การศึกษาสีของผนังและสีของแสงเทียมจากหลอดแอลอีดี T8 ที่มีผลต่อการผลิตกำลังไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์

The Effect of Wall Colors and Colors of Artificial Light from T8 LED Lamps on Generating of Electricity from Solar Cells

กวินชัย ต้องตรงทรัพย์* และ พีรวัจน์ มีสุข

Kawinchai Tongtrongsub* and Peerawat Meesuk

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าเครื่องกลการผลิต คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

Electromechanic Manufacturing Engineering Department, Faculty of Science and Technology,

Bansomdejchopraya Rajabhat University

Received : 13 February 2018

Accepted : 4 September 2018

Published online : 14 September 2018

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาสีของผนังและสีของแสงเทียมที่มีผลต่อการผลิตพลังงานไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ โดยได้ทดลองเปรียบเทียบสีของแหล่งกำเนิดแสงเทียมจากหลอดแอลอีดี T8 3 สี คือ สี Cool Daylight Cool White และ Warm White กับสีของผนัง 4 สี คือ สีขาว สีเหลืองอ่อน สีฟ้าอ่อน และสีดำ เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่างภายในห้องทดลองและกำลังไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ 2 ชนิด คือ ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิคอนและชนิดผลึกรวมซิลิคอน โดยการทดลองได้ติดตั้งหลอดแอลอีดี T8 ไว้บนเพดานของห้องขนาด 1.9 x 1.4 x 2.5 ลูกบาศก์เมตร เพื่อใช้เป็นแหล่งกำเนิดแสงเทียม และติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไว้ที่พื้นด้านล่าง เพื่อแปลงพลังงานแสงจากแหล่งกำเนิดแสงเทียมให้เป็นพลังงานไฟฟ้า จากนั้นต่อค่าความต้านทานขนาด 100 โอห์ม เพื่อเป็นโหลดสำหรับวัดพลังงานทางไฟฟ้า จากการทดลองพบว่า สีของผนังมีส่วนในการสะท้อนแสงทำให้ค่าความสว่างมากขึ้น ซึ่งสีขาวมีสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงมากที่สุด รองลงมาเป็นสีเหลืองอ่อน สีฟ้าอ่อนและสีดำตามลำดับ และสีของแสงเทียมจากหลอดแอลอีดี T8 แต่ละสีให้สเปกตรัมของแสงในช่วงความยาวคลื่นที่แตกต่างกัน ทำให้เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตกำลังไฟฟ้าได้ค่าที่แตกต่างกัน ซึ่งสี Cool Daylight ให้สเปกตรัมของคลื่นและความเข้มของแสงมากที่สุด รองมาเป็นสี Warm White และสี Cool white ตามลำดับ แต่สเปกตรัมของแสงแต่ละสีอยู่ในช่วงความยาวคลื่นที่เซลล์แสงอาทิตย์ตอบสนอง ซึ่งเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ในการทดลองเป็นชนิดผลึกซิลิคอนเหมือนกัน จึงผลิตกำลังไฟฟ้าได้ค่าใกล้เคียงกันในทุกเงื่อนไข

คำสำคัญ : เซลล์แสงอาทิตย์, แหล่งกำเนิดแสงเทียม, หลอดแอลอีดี

*Corresponding author. E-mail : Kawinchai.t@gmail.com

Abstract

This research is designed to study the color of artificial light and wall affecting the solar cells to generate power. For comparison, the colors of the artificial light from T8 LED lamp are Cool Daylight, Cool White and Warm White with the colors of wall are white, light yellow, light blue and black. To analyze about brightness and power from two types of solar cells that are mono and poly silicon. The trial has installed T8 LED lamp on ceiling of room size 1.9 x 1.4 x 2.5 cubic meters for artificial light source and installing solar panels at the bottom to convert light energy to electrical energy. Then, 100 Ohm resistance is loaded to measure electrical energy. The results shows that the color of the walls supports the light reflect. It makes more brightness. The White has the highest reflection coefficient followed by light yellow, light blue and black. And each color of light from LED T8 provides a different spectrum of light. It is affected for the solar cell to generate different power. Cool Daylight gives spectrum and light intensity more than Warm White and Cool white respectively, but the spectrum of each light is in the wavelength range for Solar cell in responding. The experiments use two kinds of solar cell by using same silicon crystals. So, both solar cells producing almost the same power under all conditions.

