ที่ทำการประเมินความคุ้มค่าในทางเศรษฐศาสตร์ของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ชนิดติดตั้งบนหลังคานั้น จะต้องมีการคำนวณทิศทาง และองศาเป็นเรื่องสำคัญอย่างยิ่ง
2. ในการทำการประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ควรปรับเปลี่ยนกลุ่ม กรณีศึกษาชนิดอื่น เพื่อจะได้รับข้อมูลในแบบอื่น ๆ มากยิ่งขึ้น
3. ควรมีการวัดประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์รายปีด้วย ซึ่งประสิทธิภาพของแผง เซลล์แสงอาทิตย์จะลดลงตามอายุการใช้งาน และจะส่งผลต่อการประเมินความคุ้มค่า



บรรณานุกรม



465562443

URU :Thesis 58556780102 thesis / recv : 02102561 16:42:52 / seq : 24

บรรณานุกรม

กนิกันต์ กล้าหาญ. (2556). แบบจำลองการประเมินทางเศรษฐศาสตร์ของการลงทุนโครงการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ กรณีศึกษาหน่วยงานของมหาวิทยาลัยของรัฐ. (วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2560). *สรุปผลการตรวจวัดข้อมูลความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ในประเทศไทยปี พ.ศ.2559.*

การไฟฟ้าฝ่ายผลิต. (2560). *อัตราค่าไฟฟ้าขายส่ง กฟน. และ กฟภ.*

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. (2560). *อัตราค่าไฟฟ้า*

จรรย์ศักดิ์ สีนสุขอุดมชัย. (2557). *เปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผงโซลาร์เซลล์แต่ละชนิด.*

ชนิดของแผงโซลาร์เซลล์และการเลือกใช้งาน. (2560). สืบค้น 20 เมษายน 2560. จาก www.Solarcellcity.com

ดิศรณ์ ชัยช่วงโชค, โสภิตสุดา ทองโสภิต, และแนบบุญ หุ่นเจริญ. (2556). *รูปแบบมาตรการทางการเงินที่เหมาะสมสำหรับการสนับสนุนระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาบ้านในประเทศไทย.*

นภดล รุ่งสวาท. *การออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์.*

บรรจบ สุขประภากรณ์. (2560). *พลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์และการออกแบบระบบโซลาร์เซลล์.*

พรรณธิดา เหล่าพวงศักดิ์, นพพร จันทรนาชู, และณัฐกฤตย์ ดิฐวิรุฬห์. (2554). *การวิเคราะห์ต้นทุนและ*

ผลประโยชน์ของโครงการสายเคเบิลเมือง ลันปาดอง — หางดง (ตอนที่ 1) จังหวัดเชียงใหม่.วารสารวิทยาการจัดการและสารสนเทศศาสตร์, ฉบับที่ 2.

พลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์และการออกแบบระบบโซลาร์เซลล์. (2560). สืบค้น 20 เมษายน 2560.

จาก www.Thaiza.com

พิชยดา จีวรราชวงศ์. (2556). *การศึกษาต้นทุนในการใช้ไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ในบ้านที่อยู่อาศัย. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต, กรุงเทพมหานคร.*

พิมลมาศ วรรณคนาพล และคณะ. (2555). *ประโยชน์ของการใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคา.*

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร. (2560). *ข้อมูลข่าวสารและการเก็บรวบรวมข้อมูล.*

- เมธากุล มีธรรม, และวชรภูมิ เบญจโอฬาร. (2555). *การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์อันเนื่องมาจากการชะลอโครงการ:กรณีศึกษาโครงการก่อสร้างทางเลี่ยงเมืองจังหวัดนครสวรรค์* ด้านตะวันออก.
- วิวัฒน์ ชโนวิทย์. (2557). *การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของโครงการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาประเภทที่ปกอาศัย ในพื้นที่ที่แตกต่างกันของประเทศไทย.*
- สถาบันพัฒนาเศรษฐกิจและเทคโนโลยีชุมชนแห่งเอเชีย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่. (2560). *คู่มือการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์.*
- สาคร กล้าหาญ. (2550). *การบัญชีเพื่อการจัดการ.* ลพบุรี: มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.
- อนันต์ วัฒนกุลจรัส. (2557). *ความคุ้มค่าของโครงการติดตั้ง Solar Farm เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้า จ่ายเข้าสายส่งการไฟฟ้า.*
- Aguilar, L. A. (2015). *Feasibility Study of Developing Large Scale Solar PV Project in Ghana: An Economical Analysis.* CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, Gothenburg, Sweden.
- Bilkulasata.com. (2560). *Microtek-UPS-SS1130-Solar-Inverter.*
- JOHANSSON, N., and JESPER KARLSSON. (2015). *Economic Feasibility for Solar PV in Swedish Office Buildings.* CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, Göteborg, Sweden.
- Maria Haegermark, P. K., Jan-Olof Dalenbäck. (2016). *Economic feasibility of solar photovoltaic rooftop systems in a complex setting: A Swedish case study.*
- Mpoweruk.com. (2560). *Battery and Energy Technologies.*
- Revolvesolar. (2560). *5 Factors that Affect Solar Panel Efficiency.*



ภาคผนวก



465562443

URU :Thesis 58556780102 thesis / recv : 02102561 16:42:52 / seq : 24



ภาคผนวก ก

สรุปผลการตรวจวัดข้อมูลความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ในประเทศไทย

ปีพ.ศ. 2559

ตารางคำนวณค่าทางเศรษฐศาสตร์



465562443

URU :Thesis 58556780102 thesis / rev: 02102561 16:42:52 / seq: 24

สรุปผลการตรวจวัดข้อมูลความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2559

สถานีวัดความเข้มรังสีดวงอาทิตย์	ที่ตั้ง	ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงอาทิตย์รายเดือนของปี 2559 (หน่วย : MJ/m ² -day)											
		มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม
กรุงเทพฯ	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 17 ถนนพระราม 1 แขวงร้องเมือง เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ	14.804	17.347	19.231	22.719	21.105	16.189	17.538	17.876	16.252	11.462	13.485	14.616
กาญจนบุรี (สถานีอุตุนิยมวิทยา)	สถานีอุตุนิยมวิทยากาญจนบุรี กรมอุตุนิยมวิทยา ตำบลบ้านเหนือ อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี	17.559	18.905	19.768	23.340	21.677	19.254	18.661	18.041	17.425	16.653	15.887	15.826
กาญจนบุรี (ทองผาภูมิ)	สถานีอุตุนิยมวิทยาทองผาภูมิ กรมอุตุนิยมวิทยา ตำบลท่าขนุน อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี	18.232	18.913	19.851	23.739	20.594	15.450	16.527	15.144	15.886	18.350	18.530	16.364
ลพบุรี	สถานีอุตุนิยมวิทยาอุทกวิทย กรมอุตุนิยมวิทยา ตำบลบัวชุม อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี	16.294	19.011	19.325	21.047	19.735	18.792	-	17.320	15.665	17.115	17.982	16.282
นครสวรรค์	สถานีอุตุนิยมวิทยานครสวรรค์ กรมอุตุนิยมวิทยา ตำบลนครสวรรค์ออก อำเภอพยุหะคีรี จังหวัด นครสวรรค์	14.836	17.669	18.157	20.759	21.266	18.608	18.395	17.593	15.559	18.911	17.877	15.534
เพชรบูรณ์	สถานีอุตุนิยมวิทยาเพชรบูรณ์ กรมอุตุนิยมวิทยา ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์	14.933	18.701	18.632	22.765	20.815	18.501	17.525	16.740	15.657	17.636	17.979	16.305
พิษณุโลก	สำนักงานพลังงานภูมิภาคที่ 9 ตำบลมะขามสูง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก	14.781	17.315	18.172	17.727	20.640	17.891	17.280	16.596	15.404	17.201	16.081	14.805
ตาก	สถานีตรวจอากาศเกษตรดอยมูเซอ กรมอุตุนิยมวิทยา ตำบลแม่ท้อ อำเภอเมือง จังหวัดตาก	17.167	20.787	21.640	24.438	21.022	14.552	13.362	11.518	13.371	14.431	17.749	16.016
แพร่	สถานีอุตุนิยมวิทยาแพร่ กรมอุตุนิยมวิทยา ตำบลนาจักร อำเภอเมือง จังหวัดแพร่	15.058	19.255	18.650	20.619	21.880	18.650	17.793	16.318	16.021	16.650	15.754	15.286
น่าน	ศูนย์บริการโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า กรมชลประทาน ตำบลตุ้มใต้ อำเภอเมือง จังหวัดน่าน	14.376	17.043	17.046	17.864	20.383	19.361	17.186	15.474	16.106	17.553	15.695	14.890

*ข้อมูลจาก กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

ตารางคำนวณค่าทางเศรษฐศาสตร์ของบริษัท ป.สยาม ขนส่ง จำกัด (อ.เมือง จ.นครสวรรค์)

