วิธีการประเมินก๊าซเรือนกระจกจากการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์: กรณีศึกษา ระบบสมาร์ตกริดมหาวิทยาลัยพะเยา

An evaluation method of greenhouse gas reduction by the installation of a photovoltaic cells system: Case study of smart grid network in the University of Phayao

การุณย์ ชัยวณิชย์[1] และ สุรัตน์ เศษโพธิ์[1*]

Karun Chaivanich[1] and Surat Sedpho[1*]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการประเมินก๊าซเรือนกระจกจากการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์: กรณีศึกษา ระบบสมาร์ตกริดมหาวิทยาลัยพะเยา ที่มีขนาด 500 กิโลวัตต์ โดยจะทำการประเมินตลอดอายุการใช้งานของเซลล์แสงอาทิตย์ตลอดอายุ 20 ปี (ปี 2559-2578) รวมทั้งวางแผนการลดก๊าซเรือนกระจกอย่างมีเป้าหมายเพื่อให้สามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้อย่างต่อเนื่อง จากผลการศึกษาพบว่า พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์บนเครือข่ายสมาร์ตกริดมีค่าเท่ากับ 912.5 เมกะวัตต์ชั่วโมงต่อปี สามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้มากถึง 9,908.97 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าตลอดอายุของเซลล์แสงอาทิตย์ หากมหาวิทยาลัยต้องการลดก๊าซเรือนกระจกให้ได้ร้อยละ 5 ต้องวางแผนในการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์เพิ่มเติม 150 กิโลวัตต์ ทุก 5 ปี เพื่อรักษาระดับปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ในการทดแทนการใช้ไฟฟ้าจากสายส่งที่ลดลง รวมถึงชดเชยปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นของมหาวิทยาลัยด้วย

คำสำคัญ: ก๊าซเรือนกระจก เซลล์แสงอาทิตย์ สมาร์ตกริด การลดก๊าซเรือนกระจก

Abstract

This research aims to study an evaluation method of greenhouse gas emissions from Installation of 500 kW photovoltaic cells system: case study of smart grid network in the University of Phayao. This research would assess all along the life of photovoltaic cells of 20 years (2016-2035), including the plan to reduce greenhouse gas emissions continuously. From this study, we found that electricity generated by photovoltaic cells on the smart grid network was 912.5 MWh/yr. This amount of electricity could reduce greenhouse gas emissions by 9,908.97 tCO_2e /yr, along the life of the photovoltaic. If the university aims to reduce greenhouse gas by 5% a year, more 150 kW per 5 years are needed to maintain the level of energy generated by photovoltaic substitution of energy from electric power transmission lines, including compensation of the increased energy usage from the university.

Keywords: greenhouse gas, photovoltaic, smart grid, greenhouse gas reduction

[1] สาขาวิชาพลังงานทดแทน วิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา 56000

[1] Department of Renewable Energy, School of Energy and Environment, University of Phayao 56000

[*] Corresponding author. E-mail: sedpho@gmail.com

Received: March 4, 2018; Revised: April 10, 2018; Accepted: June 8, 2018

บทนำ

พลังงานไฟฟ้าเป็นรากฐานที่สำคัญสำหรับการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ โดยมีแนวโน้มของการขยายกำลังการผลิตเพิ่มขึ้นทุกปีอย่างต่อเนื่องตามความต้องการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ซึ่งจากรายงานสถิติพลังงานของประเทศไทย พบว่าในปี พ.ศ. 2560 มีความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดถึง 26,553.70 MW (สำนักนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2558) ปัจจุบันโครงสร้างแหล่งพลังงานที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าประกอบไปด้วยเชื้อเพลิงฟอสซิลถึง 87 เปอร์เซ็นต์ (สำนักนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2560) ซึ่งมีทั้งเชื้อเพลิงที่มีในประเทศและนำเข้าบางส่วนอีกทั้งเชื้อเพลิงฟอสซิลยังที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะปัญหาด้านภาวะโลกร้อนที่เกิดมาจากก๊าซเรือนกระจกอีกด้วย การค้นคว้าและแสวงหาพลังงานหมุนเวียนมาใช้เสริมกับพลังงานที่มีอยู่ เช่น การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้เพื่อการผลิตไฟฟ้านั้นเป็นทางเลือกที่น่าในใจไม่น้อยสำหรับประเทศไทย (ไพบูลย์ เกียรติสุขคณาธร, กิตติพงศ์ คล้ายดี, และนภัทร วัจนเทพนิทร์, 2559) พลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานหมุนเวียนที่มีความสำคัญมากที่สุดชนิดหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มปริมาณต้นกำลังพลังงานหมุนเวียนของโลกในอนาคต (นภัทร วัจนเทพินทร์, และไชยยันต์ บุญมี, 2558)

ประเทศไทยมีศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ค่อนข้างสูง โดยพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยได้รับพลังงานจากรังสีแสงอาทิตย์มากกว่า 17 MJ/m^2- day (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2555) ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับสูง โดยมีการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อการผลิตไฟฟ้าทั้งที่เป็นแบบอิสระ (stand alone) และแบบเชื่อมต่อกับสายส่ง (grid-connected) เพื่อใช้งานในรูปแบบที่แตกต่างกัน สำหรับการติดตั้งแบบเชื่อมต่อกับสายส่งนั้นต้องมีระบบการจัดการเพื่อควบคุมให้การใช้ไฟฟ้าจากสายส่งและไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบเซลล์แสงอาทิตย์เป็นไปได้โดยปกติและมีประสิทธิภาพ แนวคิดระบบสมาร์ตกริดจึงเกิดขึ้นเพื่อใช้ในการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า

