สีของแสงเทียมจากหลอดแอลอีดี T8 ที่มีผลต่อเซลล์แสงอาทิตย์ สำหรับการผลิตพลังงานไฟฟ้า

The color of artificial light from T8 LED Lamp affects the solar cells for generate power

กวินชัย ต้องตรงทรัพย์[1] พีรวัจน์ มีสุข[2]

[1]อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าเครื่องกลการผลิต คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา E-mail: kawinchai.t@gmail.com

[2]อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าเครื่องกลการผลิต คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา E-mail: scpeerawat@bsru.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาสีของแสงเทียมที่มีผลต่อเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับการผลิตพลังงานไฟฟ้า โดยได้ทดลองเปรียบเทียบสีของแหล่งกำเนิดแสงเทียมจากหลอดแอลอีดี T8 3 สี คือ สี Cool Daylight, Cool White และ Warm White กับผนังสีขาว โดยการทดลองได้ติดตั้งหลอดแอลอีดี T8 ไว้บนเพดานของห้องขนาด 190x140x250 เซนติเมตร เพื่อใช้เป็นแหล่งกำเนิดแสงเทียม และติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไว้ที่พื้นด้านล่าง เพื่อแปลงพลังงานแสงจากแหล่งกำเนิดแสงเทียมให้เป็นพลังงานไฟฟ้า จากนั้นต่อค่าความต้านทานเพื่อเป็นโหลด จากการทดลองพบว่า สีของหลอดแอลอีดี T8 มีผลต่อการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ โดยสี Cool Daylight ให้ค่ากำลังไฟฟ้ามากที่สุด รองลงมาคือ สี Warm White และสี Cool White ตามลำดับ

คำสำคัญ : เซลล์แสงอาทิตย์, หลอดแอลอีดี , แหล่งกำเนิดแสงเทียม

Abstract

This article is designed to study the color of artificial light 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 white walls. The trial has installed T8 LED lamp on ceiling of size 190x140x250 cm for artificial light source and installing solar panels at the bottom to convert light energy to electrical energy. Then connect resistance is load. The

results showed that. Color of T8 LED lamp affect the solar cells to generate power. By Cool Daylight color give the most power, followed by Warm White color and Cool White color

Keywords: solar cell, LED lamp, Artificial light sources.

1. บทนำ

พลังงานไฟฟ้าเป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ และยังเป็นสิ่งสำคัญพื้นฐานในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจ แต่ปัจจุบันสถานการณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าของโลกได้เข้าขั้นวิกฤต เนื่องจากความเจริญเติบโตของประเทศ รวมถึงสิ่งปลูกสร้างต่างๆ ที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จึงส่งผลให้อัตราความต้องการพลังงานเพิ่มขึ้นอย่างมาก ซึ่งสวนทางกับปริมาณทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่จำกัด จนทำให้หลายๆ ประเทศ ได้ให้ความสำคัญกับการวิจัยและการพัฒนาพลังงานทดแทน ซึ่งพลังงานทดแทนที่ถูกนิยมนำมาผลิตพลังงานไฟฟ้ากันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันคือ การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ เนื่องจากพลังงานแสงอาทิตย์เป็นหนึ่งในแหล่งพลังงานที่สะอาด และไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม อีกทั้งปัจจุบัน เทคโนโลยีด้านการผลิตแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้มีการพัฒนา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ให้มีประสิทธิภาพในการทำงานสูงขึ้น เช่น การเคลือบวัสดุเพื่อลดการสะท้อนแสงที่ผิวหน้า การทำพื้นผิวของเซลล์แสงอาทิตย์ให้ขรุขระเพื่อเพิ่มพื้นที่ในการรับแสง และการสร้างเซลล์แสงอาทิตย์แบบซ้อนกัน เป็นต้น แต่จากการตั้งข้อสังเกตพบว่าช่วงเวลากลางวันที่มีความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ปริมาณสูงอยู่ในช่วงเวลาประมาณ 10 ชั่วโมงภายใน 1 วัน และหลังจากนั้นเซลล์แสงอาทิตย์จะไม่สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้

ดังนั้นทางคณะผู้วิจัยได้พิจารณาตามสถานที่ต่างๆ เช่น อาคารที่พักอาศัย อาคารสำนักงาน โรงแรม และห้างสรรพสินค้า ซึ่งมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อการส่องสว่างอยู่ตลอดเวลา ซึ่งในปัจจุบันมีการนิยมใช้หลอดแอลอีดีในการให้แสงสว่างเนื่องจากใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยแต่ให้ความสว่างมาก ทางคณะผู้วิจัยจึงได้เล็งเห็นถึงแหล่งพลังงานจากการส่องสว่างนี้ หรือที่เรียกว่า “แสงเทียม” เพื่อที่จะนำมาผลิตพลังงานไฟฟ้า และยังเป็นการใช้พลังงานที่มีอยู่แล้วให้เกิดประโยชน์สูงสุด

