

แนวคิดในการพัฒนานวัตกรรมการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับอาคารในเขตร้อนชื้น

Concept of Innovative Solar Energy Development for Buildings in Tropical Climate

ณัฐรี ศรีदारานนท์* โสภา วิศิษฐ์ศักดิ์** และ โจเซฟ เคดารี***

Nattaree Sridaranon, Sopa Visitsak and Joseph Khedari

บทคัดย่อ

บทความนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อนำเสนอแนวคิดในการพัฒนานวัตกรรมการนำแสงธรรมชาติมาใช้สำหรับอาคารในเขตร้อนชื้น ภายใต้แนวคิดที่ผนวกการใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์กับการป้องกันแสงแดด โดยนำเสนอการเปรียบเทียบคุณสมบัติการใช้งาน ข้อเสียหรือข้อจำกัดของผลิตภัณฑ์ประกอบอาคารต่างๆ ที่เกี่ยวกับพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งนำไปสู่การวิเคราะห์และเสนอแนวคิดในการพัฒนานวัตกรรมการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ที่มีการผนวกทั้งการใช้ประโยชน์และการป้องกันให้เป็นระบบเดียวกัน ในส่วนท้ายของบทความจะนำเสนอการออกแบบผลิตภัณฑ์ชุดช่องแสงและอุปกรณ์กันแสงแดดตรงสำหรับหลังคาที่มีระบบระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ ที่คำนึงถึงลักษณะภูมิอากาศเขตร้อนชื้นและสอดคล้องกับทฤษฎีหลักการโคจรของดวงอาทิตย์ในประเทศไทย มาใช้เป็นตัวอย่งในการวิเคราะห์แนวทางการออกแบบ เพื่อแก้ไขข้อเสียหรือข้อจำกัดของผลิตภัณฑ์ประกอบอาคาร โดยอ้างอิงผลการทดสอบการกันแดดโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากนั้นนำไปทดสอบและทำการตรวจวัดด้านความส่องสว่างของแสงและอุณหภูมิอากาศ โดยใช้กล่องทดสอบที่ติดตั้งในสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติเพื่อเปรียบเทียบกับการใช้ช่องรับแสงตรง ผลการทดสอบในเบื้องต้นพบว่า ชุดช่องแสงและอุปกรณ์กันแสงแดดตรงนี้สามารถป้องกันรังสีตรงของแสงแดดได้ 100% ตลอดทั้งปี ซึ่งค่าความส่องสว่างในช่วงกลางวันมีค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานความส่องสว่างประเภทอาคารพักอาศัย ในช่วงเวลา 8:00-16:30 น. ของเดือนมกราคมที่ทำการทดสอบ ให้ค่าความส่องสว่าง 100-300 lux ซึ่งมีค่าแตกต่างกับกล่องทดสอบที่ใช้ช่องรับแสงตรงประมาณ 3,000 lux เป็นค่าปริมาณที่สูงเกินเกณฑ์มาตรฐานความส่องสว่างถึง 10 เท่า และการมีระบบระบายอากาศช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิ จากผลการทดสอบในช่วงที่มีค่าอุณหภูมิสูงสุดจะสามารถลดอุณหภูมิลงได้ 3.1 องศาเซลเซียส เมื่อเทียบกับการใช้ช่องรับแสงตรง ดังนั้นการพัฒนาชุดช่องแสงและอุปกรณ์กันแสงแดดตรงที่มีระบบระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาตินี้จึงนับเป็นแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน และมีศักยภาพที่จะนำไปพัฒนาเพื่อการผลิตในระบบอุตสาหกรรมได้ในอนาคต

* นักศึกษา หลักสูตรปริญญาตรีบัณฑิต สาขาสิ่งแวดล้อมสรรค์สร้าง คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Email: nattaree_s@hotmail.com

** อาจารย์ประจำ ภาควิชาวิศวกรรมอาคาร คณะส สถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

*** ผู้ทรงคุณวุฒิ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์เรื่อง ชุดช่องแสงและอุปกรณ์กันแดดสำหรับหลังคาที่มีการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ ซึ่งได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากโครงการพัฒนานักวิจัยและงานวิจัยเพื่ออุตสาหกรรม (พวอ.) สังกัดสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.))

ABSTRACT

This article aims to present the concept of innovative development for the use of natural light for buildings in tropical climate based on the concept that combines the use and protection of sunlight by comparing of usage features and disadvantages or limitations of solar energy products, which lead to analysis and presentation of concept for the development of innovative solar energy application that combine the use and protection into the same system. At the end of the article presents a development of the skylight and shading device set with natural ventilation, which takes into account for tropical climate and corresponds to the theory of the sun orbit of Thailand. It is used as an example to analyze the design approach to solve the disadvantages or limitations of solar energy products referring the previous results of the shading test using a computer program. Then testing and measuring indoor and outdoor illuminance and air temperature using a test box with skylight and shading device installed in a natural environment to compare with the one without shading device. The preliminary test results showed that a skylight and shading device set could prevent the direct sunlight 100% throughout the year. The average illuminance in daytime met the illumination standard for living space. During the period of 8:00-16:30 hours of January, the value of the illuminance was 100-300 lux, which is significant different from that of from the skylight without shading device, which was about 3,000 lux or ten times higher than the illumination standard. The ventilation system enhances the efficiency in reducing the air temperature. At maximum air temperature, comparing to skylight without shading device, it could reduce indoor air temperature by 3.1°C. The development of skylight and shading device set with natural ventilation is a guideline for the sustainable development products for energy conservation and the environment that has the potential to be developed for industrial process in the future.

คำสำคัญ: ผลิตภัณฑ์พลังงานแสงอาทิตย์ การออกแบบเชิงภูมิอากาศชีวภาพ แสงทางอ้อม อุปกรณ์กันแดด การระบายอากาศ ทางตั้ง

Keywords: Solar energy products, Bioclimatic design, Indirect light, Shading device, Stack effect ventilation

บทนำ

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานธรรมชาติที่มีศักยภาพมหาศาลไม่มีวันหมด เป็นพลังงานหมุนเวียนที่สะอาดปราศจากการก่อมลพิษ ในปัจจุบันการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ในอาคารนอกเหนือจากประโยชน์ในด้านการส่องสว่าง สามารถจำแนกเป็นผลที่ได้รับ 2 ด้านหลักๆ คือ ด้านการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้ในอาคารทั่วไป เช่น การใช้เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้า (Solar Cell) เป็นต้น และในด้านการผลิตความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ เช่น การใช้แผงรับแสงอาทิตย์ผลิตน้ำร้อน (Solar Collector) เพื่อนำไปใช้ในการอุปโภค บริโภค เป็นต้น โดยทั่วไปศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของพื้นที่แห่งหนึ่งจะสูงหรือต่ำขึ้นกับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นที่นั้น โดยบริเวณที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์มากก็จะมีศักยภาพในการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้สูง ซึ่งในกรณี

ของประเทศไทย ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์มีความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ทั่วประเทศจากทุกพื้นที่เป็นรายวันเฉลี่ยต่อปีมีค่าเท่ากับ $18.0 \text{ MJ/m}^2\text{-day}$ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2554) ซึ่งเป็นค่าศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ที่ค่อนข้างสูง ทั้งนี้รังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นที่ทั่วประเทศจะมีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งตามพื้นที่และตามฤดูกาลในรอบปี

ในปัจจุบันมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือวัสดุประกอบอาคารที่เกี่ยวข้องกับพลังงานแสงอาทิตย์อย่างต่อเนื่องทั่วโลกเนื่องจากแสงอาทิตย์เป็นพลังงานทดแทนที่มีศักยภาพสูง ซึ่งมีทั้งการผลิตโดยใช้เทคโนโลยีระดับพื้นฐานไปจนถึงเทคโนโลยีระดับสูง ทั้งนี้ในการออกแบบและการเลือกใช้ผลิตภัณฑ์หรือวัสดุประกอบอาคารที่เกี่ยวข้องกับพลังงานแสงอาทิตย์ทั้งการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ภายในอาคารและการป้องกันความร้อนจากแสงแดด ผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์และสถาปนิกควรมีความรู้พื้นฐานในการออกแบบให้เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศแต่ละแบบ การนำไปใช้อย่างไม่เหมาะสมหรือไม่สอดคล้องกับแต่ละสภาพภูมิอากาศ นอกจากจะไม่ได้ช่วยส่งเสริมให้อาคารใช้ประโยชน์จากธรรมชาติอย่างเหมาะสมแล้ว ยังเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานและค่าใช้จ่ายภายในอาคาร ยกตัวอย่างเช่น กรณีการนำท่อนำแสง (Light Pipe) ที่ใช้หลักการรวมแสงด้านบนหลังคา ซึ่งเป็นที่นิยมในประเทศเขตร้อนมาใช้ในประเทศเขตร้อนอย่างไม่เหมาะสมในลักษณะการรับแสงตรง ทำให้เป็นการเพิ่มอุณหภูมิภายในตัวอาคาร เนื่องจากบริเวณท่อที่ได้รับแสงในปริมาณมากจะเป็นตัวเก็บและส่งผ่านความร้อนเข้าสู่อาคาร ซึ่งสิ่งนี้จะไม่เป็นปัญหาในประเทศเขตร้อนเนื่องจากต้องการความอบอุ่นภายในอาคาร และในกรณีการติดตั้งกระเบื้องหลังคาโปร่งใสหรือโปร่งแสงบริเวณพื้นที่ที่ต้องการรับแสงธรรมชาติ โดยการเปิดรับแสงอาทิตย์โดยตรงจากหลังคา นับเป็นหนึ่งในวิธีการที่นิยมใช้โดยทั่วไปในประเทศไทย ก่อให้เกิดความร้อนสะสมในอาคารและปัญหาแสงจ้าบาดตา (Glare) ซึ่งทำให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกไม่สบายตาและนับเป็นการเพิ่มภาระให้กับเครื่องปรับอากาศ นอกจากนี้แล้วแสงแดดยังทำให้วัสดุตกแต่งอาคารภายในและเฟอร์นิเจอร์เสื่อมสภาพเร็วขึ้น เป็นต้น ดังนั้นสถาปนิกผู้ออกแบบหรือผู้ใช้งานอาคารที่ต้องการแสงธรรมชาติไปใช้ประโยชน์ในอาคาร จึงควรมีความรู้ความเข้าใจในพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งนำไปสู่การประยุกต์ใช้งานอย่างถูกวิธีและมีประสิทธิภาพในการอนุรักษ์พลังงาน

แนวทางในการออกแบบผลิตภัณฑ์หรือส่วนประกอบอาคารบนพื้นฐานการประยุกต์ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแสงอาทิตย์ ยกตัวอย่างในด้านการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคารเพื่อประโยชน์ในการส่องสว่างโดยวิธีแสงทางอ้อม (Indirect Light) หรือแสงกระจาย (Diffuse Light) เป็นการช่วยลดความร้อนจากรังสีตรงซึ่งเหมาะกับเขตภูมิอากาศร้อนชื้น และปรับเปลี่ยนข้อเสียด้านความร้อนของแสงแดดที่ควรป้องกันให้กลับกลายเป็นประโยชน์ในการช่วยลดอุณหภูมิสะสมภายในอาคาร โดยใช้หลักออกแบบเชิงภูมิอากาศชีวภาพ (Bioclimatic Design) ในรูปแบบของการทำให้เกิดความแตกต่างของอุณหภูมิเพื่อให้เกิดการไหลของอากาศ หรือเรียกว่า การระบายอากาศทางตั้ง (Stack Effect Ventilation) ซึ่งนับเป็นการถ่ายเทความร้อนด้วยวิธีทางธรรมชาติ โดยอากาศร้อนจะลอยตัวระบายออกสู่บริเวณด้านบนและอากาศที่เย็นกว่าบริเวณด้านล่างจะไหลเข้าแทนที่ ทำให้ช่วยประหยัดพลังงานภายในอาคาร และถือได้ว่าเป็นการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ทั้งประโยชน์ในด้านการส่องสว่างและการป้องกันความร้อนของแสงแดดด้วยวิธีทางธรรมชาติ (Passive Design) ควบคู่กัน

วิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอแนวคิดในการพัฒนานวัตกรรมการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในอาคาร

ในปัจจุบันมีการพัฒนาวัสดุและอุปกรณ์ที่เป็นนวัตกรรมด้านการใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์และการป้องกันความร้อนของแสงอาทิตย์อย่างต่อเนื่อง ซึ่งโดยมากเป็นการพัฒนาในต่างประเทศที่มีการใช้เทคโนโลยีขั้นสูงที่มีราคาแพง ในด้านการออกแบบส่วนประกอบอาคารพบตัวอย่างอาคารที่มีการออกแบบด้านการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ที่รวม 2 ระบบ (Hybrid) เช่น การออกแบบกันสาดของอาคารโดยผนวกการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อใช้

ในการผลิตกระแสไฟฟ้าและเป็นการป้องกันแสงแดดที่เข้าสู่อาคารได้ในบางส่วน ซึ่งยังขาดการใช้งานเพื่อการส่องสว่าง และตัวอย่างอาคารที่ออกแบบการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ พร้อมทั้งมีอุปกรณ์กันแดดป้องกันความร้อน ซึ่งก็ยังคงขาดในส่วนของการใช้ประโยชน์ด้านความร้อนจากแสงอาทิตย์มาผลิตพลังงาน เป็นต้น และจากการศึกษาข้อมูลผลิตภัณฑ์ ประกอบอาคารที่เกี่ยวข้องกับพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีในปัจจุบัน ส่วนใหญ่จะเป็นการใช้งานตามคุณสมบัติในแต่ละส่วน ทั้งนี้ จึงทำการวิเคราะห์แบ่งประเภทการใช้งานของผลิตภัณฑ์ (ประเภทที่ไม่ต้องพึ่งพาพลังงานไฟฟ้า) ประโยชน์ ข้อเสีย และข้อจำกัด ตามตารางที่ 1 เพื่อนำไปใช้วิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลประกอบการนำเสนอแนวคิดในการพัฒนา นวัตกรรมการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในอาคารในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ประกอบอาคารต่างๆ ที่เกี่ยวกับพลังงานแสงอาทิตย์