Keywords: solar cell, artificial light source, LED bulb

บทนำ

พลังงานไฟฟ้าเป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ และยังเป็นสิ่งสำคัญพื้นฐานในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจ ตลอดจนการประกอบธุรกิจทุกประเภท เนื่องจากจำนวนประชากรที่มีเพิ่มมากขึ้น ความเจริญก้าวหน้าของประเทศและสิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ ที่เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เช่น การสร้างอาคารที่พักอาศัย อาคารสำนักงาน โรงงานอุตสาหกรรม โรงแรม และห้างสรรพสินค้าต่าง ๆ เป็นต้น จึงส่งผลให้อัตราความต้องการพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างมาก โดยดูได้จากจากสถิติความต้องการใช้ไฟฟ้าในปี 2557 2558 และ 2559 คือ 26,942.10 27,345.80 และ 29,618.80 เมกะวัตต์ ตามลำดับ(Electricity Generating Authority of Thailand, 2017) ซึ่งสวนทางกับปริมาณทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่จำกัดจนทำให้ในหลายๆ ประเทศทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทยได้ให้ความสำคัญกับการวิจัยและการพัฒนาพลังงานทดแทน โดยเฉพาะพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งมีสัดส่วนการใช้เป็นพลังงานทดแทนเพิ่มขึ้นทุกปี(Department of Alternative Energy Department and Efficiency, 2017) นิยมนำมาผลิตพลังงานไฟฟ้ากันอย่างแพร่หลายโดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์ เนื่องจากพลังงานแสงอาทิตย์เป็นหนึ่งในแหล่งพลังงานที่สะอาด ไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม และมีความยั่งยืนในด้านพลังงาน อีกทั้งปัจจุบัน เทคโนโลยีด้านการผลิตแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้มีการพัฒนา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ให้มีประสิทธิภาพในการทำงานสูงขึ้น เช่น การเคลือบวัสดุเพื่อลดการสะท้อนแสงที่ผิวหน้า การทำพื้นผิวของเซลล์แสงอาทิตย์ให้ขรุขระเพื่อเพิ่มพื้นที่ในการรับแสง (Fangsuwannarak, 2015) และการสร้างเซลล์แสงอาทิตย์แบบซ้อนกัน เป็นต้น จากคุณสมบัติข้างต้นพบว่า เซลล์แสงอาทิตย์เป็นตัวเลือกที่ดีอีกอย่างหนึ่งที่สามารถนำมาผลิตพลังงานไฟฟ้าได้เป็นอย่างดี แต่จากการตั้งข้อสังเกตพบว่าช่วงเวลากลางวันที่มีความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ปริมาณสูงอยู่ในช่วงเวลาประมาณ 10 ชั่วโมงภายใน 1 วัน และหลังจากนั้นเซลล์แสงอาทิตย์จะไม่สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้(Panichthanakhom, 2014) จึงได้มีการนำเซลล์แสงอาทิตย์มาประยุกต์ใช้แปลงพลังงานแสงจากหลอดไฟชนิดต่างๆ เช่น หลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์ หลอดแอลอีดี และหลอดฮาโลเจน เป็นต้น ทั้งที่ติดตั้งภายในและภายนอกอาคาร ซึ่งแสงที่ได้จากหลอดไฟเหล่านี้จัดเป็นแสงเทียม (Apostolou *et al*., 2016) เพื่อให้

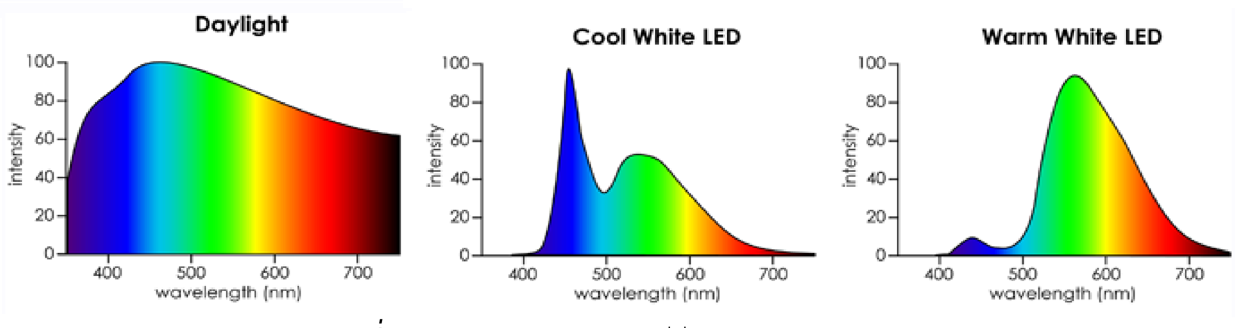
สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งปัจจุบันตามสถานที่ต่าง ๆ เช่น อาคารที่พักอาศัย อาคารสำนักงาน โรงงานอุตสาหกรรม โรงแรม และห้างสรรพสินค้าต่าง ๆ มีการใช้งานพลังงานไฟฟ้าเพื่อใช้ในการส่องสว่างอยู่ตลอดเวลาและสถานที่เหล่านี้ได้มีการปรับเปลี่ยนมาใช้หลอดแอลอีดี เนื่องจากประหยัดพลังงานไฟฟ้าและได้แสงสว่างมากขึ้นเมื่อเทียบกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ทางคณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำพลังงานที่ได้จากการส่องสว่างที่ตกกระทบอยู่ที่พื้น เพื่อนำมาผลิตพลังงานไฟฟ้าและเป็นการใช้พลังงานที่มีอยู่แล้วให้เกิดประโยชน์สูงสุด คณะผู้วิจัยจึงได้ออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาว่าปัจจัยใดบ้างที่ช่วยแสงที่ได้จากหลอดไฟแอลอีดีสามารถทำให้เซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้มากขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

จากศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องทางผู้วิจัยได้มีความสนใจในเรื่องการสะท้อนแสงและสีของแสงมาเป็นหัวข้อในการวิจัย โดยตั้งสมมติฐานการวิจัยว่าสีของแสงและสีของผนังมีผลต่อการผลิตพลังงานไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ จากการศึกษาที่ผ่านมา (Panichthanakhom, 2014) พบว่าหลอดแอลอีดีสามารถให้สเปกตัมของแสง ซึ่งอยู่ในช่วงความยาวคลื่นที่เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดซิลิคอนตอบสนองได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกหลอดแอลอีดี T8 เป็นแหล่งกำเนิดแสงเทียม ซึ่งเป็นหลอดไฟที่นิยมใช้แทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 และเลือกสีที่ใช้ในการทดลองโดยดูจากค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของสีและสีที่นิยมใช้ทาภายในอาคาร คือ สีขาว สีเหลืองอ่อน และสีฟ้าอ่อน โดยในการทดลองจะทำการบันทึกค่าส่องสว่างภายในห้องทดลองและแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิกอนและผลึกรวมซิลิคอนที่จ่ายให้กับโหลดคือ ความต้านทาน 100 โอห์ม มาเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากผนังสีดำซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของสีน้อยที่สุด ซึ่งจะได้กล่าวถึงหลอดแอลอีดี การสะท้อนของแสง การดูดกลืนแสง และเซลล์แสงอาทิตย์ต่อไป

หลอดแอลอีดี

หลอดแอลอีดี คือ เป็นไดโอดเปล่งแสง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำไฟฟ้าอย่างหนึ่งจัดอยู่ในจำพวกไดโอดที่สามารถเปล่งแสงในช่วงสเปกตรัมแคบเมื่อถูกไบอัสทางไฟฟ้าในทิศทางไปข้างหน้า ปรากฏการณ์นี้อยู่ในรูปของอิเล็กโตรลูมิเนสเซนต์ สีของแสงที่ปล่อยออกมานั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของวัสดุกึ่งตัวนำที่ใช้และเปล่งแสงได้ใกล้ช่วงอัตราไวโอเลตช่วงแสงที่มองเห็นและช่วงอินฟาเรด

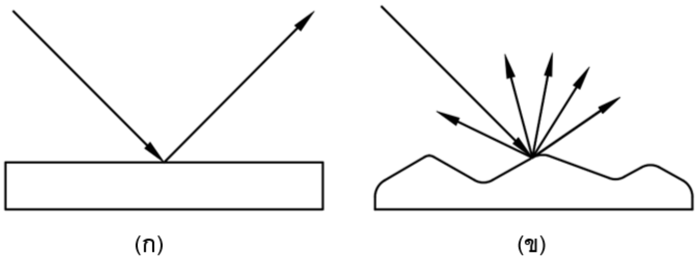


ภาพที่ 1 สเปกตรัมของหลอดแอลอีดี(A Spanard, 2014)

การสะท้อนของแสง

ในสภาวะปกติเมื่อแสงตกกระทบผิววัตถุของแข็งหรือของเหลว จะมีแสงบางส่วนที่สะท้อนทางผิวของวัตถุนั้น ส่วนของแสงที่สะท้อนกลับนั้นมีตั้งแต่ 1% จนถึงมากกว่า 90% ขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุ ถ้าพื้นผิวที่แสงตกกระทบเป็นพื้นผิวเรียบ เช่น พื้นผิวของน้ำ หรือแผ่นโลหะ แสงที่สะท้อนจะเหมือนกับแสงที่ตกกระทบทุกประการ ซึ่งเป็นไปตามกฎมุม

ตกมุมกระทบเท่ากับมุมสะท้อน ดังภาพที่ 2 (ก) และกรณีที่แสงตกกระทบกับวัตถุที่พื้นผิวไม่สม่ำเสมอ จะทำให้เกิดการสะท้อนได้ในทุกทิศทาง ดังภาพที่ 2 (ข)



ภาพที่ 2 (ก) พื้นผิวเรียบ (ข) พื้นผิวไม่สม่ำเสมอ

ตารางที่ 1 สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัตถุตามสีของวัตถุ(Department of Alternative Energy Development and Efficiency, 2014)

สี	สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง
ดำ	0
น้ำเงินเข้ม	0.05-0.10
เทาเข้ม	0.10-0.15
แดงเข้ม	0.10-0.15
ส้ม	0.25-0.35
เขียว	0.25-0.35
ฟ้าอ่อน	0.40-0.45
ชมพู	0.45-0.50
เหลืองอ่อน	0.55-0.65
ครีม	0.70-0.80
ขาว	0.70-0.80

