ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของระบบเซลล์แสงอาทิตย์บนผนัง

นางสาวฐิตาภา พวงพิกุล
สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน
คณะสถาปัตยกรรม ศิลปะและการออกแบบ
65026008@kmitl.ac.th
สุพัฒน์ บุณยฤทธิกิจ
ชนินทร์ ทิพโยภาส
คณะสถาปัตยกรรม ศิลปะและการออกแบบ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

ปัจจุบันประเทศมีการผลักดันเกี่ยวกับแนวทางการออกแบบสถาปัตยกรรมยั่งยืนเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้นการนำเซลล์แสงอาทิตย์เข้าเป็นส่วนประกอบหนึ่งของอาคารก็เป็นอีกนึงทางเลือกที่ได้รับความสนใจและสามารถเข้าถึงได้ง่ายมากขึ้น แผงเซลล์แสงอาทิตย์ หรือ Photovoltaic ที่นิยมเรียกกันว่า Solar cell ที่ประยุกต์ติดตั้งบริเวณผนังอาคาร อุปกรณ์ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ก็มีวัสดุให้เลือกใช้อย่างหลากหลายชนิด แต่คุณสมบัติที่เหมือนกันคือเป็นตัวกลางในการดูดรังสีจากดวงอาทิตย์และเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า

การนำแผงเซลล์แสงอาทิตย์ มารวมกับระบบผนังอาคารภายนอกซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของอาคาร โดยผลิตกระแสไฟฟ้าและในขณะเดียวกันก็ทำหน้าที่เป็นองค์ประกอบของอาคารที่ใช้งานได้ ถือว่าเป็นอีกหนึ่งกลวิธีที่น่าสนใจในการช่วยให้อาคารประหยัดพลังงาน อีกทั้งยังเป็นการผลักดันเกี่ยวกับแนวทางการออกแบบสถาปัตยกรรมยั่งยืนเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น บทความนี้นำเสนอการศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของผนังเซลล์แสงอาทิตย์ โดยเน้นศักยภาพและอภิปรายปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพจึงเป็นที่มาของหัวข้อการวิจัย “การศึกษาประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของระบบเซลล์แสงอาทิตย์บนผนัง”

บทความนี้เป็นบทความประเภททบทวนวรรณกรรม จากการศึกษาหัวข้อ “การศึกษาประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของระบบเซลล์แสงอาทิตย์บนผนัง” โดยใช้เอกสารในการศึกษาและทบทวนวรรณกรรมจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาได้แก่ 1.อาคารที่มีการนำระบบเซลล์แสงอาทิตย์เข้ามาใช้ 2.ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จากการศึกษาและทบทวนวรรณกรรมที่มีผลต่อการศึกษาประสิทธิภาพ ล์แสงอาทิตย์บนผนังเป็นการรวมแผงเซลล์แสงอาทิตย์เข้ากับผนังด้านนอกของอาคารมีรูปแบบการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ร่วมกับอาคารมี 2 ลักษณะ คือ BIPV/BAPV นั้นมีหลายปัจจัยที่ควรคำนึงถึงไม่ว่าจะเป็น ทิศทางที่ติดตั้ง องศาในการติดตั้งอุปกรณ์ วัสดุที่เลือกมาใช้ในการใช้เพื่อผลิตกระแสไฟ และทฤษฎีในการทดสอบเพื่อให้ทราบถึงผลลัพธ์ของกระแสไฟและการติดตั้งของระบบเซลล์แสงอาทิตย์บนผนัง ระบบเหล่านี้มีข้อได้เปรียบอย่างหลากหลาย เช่นการผลิตพลังงาน ความสวยงามที่เพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพของพื้นที่ ความคุ้มค่า และความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม

คำสำคัญ: ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ผนังอาคาร พลังงานแสงอาทิตย์

The Power Generation Efficiency of Photovoltaic Walls

Thitapa Puangpikul
Graduate student
School of Architecture, Art, and Design,
King Mongkut's Institute of Technology Ladkranang
65026008@kmitl.ac.th
Suphat Bunyrittikit
Chanin Thipyophas
School of Architecture, Art, and Design
King Mongkut's Institute of Technology Ladkranang

Abstract

The country is now pushing for a more environmentally sustainable approach to architectural design. Using solar cells as part of a building is another option that is more attractive and accessible. solar panel Or commonly known as solar cells, used for installation on building walls. Solar cell equipment has a variety of materials to choose from. But they have the same properties as a medium that absorbs solar radiation and converts it into electrical energy.

The integration of solar panels with the exterior wall system, which is the main component of the building. Generate electricity and at the same time serve as functional building elements. This is another interesting strategy to help buildings save energy. It is also pushing for a more environmentally friendly approach to sustainable architectural design. This paper presents a study on the power generation efficiency of solar cell walls. By emphasizing the potential and discussing the key factors that affect the effectiveness of the research topic. "Efficiency Study of Wall Mounted Photovoltaic System"

This research was used to study and review literature from studies related to the study, namely: 1. Buildings that use photovoltaic systems 2. Electricity generation efficiency of solar panels from studies reviewing the literature affecting the study of solar PV efficiency. on the wall is a combination of solar panels on the exterior wall of a building. There are 2 types of solar panel installations on buildings: BIPV/BAPV. equipment installation degree Materials used in power generation and theoretical testing to know the effects of electric current and installation of photovoltaic systems on the wall These systems have several advantages. such as energy production to enhance space efficiency, beauty, cost-effectiveness and environmental sustainability.