ปีที่	ค่าลงทุน	รวมต้นทุน	ผลประโยชน์	ผลประโยชน์สุทธิ
0	555,000.00	555,000.00	-	- 555,000.00
1	-	-	58685.5575	58,685.56
2	-	-	58685.5575	58,685.56
3	-	-	58685.5575	58,685.56
4	-	-	58685.5575	58,685.56
5	-	-	58685.5575	58,685.56
6	-	-	58685.5575	58,685.56
7	-	-	58685.5575	58,685.56
8	-	-	58685.5575	58,685.56
9	-	-	58685.5575	58,685.56
10	-	-	58685.5575	58,685.56
11	-	-	58685.5575	58,685.56
12	-	-	58685.5575	58,685.56
13	-	-	58685.5575	58,685.56
14	-	-	58685.5575	58,685.56
15	-	-	58685.5575	58,685.56
รวม	555,000.00	-	880283.3625	325,283.36
			rate	0.1
			NPV	(\$98,757.26)
			PBP	9.46
			IRR	6%



465562443

URU :Thesis 58556780102 thesis / recv : 02102561 16:42:52 / seq: 24

ตารางแสดงค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาอุปกรณ์
บริษัท ป.สยาม ขนส่ง จำกัด (อ.เมือง จ.นครสวรรค์)
วันที่ 26 เดือนกันยายน พ.ศ.2560

ที่	รายการ	ระยะเวลาในการ รับประกัน (ปี)	มูลค่าสินค้านี้ เสียหาย ต้องเปลี่ยนใหม่	อายุการใช้งาน รวม (ปี)
1	Inverter	10	92,000	10
2	แผงโซลาร์เซลล์ชนิด Polycrystalline	25	438,000	25
3	อุปกรณ์เบ็ดเตล็ด งานไฟฟ้า ต่างๆ	5	17,500	5
4	ค่าทำความสะอาดแผงโซลาร์ เซลล์	1	3,000	1



465562443

ตารางค่าใช้จ่ายและรายได้ของบริษัท ป.สยาม ขนส่ง จำกัด (อ.เมือง จ.นครสวรรค์) ชุดที่ 1

		จำนวน	หน่วย
ค่าที่ต้องป้อนตัวเลข	ค่าแรง	7,500.00	บาท
	ค่าอุปกรณ์เสริม	17,500.00	บาท
	ค่า Inverter	92,000.00	บาท
	ค่าแผง PV	438,000.00	บาท
ผลคานวนเงินลงทุน	รวม	555,000.00	บาท
ค่าที่ต้องป้อนตัวเลข	ดอกเบี้ยเงินกู้ (i)	7.12	%
	รายได้ที่คาดว่าจะได้รับต่อปี	58,686.00	บาท
	ค่าซ่อมบำรุงรายปี	3,000.00	บาท
	ค่าซ่อมบำรุงราย 5 ปี	20,500.00	บาท
	ค่าซ่อมบำรุงราย 10 ปี	112,500.00	บาท
ผลคานวน NPV ตลอดอายุโครงการ		121,572.21	บาท
ผลคานวน IRR ตลอดอายุโครงการ		7%	

ตารางคำนวณค่าทางเศรษฐศาสตร์ของบริษัท ป.สยาม ขนส่ง จำกัด (อ.เมือง จ.นครสวรรค์) ชุดที่ 1

ปี	0.0712						
ปี	เงินลงทุนเริ่มต้น (C)	รายได้ต่อปี	รายจ่าย	มูลค่าเงินได้ต่อปี (Fx)	มูลค่ากำไรสุทธิ		NPV 25 ปี
0	-555,000			-	555,000		
1		58,686	3,000	55,686	55,686		121,572.21
2		58,686	3,000	55,686	111,372		
3		58,686	3,000	55,686	167,058		545,873
4		58,686	3,000	55,686	222,744		550,513
5		58,686	20,500	38,186	260,930		555,154
6		58,686	3,000	55,686	316,616		559,794
7		58,686	3,000	55,686	372,302		564,435
8		58,686	3,000	55,686	427,988		569,075
9		58,686	3,000	55,686	483,674		573,716
10		58,686	112,500	53,814	429,860		578,356
11		58,686	3,000	55,686	485,546		582,997
12		58,686	3,000	55,686	541,232		587,637
13		58,686	3,000	55,686	596,918	คืนทุน(โดยประมาณ)	592,278
14		58,686	3,000	55,686	652,604		596,918
15		58,686	20,500	38,186	690,790		
16		58,686	3,000	55,686	746,476		
17		58,686	3,000	55,686	802,162		
18		58,686	3,000	55,686	857,848		
19		58,686	3,000	55,686	913,534		
20		58,686	112,500	53,814	859,720		
21		58,686	3,000	55,686	915,406		
22		58,686	3,000	55,686	971,092		
23		58,686	3,000	55,686	1,026,778		
24		58,686	3,000	55,686	1,082,464		
25		58,686	3,000	55,686	1,138,150		
				7%			
				IRR			

ตารางค่าใช้จ่ายและรายได้ของบริษัท ป.สยาม ขนส่ง จำกัด (อ.เมือง จ.นครสวรรค์) ชุดที่ 2

		จำนวน	หน่วย
ค่าที่ต้องป้อนตัวเลข	ค่าแรง	7,500.00	บาท
	ค่าอุปกรณ์เสริม	17,500.00	บาท
	ค่า Inverter	60,000.00	บาท
	ค่าแผง PV	150,000.00	บาท
ผลคานวนเงินลงทุน	รวม	235,000.00	บาท
ค่าที่ต้องป้อนตัวเลข	ดอกเบี้ยเงินกู้ (i)	7.12	%
	รายได้ที่คาดว่าจะได้รับต่อปี	90,204.38	บาท
	ค่าซ่อมบำรุงรายปี	3,000.00	บาท
	ค่าซ่อมบำรุงราย 5 ปี	20,500.00	บาท
	ค่าซ่อมบำรุงราย 10 ปี	112,500.00	บาท
ผลคานวน NPV ตลอดอายุโครงการ		804,937.57	บาท
ผลคานวน IRR ตลอดอายุโครงการ		36%	

ตารางคำนวณค่าทางเศรษฐศาสตร์ของบริษัท ป.สยาม ขนส่ง จำกัด (อ.เมือง จ.นครสวรรค์) ชุดที่ 2

ปี	เงินลงทุนเริ่มต้น (C)	รายได้ต่อปี	รายจ่าย	มูลค่าเงินได้ต่อปี (Fx)	มูลค่าการโรสุทธิ		NPV 25 ปี
0	-235,000			- 235,000			
1		90,204	3,000	87,204	87,204		804,937.57
2		90,204	3,000	87,204	174,409		
3		90,204	3,000	87,204	261,613	ต้นทุนโดยประมาณ	181,675.79
4		90,204	3,000	87,204	348,818		188,942.82
5		90,204	20,500	69,704	418,522		196,209.86
6		90,204	3,000	87,204	505,726		203,476.89
7		90,204	3,000	87,204	592,931		210,743.92
8		90,204	3,000	87,204	680,135		218,010.95
9		90,204	3,000	87,204	767,339		225,277.98
10		90,204	112,500	- 22,296	745,044		232,545.01
11		90,204	3,000	87,204	832,248		239,812.05
12		90,204	3,000	87,204	919,453		247,079.08
13		90,204	3,000	87,204	1,006,657		254,346.11
14		90,204	3,000	87,204	1,093,861		261,613.14
15		90,204	20,500	69,704	1,163,566		
16		90,204	3,000	87,204	1,250,770		
17		90,204	3,000	87,204	1,337,974		
18		90,204	3,000	87,204	1,425,179		
19		90,204	3,000	87,204	1,512,383		
20		90,204	112,500	- 22,296	1,490,088		
21		90,204	3,000	87,204	1,577,292		
22		90,204	3,000	87,204	1,664,496		
23		90,204	3,000	87,204	1,751,701		
24		90,204	3,000	87,204	1,838,905		
25		90,204	3,000	87,204	1,926,110		
				36%			
				IRR			



465562443

URU :Thesis 58556780102 thesis / recv : 02102561 16:42:52 / seq : 24

ตารางคำนวณค่าทางเศรษฐศาสตร์ของตลาดเอื้ออารี (อ.หนองเบน จ.นครสวรรค์)

ปีที่	ค่าลงทุน	รวมต้นทุน	ผลประโยชน์	ผลประโยชน์สุทธิ
0	1,545,000.00	1,545,000.00	-	- 1,545,000.00
1	-	-	149166.4545	149,166.45
2	-	-	149166.4545	149,166.45
3	-	-	149166.4545	149,166.45
4	-	-	149166.4545	149,166.45
5	-	-	149166.4545	149,166.45
6	-	-	149166.4545	149,166.45
7	-	-	149166.4545	149,166.45
8	-	-	149166.4545	149,166.45
9	-	-	149166.4545	149,166.45
10			149166.4545	149,166.45
11			149166.4545	149,166.45
12			149166.4545	149,166.45
13			149166.4545	149,166.45
14			149166.4545	149,166.45
15			149166.4545	149,166.45
รวม	1,545,000.00	-	2237496.818	692,496.82
			rate	0.1
			NPV	(\$373,116.44)
			PBP	10.36
			IRR	5%

