

การวิเคราะห์ระบบไฟฟ้าแสงสว่างถนนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ กรณีศึกษา เทศบาล
ตำบลสร้างค้อ อำเภอกุฉินารายณ์ จังหวัดสกลนคร

AN ANALYSIS OF SOLAR POWERED STREET LIGHTING SYSTEM CASE STUDY
OF SANG KHO SUBDISTRICT MUNICIPALITY, PHU PHAN DISTRICT,
SAKONNAKHON PROVINCE

สรารวุธ จำวงศ์ลา¹ นภาพร พ่วงพรพิทักษ์^{2*}

Sarawut Jumwongla¹, Napaporn Phuangpompitak^{2*}

คณะวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร^{1,2*}

*Corresponding author. E-mail: napapom.ph@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาชุดโคมไฟฟ้าแสงสว่างถนนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ (LED) ที่ติดตั้งในเขตพื้นที่เทศบาลตำบลสร้างค้อ อำเภอกุฉินารายณ์ จังหวัดสกลนคร โดยมีการศึกษาถึง ค่าลักซ์ (Lux) คือ ค่าความเข้มของแสงสว่าง (illuminance), ระยะห่างระหว่างเสาไฟฟ้า อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ในแต่ละช่วงเวลากลางคืน ที่มีผลต่อประสิทธิภาพของชุดโคมไฟฟ้าแสงสว่างถนนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ (LED) ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ความสว่างของแสงไฟฟ้าแสงสว่างถนนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ช่วงเวลาที่มีค่า ความสว่างของแสงไฟสว่างมากที่สุดคือ ช่วงเวลา 18.00 – 19.00 น. และช่วงเวลาที่ค่าความสว่างของแสงไฟถนนน้อยที่สุดคือ ช่วงเวลา 01.00 – 02.00 น. ด้วยวิธีการทางสถิติ พบว่า ตัวแปรระยะห่างระหว่างเสาไฟฟ้ากับตัวแปรความชื้นสัมพัทธ์ ในอากาศ ทั้ง 2 ตัวแปร มีอิทธิพลที่ส่งผลกระทบต่อค่าความสว่างของแสงไฟฟ้าแสงสว่างถนนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ (LED) ซึ่งส่งผลให้ประสิทธิภาพของชุดโคมไฟฟ้าแสงสว่างถนนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ (LED) ลดลงได้

คำสำคัญ: ค่าลักซ์ (Lux) ค่าความเข้มของแสงสว่าง (illuminance) ชุดโคมไฟฟ้าแสงสว่างถนนพลังงานแสงอาทิตย์ (LED) อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์

Abstract

The objective of this study is to investigate the solar powered street lighting system (LED) installed in Sang Kho sub- district municipality, Phu Phan district, Sakon Nakhon province. It also studies LUX which is the brightness of the road lights (illuminance), the distance between the electric poles, the temperature and the humidity in various time periods at night to understand the effects that those factors may have toward the efficiency of the solar powered street lighting system (LED). The result of the study revealed that the solar powered street lighting system (LED)



was at its best brightness during the period of 18.00-19.00 hrs. However, it was least bright during the period of 01.00-02.00 hrs. The statistical method showed that the variables of the distance between the poles and the humidity in the air had affected the brightness of the street lights.

Keywords: (lux), illuminance, street lighting (LED), temperature, humidity

บทนำ

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานจากธรรมชาติเป็นพลังงานที่สะอาดไม่ก่อมลพิษ ซึ่งปัจจุบันมีการนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายทั่วโลก อีกทั้งยังเป็นพลังงานทดแทนที่มีศักยภาพสูง สามารถนำมาใช้งานได้โดยไม่ต้องมีวันหมด การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า ไฟส่องสว่างถนนพลังงานแสงอาทิตย์แบบกระจายอำนาจเป็นโซลูชันที่ประหยัดในพื้นที่ห่างไกล อย่างไรก็ตาม ในสถานะที่ไม่สม่ำเสมอจะบังคับให้มีการติดตั้งระบบติดตามให้มีประสิทธิภาพ (Khamis, K.Zakzouk, & E.Abdelsalam Ahmed, 2022) (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2020)