Keywords: Solar Cell, Building Wall, Solar Energy

1.บทนำ

การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ในการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์นั้นได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก (กีรติ สุลักษณ์) เนื่องจากพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานทดแทนชนิดหนึ่งที่สามารถผลิตได้จากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ที่อยู่ในรูปของแสงแดด ซึ่งให้ทั้งพลังงานแสงและพลังงานความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ถือเป็นพลังงานหมุนเวียนสะอาดที่ไม่ก่อให้เกิดมลพิษหรือส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและยังเป็นแหล่งพลังงานที่มีศักยภาพสูงไม่มีวันหมด และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลายหลักๆ คือ การผลิตกระแสไฟฟ้าและการผลิตพลังงานความร้อน (UAS, 2564)

เซลล์แสงอาทิตย์(Photovoltaic) โดยมีสารกึ่งตัวนำ ซึ่งสารเหล่านี้มีคุณสมบัติเหมือนกัน คือเมื่อรับแสงอาทิตย์โดยตรงสารก็เปลี่ยนตัวเองเป็นตัวนำไฟฟ้าและแยกเป็นประจุไฟฟ้าบวกและลบ เพื่อให้เกิดแรงดันไฟฟ้าไปที่ขั้วทั้งสองของเซลล์แสงอาทิตย์เมื่อนำขั้วไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ไปตอเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรง กระแสไฟฟ้าก็จะทำการไหลเข้าสู่อุปกรณ์ทำให้อุปกรณ์ชนิดนั้นทำงาน ซึ่งในปัจจุบันอุปกรณ์ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ก็มีวัสดุให้เลือกใช้อย่างหลากหลายชนิด

การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ร่วมกับอาคาร (Building integrated photovoltaic) เป็นการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่กำลังได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง เนื่องจากเป็นการติดตั้งที่ใช้พื้นที่ว่างเปล่าของอาคารให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยมีการการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ร่วมกับอาคารสามารถจำแนกออกเป็นการติดตั้งบนหลังคา กันสาด บนผนังอาคาร และการติดตั้งแทนส่วนหนึ่งของหลังคา หรือหน้าต่าง ซึ่งตามทฤษฎีแล้ว การติดตั้งโดยหันหน้าไปทางทิศใต้จะทำให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้รับรังสีอาทิตย์สูงสุด และการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ร่วมกับอาคารยังส่งยังผลลต่อปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทจากสิ่งแวดล้อมเข้ามาภายในอาคาร (วิรัตน์, 2551)

ประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์คือ การฉายรังสีลงบนแผงแสงอาทิตย์และถูกแปลงเป็นไฟฟ้า และขึ้นอยู่กับโครงสร้างเซลล์และซิลิกอนที่ใช้ ทั้งนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆที่ส่งผลประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เช่นอุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ก็มีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้า(NextE Co.,Ltd.2564). การติดตั้งแผงที่เหมาะสมเพื่อประสิทธิภาพสูงสุดควรคำนึงทิศทางและมุมเอียงในอยู่ในระนาบตั้งฉากกับแนวดวงอาทิตย์ โดยตำแหน่งที่ดีที่สุดสำหรับการติดตั้งคือการติดตั้งให้แผงหันหน้าทางเส้นศูนย์สูตร และทำมุมเอียงกับแนวระนาบกับละติจูดของพื้นที่นั้นโดยประเทศไทยจะ **latitude** 14 และการเอียงแผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถทำให้นำฝนช่วยล้างสิ่งสกปรกให้ออกไปได้ด้วย (ศุภชัย กวินวุฒิกุล, 2551)

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยจึงรวบรวมความรู้เบื้องต้นเพื่อเป็นแนวทางศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของระบบเซลล์แสงอาทิตย์บนผนังเนื่องจากความต้องการพลังงานหมุนเวียนเพิ่มขึ้นอย่างมาก การนำผนังโซลาร์เซลล์หรือแผงเซลล์แสงอาทิตย์ มารวมกับระบบผนังอาคารภายนอกซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของอาคาร โดยผลิตกระแสไฟฟ้าและในขณะเดียวกันก็ทำหน้าที่เป็นองค์ประกอบของอาคารที่ใช้งานได้ ถือว่าเป็นอีกหนึ่งกลวิธีที่น่าสนใจในการช่วยให้อาคารประหยัดพลังงาน อีกทั้งยังเป็นการผลักดันเกี่ยวกับแนวทางการออกแบบสถาปัตยกรรมยั่งยืนเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น บทความนี้นำเสนอการศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของผนังเซลล์แสงอาทิตย์ โดยเน้นศักยภาพและอภิปรายปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพจึงเป็นที่มาของหัวข้อการวิจัย “การศึกษาประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของระบบเซลล์แสงอาทิตย์บนผนัง”