การดูดกลืนแสง

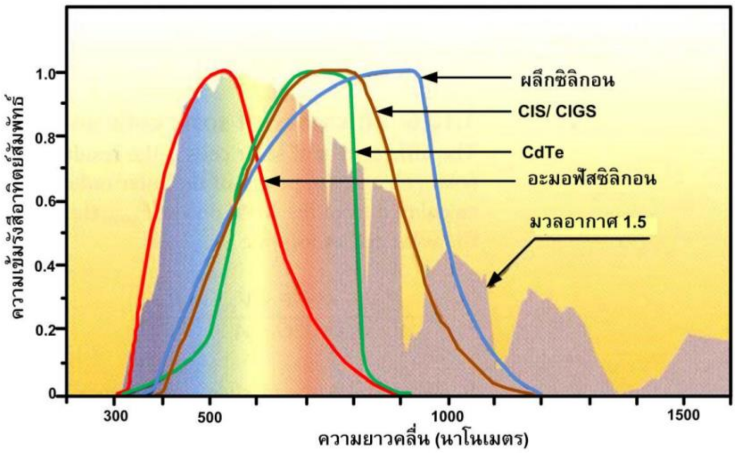
แสงที่มีความยาวคลื่นตั้งแต่ 400-700 นาโนเมตร เป็นแสงที่ตาของมนุษย์สามารถมองเห็นได้ ถ้าตาของมนุษย์ถูกกระตุ้นด้วยแสงตลอดทั้งช่วงความยาวคลื่นดังกล่าว ผลคือตาจะมองเห็นแสงนั้นเป็นแสงขาว แต่ถ้าคลื่นแสงถูกดูดกลืนแสงไปบางส่วน แสงที่ตามองเห็นจะเป็นสีเติมเต็ม(complementary colors) หรือสีที่อยู่ตรงข้ามของสีที่ถูกดูดกลืน จากตารางที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ของความยาวคลื่นระหว่างสีที่มองเห็นกับแสงสีที่ถูกดูดกลืน คือ ถ้าสารประกอบดูดกลืนแสงสีแดงเราจะมองเห็นว่าสารประกอบนั้นมีสีเขียว เนื่องจากสีเขียวเป็นสีเติมเต็มของสีแดง ในกรณีวัตถุทึบแสง จะมีคุณสมบัติในการสะท้อนแสงบางสีและดูดกลืนแสงสีอื่น ๆ ไว้ ทำให้มองเห็นวัตถุเป็นแสงสีที่สะท้อนออกมา เช่น การสะท้อนและการดูดกลืนวัตถุวัตถุทึบแสงสีเหลือง วัตถุทึบแสงสีเหลืองจะสะท้อนแสงสีเหลืองและสีข้างเคียงเล็กน้อย ได้แก่ สีเขียวและสีแสด ส่วนแสงสีอื่นจะถูกดูดกลืนไว้หมด(Junsurin, 2014)

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ของความยาวคลื่นระหว่างสีที่มองเห็นกับแสงสีที่ถูกดูดกลืน (Muchaman, 2015)

ความยาวคลื่น(nm)	สีที่ถูกดูดกลืน	สีที่มองเห็น
380-420	ม่วง	เขียว-เหลือง
420-440	ม่วง-ฟ้า	เหลือง
440-470	น้ำเงิน	ส้ม
470-500	เขียว-น้ำเงิน	แดง
500-550	เขียว-เหลือง	ม่วง
550-580	เหลือง	ม่วง-น้ำเงิน
580-620	ส้ม	น้ำเงิน
620-780	แดง	เขียว-น้ำเงิน

เซลล์แสงอาทิตย์

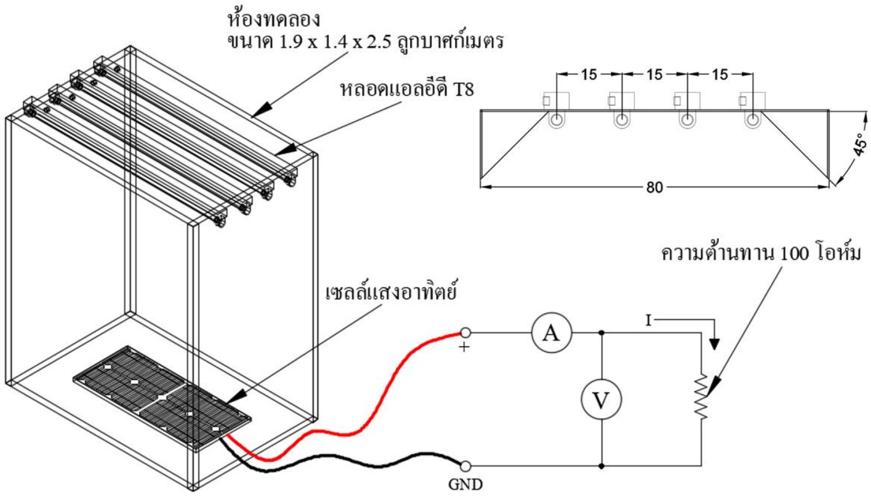
เซลล์แสงอาทิตย์เป็นอุปกรณ์ทางไฟฟ้าทำจากสารกึ่งตัวนำทำหน้าที่ เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นไฟฟ้าโดยตรง อาศัยปรากฏการณ์โฟโตโวตาอิก (Photovoltaic Effect) ซึ่งเกิดจากความต่างศักย์ไฟฟ้าภายในสารกึ่งตัวนำมีค่าแตกต่างกัน เมื่อได้รับแสงที่มีพลังงานมากพอทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ โครงสร้างที่สำคัญของเซลล์แสงอาทิตย์มีลักษณะเหมือนกับไดโอดทั่วไปประกอบด้วยรอยต่อระหว่างวัสดุสารกึ่งตัวนำต่างชนิดกันสองชั้น ซึ่งเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึก (Crystalline Solar Cells) มีความแตกต่างกันตามชนิดของสารกึ่งตัวนำตั้งต้น เช่น ซิลิกอน (Si) และแกลเลียมอาร์เซไนด์ (GaAs) เป็นต้น (Tongtrongsub & Meesuk, 2016)



ภาพที่ 3 การตอบสนองต่อสเปกตรัมแสงอาทิตย์ของเซลล์แสงอาทิตย์ประเภทต่าง ๆ (Department of Alternative Energy Development and Efficiency, 2015)

