

**การศึกษาการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาอาคารจอดรถใน
โรงพยาบาล**

**A STUDY ON THE INSTALLATION OF ROOFTOP PHOTOVOLTAICS ON
THE CAR PARK BUILDING OF THE HOSPITAL**

สหภาพ แป้นแก้ว¹

รศ.ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์²

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาอาคารจอดรถในโรงพยาบาลนครชนเพื่อศึกษาการประหยัดและ การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพอีกทั้งเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดสำหรับอาคาร โรงพยาบาลนครชนมีอาคารจำนวน 2 อาคาร ประกอบด้วยอาคารโรงพยาบาล 12 ชั้น ให้บริการด้านการรักษาพยาบาลโดยมีหน่วยพิเศษต่างๆ และอาคารจอดรถ 12 ชั้น ให้บริการที่จอดรถ และหอพักพยาบาล ทางผู้วิจัยได้ทำการเลือกอาคารลานจอดรถในการศึกษาครั้งนี้ นอกจากนี้ยังให้ความสำคัญของในเรื่องการวิเคราะห์ในการติดตั้งบนอาคารลานจอดรถ โดยใช้เครื่องมือคอมพิวเตอร์ที่มีชื่อว่า โปรแกรม System Advisor Model (SAM) มาเป็นเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์ โดยได้ทำการศึกษาลักษณะทางกายภาพของตัวอาคารลานจอดรถโรงพยาบาลนครชน จากพื้นที่ของอาคารลานจอดรถของโรงพยาบาลนครชนสามารถติดตั้งแผ่นพลังงานแสงอาทิตย์ได้ โดยใช้พื้นที่ประมาณ 1,444.0 ตารางเมตรและได้ใช้ โปรแกรม (SAM) เพื่อเข้ามาช่วยในการวิเคราะห์คำนวณหาพื้นที่สำหรับจัดวางแผ่นพลังงานแสงอาทิตย์และคำนวณหาจำนวนแผ่นพลังงานแสงอาทิตย์ที่ต้องใช้ในการติดตั้ง และกำลังการผลิตของแผ่นพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยต่อปีไปจนกระทั่งคำนวณหาระยะเวลาคืนทุนของโครงการการติดตั้งพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาอาคารลานจอดรถของโรงพยาบาลนครชนในครั้งนี้

¹ นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการทางวิศวกรรม มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

² ที่ปรึกษาการศึกษารายบุคคลหลัก

ผลการศึกษาการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์พบว่า กำลังการผลิตตั้งแต่ปีที่ 1 ถึงปีที่ 25 จะได้กำลังการผลิตจากแผ่นเซลล์แสงอาทิตย์ 4,344,437 kWh คิดเป็นเงินอยู่ที่ 18,159,733 บาท และลดการปลดปล่อยของก๊าซเรือนกระจกได้ถึง 2,437,215 kgCO₂ ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์อยู่ที่ 9,102,755.25 บาท ระยะเวลาคืนทุนอยู่ที่ 14 ปี และอาคารยังมีอายุการใช้งาน 23 ปีเป็นอย่างต่ำจึงเหมาะสมที่จะลงทุนในการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาตามจอครดโรงพยาบาลนครชน

คำสำคัญ: เซลล์แสงอาทิตย์/ เซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา/ โซลาร์เซลล์ วิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของ Solar Photovoltaic Rooftop/ Solar Photovoltaic Rooftop

ABSTRACT

The purpose of this study is to examine the installation of solar cells on the roof of the car park building in Nakornthon Hospital in order to study energy efficiency and energy consumption as well as to maximize the benefits of the building. Nakornthon Hospital has 2 buildings, consisting of a 12-storey hospital building, providing medical services with various special units, and a 12-storey car park building, providing parking and nursing dormitories. The researcher pays attention to the analysis of the installation on the parking lot building, and runs the analysis by using a computer tool called System Advisor Model (SAM) as a tool to help analyze the physical characteristics of the parking lot building at Nakornthon Hospital. and determined that the Nakornthon Hospital can install solar panels at the parking lot building at an area of approximately 1,444.0, square meters. The researcher also used a program called SAM to determine the area for laying solar panels and calculating the number of solar panels required for installation, and their average annual production capacity, as well as the calculation of the payback period of the project for installing solar energy on the roof of the parking lot of Nakornthon Hospital.

