

ประโยชน์ของการใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคา: กรณีศึกษาอาคารที่พักอาศัยต้นทุนต่ำ

Benefits of Roof-Mounted Solar Cells for Low-Cost Residential Buildings

พิมลมาศ วรณคณาพล เอนก สุวรรณชัยสกุล ปาริณี ศรีสุวรรณ และเฉลิมวัฒน์ ตันตสวัสดิ

Pimonmart Wankanapon, Anake Suwanchaiskul, Parinee Srisuwan and Chalermwat Tantasavasdi

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จังหวัดปทุมธานี 12121

Faculty of Architecture and Planning, Thammasat University, Pathumthani 12121, Thailand

E-mail: pinonmart@ap.tu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้นำเสนอผลการศึกษางานบางส่วนของการประยุกต์ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์กับระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับโครงการอาคารพักอาศัยของการเคหะแห่งชาติ การศึกษาถึงประโยชน์ด้านอื่น ๆ ของการประยุกต์ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ในอาคารนอกเหนือจากการผลิตไฟฟ้า ได้แก่ ด้านการลดความร้อนผ่านกรอบอาคาร ด้านการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ด้านการใช้งานเมื่อยามเกิดภัยพิบัติ และด้านความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ ผลการวิจัยสรุปได้ว่า ระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับอาคารพักอาศัยการเคหะฯ มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.10 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/วัน โดยกำลังการผลิตไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 2.22 กิโลวัตต์ (0.185 กิโลวัตต์/แผง จำนวน 12 แผง) จะสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ 5.48 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/วัน ซึ่งรองรับการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบบำบัดน้ำเสีย ส่วนผลประโยชน์ด้านอื่น ๆ นั้นรวมถึงด้านการลดความร้อนผ่านกรอบอาคาร พบว่า การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ครอบคลุมร้อยละ 81 ของพื้นที่หลังคาสามารถช่วยลดอุณหภูมิอากาศภายในห้องพักอาศัยที่อยู่ในชั้นใต้หลังคาได้สูงสุด 4 องศาเซลเซียส (°C) ในด้านการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่า สามารถลดได้ 44.91-718.61 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ ตลอดช่วงอายุการใช้งาน ซึ่งเทียบได้กับการใช้รถยนต์ 6-107 คัน ทั้งนี้ ขึ้นกับรูปแบบการบริหารจัดการระบบบำบัดน้ำเสียที่มีรูปแบบเปิด 15 นาที แบบเปิด 3 ชั่วโมงและแบบเปิด 24 ชั่วโมง สำหรับด้านการใช้งานเมื่อยามเกิดภัยพิบัติ พบว่า การติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ให้สามารถรองรับการใช้พลังงานในระบบบำบัดน้ำเสียรูปแบบเปิด 24 ชั่วโมง จะสามารถผลิตไฟฟ้าได้ 33.60 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/วัน ซึ่งมากกว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในพื้นที่ส่วนกลางยามปกติถึง 1.4 เท่า จึงมีความเป็นไปได้สูงในการใช้งานเมื่อยามเกิดภัยพิบัติ ในด้านความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ พบว่า การติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อขายไฟฟ้าคืนมีระยะเวลาคืนทุนอยู่ที่ 21 ปี เร็วกว่าการผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้ในอาคารเพียงอย่างเดียว อีกทั้งเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์รูปแบบหลังคา (โซลาร์รูฟ) กับแบบเพื่อการผลิตไฟฟ้าอย่างเดียวบนที่ดินขนาดใหญ่ (โซลาร์ฟาร์ม) สำหรับพื้นที่โครงการบ้านเอื้ออาทรบึงกลุ่ม พบว่า ระบบโซลาร์รูฟมีความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์โดยมีระยะการคืนทุนที่เร็วกว่าการลงทุนในระบบโซลาร์ฟาร์มบนเนื้อที่เดียวกันถึง 5.82 เท่า

Abstract

This research article presents part of a study on using roof-mounted solar cells as alternative energy for water treatment systems of low-cost residential buildings of National Housing Authority of Thailand (NHA). The benefits of roof-mounted solar cells on buildings are beyond their obvious capability of electricity production. Other benefits include heat transfer reduction from the building envelope, carbon emission reduction, backup electricity for use during disaster and economical feasibility study. The study explored the tangible and intangible benefits of solar arrays with capability of 2.22 kW (0.185 kW/array) which can produce the 2.10 kWh/day of the electricity required by water treatment systems (up to 5.48 kWh/day). The benefits on a building envelope's heat transfer is that by using solar arrays to cover about 81% of the roof area, the indoor temperature of the room adjacent to the roof can be reduced by up to 4°C. For carbon emission reduction, by using solar cells for the energy in water treatment systems, it is possible to achieve a reduction of 44.91-718.61 Ton CO₂, depending on the system management of 15 minutes, 3 hrs and 24 hrs shut-off integral. The carbon emission reduction is equivalent to between 6 and 107 cars on the street. By designing the solar cells to support water treatment systems for 24 hrs, the energy produced can cover public electricity use during a disaster. Up to 33.60 kWh/day can be produced: this is about 1.4 times more than the electricity typically required in normal circumstances. The economical feasibility study of the project includes a comparison of using roof-mounted solar cells and a solar farm. For this particular project, at low-cost residential buildings in Bung-Kum, the economical feasibility (payback period) is 5.82 times than building a solar farm on the same land alone.

Keywords

เซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคา (Roof-mounted Solar Cells)

อาคารที่พักอาศัยต้นทุนต่ำ (Low-cost Residential Buildings)

พลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Energy)

ผลประโยชน์เชิงรูปธรรมและนามธรรม (Tangible and Intangible Benefits)

1. บทนำ

ในปี พ.ศ. 2553 ประเทศไทยมีความต้องการใช้พลังงานรวมในภาคที่อยู่อาศัยเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2552 ถึงร้อยละ 9.2 (Department of Alternative Energy Development and Efficiency [DEDE], 2010) ส่งผลให้มีการนำเข้าของพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2552 ถึงร้อยละ 220.0 จากสถานการณ์ดังกล่าวข้างต้นได้ว่าประเทศไทยเผชิญหน้ากับปัญหาวิกฤตการณ์พลังงานครั้งสำคัญ

ตามแผนพลังงานทดแทน 15 ปี ได้กำหนดให้ในปี พ.ศ. 2565 ประเทศไทยต้องเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนจากร้อยละ 9.2 ของการใช้พลังงานรวมทั้งประเทศเป็นร้อยละ 20.3 (DEDE, 2008) โดยภาครัฐได้กำหนดเป้าหมายการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนในปี พ.ศ. 2565 เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 30 ของอัตราการผลิตในปี พ.ศ. 2551 แต่ในปี พ.ศ. 2553 พบว่า มีการใช้กระแสไฟฟ้าที่ผลิตจากพลังงานทดแทนเพียงร้อยละ 4.3 ของอัตราการผลิตพลังงานทดแทนในปีเดียวกัน (DEDE, 2010)