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

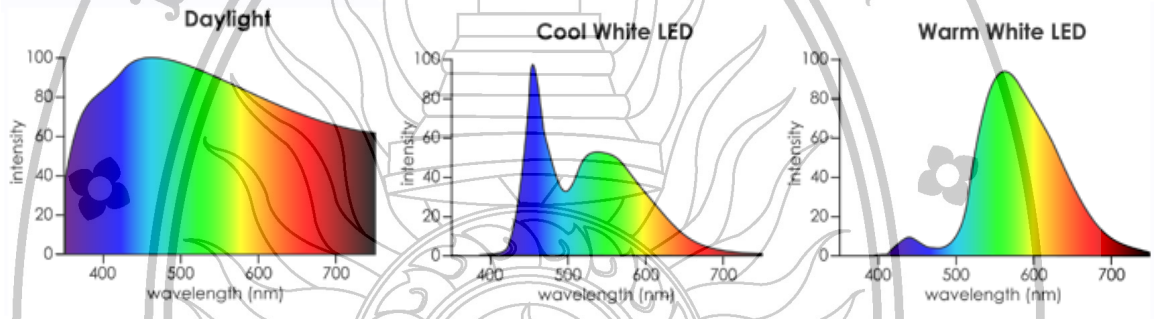
2.1 เพื่อเปรียบเทียบสีของแหล่งกำเนิดแสงเทียมของหลอดแอลอีดี T8

2.2 เพื่อเปรียบกำลังกำลังไฟฟ้าที่ได้ระหว่างเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิคอนกับชนิดผลึกรวมซิลิคอน

3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 หลอดแอลอีดี

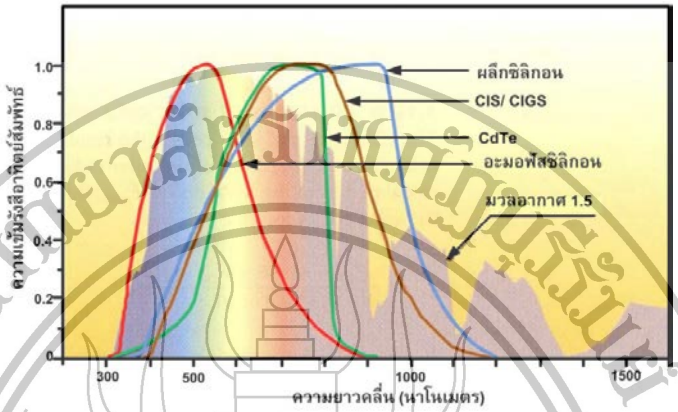
หลอดแอลอีดี คือ เป็นไดโอดเปล่งแสง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำไฟฟ้าอย่างหนึ่งจัดอยู่ในจำพวกไดโอดที่สามารถเปล่งแสงในช่วงสเปกตรัมแคบเมื่อถูกไบอัสทางไฟฟ้าในทิศทางไปข้างหน้า ปรากฏการณ์นี้อยู่ในรูปของอิเล็กโตรลูมิเนสเซนต์ สีของแสงที่ปล่อยออกมานั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของวัสดุกึ่งตัวนำที่ใช้และเปล่งแสงได้ใกล้ช่วงอัตราไวโอเลตช่วงแสงที่มองเห็นและช่วงอินฟาเรด



ภาพที่ 1 สเปกตรัมของหลอดแอลอีดีสีต่างๆ

3.2 เซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์เป็นอุปกรณ์ทางไฟฟ้าทำจากสารกึ่งตัวนำทำหน้าที่ เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นไฟฟ้าโดยตรง อาศัยกระบวนโฟโตโวตาอิก (Photovoltaic Effect) ซึ่งเกิดจากความต่างศักย์ไฟฟ้าภายในสารกึ่งตัวนำมีค่าแตกต่างกัน เมื่อได้รับแสงที่มีพลังงานมากพอทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ โครงสร้างที่สำคัญของเซลล์แสงอาทิตย์มีลักษณะเหมือนกับไดโอดทั่วไปประกอบด้วยรอยต่อระหว่างวัสดุสารกึ่งตัวนำต่างชนิดกันสองชั้น ซึ่งเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึก (Crystalline Solar Cells) มีความแตกต่างกันตามชนิดของสารกึ่งตัวนำตั้งต้น เช่น ซิลิกอน (Si) และแกลเลียมอาร์เซไนด์ (GaAs) เป็นต้น (สุพิพัฒน์ พานิชธนาคม, 2557)