ตารางแสดงค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาอุปกรณ์
ตลาดเออีอาร์ (อ.หนองเบน จ.นครสวรรค์)
วันที่ 26 เดือนกันยายน พ.ศ.2560

ที่	รายการ	ระยะเวลาในการ รับประกัน (ปี)	มูลค่าสินค้ากรณี เสียหาย ต้องเปลี่ยนใหม่	อายุการใช้งาน รวม (ปี)
1	Inverter	10	159,000	10
2	แผงโซลาร์เซลล์ชนิด Polycrystalline	25	128,8000	25
3	อุปกรณ์เบ็ดเตล็ด งานไฟฟ้า ต่างๆ	5	53,000	5
4	ค่าทำความสะอาดแผงโซลาร์ เซลล์	1	5,000	1

ตารางค่าใช้จ่ายและรายได้ของตลาดเอื้ออารี (อ.หนองเบน จ.นครสวรรค์) ชุดที่ 1

		จำนวน	หน่วย
ค่าที่ต้องป้อนตัวเลข	ค่าแรง	45,000.00	บาท
	ค่าอุปกรณ์เสริม	53,000.00	บาท
	ค่า Inverter	159,000.00	บาท
	ค่าแผง PV	1,288,000.00	บาท
ผลคานวณเงินลงทุน	รวม	1,545,000.00	บาท
ค่าที่ต้องป้อนตัวเลข	ดอกเบี้ยเงินกู้ (i)	7.12	%
	รายได้ที่คาดว่าจะได้รับต่อปี	149,166.50	บาท
	ค่าซ่อมบำรุงรายปี	5,000.00	บาท
	ค่าซ่อมบำรุงราย 5 ปี	58,000.00	บาท
	ค่าซ่อมบำรุงราย 10 ปี	217,000.00	บาท
ผลคานวณ NPV ตลอดอายุโครงการ		174,692.50	บาท
ผลคานวณ IRR ตลอดอายุโครงการ		6%	



465562443

URU :Thesis 58556780102 thesis / recv : 02102561 16:42:52 / seq : 24

ตารางคำนวณค่าทางเศรษฐศาสตร์ของตลาดเอื้ออารี (อ.หนองเบน จ.นครสวรรค์) ชุดที่ 1

ปี	เงินลงทุนเริ่มต้น (C)	รายได้ต่อปี	รายจ่าย	มูลค่าเงินได้ต่อปี (Fx)	มูลค่าการโรสุทธิ	NPV 25 ปี
0	-1,545,000			1,545,000		
1		149,166	5,000	144,166	144,166	174,692.50
2		149,166	5,000	144,166	288,333	
3		149,166	5,000	144,166	432,499	1,477,011
4		149,166	5,000	144,166	576,666	1,489,025
5		149,166	58,000	91,166	667,832	1,501,039
6		149,166	5,000	144,166	811,999	1,513,053
7		149,166	5,000	144,166	956,165	1,525,067
8		149,166	5,000	144,166	1,100,332	1,537,081
9		149,166	5,000	144,166	1,244,498	1,549,094
10		149,166	217,000	67,834	1,176,665	1,561,108
11		149,166	5,000	144,166	1,320,831	1,573,122
12		149,166	5,000	144,166	1,464,997	1,585,136
13		149,166	5,000	144,166	1,609,164 คืนทุน(โดยประมาณ)	1,597,149.98
14		149,166	5,000	144,166	1,753,330	1,609,164
15		149,166	58,000	91,166	1,844,497	
16		149,166	5,000	144,166	1,988,663	
17		149,166	5,000	144,166	2,132,830	
18		149,166	5,000	144,166	2,276,996	
19		149,166	5,000	144,166	2,421,163	
20		149,166	217,000	67,834	2,353,329	
21		149,166	5,000	144,166	2,497,495	
22		149,166	5,000	144,166	2,641,662	
23		149,166	5,000	144,166	2,785,828	
24		149,166	5,000	144,166	2,929,995	
25		149,166	5,000	144,166	3,074,161	
				6%		
				IRR		

ตารางค่าใช้จ่ายและรายได้ของตลาดเอื้ออารี (อ.หนองเบน จ.นครสวรรค์) ชุดที่ 2

		จำนวน	หน่วย
ค่าที่ต้องป้อนตัวเลข	ค่าแรง	45,000.00	บาท
	ค่าอุปกรณ์เสริม	53,000.00	บาท
	ค่า Inverter	82,000.00	บาท
	ค่าแผง PV	420,000.00	บาท
ผลคานวณเงินลงทุน	รวม	600,000.00	บาท
ค่าที่ต้องป้อนตัวเลข	ดอกเบี้ยเงินกู้ (i)	7.12	%
	รายได้ที่คาดว่าจะได้รับต่อปี	227,064.49	บาท
	ค่าซ่อมบำรุงรายปี	5,000.00	บาท
	ค่าซ่อมบำรุงราย 5 ปี	58,000.00	บาท
	ค่าซ่อมบำรุงราย 10 ปี	217,000.00	บาท
ผลคานวณ NPV ตลอดอายุโครงการ		2,017,754.20	บาท
ผลคานวณ IRR ตลอดอายุโครงการ		36%	



465562443

ตารางคำนวณค่าทางเศรษฐศาสตร์ของตลาดเอื้ออารี (อ.หนองเบน จ.นครสวรรค์) ชุดที่ 2

i=7.12	0.07						
ปี	เงินลงทุนเริ่มต้น (C)	รายได้ต่อปี	รายจ่าย	มูลค่าเงินได้ต่อปี (Fx)	มูลค่าการไรสุทธิ		NPV 25 ปี
0	-600,000			-	600,000		
1		227,064	5,000	222,064	222,064		2,017,754.20
2		227,064	5,000	222,064	444,129		
3		227,064	5,000	222,064	666,193	คืนทุน(โดยประมาณ)	462,634.35
4		227,064	5,000	222,064	888,258		481,139.73
5		227,064	58,000	169,064	1,057,322		499,645.10
6		227,064	5,000	222,064	1,279,387		518,150.48
7		227,064	5,000	222,064	1,501,451		536,655.85
8		227,064	5,000	222,064	1,723,516		555,161.23
9		227,064	5,000	222,064	1,945,580		573,666.60
10		227,064	217,000	10,064	1,955,645		592,171.97
11		227,064	5,000	222,064	2,177,709		610,677.35
12		227,064	5,000	222,064	2,399,774		629,182.72
13		227,064	5,000	222,064	2,621,838		647,688.10
14		227,064	5,000	222,064	2,843,903		666,193.47
15		227,064	58,000	169,064	3,012,967		
16		227,064	5,000	222,064	3,235,032		
17		227,064	5,000	222,064	3,457,096		
18		227,064	5,000	222,064	3,679,161		
19		227,064	5,000	222,064	3,901,225		
20		227,064	217,000	10,064	3,911,290		
21		227,064	5,000	222,064	4,133,354		
22		227,064	5,000	222,064	4,355,419		
23		227,064	5,000	222,064	4,577,483		
24		227,064	5,000	222,064	4,799,548		
25		227,064	5,000	222,064	5,021,612		
					36%		
				IRR			



465562443

URU :Thesis 58556780102 thesis / recv : 02102561 16:42:52 / seq : 24

ตารางคำนวณค่าทางเศรษฐศาสตร์ของสุภา โภชนา (อ.เมือง จ.กำแพงเพชร)

ปีที่	ค่าลงทุน	รวมต้นทุน	ผลประโยชน์	ผลประโยชน์สุทธิ
0	636,000.00	636,000.00	-	- 636,000.00
1	-	-	56695.27	56,695.27
2	-	-	56695.27	56,695.27
3	-	-	56695.27	56,695.27
4	-	-	56695.27	56,695.27
5	-	-	56695.27	56,695.27
6	-	-	56695.27	56,695.27
7	-	-	56695.27	56,695.27
8	-	-	56695.27	56,695.27
9	-	-	56695.27	56,695.27
10	-	-	56695.27	56,695.27
11	-	-	56695.27	56,695.27
12	-	-	56695.27	56,695.27
13	-	-	56695.27	56,695.27
14	-	-	56695.27	56,695.27
15	-	-	56695.27	56,695.27
รวม	636,000.00	-	850429	214,428.99
			rate	0.1
			NPV	(\$186,155.73)
			PBP	11.22
			IRR	4%



465562443

URU :Thesis 58556780102 thesis / rev: 02102561 16:42:52 / seq: 24

ตารางแสดงค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาอุปกรณ์

สุภา โภชนา (อ.เมือง จ.กำแพงเพชร)

วันที่ 26 เดือนกันยายน พ.ศ.2560

ที่	รายการ	ระยะเวลาในการ รับประกัน (ปี)	มูลค่าสินค้ากรณี เสียหาย ต้องเปลี่ยนใหม่	อายุการใช้งาน รวม (ปี)
1	Inverter	10	92,000	10
2	แผงโซลาร์เซลล์ชนิด Polycrystalline	25	518,000	25
3	อุปกรณ์เบ็ดเตล็ด งานไฟฟ้า ต่างๆ	5	18,500	5
4	ค่าทำความสะอาดแผงโซลาร์ เซลล์	1	3,000	1