ปัจจุบัน พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานทดแทนรูปแบบหนึ่งในประเทศไทยที่มีศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าสูงมากที่สุดถึง 50,000 MW (DEDE, 2008) แต่กลับพบว่าการผลิตไฟฟ้าเพียง 32 MW ซึ่งต่ำกว่าการคาดการณ์ตามแผนพลังงานทดแทนมาก สาเหตุสำคัญส่วนหนึ่งคือ ความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ เนื่องจากเทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์เป็นศาสตร์ขั้นสูงที่ต้องอาศัยวัตถุดิบและอุปกรณ์ต่าง ๆ จากต่างประเทศเป็นหลัก ต้นทุนการผลิตกระแสไฟฟ้าต่อหน่วยจึงสูงกว่าการซื้อกระแสไฟฟ้าที่ผลิตจากฟอสซิล ส่งผลให้ระยะเวลาในการคืนทุนไม่คุ้มค่ากับการลงทุน ดังนั้น การแสดงให้เห็นถึงผลลัพธ์ด้านอื่นของเซลล์แสงอาทิตย์ที่นอกเหนือจากการผลิตกระแสไฟฟ้าจึงเป็นการผลักดันให้เซลล์แสงอาทิตย์เป็นที่ยอมรับกับผู้ใช้งานหรือเจ้าของโครงการมากขึ้น

รายงานผลการวิจัยเบื้องต้นนี้จึงเกิดขึ้นด้วยเป้าหมายเพื่อตอบคำถามในงานวิจัยที่ว่า นอกจากเซลล์แสงอาทิตย์จะสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าให้อาคารได้แล้ว ยังจะก่อประโยชน์ให้กับผู้อยู่อาศัยในด้านอื่น ๆ ได้อีกหรือไม่ ซึ่งสรุปผลจากโครงการจริงที่ได้รับการสนับสนุนเงินทุนวิจัยจากโครงการการเคหะแห่งชาติ โดยรายงานการศึกษานี้จะแสดงให้เห็นถึงประโยชน์ด้านอื่น ๆ ผ่านกระบวนการศึกษาเชิงทฤษฎี และการจำลองผลผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อการพิจารณาเลือกใช้เซลล์แสง

อาทิตย์ และก่อให้เกิดการยอมรับในวงกว้างมากขึ้น อาทิ การนำเซลล์แสงอาทิตย์ไปใช้เป็นอุปกรณ์บังแดดให้กับอาคารเพื่อลดความร้อนที่สะสมในอาคาร และลดภาระการทำความเย็นให้กับอาคารปรับอากาศได้ สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าแจกจ่ายให้กับผู้อยู่อาศัยในอาคารเมื่อเกิดปัญหาขัดข้องจากหน่วยงานผู้จำหน่ายไฟฟ้าหรือเมื่อเกิดภัยพิบัติ กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ยังสามารถส่งขายคืนให้กับหน่วยงานผู้จำหน่ายไฟฟ้าในราคาที่สูงกว่าการซื้อบริโภคใช้ในอาคาร ถือเป็นการสร้างรายได้เสริมให้กับชุมชนได้อีกทางหนึ่ง อีกทั้งยังได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐตามนโยบายพลังงานทดแทนทั้งด้านการลงทุน และการลดหย่อนภาษี

จากผลลัพธ์ดังกล่าวข้างต้น คาดว่าจะสามารถสร้างความเข้าใจให้กับผู้อยู่อาศัย เจ้าของโครงการผู้ออกแบบ และประชาชนทั่วไป ต่อการเลือกใช้เซลล์แสงอาทิตย์ อีกทั้งยังสามารถสร้างภาพลักษณ์ที่ดีและยกระดับมาตรฐานที่แสดงถึงความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมให้กับโครงการก่อสร้างอื่น ๆ ต่อไปในอนาคตอีกด้วย

2. การศึกษาการใช้พลังงานในระบบบำบัดน้ำเสียของโครงการบ้านเอื้ออาทรบึงกลุ่ม

อาคารที่ใช้ในการศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของโครงการบ้านเอื้ออาทร บึงกลุ่ม คือ อาคารชุดพักอาศัยที่ 96 มีลักษณะเป็นอาคารพักอาศัย 5 ชั้น งานระบบในอาคารสามารถจำแนกออกเป็น 2 ระบบหลัก ได้แก่ งานระบบไฟฟ้า และงานระบบสุขาภิบาล

งานระบบไฟฟ้า

ภาระไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนหน่วยห้องพักอาศัย และส่วนไฟฟ้าในงานระบบส่วนกลางประกอบไปด้วย อุปกรณ์บิมน้ำดี 2 เครื่อง อุปกรณ์ระบบบำบัดน้ำเสีย 1 เครื่อง อุปกรณ์สัญญาณเตือนภัย อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างทั่วไปและไฟฉุกเฉิน อุปกรณ์สัญญาณโทรทัศน์ และปลั๊กไฟทั่วไป

งานระบบสุขาภิบาล

ประกอบไปด้วยระบบน้ำดี และระบบบำบัดน้ำเสีย โดยระบบน้ำดีของอาคารมีการเดินเครื่องบิมน้ำเฉลี่ย 2 ชั่วโมงต่อวัน กำลังไฟฟ้าของบิมน้ำเท่ากับ 4 kW ต่อเครื่อง (รูปที่ 1) ส่วนระบบบำบัดน้ำเสียเป็นแบบถังบำบัดอิสระแยกเฉพาะอาคาร ก่อนทำการปล่อยลงสู่บ่อพักน้ำรวมภายในโครงการ และระบายออกสู่สาธารณะ (รูปที่ 2) ขนาด



รูปที่ 1 อุปกรณ์เครื่องปั้มน้ำประจำอาคาร



รูปที่ 2 ตำแหน่งติดตั้งถังบำบัดน้ำเสีย (บน) และอุปกรณ์ประกอบ (ล่าง)

ของถังบำบัดน้ำเสียรองรับความจุได้เฉลี่ย 40 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ตัวถังทำจากวัสดุไฟเบอร์กลาส หนา 8 มิลลิเมตร ใช้วิธีบำบัดน้ำเสียด้วยหลักทางชีวภาพอาศัยการเติมอากาศเพื่อเลี้ยงแบคทีเรียจำพวกใช้อากาศสามารถปรับสภาพน้ำเสียจากอาคารให้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand, BOD) ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร

การใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบบำบัดน้ำเสีย

โครงการบ้านเอื้ออาทร บึงกุ่มได้มีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการบริหารจัดการอาคาร โดยเฉพาะระบบบำบัดน้ำเสีย เนื่องจากความต้องการลดภาระค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการระบบบำบัดน้ำเสียลงดังงานวิจัยของการเคหะแห่งชาติ (National Housing Authority, 2010) งานวิจัยดังกล่าวได้ทำการศึกษารูปแบบการบำบัดน้ำเสียของอาคารชุดพักอาศัย โครงการบ้านเอื้ออาทร บึงกุ่มพบว่า รูปแบบการบำบัดน้ำเสียแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบดังนี้

1. การเปิดเครื่องเติมอากาศตลอด 24 ชั่วโมง

เป็นรูปแบบการบำบัดน้ำเสียในช่วงเริ่มโครงการวิธีการดังกล่าวก่อให้เกิดภาระค่าใช้จ่ายในการใช้ไฟฟ้าจากอุปกรณ์เติมอากาศเฉลี่ยมากถึงเดือนละ 220 บาทต่อหน่วยพักอาศัย

2. การเปิดเครื่องเติมอากาศ 3 ชั่วโมง ปิด 3 ชั่วโมง

เป็นรูปแบบการบำบัดน้ำเสียที่มีการวัดปริมาณระดับออกซิเจนในน้ำกับการใช้จุลินทรีย์อีเอ็ม (EM) ร่วมกับการเปิดปิดเครื่องเติมอากาศรวมเวลาการทำงาน 12 ชั่วโมงต่อวัน ซึ่งช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายในการใช้ไฟฟ้าจากอุปกรณ์เติมอากาศเฉลี่ยเดือนละ 110 บาทต่อหน่วยพักอาศัย (ลดลงร้อยละ 50 ของค่าไฟฟ้าจากการเปิดเครื่องเติมอากาศตลอด 24 ชั่วโมง) แต่คุณภาพน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

