O-CP20

โปรแกรมทำนายผลการผลิตไฟฟ้าจากระบบเซลล์แสงอาทิตย์และประเมินความคุ้มทุนภายใต้ระบบ Feed in Tariff ของประเทศไทยในพื้นที่เป้าหมาย

ยอดธง เม่นสิน[1] , สุขฤดี สุขใจ[1]

[1] วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร 65000 E-mail: yod_com@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้มุ่งพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ทำนายผลกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคา (PV Rooftop) โดยมีฐานข้อมูลรังสีอาทิตย์ของทุกตำบลในประเทศไทยเป็นข้อมูลนำเข้าของโปรแกรม ผู้วิจัยเลือกใช้ Microsoft Visual Basic เป็นภาษาที่ใช้พัฒนาระบบ Microsoft Access เป็นฐานข้อมูลค่ารังสีอาทิตย์ของทุกตำบลในประเทศ รูปแบบการคำนวณค่าต่างๆ ใช้เทคนิคการแทนค่าสมการเชิงเส้น วิเคราะห์ค่า R^2 และหาความสัมพันธ์ของ 2 ตัวแปร เพื่อให้โปรแกรมมีความรวดเร็วในการแสดงผล ผลการพัฒนาพบว่าโปรแกรมสามารถแสดงจำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ผลิตได้ รายได้จากการขายไฟฟ้าแบบรายเดือน จำนวนเงินที่ใช้ในการลงทุนติดตั้งระบบ ค่าการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วย(COE) และค่าการคืนทุน (Payback Period) โดยค่าต่างๆ นี้ จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้มีความประสงค์จะติดตั้งระบบฯ ดังกล่าว ซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจ ก่อนที่จะมีการติดตั้งระบบฯ จริงได้

คำสำคัญ: ระบบเซลล์แสงอาทิตย์; ความคุ้มทุน; โปรแกรมทำนายผล; Feed in Tariff

1. ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันทิศทางการใช้งานพลังงานมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง สวนทางกับแหล่งพลังงานสำรองจากฟอสซิลที่นับวันจะลดลง ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญของประเทศและของโลก ส่งผลให้รัฐบาลได้มีนโยบายที่จะขยายการใช้พลังงานทดแทนให้มีสัดส่วนเพิ่มมากขึ้น เพื่อลดการสิ้นเปลืองของการนำเข้าพลังงาน และส่งเสริมให้เกิดการใช้พลังงานทดแทน โดยปัจจุบันรัฐบาลได้มีการส่งเสริมระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา (Solar Rooftop) ให้ได้ 1,000 เมกะวัตต์ใน 10 ปี โดยพิจารณาติดตั้งระบบดังกล่าวในอาคารบ้านเรือน บ้านจัดสรร คอนโดมิเนียม โรงงาน อุตสาหกรรม อาคารสำนักงาน และอาคารภาครัฐ โดยรัฐบาลมีการสนับสนุนในการรับซื้อไฟฟ้าจากเจ้าของอาคาร [1]

จากโครงการดังกล่าวในอนาคตอันใกล้ประเทศไทยจะมีระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาเป็นจำนวนมาก ผลที่ตามมาจะเกิดคำถามถึงความคุ้มค่าของการลงทุนในการติดตั้งระบบฯ จากคำถามดังกล่าวผู้วิจัยจึงเกิดแนวคิดในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อทำนายผลการผลิตกระแสไฟฟ้าจากการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาบ้าน และทำการคำนวณหาความคุ้มทุนทางด้านเศรษฐศาสตร์ โดยผลของการพัฒนานี้ จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้มีความประสงค์จะติดตั้งระบบฯ ดังกล่าว ซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจ ก่อนที่จะมีการติดตั้งระบบฯ จริงได้

2. แนวคิดและทฤษฎี

การพัฒนาโปรแกรมฯ จำเป็นจะต้องอาศัยทฤษฎีเกี่ยวกับการประเมินประสิทธิภาพของเทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์ควบคู่กับการประเมินความคุ้มทุนทางด้านเศรษฐศาสตร์ โดยผู้วิจัยจะขอกล่าวถึงรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1. การประเมินประสิทธิภาพเซลล์แสงอาทิตย์ การวิเคราะห์ประสิทธิภาพทางเทคนิคของการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ใช้วิธีการวิเคราะห์ทางด้านเทคนิค โดยอ้างอิงจาก International Energy Agency Photovoltaic Power Systems TASK 2 – Performance, Reliability and Analysis of Photovoltaic Systems (IEA PVPS Task 2) [2] ซึ่งได้กำหนดให้มีการวิเคราะห์ตัวแปรต่างๆ ดังต่อไปนี้

พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในทางทฤษฎี (Reference Yield) หาได้จากสมการ

$$Y_r = H_i/G_{STC} \quad (2.1)$$

Y_r คือ พลังงานไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้ต่อกำลังติดตั้งในทางทฤษฎี (kWh/kWp)
H_i คือ พลังงานจากรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นผิวแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (kWh/m^2)
G_{STC} คือ ค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ที่สภาวะมาตรฐานการทดสอบเซลล์แสงอาทิตย์ STC = 1 kW/m^2
พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Array Yield) หาได้จากสมการ

$$Y_A = E_A/P_O \quad (2.2)$$

Y_A คือ พลังงานไฟฟ้าที่เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้ต่อกำลังติดตั้ง (kWh/kWp)
E_A คือ พลังงานไฟฟ้าที่เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้ (kWh)
P_O คือ กำลังไฟฟ้าติดตั้งสูงสุดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Wp)
ประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Array Efficiency) หาได้จากสมการ

$$\eta_A = E_A/H_iA_A \quad (2.3)$$

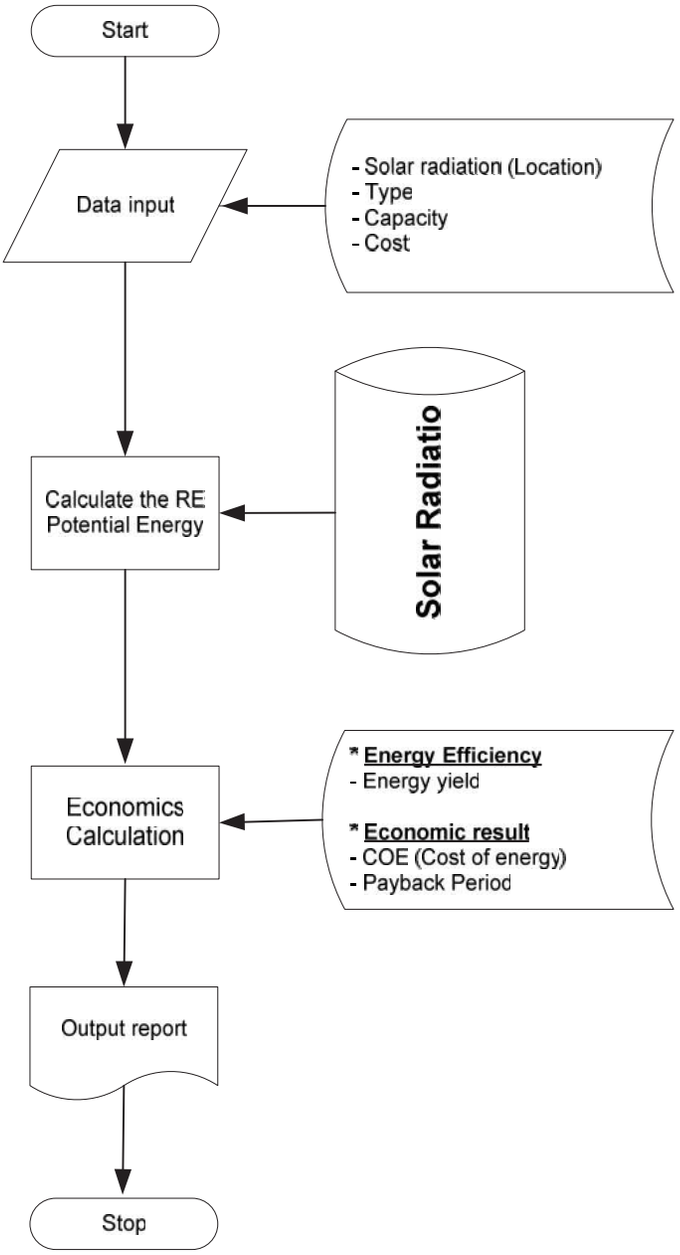
η_A คือ ประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

A_A คือ พื้นที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (m^2)