เมืองเป็นพื้นที่ที่มีประชากรหนาแน่นมาก ซึ่งต้องเผชิญกับปัญหาต่าง ๆ เช่น การขาดแคลนพลังงาน การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ความแออัดของการจราจร และมลพิษทางอากาศ เมืองอัจฉริยะ เป็นระบบทางสังคมและเทคโนโลยีที่ซับซ้อนซึ่งบริการและสิ่งอำนวยความสะดวกได้รับการปรับให้เหมาะสมโดยการใช้เทคโนโลยีมุ่งเป้าไปที่การจัดการกับปัญหาในเมืองดังกล่าวซึ่งนำเสนอความท้าทายต่อคุณภาพชีวิตของประชากร (Akindipe, Olawale, Wonuola, & Bujko Richard, 2022) การนำเทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์ มาใช้แก้ปัญหาจึงเป็นอีกทางเลือกและ ที่ใช้ในปัจจุบัน นั้น มีด้วยกัน 2 ประเภทหลัก คือการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์และการผลิตไฟฟ้าด้วยความร้อนจากแสงอาทิตย์ ประเภท ที่นำมาใช้ผลิตในประเทศไทย คือการใช้เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) ซึ่งเป็นอุปกรณ์สำหรับแปลงพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยการนำสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิกอน ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะผลิตให้เป็นแผ่นบางๆบริสุทธิ์ ที่มีคุณสมบัติดูดกลืนพลังงานแสงอาทิตย์แล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ทันทีที่แสงตกกระทบบนแผ่นเซลล์และเกิดการถ่ายเทพลังงาน (Nixon, Bhargava, Halford, & Gaura, 2021) พร้อมกันนั้นก็เกิดการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้าขึ้นในสารกึ่งตัวนำ โดยที่เซลล์แสงอาทิตย์ ประกอบดังนี้ เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึก (Crystalline) เป็นเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผลิตมาจากสารกึ่งตัวนำ ประเภท ซิลิกอน ซึ่งสามารถแบ่งออกย่อยอีก 2 ประเภท ชนิดผลึกเดี่ยว (Mono Crystalline) เป็นเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดแรกที่ได้ดำเนินการผลิต และดำเนินการทางด้านพาณิชย์ มีลักษณะเป็นแผ่นซิลิกอนหนาประมาณ 300 ไมครอน หรือที่เรียกว่า เวเฟอร์ (Wafer) ชนิดผลึกรวม (Poly Crystalline) เป็นเซลล์แสงอาทิตย์ที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อเป็นการลดต้นทุนของเซลล์แสงอาทิตย์ (Daghistani, 2021) ชนิดผลึกเดี่ยว เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพให้การใช้งานดีขึ้น เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดไม่เป็นผลึก (Amorphous) เป็นเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผลิตขึ้นจากสารกึ่งตัวนำจากซิลิกอน ที่เรียกว่า (Thin Film) เป็นเทคโนโลยีที่ได้ดำเนินการคิดค้นเพื่อตอบสนองในการประหยัด

หน่วยพลังงานแสงอาทิตย์ ไฟถนนที่มีระบบบูรณาการจึงถูกขนานนามว่าไฟถนนอัจฉริยะ กระบวนทัศน์ที่เปลี่ยนไปสู่ "ความฉลาด" หรือ "ความฉลาด" กำลังถูกนำโดยประเทศที่พัฒนาแล้วด้วยวิสัยทัศน์ในการสร้างเมืองอัจฉริยะที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล ไฟถนนอัจฉริยะเกี่ยวข้องกับการใช้ระบบควบคุมอัจฉริยะ (Amo-Aidoo A.Kumi E. N.Hensel

