

นวัตกรรมบานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์

Solar Cell Louver Innovation

ประพันธ์พงศ์ จงปติยัตต์* และ วิชิต คลังบุญครอง**

Praphantpong Chongpatiyutt and Vichit Klangboonkrong

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการวิจัยประยุกต์ เป็นการออกแบบและผลิตชิ้นงานต้นแบบ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแนวคิดในการออกแบบและการผลิต “แผ่นบานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์” สำหรับใช้กับหน้าต่างบานเกล็ดทั่วไปที่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าเก็บไว้ใช้ในเวลากลางคืนได้ ประยุกต์ใช้เป็น “แผงเซลล์แสงอาทิตย์” ติดตั้งตามเปลือกอาคาร ได้แก่ บริเวณหน้าต่าง ผนัง และหลังคา เป็นการใช้พื้นที่เปลือกอาคารให้เกิดประโยชน์สูงสุด รวมทั้งเป็นการส่งเสริมและสนับสนุนการใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานทางเลือกในการผลิตกระแสไฟฟ้าให้เป็นที่ยอมรับและแพร่หลายมากยิ่งขึ้นผลจากการทดลองพบว่า 1.) ทิศที่เหมาะสมในการติดตั้งโดยทั่วไปได้แก่ ทิศใต้ และทิศตะวันตกตามลำดับ 2.) การปรับมุมแผ่นบานเกล็ดเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพการผลิตกระแสไฟฟ้าสูงสุดทางด้านทิศใต้ คือ 16° , 45° และ 90° ตามลำดับ 3.) แผงบานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีประสิทธิภาพการผลิตกระแสไฟฟ้าสูงสุดทางทิศใต้ ดังนี้ แผงเอียง 30° มุมบานเกล็ด 16° แผงเอียง 45° มุมบานเกล็ด 16° แผงเอียง 16° มุมบานเกล็ด 16° และแผงตั้งมุมบานเกล็ด 16° ตามลำดับ 4.) แผงบานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีประสิทธิภาพการผลิตกระแสไฟฟ้าสูงสุดทางทิศใต้ ดังนี้ แผงนอนมุมบานเกล็ด 16° แผงนอนมุมบานเกล็ด 0° แผงตั้งมุมบานเกล็ด 16° และแผงตั้งมุมบานเกล็ด 90° ตามลำดับ 5.) บานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์ 2 แผงต่อแบบขนาน เชื่อมต่อวงจรกับเครื่องควบคุมการประจุไฟฟ้า แบตเตอรี่ 12 โวลต์ และหลอดไฟแอล.อี.ดี. 3 วัตต์ จำนวน 3 หลอด เพื่อใช้งานจริง ผลปรากฏว่าบานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยสามารถใช้แทนที่แผ่นบานเกล็ดกระจกของหน้าต่างบานเกล็ดทั่วไปได้

ABSTRACT

This research is an applied research. The design and production is a prototype. The purpose of this research is to develop a conceptual design and manufacturing of “Solar Cell Louvers” intensively to be applied with general louver windows that enable electricity for night time. Application of “Solar panels” is to be installed to the building envelope, including windows, walls and roofs in order to maximize the most benefits of building outer boundaries as well as to promote and encourage the use of solar energy as an alternative resource electricity production

* นักศึกษาระดับดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์ คณะศิลปประยุกต์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
Email: pracho@kku.ac.th

** อาจารย์ที่ปรึกษา คณะศิลปประยุกต์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

in larger perceptions. The scope of the research is a study of design prototypes with the possibility for future usage. The experiment results were listed as follows : 1) The most suitable direction for installation generally is south and west respectively 2) The most effective angle for louvers to generate electricity is facing south 16° , 45° and 90° respectively. 3) Solar cell louvers panel facing south offers the most effective electricity when panel inclined at 30° with 16° louvers angle, panel inclined 45° with 16° louvers angle, panel inclined 16 degrees with 16° louvers angle and vertical with 16° louvers angle respectively. 4) Solar cell louvers with maximum power efficiency if facing south such as horizontal panel with 16° louvers angle, horizontal panel with 0° louvers angle, vertical panel with 16° louvers angle and vertical panel with 90° louvers angle respectively. 5) Combined 2 solar cell louver panels in parallel, connected to a circuit by charge controller, 12 volts battery and 3 LED light bulbs of 3 watts each bulb shown satisfactory result. Solar cell louvers are very efficient for power generation. It could be a replacement for those general glass louver windows.

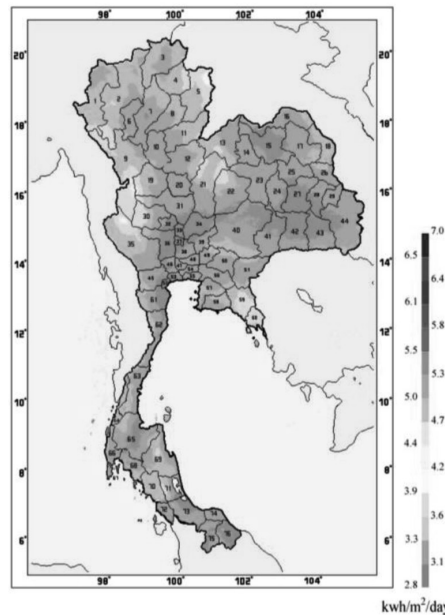
คำสำคัญ: บานเกล็ด เซลล์แสงอาทิตย์ พลังงานแสงอาทิตย์

Keywords: louvers, Solar cell, Photovoltaic cell

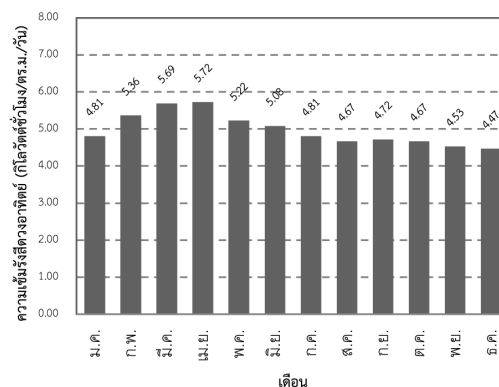
บทนำ

พลังงานเป็นทรัพยากรธรรมชาติของโลกที่สำคัญ ทุกคนเกิดมาต้องเคยใช้พลังงานทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยเฉพาะน้ำมันซึ่งเป็นพลังงานประเภทสิ้นเปลืองใช้แล้วหมดไป ในขั้นตอนการผลิตจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมรวมทั้งขั้นตอนการใช้งานด้วย ได้แก่ คิว้น เขม่า ก๊าซพิษ ฝุ่นละออง ความร้อน ฯลฯ ก่อให้เกิดภาวะเรือนกระจก โลกร้อน ฝนกรด อากาศเป็นพิษ เป็นต้น พลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานธรรมชาติในอนาคตที่ประเทศพัฒนาแล้วส่วนใหญ่มีความต้องการนำมาใช้ประโยชน์ค่อนข้างมาก แม้ว่าพลังงานไฟฟ้าจะเป็นพื้นฐานสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจ อีกประมาณ 20 ปีข้างหน้าการใช้ไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นอีกเท่าตัว หรือ 70,000 เมกะวัตต์ ปัญหาในการจัดหาไฟฟ้าเป็นเรื่องยากขึ้น เนื่องจากเชื้อเพลิงลดน้อยลง การจัดหาหรือการวางแผนเป็นความรับผิดชอบของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต้องจัดหาไฟฟ้าให้เพียงพอต่อความต้องการของประชาชน การจัดหาพลังงานไม่ใช่เรื่องง่าย กว่าจะได้ไฟฟ้าต้องผ่านกระบวนการหลายขั้นตอน ต้องลงทุนด้วยงบประมาณมหาศาล มีการพยากรณ์ไว้ว่า “น้ำมันและก๊าซธรรมชาติ” มีแนวโน้มว่าราคาจะแพงและขาดแคลนในอีกประมาณ 18 ปีข้างหน้า ในขณะที่ “เซลล์แสงอาทิตย์” มีแนวโน้มว่าราคาจะลดลงอย่างต่อเนื่อง เพียงแต่ขาดแรงสนับสนุนและแรงจูงใจในเชิงนโยบายจากภาครัฐอย่างจริงจังและต่อเนื่องเท่านั้นจากภาพที่ 1 พื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยจะได้รับรังสีดวงอาทิตย์สูงสุดระหว่างเดือนเมษายนและพฤษภาคม มีค่าอยู่ในช่วง 5.6-6.7 กิโลวัตต์ชั่วโมง/ตารางเมตร/วัน ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีความเข้มรังสีสูงเฉลี่ยทั้งปีและแผ่ไปในบริเวณกว้างทางตอนล่างของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ร้อยละ 14.3 ของพื้นที่ทั้งหมดของประเทศไทย ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์สูง คือได้รับรังสีดวงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อปีในช่วง 5.3-5.6 กิโลวัตต์ชั่วโมง/ตารางเมตร/วัน และร้อยละ 50.2 ของพื้นที่ทั้งหมดได้รับรังสีดวงอาทิตย์ในช่วง 5.0-5.3 กิโลวัตต์ชั่วโมง/ตารางเมตร/วัน ซึ่งถือว่ามีศักยภาพแสงอาทิตย์ค่อนข้างสูง ส่วนบริเวณที่มีศักยภาพค่อนข้างต่ำมีเพียงร้อยละ 0.5 ของพื้นที่ทั้งหมด ค่าเฉลี่ยความเข้มรังสีอาทิตย์ทั่วประเทศเป็นค่ารายวันเฉลี่ยต่อปีจะได้เท่ากับ 5.1 กิโลวัตต์ชั่วโมง/ตารางเมตร/วัน แต่ก็ถือว่า