การออกแบบการทดลอง

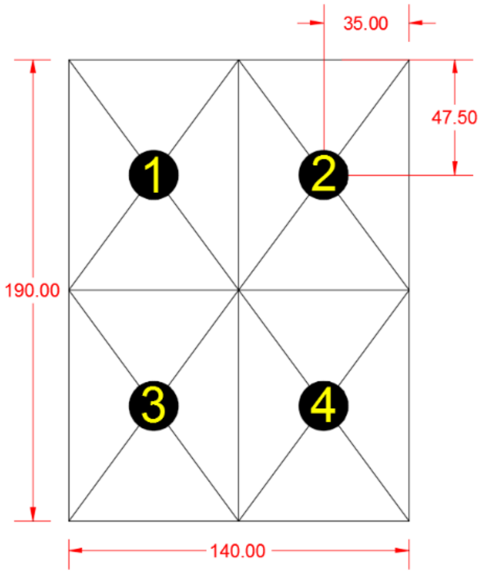
การออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาสีของผนังและสีของแสงเทียมจากหลอดแอลอีดี T8 ที่มีผลต่อการผลิตพลังงานไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ โดยผนังของห้องทดลองใช้เป็นแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ทำจากเส้นใยเซลลูโลสจากต้นไม้ผนวกกับทรายซิลิกา แล้วทาด้วยสีน้ำทาภายใน และได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 โครงสร้างภายในห้องทดลอง

ทางผู้วิจัยได้ออกแบบการทดลองเพื่อเปรียบเทียบสีของแหล่งกำเนิดแสงเทียมจากหลอดแอลอีดี T8 3 สี กับสีของผนัง 4 สี โดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1) ติดตั้งหลอดแอลอีดี T8 จำนวน 4 หลอดๆ ละ 18 วัตต์ สี Warm White และเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิคอน
2) วัดค่าแสงสว่างภายในห้องทดลองผนังสีขาวตามภาพที่ 5 แล้วบันทึกผล แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย
3) ต่อความต้านทาน 100 โอห์ม พร้อมวัดค่าแรงดันไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้าแล้วบันทึกผล นำมาคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้า จากสมการ P = VI
4) คำนวณหาประสิทธิภาพในการแปลงพลังงานของเซลล์แสงอาทิตย์ จากสมการ $h = \frac{P}{Lux} \times 100$
5) ทำซ้ำตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1-3 โดยเปลี่ยนหลอดแอลอีดี T8 เป็นสี Cool White และสี Cool Daylight ตามลำดับ
6) ทำซ้ำตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1-4 โดยเปลี่ยนสีของผนังเป็นสีเหลืองอ่อน สีฟ้าอ่อน และสีดำ ตามลำดับ
7) ทำซ้ำตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1-5 โดยเปลี่ยนเซลล์แสงอาทิตย์เป็นชนิดผลึกรวมซิลิคอน



ภาพที่ 5 การวัดค่าส่องสว่างภายในห้องทดลอง

โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดค่าความสว่าง คือ ลักซ์มิเตอร์ยี่ห้อ OEM รุ่น HS1010 สามารถวัดความส่องสว่างของแสงได้สูงสุด 200,000 ลักซ์ โดยมีความแม่นยำ ± 4 เปอร์เซ็นต์ ดังภาพที่ 6

ภาพที่ 6 ลักซ์มิเตอร์

ตารางที่ 2 รายละเอียดของเซลล์แสงอาทิตย์

Electrical Characteristics		Mono Crystalline	Poly Crystalline
Module Type	Unit	STM6-80/36	STP6-80/40
External Dimensions	mm	770x670x30	850x670x30
Power Tolerance	W	±3%	±3%
Cell Efficiency	%	15.90-16.10	15.5-15.7
Open Circuit Voltage	V	21.6	24.96
Short Circuit Current	A	4.82	4.18
Maximum Power Voltage	V	18	20.92
Maximum Power Current	A	4.45	3.83

(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 7 (ก) สีของแสงเทียมระหว่างหลอดแอลอีดี T8 สี Warm White กับผนังสีขาว
(ข) สีของแสงเทียมระหว่างหลอดแอลอีดี T8 สี Cool White กับผนังสีขาว
(ค) สีของแสงเทียมระหว่างหลอดแอลอีดี T8 สี Cool Daylight กับผนังสีขาว

(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 8 (ก) สีของแสงเทียมระหว่างหลอดแอลอีดี T8 สี Warm White กับผนังสีเหลืองอ่อน

(ข) สีของแสงเทียมระหว่างหลอดแอลอีดี T8 สี Cool White กับผนังสีเหลืองอ่อน

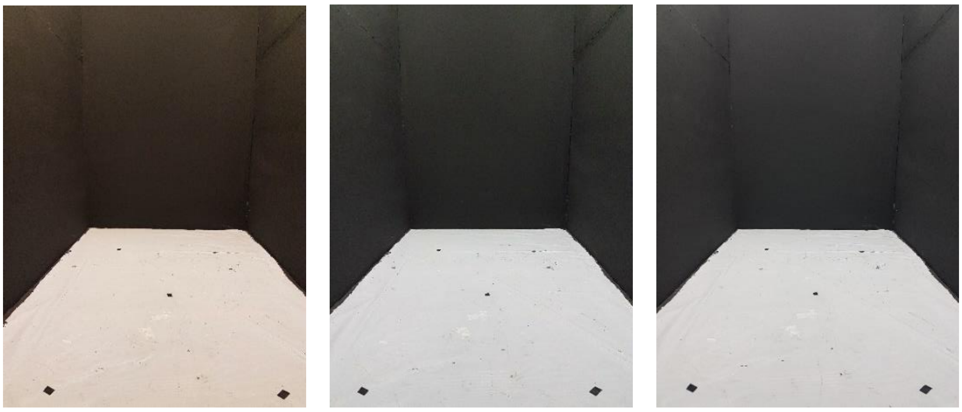
(ค) สีของแสงเทียมระหว่างหลอดแอลอีดี T8 สี Cool Daylight กับผนังสีเหลืองอ่อน

