

การพัฒนาโปรแกรมผู้เชี่ยวชาญสำหรับการออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดติดตั้งบนหลังคา โดยพิจารณาข้อจำกัดร่วมในสภาวะงานจริงอย่างเหมาะสม

A Novel Technique for Developing an Expert System for Designing Rooftop Photovoltaic Systems Considering Practical Constraints

เกียรติศักดิ์ น้ำทิพย์ชลธร¹, ชาย ชมภูอินไหว²

¹ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง kiattisak.tea19@gmail.com

²ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง chai.ch@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอโปรแกรมคำนวณขนาดติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อสายส่งไฟฟ้า (PV On-Grid System) ที่ถูกพัฒนาขึ้นซึ่งมีชื่อว่า PV.On-gridV1.0 โปรแกรมนี้ถูกสร้างขึ้นโดยใช้หลักการวิธีการคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าติดตั้งทางวิศวกรรมไฟฟ้าเพื่อหาขนาดติดตั้งของระบบ Solar PV จากผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ด้านการออกแบบระบบพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถคำนวณขนาดกำลังไฟฟ้าติดตั้งที่เหมาะสมได้อย่างรวดเร็ว โดยใช้ข้อมูลเงื่อนไขการพิจารณาสำคัญ 3 ประการ คือ ความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ย (Load Profile) ขนาดพื้นที่ที่มีอยู่ (Area) และข้อมูลค่าไฟฟ้าที่ต้องการลดเฉลี่ยต่อเดือน (Electric bill) ผลจากการคำนวณจะได้ขนาดกำลังการติดตั้งที่เหมาะสมเป็นค่าประมาณ ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจลงทุนและการออกแบบระบบ PV On Grid ได้ในอนาคต

คำสำคัญ: PV.On-gridV1.0, ขนาดกำลังผลิตติดตั้งระบบ PV On Grid, การคำนวณขนาดระบบพลังงานแสงอาทิตย์

Abstract

This article presents a program for calculating the installation size of a grid-connected solar power generation system (PV On-Grid System), named PV.On-gridV1.0. This program was developed using the principles of electrical engineering power calculation methods to determine the installation size of a solar PV system. Experts with experience in solar power system design aim to help users quickly calculate the appropriate installed power size by considering three key criteria: average maximum power demand (Load Profile), available area (Area), and average monthly electricity bill (Electric bill). The calculation results will provide an approximate appropriate installation power size, which can be used as a guideline for investment decisions and future PV On-Grid system design.

Keywords: PV.On-gridV1.0, PV On Grid system installation capacity analysis, solar PV system sizing calculation