มีค่าเฉลี่ยค่อนข้างสูงเช่นกัน และจากแผนภูมิที่ 1 ปริมาณความเข้มรังสีดวงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อเดือนโดยเฉลี่ยทุกพื้นที่ที่คำนวณได้ จะแปรค่าในรอบปีอยู่ในช่วงระหว่าง 4.4-5.8 กิโลวัตต์ชั่วโมง/ตารางเมตร/วัน โดยค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ค่อยๆ เพิ่มขึ้นจากเดือนมกราคม และสูงสุดในเดือนเมษายน แล้วค่อยๆ ลดต่ำลงอีกครั้งในเดือนสิงหาคม และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยอีกครั้งในเดือนกันยายน แล้วจึงลดลงต่ำสุดในเดือนธันวาคม จากค่าต่างๆ ที่ได้นี้แสดงให้เห็นว่าระดับของความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ในประเทศไทยมีค่าค่อนข้างสม่ำเสมอตลอดทั้งปี ซึ่งเป็นผลดีต่อการประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการผลิตกระแสไฟฟ้า



ภาพที่ 1 แผนที่แสดงศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย (พ.ศ. 2542)
 โดยกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานและคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
 ที่มา: http://www3.egat.co.th/re/egat_pv/sun_thailand.htm



แผนภูมิที่ 1 การแปรค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อเดือน โดยเฉลี่ยทุกพื้นที่ทั่วประเทศไทย



(1) บนพื้นดิน



(2) บนหลังคา



(3) บนผนังอาคาร

ภาพที่ 2 ตัวอย่างการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ตำแหน่งต่างๆ เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์

(ที่มา: <http://escctcc.com/index.php?> (ที่มา: <http://escctcc.com/index.php?> (ที่มา: <https://www.pinterest.com/p=news&t=detail&category=1&id=105>) [p=news&t=detail&category=1&id=105](https://www.pinterest.com/p=news&t=detail&category=1&id=105)) [pin/400961173047501248/](https://www.pinterest.com/pin/400961173047501248/))

จากข้อได้เปรียบด้านศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย และแนวโน้มการขาดแคลนน้ำมันและก๊าซธรรมชาติในอนาคตอันใกล้ จึงทำให้มีความเป็นไปได้สูงในการหาพลังงานทดแทนจากแหล่งพลังงานธรรมชาติอื่นๆ ที่สามารถหมุนเวียนใช้ได้อย่างไม่มีวันหมดสิ้น เช่น แสงแดด ลม น้ำ เป็นต้น โดยเฉพาะ “พลังงานแสงอาทิตย์” ซึ่งเป็นต้นกำเนิดของสิ่งมีชีวิตทั้งปวง มีพลังงานมหาศาล ใช้ไม่มีวันหมด ทุกคนสามารถเข้าถึงได้ตามศักยภาพของที่ตั้งนั้นๆ การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้มีหลายรูปแบบ ในที่นี้ เป็นการนำใช้สิ่งประดิษฐ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่เรียกว่า เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar cell) ทำการเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้าผ่านทางหน้าต่างบานเกล็ด ที่ได้รับการออกแบบผสมผสานระหว่าง “แผ่นบานเกล็ดกระจกหน้าต่างทั่วไป” กับ “เซลล์แสงอาทิตย์” แล้วนำไปติดตั้งที่หน้าต่างเดิม ทำการเชื่อมต่อวงจรระหว่างแผ่นบานเกล็ดและอุปกรณ์ต่อพ่วงที่จำเป็น ได้แก่ เครื่องควบคุมการประจุไฟฟ้าและแบตเตอรี่ ก็จะสามารถผลิตและกักเก็บพลังงานไฟฟ้าเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ตามวัตถุประสงค์ของเจ้าของอาคารได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและผลิต “แผ่นบานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์” สำหรับใช้กับหน้าต่างบานเกล็ดทั่วไป ที่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าเก็บไว้ในเวลากลางคืนได้ เพื่อการประยุกต์ใช้เป็น “แผงเซลล์แสงอาทิตย์” ติดตั้งตามเปลือกอาคาร ได้แก่ บริเวณหน้าต่าง ผนัง และหลังคา เป็นการใช้พื้นที่เปลือกอาคารให้เกิดประโยชน์สูงสุดและเพื่อส่งเสริมและสนับสนุนการใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นพลังงานทางเลือกในการผลิตกระแสไฟฟ้าให้เป็นที่นิยมและแพร่หลายมากยิ่งขึ้น

ขั้นตอนในการวิจัย

ทำการศึกษา ค้นคว้า และรวบรวมข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่างๆ ได้แก่ ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต ร้านขายวัสดุก่อสร้าง ร้านขายอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ รูปแบบบ้านพักอาศัยทั่วไป ฯลฯ รวมทั้งงานวิจัย บทความ ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการออกแบบร่างผลิตภัณฑ์คัดเลือกวัสดุที่เหมาะสมสำหรับผลิตเป็นหน้าต่างบานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์ ได้แก่ วงกบหน้าต่าง แผ่นบานเกล็ด เซลล์แสงอาทิตย์ (ชนิดและขนาด) รวมทั้งการจัดรูปแบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่เหมาะสมในการใช้งาน พัฒนารอบแนวคิดและแนวทางการออกแบบผลิตภัณฑ์

“บานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์” ด้วยการออกแบบและการสร้างผลิตภัณฑ์ตัวอย่างตามประสบการณ์และการเรียนรู้ จนได้ผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่สามารถนำไปทำการทดลองได้ เปรียบเทียบกรอบแนวคิดและประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ ต้นแบบด้วยการทดลองตามรูปแบบหรือสถานการณ์ต่างๆ วิเคราะห์ผลการทดลองจากข้อมูลตัวเลข แผนภูมิ สถิติพื้นฐาน รวมทั้งการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Revit Architecture 2014) พัฒนาผลิตภัณฑ์ตามกรอบ แนวคิดผลการทดลอง และการทดสอบความเป็นไปได้ในการนำผลิตภัณฑ์มาใช้งานตามสภาพแวดล้อมจริงสรุป และ อภิปรายผลการวิจัย นำเสนอการประยุกต์ใช้ผลงานวิจัยรูปแบบต่างๆ เสนอแนะแนวทางเพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์ ต้นแบบให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยประยุกต์ (Applied research) มีการออกแบบและผลิตชิ้นงานต้นแบบ เพื่อนำไปทำการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และสรุปผลการทดลองเพื่อนำไปใช้แก้ไขปัญหาตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย โดยมีรายละเอียดการดำเนินงานวิจัยดังต่อไปนี้

1. การคัดเลือกวัสดุสำหรับการวิจัย



ภาพที่ 3 วัสดุต่างๆ สำหรับใช้ในการสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่นำไปทำการทดลอง

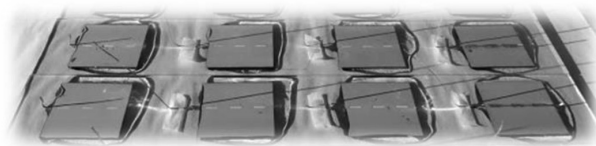
ก) เซลล์แสงอาทิตย์: สำหรับงานวิจัยนี้เลือกใช้ “แผ่นเซลล์แสงอาทิตย์แบบโมโนคริสตัลไลน์ชนิดแผ่นบาง” แม้ว่าราคาจะแพงกว่าแบบโพลีคริสตัลไลน์ แต่มีประสิทธิภาพ (Efficiency) อยู่ในระดับที่ดีกว่า มีขนาด (กว้าง x ยาว) และสัดส่วนที่มีความเหมาะสม นำไปจัดวางบนแผ่นบานเกล็ดได้อย่างยืดหยุ่น มีความหลากหลาย ลงตัว และเป็นระเบียบ อีกทั้งยังเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปในแวดวงการประกอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar panel) ที่สำคัญสามารถหาซื้อได้ง่ายตามร้านค้าออนไลน์ทั่วไป เช่น อีเบย์ดอทคอม (ebay.com) อะเมซอนดอทคอม (amazon.com) ฯลฯ เป็นต้น