465562443

ตารางค่าใช้จ่ายและรายได้ของสุภา โภชนา (อ.เมือง จ.กำแพงเพชร) ชุดที่ 1

		จำนวน	หน่วย
ค่าที่ต้องป้อนตัวเลข	ค่าแรง	7,500.00	บาท
	ค่าอุปกรณ์เสริม	18,500.00	บาท
	ค่า Inverter	92,000.00	บาท
	ค่าแผง PV	518,000.00	บาท
ผลคานวณเงินลงทุน	รวม	636,000.00	บาท
ค่าที่ต้องป้อนตัวเลข	ดอกเบี้ยเงินกู้ (i)	7.12	%
	รายได้ที่คาดว่าจะได้รับต่อปี	56,695.27	บาท
	ค่าซ่อมบำรุงรายปี	3,000.00	บาท
	ค่าซ่อมบำรุงราย 5 ปี	21,500.00	บาท
	ค่าซ่อมบำรุงราย 10 ปี	95,000.00	บาท
ผลคานวณ NPV ตลอดอายุโครงการ		17,621.71	บาท
ผลคานวณ IRR ตลอดอายุโครงการ		5%	



465562443

URU :Thesis 58556780102 thesis / recv : 02102561 16:42:52 / seq : 24

ตารางคำนวณค่าทางเศรษฐศาสตร์ของ สุภา โภชนา (อ.เมือง จ.กำแพงเพชร) ชุดที่ 1

i=7.12	0.07					
ปี	เงินลงทุนเริ่มต้น (C)	รายได้ต่อปี	รายจ่าย	มูลค่าเงินได้ต่อปี (Fx)	มูลค่าการสุทธิ	NPV 25 ปี
0	-636,000			-	636,000	
1		56,695	3,000	53,695	53,695	17,621.71
2		56,695	3,000	53,695	107,391	
3		56,695	3,000	53,695	161,086	592,013
4		56,695	3,000	53,695	214,781	596,488
5		56,695	21,500	35,195	249,976	600,962
6		56,695	3,000	53,695	303,672	605,437
7		56,695	3,000	53,695	357,367	609,912
8		56,695	3,000	53,695	411,062	614,386
9		56,695	3,000	53,695	464,757	618,861
10		56,695	95,000	38,305	426,453	623,335
11		56,695	3,000	53,695	480,148	627,810
12		56,695	3,000	53,695	533,843	632,285
13		56,695	3,000	53,695	587,539	636,759
14		56,695	3,000	53,695	641,234 <small>เงินทุน(โดยประมาณ)</small>	641,234
15		56,695	21,500	35,195	676,429	
16		56,695	3,000	53,695	730,124	
17		56,695	3,000	53,695	783,820	
18		56,695	3,000	53,695	837,515	
19		56,695	3,000	53,695	891,210	
20		56,695	95,000	38,305	852,905	
21		56,695	3,000	53,695	906,601	
22		56,695	3,000	53,695	960,296	
23		56,695	3,000	53,695	1,013,991	
24		56,695	3,000	53,695	1,067,686	
25		56,695	3,000	53,695	1,121,382	
				5%		
				IRR		



465562443

URU :Thesis 58556780102 thesis / recv : 02102561 16:42:52 / seq : 24

ตารางค่าใช้จ่ายและรายได้ของสุภา โภชนา (อ.เมือง จ.กำแพงเพชร) ชุดที่ 2

		จำนวน	หน่วย
ค่าที่ต้องป้อนตัวเลข	ค่าแรง	45,000.00	บาท
	ค่าอุปกรณ์เสริม	53,000.00	บาท
	ค่า Inverter	82,000.00	บาท
	ค่าแผง PV	420,000.00	บาท
ผลคานวณเงินลงทุน	รวม	600,000.00	บาท
ค่าที่ต้องป้อนตัวเลข	ดอกเบี้ยเงินกู้ (i)	7.12	%
	รายได้ที่คาดว่าจะได้รับต่อปี	227,064.49	บาท
	ค่าซ่อมบำรุงรายปี	5,000.00	บาท
	ค่าซ่อมบำรุงราย 5 ปี	58,000.00	บาท
	ค่าซ่อมบำรุงราย 10 ปี	217,000.00	บาท
	ผลคานวณ NPV ตลอดอายุโครงการ	2,017,754.20	บาท
	ผลคานวณ IRR ตลอดอายุโครงการ	36%	



465562443

ตารางคำนวณค่าทางเศรษฐศาสตร์ของ สุภา โภชนา (อ.เมือง จ.กำแพงเพชร) ชุดที่ 2

i=7.12	0.07						
ปี	เงินลงทุนเริ่มต้น (C)	รายได้ต่อปี	รายจ่าย	มูลค่าเงินได้ต่อปี (Fx)	มูลค่าการโรสุทธิ		NPV 25 ปี
0	-600,000			600,000			
1		227,064	5,000	222,064	222,064		2,017,754.20
2		227,064	5,000	222,064	444,129		
3		227,064	5,000	222,064	666,193	คืนทุน(โดยประมาณ)	462,634.35
4		227,064	5,000	222,064	888,258		481,139.73
5		227,064	58,000	169,064	1,057,322		499,645.10
6		227,064	5,000	222,064	1,279,387		518,150.48
7		227,064	5,000	222,064	1,501,451		536,655.85
8		227,064	5,000	222,064	1,723,516		555,161.23
9		227,064	5,000	222,064	1,945,580		573,666.60
10		227,064	217,000	10,064	1,955,645		592,171.97
11		227,064	5,000	222,064	2,177,709		610,677.35
12		227,064	5,000	222,064	2,399,774		629,182.72
13		227,064	5,000	222,064	2,621,838		647,688.10
14		227,064	5,000	222,064	2,843,903		666,193.47
15		227,064	58,000	169,064	3,012,967		
16		227,064	5,000	222,064	3,235,032		
17		227,064	5,000	222,064	3,457,096		
18		227,064	5,000	222,064	3,679,161		
19		227,064	5,000	222,064	3,901,225		
20		227,064	217,000	10,064	3,911,290		
21		227,064	5,000	222,064	4,133,354		
22		227,064	5,000	222,064	4,355,419		
23		227,064	5,000	222,064	4,577,483		
24		227,064	5,000	222,064	4,799,548		
25		227,064	5,000	222,064	5,021,612		
				IRR	36%		

ตารางคำนวณค่าทางเศรษฐศาสตร์ของบริษัท โขล่า เอนเนอยี ซัพพลาย (อ.เมือง จ.นครสวรรค์)

ปีที่	ค่าลงทุน	รวมต้นทุน	ผลประโยชน์	ผลประโยชน์สุทธิ
0	318,000.00	318,000.00	-	- 318,000.00
1	-	-	34262.82	34,262.82
2	-	-	34262.82	34,262.82
3	-	-	34262.82	34,262.82
4	-	-	34262.82	34,262.82
5	-	-	34262.82	34,262.82
6	-	-	34262.82	34,262.82
7	-	-	34262.82	34,262.82
8	-	-	34262.82	34,262.82
9	-	-	34262.82	34,262.82
10	-	-	34262.82	34,262.82
11	-	-	34262.82	34,262.82
12	-	-	34262.82	34,262.82
13	-	-	34262.82	34,262.82
14	-	-	34262.82	34,262.82
15	-	-	34262.82	34,262.82
รวม	318,000.00	-	513942.2325	195,942.23
			rate	0.1
			NPV	(\$52,176.64)
			PBP	9.28
			IRR	7%

ตารางแสดงค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาอุปกรณ์
บริษัท โซล่า เอนเนอจี ซัพพลาย (อ.เมือง จ.นครสวรรค์)
วันที่ 26 เดือนกันยายน พ.ศ.2560

ที่	รายการ	ระยะเวลาในการ รับประกัน (ปี)	มูลค่าสินค้ากรณี เสียหาย ต้องเปลี่ยนใหม่	อายุการใช้งาน รวม (ปี)
1	Inverter	10	62,000	10
2	แผงโซล่าเซลล์ชนิด Polycrystalline	25	240,000	25
3	อุปกรณ์เบ็ดเตล็ด งานไฟฟ้า ต่างๆ	5	10,000	5
4	ค่าทำความสะอาดแผงโซล่า เซลล์	1	2,000	1

ตารางค่าใช้จ่ายและรายได้ของบริษัท โซล่า เอนเนอยี ซัพพลาย (อ.เมือง จ.นครสวรรค์) ชุดที่ 1

		จำนวน	หน่วย
ค่าที่ต้องป้อนตัวเลข	ค่าแรง	6,000.00	บาท
	ค่าอุปกรณ์เสริม	10,000.00	บาท
	ค่า Inverter	62,000.00	บาท
	ค่าแผง PV	240,000.00	บาท
ผลคานวณเงินลงทุน	รวม	318,000.00	บาท
ค่าที่ต้องป้อนตัวเลข	ดอกเบี้ยเงินกู้ (i)	7.12	%
	รายได้ที่คาดว่าจะได้รับต่อปี	34,262.82	บาท
	ค่าซ่อมบำรุงรายปี	2,000.00	บาท
	ค่าซ่อมบำรุงราย 5 ปี	12,000.00	บาท
	ค่าซ่อมบำรุงราย 10 ปี	74,000.00	บาท
ผลคานวณ NPV ตลอดอายุโครงการ		77,005.14	บาท
ผลคานวณ IRR ตลอดอายุโครงการ		7%	