2. วัตถุประสงค์ของบทความ

1.เพื่อการศึกษาประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของระบบเซลล์แสงอาทิตย์บนผนัง

3. วิธีดำเนินการ

การศึกษาหัวข้อประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของระบบเซลล์แสงอาทิตย์บนผนังมีขั้นตอนการศึกษาดังนี้

1. วิธีการวิจัยโดยใช้การศึกษาเอกสารและทบทวนวรรณกรรมจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาได้แก่

1.1 อาคารที่มีการนำระบบเซลล์แสงอาทิตย์เข้ามาใช้

1.2 ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

2. การวิเคราะห์ข้อมูลจากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3. สรุปผลการศึกษา

4.ผลการวิจัย

เนื้อหาในบทความนี้ผู้ศึกษาจะกล่าวถึงข้อมูลจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่มีความเกี่ยวข้องโดยผู้ศึกษาเน้นศึกษาจากปัจจัยที่เกี่ยวกับประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของระบบเซลล์แสงอาทิตย์บนผนัง แบ่งการศึกษาข้อมูลดังนี้

1. **อาคารที่มีการนำระบบผนังเซลล์แสงอาทิตย์เข้ามาใช้**

จากการทบทวนเอกสารพบว่าในปัจจุบันมีอาคารที่มีการนำระบบเซลล์แสงอาทิตย์บนผนังมาใช้อย่างแพร่หลาย ในการศึกษาครั้งนี้มีหลักเกณฑ์ในการเลือกอาคาร คือเป็นอาคารที่อยู่ทวีปและภูมิภาพใกล้เคียงกับประเทศไทย เพื่อเป็นประโยชน์แก่การพัฒนาการนำระบบเซลล์อาทิตย์บนผนังในประเทศไทย

อาคาร CTRLS Datacenter Limited ประเทศอินเดีย (latitude : 19.064470)

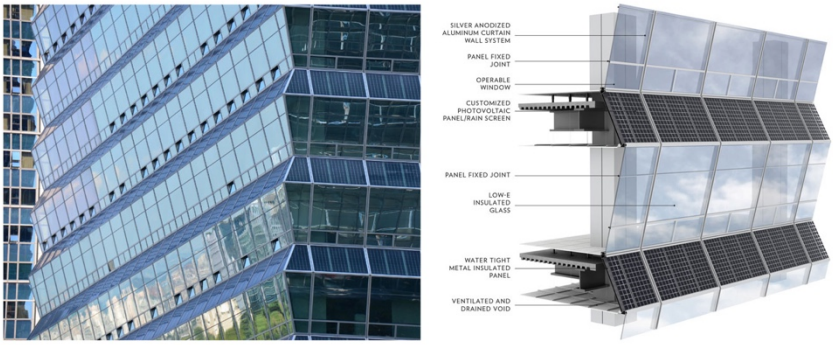
เป็นอาคารประเภทอาคารพาณิชย์ ในเมืองมุมไบ ประเทศอินเดีย โดยอาคารใช้แผงโซลาร์เซลล์ชนิด mono c-Si PV แบบไร้ครอบครอบคลุมผนังอาคารเป็นพื้นที่ 4,784.97 ตารางเมตร มีความสามารถในการผลิตไฟฟ้าสูงสุด 863 kWp. การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์กับผนังอาคารในมุม 90° มีโครงรองรับเพื่อเว้นให้เกิดช่องอากาศเพื่อเป็นการระบายความร้อนที่เกิดขึ้นขณะที่แผงโซลาร์เซลล์ทำงาน การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ทั้งสี่ทิศทางดังนี้ ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (252 kWp), ทิศตะวันตกเฉียงใต้ (261 kWp),ทิศตะวันออกเฉียงใต้ (290kWp) และ ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (60 kWp) โดยรวมแล้วอาคาร CTRLS Data center สามารถผลิตพลังงาน 593,014 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี (Paolo Corti Pierluigi Bonomo .2022)

ภาพที่1 อาคาร CTRLS Data center ประเทศอินเดีย กำลังติดตั้งผนังเซลล์แสงอาทิตย์

ที่มา: Paolo Corti Pierluigi Bonomo .(2022). Indian Building Integrated Photovoltaics (BIPV) Report 2022: Status and Roadmap

อาคาร FKI Tower ประเทศเกาหลีใต้ (latitude : 37.522244)

อาคารสำนักงานขนาดใหญ่ กรุงโซล ประเทศเกาหลีใต้ พื้นที่ขนาด 116,00 ตารางเมตร จำนวน 50 ชั้น ความสูง 240 เมตร หน้าอาคารตั้งไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ โดยมีการจำลองการติดตั้งพบว่าติดตั้งทางทิศตะวันออกเฉียงใต้และทิศตะวันตกเฉียงใต้ทิศทางที่ดีที่สุดสำหรับอาคารนี โดยเริ่มจากชั้นที่14 ขึ้นไปเนืองจากไม่มีสิ่งใดบัง ใช้แผงโซลาร์เซลล์ชนิด mono c-Si PV ที่ออกแบบขึ้นมาใหม่มีขนาด 5”*5”จำนวน 46,145 เซลล์ พื้นที่18,458 ตารางเมตร ติดตั้งในมุม 10° อาคารสามารถผลิตพลังงาน 367,646 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี (Juan Betancur,2017)