ข) วงกบหน้าต่าง: สำหรับงานวิจัยนี้เลือกใช้ “วงกบอลูมิเนียมหน้าต่างบานเกล็ดแบบสำเร็จรูป” เพราะมีจำหน่ายอย่างแพร่หลายตามร้านขายวัสดุก่อสร้างชั้นนำทั่วไป หาซื้อได้ง่าย มีน้ำหนักเบา ไม่ยืด ไม่หด ปรับแต่งเพิ่มเติม และเคลื่อนย้ายระหว่างทำการทดลองได้สะดวก (โดยเฉพาะในขั้นตอนการทดลองที่ต้องมีการยกไป

ติดตั้งในแผงทดสอบ มีการเคลื่อนย้ายแผงทดสอบไปตามตำแหน่งต่างๆ เป็นต้น) การติดตั้ง ขนย้าย ซ่อมแซม บำรุงรักษา ดัดแปลง และรื้อถอนก็ทำได้ง่าย และที่สำคัญวงกบหน้าต่างเป็นหน้าตัดรูปตัวซี (C-shape) ทำให้มีช่องว่างในการซ่อนหรือเดินสายไฟที่ใช้ในการเชื่อมต่อวงจรระหว่างบานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์แต่ละแผ่นได้เป็นอย่างดี มีขนาดภายในวงกบ = $630 \times 1,005$ มิลลิเมตร ขนาดภายนอกวงกบ = $720 \times 1,095$ มิลลิเมตร ติดตั้งมาพร้อมกับอุปกรณ์รางอลูมิเนียมยึดแผ่นบานเกล็ดและอุปกรณ์หมุนบานเกล็ด จำหน่ายพร้อมแผ่นบานเกล็ดกระจกขนาด 100×610 มิลลิเมตรหรือ 4×24 นิ้ว จำนวน 11 เกล็ด

ค) **แผ่นบานเกล็ด:** สำหรับงานวิจัยนี้เลือกใช้ “แผ่นบานเกล็ดกระจกใส” หนา 5 มิลลิเมตรเพราะมีจำหน่ายอย่างแพร่หลายตามร้านขายอลูมิเนียมและกระจกทั่วไป หาซื้อได้ง่าย ตัวแผ่นมีความแข็ง แต่ถ้าโดนกระแทกแรงๆ หรือทำตกหล่นจะแตกหักได้ ซึ่งถือเป็นธรรมชาติของกระจก การมีน้ำหนักมากจะช่วยให้บานเกล็ดไม่กระพือเมื่อมีลมพัดผ่าน มีความคงทน อายุการใช้งานยาวนาน และทำความสะอาดได้ง่าย

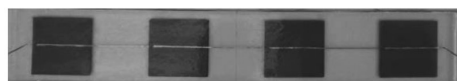
2. **ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ** ใช้วัสดุหลักคือ แผ่นบานเกล็ดกระจกใสหนา 5 มิลลิเมตร แผ่นเซลล์แสงอาทิตย์แบบโมโนคริสตัลไลน์ชนิดแผ่นบางขนาด 3×3 นิ้ว บัดกรีด้วยแถบเชื่อมต่อวงจร (Tapping Wire) ด้านหน้าเซลล์ (ขั้วลบ) ติดด้านหน้าแผ่นเซลล์ฯ กับกระจกใสด้วยเรซินใส ตามตำแหน่งและจำนวนที่ต้องการ ปลอ่ยให้แห้ง (ภาพที่ 4 (1) และ 4 (2)) จากนั้นทำการบัดกรีแถบเชื่อมต่อวงจรด้านหลังเซลล์ (ขั้วบวก) (ภาพที่ 4 (3)) เสร็จแล้วเคลือบด้านหลังแผ่นกระจกพร้อมทั้งแผ่นเซลล์ฯด้วยเรซินใสให้ทั่ว ปลอ่ยให้แห้ง (ภาพที่ 4 (4)) จากนั้นติดตั้งขั้วต่อสาย (Terminal) ทั้ง 2 ข้างให้เรียบร้อย (ภาพที่ 4 (5))



(1)



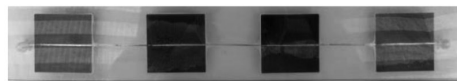
(2)



(3)



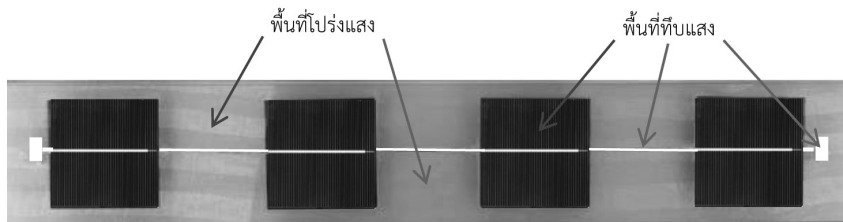
(4)



(5)

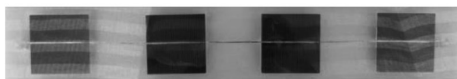
ภาพที่ 4 ขั้นตอนการสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบ “บานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์”

แผ่นบานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์ จะมีพื้นที่ที่บัพแสงและโปร่งแสงอยู่ในแผ่นเดียวกัน ส่วนที่บัพแสงได้แก่บริเวณที่เป็นเซลล์แสงอาทิตย์ แนวแถบเชื่อมต่อวงจร และขั้วต่อสาย พื้นที่กระจกส่วนที่เหลือคือ ส่วนโปร่งแสง สามารถออกแบบตกแต่งเพื่อความสวยงามได้ ด้วยเทคนิควิธีการที่หลากหลาย เป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์

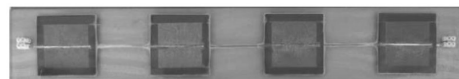


ภาพที่ 5 พื้นที่ที่ทึบแสงและโปร่งแสงของแผ่นบานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์

ก) แบบโปร่งแสง แผ่นบานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์กระจกใส 5 มิลลิเมตรแกะลาย พิมพ์ลาย
กัดกระจก เขียนลาย ฯลฯ



ก. ด้านหน้า



ข. ด้านหลัง

(1) แบบมาตรฐาน (ใสและไม่มีลวดลาย)



ก. ลวดลายแบบที่ 1



ข. ลวดลายแบบที่ 2

(2) แบบแกะลายสติกเกอร์

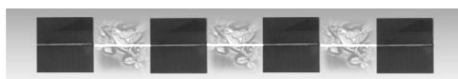


ก. ลวดลายแบบที่ 1



ข. ลวดลายแบบที่ 2

(3) แบบพิมพ์ลายซิลค์สกรีน



ก. ลวดลายแบบที่ 1

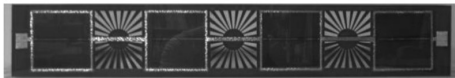


ข. ลวดลายแบบที่ 2

(4) แบบกัดลายกระจก

ภาพที่ 6 แผ่นบานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์แบบโปร่งแสงรูปแบบต่างๆ

ข) แบบทึบแสงหรือแบบกึ่งโปร่งแสง แผ่นบานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์กระจกใส 5 มิลลิเมตร ปิดทับหรือเคลือบด้วยวัสดุทึบแสง และ/หรือ ตกแต่งลวดลายโปร่งแสงบางส่วน หรือทำจากแผ่นทึบแสงโดยตรง เช่น แผ่นไม้อัด แผ่นไม้จริง แผ่นอลูมิเนียม ฯลฯ เป็นต้น

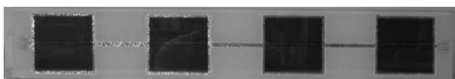


ก. ลวดลายแบบที่ 1

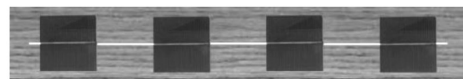


ข. ลวดลายแบบที่ 2

(1) แบบเคลือบสติกเกอร์และแกะลวดลาย



(2) แบบเคลือบสติกเกอร์ (สีพื้น)

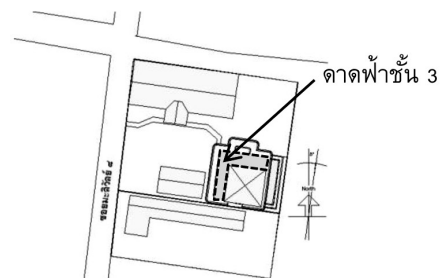


(3) แผ่นไม้อัด ส/ย 4 มิลลิเมตร เคลือบเรซินใส

ภาพที่ 7 แผ่นบานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์แบบทึบแสงรูปแบบต่างๆ

3. การทดลองภาคสนาม

สถานที่ทำการทดลอง ณ ดาดฟ้าชั้น 3 บ้านพักอาศัยเลขที่ 201/1 หมู่ 16 ถ.มะลิวัลย์ ซอย 8 ต.ในเมือง อ.เมือง จ.ขอนแก่น ตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ คือ ละติจูด: $16^{\circ} 26'$ 26.65" ฟิลิปดาเหนือและลองจิจูด: $102^{\circ} 49'$ 25.88" ฟิลิปดาตะวันออกโดยทำมุมกับทิศเหนือไปทางทิศตะวันออกเฉียงประมาณ 8° หรือมีมุมอะซิมุท (Azimuth) เท่ากับ 8°