ตารางคำนวณค่าทางเศรษฐศาสตร์ของ บริษัท โชล่า เอนเนอยี ซัพพลาย (อ.เมือง จ.นครสวรรค์) ชุด
ที่ 1

ปี	เงินลงทุนเริ่มต้น (C)	รายได้ต่อปี	รายจ่าย	มูลค่าเงินได้ต่อปี (Fx)	มูลค่าการไถ่สุทธิ	NPV 25 ปี
0	-318000			-	318,000	
1		34,263	2,000	32,263	32,263	77,005.14
2		34,263	2,000	32,263	64,526	
3		34,263	2,000	32,263	96,788	307,842
4		34,263	2,000	32,263	129,051	310,531
5		34,263	12,000	22,263	151,314	313,220
6		34,263	2,000	32,263	183,577	315,908
7		34,263	2,000	32,263	215,840	318,597
8		34,263	2,000	32,263	248,103	321,285
9		34,263	2,000	32,263	280,365	323,974
10		34,263	74,000	39,737	240,628	326,662
11		34,263	2,000	32,263	272,891	329,351
12		34,263	2,000	32,263	305,154	332,040
13		34,263	2,000	32,263	337,417	334,728
14		34,263	2,000	32,263	369,679	337,417
15		34,263	12,000	22,263	391,942	
16		34,263	2,000	32,263	424,205	
17		34,263	2,000	32,263	456,468	
18		34,263	2,000	32,263	488,731	
19		34,263	2,000	32,263	520,994	
20		34,263	74,000	39,737	481,256	
21		34,263	2,000	32,263	513,519	
22		34,263	2,000	32,263	545,782	
23		34,263	2,000	32,263	578,045	
24		34,263	2,000	32,263	610,308	
25		34,263	2,000	32,263	642,571	
				IRR	7%	



465562443

URU :Thesis 58556780102 thesis / recv : 02102561 16:42:52 / seq: 24

ตารางค่าใช้จ่ายและรายได้ของ บริษัท โขล่า เอนเนอยี ซัพพลาย (อ.เมือง จ.นครสวรรค์) ชุดที่ 2

		จำนวน	หน่วย
ค่าที่ต้องป้อนตัวเลข	ค่าแรง	6,000.00	บาท
	ค่าอุปกรณ์เสริม	10,000.00	บาท
	ค่า Inverter	60,000.00	บาท
	ค่าแผง PV	100,000.00	บาท
ผลคานวนเงินลงทุน	รวม	176,000.00	บาท
ค่าที่ต้องป้อนตัวเลข	ดอกเบี้ยเงินกู้ (i)	7.12	%
	รายได้ที่คาดว่าจะได้รับต่อปี	52,155.62	บาท
	ค่าซ่อมบำรุงรายปี	2,000.00	บาท
	ค่าซ่อมบำรุงราย 5 ปี	12,000.00	บาท
	ค่าซ่อมบำรุงราย 10 ปี	74,000.00	บาท
ผลคานวน NPV ตลอดอายุโครงการ		425,285.53	บาท
ผลคานวน IRR ตลอดอายุโครงการ		27%	



465562443

ตารางคำนวณค่าทางเศรษฐศาสตร์ของ บริษัท โชล่า เอนเนอยี ซัพพลาย (อ.เมือง จ.นครสวรรค์) ชุด
ที่ 2

ปี	เงินลงทุนเริ่มต้น (C)	รายได้ต่อปี	รายจ่าย	มูลค่าเงินได้ต่อปี (Fx)	มูลค่าภาษีสุทธิ		NPV 25 ปี
0	176,000.00			176,000			
1		52,156	2,000	50,156	50,156		425,285.53
2		52,156	2,000	50,156	100,311		
3		52,156	2,000	50,156	150,467		154,646.50
4		52,156	2,000	50,156	200,622	คืนทุน(โดยประมาณ)	158,826.13
5		52,156	12,000	40,156	240,778		163,005.77
6		52,156	2,000	50,156	290,934		167,185.40
7		52,156	2,000	50,156	341,089		171,365.04
8		52,156	2,000	50,156	391,245		175,544.67
9		52,156	2,000	50,156	441,401		179,724.31
10		52,156	74,000	21,844	419,556		183,903.94
11		52,156	2,000	50,156	469,712		188,083.58
12		52,156	2,000	50,156	519,867		192,263.21
13		52,156	2,000	50,156	570,023		196,442.85
14		52,156	2,000	50,156	620,179		200,622.48
15		52,156	12,000	40,156	660,334		
16		52,156	2,000	50,156	710,490		
17		52,156	2,000	50,156	760,646		
18		52,156	2,000	50,156	810,801		
19		52,156	2,000	50,156	860,957		
20		52,156	74,000	21,844	839,112		
21		52,156	2,000	50,156	889,268		
22		52,156	2,000	50,156	939,424		
23		52,156	2,000	50,156	989,579		
24		52,156	2,000	50,156	1,039,735		
25		52,156	2,000	50,156	1,089,891		
				27%			
				IRR			



465562443

URU :Thesis 58556780102 thesis / recv : 02102561 16:42:52 / seq: 24

แผงเซลล์แสงอาทิตย์มาตรฐานเยอรมัน

Schutten^{solar}
blue sky . green life

STP6-XXX/72 Series
STP6-330W, STP6-320W, STP6-315W,
STP6-310W, STP6-300W

Strengths

- Tolerance 0~+5
- Plug&Play Connectors
- Salt Mist And Ammonia Resistance Test
- High transmission, low Iron Tempered Glass
- Bypass Diodes Protection

Warranty

- Manufacturing 12 Years
- Power Production 90%:10years 80%:25years

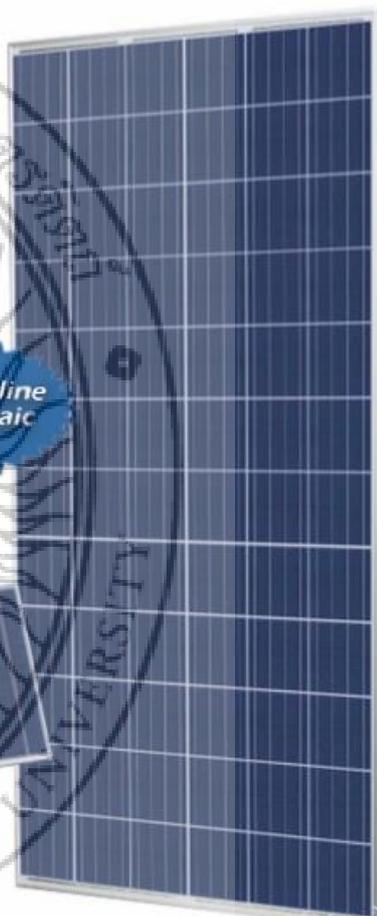
Insurance

- Insured By CHUBB

Certificates



Polycrystalline photovoltaic Module



www.schutten-solar.com
ADD(Quanjiao Factory):WeisanRoad, Quanjiao Economy and Development Area Chuzhou, Anhui, China
ADD(Thailand Factory):41/9 Moo.8 T.Bowin, A.Sriracha, Chonburi, Thailand 20230



465562443
 URU :Thesis 58556780102 thesis / recv : 02102561 16:42:52 / seq : 24

แผงเซลล์แสงอาทิตย์มาตรฐานเยอรมัน

STP6-XXX/72 Series

STP6-330W, STP6-320W, STP6-315W, STP6-310W, STP6-300W



Electrical Characteristics

Module Type	Unit	STP6-330/72	STP6-320/72	STP6-315/72	STP6-310/72	STP6-300/72
Rated Power at STC (Pmp)	W	330	320	315	310	300
Power Tolerance	W (0. +5)	(0. +5)	(0. +5)	(0. +5)	(0. +5)	(0. +5)
Power Maximum at STC	W	330	320	315	310	300
Cell Efficiency (%)	%	18.9-19.2	18.3-18.6	18.0-18.3	17.7-18.0	17.1-17.4
Minimum Module Efficiency (%)	%	17.0-17.3	16.5-16.8	16.3-16.5	16.0-16.3	15.5-15.8
Open Circuit Voltage (Voc)	V	46.94	45.62	45.25	46.19	45.17
Short Circuit Current (Isc)	A	9.25	8.95	8.95	8.84	8.74
Maximum Power Voltage (Vmp)	V	38.16	37.85	37.68	37.95	36.72
Maximum Power Current (Imp)	A	8.65	8.36	8.36	8.26	8.17
Maximum System Voltage	V	1000 (UL1601, 600VDC)				
Maximum Series Fuse Rating	A	15				