1. บทนำ

การติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Photovoltaic : PV) ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในประเทศไทย ทั้งในภาคครัวเรือนและอุตสาหกรรม เนื่องจากสามารถช่วยลดการพึ่งพาพลังงานไฟฟ้าจากระบบสายส่งหลัก (Grid) และยังมีศักยภาพในการประหยัดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในระยะยาว จากการวิเคราะห์ความคุ้มค่าเบื้องต้น พบว่าต้นทุนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์อยู่ที่ประมาณ 0.9 บาทต่อหน่วย ในขณะที่ค่าไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าอัตรา TOU (Time of Use) มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 4.0–4.5 บาทต่อหน่วย [1] อีกทั้งรัฐบาลไทยยังมีนโยบายรับซื้อไฟฟ้าส่วนเกินจากระบบ Solar Rooftop ในราคา 2.20 บาทต่อหน่วย สำหรับระบบขนาดไม่เกิน 10 kW [2] ซึ่งสอดคล้องกับแผนพัฒนาพลังงานทดแทน (AEDP 2024) ที่กำหนดเป้าหมายให้พลังงานทดแทนมีสัดส่วนร้อยละ 51 ของการผลิตไฟฟ้าทั้งหมดภายในปี พ.ศ. 2580 [3] อย่างไรก็ตาม แม้จะมีแนวโน้มเชิงบวกในการส่งเสริมพลังงานทดแทน แต่ในด้านการวิเคราะห์ออกแบบและคำนวณขนาดระบบ PV ที่เหมาะสมยังคงต้องเผชิญกับข้อจำกัดทางด้านการออกแบบ โดยปัจจุบันมีโปรแกรมช่วยคำนวณที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล เช่น PVWatts Calculator ของ National Renewable Energy Laboratory (NREL) [5] ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย แต่เน้นข้อมูลสภาพอากาศและพารามิเตอร์มาตรฐานสากล และ PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) [6] ที่พัฒนาโดย European Commission ซึ่งมีข้อมูลครอบคลุมหลายประเทศแต่ไม่ได้ปรับแต่งให้สอดคล้องกับบริบทเฉพาะของประเทศไทย ปัญหาหลักที่พบในการใช้โปรแกรมเหล่านี้คือความไม่สอดคล้องกับโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าของไทยที่มีความซับซ้อนและแตกต่างกันตามประเภทมิเตอร์ การใช้ข้อมูลสภาพอากาศมาตรฐานซึ่งอาจไม่สะท้อนค่าความเข้มแสงอาทิตย์หรือ Peak Sun Hours (PSH) ที่แท้จริงในแต่ละภูมิภาค รวมถึงการไม่พิจารณาลักษณะการใช้งานไฟฟ้าเฉพาะของผู้ใช้ไทยและข้อจำกัดด้านพื้นที่ติดตั้ง เช่น ขนาดและประเภทของหลังคา ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อ

ประสิทธิภาพและความคุ้มค่าของการลงทุนในระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทย

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมที่ใช้หลักการทางวิศวกรรมไฟฟ้าร่วมกับข้อมูลเชิงสถิติและปัจจัยเฉพาะของประเทศไทย เพื่อช่วยคำนวณขนาดติดตั้งระบบ PV On Grid ที่เหมาะสม อันจะช่วยให้ผู้สนใจสามารถวิเคราะห์และตัดสินใจลงทุนได้อย่างมีข้อมูลเชิงวิศวกรรมที่ถูกต้องและเชื่อถือได้

2. หลักการที่เกี่ยวข้อง

การออกแบบระบบ PV ที่มีประสิทธิภาพต้องพิจารณาปัจจัยหลายประการ ได้แก่ ปริมาณพลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้รับ (Solar Irradiance) ประสิทธิภาพของแผงโซลาร์เซลล์ ประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์ และสถานะแวดล้อมในการติดตั้ง [7] โดยทั่วไปแล้ว ประสิทธิภาพรวมของระบบ (System Efficiency) จะอยู่ในช่วง 75-85% ขึ้นอยู่กับคุณภาพของอุปกรณ์และการออกแบบ [8]

2.1 การหาค่ากำลังไฟฟ้าของ PV จากค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าเฉลี่ย

ค่ากำลังไฟฟ้าของระบบ PV ที่ต้องการหานี้จะต้องนำค่าเฉลี่ยของ Demand Load ที่ทราบแล้ว นำมาเป็นเงื่อนไขหลักในการคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าผลิตติดตั้งของ PV [7] โดยจะมีค่า Factor บางอย่างที่เกี่ยวข้องกับเงื่อนไขสถานที่นั้นๆ ซึ่งจะคำนวณหาได้จากการคำนวณ 2 แบบคือ

2.1.1 แบบข้อมูล Power demand

$$\text{จะใช้สมการ } PV = 0.7 \times P \times 1.2 \quad (1)$$

2) แบบ Energy demand

$$\text{จะใช้สมการ } PV = \frac{E}{9} \times 1.2 \quad (2)$$

เมื่อ PV คือ ค่ากำลังไฟฟ้าของระบบโซลาร์เซลล์ที่ต้องการหา
P คือ ค่าเฉลี่ยของโหลดตามประเภทที่เลือก
PSH คือ ค่า Peak Sun Hour ของพื้นที่นั้นๆ
0.7 คือ ค่าคงที่ประมาณการใช้กำลังไฟฟ้า
E คือค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้งาน (kWh)