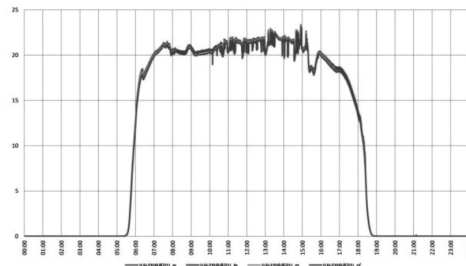


ภาพที่ 8 ตำแหน่งที่ตั้งสถานที่ทำการทดลอง

การทดลองภาคสนามนี้ เป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิตแรงดันไฟฟ้าของบานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์ ในเบื้องต้นได้ทำการเปรียบเทียบความเที่ยงตรงของบานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์แต่ละแผงทดสอบ จำนวน 4 แผง ผลปรากฏว่าทุกแผงมีประสิทธิภาพในการผลิตแรงดันไฟฟ้าเท่ากัน (กรณีปิดเศษเทคนิค) หรือใกล้เคียงกัน (กรณีมีเศษเทคนิค) สามารถนำไปทำการทดลองในขั้นตอนต่อไปได้



ภาพที่ 9 แผงทดสอบทั้ง 4 แผง



แผนภูมิที่ 2 เปรียบเทียบความเที่ยงตรงของแผงทดสอบ

กรณีที่ 1 เปรียบเทียบมุมแผ่นบานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์ 90° 45° และ 16° หันไปทางทิศใต้

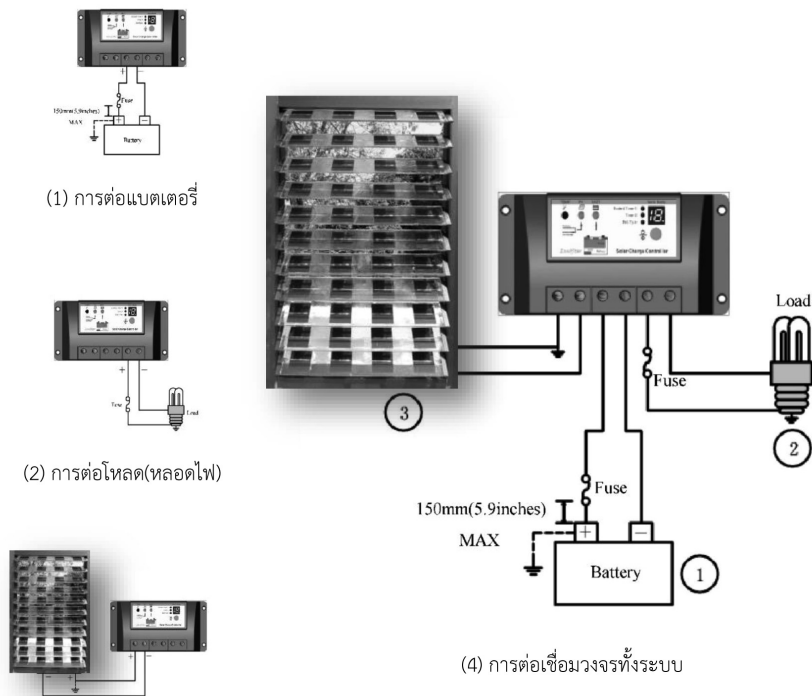
กรณีที่ 2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิตแรงดันไฟฟ้าบานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์ จากการตั้งวางบานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์รูปแบบต่างๆ โดยหันหน้าไปทางทิศใต้ ดังนี้

ก) บานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์ แผงตั้งมุมบานเกล็ด 16° : แผงเอียง 16° มุมบานเกล็ด 16° : แผงเอียง 30° มุมบานเกล็ด 16° : แผงเอียง 45° มุมบานเกล็ด 16°

ข) บานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์ แผงตั้งมุมบานเกล็ด 16° : แผงตั้งมุมบานเกล็ด 90° : แผงนอน มุมบานเกล็ด 0° : แผงนอนมุมบานเกล็ด 16°

4. การทดลองใช้งานจริง

การทดลองใช้งานจริงนี้ เป็นการเชื่อมต่อวงจรระหว่างบานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์จำนวน 2 แผงต่อวงจรแบบขนาน กับอุปกรณ์ต่อพ่วงที่จำเป็น ได้แก่ เครื่องควบคุมการประจุ (Solar Charge Controller) แบตเตอรี่แบบดีปไซเคิล (Deep Cycle Battery) ขนาด 12 โวลต์ 45 แอมป์ชั่วโมง และเครื่องใช้ไฟฟ้า (Loads) ซึ่งในที่นี้เลือกใช้หลอดไฟแอล.อี.ดี.(LED.) 3 วัตต์ จำนวน 3 หลอด โดยหันแผงบานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์ไปทางทิศใต้จากการคำนวณแผงทดสอบบานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์ 1 แผง ผลิตแรงดันไฟฟ้า 22.0 โวลต์ กระแสไฟฟ้า 1.8 แอมป์ กำลังไฟ 39.6 วัตต์ (1 เซลล์ มี แรงดันไฟฟ้า 0.5 โวลต์ กระแสไฟฟ้า 1.8 แอมป์ กำลังไฟ 0.9 วัตต์) นำแผงทดสอบ 2 แผงมาต่อขนานกัน จะได้แรงดันไฟฟ้า 22.0 โวลต์ (เท่าเดิม) กระแสไฟฟ้า 3.6 แอมป์ (มากขึ้น) กำลังไฟ 79.2 วัตต์ (มากขึ้น)

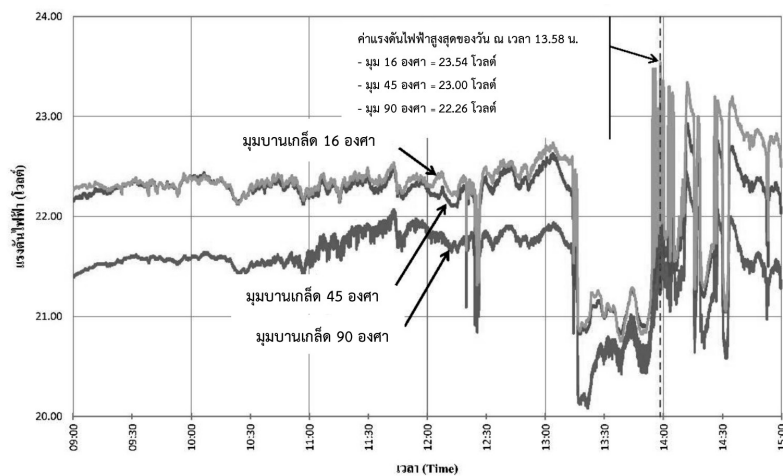


ภาพที่ 10 การเชื่อมต่อวงจรบนเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์กับอุปกรณ์ต่อพ่วงที่จำเป็น

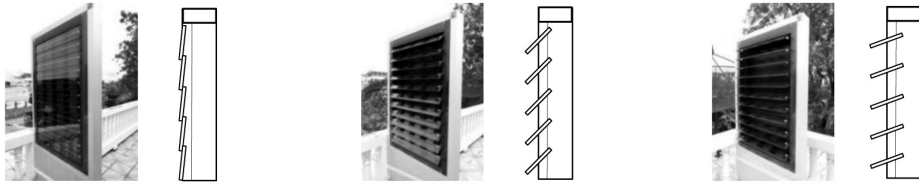
ผลการวิจัย

1. ผลการทดลองภาคสนาม

กรณีที่ 1 เปรียบเทียบมุมแผ่นบนานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์ $90^{\circ}45^{\circ}$ และ 16° หันไปทางทิศใต้



แผนภูมิที่ 3 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิตแรงดันไฟฟ้าแผ่นบนานเกล็ดตามมุมต่างๆ ด้านทิศใต้
(วันจันทร์ที่ 8 กันยายน 2557 เวลา 9.00-15.00 น.)



