

ผลเชิงเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยแผงแสงอาทิตย์เพื่อขาย สำหรับบ้านพักอาศัยในเขตอำเภอเมืองจังหวัดมหาสารคาม

Economic Results of Residential PV System to Produce Electricity for Selling in the District Town of Mahasarakham Province

อภิชน มุ่งชู,¹ สุพรรณ ยั่งยืน,² นุชิดา สุวแพทย^{2*}

Aphichon Mungchu,¹ Suphan Yungyuen,² Nuchida Suwapeat^{2*}

Received: 15 October 2012 ;Accepted: 10 December 2012

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์ผลเชิงเศรษฐศาสตร์ของการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยแผงแสงอาทิตย์สำหรับบ้านพักอาศัยในเขตอำเภอเมืองจังหวัดมหาสารคาม เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจติดตั้งระบบ และเพื่อชี้ให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการลงทุนในอนาคต โดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากแผงแสงอาทิตย์ ประกอบด้วย แผงเซลล์แสงอาทิตย์ แบตเตอรี่ เครื่องควบคุมการชาร์จประจุ เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าจากกระแสตรงเป็นกระแสสลับ และอุปกรณ์ติดตั้งอื่นๆในระบบ ศักยภาพความเข้มของแสงอาทิตย์ที่จังหวัดมหาสารคาม มีค่าความเข้มแสงเฉลี่ยเท่ากับ 5.25 กิโลวัตต์ชั่วโมง/ตารางเมตร/วัน ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยของผู้ใช้ต่อวันประจำปี 2553 ในพื้นที่ อ.เมือง จ.มหาสารคาม มีค่าเท่ากับ 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน และค่าไฟฟ้าเฉลี่ยของผู้ใช้ 1 คนคือ 208.50 บาท/เดือน เมื่อนำไปคำนวณหาขนาดของระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์พบว่า จะต้องใช้แผงแสงอาทิตย์ขนาด 130 วัตต์ ทั้งหมด 6 แผงเซลล์ และใช้แบตเตอรี่ขนาด 130 แอมป์ ทั้งหมด 7 ลูก เมื่อหักลบค่าไฟที่ต้องจ่ายต่อปีแล้ว ระบบนี้จะช่วยสร้างรายได้จากการขายไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค 7,498.80 บาทต่อปี และเมื่อนำไปคำนวณจุดคุ้มทุน พบว่าต้องใช้เวลาระมาณ 31 ปีในการคืนทุน

คำสำคัญ: ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ มหาสารคาม เศรษฐศาสตร์

Abstract

The economic results of a residential PV system to produce electricity to sell in the district town of Mahasarakham province were discussed in this study. It was aimed to give decision guidelines to install the system and to point out investment opportunity for the future. The system consists of Photovoltaic (PV) panels, batteries, charger controller, inverter, and the balancing systems. The potential solar irradiation in Mahasarakham is 5.25 kWh/m²/day. The electricity consumption per day of 1 residential user in the district town of Mahasarakham for the year 2010 was 2.26 kWh/day. The average electric bill per month was 208.50 baht. The system was designed to have 6 panels of 130-watt PV and 7 units of 130 Ah-batteries. After the deduction of electric bill cost per year of each user, the system would make a profit from selling the electricity of 7,498.80 baht per year. With this amount of money, the payback period of the residential PV system to produce electricity for sell would be about 31 years.

Keyword: Electricity production by PV system, Mahasarakham, Economic

¹ นิสิตปริญญาโท, ²อาจารย์, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150,

¹ Master degree student, ²Lecturer, Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Kantharawichai District, Maha Sarakham 44150, Thailand.

* Corresponding Author; Nuchida Suwapeat, Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Kantharawichai District, Maha Sarakham 44150, Thailand. Nuchida1@gmail.com, Tel 043-754316.