มหาวิทยาลัยพะเยาได้นำระบบสมาร์ตกริดเข้ามาบริหารจัดการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ร่วมกับไฟฟ้าปกติ โดยมีการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 500 กิโลวัตต์ โดยทำการติดตั้งระบบการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา (solar PV roof top) อาคารเรียนกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของมหาวิทยาลัยพะเยา จำนวน 11 อาคาร และติดตั้งบนพื้นดินบางส่วน โดยการผลิตไฟฟ้าได้ถูกใช้ภายในมหาวิทยาลัยทั้งหมด (ไม่มีการไหลย้อนออกไปภายนอก) โดยมีสัดส่วนการทดแทนไฟฟ้าจากสายส่งได้ประมาณร้อยละ 5 ของการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดของมหาวิทยาลัย ซึ่งหมายถึงมหาวิทยาลัยเองได้มีส่วนช่วยในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกซึ่งเป็นสาเหตุของปัญหาโลกร้อนได้เช่นกัน ดังนั้น มหาวิทยาลัยพะเยามีเป้าหมายในการลดก๊าซเรือนกระจกลดลงร้อยละ 5 ของปริมาณการใช้ไฟฟ้าด้วยระบบสมาร์ตกริดของมหาวิทยาลัย เพื่อให้สอดคล้องกับเป้าหมายของประเทศไทย ซึ่งได้กำหนดเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกลงร้อยละ 20 ในทุกภาคส่วน ภายในปี ค.ศ. 2030 (พ.ศ. 2573) จากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี ค.ศ. 2000 (พ.ศ. 2543) หรือกรณีปกติ (business as usual : BAU) และสามารถ

ลดก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นได้ถึงร้อยละ 25 หากได้รับการสนับสนุนระหว่างประเทศ (ไกรชาติ ตันตระการอาภา, วิธิดา พัฒนอิสรานุกูล, และวิษณุพงศ์ เกลี้ยงช่วย, 2559) และเพื่อให้บรรลุของวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้มหาวิทยาลัยพะเยาจะต้องมีการวางแผนการลดก๊าซเรือนกระจกอย่างต่อเนื่อง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการประเมินก๊าซเรือนกระจกจากการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ : กรณีศึกษาระบบสมาร์ตกริดมหาวิทยาลัยพะเยา ขนาด 500 กิโลวัตต์ โดยจะทำการประเมิน (คาดการณ์) ตลอดอายุการใช้งานของเซลล์แสงอาทิตย์ตลอดอายุ 20 ปี และมีเป้าหมายในการลดก๊าซเรือนกระจกลดลงร้อยละ 5 ของปริมาณการใช้ไฟฟ้าด้วยระบบสมาร์ตกริดของมหาวิทยาลัยพะเยา รวมถึงเสนอแนะแนวทางปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบที่มีอยู่ในปัจจุบัน

วิธีการศึกษา

ระบบสมาร์ตกริดมหาวิทยาลัยพะเยา (the University of Phayao's of smart grid system)

ระบบสมาร์ตกริดที่ติดตั้ง ณ มหาวิทยาลัยพะเยา มีการติดตั้งอุปกรณ์และหลักการทำงาน ดังนี้ ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ชนิดผลึกผสม (poly crystalline) SHAP รุ่น (ND-AA250) ขนาด 1,652 × 994 มิลลิเมตร กำลังการผลิตไฟฟ้า 250 วัตต์ต่อแผง ติดตั้งทั้งสิ้นจำนวน 2,090 แผง เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบเชื่อมต่อสายส่ง (SMA 25 kW 3 / N / PE; 230 / 400 V maximum output current 36.2 A AC frequency 50 Hz) จำนวน 18 ตัว ที่มีคุณสมบัติในการสร้างไฟฟ้ากระแสสลับที่มีลักษณะรูปคลื่นที่ออกมาแบบคลื่นรูปไซน์และเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบเชื่อมต่อสายส่งในระบบสามเฟส (3 phase grid-connected inverter) ทำหน้าที่เชื่อมโยงระหว่างระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (PV array) ระบบจำหน่าย (grid) และภาระไฟฟ้า (AC loads) โดยรับไฟฟ้ากระแสตรง (DC) จากระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์และแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ซึ่งมีความถี่และแรงดันเดียวกับระบบจำหน่าย การเชื่อมต่อเข้ากับระบบจำหน่ายสามารถเชื่อมต่อเข้ากับระบบจำหน่ายของอาคารต่างๆ การส่งข้อมูลผ่านระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเข้าสู่การแสดงผลการทำงานการผลิตไฟฟ้าต่อไป ดังแสดงใน (Figure 1) และ (Figure 2)

ขั้นตอนการศึกษา มีรายละเอียดของการดำเนินการศึกษาวิจัย ดังแสดงใน (Figure 3)

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดขอบเขตการประเมินในงานวิจัยนี้จะประเมินก๊าซเรือนกระจกในระดับโครงการโดยและจะประเมินตั้งแต่ระบบเริ่มต้นผลิตไฟฟ้าได้ไปอีก 20 ปี (ปี 2559-2578) ตามอายุการใช้งานของเซลล์-แสงอาทิตย์ การประเมินจะคิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการดำเนินโครงการแต่จะไม่คิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบ

ขั้นตอนที่ 2 เก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องต่างๆ ประกอบด้วย ข้อมูลการติดตั้ง แผนการบำรุงรักษาพลังงานไฟฟ้าที่ใช้และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ โดยเก็บข้อมูลจากปริมาณการใช้ไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยพะเยา ซึ่งเป็นระบบการผลิตไฟฟ้าที่มาจากสายส่ง (ก่อนการติดตั้งระบบสมาร์ตกริด) ตั้งแต่ ปี 2554-2558 และนำข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้ามาประมาณการประสิทธิภาพของระบบการผลิตไฟฟ้าจากการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ โดยประมาณการตลอดอายุการใช้งานของเซลล์แสงอาทิตย์ 20 ปี (หลังการติดตั้งระบบสมาร์ตกริด ตั้งแต่ ปี 2559-2578)