(1) มุมบานเกล็ด 90° (*)

(2) มุมบานเกล็ด 45°

(3) มุมบานเกล็ด 16°

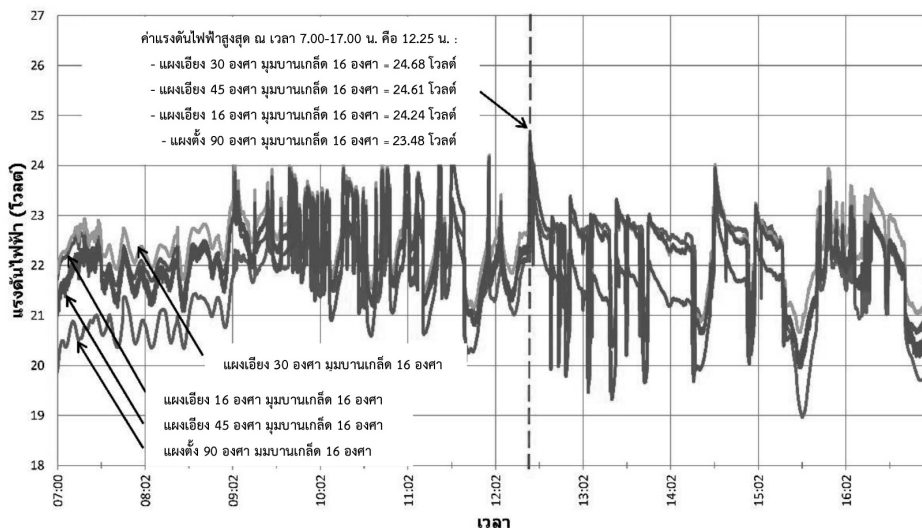
ภาพที่ 11 การทดสอบแผงตั้งมุมบานเกล็ด 90° 45° และ 16°

ค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุดของบานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์ ณ วันจันทร์ที่ 8 กันยายน 2557 เวลา 13.58 น. ตามลำดับดังนี้ มุมบานเกล็ด 16° = 23.54 โวลต์ มุมบานเกล็ด 45° = 23.00 โวลต์ มุมบานเกล็ด 90° = 22.26 โวลต์ และมีค่าเฉลี่ยแรงดันไฟฟ้า ณ ช่วงเวลา 9.00-15.00 น. ตามลำดับดังนี้ มุมบานเกล็ด 16° = 22.23 โวลต์ มุมบานเกล็ด 45° = 22.13 โวลต์ มุมบานเกล็ด 90° = 21.53 โวลต์

สรุปว่าบานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากมากไปน้อย ได้แก่ บานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์มุมบานเกล็ด 16° 45° และ 90° ตามลำดับ

กรณีที่ 2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิตแรงดันไฟฟ้าบานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์ จากการตั้งวางแผงบานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์รูปแบบต่างๆ ดังนี้

ก) บานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์ แผงตั้งมุมบานเกล็ด 16°: แผงเอียง 16° มุมบานเกล็ด 16°: แผงเอียง 30° มุมบานเกล็ด 16°: แผงเอียง 45° มุมบานเกล็ด 16°



แผนภูมิที่ 4 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิตกระแสไฟฟ้าบานเกล็ดแผงตั้ง 90° กับแผงเอียง 16° 30° 45° มุมบานเกล็ด 16° (วันอาทิตย์ที่ 14 กันยายน 2557)



(1) มุมบานเกล็ด 16°



(2) การติดตั้งแผงบานเกล็ด



(3) ปรับมุมบานเกล็ด



(4) แผงเอียง (มุมมองทิศใต้)



(5) แผงเอียง (มุมมองทิศตะวันตก)



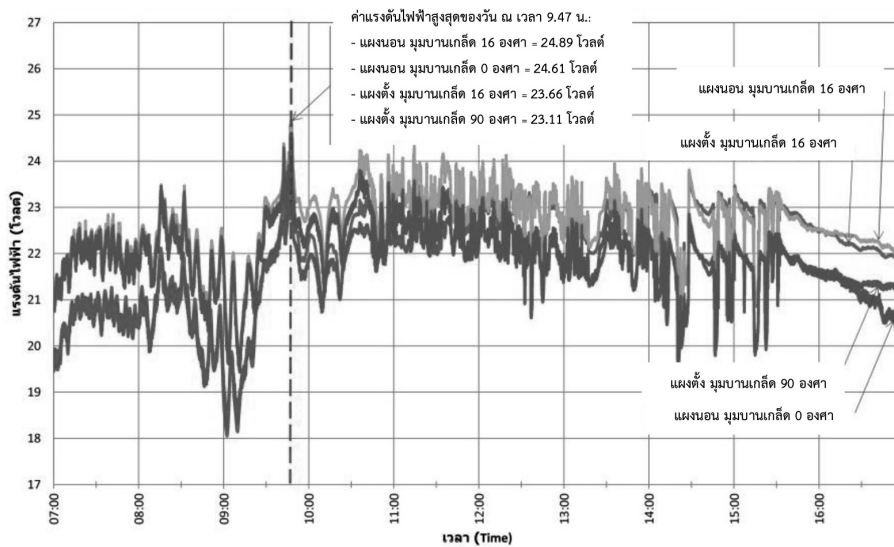
(6) แผงเอียง (มุมมองทิศเหนือ)

ภาพที่ 12 การทดสอบบานเกล็ดแผงตั้ง 90° กับแผงเอียง 16° 30° 45° มุมบานเกล็ด 16°

ค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุดของบานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์ ณ วันอาทิตย์ที่ 14 กันยายน 2557 เวลา 12.25 น. ตามลำดับดังนี้ แผงเอียง 30° มุมบานเกล็ด $16^\circ = 24.68$ โวลต์ แผงเอียง 45° มุมบานเกล็ด $16^\circ = 24.61$ โวลต์ แผงเอียง 16° มุมบานเกล็ด $16^\circ = 24.24$ โวลต์ และแผงตั้งมุมบานเกล็ด $16^\circ = 23.48$ โวลต์ และมีค่าเฉลี่ยแรงดันไฟฟ้า ณ ช่วงเวลา 7.00-17.00 น. ตามลำดับ ดังนี้ แผงเอียง 30° มุมบานเกล็ด $16^\circ = 22.47$ โวลต์ แผงเอียง 45° มุมบานเกล็ด $16^\circ = 22.19$ โวลต์ แผงเอียง 16° มุมบานเกล็ด $16^\circ = 21.81$ โวลต์ และแผงตั้งมุมบานเกล็ด $16^\circ = 21.76$ โวลต์

สรุปว่าบานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากมากไปน้อย ได้แก่ แผงเอียง 30° มุมบานเกล็ด 16° แผงเอียง 45° มุมบานเกล็ด 16° แผงเอียง 16° มุมบานเกล็ด 16° และแผงตั้งมุมบานเกล็ด 16° ตามลำดับ

ข) บานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์ แผงตั้งมุมบานเกล็ด 16: แผงตั้งมุมบานเกล็ด 90° : แผงนอนมุมบานเกล็ด 0° : แผงนอนมุมบานเกล็ด 16°



แผนภูมิที่ 5 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิตกระแสไฟฟ้าบานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์ระหว่างแผงตั้งมุมบานเกล็ด 16° และ 90° กับแผงนอนมุมบานเกล็ด 16° และ 0° (วันพฤหัสบดีที่ 18 กันยายน 2557)



ภาพที่ 13 การทดสอบแผงตั้งมุมบานเกล็ด 16° และ 90 กับแผงนอนมุมบานเกล็ด 16° และ 0°

ค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุดของบานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์ ณ วันพฤหัสบดีที่ 18 กันยายน 2557 เวลา 9.47 น. ตามลำดับดังนี้ แผงนอนมุมบานเกล็ด 16° = 24.89 โวลต์ แผงนอนมุมบานเกล็ด 0° = 24.61 โวลต์ แผงตั้งมุมบานเกล็ด 16° = 23.66 โวลต์ และแผงตั้งมุมบานเกล็ด 90° = 23.11 โวลต์ และมีค่าเฉลี่ยแรงดันไฟฟ้า ณ ช่วงเวลา 7.00-17.00 น. ตามลำดับดังนี้ แผงนอนมุมบานเกล็ด 16° = 22.63 โวลต์ แผงนอนมุมบานเกล็ด 0° = 21.96 โวลต์ แผงตั้งมุมบานเกล็ด 16° = 22.07 โวลต์ และแผงตั้งมุมบานเกล็ด 90° = 21.53 โวลต์

สรุปว่าบานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากมากไปน้อย ได้แก่ แผงนอนมุมบานเกล็ด 16° แผงนอนมุมบานเกล็ด 0° แผงตั้งมุมบานเกล็ด 16° และแผงตั้งมุมบานเกล็ด 90° ตามลำดับ

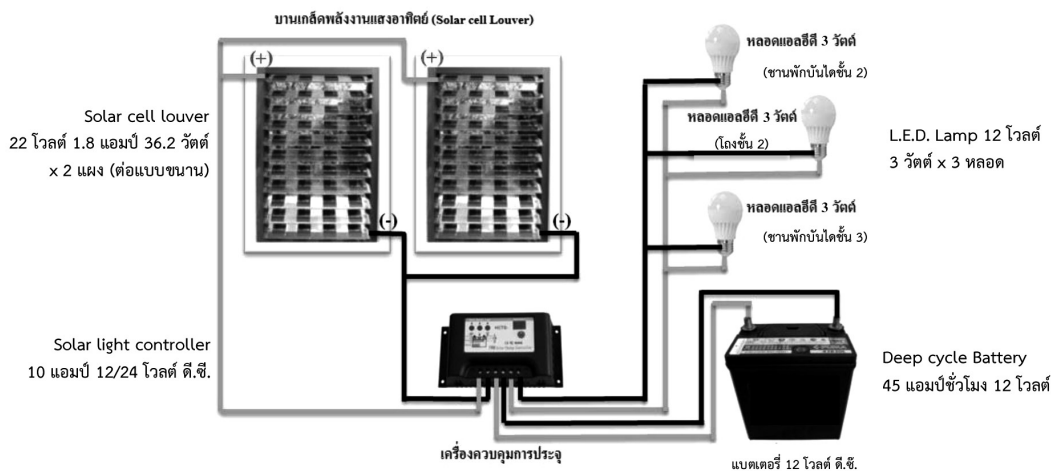
2. การทดลองใช้งานจริง

ตัวอย่างการคำนวณภาระการใช้งาน (Load) โดยมีวัตถุประสงค์ที่ต้องการใช้งานไฟฟ้าแสงสว่างตอนกลางวัน คำนวณ 3 จุดๆ ละ 3 วัตต์ เริ่มตั้งแต่ดวงอาทิตย์ลับขอบฟ้า จนถึงดวงอาทิตย์ขึ้นในวันถัดไป รวมเวลา 12 ชั่วโมง (โดยประมาณ) มีวิธีการคำนวณ ดังนี้