3. การเปิดเครื่องเติมอากาศ 15 นาที ทุก ๆ 4 ชั่วโมง

เป็นรูปแบบการบำบัดน้ำเสียที่โครงการใช้อยู่ในปัจจุบัน ซึ่งมีการใช้จุลินทรีย์เพื่อช่วยลดกลิ่นและการตกตะกอน ร่วมกับหลักการกวนน้ำผสมโดยการเปิดเครื่องเติมอากาศรวมเวลาการทำงาน 90 นาทีต่อวัน สามารถบำบัดน้ำเสียให้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานได้ ภายใต้ภาระทางพลังงานไฟฟ้าเพียง 2.10 kWh/day

เป้าหมายหนึ่งของงานวิจัยนี้ คือ การลดภาระค่าใช้จ่ายในการใช้ไฟฟ้าจากการใช้ระบบบำบัดน้ำเสียให้ได้ร้อยละ 25 (คำนวณจากการใช้ไฟฟ้าจริงของระบบบำบัดน้ำเสียของโครงการ ไม่เกิน 4 ชั่วโมงต่อวัน) ดังนั้น ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบบำบัดน้ำเสียของอาคารชุดพักอาศัยที่ 96 อยู่ที่ 0.53 kWh/day

3. การศึกษาศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ และการประยุกต์ใช้เซลล์แสงอาทิตย์กับระบบบำบัดน้ำเสีย

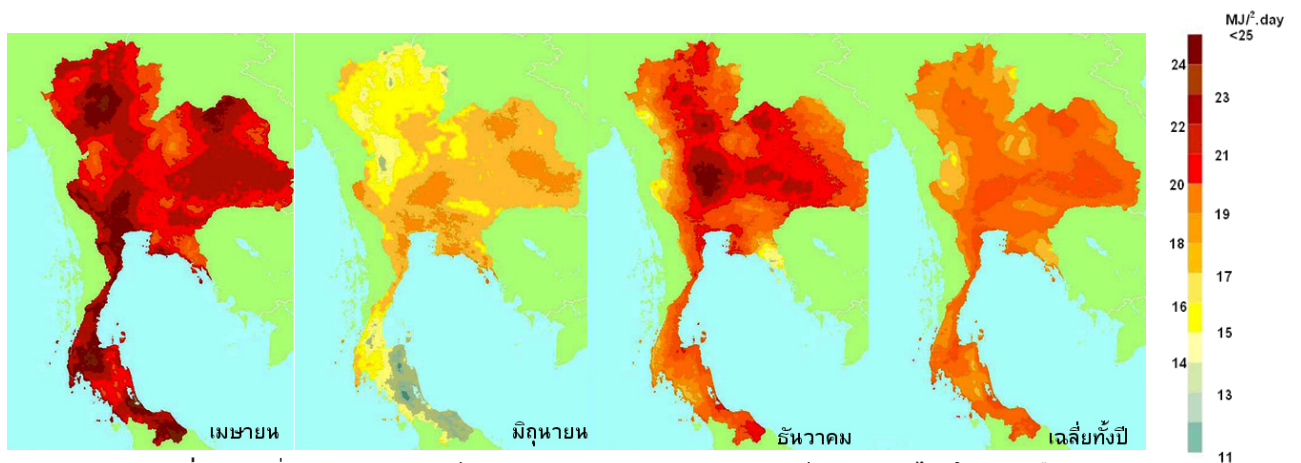
ปัจจุบันมีการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์หลายรูปแบบ ทั้งการนำแสงธรรมชาติมาใช้แทนแสงประดิษฐ์ การผลิตน้ำร้อนด้วยการสะสมความร้อนจากดวงอาทิตย์ จนถึงการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งต้องอาศัยเทคโนโลยีที่ทันสมัย และมีค่าใช้จ่ายต่อหน่วยพลังงานสูงกว่าการใช้พลังงานฟอสซิล ทำให้ไม่เป็นที่นิยม โดยทั่วโลกมีสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์เพียงร้อยละ 0.1 ของความต้องการใช้พลังงานเชื้อเพลิงทั่วโลก (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2011)

ประเทศไทยมีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 8.39 ต่อปี (Energy Policy and Planning Office [EPPO], 2010) โดยเชื้อเพลิงหลักในการผลิตไฟฟ้าคือ เชื้อเพลิงจากซากฟอสซิล (Fossil Fuel) มีปริมาณน้อยลง (EPPO, 2012) ส่งผลให้พลังงานแสงอาทิตย์ (solar energy) เป็นทางเลือกใหม่ในการรับมือกับความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้า

ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทย

ปัจจัยที่ส่งผลต่อศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ นอกเหนือจากเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพสูง ได้แก่ ปริมาณความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบในแต่ละพื้นที่ และระยะเวลาการรับแสงอาทิตย์สูงสุดเฉลี่ยต่อวันในแต่ละพื้นที่ โดยประเทศในแถบเส้นศูนย์สูตรจะได้รับความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ตกกระทบสูงสุด และมีระยะเวลาการรับแสงอาทิตย์เฉลี่ยมากกว่า 5-6 ชั่วโมงต่อวัน (Oy Not LLC, 2009) ครอบคลุมระยะเวลาตั้งแต่ 9:00-15:00 น. (Luque & Hegedus, 2011) โดยช่วงเวลาดังกล่าว เซลล์แสงอาทิตย์จะมีประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากถึงร้อยละ 75 ของกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ผลิตได้ (DeGunther, 2010)

จากแผนที่พลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย (รูปที่ 3) (Department of Alternative Energy Development and Efficiency & Faculty of Science, Silpakorn University, 1999) พบว่า มีปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ตกกระทบเฉลี่ยสูงถึง 18.2 MJ/m²·day หรือ 5.04 kWh/m²·day โดยที่ตั้งของอาคารชุดพักอาศัยที่ 96 โครงการบ้านเอื้ออาทร บึงกุ่ม จังหวัดกรุงเทพมหานคร พบว่า มีปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ตกกระทบเฉลี่ยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545-2550 อยู่ที่ 16.6 MJ/m²·day หรือ 4.66 kWh/m²·day (Kruangam, 2011) และระยะเวลาการรับแสงอาทิตย์สูงสุดเฉลี่ยทั่วประเทศ 4-5 ชั่วโมงต่อวัน (OY Not LLC, 2009) ส่งผลให้ประเทศไทยมีศักยภาพการใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์สูงถึง 554,071 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (DEDE, 2012)



รูปที่ 3 แผนที่พลังงานแสงอาทิตย์ แสดงปริมาณความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ของประเทศไทยในแต่ละเดือน

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของเซลล์แสงอาทิตย์ประเภทต่าง ๆ (European Photovoltaic Industry Association, 2011)

ประเภท	Crystalline Silicon		Thin Film			
	Mono	Multi	a-Si	CdTe	CIGS	Dye s. cell
ประสิทธิภาพเซลล์แสงอาทิตย์	16-22%	14-16%	4-7%	8-10%	7-11%	2-4%
ประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์	13-19%	12-15%				
พื้นที่รวม/kW	~7 m ²	~8 m ²	~15 m ²	~11 m ²	~10 m ²	~12 m ²