STC: Irradiance 1000W/m², module temperature 25°C, AM=1.5

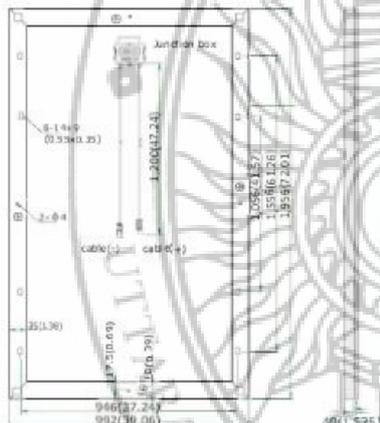
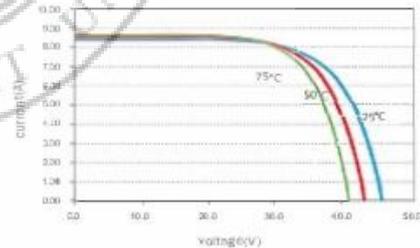
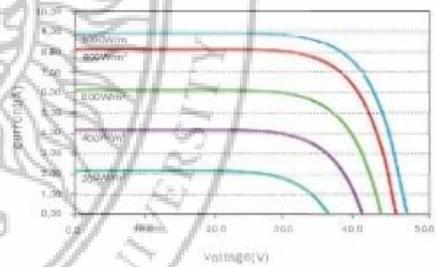
Temperature Characteristics

Pmax Temperature Coefficient	%/°C	-0.41
Voc Temperature Coefficient	%/°C	+0.32
Isc Temperature Coefficient	%/°C	+0.04
Operating Temperature	°C	-40 ~ +85
Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	°C	45±2

Mechanical Specifications

External Dimensions	1956 × 992 × 40 mm
Weight	19.5kg
Solar Cells	Polycrystalline 156 × 156mm (72pcs)
Front Glass	3.2 mm tempered glass, low iron
Frame	Anodized/ Electrophoretic aluminum alloy
Junction Box	IP67
Output Cables	4.0 mm ² , symmetrical lengths 1200mm
Connector	MCA Compatible
Maximum Snow Load	550kg/m ²
Maximum Wind Load	200km/h
Hailstone Impact Test	80km/h for 25mm ice ball

Current-Voltage & Power-Voltage Curve (STP6-315/72)



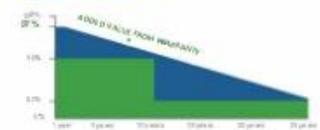
- All Dimensions in mm (inch)
- The above drawing is a graphical representation of the product. For engineering quality drawing please contact SCHUTTEN

blue sky . green life



Schutten Solar
http://www.schutten-solar.com

Temperature dependence of Isc Voc and Pmax
Irradiance dependence of Isc Voc and Pmax
(cell temperature: 25°C)



อินเวอร์เตอร์มาตรฐานเยอรมัน

SUNNY TRIPOWER 5000TL - 12000TL





NEW - available as
10 kVA and 12 kVA versions

Economical

- Maximum efficiency of 98.3 %
- Shade management with OptiTrac Global Peak
- Active temperature management with OptiCool

Flexible

- DC input voltage of up to 1,000 V
- Integrated grid management functions
- Reactive power supply
- Module-tailored system design with Optiflex

Communicative

- SMA Webconnect
- Sunny Portal communication
- Bluetooth® communication
- Simple Country configuration
- Multifunction relay comes standard

Easy-to-Use

- Three-phase feed-in
- Cable connection without tools
- SUNCLIX DC plug-in system
- Integrated ESS (Electronic Solar Switch)
- Easy wall mounting

SUNNY TRIPOWER 5000TL - 12000TL

The Three-Phase Inverter - Not Only for Your Home...

...but also perfectly suited to the design of the traditional residential PV system up to the higher power outage range. After all, with the addition of the new 10 kVA and 12 kVA versions to the portfolio, the Sunny Tripower product range covers a broad spectrum of applications. Users benefit from numerous tried-and-tested product features. Highly flexible with its proven Optiflex technology and asymmetrical multistring, it delivers maximum yields with a top efficiency rating and OptiTrac Global Peak. In addition to Bluetooth communication, it also comes standard with a direct Sunny Portal connection via SMA Webconnect. Other standard features include integrated grid management functions, reactive power supply and suitability for operation with a 30 mA RCD. In summary, when it comes to system design in the 5 to 12 kW power classes, the Sunny Tripower is the optimum product solution - for applications ranging from use in your own home and larger PV rooftop systems to implementation of smaller-scale PV farms.



465562443

URU iThesis 58556780102 thesis / recv : 02102561 16:42:52 / seq : 24

อินเวอร์เตอร์มาตรฐานเยอรมัน

SUNNY TRIPOWER
5000TL / 6000TL / 7000TL / 8000TL / 9000TL / 10000TL / 12000TL

Technical Data	Sunny Tripower 5000TL	Sunny Tripower 6000TL
Input (DC)		
Max. DC power (@cos φ = 1)	5100 W	6125 W
Max. input voltage	1000 V	1000 V
MPP voltage range / rated input voltage	245 V ... 800 V/580 V	295 V ... 800 V/580 V
Min. input voltage / start input voltage	150 V / 188 V	150 V / 188 V
Max. input current input A / input B	11 A / 10 A	11 A / 10 A
Max. input current per string input A / input B	11 A / 10 A	11 A / 10 A
Number of independent MPP inputs / strings per MPP input	2 / A; 2; B; 2	2 / A; 2; B; 2
Output (AC)		
Rated power (@ 230 V, 50 Hz)	5000 W	6000 W
Max. AC apparent power	5000 VA	6000 VA
Nominal AC voltage	3 / N / PE; 220 / 380 V 3 / N / PE; 230 / 400 V 3 / N / PE; 240 / 415 V	3 / N / PE; 220 / 380 V 3 / N / PE; 230 / 400 V 3 / N / PE; 240 / 415 V
Nominal AC voltage range	160 ... 280 V	160 V ... 280 V
AC grid frequency / range	50 Hz, 60 Hz / -5 Hz ... +5 Hz	50 Hz, 60 Hz / -5 Hz ... +5 Hz
Rated power frequency / rated grid voltage	50 Hz / 230 V	50 Hz / 230 V
Max. output current	7.3 A	8.7 A
Power factor at rated power	1	1
Adjustable displacement power factor	0.8 overexcited ... 0.8 underexcited	0.8 overexcited ... 0.8 underexcited
Feed-in phases / connection phases	3 / 3	3 / 3
Efficiency		
Max. efficiency / European efficiency	98 % / 97.1 %	98 % / 97.4 %
Protective devices		
DC disconnect device	•	•
Ground fault monitoring / grid monitoring	• / •	• / •
DC reverse polarity protection / AC short-circuit current capability / galvanically isolated	• / • / -	• / • / -
All-pole sensitive residual-current monitoring unit	•	•
Protection class (according to IEC 62103) / overvoltage category (according to IEC 60664-1)	I / III	I / III
General data		
Dimensions (W / H / D)	470 / 730 / 240 mm (18.5 / 28.7 / 9.5 inch)	470 / 730 / 240 mm (18.5 / 28.7 / 9.5 inch)
Weight	37 kg (81.6 lb)	37 kg (81.6 lb)
Operating temperature range	-25 °C ... +60 °C (-13 °F ... +140 °F)	-25 °C ... +60 °C (-13 °F ... +140 °F)
Noise emission (typical)	40 dB(A)	40 dB(A)
Self-consumption (at night)	1 W	1 W
Topology / cooling concept	Transformerless / Opticool	Transformerless / Opticool
Degree of protection (according to IEC 60529)	IP65	IP65
Climatic category (according to IEC 60721-3-4)	4K4H	4K4H
Maximum permissible value for relative humidity (non-condensing)	100 %	100 %
Features		
DC connection / AC connection	SUNCLIX / spring-cage terminal	SUNCLIX / spring-cage terminal
Display	Graphic	Graphic
Interface: RS485, Bluetooth, Speedwire / Webconnect	○ / ● / ●	○ / ● / ●
Multifunction relay / Power Control Module	● / ○	● / ○
Guarantee: 5 / 10 / 15 / 20 / 25 years	● / ○ / ○ / ○ / ○	● / ○ / ○ / ○ / ○
Certificates and permits (more available on request)	AS 4777, CE, CEI 0-21, C10/11:2012, DIN EN 62109-1, EN 50438, G59/3, G83/2, IEC 61727/MEA, IEC 61727/PEA, IEC 62109-2, NEN EN 50438, NRS 097-2.1, PPC, PPDS, RD 661/2007, RD 1699:2011, SI 4777, UTE C15-712-1, VDE0126-1-1, VDE AR-N 4105, VFR 2013, VFR 2014	
Type designation	STP 5000TL-20	STP 6000TL-20