ภาพที่2 การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ของ อาคาร FKI Tower

ที่มา: สืบค้นเมื่อ24 พฤษภาคม 2566 ออนไลน์ https://urbannext.net/fki-tower/

ภาพที่3 อาคาร FKI Tower ประเทศเกาหลีใต้

ที่มา: สืบค้นเมื่อ24 พฤษภาคม 2566 ออนไลน์ https://urbannext.net/fki-tower/

อาคาร Tampine Grand ประเทศสิงคโปร์ (latitude : 1.355544)

เป็นอาคารสำนักงานและประกอบพื้นที่เชิงพาณิชย์ สูง 8 ชั้น อาคาร ขนาด 33,600 ตารางเมตรอาคารตั้งทางทิศตะวันออกและทิศใต้ เป็นอาคารแห่งแรกในประเทศสิงคโปร์ที่ได้รับรางวัล Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) Gold award การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนผนังอาคารพื้นที่ 150 ตารางเมตรโดย

เป็นการออกแบบขึ้นใหม่ใช้เป็น amorphous silicon thin-film ไว้ทางด้านทิศตะวันตก อาคารสามารถผลิตพลังงาน 2,190 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี (Energy market Authority,2010)

ภาพที่4 อาคาร Tampine Grand ประเทศสิงคโปร์

ที่มา: สืบค้นเมื่อ24 พฤษภาคม 2566 ออนไลน์ https://dragages.com.sg/projects-post/tampines-grande/

อาคาร Pearl River Tower ประเทศจีน (latitude : 23.12675)

อาคารสำนักงานขนาด 212,165 ตารางเมตร จำนวน 71 ชั้นความสูง309 เมตร ตั้งอยู่ในกวางโจว ประเทศจีน Pearl River Tower สร้างเสร็จในปี 2556 เป็นผู้บุกเบิกด้านการออกแบบสีเขียว รูปทรงของตึกช่วยลดแรงดันลมแต่ยังช่วยลดความจำเป็นในการใช้โครงสร้างเหล็กและคอนกรีต รวมถึงลดการปล่อยคาร์บอน ช่องเปิดที่พื้นเชิงกลช่วยผ่อนแรงของโครงสร้างโดยปล่อยให้ลมผ่านเข้าไปในอาคาร ลมแรงจะผลักกังหันที่สร้างพลังงานให้กับระบบ HVAC โดยอาคารมีการนำ BIPV มาใช้โดยใช้แพงชนิด amorphous silicon thin-film ด้านทิศตะวันออกและตะวันตก อาคารสามารถผลิตพลังงาน 67,525 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี (Roger Frechette,Russell Gilchrist,2008)

ภาพที่5 อาคาร Pearl River Tower ประเทศจีน

ที่มา: สืบค้นเมื่อ24 พฤษภาคม 2566 ออนไลน์ https://archello.com/project/guangzhou-pearl-river-tower

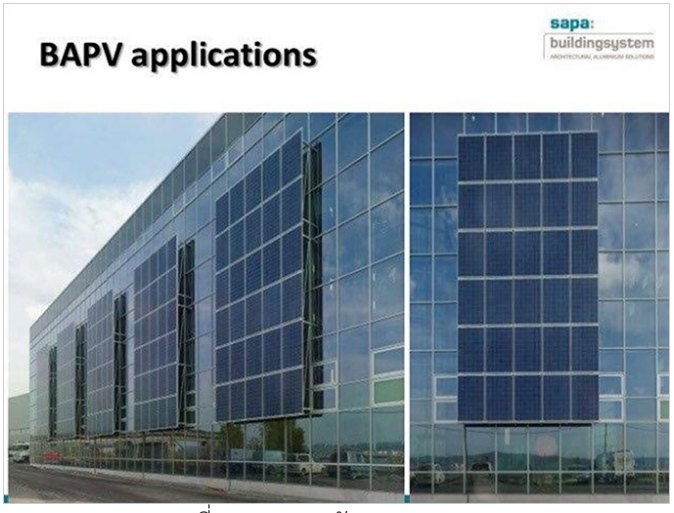
จากรูปแบบการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ร่วมกับอาคารสามารถบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1.1. อาคารผสานเซลล์แสงอาทิตย์ (Bullding Integrated Photovoltaics :BIPV)การนำแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (PV Module) มาผลิตเพื่อเป็นชิ้นส่วนหนึ่งของอาคาร เช่น วัสดุหลังคา อุปกรณ์บังแดด กระจกอาคาร เปลือกอาคาร และ ผนังอาคาร โดยวัสดุชนิดนี้ยังสามารถยำมาผลิตกระแสไฟฟ้าและช่วยลดต้นทุนการใช้วัสดุก่อสร้าง แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งเข้ากับรางยึด (Rock-Mounted PV systens)ซึ่งระบบแสงอาทิตย์เป็นการใช้พลังงนได้เต็มประสิทธิภาพ มีการสูญเสียพลังงานต่ำเมื่อเทียบในระบบสายส่งไฟฟ้าซึ่งมีการสูญเสียพลังงานสูงถึง 6% (IEA Statistics, 2014) โดย BIPV นั้นมีหลายประเภทได้แก่ เซลล์แสงอาทิตย์แผนบาง เซลล์แสงอาทิตย์กระเบื้องหลังคา เซลล์แสงอาทิตย์แผง เซลล์แสงอาทิตย์กระจกใส และเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ที่ติด อยู่กับอาคาร หน้าที่หลักคือสร้างกระแสไฟฟ้าซึ่งไม่ขัดแย้งกับการทำงานของอาคารและคำนึงถึงความสวยงาม