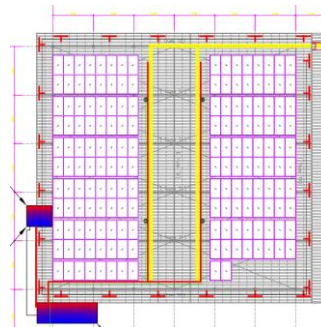
2.2 การหาค่ากำลังไฟฟ้าของ PV จากขนาดพื้นที่หลังคา

พื้นที่หลังคามีหลายประเภท ซึ่งแต่ละประเภทมีเงื่อนไขการใช้พื้นที่ได้ต่างกัน เนื่องจากแผง PV ที่ใช้กันโดยทั่วไปไม่สามารถทำให้เข้ารูปตามรูปแบบของพื้นที่หลังคาแต่ละประเภท บทความนี้จะนำเสนอรูปแบบหลังคา 3 ประเภทมาหาค่าเฉลี่ยของพื้นที่ที่สามารถใช้งานติดตั้งแผง PV ได้ โดยได้ทำการออกแบบจากกระยะหลังคาจริงของแต่ละประเภทได้ดังนี้

2.2.1 พื้นที่ที่สามารถใช้งานได้ของหลังคาทรงจั่ว

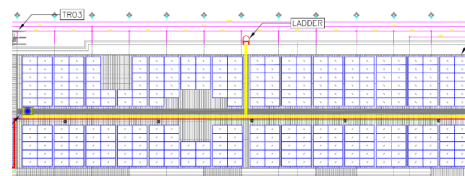
อาคารที่ 1 เป็นหลังคาทรงจั่วที่ส่วนกลางของหลังคามีโครงสร้างของหลังคาเป็น Vent Hood Roof ซึ่งมีพื้นที่หลังคาตามแบบโครงสร้าง

1,156 ตร.ม. (วัดขนาดจากแบบอาคาร มุมมอง Top View) แผง PV ที่นำมาใช้ออกแบบมีขนาด 2.79 ตร.ม. หรือประมาณ 2.80 ตร.ม. (2.465x1.134) เมื่อทำการออกแบบจัดวางแผง PV จะสามารถติดตั้งแผงได้ 170 แผ่น (หากวางเต็มจะวางได้ 176 แผ่น แต่เนื่องจากเงื่อนไขการออกแบบขนาดกำลังไฟฟ้าที่เหมาะสมต้องใช้ 170 แผง การออกแบบจึงเลือกใช้ 170 แผง) ซึ่งจะคิดเป็น 476 ตร.ม. หรือคิดเป็น 41.17% ของพื้นที่หลังคา



รูปที่ 1 อาคารที่ 1 เป็นหลังคาทรงจั่ว

อาคารที่ 2 เป็นหลังคาทรงจั่ว มีพื้นที่หลังคาตามแบบ 1,314 ตร.ม. (วัดขนาดจากแบบอาคาร มุมมอง Top View) แผง PV ที่นำมาใช้ออกแบบมีขนาด 2.79 ตร.ม. หรือประมาณ 2.80 ตร.ม. (2.465x1.134) เมื่อทำการออกแบบจัดวางแผง PV จะสามารถติดตั้งแผงได้ 290 แผ่น (หากวางเต็มจะวางได้ 308 แผ่น แต่เนื่องจากเงื่อนไขการออกแบบขนาดกำลังไฟฟ้าที่เหมาะสมต้องใช้ 290 แผง การออกแบบจึงเลือกใช้ 290 แผง) ซึ่งจะคิดเป็น 812 ตร.ม. หรือคิดเป็น 61.79% ของพื้นที่หลังคา