O.Korese, 2022) ชุดโคมไฟฟ้าแสงสว่างถนนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ที่ใช้ในการศึกษาและติดตั้ง เป็นรุ่น KELLI-13506 ที่ขึ้นบัญชีนวัตกรรมไทย ของสำนักงบประมาณ 2564 คุณสมบัติ แผ่นโซล่าเซลล์ Mono Crystalline 120 W กำลังชุดหลอด LED ขนาด 35 W ชนิดของแบตเตอรี่ Lithium Iron Phosphate ความจุแบตเตอรี่ 49 Ah สำรองไฟ 25 ชั่วโมง เพื่อศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อค่าความสว่างของชุดโคมไฟฟ้าแสงสว่างถนน โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ (LED) อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ระยะห่างของจุดติดตั้งชุดโคมฯ ในห้วงระยะเวลา กลางคืน ช่วงเวลา 18.00-19.00 น. ช่วงเวลา 21.00-22.00 น. ช่วงเวลา 23.00-24.00 น. และ ช่วงเวลา 01.00-02.00 น. แล้วนำข้อมูลมาหาความสัมพันธ์ของข้อมูลในการวิเคราะห์

ประโยชน์การนำประยุกต์ใช้ในการบริหารงานของเทศบาลตำบลสร้างคือในการวางแผนการใช้จ่ายงบประมาณในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน ไฟฟ้าแสงสว่างภายในเขตตำบล ออกแบบโมเดลคำนวณการออกแบบขนาดและรูปแบบการติดตั้งในรูปแบบต่าง ๆ ให้มีความเหมาะสม

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาถึงชุดโคมไฟฟ้าแสงสว่างถนนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ที่ติดตั้งในพื้นที่ตำบลสร้างคือ อำเภอภูพาน จังหวัดสกลนคร ถึงคุณลักษณะของชุดโคมไฟฟ้าแสงสว่างที่ติดตั้ง รวมถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพการส่องสว่างของชุดโคมไฟฟ้าแสงสว่างโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ระยะห่างของจุดติดตั้งและศึกษาถึงรูปแบบการติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่างถนนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ในสภาวะอากาศปกติ เพื่อนำข้อมูลและผลการวิจัยมาปรับใช้กับการบริหารจัดการวางแผนในการพัฒนาระบบสาธารณูปโภค ไฟฟ้าสาธารณะที่ประสบปัญหาการใช้ไฟฟ้าเกินกว่าที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำหนด การออกแบบโปรแกรมโมเดลที่ใช้ในการคำนวณถึงรูปแบบขนาดการใช้งานที่ถูกต้องและเหมาะสมกับสภาพพื้นที่

กรอบแนวคิดการวิจัย

ค่าความสว่างของชุดโคมไฟฟ้าแสงสว่างถนนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ (LED) และการเปรียบเทียบความเข้มแสง แสงเป็นพลังงาน สามารถทำให้เกิดความสว่างบนผิววัตถุ มีหน่วย เป็น Lumens (lm) เป็นหน่วยการวัดที่เราใช้เพื่อหาปริมาณแสงที่มองเห็นได้โดยสายตามนุษย์ ฟลักซ์ส่องสว่างของแหล่งกำเนิดแสงวัดเป็น ลูเมน หลอดไฟที่ฉลากจะแสดงผล ลูเมน ยิ่งเอาต์พุตของลูเมนสูง แหล่งกำเนิดแสง ก็จะสว่างขึ้น และเอาต์พุตของลูเมนต่ำ แหล่งกำเนิดแสงก็ยิ่งน้อยลง ดังสมการ

$$\frac{\text{ค่าความสว่างของหลอดไฟ } lm}{\text{กำลังวัตต์ } W} = lm/w$$

จากสมการตัวอย่างจะสังเกตได้ว่า หน่วย ลูเมน/วัตต์ (lm/w) เป็นตัวชี้ประสิทธิภาพความสว่างของหลอดไฟชนิดต่าง ๆ หากมีค่า ลูเมน/วัตต์ (lm/w) สูง ก็ยิ่งให้แสงสว่างสูงและใช้ไฟฟ้าน้อยลง ประหยัด