ภาพที่ 6 รูปแบบผนังอาคารแบบ BIPV

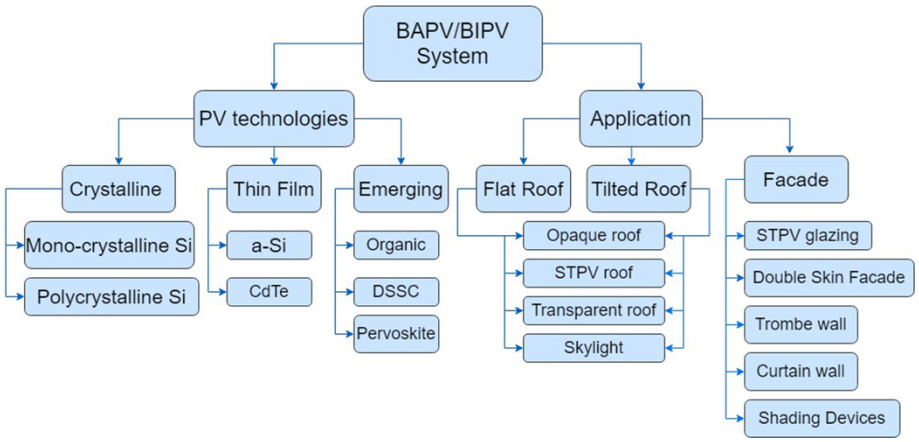
ที่มา: สืบค้นเมื่อ24 พฤษภาคม 2566 ออนไลน์ https://www.ul.com/services/building-integrated-photovoltaic-bipv-system-testing-and-certification

1.2. การคิดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนของอาคาร (Building Attached Photovoltaic : BAPV) เป็นการติดตั้งแผง Photovoltaics หรือ โซล่าเซลล์ไว้กับโครงรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไว้กลับหลังคาหรือผนังอาคาร โดย BAPV นั้นมักจะใช้เพื่อกล่าวถึงแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำการรวมแผงโซลาร์เซลล์กับผนังด้านนอกของอาคารโดยตรง โดยวัตถุประสงค์หลักของBAPV คือเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าเป็นหลักในขณะเดียวกันที่ทำหน้าที่เป็นส่วนประกอบของอาคาร



ภาพที่7 รูปแบบผนังอาคารแบบ BAPV

ที่มา: สืบค้นเมื่อ24 พฤษภาคม 2566 ออนไลน์ ,https://wfmmedia.com/the-nsg-group-announces-collaboration-with-solaria-for-bipv-solutions/



ภาพที่8 การแบ่งประเภทของระบบ BAPV/ BIPV

ที่มา : Digvijay Singh,Rubina Chaudhary and Alager Karthick. (2021). Review on the progress of buildingapplied/integrated photovoltaic system

ประเภทของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

โดยเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีการวางจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดและได้รับความนิยมจากผู้ใช้งาน 3 ประเภทหลักๆ ได้แก่ **แผงโซลาร์เซลล์ชนิดฟิล์มบาง (Thin Film Solar Cells) ,แผงโซลาร์เซลล์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์ (Polycrystalline Silicon Solar Cells)** และ **แผงโซลาร์เซลล์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์ (Monocrystalline Silicon Solar Cells)** ซึ่งอยู่รูปแบบของซิลิกอนรูปผลึกเดี่ยว(Single Crystalline Silicon/ Mono Crystalline silicon : Mono-Si) ที่มีความบริสุทธิ์สูง นำมาหลอมละลายในเตา Induction Furnace ที่มีอุณหภูสูงถึง 1,500 °C เพื่อทำการสร้างแท่งผลึกเดี่ยวขนาดใหญ่ พร้อมทั้งใส่สาร Boron เพื่อให้เกิด P-type ทำให้เกิดการเย็นตัวและจำตัวกันเป็นผลึก และมีประสิทธิ์ภาพในการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ ให้เป็นไฟฟ้าได้ประมาณ 15-20% และถือว่าเป็นเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีประสิทธิ์ภาพการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วยพื้นที่สูง โดยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์สามารถผลิตไฟฟ้าได้