2.2. การวิเคราะห์การลงทุนการผลิตไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์ การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ เป็นการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านต้นทุนการผลิตพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วย และระยะเวลาคืนทุน โดยมีข้อมูลและสมมุติฐานในการวิเคราะห์ คือ เงินลงทุนเริ่มในการสร้างระบบจะขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดกำลังการผลิตไฟฟ้าของเทคโนโลยี รวมถึงค่าโครงสร้าง ค่าติดตั้ง ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาตัวแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter) โดยจะมีการเปลี่ยนตัวใหม่ในปีที่ 13 และคิดค่าประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าซึ่งจะมีการลดลงของเทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์ในช่วงอายุการทำงานในแต่ละปีเท่ากับ 0.8% โดยในการคำนวณระยะคืนทุนจะกำหนดให้มูลค่าไฟฟ้าต่อหน่วยเท่ากับ 6.96 บาท โดยราคาดังกล่าวการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยจะเป็นผู้รับซื้อไฟฟ้าจากเจ้าของระบบฯ นั้นเอง

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้มุ่งพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยเลือกใช้ Microsoft Visual Basic เป็นเครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรมพร้อมกับการจัดทำฐานข้อมูลรังสีอาทิตย์ของประเทศไทย ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

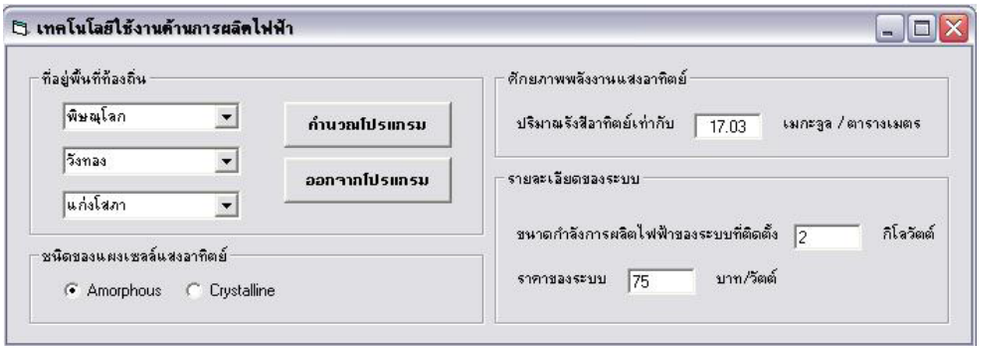


รูปที่ 1: แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

จากรูปที่ 1 ผู้วิจัยได้ออกแบบการรับเข้าข้อมูลประกอบด้วย พื้นที่ที่จะทำการติดตั้งระบบ ชนิดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ กำลังการผลิต และราคา เมื่อผู้ใช้งานใส่ค่าดังกล่าว โปรแกรมจะทำการดึงค่าจากฐานข้อมูลรังสีอาทิตย์ของประเทศไทย [3] และนำมาคำนวณค่ากระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ของพื้นที่นั้นๆ โดยค่ากระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะส่งผลต่อการคิดคำนวณค่าทางเศรษฐศาสตร์ต่อไป

4. ผลการพัฒนาโปรแกรม

โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจะสามารถแสดงค่าต่างๆ ซึ่งจะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่มีความประสงค์จะติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาบ้าน แต่ยังไม่แน่ใจในเรื่องความคุ้มทุน โดยผู้วิจัยจะแบ่งการนำเข้าข้อมูลของโปรแกรมดังรูป



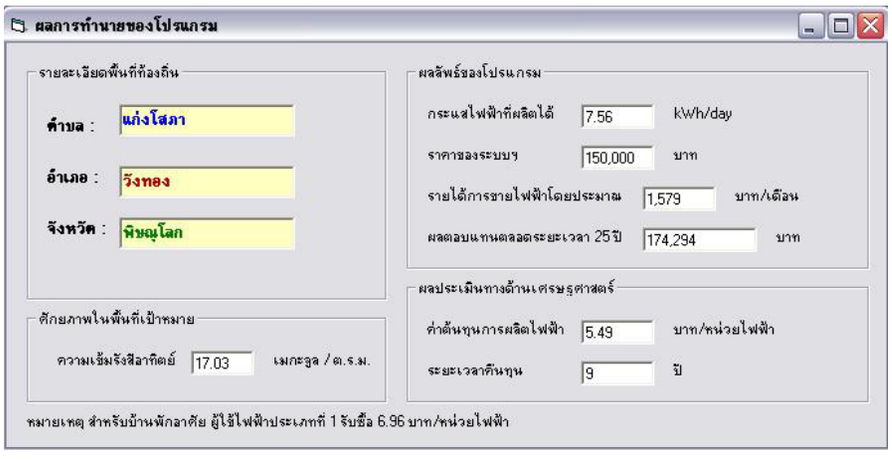
รูปที่ 2: หน้าจอหลักการนำเข้าข้อมูลของโปรแกรม