ก) บานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์: $= 108 \text{ วัตต์} / 6 \text{ ชั่วโมง} = 18 \text{ วัตต์}$
(หลอดไฟแอล.อี.ดี. 3 วัตต์ (12 โวลต์) จำนวน 3 หลอด เปิดใช้งาน 12 ชั่วโมง $= 108 \text{ วัตต์}$ และกำหนด
ช่วงเวลารับแสงแดดตั้งแต่ 9.00 - 15.00 น. $= 6 \text{ ชั่วโมง}$)

ข) แบตเตอรี่: $= 108 \text{ วัตต์} / 50\% = 216 \text{ วัตต์}$
 $= 216 \text{ วัตต์} / 12 \text{ โวลต์} = 18 \text{ แอมป์ชั่วโมง (12 โวลต์)}$
(แบตเตอรี่ทั่วไปถึงกระแสไฟฟ้ามาใช้ได้ประมาณ 25-30 % ถ้าเป็นแบบดีไซเคลจะสามารถใช้ได้ถึง
50%)

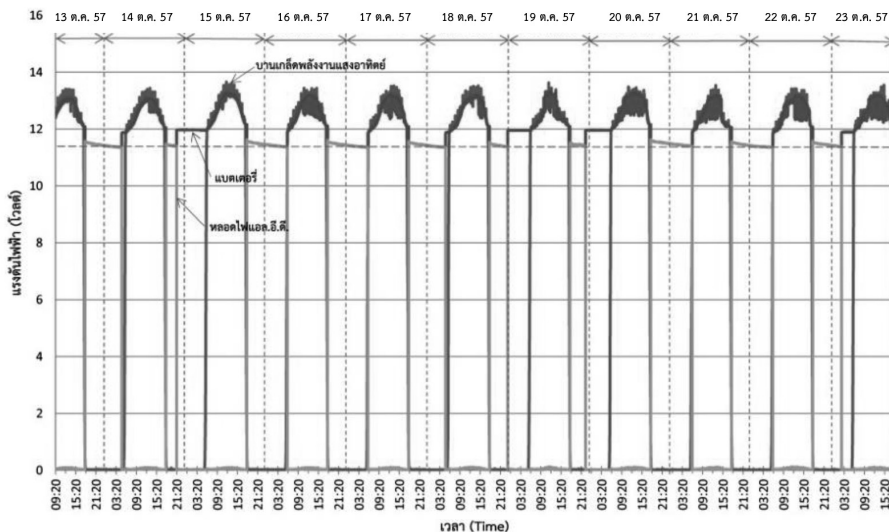
ค) เครื่องควบคุมประจุไฟฟ้า: $= 9 \text{ วัตต์} / 12 \text{ โวลต์} = 0.75 \text{ แอมป์ (12 โวลต์)}$



ภาพที่ 14 บานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์เชื่อมต่อวงจรกับอุปกรณ์ต่อพ่วงที่จำเป็น

ขั้นตอนการต่อเชื่อมวงจรตามลำดับดังต่อไปนี้ 1.) การเชื่อมต่อแบตเตอรี่ (Battery Wiring) กับเครื่องควบคุมการประจุ ตามขั้วต่อ (Battery Terminals) ที่กำหนดไว้ให้ถูกต้อง 2.) การเชื่อมต่อโหลดหรืออุปกรณ์ไฟฟ้า (Load Wiring) ในที่นี้คือ หลอดไฟแอล.อี.ดี. กับ เครื่องควบคุมการประจุ ตามขั้วต่อ (Load Terminals) ที่กำหนดไว้ให้ถูกต้อง 3.) การเชื่อมต่อเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Wiring) กับ เครื่องควบคุมการประจุ ตามขั้วต่อ (Solar Module Terminals) ที่กำหนดไว้ให้ถูกต้อง เครื่องควบคุมการประจุ (Solar Charger Controller) ในที่นี้ใช้ยี่ห้อ EPSOLAR รุ่น LS1024R ขนาด 10 แอมป์ แบบ PWM (Pulse Width Modulation) ที่ช่วยให้การประจุแบตเตอรี่มีประสิทธิภาพสูงและยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ แบตเตอรี่ (Battery): ประเภท Deep Cycle Battery ใช้ยี่ห้อ GLOBATT รุ่น INVA45, Extra-long life ขนาด 45 แอมป์ชั่วโมง โหลด (Loads): อุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรง ในที่นี้ใช้หลอดแอล.อี.ดี. ยี่ห้อ SGT ขนาด 3 วัตต์ มีคุณสมบัติให้ความสว่างเท่ากับหลอดไส้ 75 วัตต์ หรือหลอดตะเกียบ 20 วัตต์ ความสว่างประมาณ 90 ลักซ์ อายุการใช้งาน 30,000 ชั่วโมง หรือ 20 เท่าของหลอดไฟทั่วไป ประหยัดพลังงานถึง 90% ตั้งแผงทดสอบบานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์ทั้ง 2 แผงหันหน้าไปทางทิศใต้ ปรับมุมบานเกล็ด 90° ทำการติดตั้งสายวัดตามจุดต่างๆ ตรวจสอบการเชื่อมต่อวงจร และทดสอบการทำงานของระบบก่อนทำการบันทึกข้อมูล

แผนภูมิที่ 6 เป็นการเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าบานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์ แบตเตอรี่ และหลอดไฟแอล.อี.ดี. ตั้งแต่วันจันทร์ที่ 13 ตุลาคมถึงวันพฤหัสบดีที่ 23 ตุลาคม 2557 แบบต่อเนื่อง ค่าแรงดันไฟฟ้าบานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์ต่ำสุดในช่วงเวลาประมาณ 18.00-6.00 น. เส้นกราฟจะมีความชันมากทั้งตอนรุ่งสาง และ ตอนพลบค่ำ ค่าแรงดันไฟฟ้าระหว่างวันจะสูงๆ ต่ำๆ ตามสภาพท้องฟ้า ค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ในช่วงเวลาประมาณ 6.00-18.00 น. จะมีค่าสูงๆ ต่ำๆ ก็เช่นเดียวกันกับบานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์ แต่จะมีค่าน้อยกว่า เพื่อที่จะสามารถทำการประจุไฟฟ้าลงแบตเตอรี่ได้ ส่วนค่าแรงดันไฟฟ้าของหลอดไฟกรณีหลอดไฟสว่าง จะมีค่าใกล้เคียงกับแบตเตอรี่ แต่กรณีหลอดไฟดับ เนื่องจากการประจุไฟฟ้าได้ไม่เต็มที่ ทำให้ไม่มีไฟฟ้าแสงสว่างใช้อย่างต่อเนื่องตลอดทั้งคืน ค่าแรงดันไฟฟ้าของหลอดไฟจะเท่ากับศูนย์ ส่วนค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่จะเท่ากับ 11.82 โวลต์ (ค่าเฉลี่ยจากวันที่ทำการทดลองที่มีกรณีหลอดไฟดับ) ทั้งนี้ เป็นการควบคุมแบบอัตโนมัติของเครื่องควบคุมการประจุ ซึ่งผู้ใช้สามารถเลือกตั้งเวลาได้ตามความต้องการใช้งาน เช่น ให้หลอดไฟสว่างทั้งคืน ให้หลอดไฟสว่างก็ชั่วโมงหลังจากดวงอาทิตย์ลับขอบฟ้า ให้หลอดไฟสว่างก่อนดวงอาทิตย์ขึ้นก็ชั่วโมง ฯลฯ เป็นต้น



แผนภูมิที่ 7 เปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าบานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์ แบตเตอรี่ และหลอดไฟแอล.อี.ดี.
(วันจันทร์ที่ 13-วันพฤหัสบดีที่ 23 ตุลาคม 2557)



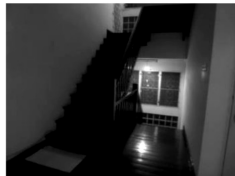
(1) บ้านผลิตพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้ง