The results of the study showed that Production capacity from the 1st to the 25th year will get the energy capacity from solar panels equal to 4,344,437 kWh, amounting to 18,159,733 baht, and will reduce greenhouse gas emissions by up to 2,437,215 kg CO₂. At 9,102,755.25 baht, the payback period is 14 years and the building has a service life of at least 23 years, so it is appropriate to invest in the installation of a solar power generation system on the roof of the Nakornthon Hospital parking lot.

Keywords: solar cell/ solar cell on roof/ solar cell, economic analysis of Solar Photovoltaic Rooftop/ Solar Photovoltaic Rooftop

1. บทนำ

พลังงานเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญในการตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐานของมนุษย์ และเป็นปัจจัย การผลิตในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรม ดังนั้น จึงต้องมีการจัดหาพลังงานให้มีปริมาณที่เพียงพอมีราคาที่เหมาะสมและมีคุณภาพที่ดีสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้เพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการ ขั้นพื้นฐานของประชาชน และสามารถตอบสนองความต้องการใช้ในกิจกรรมการผลิตต่างๆ ได้อย่างเพียงพอ ประกอบกับโรงพยาบาลนครพนมมีโครงการที่จะทำการติดตั้งระบบ โซลาร์เซลล์บนตัวอาคารเพื่อ ตอบสนอง เป้าหมายดังกล่าว โรงพยาบาลนครพนมจึงมีการติดตั้งระบบผลิต พลังงานทดแทน คือ เซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งมีส่วนช่วยในการลดค่า ไฟฟ้าในโรงพยาบาล และเป็นแหล่งเรียนรู้ที่สำคัญเรื่องพลังงานทดแทนแก่ บุคคลภายนอก จากข้อมูลจะเห็นว่าการใช้พลังงานใน โรงพยาบาลนครพนมค่อนข้างสูงประกอบกับขณะนี้ต้นทุน ในการติดตั้ง แผงเซลล์แสงอาทิตย์ลดลงอย่างรวดเร็วจึงมีความเป็นไปได้สูงที่ โรงพยาบาลนครพนม จะติดตั้งพลังงาน ทดแทน ในรูปแบบของเซลล์แสงอาทิตย์มากขึ้น การศึกษานี้ได้วิเคราะห์ความเป็นไปได้อันเนื่องมาจากการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ บนหลังคาในโรงพยาบาลนครพนม นำมาถ่วงดุลวิเคราะห์ความเป็นไปที่จะติดตั้งโดยในโปรแกรม System Advisor Model (SAM) เข้ามาเป็นเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์ เพื่อนำเสนอแนวทางการวิเคราะห์การประหยัดพลังงาน และลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของ โรงพยาบาล และเป็นการช่วยบรรณรณรงค์การใช้พลังงาน ทดแทนอีกด้วย

2. วัตถุประสงค์

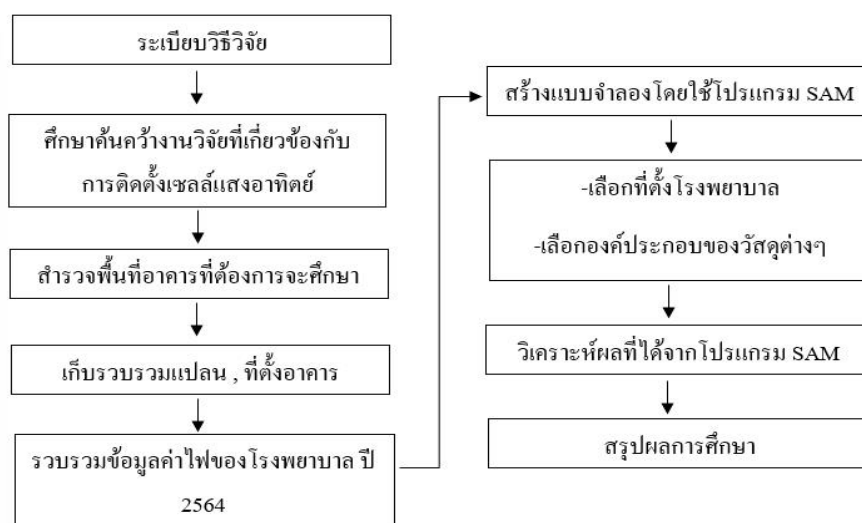
เพื่อทำการจำลองและวิเคราะห์การติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาอาคารจอดรถโดยใช้ แบบจำลอง System Advisor Model (SAM) และลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

3. ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาอาคารจอดรถในโรงพยาบาลนครพนมบน ดาดฟ้าอาคารจอดรถของโรงพยาบาลนครพนม เพื่อ ประเมินการผลิตกระแสไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ โดยใช้

โปรแกรม รวมถึงการประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่เป็นผลมาจากการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์บนอาคาร ภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนการทำวิจัยในการศึกษานี้ ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

- 1) รวบรวมข้อมูลของโรงพยาบาลนครชน เช่น ข้อมูลลักษณะทางกายภาพ, ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าจากค่าที่วัดได้จริงในแต่ละเดือนประจำปี 2564
- 2) สำรวจพื้นที่อาคารที่ต้องการจะศึกษา เช่น แปลนอาคารลานจอดรถ
- 3) การประเมินผลการใช้ไฟฟ้าของอาคารก่อนการจำลองการติดตั้งแผ่นพลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้โปรแกรม
- 4) กำหนดวัสดุอุปกรณ์ต่างๆที่จะใช้ในการจำลอง
- 5) จำลองการติดตั้งแผ่นพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้โปรแกรม
- 6) วิเคราะห์ผลที่ได้จากโปรแกรม
- 7) สรุปผลการศึกษา การจำลองการติดตั้งแผ่นพลังงานแสงอาทิตย์บนอาคารลานจอดรถและอภิปรายผล



ภาพที่ 1 แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำวิจัย

4. ผลการศึกษา

การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาอาคารลานจอดรถโรงพยาบาลนครชน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ผลการศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงพยาบาลนครชน

การศึกษานี้ใช้โปรแกรม (SAM) เข้ามาเป็นเครื่องมือในการจำลองคอมพิวเตอร์ของอาคารลานจอดรถโรงพยาบาลนครชนโดยนำข้อมูลค่าไฟฟ้าของโรงพยาบาลนครชนของ ปี2564 มาใส่ในโปรแกรม (SAM) เพื่อทำการจำลองการใช้ค่าไฟฟ้า

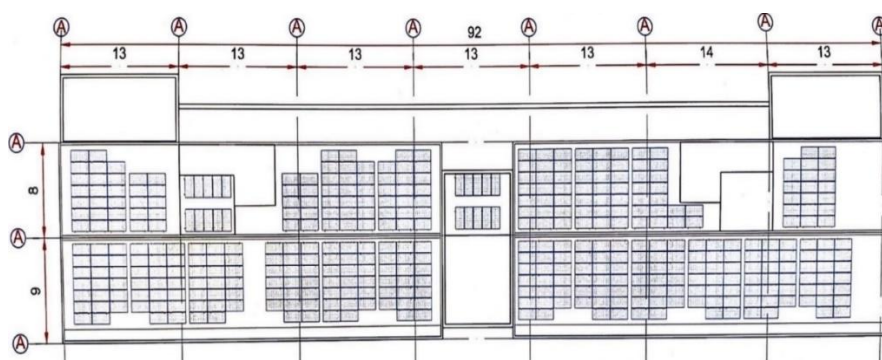
จากการสำรวจเก็บรวบรวมข้อมูลค่าไฟฟ้าจากใบแจ้งค่าไฟฟ้า ปี 2564 จากการไฟฟ้านครหลวงเขตบางขุนเทียนสรุปได้ว่าในแต่ละเดือนหน่วยค่าไฟของโรงพยาบาลค่อนข้างที่จะใกล้เคียงกันและไม่ต่างจากกันเท่าไร จากการสำรวจเห็นได้ว่าช่วงเดือน มีนาคม-มิถุนายน หน่วยค่าไฟจะสูงกว่าปกติอย่างเห็นได้ชัดเนื่องจากเป็นช่วงฤดูร้อน ทำให้มีผลกระทบต่อระบบเครื่องปรับอากาศภายในโรงพยาบาลนครชนที่ต้องทำงานหนักขึ้นและส่งผลให้การใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้นในช่วงฤดูร้อน ดังนั้นผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลของค่าไฟฟ้าโรงพยาบาลนครชน ในปี 2564 และจัดทำเป็นตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางค่าไฟฟ้าโรงพยาบาลนครชน ปี 2564