(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 9 (ก) สีของแสงเทียมระหว่างหลอดแอลอีดี T8 สี Warm White กับผนังสีฟ้าอ่อน

(ข) สีของแสงเทียมระหว่างหลอดแอลอีดี T8 สี Cool White กับผนังสีฟ้าอ่อน

(ค) สีของแสงเทียมระหว่างหลอดแอลอีดี T8 สี Cool Daylight กับผนังสีฟ้าอ่อน



(ก) (ข) (ค)

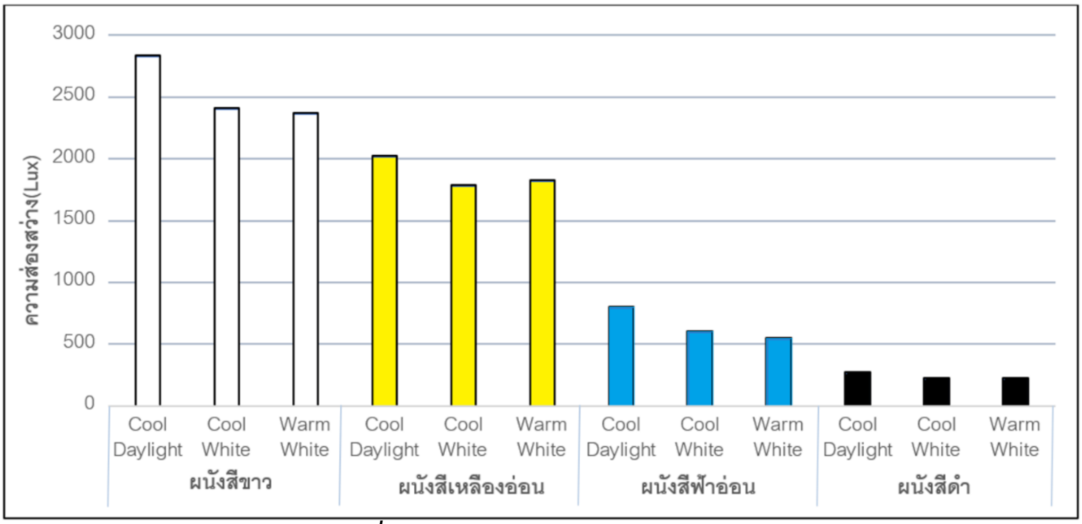
ภาพที่ 10 (ก) สีของแสงเทียมระหว่างหลอดแอลอีดี T8 สี Warm White กับผนังสีดำ
(ข) สีของแสงเทียมระหว่างหลอดแอลอีดี T8 สี Cool White กับผนังสีดำ
(ค) สีของแสงเทียมระหว่างหลอดแอลอีดี T8 สี Cool Daylight กับผนังสีดำ

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

จากผลการทดลองที่ได้จากชุดทดลองผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์โดยแหล่งกำเนิดแสงเทียม สามารถนำมาหาค่าเฉลี่ยและสรุปผล ดังตารางที่ 3