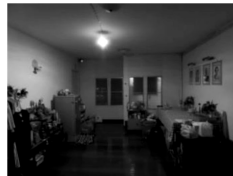
(2) ทดสอบการทำงานของระบบ



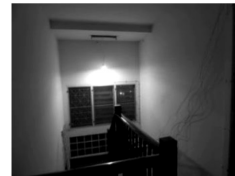
(3) ไฟแสงสว่างช่วงเวลากลางคืน



(4) ไฟแสงสว่างชานพักบันไดชั้น 2

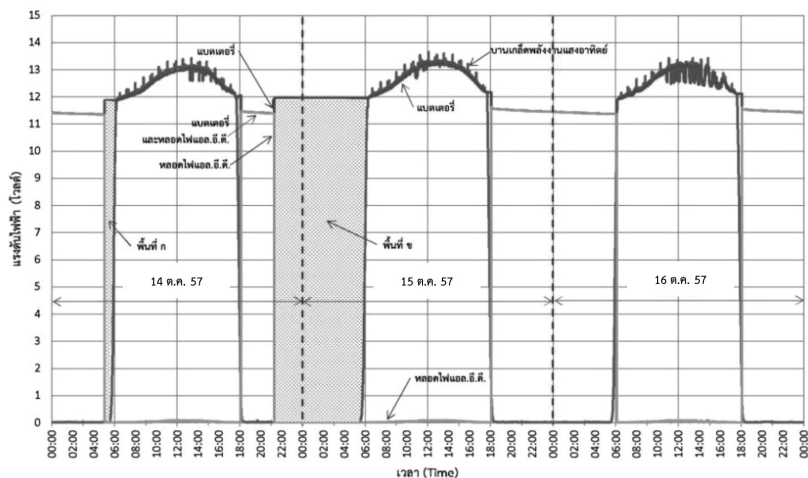


(5) ไฟแสงสว่างโถงชั้น 2



(6) ไฟแสงสว่างชานพักบันไดชั้น 3

ภาพที่ 15 การติดตั้งแผงบ้านผลิตพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการใช้งานแสงสว่างภายในอาคารในสภาพจริง



แผนภูมิที่ 7 เปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าบ้านผลิตพลังงานแสงอาทิตย์ แบตเตอรี่ และหลอดไฟแอล.อี.ดี.

(วันอังคารที่ 14-วันพฤหัสบดีที่ 16 ตุลาคม 2557)

ส่วนแผนภูมิที่ 7 เป็นแบบขยายของวันจันทร์ที่ 14 ตุลาคมถึงวันพฤหัสบดีที่ 16 ตุลาคม 2557 เพื่อแสดงพื้นที่ ก และพื้นที่ ข โดยที่พื้นที่ ข มีระยะเวลาที่หลอดไฟดับมากกว่าพื้นที่ หมายความว่าช่วงเวลากลางวันของวันอังคารที่ 14 ตุลาคม 2557 สภาพท้องฟ้าไม่เอื้ออำนวยต่อการผลิตกระแสไฟฟ้าประจุลงในแบตเตอรี่อย่างเพียงพอ ประกอบกับปริมาณไฟฟ้าที่กักเก็บไว้ในแบตเตอรี่ของวันจันทร์ที่ 13 ตุลาคม 2557 มีไม่เพียงพอต่อเนื่องมาในวันถัดไป จึงทำให้วันอังคารที่ 14 ตุลาคม 2557 มีปริมาณไฟฟ้าที่กักเก็บไว้ในแบตเตอรี่ไม่พอใช้ในช่วงเวลากลางคืนดังกล่าว

พื้นที่ ก และ ข เกิดขึ้นจากการควบคุมแบบอัตโนมัติของเครื่องควบคุมการประจุ เนื่องจากแบตเตอรี่เก็บสำรองไฟฟ้าไว้ในตอนกลางคืนไม่เพียงพอต่อการใช้งาน จากการประมวลผลของเครื่องควบคุมการประจุไฟฟ้า

จึงทำการตัดไฟที่จ่ายให้แก่หลอดไฟทั้ง 3 หลอด เป็นการป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดกับแบตเตอรี่ในระยะยาวได้ ช่วยให้แบตเตอรี่มีอายุการใช้งานที่ยืนยาวมากขึ้น มีผลทำให้ค่าแรงดันไฟฟ้าหรือเส้นกราฟของหลอดไฟตกลงไปเป็นศูนย์ทันทีพร้อมๆ กับค่าแรงดันไฟฟ้าหรือเส้นกราฟของแบตเตอรี่กลับมีค่าสูงขึ้นเล็กน้อยในเวลาเดียวกัน หลังจากนั้นค่าแรงดันของทั้งคู่จะคงที่จนถึงเวลาที่ดวงอาทิตย์ขึ้นในตอนเช้า แรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่จะค่อยๆ มีค่าเพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับค่าแรงดันไฟฟ้าของบานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์ เนื่องจากบานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์เริ่มทำงานผลิตกระแสไฟฟ้าอีกครั้ง หากช่วงเวลาหรือฤดูกาลใดที่บานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์ไม่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อเก็บไว้ในแบตเตอรี่ได้อย่างเพียงพอต่อการใช้งาน สามารถทำการแก้ไขได้ 2 วิธีคือ 1.) เพิ่มจำนวนแบตเตอรี่ และ 2.) เพิ่มจำนวนแผงบานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์ ทั้งนี้ จำเป็นต้องมีการคำนวณภาระการใช้งานให้มีความเหมาะสมด้วย

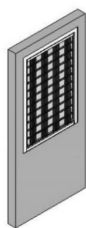
อภิปรายผลการวิจัย

บานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้า สามารถกักเก็บไว้ในแบตเตอรี่ เพื่อนำไปใช้ในเวลากลางคืนหรือตามวัตถุประสงค์อื่นได้ โดยสามารถนำไปใช้แทนที่แผ่นบานเกล็ดกระจกของหน้าต่างบานเกล็ดทั่วไปได้ แม้ว่าจะต้องใช้พื้นที่เซลล์แสงอาทิตย์มากกว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาทั่วไปก็ตาม (ขึ้นอยู่กับการออกแบบแผงวงจรเซลล์แสงอาทิตย์) แต่การติดตั้ง การดูแลบำรุงรักษา สะดวกและปลอดภัยกว่า แม้ว่า ณ ปัจจุบันราคาเซลล์แสงอาทิตย์จะยังมีราคาแพงอยู่ก็ตาม การนำเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้งานในลักษณะทดแทนหรือแทนที่การใช้ไฟฟ้าจากระบบสายส่งที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ยังไม่ค่อยคุ้มค่าการลงทุนนัก ยกเว้นสถานที่ที่สายไฟฟ้าเข้าไปไม่ถึง เช่น หมู่บ้านที่อยู่ห่างไกล ชายแดน ถิ่นทุรกันดาร ฯลฯ เป็นต้น รวมทั้งขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการเลือกใช้งานของแต่ละคน แม้ว่าจะอยู่ในพื้นที่ที่มีระบบไฟฟ้าเข้าถึง บางคนอาจต้องการเลือกใช้เพื่อเป็นระบบไฟฟ้าแสงสว่างอัตโนมัติตอนกลางคืน ไฟฟ้าสำรองหรือฉุกเฉินกรณีไฟฟ้าดับ ไฟฟ้าสำหรับระบบรักษาความปลอดภัย หรือแม้แต่เป็นการแสดงภาพลักษณ์ที่ดีขององค์กรในการเลือกใช้พลังงานสะอาด ฯลฯ เป็นต้น หากมีการณรงค์การใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์ให้แพร่หลายมากยิ่งขึ้น การสนับสนุนจากภาครัฐบาลอย่างต่อเนื่อง ความร่วมมือร่วมใจกันของภาคเอกชนที่เกี่ยวข้อง กอปรกับในอนาคตอันใกล้นี้ น้ำมันจะขาดแคลนและมีราคาแพงมากขึ้น ในขณะที่ราคาเซลล์แสงอาทิตย์มีแนวโน้มจะถูกลงอย่างมาก จึงน่าจะเป็นตัวกระตุ้นให้ทุกคนเห็นความสำคัญและหันมาใช้ประโยชน์จากเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์กันมากยิ่งขึ้น

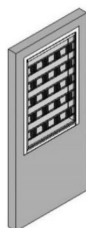
ข้อพึงระวังในขั้นตอนการผลิตและติดตั้งบานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์มีดังนี้ 1.) หากเป็นไปได้ควรเลือกใช้กระจกเทมเปอร์เพราะมีความแข็งแรง ทนต่อแรงกระแทก ปลอดภัย ด้านทานความร้อนได้ดีกว่ากระจกใสทั่วไป แต่มีราคาแพง 2.) ควรเลือกใช้ฟิล์มสำหรับเคลือบเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Encapsulate Film) หรือ อี.วี.เอ. ฟิล์ม (Ethylene Vinyl Acetate, EVA) เป็นตัวประสานเซลล์แสงอาทิตย์กับผิวกระจก เพราะสามารถป้องกันรังสียู.วี.ได้ดี ป้องกันความชื้น มีความใส บางแต่แข็งแรง 3.) ในขั้นตอนการเคลือบด้วยเรซินเหลวหรืออบร้อนแผ่นฟิล์มอี.วี.เอ. ต้องระมัดระวังเรื่องฟองอากาศที่อาจเกิดขึ้นได้ระหว่างผิวหน้าเซลล์แสงอาทิตย์กับผิวกระจก 4.) เลือกใช้ขั้วต่อสายที่มีความทนทาน สามารถยึดสายไฟได้อย่างแน่นหนา 5.) ควรใช้ซิลิโคนเหลวอุดจุดต่อเชื่อมสายไฟและขั้วต่อสาย เพื่อป้องกันความชื้นและการทำปฏิกิริยากับออกซิเจน (Oxidation) 6.) ตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดตั้งเครื่องควบคุมการประจุไฟฟ้าและแบตเตอรี่ ไม่ควรห่างจากบานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์มากเกินไป เช่น บริเวณด้านล่างหน้าต่าง (ภายในหรือภายนอกอาคาร) หรือด้านบนหน้าต่าง (บนฝ้าเพดาน) หรือเป็นห้องโดยเฉพาะ ทำการออกแบบตกแต่งเพิ่มเติมเพื่อความเรียบร้อย สวยงาม โดยจะต้องมีช่องเปิดเพื่อการบำรุงรักษา และการระบายอากาศที่ดี