การประยุกต์ใช้เซลล์แสงอาทิตย์กับระบบบำบัดน้ำเสีย

จากการศึกษาหลักการทำงานปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพ ประเภทของเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์ประกอบระบบ ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ และรูปแบบการติดตั้ง สามารถสรุปการเลือกใช้เซลล์แสงอาทิตย์ที่เหมาะสมกับการพลังงานไฟฟ้าของระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับอาคารชุดพักอาศัยที่ 96 โครงการบ้านเอื้ออาทรบึงกุ่ม ได้ดังนี้

1. ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่เลือกใช้

แบ่งออกเป็น 3 ประเด็น ได้แก่ ประเภทเซลล์แสงอาทิตย์ ตำแหน่งที่ใช้ในการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์ และระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ดังนี้

เมื่อเปรียบเทียบชนิดของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ได้รับความนิยมในการนำมาผลิตกระแสไฟฟ้า ได้แก่ ชนิดผลึกซิลิกอน (Crystalline Silicon) และชนิดฟิล์มบาง (thin-film solar cell) ดังตารางที่ 1

จากตารางที่ 1 พบว่า เมื่อเปรียบเทียบกำลังการผลิตไฟฟ้าที่เท่ากัน เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกซิลิกอนจะใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อยกว่าชนิดฟิล์มบาง และมีประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าสูงกว่า โดยโครงการที่มีการนำเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบางมาใช้มีมูลค่าการลงทุนต่อหน่วยพลังงานอยู่ที่ 0.26–0.39 ล้านบาทต่อกิโลวัตต์ สูงกว่าเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกซิลิกอน (มูลค่าการลงทุนต่อหน่วยพลังงาน 0.11–0.18 ล้านบาทต่อกิโลวัตต์) ถึง 1.6–2.1 เท่า

จากการศึกษาดำเนินการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ พบว่า การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมากที่สุด และเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งกับอาคารชุดพักอาศัยที่ 96 เนื่องจากไม่มีอิทธิพลการบังเงาของอาคารหรือสภาพแวดล้อม

ข้างเคียง ไม่เสียพื้นที่ในการติดตั้ง และอยู่ใกล้ห้องงานระบบมากที่สุด

ในส่วนของการศึกษาเปรียบเทียบระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่เหมาะสมกับการประยุกต์ใช้สำหรับอาคารชุดพักอาศัยที่ 96 พบว่า ระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายมีความเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวมีระบบสายส่งไฟฟ้าเข้าถึง สามารถสร้างรายได้จากการขายไฟฟ้าคืนซึ่งช่วยลดระยะเวลาการคืนทุน และหากไม่ใช้แบตเตอรี่จะมีการลงทุนด้านอุปกรณ์ประกอบระบบน้อย

ดังนั้น เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยว ที่ติดตั้งบนหลังคาและเชื่อมต่อกับระบบจำหน่าย มีความเหมาะสมกับการติดตั้ง ณ อาคารชุดพักอาศัยที่ 96

2. ความต้องการใช้พลังงานของระบบบำบัดน้ำเสีย

จากข้อมูลค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบบำบัดน้ำเสียของอาคารชุดพักอาศัยที่ 96 พบว่า มีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยชั่วโมงละ 2.1 kWh/day สามารถนำปาคำนวณหาค่ากำลังการผลิตไฟฟ้าสูงสุดของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ได้ดังสมการที่ 1

$$P_{cell} = \frac{P_i}{Q \times A \times B \times \frac{C}{D}} \quad [1]$$

กำหนดให้

P_{cell} = กำลังการผลิตไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ (kW)

P_i = ความต้องการพลังงานไฟฟ้าในหนึ่งวัน (kWh)

Q = พลังงานแสงอาทิตย์ในหนึ่งวัน (Wh/m²)

โดยพื้นที่กรุงเทพฯ มีค่า 4.66 kWh/m²·day

(DEDE, 2007 as cited in kruangam, 2011)

- A = ค่าชดเชยการสูญเสียของเซลล์ (0.80)
- B = ค่าชดเชยความสูญเสียเชิงความร้อน (0.85)
- C = ประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์ (0.85)
- D = ความเข้มแสงปกติ (1 kWh/m²)

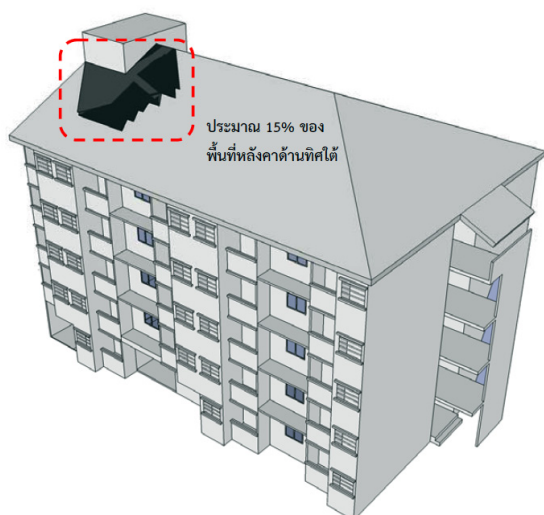
ดังนั้น ในระบบบำบัดน้ำเสียที่มีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยชั่วโมงละ 2.1 kWh/day จะต้องใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีกำลังการผลิตไฟฟ้าเฉลี่ยชั่วโมงละ 2.22 kW โดยในระยะเวลา 1 วัน ประเทศไทยมีระยะเวลาที่เซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตไฟฟ้าได้เต็มประสิทธิภาพมากที่สุด 3.8 ชั่วโมงต่อวัน ส่งผลให้กำลังการผลิตไฟฟ้าเฉลี่ยต่อวันอยู่ที่ 5.48 kWh/day (อ้างอิงการคำนวณจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 185 W)

4. การศึกษาถึงผลประโยชน์ด้านอื่น ๆ

บทความวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาถึงผลประโยชน์ด้านอื่นนอกเหนือจากความสามารถในการผลิตไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ โดยแบ่งประเด็นการศึกษาออกเป็น 4 ประเด็น ได้แก่ การลดความร้อนผ่านกรอบอาคาร การลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การใช้งานเมื่อยามเกิดภัยพิบัติ และความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์

การลดความร้อนผ่านกรอบอาคาร

เป็นการศึกษาเชิงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางลดความร้อนสะสมใต้หลังคาด้วยหลักการบังเงา จากการศึกษาเรื่องทิศทางของแสงอาทิตย์และการบังเงาที่เกิดขึ้นกับอาคารชุดพักอาศัยที่ 96 (รูปที่ 4) พบว่า หลังคาเป็นส่วนที่ได้รับความร้อนมากที่สุด



รูปที่ 4 พื้นที่การบังเงาบนหลังคาตลอดทั้งปี

โดยการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาจะช่วยป้องกันความร้อนจากการแผ่รังสีตรงของดวงอาทิตย์เปรียบเสมือนระบบหลังคา 2 ชั้น ดังงานวิจัยของ Dominguez, Kleissl & Luvall (2011) พบว่า หลังคาที่มีการบังแดดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีอุณหภูมิพื้นผิวด้านบนของหลังคาต่ำกว่ากรณีหลังคาโดนแสงอาทิตย์โดยตรงประมาณ 20°C

การถ่ายเทความร้อนเข้าสู่พื้นที่ใช้สอยภายในอาคาร ส่งผลต่ออุณหภูมิอากาศภายในห้องพักอาศัย ดังสมการที่ 2 (Chenvidyakarn, 2010)