ส่วนที่ 1 คือส่วนของรายละเอียดพื้นที่เป้าหมายที่มีความต้องการจะใช้งานโปรแกรม โดยการเลือกพื้นที่จังหวัด อำเภอและตำบลในโปรแกรมนี้ ในรูปที่ 2 แสดงตัวอย่างการใช้ข้อมูลของพื้นที่ใน ตำบลแก่งโสภา อำเภอวังทอง จ.พิษณุโลก เป็นพื้นที่เป้าหมาย

ส่วนที่ 2 คือ ปริมาณรังสีอาทิตย์ของพื้นที่เป้าหมาย โดยในตัวอย่างจะแสดงค่าของพื้นที่เป้าหมายเท่ากับ 17.03 เมกะจูล/ตาราเมตร

ส่วนที่ 3 คือ ชนิดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยจะแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ Amorphous และ Crystalline โดยจะขอยกตัวอย่างในการคำนวณเป็นชนิด Amorphous

ส่วนที่ 4 คือ ขนาดกำลังการผลิตไฟฟ้าของระบบที่จะติดตั้ง และ ราคาของระบบฯ โดยในตัวอย่างเลือกติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าขนาด 2 กิโลวัตต์ และราคาของระบบเท่ากับ 75 บาท/วัตต์



รูปที่ 3: หน้าจอแสดงผลลัพธ์ของโปรแกรม

หลังจากที่โปรแกรมรับค่าการนำเข้าข้อมูล โปรแกรมสามารถแสดงผลการคำนวณ (รูปที่ 3) โดยจะแสดงข้อมูลที่เป็นประโยชน์สำหรับตัดสินใจในการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าดังกล่าว โดยจะแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของผลลัพธ์โปรแกรม ซึ่งมีการแสดงผลของกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อวัน ราคาของระบบฯ และรายได้การขายไฟฟ้าโดยประมาณต่อเดือน และในส่วนที่ 2 จะเป็นส่วนของผลประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์ของการติดตั้งระบบฯ โดยจะแสดงผลในส่วนของค่าต้นทุนการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วย และระยะเวลาการคืนทุนของระบบ ซึ่งจากการเลือกพื้นที่เป้าหมาย คือ ต.แก่งโสภา อ.วังทอง จ.พิษณุโลก มีค่าความเข้มรังสีอาทิตย์เท่ากับ 17.03 เมกะจูล/ต.ร.ม. ชนิดของแผงเซลล์คือ Amorphous กำลังการผลิต 2 กิโลวัตต์ และราคา 75 บาท/วัตต์ โปรแกรมสามารถแสดงผลลัพธ์ได้ดังนี้

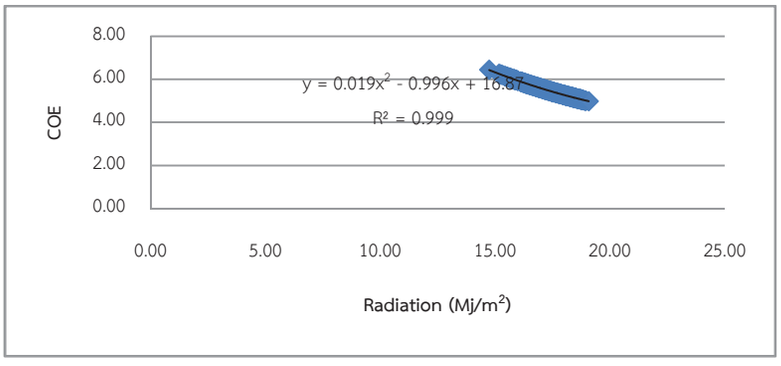
- กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ 7.56 kWh/day
- ราคาของระบบฯ ขนาด 2 กิโลวัตต์ เท่ากับ 150,000 บาท

- รายได้การขายไฟฟ้าโดยประมาณ 1,579 บาท/เดือน
- ผลตอบแทนตลอดระยะเวลา 25 ปี เท่ากับ 174,294 บาท (หักค่าติดตั้งระบบและซ่อมบำรุงตลอดระยะเวลา 25 ปี)
- ค่าต้นทุนการผลิตไฟฟ้า 5.49 บาท/หน่วยไฟฟ้า
- ระยะเวลาคืนทุน 9 ปี