ขั้นตอนที่ 3 ประเมินก๊าซเรือนกระจกเทียบกับกรณีฐาน

ขั้นตอนที่ 4 คาดการณ์การลดก๊าซเรือนกระจกรวมถึงข้อเสนอแนะในการลดก๊าซเรือนกระจกจากระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ตลอดอายุของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 20 ปี

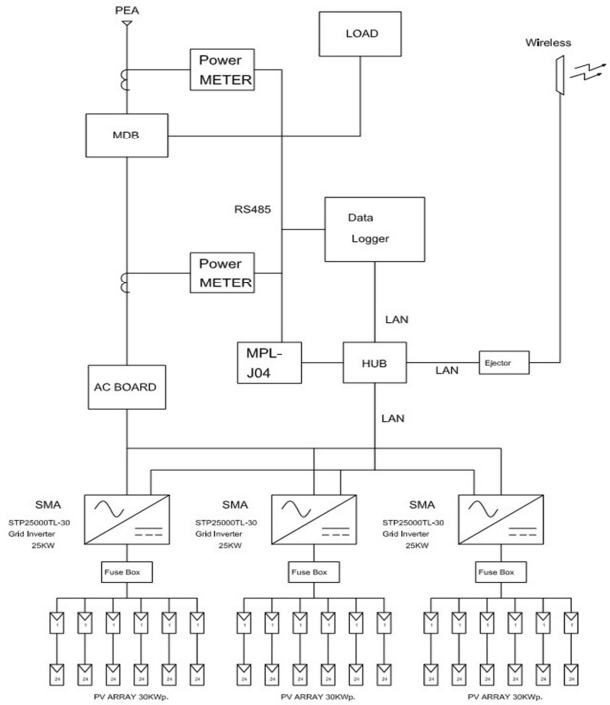

Figure 1 Electricity generation from the photovoltaic cell system on the smart grid network.

Figure 2 The installation of photovoltaic cell system on the smart grid networks in the University of Phayao.

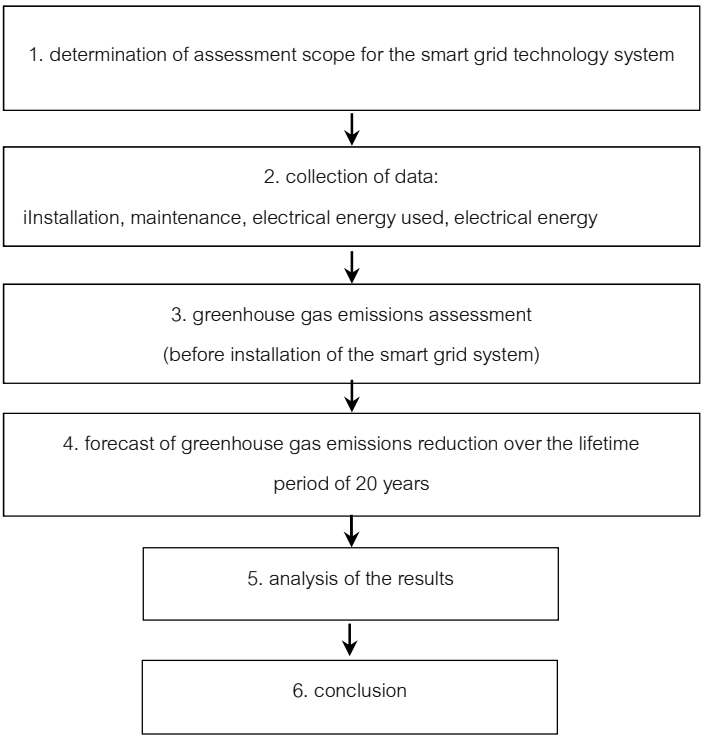

Figure 3 Research methodology flowcharts.

การประเมินการลดก๊าซเรือนกระจก (greenhouse gas reduction assessment)

การลดก๊าซเรือนกระจกสามารถคำนวณได้จากผลต่างของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (การติดตั้งระบบสมาร์ตกริดของมหาวิทยาลัยพะเยา) เทียบกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐาน (ไม่มีการติดตั้งระบบสมาร์ตกริด) โดยจะคิดเป็นรายปีตลอดอายุของระบบ ซึ่งเป็นไปตามสมการที่ (1) (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2559)

$$GHG_{Reduction,\,y} = GHG_{Baseline,\,y} - GHG_{SMG,\,y} \qquad (1)$$

โดยที่

$GHG_{Reduction,\,y}$ คือ ก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จากการดำเนินการในปีที่พิจารณา (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

$GHG_{Baseline,\,y}$ คือ ก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐานที่ไม่ได้มีการติดตั้งระบบสมาร์ตกริด (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

$GHG_{SMG,\,y}$ คือ ก๊าซเรือนกระจกที่มีการปล่อยจากระบบสมาร์ตกริดในปีที่พิจารณา (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

การประเมินก๊าซเรือนกระจกกรณีฐาน (baseline greenhouse gas emission assessment)

ปริมาณพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดที่ผลิตจากเซลล์แสงอาทิตย์บนระบบสมาร์ตกริดจะใช้ภายในมหาวิทยาลัยเพื่อแทนที่พลังงานไฟฟ้าจากสายส่ง ดังนั้นงานวิจัยนี้จะใช้กรณีฐานเป็นปริมาณของพลังงานไฟฟ้าจากสายส่งที่ถูกแทนที่ด้วยปริมาณของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้คำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกรณีฐานของการศึกษา ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (2) (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2559)

$$GHG_{Baseline,\ y} = Electricity_{SMG,\ y} \times EF_{Grid} \quad (2)$$

โดยที่

$Electricity_{SMG,\ y}$ คือ ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ในปีที่พิจารณา (เมกะวัตต์ชั่วโมง)

EF_{Grid} คือ ค่าแฟคเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีค่าเท่ากับ 0.5692 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อเมกะวัตต์ชั่วโมง (สำนักวิเคราะห์และติดตามผล องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2560)

ประมาณการไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์บนเครือข่ายสมาร์ตกริด (estimation of electricity generation from photovoltaic cell on the smart grid network)

ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์บนเครือข่ายสมาร์ตกริดของมหาวิทยาลัยพะเยาเริ่มใช้งานได้จริงเมื่อต้นปี 2559 มีการจัดเก็บข้อมูลทั้งไฟฟ้าที่ผลิตได้และไฟฟ้าที่ใช้ของแต่ละอาคารที่ทำการติดตั้ง แต่เนื่องจากระบบยังไม่เสถียรของระบบการจัดเก็บข้อมูล ทำให้ข้อมูลนั้นยังไม่สมบูรณ์ ดังนั้นการประมาณการไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบจะประมาณการจากกำลังการติดตั้งและชั่วโมงการทำงาน ดังสมการที่ (3) (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2559)

$$Electricity_{SMG,\ y} = \text{net power} \times \text{work hour} \quad (3)$$

โดยที่

net power คือ กำลังการผลิตติดตั้งของระบบ (กิโลวัตต์)

work hour คือ ชั่วโมงที่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ในปีที่พิจารณา (ชั่วโมง: 5 ชั่วโมงต่อวัน จำนวน 365 วัน)

ดังนั้น ไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดกำลังการติดตั้ง 500 กิโลวัตต์ ของมหาวิทยาลัยพะเยา มีค่าเท่ากับ 912,500 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี หรือ 912.5 เมกะวัตต์ชั่วโมงต่อปี

การใช้ไฟฟ้าของระบบเครือข่ายสมาร์ตกริด (energy consumption of smart grid network)

ระบบสมาร์ตกริดที่ติดตั้งจะมีห้องควบคุมการทำงานเพื่อรองรับการเก็บข้อมูลรวมถึงควบคุมและสั่ง

การระบบ เนื่องจากระบบของมหาวิทยาลัยพะเยามีการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อผลิตไฟฟ้าน้อยกว่าการใช้ไฟฟ้าจริง ระบบที่ติดตั้งจึงเน้นไปที่การเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นหลัก ซึ่งระบบการเก็บข้อมูลนั้นต้องมีการทำงานอยู่ตลอดเวลาจึงต้องอาศัยไฟฟ้าที่มาจากสายส่งร่วมด้วย โดยมีอุปกรณ์ รายละเอียดรวมถึงประมาณการการใช้ไฟฟ้า ดังแสดงใน (Table 1)

ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่มีการปล่อยจากระบบสมาร์ตกริดสามารถคำนวณได้ตามสมการที่ (2) เช่นเดียวกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐาน

Table 1 Energy consumption from photovoltaic cell on a smart grid network.

electrical equipment	electric power (kW)	working hour (h)	electricity consumption (kWh/year)
inverter (13 unit)	0.001	365 × 24	8.76
air-condition (control room)	2.600	365 × 19*	18,031.00
computer (control room)	1.200	365 × 19*	8,322.00
total			26,361.76

* Electricity usage from the transmission line is about 19 hours a day.

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

ก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐาน (baseline greenhouse gas emission)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปีฐานสามารถคำนวณได้จากปริมาณไฟฟ้าจากสายส่งที่ถูกแทนที่ด้วยปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์กับค่าแฟคเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตามสมการที่ (1) และ สมการที่ (2) หากพิจารณาตลอดอายุการใช้งานของเซลล์แสงอาทิตย์ 20 ปี (ปี 2559-2578) จะต้องคำนึงถึงค่าการลดลงของประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ด้วย ซึ่งพบว่าประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์จะมีค่าลดลงร้อยละ 0.5 ต่อปี จากประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์เริ่มต้นที่ร้อยละ 13 (Jordan and Kurtz, 2012) ดังนั้น ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบตลอดอายุการใช้งานของระบบมีค่าคาดการณ์ ดังแสดงใน (Figure 4)

จากปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบลดลงส่งผลให้ค่าการปล่อยการเรือนกระจกลดลงในแต่ละปีมีค่าน้อยลงด้วยเช่นกัน ดังแสดงใน (Table 2)

จาก (Figure 4) และ (Table 2) จะเห็นได้ว่าการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์บนเครือข่ายสมาร์ตกริดมีแนวโน้มลดลงตามประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ลดลง ส่งผลให้ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จากการแทนที่ไฟฟ้าจากสายส่งลดลงด้วยเช่นกัน โดยตลอดอายุการใช้งานของแผง 20 ปี ระบบนี้จะสามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้มากถึง 9,908.87 ตัน คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าหรือเฉลี่ยปีละ 495 ตัน คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี ซึ่งในปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้นี้เทียบเท่ากับการปลูกต้นไม้ปีละ 55,000 ต้น (สำนักสิ่งแวดล้อมกรุงเทพมหานคร, 2553)