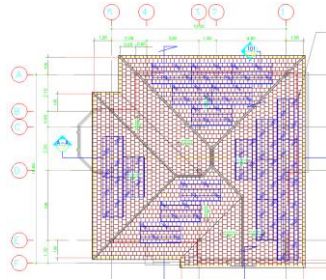


รูปที่ 2 อาคารที่ 2 เป็นหลังคาทรงจั่ว

สรุป พื้นที่ของหลังคาทรงจั่วที่สามารถใช้งานได้หากไม่คำนึงถึงเงื่อนไขอื่นๆในการออกแบบ สำหรับการติดตั้งระบบ Solar Cell มีค่าประมาณ 60%-70% ของพื้นที่ทั้งหมด

2.2.2 พื้นที่ที่สามารถใช้งานได้ของหลังคาทรงปั้นหยา

หลังคาทรงปั้นหยา เป็นรูปแบบหลังคาใช้กันแพร่หลายในอาคารประเภทที่อยู่อาศัย จากตัวอย่างบ้านมีขนาดหลังคา 129 ตร.ม. ทำการออกแบบวางแผง PV ได้จำนวน 20 แผ่น มีขนาดพื้นที่ 56 ตร.ม. หรือคิดเป็นพื้นที่ที่สามารถใช้งานได้เพื่อติดตั้งแผง PV ได้ 43.41% ของพื้นที่ทั้งหมด



รูปที่ 3 อาคารหลังคาทรงปั้นหยา

2.2.3 พื้นที่ที่สามารถใช้งานได้ของหลังคาทรงเพิงแหงน

หลังคาประเภทเพิงแหงน เป็นหลังคาที่สามารถติดตั้งแผง PV ได้มากที่สุด เนื่องจากมีจุดอ่อน้อย และพื้นที่ค่อนข้างสม่ำเสมอ โดยจากการออกแบบโรงงานแห่งหนึ่ง มีพื้นที่หลังคา 8,346 ตร.ม. ทำการออกแบบวางแผน PV ได้จำนวน 2,360 แผ่น (2.7 ตร.ม./แผ่น) เป็นพื้นที่ 6,372 ตร.ม. คิดเป็น 76.34% ของพื้นที่หลังคาทั้งหมด



รูปที่ 4 อาคารหลังคาทรงเพิงแหงน

จากค่าสถิติพื้นที่หลังคาที่สามารถใช้งานได้แต่ละแบบสรุปได้ดังตารางนี้ ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์การใช้งานของพื้นที่แต่ละประเภท

ประเภทหลังคา	เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ ที่สามารถติดตั้งโซลาร์เซลล์ได้ (%)
หลังคาจั่ว (Gabel Roof)	65%
หลังคาปั้นหยา (Hip Roof)	50%
หลังคาทรงเพิงแหงน (Lean-to Roof)	75%

2.3 การหาค่ากำลังไฟฟ้าของ PV จากค่าไฟฟ้าที่ต้องการ

ลด

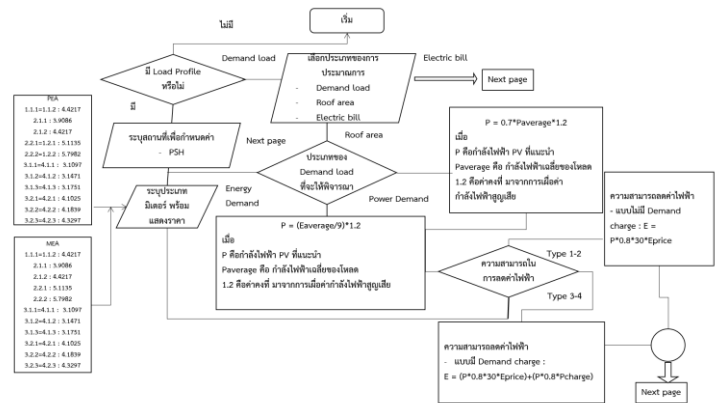
การนำค่าไฟฟ้าที่ต้องการลดมาเป็นโจทย์ เพื่อประมาณการการลงทุน ทำให้ผู้ใช้งานได้ประเมินเบื้องต้นเกี่ยวกับความสามารถในการลงทุน โดยเฉลี่ยแล้วกำลังไฟฟ้าของระบบ PV จะสามารถลดค่าไฟฟ้าได้ประมาณ 500 – 600 บาท/1 kW [13]