มากกว่าเซลล์แสงอาทิตย์แบบบางถึง4เท่า อีกทั้งมีอายุการใช้งานยาวนานถึง25ปี นอกจากนี้ยังมีประสิทธิ์ภาพในพื้นที่ที่มีอากาศร้อนหรือสภาพพื้นที่แสงน้อยได้ดี ด้วยประสิทธิ์การใช้งานที่ดีและมีคุณภาพส่งผลให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์มีราคาที่แพง และมีส่วนของ คริสตัลไลน์ ซิลิกอน เป็นส่วนประกอบสำคัญของอุตสาหกรรมอิเลคทรอนิกส์ จึงมีคุณค่าเพิ่มที่สูงขึ้น นอกจานั้นกรรมวิธีในการผลิตเซลล์แสง**อาทิตย์จาก** คริสตัลไลน์ ซิลิกอน ที่จะต้องนำมาเลื่อยให้เป็นแผ่นบางๆเรียกว่า Wafer จะได้แผ่นผลึกที่มีความหนาประมาณ 300μm และขัดความเรียบของผิวจากนั้นจะนำ ไปเจือสารที่เป็นในการทำ ให้เกิดเป็น P-N junction บนแผ่น เวเฟอร์ด้วยวิธีการ Diffusion ที่อุณหภูมิระดับ 1,000 ºC และการเคลือบฟิล์มผิวหน้าเพื่อป้องกนั การสะท้อนแสงให้น้อยที่สุด และนำประกอบเข้าแผงโดยใช้กระจกเป็นเกราะป้องกันแผงเซลล์และใช้ซิลิโคน และ อีวีเอ (Ethelele Vinyl Acetate) ช่วยป้องกันความชื้น ในการติดตั้งเพื่อใช้งานควรระมัดระวังไม่ให้ส่วนใดส่วนหนึ่งของแผ่น Panel โดนบังแสง เพราะอาจทำให้ระบบเสียหายได้ (ชีวะเกตุ, 2000; Parida, Iniyan, & Goic, 2011; Maehlum, Which Solar Panel Type is Best? Mono- vs. Polycrystalline vs. Thin Film, 2015)

ข้อดี ประสิทธิภาพสูง (15-20%) ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วยพื้นที่สูง ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าต่อสภาพแสงน้อยสูงเหมาะในการใช้งานในภูมิอากาศร้อนอายุการใช้งานยาวนาน 25-30 ปี

ข้อเสีย แพง สูญเสียวัสดุเป็นขยะมาก ต้องระมัดระวังในการติดตั้งและการดูแลรักษา

นอกจากจะแบ่งชนิดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นตามวัสดุที่นำมาใช้ผลิตแล้ว ในปัจจุบัน **แผงโซลาร์เซลล์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์ ยังสามารถแบ่งเป็นแบบ** Full cell Technology และ Half cell Technology ตามลักษณะการทำงานของแผง โดยแผงแบบ Full Cell จะเป็น 1 แผง 1 วงจร และแผงแบบ Half cell ใน1 แผงจะแบ่งเป็น 2 วงจร แบ่งออกเป็น2แผง คือแผงด้านบนและแผงด้านล่าง ซึ่งทั้ง2แผงจะมีวงจรแยกกัน หากมีด้านใดด้านหนึ่งถูกบดบัง อีกด้านก็ยังสามารถทำงานได้อยู่ โดยประเทศไทยจะเหมาะกับการ Half cell โดยจุดเด่นของ Half cell คือกระบวนการตัดเซลล์ออกเป็นครึ่งหนึ่งเพื่อลดความต้านทานเพื่อให้ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น แผงโซล่าเซลล์ จะสร้างความต้านทานซึ่งสามารถลดความสามารถของแผงในการผลิตพลังงานได้มากขึ้น ในขณะที่ Half-Cell ที่มี 120 หรือ 144 เซลล์ มีความต้านทานต่ำกว่า ซึ่งหมายความว่ามีการจับและผลิตพลังงานมากขึ้น และมีประสิทธิ์ภาพที่ดีเยี่ยมในช่วงแสงน้อย หรือมีเงาบัง การออกแบบจำนวนเซลล์ที่เพิ่มขึ้นส่งกำลังให้อินเวอร์เตอร์มากขึ้น มีความทนทานมากขึ้น เพื่อประสิทธิภาพที่ยาวนาน มีความไวต่อการแตกร้าวน้อยกว่าเนื่องจากเซลล์แสงอาทิตย์มีขนาดเล็กลง ช่วยลดโอกาสในการเกิดรอยแตกขนาดเล็ก จึงมีความทนทานมากกว่าและมีแนวโน้มที่จะแตกร้าวน้อยกว่าในระยะเวลานาน ทำงานได้ดีขึ้นในสภาวะที่มีความร้อนสูง Half-Cell รับการพิสูจน์แล้วว่าทำงานได้ดีภายใต้สภาวะความร้อนสูงและมีประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าได้มากถึง 20-22.5%

2. ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ประสิทธิภาพของแผงแสงอาทิตย์ คือ การวัดปริมาณแสงแดดที่ตกลงบนแผงแสงอาทิตย์และถูกแปลงเป็นไฟฟ้า ทั้งนี้ประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ขึ้นอยู่กับการเลือกใช้โครงสร้างเซลล์และซิลิกอนที่ใช้ โดยทั่วไปจะเป็นประเภท P หรือ N และแปลงพลังงานสูงสุดของเซลล์แสงอาทิตย์ในสภาวะการทำงานที่แรงดันและกระแสไฟเหมาะสมที่สุด ทั้งนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆที่ส่งผลประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เช่นอุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ก็มีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้า อุณหภูมิของแผงเพิ่มขึ้นจะทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าลดลง และการเชื่อมต่อระหว่างเซลล์ สีของแผ่นป้องกันด้านหลังก็ส่งผลต่อประสิทธิภาพ เช่นการใช้สีแผ่นรองหลังเป็นสีดำอาจดูสวยงาม แต่คุณสมบัติ

ของสีดำก็จะดูดซับความร้อนได้มากกว่า ส่งผลให้อุณหภูมิของเซลล์สูงขึ้น ซึ่งเพิ่มความต้านทาน ซึ่งจะลดประสิทธิภาพการแปลงโดยรวมลงเล็กน้อย

กำลังไฟฟ้าที่ผลิตไต้จากเซลล์แสงอาทิตย์สามารถหาได้จากค่าพลังงานไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้จะสามารถหาได้จากการสมการการคำนวณกำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ในสมการที่1

$$Electrical\ Energy\ (E)\ =\ P_{max}\ \times\ t$$

โดย E = พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้, Wh/day

t = เวลาในการทำงาน, h

จากการสมการการคำนวณกำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ในสมการที่ 2

$$Wp = \frac{PV}{C\ \times\ H}$$

โดย Wp = กำลังไฟฟ้าของแผงทั้งหมดตามค่า Wp ที่ระบุไว้ในคุณสมบัติของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

PV = กำลังไฟฟ้าที่ต้องการ (kw)

C = ค่าความสูญเสียของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

H = ค่าความสูญเสียเชิงความร้อน

ทิศทางของการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์

ในเอเชีย ทิศทางของการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ (PV) จะขึ้นอยู่กับตำแหน่งเฉพาะภายในทวีป ตามแนวทางทั่วไป ทิศทางที่เหมาะสำหรับการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ ในพื้นที่ส่วนใหญ่ของเอเชียมักจะหันไปทางทิศใต้

โดยเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ประกอบด้วยไทย มาเลเซีย สิงคโปร์ และอินโดนีเซีย ทิศทางที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์มักจะหันไปทางทิศใต้ การวางแนวนี้จะเพิ่มการรับแสงอาทิตย์และการผลิตพลังงานสูงสุดตลอดทั้งวัน ในเอเชียตะวันออก ประกอบด้วย จีน ญี่ปุ่น และเกาหลีใต้ ทิศทางที่นิยมในการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ ก็คือทิศใต้เช่นกัน อย่างไรก็ตาม อาจมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยขึ้นอยู่กับละติจูดและสภาพท้องถิ่นนั้นๆ เช่น ในพื้นที่ทางตอนเหนือของจีนและญี่ปุ่น การวางแนวไปทางตะวันตกเฉียงใต้หรือตะวันออกเฉียงใต้เล็กน้อยอาจเป็นประโยชน์ในการถ่ายภาพแสงแดดในช่วงฤดูต่างๆ เอเชียใต้ ประเทศอินเดียและบังกลาเทศ รวมทั้ง เอเชียกลางและเอเชียตะวันตก โดยปกติแล้วแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะติดตั้งหันไปทางทิศใต้เพื่อรับแสงอาทิตย์ให้ได้มากที่สุด

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของระบบเซลล์แสงอาทิตย์บนผนังของแต่ละอาคาร

อาคาร	อาคาร CTRLS Data Center ประเทศอินเดีย	FKI Tower ประเทศเกาหลีใต้	อาคาร Tampine Grand ประเทศสิงคโปร์	**อาคาร Pearl River Tower ประเทศจีน**
latitude	**19.064470**	**37.522244**	**1.355544**	**23.12675**
ชนิดแผงเซลล์แสงอาทิต์	mono c-Si PV	mono c-Si PV	a-si	a-si

มุมติดตั้ง	90°	10°	90°	90°
จำนวนพื้นที่ (ตร.ม)	4,784	18,458	150	-
ทิศเหนือ	-	-	-	-
ทิศตะวันออก	-	-	-	✓
ทิศตะวันตก	-	-	✓	✓
ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	✓	-	-	-
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	✓	-	-	-
ทิศใต้	-	-	-	-
ทิศตะวันตกเฉียงใต้	✓	✓	-	-
ทิศตะวันออกเฉียงใต้	✓	✓	-	-
ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของอาคาร/ปี	593,014 kWh/yr	367,646 kWh/yr	2,190 kWh/yr	67,525 kWh/yr