บทนำ

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นหนึ่งในพลังงานทดแทนที่นิยมกันอย่างแพร่หลายทั่วโลก ซึ่งประเทศไทยมีที่ตั้งที่เหมาะสมกับการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า และด้วยเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่พัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่อง มีแนวโน้มว่าในอนาคตอันใกล้นี้ ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์จะมีราคาถูกลง ในขณะที่เดียวกันมีการส่งเสริมการลงทุนจากภาครัฐบาล ทำให้นักลงทุนให้ความสนใจกับระบบนี้มากขึ้น

ลักษณะการทำงานของระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ในบ้านพักอาศัยสามารถอธิบายได้ดังนี้ ในเวลากลางวันที่มีแสงแดด แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ถูกติดตั้งจะผลิตพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงออกมาและถูกเปลี่ยนให้เป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับที่มีขนาดและความถี่ที่ใกล้เคียงกับกระแสที่ใช้งานด้วยเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้านี้จะถูกจ่ายให้กับโหลดเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านหรือขายคืนให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ในงานวิจัยของนฤมิตร สว่างพล และ ชนาทิพย์ พาริโน¹ ได้ศึกษาและรายงานสถานะของประเทศไทยในการผลิตไฟฟ้าแบบคาร์บอนต่ำ เนื่องจากประเทศไทยมีการสร้างขีดความสามารถในด้านความมั่นคงด้านพลังงาน เพื่อที่จะรับมือกับภาวะโลกร้อน การผลิตไฟฟ้าโดยมีการเผาไหม้น้อยที่สุดหรือแทบจะไม่มีเลย ถูกรวมไว้อยู่ในแผนพัฒนาพลังงานแห่งชาติ (PDP-2010) จึงมีการตั้งยุทธศาสตร์พลังงานทดแทนเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าตามท้องถิ่นต่างๆ เพื่อเป็นการกระตุ้นการพัฒนาพลังงานหมุนเวียนและการใช้ประโยชน์ในชุมชนท้องถิ่น นอกจากนี้ นภาพร พ่วงพรพิทักษ์ และ S. Kumar² ได้ศึกษาพบว่า ระบบ Photovoltaic (PV) hybrid สามารถก่อให้เกิดความยั่งยืนทางพลังงานของชุมชนชนบทในประเทศไทย กำลังพัฒนาที่โครงข่ายการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าไม่ถึง การผสมผสานระบบ solar photovoltaic และ ระบบ diesel generator เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า จึงเหมาะสมสำหรับพื้นที่ชนบทที่ห่างไกล นภัทร วัจนเทพินท์ และ³ บณาคาร สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ วิทยาเขตนนทบุรี พบว่า ระบบสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้รวม 6,443.93 กิโลวัตต์ชั่วโมงปี สามารถประหยัดค่าไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 16,110 บาทต่อปี และประหยัดค่าไฟฟ้าได้ตลอดอายุการใช้งานของระบบไม่น้อยกว่า 322,200 บาท และค่าใช้จ่ายในการผลิตไฟฟ้าเท่ากับ 11.71 บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน โดยที่ประสิทธิภาพรวมของระบบ เท่ากับร้อยละ 32.63 ประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์เท่ากับร้อยละ 81.39 และประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์เท่ากับร้อยละ 40.12 เมื่อเทียบกับค่ากิโลวัตต์สูงสุด

ในประเทศญี่ปุ่น Toshihiro Mukai และคณะ⁴ กล่าวว่าจากการศึกษาที่ผ่านมา ได้ชี้ว่า ในการที่จะส่งเสริมระบบ PV ในระดับที่อยู่อาศัยให้กับชุมชนในญี่ปุ่น พบว่าผู้ใช้งาน ไม่มีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องต่อระบบ นอกจากนี้ยังพบว่า การคำนึงถึงค่าตอบแทนที่จะได้กลับมากับความพึงพอใจต่อระบบของผู้ใช้ มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันอย่างมาก กล่าวคือ ชุมชนจะให้ความสำคัญมากต่อผลกำไรตอบแทนของระบบ

สำหรับในประเทศไทย รายงานวิจัยที่ศึกษาผลเชิงเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากแผงแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ยังไม่มีการเผยแพร่ในวงกว้าง ดังนั้น งานวิจัยชิ้นนี้ จึงเสนอผลรายงานเชิงเศรษฐศาสตร์เบื้องต้นสำหรับพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม ในการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อขายสำหรับบ้านพักอาศัย ผู้วิจัยได้เลือกอำเภอเมืองจังหวัดมหาสารคามเป็นพื้นที่ศึกษา และได้ออกแบบระบบแผงแสงอาทิตย์สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อขายสำหรับบ้านพักอาศัย เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจติดตั้งระบบ และเพื่อชี้ให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการลงทุนในอนาคต

การออกแบบระบบและวิเคราะห์ข้อมูล

ในการออกแบบระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับบ้านพักอาศัยนี้ ได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในจังหวัดมหาสารคาม ประจำปี 2553 จากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจังหวัดมหาสารคาม และข้อมูลความเข้มแสงอาทิตย์ของจังหวัดมหาสารคามประจำปี 2553 จากเว็บไซต์ของกระทรวงพลังงาน⁵ จากการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวจะได้ว่า ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยของผู้ใช้ 1 วันในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม คือ 2.26 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน และความเข้มแสงเฉลี่ยของจังหวัดมหาสารคามคือ 5.25 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อตารางเมตรต่อวัน

จำนวนแผงแสงอาทิตย์

ในงานวิจัยนี้ ได้ใช้ข้อมูลแผงแสงอาทิตย์ ชนิดผลึกรวม (Poly-crystalline Silicon Solar Cells) ยี่ห้อซาร์ป ขนาด 130 วัตต์ และจากสมการ (1) และค่าสมมติฐาน จะสามารถคำนวณจำนวนแผงแสงอาทิตย์ที่ต้องการได้

$$N = \frac{\text{Load}}{\text{PSH} \times A \times B \times C \times P} \quad (1)$$

เมื่อ N คือ จำนวนแผงแสงอาทิตย์

P คือ กำลังไฟฟ้าของแผงแสงอาทิตย์ (130 วัตต์)

Load คือ พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยของผู้ใช้ใน 1 วัน (วัตต์ ชั่วโมงต่อวัน) โดยมีสมมติฐานดังนี้

- A คือ ค่าขดเซยการสูญเสียของแผงเท่ากับ 80 %
 B คือ ค่าขดเซยการสูญเสียความร้อนเท่ากับ 85 %
 C คือ ค่าประสิทธิภาพของ Inverter เท่ากับ 90 %
 PSH คือ เวลาที่แผงรับแสงสูงสุด 5.25 กิโลวัตต์ชั่วโมง

ต่อวัน

จำนวนแบตเตอรี่

ในงานวิจัยนี้ ใช้ข้อมูลแบตเตอรี่ ชนิด Deep Cycle สำหรับระบบโซลาร์เซลล์ ยี่ห้อยัวร์ซ่า ขนาด 12 โวลท์ 130 แอมป์ จากสมการ (2) และค่าสมมติฐาน สามารถคำนวณการกักเก็บพลังงานได้โดยมีสมการดังต่อไปนี้

$$\text{Storage} = \frac{\text{Load}}{\eta \times \text{DOD}} \quad (2)$$

เมื่อ Storage คือ การกักเก็บพลังงานในแบตเตอรี่ (วัตต์ชั่วโมง)

Load คือ พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยของผู้ใช้ใน 1 วัน (วัตต์ชั่วโมงต่อวัน)

โดยมีสมมติฐานดังนี้

η คือ ประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ มีค่าเท่ากับ 85%

DOD คือ Depth of Discharge มีค่าเท่ากับ 80%

โดยทั่วไปในระบบผลิตไฟฟ้าด้วยแผงแสงอาทิตย์ที่ติดตั้ง จะมีการเตรียมพลังงานไฟฟ้าสำรองไว้เป็นเวลา 3 วัน จึงคำนวณหาจำนวนแบตเตอรี่ได้จากสมการ (3)

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

เมื่อ N คือ จำนวนแบตเตอรี่

Storage คือ การเก็บพลังงานในแบตเตอรี่

Ah คือ กระแสไฟฟ้า (แอมป์ชั่วโมง)

V คือ แรงดัน (โวลท์)

อุปกรณ์ในระบบ

เมื่อได้จำนวนแผงแสงอาทิตย์ จำนวนแบตเตอรี่ และจำนวนอุปกรณ์อื่นๆในระบบ ตารางที่ 1 จะแสดงตัวอย่างอุปกรณ์ที่ได้จากการออกแบบและงบประมาณในการลงทุนของระบบ