ภาพที่ 2 การตอบสนองต่อสเปกตรัมแสงอาทิตย์ของเซลล์แสงอาทิตย์ประเภทต่างๆ

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของเซลแสงอาทิตย์แต่ละชนิด

ชนิด	ประเภทวัสดุ	ประสิทธิภาพ (%)
Thin Film	Amorphous Silicon (a-Si)	4-9
	Cadmiumtelluride (CdTe)	6-9
	Copper indium gallium selenide (Cis or CIGS)	9-10.5
	Organic cells	3-4
Mono-crystalline Si	Sc-Si	10-16
Multi-crystalline Si	mc-Si	10-14.5

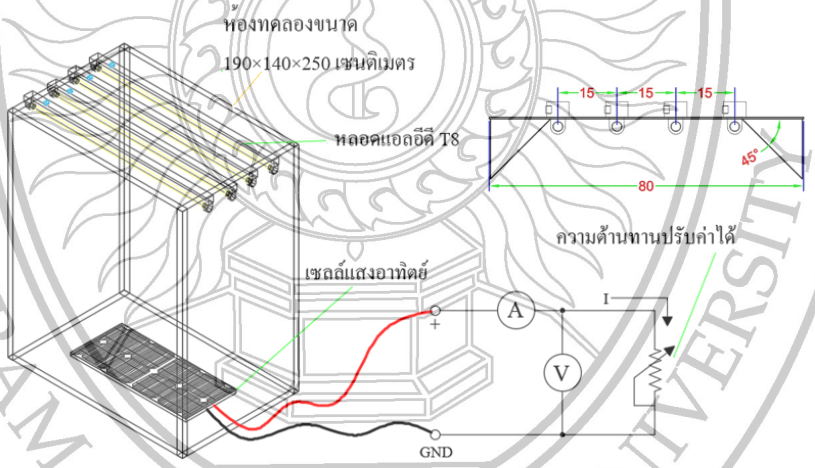
ที่มา : คู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทน, กรมพัฒนาพลังงานและอนุรักษ์พลังงาน, 2557

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้เลือกใช้หลอดแอลอีดี T8 มาเป็นแหล่งกำเนิดแสงเทียม เนื่องจากเป็นหลอดไฟที่นิยมนำมาใช้แทนหลอดฟลูออเรสเซนต์เพื่อให้ความสว่างภายในอาคาร เพราะประสิทธิภาพในการให้แสงสว่างดีกว่าหลอดไฟธรรมดาทั่วๆ ไปและช่วยในการประหยัดพลังงานไฟฟ้า โดยได้ออกแบบระบบในการทดลองเพื่อศึกษาสีของแสงเทียมที่มีผลต่อเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับการผลิตพลังงานไฟฟ้า ดังภาพที่ 3 ซึ่งผนังภายใน

ห้องทดลองถูกทาด้วยสีขาว เนื่องจากมีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงดีที่สุด และผู้วิจัยได้ออกแบบการทดลองโดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ติดตั้งหลอดแอลอีดี T8 จำนวน 4 หลอดๆ ละ 18 วัตต์ สี Warm White และเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิคอน
2) วัดค่าแสงสว่างภายในห้องทดลองผนังสีขาวแล้วบันทึกผล
3) ทำการต่อความต้านทานปรับค่าได้ โดยปรับค่าความต้านทานไปที่ 100 โอห์ม พร้อมวัดค่าแรงดันไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้าแล้วบันทึกผล
4) ทำการปรับค่าความต้านทานลดลงทีละ 10 โอห์ม พร้อมวัดค่าแรงดันไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้าและบันทึกผล จากนั้นทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง
5) ทำซ้ำตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1-4 โดยเปลี่ยนหลอดแอลอีดี T8 เป็นสี Cool White และสี Cool Daylight ตามลำดับ
6) ทำซ้ำตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1-5 โดยเปลี่ยนเซลล์แสงอาทิตย์เป็นชนิดผลึกรวมซิลิคอน