4.1 ผลการทดลอง

4.1.1. ความถูกต้องของโปรแกรม โปรแกรมสำหรับการทำนายผลฯ มีความถูกต้องอยู่ในระดับสูง เนื่องจากข้อมูลที่ป้อนเข้าสู่โปรแกรมเป็นข้อมูลที่เชื่อถือได้ เนื่องจากศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้ข้อมูลจากแผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย ซึ่งมีการเก็บข้อมูลค่ารังสีอาทิตย์แบบเฉลี่ยรายปีของทุกตำบลในประเทศไทย โดยข้อมูลดังกล่าวได้มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย

4.1.2. ความรวดเร็วของโปรแกรม โปรแกรมได้รับการออกแบบให้มีขั้นตอนการคำนวณค่าให้น้อยที่สุด เนื่องจากโปรแกรมจะต้องติดต่อกับฐานข้อมูลขนาดใหญ่ (ฐานข้อมูลรังสีอาทิตย์) โดยการลดขั้นตอนการคำนวณค่าที่ไม่จำเป็นออกไป ซึ่งใช้เทคนิคการแทนค่าสมการเชิงเส้น วิเคราะห์ค่า R^2 และหาความสัมพันธ์ของ 2 ตัวแปร ส่งผลให้โปรแกรมมีความรวดเร็วมากยิ่งขึ้น



รูปที่ 4: กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่ารังสีอาทิตย์และค่าการผลิตพลังงานต่อหน่วยไฟฟ้า

ผู้วิจัยได้เลือกชุดข้อมูลที่ได้คำนวณ และนำมาแปลงเป็นกราฟ (ดังรูปที่ 4) เพื่อหาความสัมพันธ์ของสมการเชิงเส้น จากชุดข้อมูลดังกล่าวจะได้สมการความสัมพันธ์เชิงเส้นคือ $y=0.0196x^2 - 0.9967x + 16.876$ และมีค่า $R^2 = 0.9998$ หลังจากที่ได้สมการเชิงเส้นแล้ว ผู้วิจัยจะนำค่าสมการดังกล่าวใส่ลงในโปรแกรมฯ โดยเมื่อระบบฯ อ่านค่าจากฐานข้อมูลรังสีอาทิตย์ในแต่ละตำบลของประเทศแล้ว โปรแกรมฯ จะสามารถคำนวณค่า COE ได้จากค่ารังสีอาทิตย์ทันที

4.1.3. การใช้งานโปรแกรม ผู้วิจัยได้มีการวิเคราะห์ และออกแบบในส่วนของการติดต่อกับผู้ใช้งาน (Graphic User Interface; GUI) ให้มีความเรียบง่าย ไม่ซับซ้อน ลดจำนวนข้อมูลนำเข้าสู่ระบบให้น้อยที่สุด แต่ยังคงคำนึงถึงความถูกต้องของข้อมูล เพื่อให้สามารถใช้งานโปรแกรมได้โดยง่าย

5. สรุปผลการทดลอง

โปรแกรมฯ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นนี้ สามารถทำนายผลกระแสไฟฟ้าที่ระบบฯ พร้อมกับมีการประเมินความคุ้มทุนทางด้านเศรษฐศาสตร์ของระบบฯ ภายใต้เงื่อนไขของ Feed in Tariff ประเทศไทย โดยโปรแกรมสามารถแสดงจำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ผลิตได้ รายได้จากการขายไฟฟ้าแบบรายเดือน ผลตอบแทนตลอดระยะเวลา 25 ปี จำนวนเงินที่ใช้ในการลงทุนติดตั้งระบบ ค่าการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วย (COE) และค่าการคืนทุน (Payback Period) โดยค่าต่างๆ นี้ จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้มีความประสงค์จะติดตั้งระบบฯ ดังกล่าว ซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจ ก่อนที่จะมีการติดตั้งระบบฯ จริงได้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] การไฟฟ้านครหลวง. (online). การรับซื้อไฟฟ้าจาก VSPP. Available: http://www.mea.or.th/profile/index.php?l=th&tid=3&mid=2996&pid=2995 (2557, สิงหาคม)

[2] International Standard IEC 61724. (2014). "*Photovoltaic system performance monitoring- guidelines for measurement, data exchange and analysis*". Retrieved April 2014, from http://www.pvresources.com/Standards/PVSystems.aspx

[3] S. Janjai. (2010). "*Solar Radiation Maps from Satellite Data for Thailand*", Solar Energy Research Laboratory, Department of Physics, Silpakron University.