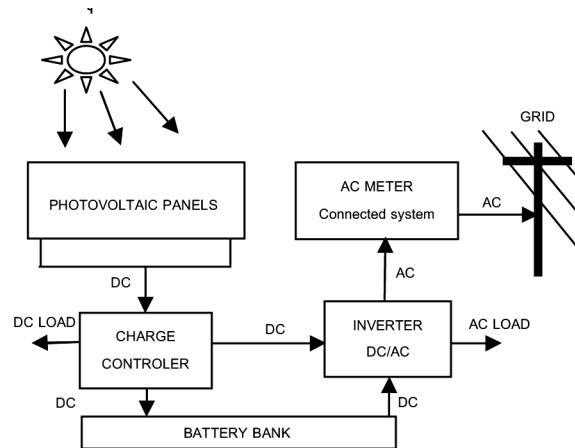


Figure 1 Photovoltaic system connected grid

ในเวลากลางวันที่มีแสงแดด แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ถูกติดตั้งจะผลิตพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงออกมาเก็บเข้าแบตเตอรี่และถูกเปลี่ยนให้เป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับที่มีขนาดและความถี่ที่ใกล้เคียงกับกระแสที่ใช้งานด้วยเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้านี้จะถูกจ่ายให้กับโหลดเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านหรือขายคืนให้กับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

Table 1 Equipment of solar power system for residential

Standard equipment	Cost(baht)
Photovoltaic ⁶ 6 panels	77,800
Mounting bracket 6 set	6,000
DC Cable set	10,000
DC Case, Circuit Breaker, Fuse	10,000
Inverter ⁷	50,000
AC Cable set	10,000
AC Case, Circuit Breaker, Fuse	10,000
Ground set	8,850
Control Charger unit	2,800
Batteries bank ⁸ 7 unit	47,250
Estimation the system (baht)	232,700

จากตารางที่ 1 พบว่าระบบแผงแสงอาทิตย์สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อขายสำหรับบ้านพักอาศัยที่ได้ออกแบบนั้น จำนวนเงินในการลงทุนเบื้องต้นคือ 232,700 บาท

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

จากนโยบายกระทรวงพลังงานที่รับซื้อไฟฟ้าจากการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์จำนวนหน่วยละ 8 บาท สมทบกับราคารับซื้อของการไฟฟ้าฝ่ายจำหน่าย (การไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค) เฉลี่ยหน่วยละ 3.2 บาท รวมเป็นประมาณหน่วยละ 11.2 บาท ซึ่งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 130 วัตต์ จำนวน 6 แผง สามารถผลิตไฟฟ้าได้ 2.48 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน จากข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในพื้นที่อำเภอเมืองจังหวัดมหาสารคาม ประจำปี 2553 และการวิเคราะห์การขายไฟฟ้าจากแผงแสงอาทิตย์ สามารถคำนวณค่าไฟฟ้าเฉลี่ยของผู้ใช้ ดังแสดงในตารางที่ 2

Table 2 Bill cost and profit from selling electricity of the system

Time	Bill Cost (baht)	Gain from selling electricity(baht)	Profit (baht)
Day	6.95	27.78	20.83
Month	208.50	833.40	624.90
Year	2,502.00	10,000.80	7,498.80

จากข้อมูลปี 2553 จำนวนของผู้ใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยต่อเดือนในเขตอำเภอเมืองมหาสารคามทั้งหมด 30,950 ราย มีจำนวนเงินค่าไฟฟ้าเฉลี่ยรวมต่อเดือนเท่ากับ 6,453,075 บาท พบว่าเงินค่าไฟฟ้าที่ผู้ใช้ต้องจ่ายโดยเฉลี่ยคือ 208.50 บาทต่อเดือน โดยที่ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจะทำให้เกิดรายได้จากการขายไฟฟ้าเป็นเงิน 833.40 บาทต่อเดือน

เมื่อนำข้อมูลการเงินไปวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ ด้วยต้นทุนการติดตั้งระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 232,700 บาท และระบบสามารถผลิตไฟฟ้าเพื่อขายได้กำไรปีละ 7,498.80 บาท จะได้ว่าจุดคุ้มทุนของระบบนี้จะอยู่ที่ 31 ปี

ด้วยจุดคุ้มทุนที่ 31 ปี จะพบว่าเป็นระยะเวลาที่ยาวนานกว่าอายุการใช้งานของอุปกรณ์ จึงอาจต้องมีการลงทุนเพิ่มเติม ซึ่งอาจทำให้ระยะเวลาการคืนทุนยาวนานขึ้น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้วางแผนทำการศึกษาเพิ่มเติมในส่วนนี้ในลำดับต่อไป

สรุปผลการวิจัย

ในการออกแบบนี้ผู้วิจัยได้เลือกอำเภอเมืองจังหวัดมหาสารคามเป็นพื้นที่ศึกษา จากผลการออกแบบระบบตัวอย่างและการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ระบบผลิตกระแสไฟฟ้า