ลักซ์ (Lux) คือหน่วยที่ใช้วัดความสว่าง (illuminance) ต่อพื้นที่ หรือคิดเป็น ลูเมน/ตารางเมตร ของแสงมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับ



ก. ความเข้มแสงของแหล่งกำเนิด

ข. ระยะทางจากแหล่งกำเนิดแสงกับพื้นที่ที่แสงตกกระทบ

ค. มุมตกกระทบของรังสีแสง ความสว่าง (illuminance) ของผิวใด ๆ หมายถึงค่าความสว่างที่ตกบนพื้นที่ผิวต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ ถ้าพิจารณาผิวที่อยู่ห่างจากหลอดไฟที่มีกำลังส่องสว่าง 1 แคลเดลลา เป็นระยะทาง 1 เมตร

ความเข้มแห่งการส่องสว่างจะมีค่า 1 ลักซ์ (Lux) โดยความเข้มแห่งการส่องสว่างจะแปรผกผันกับระยะทางกำลังสอง ดัง สมการ ที่แสดง ดังนี้

$$E = I/R^2$$

E คือ ความสว่าง, ความเข้มของการส่องสว่าง มีหน่วยเป็น ลูเมน/ตารางเมตร หรือ (Lux)

I คือ กำลังส่องสว่าง (แคนเดลลา, cd) โดยที่ I =, P แทนกำลังของ หลอดไฟ (W)

R คือ ระยะห่างจากหลอดไฟถึงผิวที่พิจารณา (m)

วิธีดำเนินการวิจัย

สำรวจพื้นที่ที่ดำเนินการติดตั้งชุดโคมไฟฟ้าแสงสว่างถนนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ถนน สายนาบุง-ฮ่องเซ ที่ กม.0+000 ถึง กม.2+000 จำนวนชุดโคมไฟฟ้าแสงสว่างถนนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ที่ติดตั้ง จำนวน 54 ชุด ติดตั้งทั้งสองฝั่งระยะห่าง ตั้งแต่ 30-40 เมตรโดยใช้ลักซ์มิเตอร์วัดความสว่างถนน โดยวัดจากจุดกึ่งกลางของโคมไฟถนนจนถึงระนาบพื้นถนน อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูล เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ (Thermo-Hygrometer) ,เครื่องวัดค่าความเข้มแสง (Lux Light Meter) และ เทปวัดระยะทาง เก็บรวบรวมข้อมูลคุณลักษณะทางกายภาพ ระยะห่างระหว่างเสา ค่าความส่องสว่างของชุดโคมไฟฟ้าแสงสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ในห้วงระยะเวลาต่างกัันดังนี้ช่วงเวลา 18.00-19.00 น. ช่วงเวลา 21.00-22.00 น. ช่วงเวลา 23.00-24.00 น. และ ช่วงเวลา 01.00-02.00 น. ของชุดโคมไฟฟ้าแสงสว่างถนนพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อนำข้อมูลมานำเข้า Microsoft excel ในการจัดเรียงข้อมูล การกรองข้อมูล การใช้ Conditional Formatting การสร้าง Sparklines การสร้าง Table และ Slicer การสร้างแผนภูมิ การทำงานกับ Pivot Table เพื่อนำไปวิเคราะห์ถึงปัจจัยและอิทธิพลต่อค่าความสว่างของชุดโคมไฟฟ้าแสงสว่างถนนพลังงานแสงอาทิตย์ และออกแบบโปรแกรมโมเดลในการออกแบบเลือกขนาดและชนิดที่เหมาะสมในการติดตั้งอุปกรณ์ชุดโคมไฟฟ้าแสงสว่างถนนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์