465562443

TRU iThesis 58556780102 thesis / recv: 02102561 16:42:52 / seq: 24

อินเวอร์เตอร์มาตรฐานเยอรมัน

Sunny Tripower 7000TL	Sunny Tripower 8000TL	Sunny Tripower 9000TL
7175 W 1000 V 290 V L, 800 V / 580 V 150 V / 188 V 15 A / 10 A 15 A / 10 A 2 / A:2; B:2	8200 W 1000 V 330 V L, 800 V / 580 V 150 V / 188 V 15 A / 10 A 15 A / 10 A 2 / A:2; B:2	9225 W 1000 V 370 V L, 800 V / 580 V 150 V / 188 V 15 A / 10 A 15 A / 10 A 2 / A:2; B:2
7000 W 7000 VA 3 / N / PE: 220 / 380 V 3 / N / PE: 230 / 400 V 3 / N / PE: 240 / 415 V 160 V ... 280 V 50 Hz, 60 Hz / -5 Hz ... +5 Hz 50 Hz / 230 V 10,2 A 1 0.8 overexcited ... 0.8 underexcited 3 / 3	8000 W 8000 VA 3 / N / PE: 220 / 380 V 3 / N / PE: 230 / 400 V 3 / N / PE: 240 / 415 V 160 V ... 280 V 50 Hz, 60 Hz / -5 Hz ... +5 Hz 50 Hz / 230 V 11,6 A 1 0.8 overexcited ... 0.8 underexcited 3 / 3	9000 W 9000 VA 3 / N / PE: 220 / 380 V 3 / N / PE: 230 / 400 V 3 / N / PE: 240 / 415 V 160 V ... 280 V 50 Hz, 60 Hz / -5 Hz ... +5 Hz 50 Hz / 230 V 13,1 A 1 0.8 overexcited ... 0.8 underexcited 3 / 3
98 % / 97.5 % ● / ● ● / ● / - ● I / III	98 % / 97.6 % ● / ● ● / ● / - ● I / III	98 % / 97.6 % ● / ● ● / ● / - ● I / III
470 / 730 / 240 mm (18.5 / 28.7 / 9.5 inch) 37 kg (81.6 lb) -25 °C ... +60 °C (-13 °F ... +140 °F) 40 dB(A) 1 W Transformerless / Opticool	470 / 730 / 240 mm (18.5 / 28.7 / 9.5 inch) 37 kg (81.6 lb) -25 °C ... +60 °C (-13 °F ... +140 °F) 40 dB(A) 1 W Transformerless / Opticool	470 / 730 / 240 mm (18.5 / 28.7 / 9.5 inch) 37 kg (81.6 lb) -25 °C ... +60 °C (-13 °F ... +140 °F) 40 dB(A) 1 W Transformerless / Opticool
SUNCLIX / spring-cage terminal Graphic ○ / ● / ● ● / ○ ● / ○ / ○ / ○ / ○	SUNCLIX / spring-cage terminal Graphic ○ / ● / ● ● / ○ ● / ○ / ○ / ○ / ○	SUNCLIX / spring-cage terminal Graphic ○ / ● / ● ● / ○ ● / ○ / ○ / ○ / ○
AS 4777, CE, CEI 0211, C10/11:2012, DIN EN 62109-1, EN 504381, G59/3, G83/2, IEC 61727/MEA, IEC 61727/PEA, IEC 62109-2, NEN EN 50438, NRS 0972-1, PPC, PFDS, RD 661/2007, RD 1699:2011, SI 4777, UTE C15-712-1, VDE0126-1-1, VDE ARN 4105, VFR 2013, VFR 2014	AS 4777, CE, CEI 0211, C10/11:2012, DIN EN 62109-1, EN 504381, G59/3, G83/2, IEC 61727/MEA, IEC 61727/PEA, IEC 62109-2, NEN EN 50438, NRS 0972-1, PPC, PFDS, RD 661/2007, RD 1699:2011, SI 4777, UTE C15-712-1, VDE0126-1-1, VDE ARN 4105, VFR 2013, VFR 2014	AS 4777, CE, CEI 0211, C10/11:2012, DIN EN 62109-1, EN 504381, G59/3, G83/2, IEC 61727/MEA, IEC 61727/PEA, IEC 62109-2, NEN EN 50438, NRS 0972-1, PPC, PFDS, RD 661/2007, RD 1699:2011, SI 4777, UTE C15-712-1, VDE0126-1-1, VDE ARN 4105, VFR 2013, VFR 2014
STP 7000TL-20	STP 8000TL-20	STP 9000TL-20

465562443
 URU iThesis 58556780102 thesis / recv: 02102561 16:42:52 / seq: 24

อินเวอร์เตอร์มาตรฐานเยอรมัน

Efficiency curve SUNNY TRIPOWER 12000TL

Efficiency [%]

Output power / Rated power V_{nom} [V]

--- E_{In} (U_{in} = 440 V)
--- E_{In} (U_{in} = 580 V)
--- E_{In} (U_{in} = 800 V)

Accessories

Power Control Module PWCBRD-10
 RS485 interface 485BRD-10

Does not apply to all national appendices of EN 50438
 Only STP 9000TL-20
 Only with external INS protection
 AS 4777; S14777 available as of September 1, 2014
 Available as of October 2014

● Standard feature ○ Optional feature — Not available
 Last updated: August 2014
 Data at nominal conditions

Sunny Tripower 10000TL	Sunny Tripower 12000TL
10250 W	12275 W
1000 V	1000 V
370 V L, 800 V / 580 V	440 V L, 800 V / 580 V
150 V / 188 V	150 V / 188 V
18 A / 10 A	18 A / 10 A
18 A / 10 A	18 A / 10 A
2 / A-2; B-2	2 / A-2; B-2
10000 W	12000 W
10000 VA	12000 VA
3 / N / PE; 220 / 380 V	3 / N / PE; 220 / 380 V
3 / N / PE; 230 / 400 V	3 / N / PE; 230 / 400 V
3 / N / PE; 240 / 415 V	3 / N / PE; 240 / 415 V
160 V ... 280 V	160 V ... 280 V
50 Hz, 60 Hz / -5 Hz ... +5 Hz	50 Hz, 60 Hz / -5 Hz ... +5 Hz
50 Hz / 230 V	50 Hz / 230 V
14.5 A	17.4 A
1	1
0.8 overexcited ... 0.8 underexcited	0.8 overexcited ... 0.8 underexcited
3 / 3	3 / 3
98 % / 97.6 %	98.3 % / 97.9 %
● / ● / ●	● / ● / ●
● / ● / -	● / ● / -
●	●
1 / III	1 / III
470 / 730 / 240 mm (18.5 / 28.7 / 9.5 inches)	470 / 730 / 240 mm (18.5 / 28.7 / 9.5 inches)
37 kg (81.6 lbs)	38 kg / 84 lbs
-25°C ... +60 °C (13 °F ... +140 °F)	-25°C ... +60 °C (13 °F ... +140 °F)
40 dB(A)	40 dB(A)
1 W	1 W
Transformerless / Optocool	Transformerless / Optocool
IP65	IP65
4K4H	4K4H
100 %	100 %
SUNCLIX / spring-cage terminal	SUNCLIX / spring-cage terminal
Graphic	Graphic
○ / ● / ●	○ / ● / ●
● / ○	● / ○
● / ○ / ○ / ○ / ○	● / ○ / ○ / ○ / ○
AS 4777; CE, CEM 021; C10/11:2012, DIN EN 62109-1, EN 50438; G59/3, G83/2, IEC 61727/MEA; IEC 61727/PEA; IEC 62109-2, NEN EN 50438, NRS 0972-1, PPC, PFDs, RD 661/2007, RD 1699/2011, SI 4777; UTE C15-712-1, VDE0126-1-1, VDE ARN 4105, VFR 2013, VFR 2014	AS 4777; CE, CEM 021; C10/11:2012, DIN EN 62109-1, EN 50438; G59/3, G83/2, IEC 61727/MEA; IEC 61727/PEA; IEC 62109-2, NEN EN 50438, NRS 0972-1, PPC, PFDs, RD 661/2007, RD 1699/2011, SI 4777; UTE C15-712-1, VDE0126-1-1, VDE ARN 4105, VFR 2013, VFR 2014
STP 10000TL-20	STP 12000TL-20

465562443

URU iThesis 58556780102 thesis / recv: 02102561 16:42:52 / seq: 24

แผงเซลล์แสงอาทิตย์มาตรฐานจีน

www.jinkosolar.com



JKM315P-72
295-315 Watt
POLY CRYSTALLINE MODULE

Positive power tolerance of 0/+3%

ISO9001:2008, ISO14001:2004, OHSAS18001 certified factory.
IEC61215, IEC61730, IEC61701, IEC62716 certified products

(Australia & NZ Market Use Only)

KEY FEATURES



High Efficiency:

High module conversion efficiency (up to 16.23%), through innovative manufacturing technology.



Low-light Performance:

Advanced glass and solar cell surface texturing allow for excellent performance in low-light environments.



Severe Weather Resilience:

Certified to withstand wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).

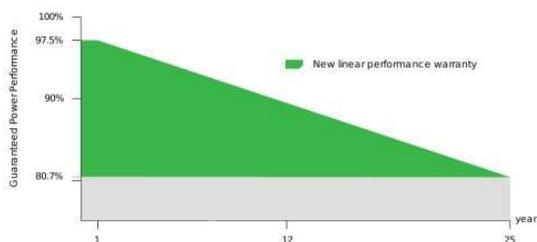


Durability against extreme environmental conditions:

High salt mist and ammonia resistance certified by TUV NORD.