2.4 ข้อมูลพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทย

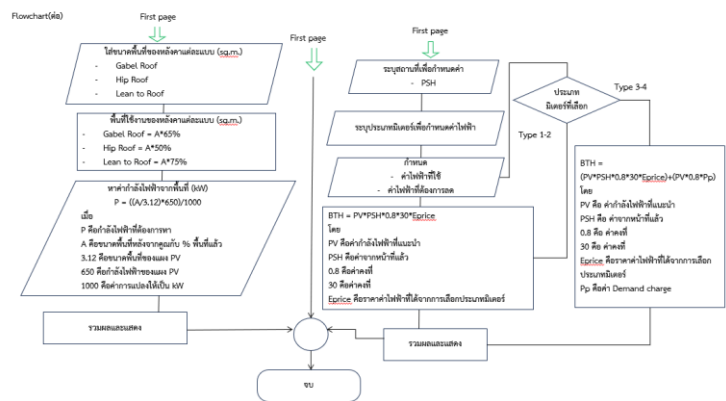
ประเทศไทยมีศักยภาพด้านพลังงานแสงอาทิตย์สูง โดยมีค่า Peak Sun Hours (PSH) เฉลี่ย 4.5-5.5 ชั่วโมงต่อวัน ขึ้นอยู่กับพื้นที่และฤดูกาล

[12] ข้อมูลนี้เป็นพื้นฐานสำคัญในการคำนวณผลผลิตพลังงานที่คาดหวังจากระบบ PV

3. วิธีการทำงานของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น



รูปที่ 5 แผนผังการทำงานของโปรแกรม

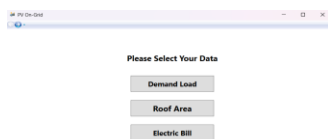


รูปที่ 6 แผนผังการทำงานของโปรแกรม (ต่อ)

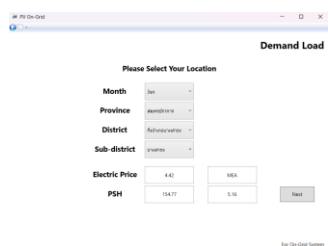
โปรแกรมมีการพิจารณาปัจจัยหลายประการ ได้แก่ ปริมาณพลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้รับ (Solar Irradiance) ประสิทธิภาพของแผงโซลาร์เซลล์ ประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์ และสภาวะแวดล้อมในการติดตั้ง [7] โดยทั่วไปแล้ว ประสิทธิภาพรวมของระบบ (System Efficiency) จะอยู่ในช่วง 75-85% ขึ้นอยู่กับคุณภาพของอุปกรณ์และการออกแบบ [8] ดำเนินการโดยการกรอกข้อมูลตามเงื่อนไขที่มีอยู่ในโปรแกรม ซึ่งโปรแกรมจะทำการประมวลผลและแสดงผลการประมาณการที่เกี่ยวข้องโดยอัตโนมัติ ทั้งนี้ โปรแกรมได้รับการออกแบบให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลตามประเภทและลักษณะที่ผู้ใช้ระบุไว้ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่สอดคล้องกับข้อมูลเบื้องต้นที่นำเข้า โดยข้อมูลประกอบด้วย 3 ลักษณะ ได้แก่