ภาพที่ 3 ระบบที่ใช้ทดลอง

โดยการวัดค่าความสว่างในการทดลอง ผู้วิจัยได้เลือกใช้ลักซ์มิเตอร์ ยี่ห้อ OEM รุ่น HS1010 สามารถวัดค่าแสงสว่างได้สูงสุดที่ 200,000 ลักซ์ หรือ 20,000 ฟุต-แคนเดิล ซึ่งมีความแม่นยำอยู่ที่ ±4% และสามารถบันทึกค่าที่วัดได้ ดังภาพที่ 4 และเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ในการทดลองทั้งสองชนิด มีขนาด 80 W ของบริษัท Solar Schutten ซึ่งมีรายละเอียด ดังตารางที่ 2

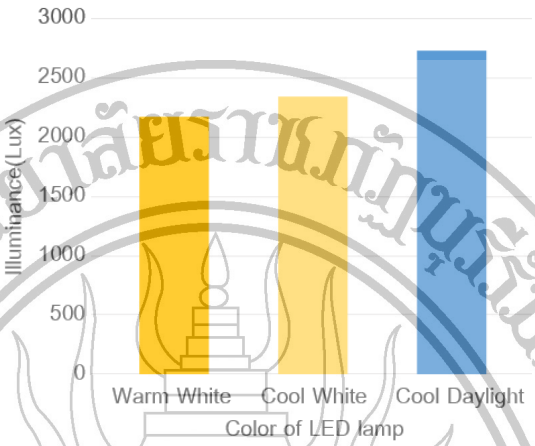
ภาพที่ 4 ลักซ์มิเตอร์

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

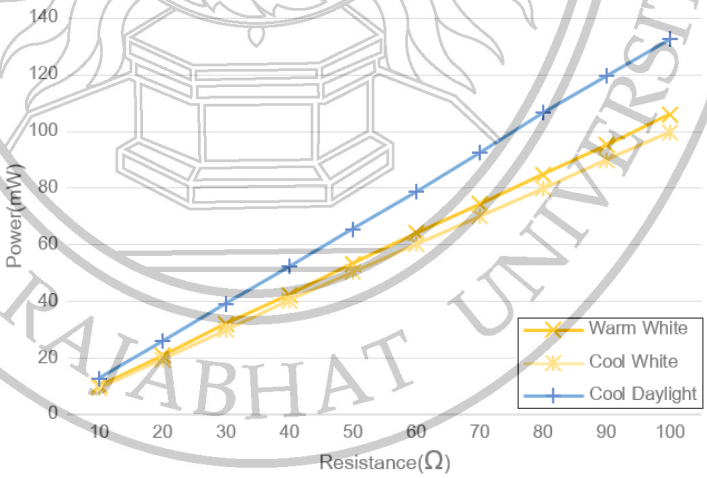
5. ผลการทดลอง

จากการทดลองสีของแสงเทียมจากหลอดแอลอีดี T8 ที่มีผลต่อเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับการผลิตพลังงานไฟฟ้า สามารถแสดงผลการทดลองได้ดังต่อไปนี้

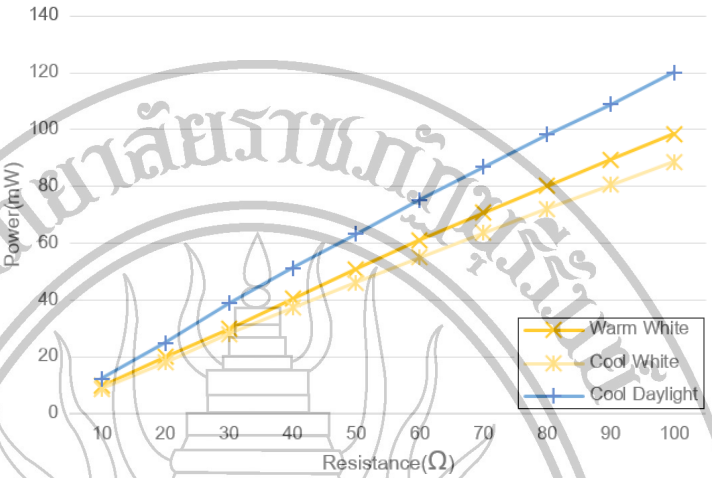


ภาพที่ 5 กราฟเปรียบเทียบความส่องสว่าง

จากภาพที่ 5 เป็นการเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างโดยผนังในห้องทดลองถูกทาสีด้วยสีน้ำอะคริลิคสีขาว ชนิดสีทาภายใน ผลที่ได้คือ หลอดแอลอีดีสี Warm White ให้ค่าความส่องสว่างมากที่สุดเท่ากับ 2,170 lux รองลงมาคือ หลอดแอลอีดีสี Cool White ให้ค่าความส่องสว่างเท่ากับ 2,340 lux และน้อยที่สุดคือ หลอดแอลอีดีสี Cool Daylight ให้ค่าความส่องสว่างเท่ากับ 2,730 lux ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า สีของหลอดแอลอีดีมีผลต่อค่าความส่องสว่างที่เกิดขึ้น