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

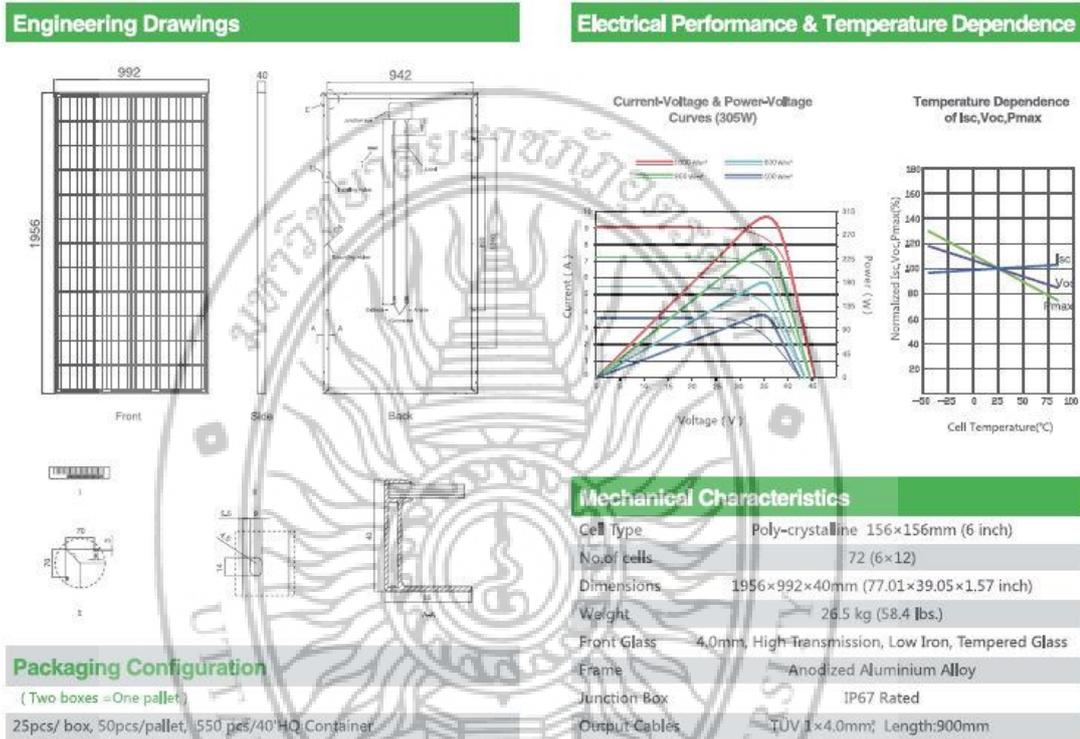
10 Year Product Warranty • 25 Year Linear Power Warranty



465562443

URU iThesis 58556780102 thesis / rev: 02102561 16:42:52 / seq: 24

แผงเซลล์แสงอาทิตย์มาตรฐานจีน



แผงเซลล์แสงอาทิตย์มาตรฐานจีน

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM295M		JKM300M		JKM305M		JKM310M		JKM315M	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	295Wp	218Wp	300Wp	222Wp	305Wp	226Wp	310Wp	230Wp	315Wp	234Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	36.8V	34.8V	37.0V	35.1V	37.2V	35.3V	37.4V	35.5V	37.6V	35.8V
Maximum Power Current (Imp)	8.02A	6.26A	8.11A	6.32A	8.20A	6.39A	8.29A	6.47A	8.38A	6.54A
Open-circuit Voltage (Voc)	45.3V	42.5V	45.5V	42.8V	45.7V	43.2V	45.9V	43.5V	46.1V	43.9V
Short-circuit Current (Isc)	8.55A	6.90A	8.64A	6.96A	8.72A	7.01A	8.80A	7.06A	8.87A	7.10A
Module Efficiency STC (%)	15.20%		15.46%		15.72%		15.98%		16.23%	
Operating Temperature(°C)	-40°C--+85°C									
Maximum system voltage	1000VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	15A									
Power tolerance	0--+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.40%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.29%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.05%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									

STC:  Irradiance 1000W/m²  Cell Temperature 25°C  AM=1.5

NOCT:  Irradiance 800W/m²  Ambient Temperature 20°C  AM=1.5  Wind Speed 1m/s

* Power measurement tolerance: ± 3%

The company reserves the final right for explanation on any of the information presented hereby. EN-MKT-315M_v2.0_rev2014

อินเวอร์เตอร์มาตรฐานจีน



Photon Test

GOLDEN PINE DESIGN AWARD

DT Series (Dual-MPPT, Three-Phase)

GoodWe DT series inverter adopts cutting-edge technology in photovoltaic fields. Higher conversion efficiency and lower energy losses are guaranteed to maximize customer satisfaction. With its reliable power grid support management and high protective class, the DT series is compatible with different types of branded solar panels and is also ideal for commercial rooftop systems. This safe and reliable series is the first choice for residential, commercial installations and power plants.

- Maximum Efficiency up to 98.5%
- DC switch
- Super large 5-inch LCD
- European Efficiency up to 98.1%
- IP65 dust-proof and water-proof rating
- 30% lighter than similar products
- MPPT Efficiency up to 99.9%
- 45 °C full-load output
- Multiple monitoring and communication

อินเวอร์เตอร์มาตรฐานจีน

Technical Data GW09K-DT GW10K-DT GW12K-DT GW15K-DT GW17K-DT GW20K-DT GW25K-DT

DC Input Data	GW09K-DT	GW10K-DT	GW12K-DT	GW15K-DT	GW17K-DT	GW20K-DT	GW25K-DT
Max. allowed PV Power [W]	11700	13000	15600	19500	22100	26000	32500
Nominal DC Power [W]	9200	10200	12300	15400	17500	20500	25800
Max. DC voltage [V]	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
MPPT voltage range [V]	260-850	260-850	260-850	260-850	260-850	260-850	260-850
Starting voltage [V]	250	250	250	250	250	250	250
Max. DC current [A]	22/11	22/11	22/11	22/22	22/22	22/22	27/27
No. of DC connectors	3	3	3	4	4	4	6
No. of MPPTs	2	2	2	2 (can parallel)	2 (can parallel)	2 (can parallel)	2 (can parallel)
DC connector	MC4/Phoenix/Amphenol						
AC Output Data							
Nominal AC power [W]	9000	10000	12000	15000	17000	20000	25000
Max. AC power [W]	9000	10000	12000	15000	17000	20000	25000
Max. AC current [A]	15	17	19	25	25	30	37
Nominal AC output	50/60Hz; 400Vac						
AC output range	45-55Hz/55-65Hz; 310-480Vac						
THDi	<1.5%						
Power factor	0.8 leading-0.8 lagging						
Grid connection	3W/N/PE						
Efficiency							
Max. efficiency	98.0%	98.0%	98.0%	98.2%	98.2%	98.4%	98.4%
Euro efficiency	>97.7%	>97.7%	>97.7%	>97.7%	>97.7%	>98.1%	>98.1%
MPPT adaptation efficiency	99.9%	99.9%	99.9%	99.9%	99.9%	99.9%	99.9%
Protection							
Residual current monitoring unit	Integrated						
Anti-islanding protection	Integrated						
DC switch	Integrated (optional)						
AC over current protection	Integrated						
Insulation monitoring	Integrated						
Certifications & Standards							
Grid regulation	VDE0126-1-1, G83/2, ERDF-NOI-RES_13E	VDE-AR-N 4105, AS4777.2/3, VDE0126-1-1, MEA&PEA-G59/3, NRS097-2-1, IEC61727, EN50438 ERDF-NOI-RES_13E	VDE-AR-N4105, AS4777.2/3, IEC61727, VDE0126-1-1, EN50438, NRS097-2-1, G59/3, ERDF-NOI-RES_13E;			AS4777.2/3, VDE-AR-N 4105, VDE0126-1-1, MEA&PEA, G59/3, NRS097-2-1, IEC61727, EN50438 ERDF-NOI-RES_13E	VDE-AR-N 4105, IEC61727, VDE0126-1-1, EN50438, G59/3;
Safety	IEC62109-1&-2, AS3100						
EMC	EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-3, EN 61000-6-4, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12						
General Data							
Dimensions (WxHxD) [mm]	516*650*203						
Weight [kg]							40
Mounting	Wall bracket						
Ambient temperature range	-25~60°C (>45°C derating)						
Relative humidity	0~95%						
Max. operating altitude	4000m(> 3000m derating)						
Protection degree	IP65						
Topology	Transformerless						
Night power consumption [W]	<1						
Cooling	Fan cooling						
Noise emission [dB]	<45						
Display	5.0" LCD						
Communication	USB2.0; RS485 or WiFi						
Standard warranty [years]	5/10/15/20/25 (optional)						

465562443

URU iThesis 58556780102 thesis / recv: 02102561 16:42:52 / seq: 24



ประวัติย่อผู้วิจัย



465562443

URU :Thesis 58556780102 thesis / recv : 02102561 16:42:52 / seq : 24