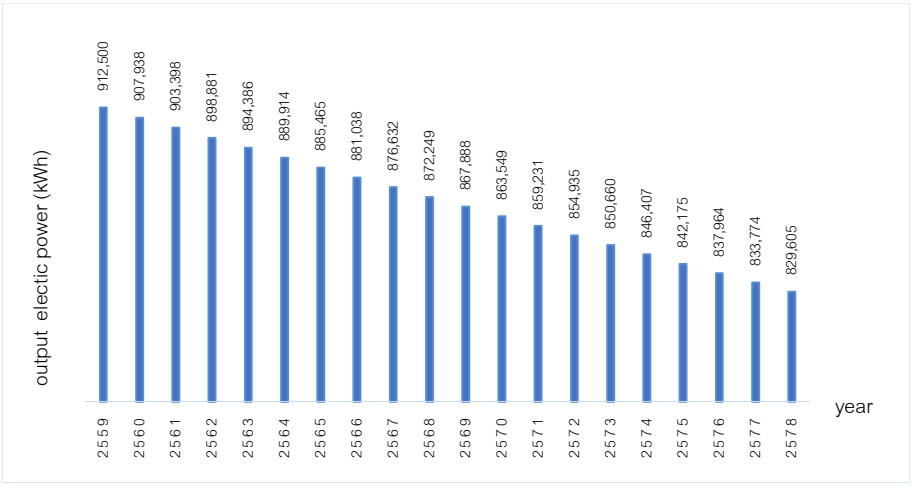

Figure 4 Twenty years forecast of electric power generation from 500 kW PV energy system.

Table 2 Greenhouse gases reduction by electricity generation from the 500 kW photovoltaic cell system.

year	reduced greenhouse gas emissions (tCO_2e)
2559	519.40
2560	516.80
2561	514.21
2562	511.64
2563	509.08
2564	506.54
2565	504.01
2566	501.49
2567	498.98
2568	496.48
2569	494.00
2570	491.53
2571	489.07
2572	486.63
2573	484.20
2574	481.77
2575	479.37
2576	476.97
2577	474.58
2578	472.21
total	9,908.97

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการลดก๊าซเรือนกระจกจากระบบสมาร์ตกริดโดยการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ คือ ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบ ศักยภาพการผลิตไฟฟ้าของระบบสมาร์ตกริดในมหาวิทยาลัยพะเยามีค่าเท่ากับ 1,321 kWh/kWp ต่อปี ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับระบบการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกรวม (polycrystalline) เช่นเดียวกัน พบว่าระบบผลิตไฟฟ้าของระบบสมาร์ตกริดของมหาวิทยาลัยพะเยามีศักยภาพการได้มาของพลังงานไฟฟ้าใกล้เคียงกับพื้นที่ในภูมิภาคอื่นๆ โดยระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต สามารถผลิตไฟฟ้าได้ประมาณ 1,294 kWh/kWp ต่อปี (ธนาพล ตันติสัตยกุล, พีรพล รัศมีธรรมโชติ, และเมฑาพร อุ่ยสกุล, 2560) และระบบผลิตไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยขอนแก่นสามารถผลิตไฟฟ้าได้ 1,431 kWh/kWp ต่อปี (พรสวัสดิ์ พิริยะศรัทธา, 2559) โดยมีความแตกต่างกันประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยความแตกต่างของไฟฟ้าที่ผลิตได้นี้ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ของแต่ละพื้นที่ ชนิดของเซลล์แสงอาทิตย์ มุมของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำการติดตั้ง (โดยเฉพาะเมื่อทำการติดตั้งบนหลังคา) เป็นต้น ซึ่งปัจจัยต่างๆ ที่กล่าวมานี้ล้วนมีผลต่อการผลิตไฟฟ้าของระบบทั้งสิ้น

คาดการณ์การลดก๊าซเรือนกระจก (GHG reduction estimation)

มหาวิทยาลัยพะเยามีแนวโน้มการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปีนับตั้งแต่ก่อตั้งมหาวิทยาลัย (ปี 2554) และคาดว่าจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเช่นนี้ไปเรื่อยๆ เนื่องจากทางมหาวิทยาลัยมีแผนการก่อสร้างอาคารต่างๆ รวมถึงการขยายตัวของโรงพยาบาลของมหาวิทยาลัยที่มีเป้าหมายจะขยายไปถึง 400 เตียง ในปี 2569 จากข้อมูลในปี 2554 พบว่า มหาวิทยาลัยมีข้อมูลการใช้ไฟฟ้าเท่ากับ 9,142,240 หน่วย และในปี 2558 (ปีสุดท้ายก่อนติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์) มีการใช้ไฟฟ้า 13,652,653 หน่วย หรือเพิ่มขึ้นเฉลี่ยปีละ 9.87 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น คาดการณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ปริมาณก๊าซเรือนกระจก ของมหาวิทยาลัยตั้งแต่ปี 2559-2578 ทั้งที่เป็นกรณีฐานและกรณีที่ติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ แสดงดังใน (Figure 5) และ (Figure 6)

จาก (Figure 5) และ (Figure 6) พบว่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าและก๊าซเรือนกระจกหลังจากติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์แล้วจะมีปริมาณลดลงจากกรณีฐาน โดยในปี 2559

ซึ่งระบบเริ่มติดตั้ง จะมีสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากระบบและปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้ร้อยละ 6.01 เมื่อเทียบกับกรณีฐานและจะมีอัตราส่วนที่ลดลงเมื่อเซลล์แสงอาทิตย์มีอายุมากขึ้น เนื่องจากประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ลดลงประกอบกับปริมาณการใช้ไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยเองมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย จึงทำให้ในปี 2578 สัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากระบบและปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้เหลือแค่เพียงร้อยละ 2.12 เท่านั้น

เป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจก (greenhouse gas reduction goal)