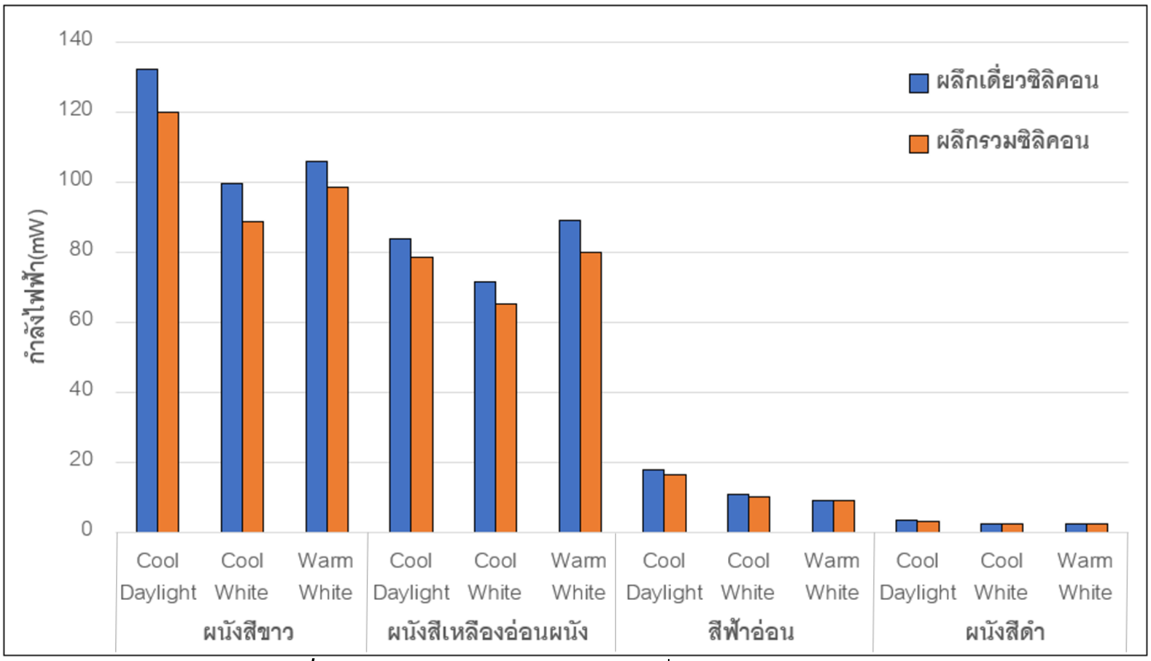
ตารางที่ 3 ข้อมูลจากการทดลอง

สีผนัง	สีหลอดไฟ	ความส่องสว่าง (Lux)	เซลล์แสงอาทิตย์							
			ผลึกเดี่ยวซิลิคอน				ผลึกรวมซิลิคอน			
			แรงดันไฟฟ้า (mV)	กระแสไฟฟ้า (mA)	กำลังไฟฟ้า (mW)	ประสิทธิภาพ (%)	แรงดันไฟฟ้า (mV)	กระแสไฟฟ้า (mA)	กำลังไฟฟ้า (mW)	ประสิทธิภาพ (%)
ขาว	Cool Daylight	2840.00	3649.00	36.31	132.50	4.67	3473.00	34.59	120.13	4.23
	Cool White	2415.00	3163.00	31.50	99.63	4.13	2985.00	29.73	88.74	3.67
	Warm White	2375.00	3263.00	32.49	106.01	4.46	3146.00	31.34	98.60	4.15
เหลืองอ่อน	Cool Daylight	2027.50	2902.00	28.89	83.84	4.14	2810.00	27.96	78.57	3.88
	Cool White	1786.00	2678.00	26.67	71.42	4.00	2562.00	25.50	65.33	3.66
	Warm White	1827.50	3000.00	29.74	89.22	4.88	2838.00	28.26	80.20	4.39
ฟ้าอ่อน	Cool Daylight	800.25	1340.00	13.34	17.88	2.23	1283.00	12.77	16.38	2.05
	Cool White	602.25	1036.00	10.30	10.67	1.77	996.00	10.00	9.96	1.65
	Warm White	549.50	936.00	9.67	9.05	1.70	943.00	9.39	8.85	1.61
ดำ	Cool Daylight	276.25	576.00	5.70	3.28	1.19	547.00	5.50	3.01	1.09
	Cool White	229.75	480.00	4.81	2.31	1.01	464.00	4.67	2.17	0.94
	Warm White	226.35	492.00	4.96	2.44	1.08	477.00	4.80	2.29	1.01



ภาพที่ 11 การเปรียบเทียบค่าความส่องสว่าง

จากภาพที่ 11 เป็นการเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างตามสีของผนังแต่ละสีกับสีของแสงเทียม โดยสีผนังที่ทำให้เกิดค่าความส่องสว่างมากที่สุดคือ สีขาว รองลงมาสีเหลืองอ่อน สีฟ้าอ่อนและสีดำตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างของผนังสีขาว สีเหลืองอ่อน และสีฟ้าอ่อน กับผนังสีดำซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงเท่ากับศูนย์ พบว่าผนังสีขาวมีค่าความส่องสว่างประมาณ 10 เท่า ผนังสีเหลืองอ่อนมีค่าความส่องสว่างเพิ่มขึ้นประมาณ 8 เท่า และผนังสีฟ้าอ่อนมีค่าความส่องสว่างเพิ่มประมาณ 2.5 เท่าของผนังสีดำ ในทุก ๆ เงื่อนไขของสีของแสงเทียม



ภาพที่ 12 การเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์

จากภาพที่ 12 เป็นการเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิคอนและชนิดผลึกรวมซิลิคอน พบว่าสีของแสงเทียมที่ให้ค่ากำลังไฟฟ้ามากที่สุด คือ สี Cool Daylight รองมาเป็น Warm White และ Cool

White ตามลำดับ ในกรณีของผนังสีขาวและและสีดำ ส่วนผนังสีเหลืองอ่อน พบว่าสีของแสงเทียมที่ให้ค่ากำลังไฟฟ้ามากที่สุด คือ สี Warm White รองมาเป็น Cool Daylight และ Cool White ตามลำดับ และผนังสีฟ้าอ่อน พบว่าสีของแสงเทียมที่ให้ค่ากำลังไฟฟ้ามากที่สุด คือ สี Cool Daylight รองมาเป็น Cool White และ Warm White ตามลำดับ แต่เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิคอนสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้มากกว่าชนิดผลึกรวมซิลิคอน

สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองสรุปได้ว่า สีของผนังและสีของแสงเทียมจากหลอดแอลอีดี T8 มีผลต่อการผลิตพลังงานไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ โดยสีของผนังมีผลทำให้เกิดการสะท้อนของแสงเทียม จึงทำให้ค่าความส่องสว่างภายในห้องทดลองเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นไปตามค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัตถุตามสีของวัตถุ โดยสีขาวมีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงมากที่สุด(0.70-0.80) รองลงมาคือ สีเหลืองอ่อน(0.55-0.65) สีฟ้าอ่อน(0.40-0.45) และสีดำ(0) ตามลำดับ โดยสีของผนังส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพการให้กำลังไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ โดยสีขาวให้ค่า 4.67% สีเหลืองอ่อนให้ค่า 4.88% สีฟ้าอ่อนให้ค่า 2.23% และสีดำให้ค่า 1.19% สำหรับเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิคอน ส่วนเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกรวมซิลิคอน สีขาวให้ค่า 4.23% สีเหลืองอ่อนให้ค่า 4.39% สีฟ้าอ่อนให้ค่า 2.05% และสีดำให้ค่า 1.09% เนื่องจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ในการทดลองเป็นชนิดผลึกซิลิคอนมีช่วงการตอบสนองต่อสเปกตรัมแสงตั้งแต่ 400-1200 นาโนเมตร ดังนั้นสีของแสงเทียมจากหลอดแอลอีดี T8 ที่มีสเปกตรัมของแสงอยู่ในช่วงนี้ จะส่งผลโดยตรงต่อการผลิตพลังงานไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ สีของแสงเทียมจากหลอดแอลอีดี T8 สี Cool Daylight ให้สเปกตรัมของแสงครบทุกสีตลอดช่วงความยาวคลื่น 300-800 นาโนเมตร รองลงมาเป็นสี Warm White ให้สเปกตรัมของแสงในช่วงความยาวคลื่น 450-700 นาโนเมตร และสี Cool white ให้สเปกตรัมของแสงในช่วงความยาวคลื่น 400-700 นาโนเมตร แต่ให้ความเข้มของสเปกตรัมน้อย แต่ในกรณีผนังสีเหลืองอ่อนและสีฟ้าอ่อนจะมีการดูดกลืนของแสงบางส่วน โดยผนังสีเหลืองจะมีดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่นในช่วง 380-440 นาโนเมตร และจะสะท้อนแสงสีเหลืองกับสีข้างเคียงออกมาซึ่งอยู่ในช่วงความยาวคลื่น 500-620 นาโนเมตร จึงทำให้แสงเทียมสี Warm White ให้กำลังไฟฟ้ามากที่สุด รองลงมาเป็นสี Cool Daylight และ Cool white ส่วนผนังสีฟ้าอ่อนจะดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่นในช่วง 550-780 นาโนเมตร และจะสะท้อนแสงสีฟ้าอ่อนกับสีข้างเคียงออกมาซึ่งอยู่ในช่วงความยาวคลื่น 420-500 นาโนเมตร จึงทำให้แสงเทียมสี Cool Daylight ให้กำลังไฟฟ้ามากที่สุด รองลงมาเป็นสี Cool white และ Warm White เนื่องจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ในการทดลองเป็นชนิดผลึกซิลิคอนจึงสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้ค่าใกล้เคียงกันในทุกเงื่อนไขการทดลอง แต่เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิคอนผลิตกำลังไฟฟ้าได้มากกว่าชนิดผลึกรวมซิลิคอน เนื่องจากเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิคอนมีประสิทธิภาพในการแปลงพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าสูงกว่าชนิดผลึกรวมซิลิคอน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าเครื่องกลการผลิตทุกท่าน ที่คอยแนะนำ ให้คำปรึกษา รวมทั้งชี้แนะแนวทางอันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัย และมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ที่ให้การสนับสนุนเครื่องมือ และสถานที่ในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

Apostolou, G., Reinders, A., Verwaal, M. (2016). Comparison of the indoor performance of 12 commercial PV products by a simple model. *Energy Science and Engineering 2016*, *4*(1), 69-85

A Spanard, J. (2014). LED Light Spectrum Enhancement with Transparent Pigmented Glazes. LPR Magazine, LpR 44, p40

Department of Alternative Energy Development and Efficiency, Ministry of Energy. (2014). *Fundamental and concepts of energy conservation for lighting system.* Retrieved January 2, 2018, from http://www2.dede.go.th/ bhrd /old/Download/file_handbook/Pre_E_B/Elec_B_4.pdf. (in Thai)

Department of Alternative Energy Development and Efficiency, Ministry of Energy. (2015). *Solar cell application.* Retrieved January 2, 2018, from http://www.cssckmutt.in.th/cssc/cssc_training/doc/Designer_ CH1toCH5.pdf. (in Thai)

Department of Alternative Energy Development and Efficiency, Ministry of Energy. (2017). *Percentage of Alternative Energy Consumption*. Retrieved August 1, 2018, from http://www.dede.go.th/download/state_61/Energy %20Consumption_Mar_2561.pdf. (in Thai)

Electricity Generating Authority of Thailand. (2017). *Maximum power requirement.* Retrieved January 2, 2018, from https://www.egat.co.th/index.php?option=com_content&view=article&layout=edit&id=353&Itemid=200. (in Thai)

Fangsuwannarak, T. (2015). *Fabrication of Pyramidal Texturisation on Mono-Crystalline Silicon Wafer by Wet-Chemical Etchant without IPA through Grid Masks.* Research report. Suranaree University of Technology (in Thai)

Junsurin, N. (2014). *Absorption of light.* Retrieved August 30, 2018, from https://krunanumon.wordpress.com/ teaching/เอกสาร/วิทยาศาสตร์4/แสง/การดูดกลืนแสงของวัตถุส/(in Thai)

Muchaman, S. (2015). *The experimental design of the visible light and absorbed light of copper complexs of* $[Cu(H_2O)_6]^{2+}[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ *and* $[Cu(en)_3]^{2+}$. Thesis. Burapha University. (in Thai)

Panichthanakhom, S. (2014). Study Light Source for product the Electric Energy by Photovoltaic. In *Proceeding of the 6th Conference of Electrical Engineering Network of Rajamangala University of Technology 2014(EENET 2014)*. (pp. 217-220). Thailand: krabi. (in Thai)

Tongtrongsub, K., Meesuk, P. (2016) The color of artificial light from T8 LED Lamp affects the solar cells for generate power. In *Proceeding 4th Rajabhat University National and International Research and Academic Conference (RUNIRAC IV).* (pp. 491-499). Thailand: Buriram Rajabhat University. (in Thai)