สรุปผลการวิจัย

ผลการทดสอบหาค่าความสว่าง, ความเข้มของการส่องสว่าง (E) ของไฟฟ้าแสงสว่างถนนพลังงานแสงอาทิตย์ตามห้วงระยะเวลาที่กำหนดในช่วงกลางคืนของแต่ละชุดติดตั้ง ซึ่งพบว่าห้วงระยะเวลา 18.00-19.00 น. มีค่าความสว่างของไฟฟ้าแสงสว่างถนนพลังงานแสงอาทิตย์ เฉลี่ย 36.37 ลูเมน/ตารางเมตร หรือ Lux ซึ่งเป็นห้วงระยะเวลาที่ค่าความสว่างของไฟฟ้าแสงสว่างถนนพลังงานแสงอาทิตย์ มีค่าสูงที่สุดเทียบกับห้วงระยะเวลาที่ทำการทดสอบห้วงระยะเวลา 21.00-22.00 น.มีค่าความสว่างของไฟฟ้าแสงสว่างถนนพลังงานแสงอาทิตย์ เฉลี่ย 34.04 ลูเมน/ตารางเมตร หรือ Lux ห้วงระยะเวลา 23.00-24.00 น.มีค่าความสว่างของไฟฟ้าแสงสว่างถนนพลังงานแสงอาทิตย์

เฉลี่ย 29.93 ลูเมน/ตารางเมตร หรือ Lux และห้วงระยะเวลา 01.00-02.00 น.มีค่าความสว่างของไฟฟ้าแสงสว่างถนนพลังงานแสงอาทิตย์ เฉลี่ย 28.39 ลูเมน/ตารางเมตร หรือ Lux ตามลำดับ ซึ่งก็จะพบว่า ห้วงระยะเวลา 01.00-02.00 น.มีค่าความสว่างของไฟฟ้าแสงสว่างถนนพลังงานแสงอาทิตย์ มีค่าความสว่างน้อยที่สุด

ผลการทดสอบวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสภาพพื้นที่และสภาพแวดล้อมกับค่าความสว่าง ความเข้มแสง (E) แสงสว่างไฟฟ้าส่องถนนพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งสรุปได้ว่า ผลของการวิเคราะห์นั้นมีเส้นแนวโน้มที่มีลักษณะขึ้นขึ้น ข้อมูลมีการกระจายตัวมาก มีการกระจายตัวแบบลักษณะ Nonlinear Regression ดังกล่าว การสมมุติฐานว่า อุณหภูมิไม่มีผลต่อค่าความสว่าง,ความเข้มแสง (E) แสงสว่างไฟฟ้าส่องถนนพลังงานแสงอาทิตย์ หรืออาจจะส่งผลแต่ก็ต้องการมีความสัมพันธ์ที่มากกว่า 2 ตัวแปร นั่นก็คือ จะต้องมีการปัจจัยมากกว่า 2 อย่างที่กระทำร่วมกันที่จะส่งผลให้ประสิทธิภาพของไฟฟ้าแสงสว่างถนนพลังงานแสงอาทิตย์ลดลง

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์สภาพพื้นที่กับค่าความสว่าง,ความเข้มแสง (E) แสงสว่างไฟฟ้าส่องถนนพลังงานแสงอาทิตย์ ปรากฏพบว่าเส้นแนวโน้ม มีทิศทางชันลง มีการกระจายข้อมูลค่อนข้างมาก มีการกระจายตัวแบบลักษณะ Nonlinear Regression ดังกล่าวการสมมุติฐานว่า อุณหภูมิไม่มีผลต่อค่าความสว่าง,ความเข้มแสง (E) แสงสว่างไฟฟ้าส่องถนนพลังงานแสงอาทิตย์ หรืออาจจะส่งผลแต่ก็ต้องการมีความสัมพันธ์ที่มากกว่า 2 ตัวแปร นั่นก็คือ จะต้องมีการปัจจัยมากกว่า 2 อย่างที่กระทำร่วมกันที่จะส่งผลให้ประสิทธิภาพของไฟฟ้าแสงสว่างถนนพลังงานแสงอาทิตย์ลดลง