บทสรุป

ผลจากการศึกษาข้อมูลประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของระบบเซลล์แสงอาทิตย์บนผนัง สามารถสรุปผลการศึกษาดังนี้ ระบบเซลล์แสงอาทิตย์บนผนังซึ่งเป็นระบบBIPV ประเภทหนึ่งที่รวมเอาแผงเซลล์แสงอาทิตย์เข้ากับผนังภายนอก ในปัจจุบันด้านงานสถาปัตยกรรมได้นำBIPVเข้ามาประยุกค์ใช้เข้ากับอาคารอย่างแพร่หลาย จากตารางที่1 การวิเคราะห์ข้อมูลประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของระบบเซลล์แสงอาทิตย์บนผนังของแต่ละอาคาร พบว่า ทั้ง 5 อาคารส่วนมากนิยมใช้แผงโซลาร์เซลล์ชนิด Mono Crystalline ซึ่งมีคุณภาพสูงสามารถมีประสิทธิภาพการแปลงสูงถึง 22% ในขณะที่มีเพียง1อาคารที่ใช้ใช้แผงโซลาร์เซลล์ชนิด CIGS thin-film มีประสิทธิภาพการแปลงต่ำกว่าประมาณ 10-12% ซึ่งมีประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าไม่ได้มากเท่าแผงโซลาร์เซลล์ชนิดMono Crystalline และผลการทดลองของผู้ติดตั้งพบว่าเป็นอาคารที่สามารถผลิตและใช้เองได้อย่าง100% ทิศทางการติดตั้งแผงส่วนใหญ่นิยมติดตั้งหันไปทางทิศใต้มักจะให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดสำหรับทวีปเอเชีย

ผนังเซลล์แสงอาทิตย์ไม่เพียงแต่ผลิตกระแสไฟฟ้า แต่ยังทำหน้าที่เป็นส่วนประกอบของเปลือกอาคารอีกด้วย การรวมโมดูลเซลล์แสงอาทิตย์เข้ากับเปลือกอาคาร ยังควรศึกษาและพิจารณาถึงปัจจัยต่างๆเพิ่มเติมด้วย เช่น การระบายอากาศของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และการจัดการความร้อน การออกแบบการติดตั้งที่เหมาะสมเพื่อผนังเซลล์แสงอาทิตย์

จะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและสวยงาม ปัจจัยเหล่านี้ถือว่ามีความสำคัญต่อการผลิตไฟฟ้าของผนังเซลล์แสงอาทิตย์ให้ได้สูงสุด การวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่องจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและการใช้งานจริงของเทคโนโลยีที่มีแนวโน้มนี้ ปูทางไปสู่อาคารที่ยั่งยืนและประหยัดพลัง

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงพลังงาน .(2564). **ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่องหลักเกณฑ์ วิธีการคำนวณ และการรับรองผลการตรวจประเมินในการออกแบบอาคาร เพื่อการอนุรักษ์พลังงานแต่ละระบบ การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร และการใช้พลังงานหมุนเวียน ในระบบต่าง ๆ ของอาคาร พ.ศ.2564**.

กฤชนน์ สวนจันทร์ .(2560). **การออกแบบโครงสร้างรองรับเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตามดวงอาทิตย์ ศูนย์การเรียนวิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์**, สืบค้นออนไลน์เมื่อ 2 กุมภาพันธ์ 2566 , จากhttp://www.lesa.biz/astronomy/celestial-sphere/eclipticCleanenergyreviews.2023.

กองแบบแผน กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข. (2561). **โครงการการศึกษากำหนดกรอบ แนวคิด ทฤษฎีและเทคนิควิธีการเพื่อออกแบบอาคารสถานบริการสุขภาพต้นแบบ ที่ปลอดจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนสุทธิ.**

สราวุธ พลวงษ์ศรี และ อัครินทร์ อินทนิเวศน์ .(2560). **การประเมิณผลด้านความร้อนและไฟฟ้าสำหรับการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาของอาคารจำลอง.**

Betancur, J. (2017)**.Multitasking Façade : How to Combine BIPV with Passive Solar Mitigation Strategies in a High-Rise Curtain Wall System**.

Corti, P. and Bonomo, P. (2022). **Indian Building Integrated Photovoltaics (BIPV) Report 2022: Status and Roadmap**.

Energy market Authority. (2010). **Singapore Bags 5 ASEAN Energy Awards**.

Frechette, R. and Gilchrist, R. (2008). **Case Study: Pearl River Tower. Guangzhou, China**.

NextE Co.,Ltd . (2564). **แผงโซล่าเซลล์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด**, Online 2 Feb 2023 , Retrieved from https://www.nexte.co.th/2021/08/12/solar-panel-performance.

Singh, D., Chaudhary, R. and Karthick, A. (2021). “Review on the progress of building applied/ Integrated photovoltaic system”. **Environmental Science and Pollution Research.** 28(5).

Svarc, J. (2023). **Most Efficient Solar Panels**, **Online 2 Feb 2023,** Retrieved from https://www.cleanenergyreviews.info/blog/most-efficient-solar-panels.