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการจำลองห้องพักอาศัยในชั้นที่อยู่ใต้หลังคาในโปรแกรม PasCal (v.1.0) (Chenvidyakarn, 2010) เพื่อศึกษาถึงอุณหภูมิอากาศภายในห้องพักอาศัย การถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคา และอุณหภูมิผิวของวัสดุผนังหลังคาและวัสดุฝ้าเพดาน โดยเปรียบเทียบระหว่าง 4 กรณี (รูปที่ 5) ได้แก่ กรณีที่ไม่มีการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ กรณีมีการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 12 แผง (พื้นที่หลังคาถูกบังเงาร้อยละ 13) 102 แผง (พื้นที่หลังคาถูกบังเงาร้อยละ 39) และ 247 แผง (พื้นที่หลังคาถูกบังเงาร้อยละ 81)

การลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ปัญหาการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศล้วนมีสาเหตุมาจากการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงซากฟอสซิลของโรงไฟฟ้า โดยในปี พ.ศ. 2554 ประเทศไทยมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยทั้งปีสูงถึง 40.92 ล้านตัน หรือคิดเป็น 0.56 kg CO₂/kWh (Electricity Generating Authority of Thailand, 2010) จากข้อมูลดังกล่าว สามารถนำมาคำนวณค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดังสมการที่ 3

ผลจากการคำนวณจะนำไปวิเคราะห์แนวโน้มการลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้เซลล์แสงอาทิตย์ในระบบบำบัดน้ำเสียประจำอาคารชุดพักอาศัยที่ 96

การใช้งานเมื่อยามเกิดภัยพิบัติ

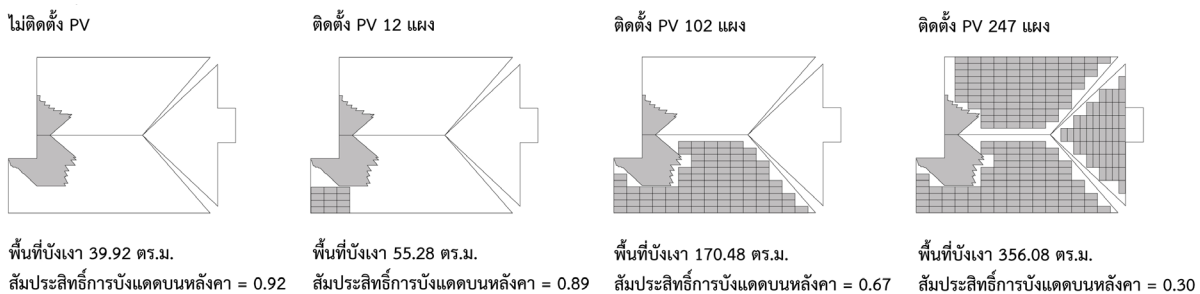
“ภัยพิบัติ” เหตุการณ์อุบัติภัยที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้โดยไม่มีสัญญาณเตือนล่วงหน้าใด ๆ อาทิ เหตุการณ์ธรณีได้นำพิบัติเกิดคลื่นสึนามิในปี พ.ศ. 2548 หรือเหตุการณ์มหาอุทกภัยในปี 2554 ซึ่งทั้ง 2 เหตุการณ์ไม่สามารถคาดการณ์ได้ถึงความรุนแรงของผลที่ตามมาได้ อาจทำลายได้ทั้งชีวิตและทรัพย์สิน สร้างความเสียหายให้กับระบบ

$$\rho_I C_{PI} V_I \frac{dT_I}{dt} = H_O + \sum S_G I_G A_G \tau_G + \sum h_{CVWI} A_{WI} (T_{WI} - T_I) + \sum h_{CVGI} A_G (T_{GI} - T_I) + \sum h_{CVFI} A_{FI} (T_{FI} - T_I) + \sum h_{CVCL} A_{CL} (T_{CL} - T_I) + [\rho_I C_{PI} A^* (g\beta h |T_O - T_I| \pm \frac{1}{2} C_d U^2)^{1/2} (T_O - T)] \quad [2]$$

กำหนดให้

ρ_I	= ความหนาแน่นของอากาศภายในห้อง (kg/m ³)
C_{PI}	= ความจุความร้อนจำเพาะของอากาศภายในห้อง (J/kg K)
V_I	= ปริมาตรอากาศภายในห้อง (K)
T_I	= อุณหภูมิอากาศภายในห้อง (K)
t	= เวลา (s)
H_O	= ความร้อนจากคนและเครื่องใช้ไฟฟ้า (W)
$\sum S_G I_G A_G \tau_G$	= ความร้อนจากแสงแดดที่ส่องเข้ามายังห้อง (W)
$\sum h_{CVWI} A_{WI} (T_{WI} - T_I)$	= ความร้อนจากการพาความร้อนที่ผนังอาคาร (W)
$\sum h_{CVGI} A_G (T_{GI} - T_I)$	= ความร้อนจากการพาความร้อนที่กระจก (W)
$\sum h_{CVFI} A_{FI} (T_{FI} - T_I)$	= ความร้อนจากการพาความร้อนที่พื้น (W)
$\sum h_{CVCL} A_{CL} (T_{CL} - T_I)$	= ความร้อนจากการพาความร้อนที่ฝ้าเพดาน (W)
$[\rho_I C_{PI} A^* (g\beta h T_O - T_I \pm \frac{1}{2} C_d U^2)^{1/2} (T_O - T)]$	= ความร้อนจากการระบายอากาศตามธรรมชาติ (W)

$$\text{ค่าการปลดปล่อย CO}_2 \text{ (kgCO}_2\text{/yr)} = \text{ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปี (kWh/yr)} \times 0.56 \text{ kgCO}_2\text{/kWh} \quad [3]$$



รูปที่ 5 กรณีเปรียบเทียบผลทางด้านความร้อนทั้ง 4 กรณี

สาธารณูปโภคหลักโดยเฉพาะระบบไฟฟ้า ส่งผลให้ผู้คนจำนวนมากไร้ที่อยู่อาศัย ถูกตัดขาดการติดต่อสื่อสารจากภายนอก การเข้าช่วยเหลือเยียววายเป็นไปด้วยความยากลำบาก ไม่สามารถใช้อุปกรณ์สื่อสาร หรือสิ่งอำนวยความสะดวกได้ปกติ เพราะอุปกรณ์ส่วนใหญ่ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าแทบทั้งสิ้น

แนวทางการแก้ปัญหาเบื้องต้นคือการจัดหาแหล่งพลังงานไฟฟ้าชั่วคราวให้กับผู้ประสบภัยในการดำรงชีวิตให้อยู่รอดต่อไป โดยเซลล์แสงอาทิตย์ถือเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการแก้ปัญหาดังกล่าว เพราะผู้อยู่อาศัยยังสามารถใช้พลังงานไฟฟ้าได้แม้ระบบสายส่งถูกทำลาย

จากกรณีศึกษาเหตุการณ์ให้ความช่วยเหลือผู้ประสบภัยจากพายุเฮอริเคนในรัฐฟลอริดา ประเทศสหรัฐอเมริกา ในปี ค.ศ. 2004 ได้มีการนำระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระมาใช้ผลิตไฟฟ้าเพื่อการดำรงชีวิตขั้นพื้นฐานของผู้ประสบภัยพิบัติ (Young, 2005) ซึ่งการใช้ระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระมีข้อดีมากกว่าการใช้เครื่องปั่นไฟ เนื่องจากการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะทางเสียงและทางอากาศ สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก อีกทั้งมีค่าใช้จ่ายในการผลิตไฟฟ้าน้อยกว่าการผลิตไฟฟ้าจากเครื่องปั่นไฟเชื้อเพลิงน้ำมันดีเซล (M. Kolhe, S. Kolhe, & Joshi, 2002) ดังนั้น ในการศึกษา