ปี2564	ค่าไฟฟ้า (kW-h)
ม.ค.	509,000
ก.พ.	477,000
มี.ค.	575,000
เม.ย.	588,000
พ.ค.	636,000
มิ.ย.	568,000
ก.ค.	554,000
ส.ค.	560,000
ก.ย.	528,000
ต.ค.	547,000
พ.ย.	521,000
ธ.ค.	490,000
รวมทั้งปี 2564	6,553,000

2. ผลสำรวจพื้นที่หลังคาบนคาบฟ้าอาคารจอดรถโรงพยาบาลนครชน

โรงพยาบาลนครชน (ดังแสดงในภาพที่ 1) ประกอบไปด้วย 2 อาคารหลักๆ 1 อาคารรักษาพยาบาล 2 อาคารลานจอดรถซึ่งแต่ละอาคารมีลักษณะที่แตกต่างกัน โดยผู้วิจัยเลือกพิจารณาทำการศึกษา คาบฟ้าอาคารลานจอดรถ เนื่องด้วยลักษณะทางกายภาพอาคารของตึกอาคารลานจอดรถ โรงพยาบาลนครชนเป็นแนวยาวและหันหน้าไปทางทิศเหนือจึงไม่เหมาะแก่การวางแผงโซล่าเซลล์ไปทางทิศใต้ ซึ่งจากการศึกษาการวางแผนพลังงานแสงอาทิตย์ให้ได้ประสิทธิภาพที่ดีที่สุดต้องหันไปทางทิศใต้ จากการศึกษาดำเนินการที่เหมาะสมที่สุดบนอาคารลานจอดรถโรงพยาบาลนครชน ที่จะวางแผนพลังงานแสงอาทิตย์ให้ได้ประสิทธิภาพมากที่สุดนั้น คือ หันไปทางทิศตะวันออก เพื่อให้สอดคล้องกับลักษณะทางกายภาพของอาคารจากการวิเคราะห์ สามารถจัดเรียงแผงพลังงานแสงอาทิตย์ได้จำนวน 420 แผง (ดังภาพที่ 1) และผลการศึกษการจำลองค่าไฟฟ้าและการลดปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แสดงไว้ดังตารางที่ 2 ตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาอาคารจอดรถ



ภาพที่ 2 การจัดเรียงแผงพลังงานแสงอาทิตย์

ที่มา: ฝ่ายวิศวกรรมโรงพยาบาลนครชน

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

Metric	Value
พลังงานประจำปีเมตริก (ปี 1)	184,430 kWh
ปัจจัยก่การการผลิต	15.0%
ผลผลิตพลังงาน	1,310 kWh
อัตราส่วนผลผลิต	0.72

ค่า COE ระดับ (ปี)	9.08¢/kWh
ค่าไฟฟ้าระดับ (ปีจริง)	9.08¢/kWh
ค่าไฟฟ้าที่ไม่มีระบบ (ปี 1)	\$1,022,705
ค่าไฟฟ้าที่มีระบบ (ปีหรือ 1)	\$998,156
ค่าประหยัดสุทธิที่มีระบบ (ปี 1)	\$24,548
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	\$183,622
ระยะเวลาคืนทุนสุทธิ	10.9 Years
ระยะเวลาคืนทุนสุทธิ	10.9 Years
ต้นทุนสุทธิ	\$256,255
ค่าใช้จ่ายสุทธิ	\$256,255
หนี้	\$0

ตารางที่ 3 ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการใช้โปรแกรม (SAM) และการลดปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ต่อปี

ปี	กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ (ปี)	ลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก kgCO ₂	คิดเป็นเงิน/ปี
1	184,430	103,465	770,917
2	183,508	102,947	767,063
3	182,591	102,433	763,230
4	181,678	101,921	759,414
5	180,769	101,411	755,614
6	179,866	100,904	751,839
7	178,966	100,399	748,077
8	178,071	99,897	744,336
9	177,181	99,398	740,616
10	176,295	98,901	736,913
11	175,414	98,407	733,230
12	174,537	97,912	729,564