การเริ่มต้นของการลดก๊าซเรือนกระจกให้มีประสิทธิภาพนั้น ต้องมีการวางเป้าหมายที่ชัดเจนและมีแผนการดำเนินการที่สอดคล้องเพื่อให้บรรลุเป้าประสงค์ดังกล่าว ดังนั้น หากมหาวิทยาลัยพะเยาต้องการลดก๊าซเรือนกระจกจากภาคการใช้ไฟฟ้าด้วยระบบสมาร์ตกริด โดยมีการตั้งเป้าหมายว่าจะมีการลดร้อยละ 5 ของการ

ใช้ไฟฟ้านั้น ต้องมีการวางแผนการจัดการอย่างต่อเนื่อง ดังจะเห็นได้จากข้อมูลในหัวข้อที่ผ่านมานั้นจะพบว่า หากมีการติดตั้งเพียงแค่ครั้งเดียวนั้นจะไม่สามารถบรรลุเป้าหมาย ร้อยละ 5 ได้ เนื่องจากเซลล์แสงอาทิตย์นั้นมีอายุการใช้งานประกอบกับประสิทธิภาพลดลงทุกปี ดังนั้น หากมหาวิทยาลัยจะลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์จะต้องมีการวางแผนการติดตั้งอย่างต่อเนื่อง แสดงดังใน (Figure 7)

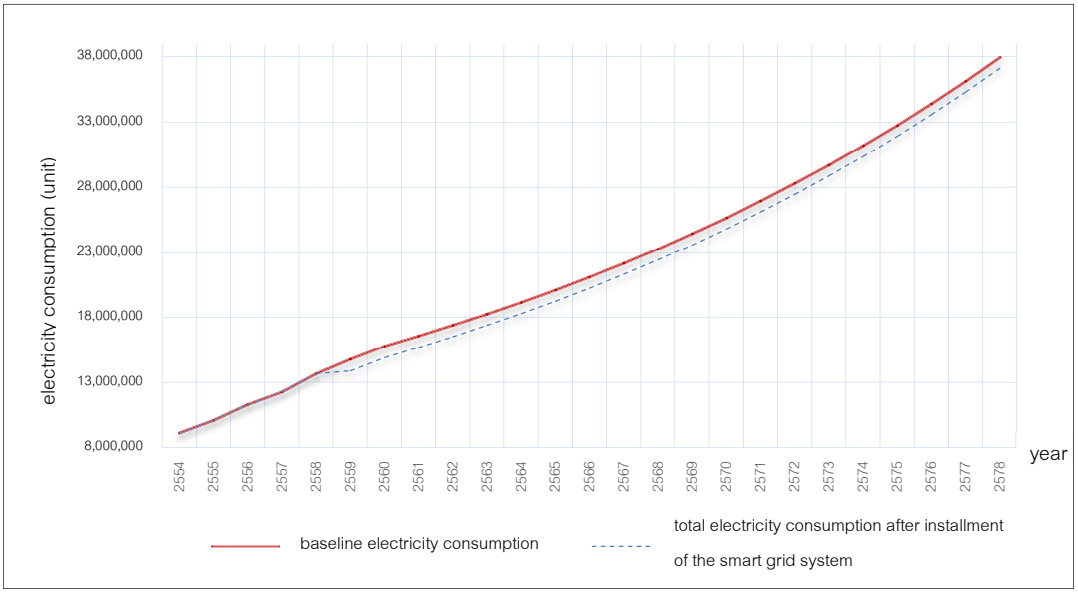

Figure 5 Estimation of electricity consumption in the University of Phayao.

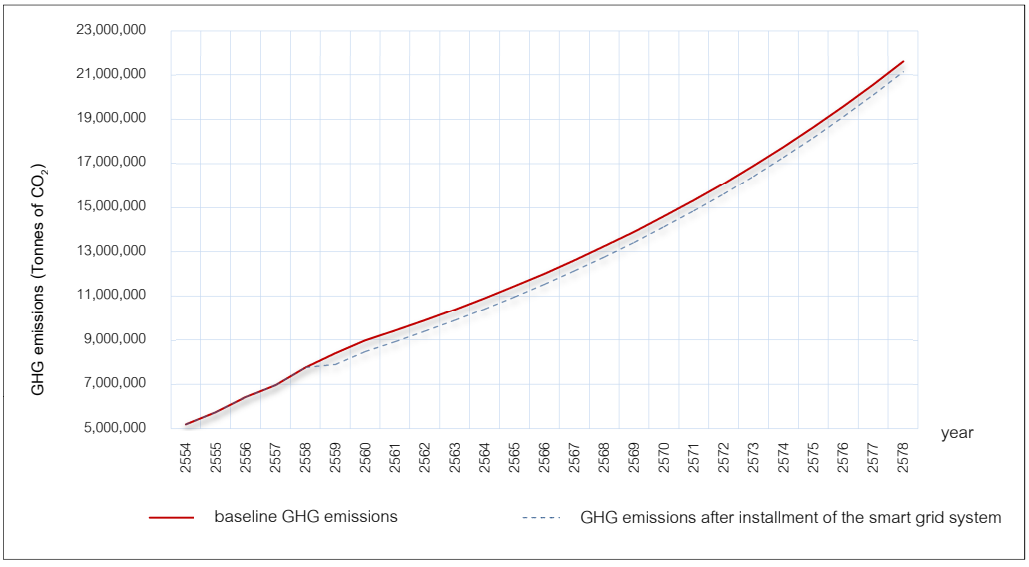

Figure 6 Estimation of GHG emissions from electricity consumption in the University of Phayao.