ประเภทการใช้งาน	ชนิดผลิตภัณฑ์	ประโยชน์	ข้อเสีย / ข้อจำกัด
เพื่อผลิตพลังงาน (Electric/ Thermal)	- Solar cell - Thermoelectric - Solar collector - Solar absorption chiller	- ผลิตกระแสไฟฟ้า - ผลิตกระแสไฟฟ้า - ผลิตน้ำร้อน - ทำความเย็นในระบบปรับอากาศ	- ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้แปรผันตามสภาพอากาศ / ในประเทศไทยยังมีราคาสูงเมื่อเทียบกับความคุ้มค่า เนื่องจากต้นทุนการผลิตที่สูงส่วนใหญ่จึงเป็นการนำเข้าจากต่างประเทศ ควรวิเคราะห์ในด้านปัจจัยการลงทุน* - ประสิทธิภาพการทำงานยังมีค่าต่ำเมื่อเทียบกับเทคโนโลยีที่มีในปัจจุบัน - ผลิตความร้อนได้เต็มที่ในเวลากลางวันที่มีแสงแดดเพียงพอเท่านั้น - ระบบมีความซับซ้อน / ต้นทุนอุปกรณ์และการติดตั้งสูง / ใช้พื้นที่ในการติดตั้งมาก
เพื่อการส่องสว่าง (Daylighting)	- กระดาษใส / กระเบื้องใส - Light pipe	- เพื่อการส่องสว่าง - เพื่อการส่องสว่าง	- ได้รับความร้อนที่มากพร้อมกับรังสีตรง / แสงจ้า - เกิดการสะสมความร้อนภายในท่อนำแสงและส่งผ่านความร้อนไปสู่ภายในอาคาร
เพื่อป้องกัน (Direct Light Protection)	- อุปกรณ์กันแดด (Shading device) กันสาด / Fin / Louver - วัสดุกรองแสง (Filter) ม่าน / แผ่นกรองแสง - กระจกที่มีค่าการแผ่รังสีต่ำ Low-E / Double glazing / Heat mirror / Heat stop / Reflective glass - กระจกอัจฉริยะ (Smart glazing) แบบไม่ใช้กระแสไฟฟ้า เปลี่ยนความเข้มสีกระจกตามความเข้มแสงและความร้อนที่ผ่านเข้ามา (Thermo chromic / Photo chromic)	- เพื่อการบังแดดที่เข้าสู่อาคารในบางส่วน - ลดปริมาณแสงจ้าและความร้อนที่เข้าสู่อาคาร - ลดปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคาร - ลดปริมาณแสงจ้าและความร้อนที่เข้าสู่อาคาร	- รูปแบบของอุปกรณ์กันแดดทั่วไปในปัจจุบันที่ไม่ใช้เครื่องกลในการปรับมุม ยังไม่สามารถป้องกันรังสีตรงของแสงแดดได้ในทุกช่วงเวลาตลอดทั้งปี - บดบังทัศนียภาพภายนอก / ต้องคอยควบคุมการใช้งาน / เป็นแหล่งกักเก็บฝุ่น - มีราคาค่อนข้างสูงเนื่องจากต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการผลิต (เช่น กระจก Low-E และมีราคาสูงกว่ากระจกใสธรรมดาประมาณ 10 เท่าและ Reflective glass สูงกว่า 3-4 เท่า)** - ราคาสูง / มีความยากในการผลิตชิ้นงานใหญ่ / ไม่สามารถควบคุมความโปร่งหรือทึบแสงของกระจกตามความต้องการได้ เมื่ออุณหภูมิสูง กระจกจะทึบแสงทำให้บดบังทัศนียภาพภายนอก จึงเหมาะกับการติดตั้งเป็นกระจกบนหลังคามากกว่าหน้าต่าง***

ที่มาของข้อมูล: *กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2554.

**สุนทร, 2551.

***สำนักพัฒนาทรัพยากรบุคคลด้านพลังงาน, 2553.

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ประกอบอาคารต่างๆ ที่เกี่ยวกับพลังงานแสงอาทิตย์ จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดมีการแยกประเภทตามลักษณะการใช้งาน แบ่งเป็น 3 ด้านหลักๆ คือ 1) การใช้ความร้อนจากแสงแดดเพื่อนำไปผลิตพลังงาน 2) เพื่อการส่องสว่าง และ 3) เพื่อการป้องกันความร้อนจากแสงแดดและปริมาณแสงสว่างที่มากเกินไป ดังที่ได้ทำการแจกแจงในตารางที่ 1 ข้างต้นซึ่งแสดงให้เห็นถึงประโยชน์และสิ่งที่เป็นข้อจำกัดในการนำไปใช้งานในแต่ละผลิตภัณฑ์ และแนวทางในการออกแบบโดยเน้นการแก้ปัญหาจากการวิเคราะห์ข้อเสียหรือข้อจำกัดของผลิตภัณฑ์ในแต่ละประเภทการใช้งาน ดังที่แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงการวิเคราะห์แนวทางสำหรับการออกแบบในการแก้ไขข้อเสียหรือข้อจำกัดของผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับพลังงานแสงอาทิตย์ ในแต่ละประเภทการใช้งาน

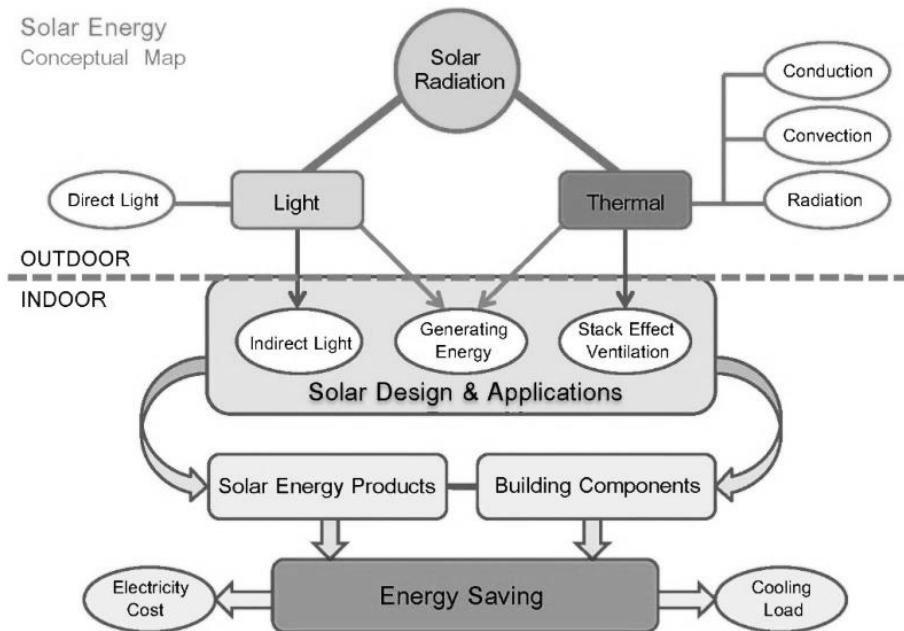
ประเภทการใช้งาน	สรุปข้อเสีย / ข้อจำกัด	แนวทางการแก้ไข / ออกแบบ
เพื่อผลิตพลังงาน (Electric/Thermal)	- ส่วนใหญ่เป็นเรื่องราคาของผลิตภัณฑ์ที่ค่อนข้างสูง เนื่องมาจากต้นทุนการผลิตที่สูงเมื่อเทียบกับประสิทธิภาพและระยะคืนทุน โดยทั่วไประยะคืนทุนของโครงการขนาดใหญ่จะยอมรับกันที่ 7-10 ปี*	- ในปัจจุบันทั่วโลกมีแนวโน้มสนับสนุนการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ที่แพร่หลายมากขึ้นเรื่อยๆ รวมทั้งประเทศไทย จึงมีการพัฒนาเพื่อลดต้นทุนการผลิต โดยเฉพาะเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีต้นทุนการผลิตลดลงประมาณ 10-15% ต่อปี* ดังนั้นในการนำไปใช้จึงควรวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุนและประสิทธิภาพที่ได้รับ ประกอบกับการพิจารณาแนวทางการออกแบบหรือการใช้ผลิตภัณฑ์พลังงานแสงอาทิตย์ อื่นๆ ที่ใช้ในการประหยัดพลังงานร่วมกัน
เพื่อการส่องสว่าง (Daylighting)	- ปัญหาด้านปริมาณแสงที่มากเกินไปหรือแสงจ้าบาดตา และความร้อนที่มากพร้อมกับรังสีตรง ทำให้เกิดการสะสมความร้อนภายในอาคาร	- หลีกเลี่ยงการรับแสงแดดตรงเข้าสู่อาคาร โดยการออกแบบให้มีการตกกระทบของแสงก่อนที่จะให้เข้าสู่ภายในอาคาร (Indirect Light) จะช่วยลดแสงจ้าบาดตาและความร้อนที่เข้าสู่อาคาร ทั้งนี้การถ่ายเทความร้อนออกสู่ภายนอกด้วยหลักการ Stack effect ventilation จะช่วยลดการสะสมความร้อนภายในอาคารลงได้ ตลอดจนการเลือกใช้รูปทรงโค้งที่ทำให้เกิดการกระจายของแสงที่สม่ำเสมอและนุ่มนวลตา
เพื่อการป้องกัน (Direct Light Protection)	- อุปกรณ์กันแดดทั่วไปไม่สามารถป้องกันรังสีตรงได้ในทุกช่วงเวลาตลอดทั้งปี ทำให้ต้องมีอุปกรณ์ปรับมุมเพื่อการกันแดด ซึ่งไม่สะดวกในการใช้งาน ต้องคอยควบคุมการใช้งานในการบังแดดตามช่วงเวลา - การป้องกันแสงแดดให้ได้ประสิทธิภาพดีทำให้ดับบังทัศนียภาพภายนอก - อุปกรณ์บางชนิดเป็นแหล่งกักเก็บฝุ่น - กระจุกที่มีประสิทธิภาพในการลดความร้อนที่เข้าสู่อาคารมีราคาค่อนข้างสูง	- ออกแบบรูปทรงอุปกรณ์กันแดดโดยคำนึงถึงทิศทางการโคจรของดวงอาทิตย์ตลอดทั้งปี นำไปคำนวณหาค่ามุมองศาและระยะการกันแดด เพื่อให้ได้รูปทรงในการป้องกันแสงแดดที่เป็นรังสีตรงได้ในทุกช่วงเวลาตลอดทั้งปี โดยไม่ต้องมีอุปกรณ์หรือกลไกที่ใช้ในการปรับมุม - ออกแบบอุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพการกันแดดในรูปทรงที่ตรงตามการใช้สอย เพื่อลดวัสดุและพื้นที่การกันแดดในส่วนที่ไม่จำเป็น จะช่วยลดการบดบังทัศนียภาพภายนอกได้ - เลือกใช้วัสดุที่มีพื้นผิวลื่นไม่จับฝุ่น ทำความสะอาดง่าย - ออกแบบอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพ โดยใช้เทคโนโลยีที่มีความเหมาะสมและมีราคาต่ำในการผลิต มาทดแทนการใช้กระจุกที่ผลิตโดยใช้เทคโนโลยีขั้นสูงและมีราคาแพง