13	173,664	97,425	725,915
14	172,796	96,938	722,287
15	171,932	96,453	718,675
16	171,072	95,971	715,080
17	170,217	95,491	711,507
18	169,366	95,014	707,949
19	168,519	94,539	704,409
20	167,676	94,066	700,885
21	166,838	93,596	697,382
22	166,004	93,128	693,896
23	165,173	92,662	690,423
24	164,348	92,199	686,974
25	163,526	91,738	683,538
รวม	4,344,437	2,437,215	18,159,733

จากการจำลองโดยใช้โปรแกรม (SAM) สร้างแบบจำลองที่ 25 ปี (ดังตารางที่ 2) พบได้ว่าปีที่ 1 การผลิตพลังงานของแผ่นพลังงานแสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพดีที่สุด ตลอดช่วงอายุการใช้งาน ศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าของแผ่นพลังงานแสงอาทิตย์อาจลดลงราวร้อยละ 20 ในช่วง 10-12 ปีแรก เมื่อใช้งานไป 25 ปี และหากเป็นแผ่นพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีคุณภาพสูง การใช้งานอาจมากกว่า 30-40 ปี และยังคงสามารถทำงานได้หลังจากนั้นแม้ว่าประสิทธิภาพจะลดลงก็ตาม

5. สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาการใช้พลังงานของโรงพยาบาลนครชนกจากการจำลองโดยใช้โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ (SAM) สรุปผลพลังงานไฟฟ้ารวมของปี 2564 ได้จำนวน 6,553,000 kWh และพื้นที่ของอาคารลานจอดรถของโรงพยาบาลนครชนกชั้นคาเฟ่ สามารถติดตั้งแผ่นพลังงานแสงอาทิตย์ ขนาด 330 W โดยใช้แผ่นพลังงานแสงอาทิตย์ทั้งหมด จำนวน 420 แผ่น โดยใช้พื้นที่ประมาณ 1,444.0 ตารางเมตรและพื้นที่เฉพาะวางแผ่นจำนวน 770.7 ตารางเมตร กำลังการผลิตพลังงานไฟฟ้าในแต่ละปีจะไม่เท่ากันเนื่องจากในปีแรกที่ติดตั้งแผ่นพลังงานแสงอาทิตย์นั้นจะมีทำให้มีประสิทธิภาพในการผลิตพลังงานได้ดีที่สุดและปีถัดๆ ไปคุณภาพในการผลิต