ความเป็นไปได้ในการใช้งานเมื่อเกิดภัยพิบัติ จึงพิจารณาภายใต้กรอบสมมติฐานเปรียบเทียบระหว่างค่าการใช้พลังงานในพื้นที่ส่วนกลาง กับการใช้พลังงานในระบบบำบัดน้ำเสียของอาคารชุดพักอาศัยที่ 96

ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์

ในการศึกษาความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ คณะผู้วิจัยได้เปรียบเทียบความเป็นไปได้ของการลงทุนติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน จากดัชนีชี้วัดเชิงเศรษฐศาสตร์ทั่วไป ได้แก่ ระยะเวลาการคืนทุน มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราผลตอบแทนภายใน และดัชนีชี้วัดเชิงเศรษฐศาสตร์เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการผลิตไฟฟ้าจากการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาหรือโซลาร์รูฟ (Solar Roof) และการผลิตไฟฟ้าบนที่ดินที่เทียบได้กับโรงงานผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่หรือโซลาร์ฟาร์ม (Solar Farm) โดยทำการวิเคราะห์ภายใต้นโยบายแผนแม่บทพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี

5. ผลจากการศึกษา

ผลที่ได้จากการศึกษาถึงประโยชน์ด้านอื่น ๆ ของการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาเป็นดังนี้

ผลการลดความร้อนผ่านกรอบอาคาร

ผลการศึกษาด้านการลดความร้อนผ่านกรอบอาคารจากการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 3 กรณี เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่ติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (หลังคาโดนแดดเต็มที่) มีค่าดังตารางที่ 2

จากตารางที่ 2 สรุปได้ว่า การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาช่วยลดความร้อนที่เข้าสู่พื้นที่พักอาศัยผ่านทางหลังคาได้ หากติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาคิดเป็นพื้นที่ร้อยละ 81 ของพื้นที่หลังคาทั้งหมด สามารถลดอุณหภูมิอากาศภายในห้องพักอาศัยได้สูงสุด 4°C ลดการถ่ายเทความร้อนผ่านทางหลังคาได้สูงสุด 1,335 W ลดอุณหภูมิผิวด้านบนของวัสดุผนังหลังคาได้สูงสุด 14°C ลดอุณหภูมิผิวด้านล่างของวัสดุผนังหลังคาได้สูงสุด 13°C ลดอุณหภูมิผิวด้านบนของวัสดุฝ้าเพดานได้สูงสุด 6°C และลดอุณหภูมิผิวด้านล่างของวัสดุฝ้าเพดานได้สูงสุด 4°C ซึ่งผลการศึกษาเชิงทฤษฎีนี้มีความใกล้เคียงกับผลการทดลองของ Dominguez, Kleissl & Luvall (2011)

การลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ผลการศึกษาด้านการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้เซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 1 kW พบว่า ในขั้นตอนการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ก่อให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตั้งแต่ 1.5–3.0 Ton·CO₂ ต่อการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 1 kW ซึ่งเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 1 kW สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้เฉลี่ย 1.39 MWh/yr ทำให้ลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดช่วงอายุการใช้งาน (25 ปี) ได้ถึง 19.42 Ton·CO₂ และเมื่อนำมาหักลบกับปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากกระบวนการผลิต พบว่า เซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 1 kW สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ปีละ 0.66–0.72 Ton·CO₂ เทียบเท่ากับการใช้รถยนต์ 2.46–2.69 คัน/ปี

ตารางที่ 2 ผลการลดความร้อนผ่านกรอบอาคารเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่มีการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์

		การลดความร้อนจากการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์		
		หลังคา + PV 12 แผง	หลังคา + PV 102 แผง	หลังคา + PV 247 แผง
T_i (°C)		0.19	1.60	3.97
การถ่ายเทความร้อน (W)		83.88	677.22	1335.00
อุณหภูมิผิวของวัสดุผนังหลังคาและวัสดุฝ้าเพดาน	T_{RO} (°C)	0.66	5.51	13.82
	T_{RI} (°C)	0.61	5.17	13.00
	T_{CU} (°C)	0.30	2.50	6.13
	T_{CL} (°C)	0.22	1.81	4.48

ตารางที่ 3 ผลการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระบบบำบัดน้ำเสีย

รูปแบบการบริหาร จัดการระบบบำบัด น้ำเสีย	อาคารชุดพักอาศัยที่ 96			โครงการบ้านเอื้ออาทร บึงกุ่ม (134 อาคาร)				
	ภาระไฟฟ้า (kWh/day)	ลด CO ₂ (Ton.CO ₂)		รถยนต์ (คัน)	พลังงาน ไฟฟ้า (kWh/day)	ลด CO ₂ (Ton.CO ₂)		รถยนต์ (คัน)
		1 ปี	25 ปี			1 ปี	25 ปี	
เปิด 15 นาที ทุก 4 ชม.	2.10	1.80	44.91	6.73	281.40	240.73	6,018.33	901.82
เปิด 3 ชั่วโมง ปิด 3 ชม.	16.80	14.37	359.00	53.87	2,251.20	1,925.87	48,146.68	7,218.39
เปิด 24 ชม.	33.60	28.74	718.61	107.74	4,502.40	3,851.73	96,293.35	14,436.78

หมายเหตุ การคำนวณหาจำนวนแผงเซลล์แสงอาทิตย์นี้
พิจารณาภายใต้ความเข้มแสงอาทิตย์ของกรุงเทพฯ เฉลี่ยทั้งปี 4.66 kW/m²

ตารางที่ 4 ความเป็นไปได้ในการใช้งานยามเกิดภัยพิบัติ

พลังงานไฟฟ้าส่วนกลาง (อาคารที่ 96) (kWh/month)	พลังงานไฟฟ้าต่อวัน (kWh/day)	จำนวนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (185 W/แผง)
716	23.87	53 แผง พร้อมแบตเตอรี่สำรอง

หมายเหตุ การคำนวณหาจำนวนแผงเซลล์แสงอาทิตย์นี้
พิจารณาภายใต้ความเข้มแสงอาทิตย์ของกรุงเทพฯ เฉลี่ยทั้งปี 4.66 kW/m²

ผลการศึกษาการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอน-ไดออกไซด์สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียของอาคารชุดพักอาศัยที่ 96 ดังตารางที่ 3

จากตารางที่ 3 สรุปได้ว่า หากนำเซลล์แสงอาทิตย์มาประยุกต์ใช้กับการใช้พลังงานในระบบบำบัดน้ำเสียของอาคารชุดพักอาศัยที่ 96 จะสามารถลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ถึง 44.91–718.61 Ton.CO₂ ตลอดช่วงอายุการใช้งาน เทียบได้กับการใช้รถยนต์ 6–107 คัน/ปี และหากนำมาประยุกต์ใช้กับอาคารทั้งหมดในโครงการบ้านเอื้ออาทร บึงกุ่ม จะส่งผลให้ลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศได้สูงสุดถึง 96,293.35 ตัน ตลอดช่วงอายุการใช้งาน เทียบได้กับการใช้รถยนต์ถึง 14,436 คัน/ปี