ภาพที่ 6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าเทียบกับความต้านทานของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิคอน



ภาพที่ 7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าเทียบกับความต้านทานของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกรวมซิลิคอน

จากภาพที่ 6 และ 7 เป็นความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าเทียบกับความต้านทานของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิคอนและชนิดผลึกรวมซิลิคอน ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีไฟฟ้าพื้นฐาน คือเมื่อความต้านทานเพิ่มขึ้นกำลังไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งเป็นไปตามสมการคำนวณกำลังไฟฟ้าดังนี้

$$P = I^2 R$$

ตารางที่ 3 สรุปผลการทดลอง

เซลล์แสงอาทิตย์	สีของหลอดแอลอีดี	ความส่องสว่าง (Lux)	แรงดันไฟฟ้า (mV)	กระแสไฟฟ้า (mA)	กำลังไฟฟ้า (mW)
ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิกอน	Warm White	2170	3263	32.49	106.00
	Cool White	2340	3163	31.50	99.65
	Cool Daylight	2730	3649	36.31	132.51
ชนิดผลึกรวมซิลิกอน	Warm White	2170	3146	31.34	98.60
	Cool White	2340	2985	29.73	88.72
	Cool Daylight	2730	3473	34.59	120.13

6. อภิปรายและสรุปผล

จากตารางที่ 3 เป็นค่าเฉลี่ยของผลการทดลองที่ความต้านทาน 100 โอห์ม สามารถสรุปผลการทดลองได้ว่าสีของแสงเทียมจากหลอดแอลอีดี T8 มีผลต่อเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับการผลิตพลังงานไฟฟ้า เนื่องจากสเปกตรัมของแสงทั้ง 3 สีมีค่าความเข้มของปริมาณแสงไม่เท่ากันดังภาพที่ 1 โดยสี Cool Daylight มีค่าความเข้มของปริมาณแสงครบทุกสีตลอดช่วงความยาวคลื่นตั้งแต่ 350-750 นาโนเมตร รองลงมาคือสี Warm White ซึ่งมีค่าความเข้มของปริมาณแสงสูงสุดอยู่ในช่วง 500-680 นาโนเมตรและสี Cool White มีค่าความเข้มของปริมาณแสงสูงสุดอยู่ในช่วง 430-500 นาโนเมตร ซึ่งจากผลการทดลองกำลังไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิกอนและชนิดผลึกรวมซิลิกอนเป็นไปในแนวทางเดียวกันคือ สีที่ให้ค่ากำลังไฟฟ้ามากที่สุด คือสี Cool Daylight รองลงมา คือสี Warm White และสี Cool White ตามลำดับ เนื่องจากเซลล์แสงอาทิตย์ทั้งสองชนิดใช้สารกึ่งตัวนำตั้งต้นเหมือนกัน จึงมีการตอบสนองต่อสเปกตรัมแสงเหมือนกันดังภาพที่ 2 ซึ่งอยู่ในช่วงความยาวคลื่น 400-1200 นาโนเมตรและเซลล์แสงอาทิตย์ที่เหมาะแก่การแปลงพลังงานแสงของแสงเทียมจากหลอดแอลอีดี T8 คือเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิกอนเพราะเป็นเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีประสิทธิภาพสูงโดยเทียบกับเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอื่น

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าเครื่องกลการผลิตทุกท่าน ที่คอยแนะนำ ให้คำปรึกษา รวมทั้งชี้แนะแนวทางอันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัย และมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ที่ให้การสนับสนุนเครื่องมือ และสถานที่ในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กวินชัย ต้องตรงทรัพย์ พีรวัจน์ มีสุข กิตติกุล ศรีคำภา และอัฐพนธ์ รักฤทธิ์.(2559). *สีของแสงเทียมที่มีผลต่อเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับการผลิตพลังงานไฟฟ้า.*ในการประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 8. วันที่ 25-26 พฤษภาคม 2559

กรมพัฒนาพลังงานและอนุรักษ์พลังงาน. (2557). คู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทน. สืบค้นเมื่อวันที่ 2 มิถุนายน 2558, จาก http://www.dede.go.th/article_attach/h_solar.pdf

สุพิพัฒน์ พานิชธนาคม.(2557). *ศึกษาแหล่งกำเนิดแสงสำหรับผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยเซลล์แสงอาทิตย์*. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์.