ด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อขายสำหรับบ้านพักอาศัยมีส่วนประกอบหลักคือ แผงแสงอาทิตย์ขนาด 130 วัตต์ ทั้งหมด 6 แผงเซลล์ ต่อกันแบบขนานกันในระบบ ตู้แปลงกระแสไฟฟ้าจำนวน 1 ชุด เครื่องควบคุมการประจุไฟฟ้าจำนวน 1 ชุด แบตเตอรี่ขนาด 130 แอมป์ 12 โวลท์ทั้งหมด 7 ลูก ต่อขนานกันในระบบ และค่าอุปกรณ์เพิ่มเติมจำนวน 1 ชุด ซึ่งรวมราคาคำนวณการติดตั้งระบบแผงแสงอาทิตย์เป็น 232,700 บาท โดยที่ระบบสามารถผลิตไฟฟ้าเพื่อขายได้กำไรปีละ 7,498.80 บาท และจุดคุ้มทุนของระบบคือ 31 ปี

แม้ว่าระยะเวลาในการคืนทุนจะนานกว่าอายุการใช้งานของแผงแสงอาทิตย์โดยทั่วไป แต่จากราคาของชุดอุปกรณ์ของระบบที่มีแนวโน้มลดลงและนโยบายของรัฐบาลที่ส่งเสริมการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานทางเลือกเพื่อขายให้การไฟฟ้าฝ่ายผลิตที่มีอย่างต่อเนื่อง สามารถกล่าวได้ว่าในอนาคตอันใกล้ ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อขายสำหรับบ้านพักอาศัยในจังหวัดมหาสารคามมีความเป็นไปได้สูงในเชิงเศรษฐศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในจังหวัดมหาสารคามประจำปี 2553 จากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจังหวัดมหาสารคาม และข้อมูลความเข้มแสงอาทิตย์พร้อมการบรรยายหลักการทำงานของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าเพื่อเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้าจากเจ้าหน้าที่ศูนย์บริการวิชาการที่ 3 จังหวัดมหาสารคาม

เอกสารอ้างอิง

1. นฤมิตร สว่างพล, ชนาทิพย์ พาริโน. Status and outlook for Thailand's low carbon electricity development. RENEW SUST ENERG REV. (2010);15:564–73.
2. นภาพร พ่วงพรพิทักษ์, S. Kumar. PV hybrid systems for rural electrification in Thailand. RENEW SUST ENERG REV. 2007;11:1530–43.
3. นภัทร วัฒนเทพินทร์, ชัยยันต์ บุญมี. 4.872 Kw Grid - connected PV system results and testing at Rajamungala university of technology (RMUT), Thailand. 2005:11-3.
4. Thoshihiro Mukai, Shishin kawamoto, Yusuru Ueda, Miki Saijo, Naoya Abe. Residential PV system users' perception of profitability, reliability, and failure risk: An empirical survey in a local Japanese municipality. ENER POLICY; 2011: 39(9):5440-8.

5. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. ศักยภาพ รังสีรวม, ข้อมูล ความเข้ม รังสีดวงอาทิตย์ สำหรับ ประเทศไทย จากข้อมูล ดาวเทียม. [ออนไลน์] ได้จาก: http://www.dede.go.th/dede/index.php?option=com_content&view=article&id=889&Itemid=56&lang=th. สืบค้นเมื่อ 28/01/2555.
6. เดอะคลินิคคอม เน็ตเวิร์ค . สินค้า,พลังงานแสงอาทิตย์,แผงโซลาร์เซลล์ขนาด 130 วัตต์. [ออนไลน์] 2553. ได้จาก: <http://www.clinicsolar.com/product/151371/แผง-โซลาร์เซลล์ขนาด-130-วัตต์.html>. สืบค้นเมื่อ 28/01/2555.
7. นภัทร วจนเทพินทร์. การติดตั้งระบบไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยตนเอง. ปทุมธานี: สกายบุ๊กส์; 2553.
8. เดอะคลินิคคอม เน็ตเวิร์ค. สินค้าแบตเตอรี่ สำหรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์. [ออนไลน์] 2553. ได้จาก: www.clinicsolar.igetweb.com/index.php?mo=28&id=189727. สืบค้นเมื่อ 28/01/2555.