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างระหว่างเสากับค่าความสว่าง,ความเข้มแสง (E) แสงสว่างไฟฟ้าแสงสว่างถนนพลังงานแสงอาทิตย์ ผลปรากฏว่าพบว่า เส้นแนวโน้มมีลักษณะชันลง แสดงว่าระยะห่างระหว่างเสาไฟฟ้าแสงสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ที่มากขึ้นเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ประสิทธิภาพค่าความสว่าง,ความเข้มแสง (E) ของชุดโคมไฟฟ้าแสงสว่างโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ลดลง ด้วยระยะจุดที่ติดตั้งระยะห่างมากขึ้น โดยระยะที่เหมาะสมคือระยะ ที่ 30 เมตร และระยะเพิ่มมากขึ้น ประสิทธิภาพจะลดลง

ตารางที่ 1 มาตรฐานความสว่างที่เหมาะสมกับการมองเห็น

| ประเภทสถานที่ | ความสว่าง,ความเข้มแสง (E) เฉลี่ยต่ำสุด วัดในแนวระดับต่ำสุด หน่วย (Lux) |
|---------------------------------|---|
| ถนน | |
| ถนนสายหลัก | 15 |
| ถนนสายรอง | 10 |
| ทางแยก | 22 |
| วงเวียนที่ไม่มีสัญญาณไฟจราจร | 15 |
| บ้าน | |
| ห้องนั่งเล่น ห้องครัว ห้องอาหาร | 150-300 |
| ห้องอ่านหนังสือ ห้องทำงาน | 500-1,000 |
| สำนักงาน บันไดฉุกเฉิน | 30-75 |

ตารางที่ 1 (ต่อ)

| ประเภทสถานที่ | ความสว่าง,ความเข้มแสง (E) เฉลี่ยต่ำสุด วัดในแนวระดับต่ำสุด หน่วย (Lux) |
|--------------------------------------|---|
| ทางเดินในอาคาร | 75-200 |
| ห้องประชุม ห้องรับรอง | 200-750 |
| โรงเรียน | 75-300 |
| โรงพลศึกษา หอประชุม | 300-750 |
| ห้องเรียน | 750-1,500 |
| ห้องสมุด ห้องปฏิบัติการ ห้องเขียนแบบ | 200-750 |
| โรงพยาบาล | 5,000-10,000 |
| ห้องตรวจโรค | |
| ห้องผ่าตัด | |

ที่มา : กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น กระทรวงมหาดไทย, มาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสาธารณะ



ภาพที่ 1 แผนผังแสดงจุดติดตั้งชุดโคมไฟฟ้าแสงสว่างถนนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ (LED)

ที่มา : Google Earth ปี พ.ศ.2565

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการทดสอบหาค่าความสว่าง,ความเข้มของการส่องสว่าง (E) ของไฟฟ้าแสงสว่างถนนพลังงานแสงอาทิตย์ ตามห้วงระยะเวลาที่กำหนดในช่วงกลางคืนของแต่ละชุดติดตั้ง ซึ่งพบว่าห้วงระยะเวลา 18.00-19.00 น. มีค่าความสว่างของไฟฟ้าแสงสว่างถนนพลังงานแสงอาทิตย์ เฉลี่ย 36.37 ลูเมน/ตารางเมตร หรือ Lux ซึ่งเป็นห้วงระยะเวลาที่ค่าความสว่างของไฟฟ้าแสงสว่างถนนพลังงานแสงอาทิตย์ มีค่าสูงที่สุดเทียบกับห้วงระยะเวลาที่ทำการทดสอบ ห้วงระยะเวลา 21.00-22.00 น.มีค่าความสว่างของไฟฟ้าแสงสว่างถนนพลังงานแสงอาทิตย์ เฉลี่ย 34.04 ลูเมน/ตารางเมตร หรือ Lux ห้วงระยะเวลา 23.00-24.00 น.มีค่าความสว่างของไฟฟ้าแสงสว่างถนนพลังงานแสงอาทิตย์ เฉลี่ย 29.93 ลูเมน/ตารางเมตร หรือ Lux และห้วงระยะเวลา 01.00-02.00 น.มีค่าความสว่างของไฟฟ้าแสงสว่างถนนพลังงานแสงอาทิตย์ เฉลี่ย 28.39 ลูเมน/ตารางเมตร หรือ Lux ตามลำดับ ซึ่งก็จะพบว่า