ที่มาของข้อมูล: *กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2554.

จากการวิเคราะห์ดังกล่าวนำไปสู่แนวคิดในการพัฒนาวัดกรรมด้านการออกแบบ รวมทั้งการใช้ประโยชน์จากแสงแดดไปพร้อมกับการป้องกัน เพื่อให้เกิดการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพมากขึ้น ภายใต้การวิเคราะห์จากทฤษฎีที่เกี่ยวกับแสงอาทิตย์ ซึ่งคุณสมบัติรังสีของแสงอาทิตย์จะแบ่งเป็น 2 ส่วนหลัก คือ แสงสว่างและความร้อนที่มาพร้อมกัน โดยรังสีที่เราต้องการนำมาใช้ประโยชน์ต่อการมองเห็นนั้นเป็นเพียงช่วงคลื่น 380-780 นาโนเมตรเท่านั้น (Visible Light) แต่ในการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ไม่สามารถแยกคลื่นรังสีที่เราต้องการ เช่น รังสีอินฟราเรดหรือรังสียูวี และรังสีอินฟราเรดออกไปได้ (พิบูลย์, 2540) ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา ฤดูกาล และสภาพอากาศในแต่ละสถานที่ และเมื่อแสงอาทิตย์ส่องผ่านอาคารเข้ามาทางช่องเปิดหรือหน้าต่าง นอกจากจะได้รับแสงสว่างแล้ว ยังได้รับความร้อนจากรังสีอาทิตย์ควบคู่กันด้วย ดังนั้นในการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในอาคารจึงควรเข้าใจทฤษฎีของแสงและทิศทางการโคจรของดวงอาทิตย์ (สมสิทธิ์, 2541) เพื่อนำมาใช้เป็นหลักในการป้องกันรังสีตรงของแสงอาทิตย์ซึ่งมีความร้อนสูง ประกอบกับการออกแบบเพื่อการใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติ โดยคำนึงถึงปัจจัยการออกแบบเพื่อให้ได้แสงที่มีคุณภาพดี มีความเหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละประเภท และเนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศที่อยู่ในเขตร้อนชื้นที่มีความเข้มของรังสีอาทิตย์ค่อนข้างสูง ดังนั้นในการนำแสงธรรมชาติมาใช้ในอาคารจึงควรหลีกเลี่ยงการเปิดรับแสงโดยตรงหรือรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ (Direct Sunlight) ควรออกแบบโดยใช้หลักการรับแสงในลักษณะของการตกกระทบและการสะท้อนของแสงหรือที่เรียกว่า แสงทางอ้อมหรือแสงกระจาย เพื่อเป็นการลดการถ่ายเทพลังงานความร้อนจากรังสีตรง เนื่องจากการตกกระทบของคลื่นแสงลงบนพื้นผิวในแต่ละครั้งจะเกิดการสูญเสียพลังงานไป (Olgay, 1957) ทำให้ช่วยลดการเกิดแสงจ้าบาดตา และรังสียูวี ซึ่งอยู่ในช่วงคลื่นของแสงที่เป็นอันตรายต่อสายตาและผิวหนัง และเป็นตัวเร่งที่ทำให้พื้นผิววัสดุตกแต่งอาคารหรือเฟอร์นิเจอร์เสื่อมสภาพเร็วขึ้น แสงทางอ้อมที่กระจายเข้าสู่อาคารจึงเป็นแสงสว่างที่มีคุณภาพดี มีความร้อนน้อย มีความสม่ำเสมอและนุ่มนวลตา

ส่วนในด้านการนำคุณสมบัติการแผ่รังสีความร้อนจากแสงแดดมาใช้ประโยชน์ แบ่งเป็น วิธีการ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการผลิตพลังงานต่างๆ จากแสงอาทิตย์ เช่น Solar cell, Thermoelectric, Solar collector, Solar absorption chiller เป็นต้น และวิธีทางธรรมชาติ ได้แก่ การนำเอาคุณสมบัติการถ่ายเทความร้อนโดยการพาความร้อนของอากาศ (Thermal Convection) ภายในอาคารที่ร้อนกว่าจะลอยตัวขึ้นสูง และอากาศภายในที่อุณหภูมิต่ำกว่าจะหมุนเวียนไหลเข้าไปแทนที่ เกิดเป็น Stack effect ventilation (ตริงใจ, 2539) โดยกระแสการไหลของอากาศนี้สามารถเกิดขึ้นจากความแตกต่างของอุณหภูมิและความดันของอากาศ (Lechner, 1991) หลักการนี้สามารถนำไปใช้ในการออกแบบเพื่อให้เกิดการไหลเวียนของอากาศภายในอาคาร และเป็นวิธีการที่นำความร้อนออกจากตัวอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นต้น ซึ่งหลักการต่างๆ ดังกล่าวของรังสีดวงอาทิตย์สามารถนำเสนอเป็นแผนผังแนวความคิดในการนำพลังงานแสงอาทิตย์เข้ามาใช้ในอาคารเพื่อการประหยัดพลังงานได้ดังที่แสดงในภาพที่ 1

จากแผนผังแนวคิดในภาพที่ 1 ซึ่งเป็นการแจกแจงในส่วนคุณสมบัติของพลังงานแสงอาทิตย์ที่สัมพันธ์กับรูปแบบของการนำไปใช้ประโยชน์ ในลักษณะของผลิตภัณฑ์ (Solar Energy Products) และการออกแบบส่วนประกอบอาคาร (Building Components) ที่เกี่ยวกับพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อการประหยัดพลังงานทั้งด้านการลดการใช้ไฟฟ้า แสงสว่างและลดภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ และจากการวิเคราะห์แนวทางสำหรับการออกแบบ โดยจากการวิเคราะห์ข้อเสียหรือข้อจำกัดของผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับพลังงานแสงอาทิตย์ในตารางที่ 2 ซึ่งสามารถแบ่งแนวทางการออกแบบเป็น 2 วิธีหลัก คือ