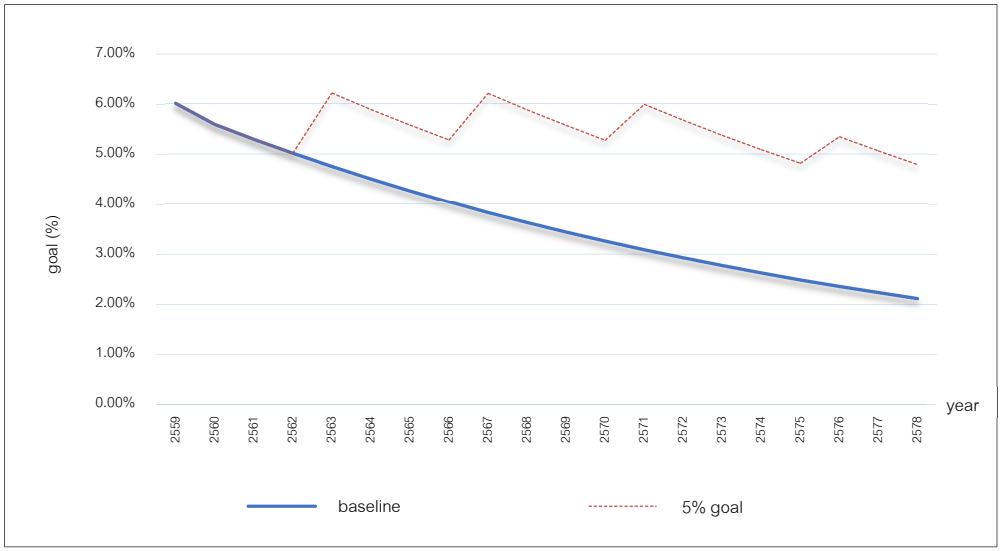

Figure 7 Reduction of greenhouse gas emissions from electrical power transmission lines compared to baseline.

จาก (Figure 7) แสดงการตั้งเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกให้ได้ร้อยละ 5 ดังนั้น ต้องมีการวางแผนการติดตั้งระบบการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพิ่มเติมจากรูปเป็นการวางแผนการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์เพิ่มเติม150 กิโลวัตต์ ทุก 5 ปี โดยเทียบตามสัดส่วนค่าคาดการณ์ที่ลดลงของระบบตลอดอายุการใช้งานของประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อผลิตไฟฟ้าชดเชยให้กับระบบที่มีประสิทธิภาพลดลงทุกปีรวมถึงเพื่อชดเชยการใช้ไฟฟ้าที่มีอัตราเพิ่มขึ้นทุกปี ให้มีปริมาณก๊าซเรือนกระจกให้เป็นไปตามเป้าหมายที่ได้ตั้งเอาไว้

การดำเนินมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกเชิงเดียวจากติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์เพิ่มเติม 150 กิโลวัตต์ ทุก 5 ปี เพื่อให้บรรลุกับเป้าหมายลดก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยพะเยาซึ่งกำหนดไว้ร้อยละ 5 ต่อปี ต้องใช้งบโดยประมาณ 9,000,000 บาท ซึ่งเป็นการลงทุนที่สูง ดังนั้นหากมหาวิทยาลัยพะเยาต้องการที่ลดก๊าซเรือนกระจกจากภาคการใช้ไฟฟ้า อาจจะต้องดำเนินการโดยใช้แนวทางการลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากอุปกรณ์ใช้ไฟฟ้าต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัยควบคู่ไปด้วย จากผลการประเมินการใช้พลังงานในสถานศึกษาต่างๆ ในประเทศไทย พบว่า ในสถานศึกษามีการใช้ไฟฟ้าจากระบบปรับอากาศมากที่สุด ซึ่งสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศเมื่อเทียบกับเท่ากับปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดประมาณ 46-68 เปอร์เซ็นต์ เมื่อดำเนินมาตรการลดการใช้พลังงานด้วยการปรับอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศทุกเครื่องเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส ลดจำนวนชั่วโมงการใช้งานเครื่องปรับอากาศลง 1 ชั่วโมงต่อวัน จากมาตรการดังกล่าวสามารถลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการใช้พลังงานจากเครื่องปรับอากาศได้เท่ากับ 27-47 เปอร์เซ็นต์ (ชูชาติ ผาระนัด, จักรกฤษณ์ จันทรศิริ, และสุจิตรา

ผาระนัด, 2553; การจัดการพลังงานและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2559) ในส่วนของมาตรการอื่นๆ เช่น การลดใช้พลังงานไฟฟ้าระบบแสงสว่าง กำหนดให้ลดจำนวนชั่วโมงการใช้งานหลอดไฟ ลดจำนวนหลอดไฟที่ไม่จำเป็นบริเวณทางเดินและกำหนดให้ปิดไฟทางเดินช่วงพักกลางวันสามารถลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากการใช้พลังงานจากระบบแสงสว่างได้ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ (ฤษณะ วิวัฒนชีวิน, ศักดิชาย รักการ, อัตถกร กลั่นความดี, และธนาคม สกุลไทย์, 2560) เป็นต้น

ซึ่งหากมหาวิทยาลัยพะเยาต้องการบรรลุกับเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกจากภาคการผลิต/ใช้ไฟฟ้า ซึ่งกำหนดไว้ร้อยละ 5 ต่อปี ทางมหาวิทยาลัยพะเยาควรดำเนินการลดก๊าซเรือนกระจกในรูปแบบต่างๆ ร่วมกัน ซึ่งจะดำเนินมาตรการแบบใดนั้นขึ้นอยู่กับบริบทรวมถึงนโยบายทางพลังงานของมาหาวิทยาลัยเอง เพื่อให้สามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้รวมถึงยังสามารถตั้งเป้าหมายให้สูงขึ้นในปีต่อๆ ไปและก้าวสู่การเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวได้อย่างยั่งยืน