ข้อเสนอแนะ

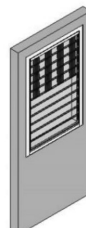
นอกจากบานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์จะสามารถนำไปใช้งานกับหน้าต่างบานเกล็ดกระจกทั่วไปได้แล้ว ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หลายรูปแบบ ได้แก่ 1.) ติดตั้งได้ทั้งแนวนอนและแนวตั้ง 2.) ติดตั้งเป็นแผงกันแดดสำหรับ กรอบอาคารทั้งผนังโปร่งแสงและผนังทึบแสง 3.) ติดตั้งบนหลังคาได้ทุกความเอียงลาด เพราะสามารถปรับมุมบานเกล็ด ได้ตามละติจูดที่ตั้งหรือตามมุมที่รับแสงแดดได้มากที่สุดในแต่ละฤดู 4.) ติดตั้งหรือตั้งวางที่ระเบียง กันสาด ดาดฟ้า หรือบริเวณกลางแจ้งที่มีแสงแดดได้อย่างอิสระ 5.) สามารถบูรณาการงานออกแบบร่วมกับอาคารหรือผลิตภัณฑ์อื่นๆ ได้อีก เช่น ป้ายรถเมล์ป้อมตำรวจ ป้อมยามทางเดินภายนอกอาคาร ศาลากลางแจ้งเครื่องเล่นสนาม ฯลฯ เป็นต้น



ก. แบบเต็มบาน



ข. แบบสลับบาน

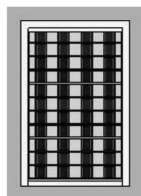


ค. แบบครึ่งบน

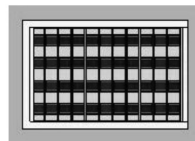


ง. แบบครึ่งล่าง

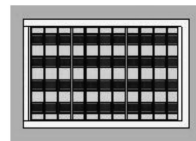
(1) ติดตั้งแทนที่หน้าต่างบานเกล็ดทั่วไปได้



ก. แนวตั้ง

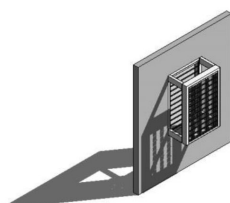


ข. แนวนอน (ซ้าย)

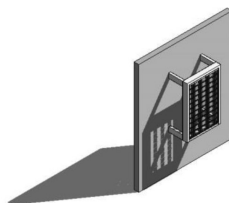


ค. แนวนอน (ขวา)

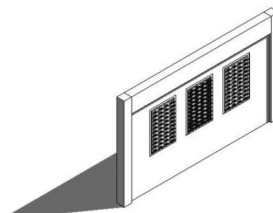
(2) ติดตั้งเป็นบานเกล็ดแนวตั้งและบานเกล็ดแนวนอน ซ้าย-ขวา



ก. แผงกันแดดหน้าต่าง



ข. แผงกันแดดผนังทึบ

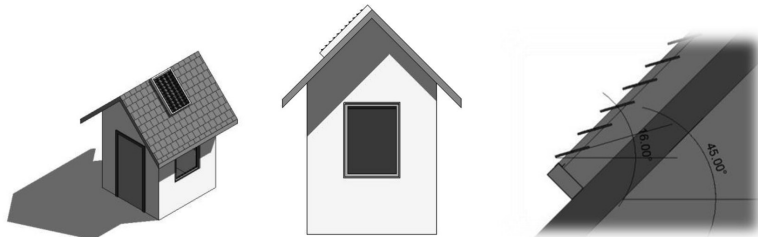


ค. แนวรั้ว

(3) ติดตั้งเป็นแผงกันแดดให้กรอบอาคาร และแนวรั้ว

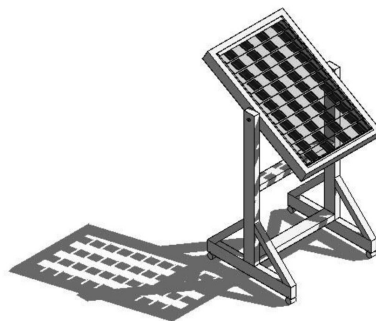


ก. หลังคาเอียง 16° ปรับมุมบานเกล็ดได้อิสระ

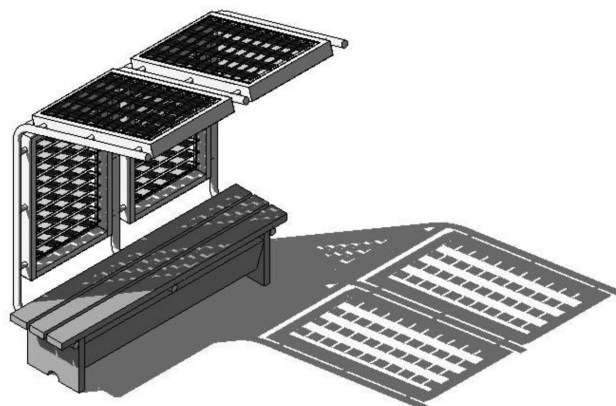


ข. หลังคาเอียง 45° ปรับมุมบานเกล็ดได้อิสระ

(4) ติดตั้งบนหลังคาได้ทุกมุมเอียงลาด



(5) ติดตั้งบริเวณที่มีแสงแดดได้อย่างอิสระ



ตัวอย่าง: ม้านั่งสนาม

(6) นำไปประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย

ภาพที่ 16 การใช้งานโดยตรงและการประยุกต์ใช้งาน “บานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์”

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2551. **แผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี (พ.ศ. 2551-2565).** กรุงเทพฯ : กระทรวงพลังงาน.
- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2554. **รายงานประเมินการจัดทำแผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์จากข้อมูลดาวเทียมสำหรับประเทศไทยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและการอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน.** กรุงเทพฯ : กระทรวงพลังงาน.
- จตุพร วุฒิกนกกาญจน์. 2551. **รายงานวิจัยเทคโนโลยีการผลิตฟิล์ม EVA สำหรับห่อหุ้มเซลล์แสงอาทิตย์.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. 2556. **รายงานประจำปี 2555 (Annual Report 2012).** กรุงเทพฯ : กระทรวงพลังงาน.
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ. 2556. **การสำรวจการใช้พลังงานของครัวเรือน 2554-2556.** กรุงเทพฯ : กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร.
- Anthony, P. 2010. **Building and Finishing Materials in Architecture & Design.** [online] [cited 1September2014]. Available from:<http://materialsandsources.com/plugin-save-pv-solar-shutters-pns-energy>.
- Energy Saving. 2011. **การบริหารจัดการพลังงาน.** [online] [cited 10September2014]. Available from: <http://www.energysavingmedia.com/news/page.php?a=10&n=114&cno=6186>.
- Jon, G. 2010. **Solar Prices Keep Dropping.** [online] [cited 21September2014]. Available from: <http://www.jongeeting.net/?p=431>.
- Lynley, M. 2012. **Listen up, Realtors.** [online] [cited 25 September 2014]. Available from: <http://venturebeat.com/2011/04/22/solar-panel-home-value/>.
- Michael, B. 2014. **Solar Electricity Handbook.** United Kingdom: Greenstream Publishing Limited.
- Reuters, T. 2014. **The World in 2025: 10 Predictions of Innovation.** [online] [cited 21 November 2014]. Available from: <http://sciencewatch.com/sites/sw/files/m/pdf/World-2025.pdf>.

ที่มาของภาพ

- ภาพที่ 1: http://www3.egat.co.th/re/egat_pv/sun_thailand.htm
- ภาพที่ 2: (ซ้าย) [ออนไลน์] [อ้างเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2556] เข้าถึงได้จาก: <http://2.bp.blogspot.com/-FEbQHx-SzLwE/UcQyDgR2MII/AAAAAAAAAQ/lseXCxhljZY/s1600/20102011-01.jpg>
- ภาพที่ 2: (กลาง) [ออนไลน์] [อ้างเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2556] เข้าถึงได้จาก: <http://escctcc.com/index.php?p=news&t=detail&catgory=1&id=105>
- ภาพที่ 2: (ขวา) [ออนไลน์] [อ้างเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2556] เข้าถึงได้จาก: <https://www.pinterest.com/pin/400961173047501248/>