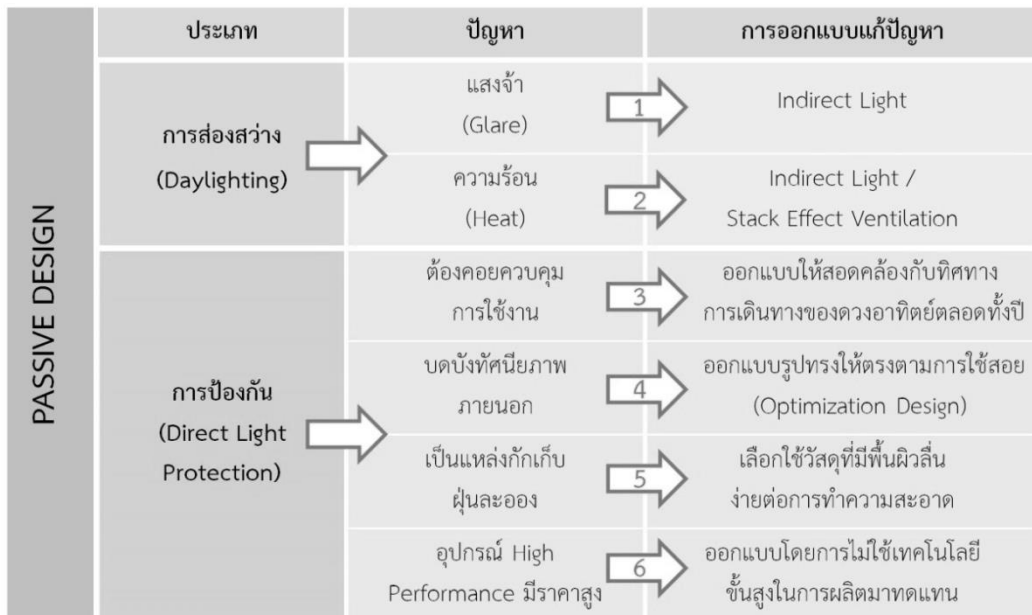


ภาพที่ 1 แสดงแผนผังแนวความคิดในการนำพลังงานแสงอาทิตย์เข้ามาใช้ในอาคาร

1. วิธีกล (Active Design) ได้แก่ ผลิตรภัณฑ์ที่ต้องใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์ในการผลิตพลังงาน มีต้นทุนการผลิตที่สูง ส่วนใหญ่จึงเป็นการนำเข้าจากต่างประเทศ เช่น การใช้แผงโซลาร์เซลล์เพื่อผลิตพลังงานเป็นหลัก การใช้อุปกรณ์ที่ใช้ระบบเซนเซอร์ในการควบคุมการใช้งาน เป็นต้น ผลิตรภัณฑ์เหล่านี้จึงมีข้อเสียในเรื่องของราคาที่สูงเมื่อเทียบกับความคุ้มค่าในการลงทุน จึงอาจเป็นการแก้ปัญหาที่ยั่งยืน การแก้ปัญหาเรื่องนี้โดยตรงจึงขึ้นอยู่กับภาคส่วนของการผลิตในการพัฒนาเพื่อลดต้นทุน ในฐานะของผู้ออกแบบทั่วไปและผู้ใช้งานทำได้เพียงการเลือกใช้ให้เหมาะสมโดยวิเคราะห์ปัจจัยด้านประสิทธิภาพการใช้งานเทียบกับค่าใช้จ่าย ทั้งนี้ระยะการคืนทุนขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ชนิด ราคาของวัสดุและอุปกรณ์ ค่าแรงงาน ค่าขนส่ง เป็นต้น ซึ่งมีผลทำให้ระยะการคืนทุนแตกต่างกันไป

2. วิธีทางธรรมชาติ (Passive Design) ซึ่งเน้นการวิเคราะห์ในส่วนนี้ เพื่อนำเสนอแนวทางการออกแบบให้กับสถาปนิกและผู้ออกแบบ จากการวิเคราะห์การแก้ไขข้อเสียหรือข้อจำกัดจากตารางที่ 2 สามารถนำมาสรุปเป็นแผนผังแนวทางการออกแบบการนำประโยชน์จากแสงอาทิตย์มาใช้ให้กระชับมากขึ้นในส่วนของวิธีธรรมชาติ ซึ่งแบ่งเป็นประเภทการใช้งานในด้านการส่องสว่างและการป้องกัน ดังที่แสดงในภาพที่ 2

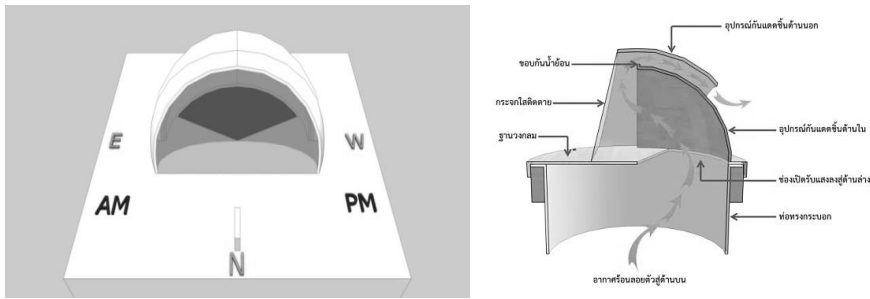
จากแผนผังแนวทางสำหรับการออกแบบการนำแสงอาทิตย์เข้ามาใช้ในอาคาร สามารถนำไปสู่แนวคิดในการพัฒนานวัตกรรมด้านการออกแบบผลิตรภัณฑ์และส่วนประกอบอาคารได้ ซึ่งการออกแบบระบบการใช้พลังงานและการป้องกันแสงอาทิตย์โดยวิธีธรรมชาติให้สอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศนั้น ถือได้ว่าเป็นการแก้ปัญหาที่มีความยั่งยืนเป็นการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่าและมีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานโดยแท้จริง



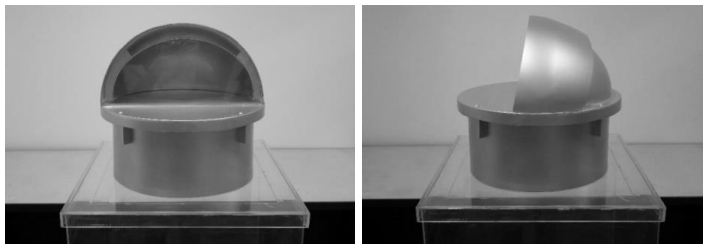
ภาพที่ 2 แสดงแผนผังแนวทางสำหรับการออกแบบการนำแสงอาทิตย์เข้ามาใช้ในอาคารด้วยวิธี Passive Design

ตัวอย่างแนวคิดในการพัฒนาชุดช่องแสงและอุปกรณ์กันแสงแดดตรงสำหรับหลังคา

นำเสนอตัวอย่างกระบวนการการออกแบบและพัฒนาชุดช่องแสงและอุปกรณ์กันแสงแดดตรงสำหรับหลังคาที่มีการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติในเบื้องต้นที่ได้จากการวิเคราะห์จากแผนผังแนวทางการออกแบบดังกล่าวข้างต้น โดยมีกระบวนการพัฒนารูปทรงของช่องรับแสงและอุปกรณ์กันแดดซึ่งมีพื้นฐานการออกแบบมาจากการศึกษาทฤษฎีและการคำนวณตำแหน่งการโคจรของดวงอาทิตย์ (Duffie and Beckman, 1991) ของประเทศไทย โดยคำนวณของดวงอาทิตย์จะสัมพันธ์กับตำแหน่งที่ตั้ง (ละติจูด) และช่วงเวลา (Solar Time) ทำให้ได้รูปทรงสามมิติที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันแสงแดดตรงได้ตลอดทั้งปีโดยไม่ต้องใช้เครื่องกลหรืออุปกรณ์ในการปรับเปลี่ยนมุมเพื่อการกันแดด โดยพิจารณาใช้ค่ามุมต่างๆ ที่คำนวณในวันวิฤกต (Summer Solstice) มาใช้ในการออกแบบรูปทรงช่องเปิดรับแสงในแนวราบและองศาของอุปกรณ์กันแดด เพื่อการป้องกันรังสีตรงได้ตลอดทั้งปีตั้งแต่ดวงอาทิตย์ขึ้นจนถึงดวงอาทิตย์ลับขอบฟ้า จะได้เป็นรูปทรงที่เป็ตรับแสงจากด้านทิศเหนือ ในด้านนี้ติดตั้งกระฉากใสรูปทรงครึ่งวงกลมเพื่อการป้องกันน้ำฝน ในส่วนด้านทิศใต้ของอุปกรณ์กันแดดจะปิดทึบไม่ให้แสงผ่าน เนื่องจากเส้นทางการโคจรของดวงอาทิตย์ในประเทศไทยซึ่งอยู่บริเวณซีกโลกเหนือจะอ้อมไปทางด้านทิศใต้มากกว่าด้านทิศเหนือ มุมของรังสีอาทิตย์จากด้านทิศใต้ซึ่งต่ำกว่าและยากแก่การป้องกันมากกว่าด้านทิศเหนือ จึงออกแบบให้ด้านทิศใต้เป็นวัสดุทึบแสง รูปทรงและคำนวณองศาของช่องรับแสงและอุปกรณ์กันแดดที่ทำการออกแบบสามารถป้องกันแสงแดดตรงได้ 100% ตลอดทั้งปี จากการทดสอบด้วยโปรแกรม Simulation ในวันวิฤกต (ณัฐริ, 2554) และพัฒนาเพิ่มเติมในส่วนระบายอากาศให้มีชิ้นส่วนกันแดดที่ซ้อนกัน 2 ชั้น เพื่อให้เกิดช่องในการระบายอากาศออกสู่ด้านบน ซึ่งทำการซ้อนกันในระยะที่ป้องกันน้ำฝนไหลเข้าสู่ด้านใน จากนั้นทำการออกแบบขึ้นรูปโมเดลจำลองสามมิติ ดังที่แสดงในภาพที่ 3 และผลิตโมเดลต้นแบบดังที่แสดงในภาพที่ 4 เพื่อนำไปใช้ในการทดสอบค่าในลำดับถัดไป