การใช้งานเมื่อยามเกิดภัยพิบัติ

ผลการศึกษาด้านความเป็นไปได้ในการใช้งานยามเกิดภัยพิบัติ ดังตารางที่ 4

จากตารางที่ 4 สรุปได้ว่า ปัจจุบันอาคารชุดพักอาศัยที่ 96 มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในพื้นที่ส่วนกลางเฉลี่ย 23.87 kWh/day หากต้องการผลิตไฟฟ้าให้เพียงพอับความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าในพื้นที่ส่วนกลางเมื่อยาม

เกิดภัยพิบัติ จะต้องอาศัยเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีกำลังการผลิตแผงละ 185 W จำนวนไม่น้อยกว่า 53 แผงโดยประมาณ พร้อมแบตเตอรี่สำรอง

นอกจากนี้ การติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับการผลิตไฟฟ้าให้เพียงพอกับการใช้พลังงานในระบบบำบัดน้ำเสียกรณีที่เปิดเครื่องเติมอากาศตลอด 24 ชั่วโมง (มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 33.60 kWh/day) พบว่า สามารถผลิตไฟฟ้าได้มากกว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในพื้นที่ส่วนกลางยามปกติถึง 1.4 เท่า โดยพลังงานไฟฟ้าส่วนที่เกินนั้นสามารถนำไปจ่ายให้กับผู้อยู่อาศัยให้สามารถดำรงชีพในยามเกิดภัยพิบัติต่อไป

ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์

ผลการเปรียบเทียบความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ระหว่าง การติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อการผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้ในอาคารกับการผลิตไฟฟ้าเพื่อขายไฟฟ้าคืน ดังตารางที่ 5

จากตารางที่ 5 สรุปได้ว่า การติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อขายไฟฟ้าคืน มีระยะเวลาการคืนทุนเร็วกว่าการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อใช้ในอาคาร อีกทั้งมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิในอีก 25 ปีข้างหน้าติดลบ 92,061 บาท และ

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบการลงทุนด้วยดัชนีชี้วัดความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ทั่วไป

วัตถุประสงค์	การลงทุน (บาท/kW)	พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ (kWh/yr)	ผลตอบแทน (บาท/ปี)	PB (ปี)	NPV (บาท)	IRR (%)
เพื่อใช้ในอาคาร	333,000	2,000.20	6,000.60	124.69	-291,942.350	-9.82%
เพื่อจำหน่ายคืน			19,001.90	21.25	-92,061.12	1.29%

หมายเหตุ 1. มูลค่าการลงทุนคิดในสัดส่วนตามท้องตลาด ประมาณ 150 บาท/วัตต์
2. กำหนดอัตราดอกเบี้ยเงินกู้เท่ากับร้อยละ 4 ในช่วง 7 ปีแรก ตามนโยบายแผนแม่บทพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี
3. กำหนดราคาซื้อขายไฟฟ้าคืนในอัตราส่วนเพิ่มที่ 6.5 บาท/หน่วยไฟฟ้า (DEDE, 2011)
4. กำหนดอัตราการคิดลดเท่ากับอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ (MLR) ร้อยละ 8 ต่อปี
5. กำหนดระยะเวลาโครงการเท่ากับอายุการใช้งานของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ 25 ปี
6. มูลค่าทั้งหมดไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม
7. กำหนดมูลค่าการบำรุงรักษาต่อปีเป็น ร้อยละ 1 ของมูลค่าระบบ
8. กำหนดให้ใช้ปริมาณความเข้มแสงอาทิตย์ตกกระทบบนของกรุงเทพฯ เฉลี่ยทั้งปี หรือ 4.66 kW/m²

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบการลงทุนระหว่างโซลาร์รูฟและโซลาร์ฟาร์ม

ระบบเซลล์แสงอาทิตย์	ขนาดระบบเซลล์แสงอาทิตย์ (kW)	ลงทุนโดยประมาณ (ล้านบาท)		รวมทั้งหมด (ล้านบาท/kW)
		ระบบเซลล์แสงอาทิตย์	ที่ดินบึงกลุ่ม	
โซลาร์รูฟ	2	0.39		0.195
	10	1.71		0.171
	100	15.00		0.150
โซลาร์ฟาร์ม	1,000	110.00	200	0.310
	5,000	530.00	1,000	0.306
	10,000	1,000.00	2,000	0.300

หมายเหตุ ราคาที่ดินพื้นที่โครงการบ้านเอื้ออาทร บึงกลุ่ม 50,000–66,500 บาท/ตารางวา (The Treasury Department, 2012)

อัตราผลตอบแทนภายในคิดเป็นร้อยละ 1.29 ของมูลค่าในปัจจุบัน แม้มีความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ต่ำ แต่หากพิจารณาถึงผลประโยชน์ด้านอื่น ๆ ประกอบด้วย จะพบว่ามีความน่าสนใจในการลงทุนกับโครงการบ้านเอื้ออาทร บึงกลุ่ม

ส่วนการเปรียบเทียบระหว่างโซลาร์รูฟและโซลาร์ฟาร์มเป็นดังตารางที่ 6

จากตารางที่ 6 สรุปได้ว่า การลงทุนในระบบโซลาร์รูฟมีความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์โดยมีระยะเวลาคืนทุนที่เร็วกว่าระบบโซลาร์ฟาร์มบนพื้นที่เดียวกันถึง 5.82 เท่า เนื่องจากการลงทุนระบบโซลาร์รูฟมีมูลค่าการลงทุนระบบเพียงอย่างเดียวประมาณ 0.15 ล้านบาท/kW ส่วนระบบโซลาร์ฟาร์มแม้จะมีมูลค่าการลงทุนระบบต่ำกว่าร้อยละ 33–42 แต่ต้องลงทุนกับค่าที่ดินที่มากกว่า 10 ไร่ขึ้นไป ซึ่ง

มูลค่าที่ดินในพื้นที่โครงการบ้านเอื้ออาทร บึงกลุ่ม มีราคาสูงถึง 50,000–66,500 บาท/ตารางวา (The Treasury Department, 2012) สำหรับดำเนินกิจการโซลาร์ฟาร์มขนาด 1 MW ส่งผลให้ต้องสูญเสียมูลค่ารวมต่อหน่วยเพิ่มขึ้น

6. บทสรุป

จากการศึกษาการใช้พลังงานในระบบบำบัดน้ำเสียของอาคารชุดพักอาศัยที่ 96 โครงการบ้านเอื้ออาทร บึงกลุ่มพบว่า มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.10 kWh/day โดยกำลังการผลิตไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยวขนาด 2.22 kW จะสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ 5.48 kWh/day ซึ่งสามารถรองรับการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้อยู่ในปัจจุบันได้

ในส่วนของการศึกษาผลประโยชน์ด้านอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นจากการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์กับอาคารชุดพักอาศัยที่ 96 ได้แก่ ด้านการลดความร้อนผ่านกรอบอาคาร ด้านการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ด้านการใช้งานเมื่อยามเกิดภัยพิบัติ และด้านความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ ผลสรุปจากการศึกษาเป็นดังนี้

จากการศึกษาด้านการลดความร้อนผ่านกรอบอาคารจากการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์คิดเป็นพื้นที่ร้อยละ 81 ของพื้นที่หลังคา พบว่า สามารถลดอุณหภูมิอากาศภายในห้องพักอาศัยที่อยู่ในชั้นใต้หลังคาได้สูงสุด 4°C