ห้วงระยะเวลา 01.00-02.00 น. มีค่าความส่องสว่างของไฟฟ้าส่องสว่างถนนพลังงานแสงอาทิตย์ มีค่าความส่องสว่างน้อยที่สุด ซึ่งช่วงเวลาที่ดำเนินการเก็บข้อมูลเป็นช่วงเวลาอากาศปกติ มีการผันผวนของสภาพอากาศน้อย

ระยะจุดตำแหน่งติดตั้งมีผลต่อค่าความส่องสว่าง, ความเข้มแสง (E) เมื่อระยะการติดตั้งที่มีระยะมากขึ้น ค่าความส่องสว่าง, ความเข้มแสง (E) จะลดลง ถ้าพิจารณาผิวที่อยู่ห่างจากหลอดไฟที่มีกำลังส่องสว่าง 1 แคลเดลลา เป็นระยะทาง 1 เมตร ความเข้มแห่งการส่องสว่างจะมีค่า 1 ลูเมน/ตารางเมตร หรือ ลักซ์ (Lux) โดยความเข้มแห่งการส่องสว่างจะแปรผกผันกับระยะทางกำลังสอง

ดังแสดงตามสมการ

$$E = I/R^2$$

E คือ ความส่องสว่าง, ความเข้มของการส่องสว่าง มีหน่วยเป็น ลูเมน/ตารางเมตร หรือ (Lux)

I คือ กำลังส่องสว่าง (แคนเดลลา, cd) โดยที่ $I = P$ แทนกำลังของ หลอดไฟ (W)

R คือ ระยะห่างจากหลอดไฟถึงผิวที่พิจารณา (m)

การเลือกใช้เซลล์แสงที่มีความเหมาะสมในการใช้งานรวมทั้งความคุ้มค่าและประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์ที่จะได้รับ จึงได้มีการค้นคว้าและวิจัยหาคุณสมบัติที่เหมาะสมเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพของชุดเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งเซลล์ที่ใช้เหมาะสมในสภาพปัจจุบัน ชุดโคมไฟฟ้าส่องสว่างถนนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ที่ใช้ในการศึกษาและติดตั้ง เป็นรุ่น KELLI-13506 ที่ขึ้นบัญชีนวัตกรรมไทย ของสำนักงานประมาณ 2564 คุณสมบัติแผ่นโซล่าเซลล์ Mono Crystalline 120 W กำลังชุดหลอด LED ขนาด 35 W ชนิดของแบตเตอรี่ Lithium Iron Phosphate ความจุแบตเตอรี่ 49 Ah สำรองไฟ 25 ชั่วโมง เพื่อใช้ในการทดสอบถึงประสิทธิภาพและความเหมาะสมในสภาพพื้นที่สภาวะอากาศปกติและความผันผวนความเข้มของแสงอาทิตย์

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2020). *เซลล์แสงอาทิตย์*.

Akindipe, Olawale, D., Wonuola, O., & Bujko Richard. (2022). *echno-Economic and Social Aspects of Smart Street Lighting for Small Cities – A Case Study*. Retrieved from <http://www.dede.go.th>

Amo-Aidoo A.Kumi E. N.Hensel O.Korese, J. K. (2022). Solar energy policy implementation in Ghana: A LEAP model analysis.

Farouk F., Daghistani. (2021). Solar chimney street-lighting pole for ventilating polluted urban areas.

J. D. Nixon, K. Bhargava, A. Halford, และ E., Gaura. (2021). Analysis of standalone solar streetlights for improved energy access in displaced settlements.

Khamis, Ahmed Nahla K.Zakzouk, และ E.Abdelsalam Ahmed. (2022). Generalized Cost-effective Converter for Solar Street Lighting featuring Averaged State-space Model-based Sensorless MPPT.