ภาพที่ 3 แสดงรายละเอียดการขึ้นรูปโมเดลจำลองสามมิติ รูปด้านหน้า (ภาพซ้าย) และรูปตัด (ภาพขวา)

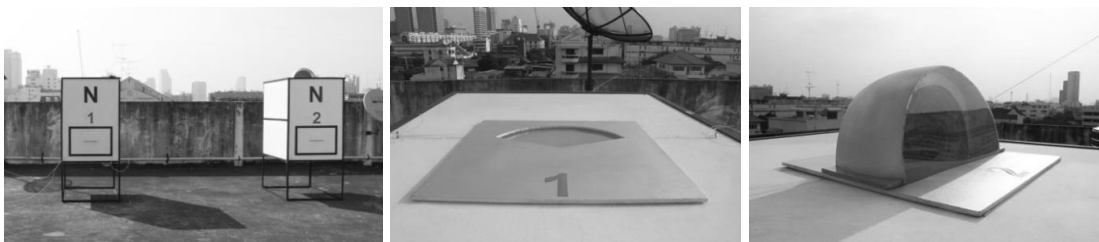


ภาพที่ 4 แสดงโมเดลต้นแบบชุดช่องแสงและอุปกรณ์กันแสงแดดตรงสำหรับหลังคาที่มีระบบระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ

การทดสอบตัวอย่างชุดช่องแสงและอุปกรณ์กันแสงแดดตรงสำหรับหลังคา

ทำการทดสอบวัดค่าปริมาณแสงและอุณหภูมิภายในกล่องทดสอบขนาดกว้างยาวสูง 0.80x1.20x1.20 เมตร บุนนาคโพมหนาขนาด 4 นิ้วโดยรอบ จำนวน 2 กล้อง เพื่อเปรียบเทียบระหว่างกล่องทดสอบที่ 1 ใช้ช่องรับแสงโดยตรง และกล่องทดสอบที่ 2 ใช้ชุดช่องแสงและอุปกรณ์กันแสงแดดตรงที่มีระบบระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ ดังที่แสดงในภาพที่ 5 กำหนดให้มีพื้นที่ช่องเปิดรับแสงลงสู่ด้านล่างที่เท่ากันทั้ง 2 แบบ

โดยใช้อุปกรณ์วัดค่าปริมาณแสงหรือค่าความส่องสว่างคือ Illuminance meter ยี่ห้อ Minolta รุ่น T-10 มีความสามารถในการวัดค่าอยู่ในช่วง 0.01 - 299,000 lux ซึ่งใช้ต่อเชื่อมกับอุปกรณ์วัดแสงภายนอก และอุปกรณ์ Receptor สำหรับต่อหัวเซนเซอร์ (Photometric Sensor) เพื่อใช้วัดแสงภายใน และอุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิยี่ห้อ HOBO เก็บข้อมูลแบบ Data logger มีความสามารถในการบันทึกค่าอยู่ในช่วง -20 ถึง 70 องศาเซลเซียส สามารถวัดอุณหภูมิได้ทั้งตัวเครื่อง 1 จุด และต่อสายเซนเซอร์เพื่อใช้วัดอุณหภูมิทั้งภายนอกและภายในกล่องทดสอบได้ ดังที่แสดงในภาพที่ 6

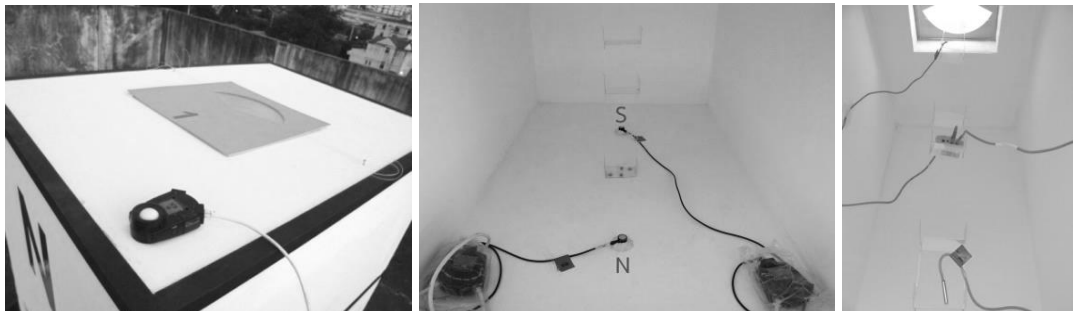


ภาพที่ 5 แสดงกล่องทดสอบและการติดตั้งช่องรับแสงแบบรับแสงตรงและแบบที่ใช้อุปกรณ์กันแดดเพื่อทดสอบเปรียบเทียบ



ภาพที่ 6 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้เก็บข้อมูลวัดค่าความส่องสว่าง Illuminance meter (ภาพถ่าย)
และวัดค่าอุณหภูมิ HOBO (ภาพถ่าย)

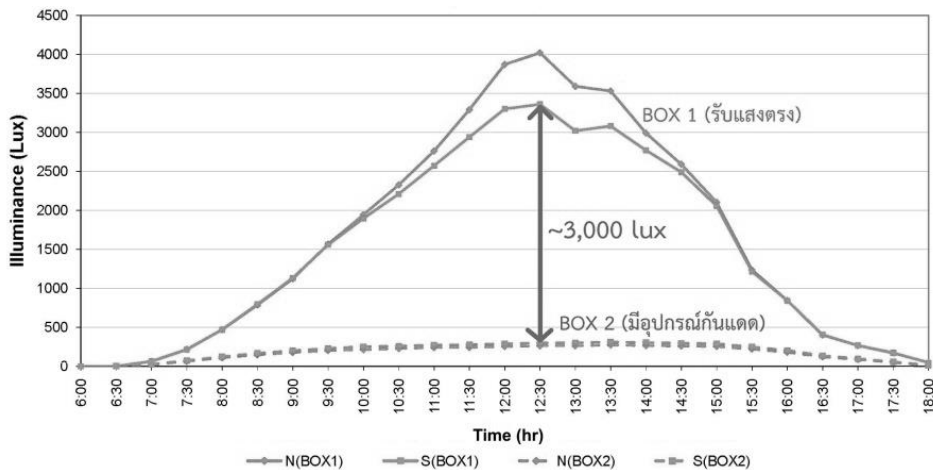
ตำแหน่งการติดตั้งเซนเซอร์วัดค่าความส่องสว่างติดตั้งทั้งภายนอกและภายในกล่องทดสอบในแนวราบภายในที่ระดับพื้นของกล่องทดสอบ แบ่งเป็นกล่องละ 2 จุด ที่ตำแหน่งกึ่งกลางพื้นที่ทางด้านทิศเหนือ (N) และทิศใต้ (S) และติดตั้งเซนเซอร์วัดอุณหภูมิอากาศทั้งภายนอกและภายในกล่องทดสอบในแนวตั้งแบ่งเป็นกล่องละ 3 จุด ดังที่แสดงในภาพที่ 7 ทำการเก็บข้อมูลพร้อมกันทั้ง 2 กล่องทดสอบ โดยบันทึกข้อมูลค่าความส่องสว่างต่อเนื่องทุกๆ 30 นาที ตั้งแต่ 6:00 - 18:00 น. และบันทึกข้อมูลค่าอุณหภูมิต่อเนื่องทั้งกลางวันและกลางคืนทุกๆ 5 นาที และนำมาหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยในรายชั่วโมง การทดสอบนี้เก็บข้อมูลในช่วงเดือนมกราคม