พลังงานของแผ่นพลังงานแสงอาทิตย์นั้นก็จะลดลงตามอายุการใช้งานแต่แผ่นพลังงานแสงอาทิตย์นั้นก็ยัง
สามารถผลิตพลังงานได้ตลอดอายุการใช้งาน จึงได้นำข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงพยาบาลนครน
ปี 2564 มาทำการวิเคราะห์จำลอง เพื่อเปรียบเทียบการประหยัดพลังงานหลังการติดตั้งแผ่นพลังงานแสงอาทิตย์
ในปีแรกและเมื่อนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับบิลค่าไฟในปี 2564 ที่มีหน่วยการใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ที่
6,553,000 kWh ซึ่งในปีแรกที่มีการติดตั้งแผ่นพลังงานแสงอาทิตย์จะช่วยลดพลังงานไฟฟ้าไปถึง 184,430.2
kWh คิดเป็นเงินอยู่ที่ 770,917 บาท และจากการวิเคราะห์กำลังการผลิตตั้งแต่ปีที่ 1 ถึงปีที่ 25 จะได้กำลังการผลิต
จากแผ่นพลังงานแสงอาทิตย์ 4,344,437 kWh คิดเป็นเงินอยู่ที่ 18,159,733 บาท และช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือน
กระจกในปีแรกอยู่ที่ 103,465 kgCO₂ และตลอดอายุการใช้งานของแผ่นพลังงานแสงอาทิตย์ (25ปี) สามารถลด
การปลดปล่อยของก๊าซเรือนกระจกได้ถึง 2,437,215 kgCO₂ และในปีถัดๆไปก็จะมีการผลิตพลังงานแสงอาทิตย์
จากแผ่นพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อนำพลังงานที่ได้มาใช้เพื่อช่วยประหยัดพลังงานของอาคารที่ได้รับจากการ
ไฟฟ้าเป็นหลักแต่ทั้งนี้ทั้งนั้น ศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าของแผ่นพลังงานแสงอาทิตย์จะลดลงราวร้อยละ 20
ในช่วง 10-12 ปีแรก ประสิทธิภาพจะลดลงสูงสุดประมาณร้อยละ 10 และร้อยละ 20 เมื่อใช้งานไป 25 ปี หาก
เป็นแผ่นพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีคุณภาพสูง การใช้งานอาจมากกว่า 30-40 ปี และยังคงสามารถทำงานได้หลัง
จากนั้นแม้ว่าประสิทธิภาพจะลดลงก็ตาม เงินลงทุนที่ใช้ในการติดตั้งแผ่นพลังงานแสงอาทิตย์อยู่ที่
9,102,755.25 บาท ในปีแรกจะได้รับเงินสนับสนุนจากภาครัฐ เป็นจำนวน 3,356,111.97 บาท และปีถัดไปจะ
เป็นการคืนทุนจากการผลิตพลังงานแสงอาทิตย์จากแผ่นพลังงานแสงอาทิตย์ทางเดียวระยะเวลาคืนทุนนั้นอยู่ที่
10 ปี 9 เดือน แต่ในโปรแกรม (SAM) นั้นไม่สามารถใส่ค่า Maintenance ลงไปในตัวโปรแกรมได้ ดังนั้นจึงทำ
การคำนวณโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel เข้ามาช่วยในการคำนวณ โดยการใส่ค่า Maintenance ประมาณ
48,510 บาท ต่อปี ของระบบผลิตกระแสไฟฟ้าโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ โครงการนี้มีกำลังการผลิตของเซลล์
แสงอาทิตย์ อยู่ที่ 138.6 kW ค่าบริการบำรุงรักษาอยู่ที่ (kW) ละ 350 บาท เป็นจำนวนเงิน 48,510 บาท ต่อปี แต่
ใน 3 ปีแรกทางบริษัทผู้ติดตั้งจะมีการ Maintenance ให้ฟรีไม่มีค่าบริการ หลังจากคิดค่า Maintenance ไปนั้น ทำ
ให้ระยะการคืนทุนยืดออกไปเป็น 14 ปี จึงเห็นว่าเหมาะสมที่จะลงทุน

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- การุณย์ ชัยวนิชย์, พุทธิ อุบลสุข, มนต์รี สังข์ทอง .(2561). การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์จากการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนพื้นดินในโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า, สืบค้น 14 ธันวาคม 2564
<file:///C:/Users/ACER/Downloads/fluke,%20+%23%23default.groups.name.editor%23%23,+130397-Article+Text.pdf>
- ชนิสรา สุทธีนนท์.(2559).การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาอาคารในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. สืบค้น 22 เมษายน 2565
<http://uc.thailis.or.th/Catalog/BibItem.aspx?BibID=b02384532>
- พีระวุฒิ ชินวรรังสี, ศศิวิมล ทรงไทร, ญัฐกานต์ อุดมเดชาณัติ, ทรงเกียรติ กิตติสนธิรักษ์, อัสวิน หงส์สิงห์ทอง, ทวีวัฒน์ กระจ่างสังข์, จริญญา ศรีธรรมาธิคุณ, กอบศักดิ์ ศรีประภา .(2558). การประเมินสมรรถนะ และความคุ้มค่าของระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์แบบหลากหลายเทคโนโลยีที่ติดตั้งบนหลังคาในประเทศไทย. สืบค้น 6 มกราคม 2565
<http://solarhub.co.th/content/performance-solarcell-thailand.pdf>
- พันธุ์ วรรธน์ พิชิตบุญชร, รองศาสตราจารย์ ดร.กิริติ ชยะกุลศิริ .(2561) .การออกแบบและการวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการติดตั้งระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาของอาคารกองบัญชาการกรมยุทธโยธาทหารบก. สืบค้น 15 ธันวาคม 2564
<https://www.thaiscience.info/Journals/Article/EJRD/10988667.pdf>
- รสนันท์ หอสุธารังสี ฌันทนันท์ ทวีวัฒน์ พิชญวัฒน์ ทวีวัฒน์.(2561). การศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนระบบการผลิตไฟฟ้าใช้เอง ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาบ้านในประเทศไทย. สืบค้น 20 ธันวาคม 2564
https://www.basiamjournal.org/images/documents/journal_32/journal-32-2-2.pdf