จากการศึกษาด้านการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่า หากการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์รองรับกับการใช้พลังงานในระบบบำบัดน้ำเสียของอาคารชุดพักอาศัยที่ 96 จะสามารถลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ถึง 44.91–718.61 Ton-CO₂ ในตลอดช่วงอายุการใช้งาน เทียบได้กับการใช้รถยนต์ 6–107 คัน

จากการศึกษาด้านการใช้งานเมื่อยามเกิดภัยพิบัติพบว่า การติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ให้สามารถรองรับการใช้พลังงานในระบบบำบัดน้ำเสียกรณีเปิดเครื่องเติมอากาศตลอด 24 ชั่วโมง จะสามารถผลิตไฟฟ้าได้มากกว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในพื้นที่ส่วนกลางยามปกติถึง 1.4 เท่า จึงมีความเป็นไปได้สูงในการใช้งานเมื่อยามเกิดภัยพิบัติ

จากการศึกษาด้านความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์พบว่า การติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อขายไฟฟ้าคืนมีระยะเวลาการคืนทุนอยู่ที่ 21 ปี เร็วกว่าการผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้ในอาคารเพียงอย่างเดียว อีกทั้งมีความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์และมีความน่าสนใจในการลงทุนสำหรับโครงการบ้านเอื้ออาทร บึงกุ่ม นอกจากนี้ พบว่า ระบบโซลาร์รูฟมีความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์โดยมีระยะเวลาในการคืนทุนที่เร็วกว่าการลงทุนในระบบโซลาร์ฟาร์มบนเนื้อที่โครงการบ้านเอื้ออาทร บึงกุ่ม มากถึง 5.82 เท่า

References

- Chenvidyakarn, T. (2010). *PasCal (v.1.0)* [Computer software]. Retrieved December 20, 2010, from <http://www.arct.cam.ac.uk/ArctShared/Document.aspx?p=23&ix=4561&pid=99&prcid=8&ppid=1294>
- DeGunther, R. (2010). *Solar power your home for dummies* (2nd ed.). Indianapolis, IN: Wiley Publishing.
- Department of Alternative Energy Development and Efficiency & Faculty of Science, Silpakorn University. (1999). *แผนที่พลังงานแสงอาทิตย์* [Solar energy map]. Retrieved January 2, 2012, from <http://www2.dede.go.th/renew/sola/mapmenu.html>
- Department of Alternative Energy Development and Efficiency [DEDE]. (2005). *แนวทางการลงทุนจัดตั้งอุตสาหกรรมการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ในประเทศไทย* [Investment guideline for solar cell manufacturing industry in Thailand]. Retrieved April 1, 2012, from [http://www.thaisolarfuture.com/upload/files/2\(1\).pdf](http://www.thaisolarfuture.com/upload/files/2(1).pdf)
- Department of Alternative Energy Development and Efficiency [DEDE]. (2008). *แผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี (พ.ศ. 2551–2565)* [Renewable energy development plan: REDP]. Retrieved September 6, 2011, from http://www.dede.go.th/dede/images/stories/y51_y65.pdf
- Department of Alternative Energy Development and Efficiency [DEDE]. (2010). *รายงานสถิติพลังงานของประเทศไทย (เบื้องต้น) 2553* [Thailand energy statistics 2010 (preliminary)]. Retrieved October 10, 2010, from http://www.dede.go.th/dede/images/stories/stat_dede/Th_En_St_2010_p.pdf
- Department of Alternative Energy Development and Efficiency [DEDE]. (2011). *Thailand PV status report 2011*. Retrieved February 9, 2012, from http://www.dede.go.th/dede/images/stories/pdf/t_pv_11.pdf
- Dominguez, A., Kleissl J. & Luvall, J.C. (2011). Effects of solar photovoltaic panels on roof heat transfer. *Solar Energy*, 85(9), 2244–2255. Retrieved February 10, 2012, from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038092X11002131>

- Department of Alternative Energy Development and Efficiency [DEDE]. (2012). ความเข้มแสง และศักยภาพเชิงพลังงานแสงอาทิตย์ทั่วประเทศ [Solar radiation intensity and solar energy efficiency potential in Thailand]. Retrieved January 2, 2012, from http://www.dede.go.th/dede/index.php?option=com_content&view=article&id=1512:2011-01-10-05-52-10&catid=52&Itemid=68&lang=en
- Electricity Generating Authority of Thailand. (2012). ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จากโรงไฟฟ้าของ กฟผ. ปี 2554 [Quantity of carbon dioxide emission (CO₂) from EGAT power station]. Retrieved April 1, 2012, from <http://www.egat.co.th/wwwthai/images/stories/social/2011egat-co22554.pdf>
- Energy Policy and Planning Office[EPPO]. (2010). รายงานสถิติพลังงานของประเทศไทย 2553 [Energy statistics of Thailand 2010]. Retrieved August 25, 2010, from <http://www.eppo.go.th/info/YearBook/EnergyStatisticsofTHAILAND2010.pdf>
- Energy Policy and Planning Office[EPPO]. (2012). รายงานสถิติพลังงานของประเทศไทย 2554 [Energy statistics of Thailand 2012]. Retrieved March 31, 2012, from http://www.eppo.go.th/info/cd-2011/pdf/Book%20all_new.pdf
- European Photovoltaic Industry Association. (2011). *Solar generation 6: Solar photovoltaic electricity empowering the world*. Retrieved February 23, 2012, from <http://www.epia.org/index.php?id=18>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2011). *Renewable energy sources and climate change mitigation*. Retrieved December 30, 2011, from http://srren.ipcc-wg3.de/report/IPCC_SRREN_Full_Report.pdf
- Kruangam, D. (2011). การอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ [Training on solar energy power station]. Bangkok, Thailand: Thai Solar Future.
- Kolhe, M., Kolhe, S., & Joshi, J.C. (2002). *Economic viability of stand-alone solar photovoltaic system in comparison with diesel-powered system for India*. Retrieved February 20, 2012, from <http://www.stanford.edu/group/solarbenin/references/Kolhe-2002-Solar-v-Diesel.pdf>
- Luque, A., & Hegedus, S. (2011). *Handbook of photovoltaic science and engineering* (2nd ed.). West Sussex, England: John Wiley & Sons.
- National Housing Authority. (2010). โครงการวิจัย ทดลองปฏิบัติการ โดยนำจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (EM) มาใช้ในการลดค่าใช้จ่ายการบำบัดน้ำเสีย โครงการเคหะชุมชนและโครงการบ้านเอื้ออาทร [A pilot plant research project using effective microorganism (EM) for cost saving in wastewater treatment in community and Eua-arhorn housing projects]. Bangkok, Thailand: Author.
- OY Not LLC. (2009). *World solar insolation map*. Retrieved January 2, 2012, from <http://www.oynot.com/solar-insolation-map.html>
- The Treasury Department. (2012). สรุปราคาประเมินทุนทรัพย์ที่ดิน รอบบัญชี ปี พ.ศ. 2555-2558 [A summary of real estate appraisal report (accounting period 2012-2015)]. Retrieved April 31, 2012, from http://www.treasury.go.th/internet/land/bangkok/buengkoom_New.pdf
- Young, W. (2003). *Renewable energy and disaster-resistant buildings*. Retrieved April 3, 2011, from http://www4.eere.energy.gov/solar/sunshot/resource_center/sites/default/files/m-fsec-pf-385-05.pdf