สรุป

จากวัตถุประสงค์ของการวิจัยการประเมินก๊าซเรือนกระจกจากการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาด 500 กิโลวัตต์: กรณีศึกษา ระบบสมาร์ตกริดมหาวิทยาลัยพะเยา จากการศึกษาพบว่าระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์บนเครือข่ายสมาร์ตกริดสามารถผลิตไฟฟ้าเพื่อแทนที่การใช้ไฟฟ้าจากสายส่ง ก่อให้เกิดประโยชน์ด้านการสนับสนุนการลดก๊าซเรือนกระจกและการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในการผลิตไฟฟ้า และสามารถช่วยลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าได้เฉลี่ยปีละ 3.71 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสัดส่วนการลดก๊าซเรือนกระจกจะค่อยๆ ลดลงเรื่อยๆ ทุกปีตามประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผลิตปริมาณไฟฟ้าได้ โดยตลอดอายุการใช้งานของเซลล์แสงอาทิตย์ 20 ปี (ปี 2559-2578) และแนวทางในการพัฒนาระบบสมาร์ตกริดในอนาคต ควรเพิ่มระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่ เพื่อให้มีการบริหารจัดการไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง จะสามารถช่วยลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าได้มากยิ่งขึ้น รวมถึงเพื่อให้บรรลุเป้าหมายของประเทศไทยซึ่งได้กำหนดเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกลงร้อยละ 20 ในทุกภาคส่วน ภายในปี ค.ศ. 2030 (พ.ศ. 2573) และรองรับแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก 25 เปอร์เซ็นต์ ใน 10 ปี (พ.ศ. 2555-2564) ซึ่งเป็นการส่งเสริมการนำพลังงานหมุนเวียนมาใช้ เพื่อช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายและลดการพลังงานเชื้อเพลิงและสนับสนุนการลดก๊าซเรือนกระจกเพื่อลดปัญหาภาวะโลกร้อนและผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของโลก

คำขอบคุณ

บทความฉบับนี้ได้ประสบผลสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีจากความช่วยเหลือที่ดียิ่งจาก ผศ.ดร.ณภัทร จักรวัฒนา ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ และคอยให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีตลอดมา จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของท่าน

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2555). *แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก*

25% ใน 10 ปี (พ.ศ. 2555-2564). กรุงเทพฯ: กระทรวงพลังงาน.

กฤษณะ วิวัฒนชีวิน, ศักดิชาย รักการ, อัตถกร กลั่นความดี, และธนาคม สกุลไทย์. (2560). การจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องสำอาง. *ว. มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต, 7*(2), 14-28.

การจัดการพลังงานและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยขอนแก่น. (2559). *รายงานการจัดการพลังงานประจำปี 2559*. ขอนแก่น: กองอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ไกรชาติ ตันตระการอาภา, วิธิดา พัฒนอิสรานุกูล, และวิษณุพงศ์ เกลี้ยงช่วย. (2559). บทบาทของประเทศไทยกับ COP21: การปรับตัวของภาคประชาสังคมต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ. *ว.มมจ., 4*(1), 109-124.

ชูชาติ ผาระนัด, จักรกฤษณ์ จันทรศิริ, และสุจิตรา ผาระนัด. (2553). การใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพภายในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. *ว.มรม., 4*(2), 25-37.

ธนาพล ตันติสัตยกุล, พีรพล รัศมีธรรมโชติ, และเมฆาพร อุ่ยศกุล. (2560). การประเมินผลประโยชน์ทางพลังงาน สิ่งแวดล้อม และเศรษฐศาสตร์สาหรับระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาอาคารภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต. *ว.มธ., 25*(6), 1083-1099.

นภัทร วัจนเทพินทร์, และไชยยันต์ บุญมี. (2558). การทดสอบประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์แบบโมดูลกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่างชนิดกันในสภาวะการใช้งานจริงในประเทศไทย.*วารสารวิชาการ มทร. สุวรรณภูมิ, 3*(2), 137-147.

พรสวัสดิ์ พิริยะศรัทธา. (2559). การใช้เซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาอาคารคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เพื่อการประหยัดพลังงาน. *ว.มข., 15*(1),184-200.

ไพบูลย์ เกียรติสุขคณาธร, กิตติพงศ์ คล้ายดี, และนภัทร วัจนเทพนิทร์. (2559). การประเมินศักยภาพการคืนพลังงานไฟฟ้าสำหรับระบบขับเคลื่อนลิฟต์. *วารสารวิชาการ มทร. สุวรรณภูมิ, 4*(1), 11-23.

สำนักนโยบายและแผนพลังงาน. (2558). *รายงานสถิติพลังงานของประเทศไทย 2015*. กรุงเทพฯ: กระทรวงพลังงาน.

สำนักนโยบายและแผนพลังงาน. (2560). *รายงานสถิติพลังงานของประเทศไทย 2017*. กรุงเทพฯ: กระทรวงพลังงาน.

สำนักวิเคราะห์และติดตามประเมินผล องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2560). *การศึกษาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2557*. กรุงเทพฯ: องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน).

สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร. (2553). *คลายร้อนให้โลก (ที่) รัก*. กรุงเทพฯ: สำนักสิ่งแวดล้อม.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2559). *ระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจสำหรับการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนเพื่อทดแทนการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบสายส่งหรือจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าเข้าสู่ระบบสายส่ง (T-VER-METH-AE-01)*. กรุงเทพฯ: องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน).

Jordan, D. C., & Kurtz, S. R. (2012). Photovoltaic degradation rates: An analytical review. *Progress in Photovoltaics: Research and Applications (NREL/JA-5200-51664), 21*(1), January 2013.