ภาพที่ 7 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบเก็บข้อมูลทั้งภายนอกและภายในกล่องทดสอบ

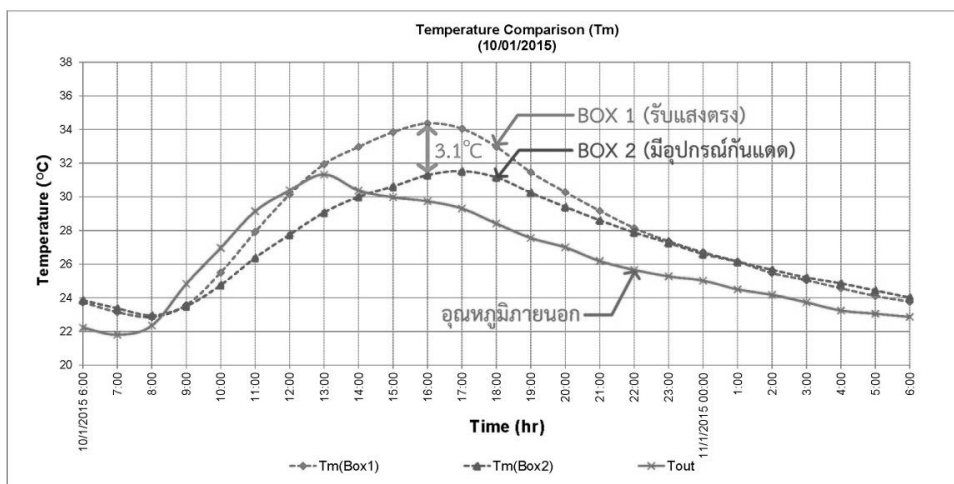
ผลการทดสอบและการวิเคราะห์

ผลการทดสอบพบว่ากล่องทดสอบที่ 2 ที่ใช้อุปกรณ์กันแดดจะสามารถลดแสงจ้าและความร้อนจากรังสีตรงได้ โดยจะให้ปริมาณแสงที่สม่ำเสมอและอยู่ในช่วงที่เหมาะสมกับการใช้งานตามเกณฑ์มาตรฐาน ในช่วงเวลา 8:00-16:30 น. ให้ค่าความส่องสว่าง 100-300 lux อ้างอิงค่ามาตรฐานสากลด้านการส่องสว่างของ CIE และ IES โดยค่าความส่องสว่างภายในอาคารทั่วไปจะอยู่ในช่วง 100-500 lux (IESNA, 1993) (CIE, 2002) เมื่อเทียบกับปริมาณแสงในกล่องทดสอบที่รับแสงตรงจะให้ค่าความส่องสว่างอยู่ที่ 3,400-4,000 lux ซึ่งเป็นค่าปริมาณแสงที่สูงเกินไป มีค่าแตกต่างกันประมาณ 3,000 lux ดังที่แสดงในภาพที่ 8 ดังนั้นการใช้ช่องรับแสงในลักษณะการเปิดรับแสงอาทิตย์โดยตรงซึ่งมีรังสียูวีและมีพลังงานสูง จึงทำให้เกิดแสงจ้าซึ่งเป็นอันตรายต่อสายตาและผิวหนังโดยเฉพาะกับเด็กและผู้สูงอายุและการสะสมของพลังงานความร้อนที่มาพร้อมกับรังสีตรง



ภาพที่ 8 แสดงผลการทดสอบเปรียบเทียบค่าปริมาณแสงระหว่างกล่องทดสอบที่ 1 และ 2

การออกแบบระบบระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ (Passive) ที่ตัวอุปกรณ์ ให้อากาศภายในอาคารที่มีอุณหภูมิสูงระบายออกสู่ภายนอกอาคารที่ด้านบน ตามหลักการถ่ายเทความร้อน Stack effect ventilation และจากการทดสอบอุณหภูมิภายในกล่องทดสอบที่ติดตั้งเซนเซอร์วัดอุณหภูมิบริเวณกลางกล่องทดสอบพบว่า กล่องทดสอบที่ 1 แบบรับแสงตรงจะมีค่าอุณหภูมิสูงสุดในช่วงเวลา 16:00 น. คือ 34.4 องศาเซลเซียส ในขณะที่ค่าอุณหภูมิของกล่องทดสอบที่ 2 ที่ใช้อุปกรณ์กันแดดที่มีระบบระบายอากาศในช่วงเวลาเดียวกันได้ค่า 31.3 องศาเซลเซียส ดังนั้นกล่องทดสอบที่ใช้อุปกรณ์กันแดดที่มีระบบระบายอากาศจะช่วยลดอุณหภูมิในช่วงที่มีค่าอุณหภูมิสูงสุดได้ 3.1 องศาเซลเซียส เมื่อเทียบกับการใช้ช่องรับแสงตรง และยังช่วยหน่วงเวลาในช่วงที่มีค่าอุณหภูมิภายในสูงสุดให้ช้าออกไป 3 ชั่วโมงเมื่อเทียบกับค่าอุณหภูมิสูงสุดภายนอกที่เวลา 13:00 น. ดังที่แสดงในภาพที่ 9 ดังนั้นการออกแบบให้มีระบบระบายอากาศควบคู่กับการป้องกันแสงแดดตรงจึงช่วยในเรื่องของการลดอุณหภูมิภายในอาคารได้ดียิ่งขึ้น



ภาพที่ 9 แสดงผลการทดสอบเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิระหว่างกล่องทดสอบที่ 1 และ 2

สรุปผลทดสอบและข้อเสนอแนะ

จากแนวคิดในการออกแบบชุดช่องแสงและอุปกรณ์กันแสงแดดตรงนี้ หลังจากนำไปวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการออกแบบเพื่อแก้ไขปัญหาต่างๆ ได้ข้อสรุป ดังนี้

1) การออกแบบให้ตัวอุปกรณ์ทำการรับแสงธรรมชาติแบบแสงทางอ้อม (Indirect light) นั้น จะช่วยลดปริมาณแสงจ้าและความร้อนจากรังสีตรงได้ เมื่อเปรียบเทียบกับ การเปิดช่องรับแสงโดยตรงที่ก่อให้เกิดปัญหาแสงจ้า ปริมาณแสงและความร้อนที่เข้ามามากเกินไป

2) การออกแบบเพิ่มเติมให้มีระบบระบายอากาศแบบ Stack effect ventilation ด้วยวิธีธรรมชาติ จะช่วยลดความร้อนสะสมภายในอาคารลง

3) การออกแบบรูปทรงกันแดดแบบติดตาย (ไม่ต้องทำการปรับอุปกรณ์ตามช่วงเวลา) ซึ่งมาจากการคำนวณตำแหน่งค่ามุมรังสีของดวงอาทิตย์ที่โคจรในแต่ละช่วงเวลาตลอดทั้งปี ทำให้มีประสิทธิภาพในการกันแสงแดดตรงได้เต็มประมาณร้อยละ 100 ตลอดทุกช่วงเวลา โดยที่ไม่ต้องควบคุมการใช้งานอุปกรณ์เมื่อทิศทางของแสงแดดเปลี่ยนไป ทำให้สะดวกต่อการใช้งาน

4) ไม่บังคับทัศนียภาพนอกทั้งหมด มีมุมมองบางส่วนในด้านทิศเหนือ ที่สามารถมองเห็นท้องฟ้าด้านบนได้โดยไม่เป็นอันตรายต่อสายตา เนื่องจากรูปทรงโค้งในการป้องกันรังสีตรง จึงทำให้ไม่มีรังสีตรงของแสงอาทิตย์ส่องผ่านลงมา (ไม่มีมุมมองที่เห็นดวงอาทิตย์โดยตรง) และการออกแบบรูปทรงตามทฤษฎีดังกล่าวทำให้มีรูปทรงตามการใช้สอยเท่าที่จำเป็น (Optimization design) จึงทำให้ลดพื้นที่ของวัสดุที่ใช้ในการบังแดดในส่วนที่ไม่จำเป็น และช่วยในการลดการบดบังมุมมองออกสู่ภายนอกในด้านทิศเหนือ

5) อุปกรณ์มีรูปทรงโค้งและการใช้วัสดุที่เป็นฉนวนจะช่วยลดการเกาะของฝุ่นละออง และภายในของรูปทรงโค้งจะช่วยให้การกระจายแสงลงสู่ด้านล่างได้ดีขึ้น

6) ออกแบบอุปกรณ์ตามหลักทฤษฎีด้วยวิธีธรรมชาติ (Passive design) หรือโดยไม่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการผลิต ไม่มีระบบอิเล็กทรอนิกส์ในการใช้งาน และรูปทรงที่เรียบง่ายไม่ซับซ้อน ทำให้ต้นทุนการผลิตและราคาของผลิตภัณฑ์นี้ไม่สูง

จากผลลัพธ์ทั้ง 6 ประเด็นในข้างต้น แสดงให้เห็นว่าแนวคิดในการพัฒนาอุปกรณ์นี้สามารถตอบโจทย์ในการแก้ไขปัญหาหรือข้อจำกัดที่ได้จากการวิเคราะห์ตามแผนผังแนวทางการออกแบบการนำแสงอาทิตย์เข้ามาใช้ในอาคารด้วยวิธีธรรมชาติได้ ดังที่นำเสนอตามแผนผังในภาพที่ 2 โดยใช้การศึกษาทฤษฎีธรรมชาติพื้นฐานและนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาด้านการออกแบบอย่างเป็นระบบ การนำเสนอรูปแบบแนวคิดในเบื้องต้นของอุปกรณ์นี้สามารถนำไปพัฒนาต่อเพื่อนำไปใช้งานให้เหมาะสมกับอาคารในแต่ละประเภทได้

บทสรุป

จากการวิเคราะห์ข้อมูลของผลิตภัณฑ์พลังงานแสงอาทิตย์ต่างๆ ในบทความนี้ ซึ่งวิเคราะห์ด้านการแบ่งประเภทการใช้งาน ประโยชน์ ข้อเสียหรือข้อจำกัดของผลิตภัณฑ์ ประกอบกับการศึกษาคุณสมบัติของแสงอาทิตย์และหลักการถ่ายเทความร้อนนำไปสู่การนำเสนอแนวคิดในการพัฒนานวัตกรรมการออกแบบผลิตภัณฑ์และส่วนประกอบอาคารในการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ให้มีประสิทธิภาพที่ผนวก 2 ระบบ ทั้งด้านการส่องสว่างและด้านการป้องกันให้เป็นระบบเดียวกันด้วยวิธี Passive design และการวิเคราะห์ประเด็นที่เป็นข้อเสียต่างๆ ของผลิตภัณฑ์นำไปสู่แนวทางในการแก้ปัญหาในปัจจุบันต่างๆ เพื่อให้เกิดการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ประกอบกับการนำตัวอย่างการ

ออกแบบชุดช่องแสงและอุปกรณ์กันแดดที่มีระบบระบายอากาศในข้างต้นมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับแนวคิดด้านการออกแบบ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อยอดแนวคิดด้านการออกแบบและการประยุกต์ใช้ผลิตภัณฑ์หรือส่วนประกอบอาคารให้เหมาะสมกับปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมของที่ตั้ง

แนวคิดที่ได้นำเสนอมุ่งเน้นเพื่อให้เป็นแนวทางสำหรับสถาปนิกและนักออกแบบผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ให้สามารถนำไปพัฒนานวัตกรรมการออกแบบอาคารเพื่อความยั่งยืนในส่วนต่างๆ หรือเป็นแนวทางนำไปใช้พัฒนาหรือปรับปรุงผลิตภัณฑ์ประกอบอาคารสู่ระบบอุตสาหกรรมอย่างเหมาะสมทั้งในด้านการส่องสว่างพร้อมกับการป้องกันความร้อนเป็นหลัก เพื่อประโยชน์ในการเพิ่มประสิทธิภาพด้านการประหยัดพลังงานภายในอาคารตามความเหมาะสมกับปัจจัยในด้านต่างๆ ที่นำมาใช้ประกอบการพิจารณาในการออกแบบ ทั้งยังเป็นการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนให้เพิ่มมากขึ้น และหากเพิ่มเติมในส่วนของการนำแสงอาทิตย์ไปใช้ประโยชน์ในด้านการผลิตพลังงานระบบ (Active system) ก็จะเป็นการใช้ประโยชน์จากพลังงานธรรมชาติได้อย่างเต็มประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น แต่ทั้งนี้ในการเลือกใช้ระบบนั้นควรคำนึงถึงปัจจัยด้านความคุ้มค่าในการลงทุนร่วมด้วย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ ได้รับการสนับสนุนเงินทุนวิจัยจากโครงการพัฒนานักวิจัยและงานวิจัยเพื่ออุตสาหกรรม (พวอ.) สังกัดสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และการสนับสนุนด้านอุปกรณ์เครื่องมือบางส่วนจากศูนย์นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางอาคาร (CBIT) ภาควิชาวิศวกรรมอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2548. คู่มือข้อมูลมาตรฐานภูมิอากาศและแสงอาทิตย์สำหรับใช้ในงานด้านพลังงานทดแทน. กรุงเทพฯ: กระทรวงพลังงาน.
- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2554. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการปรับปรุงแผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์จากภาพถ่ายดาวเทียมสำหรับประเทศไทย. กรุงเทพฯ: กระทรวงพลังงาน.
- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2554. คู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทน ชุดที่ 2 พลังงานแสงอาทิตย์. กรุงเทพฯ: กระทรวงพลังงาน.
- ณัฐรี ศรีดารานนท์. 2554. การพัฒนาชุดช่องแสงและอุปกรณ์กันแดดตรงบนหลังคาสำหรับอาคารทาวน์เฮ้าส์ในประเทศไทย. ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (นวัตกรรมการอาคาร) สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาคาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ตรึงใจ บุณสมภพ. 2539. การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน. กรุงเทพฯ: อัมรินทร์พรินต์ติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- พิบูลย์ ดิษฐอุดม. 2540. การออกแบบระบบแสงสว่าง. กรุงเทพฯ: ซีไอเดียเคชั่น.
- สมสิทธิ์ นิตยะ. 2541. การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อน. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุนทร บุญญธิการ. 2551. นวัตกรรมการใช้กระจกสำหรับเมืองร้อนขึ้น. กรุงเทพฯ: คูลพรินท์.
- CIE. 2002. International Standard ISO 8995: Lighting of Indoor Work Places. 2nd edition. Switzerland: International Commission on Illumination.

- Duffie, J.A., and Beckman, W.A. 1991. **Solar Engineering of Thermal Processes**. New York: John Wiley & Sons.
- IESNA. 1993. **IESNA Lighting Handbook**. 8th edition. New York: Illuminating Engineering Society of North America.
- Lechner, N. 1991. **Heating, Cooling, Lighting: Design Methods for Architects**. New York: John Wiley & Sons.
- Olgay, A., and Olgay, V. 1957. **Solar Control and Shading Devices**. Princeton: Princeton University Press.

ฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์

- กลุ่มวิชาการและมาตรฐาน สำนักพัฒนาทรัพยากรบุคคลด้านพลังงาน. 2553. **กระจกหน้าต่างอิเล็กทรอนิกส์**
ควบคุมแสง. [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 28 สิงหาคม 2559. เข้าถึงได้จาก <http://www2.dede.go.th/bhrd/displaycenter/commercial-building.php?sub=9>