3.1 ข้อมูล Load Profile

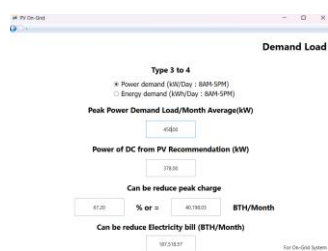
เหมาะสำหรับผู้ใช้งานที่มีข้อมูลทางเทคนิค นั่นคือค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยหรือค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ในช่วงกลางวัน (8.00 น. – 17.00 น.) ซึ่งทั้ง 2 ค่านี้ มีความต่างกัน โดยหากใช้ค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยในการกรอกข้อมูล ผลของค่ากำลังไฟฟ้าผลิตติดตั้งของระบบ PV ที่แนะนำก็จะมีความแม่นยำสูงกว่าและมีค่ากำลังไฟฟ้าผลิตติดตั้งที่แนะนำสูงกว่า เนื่องจากวิธีการวิเคราะห์แบบใช้ข้อมูลพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เฉลี่ยนั้น คือการนำเอาพลังงานในช่วงที่พิจารณาเฉลี่ย จึงทำให้ค่าที่ได้ไม่สูง แต่ในแง่ของการลงทุน จะมีความปลอดภัยในการลงทุนติดตั้งที่สูงกว่า



รูปที่ 7 หน้า Home Page ของโปรแกรม



รูปที่ 8 การหาค่ากำลังไฟฟ้าของ PV จากค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าเฉลี่ย

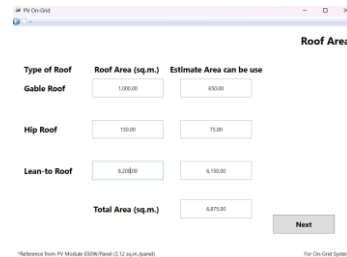


รูปที่ 9 การหาค่ากำลังไฟฟ้าของ PV จากค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าเฉลี่ย

3.2 ข้อมูลขนาดพื้นที่หลังคา

พื้นที่หลังคาที่ติดตั้งแผง PV ได้ จะไม่ใช่พื้นที่ทั้งหมดของหลังคา เนื่องจากในการติดตั้งจริง แผง PV ที่ใช้ในตลาดทั่วไปมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยจะมีขนาดทั่วไปประมาณ 3.12 ตร.ม. ต่อแผ่น (2.4 x 1.3 ม.) และจะต้องมีระยะพื้นที่สำหรับบำรุงรักษา และพื้นที่ที่ไม่สามารถติดตั้งได้จากข้อจำกัดทางด้านการติดตั้งของพื้นที่ โดยการเลือกพื้นที่

สำหรับนำมาพิจารณา ควรหลีกเลี่ยงพื้นที่ที่มีเงาบังจากต้นไม้ หรือจากอาคารและปลูกสร้างข้างเคียงเพื่อให้ระบบ PV ที่ติดตั้งนั้น สามารถทำงานอย่างเต็มประสิทธิภาพ บทความนี้จะกล่าวถึงพื้นที่หลังคาที่นิยมใช้งานในประเทศไทย ประกอบไปด้วยดังนี้



รูปที่ 10 การหาค่ากำลังไฟฟ้าของ PV จากขนาดพื้นที่หลังคา

ตารางที่ 2 แสดงพื้นที่ของหลังคาแต่ละประเภท

ชนิดของหลังคา	พื้นที่แผง PV เฉลี่ย ที่สามารถติดตั้งได้ (%)	พื้นที่ข้อจำกัดที่ไม่ สามารถติดตั้งได้ (%)	พื้นที่บำรุงรักษา (%)
Gable Roof	65	20	15
Hip Roof	50	35	15
Lean to Roof	75	10	15

สำหรับประเทศไทย ขนาด PV ที่จะติดตั้งจะต้องคำนึงถึงทิศทางของแผง PV ที่กระทำต่อการตกกระทบของแสงแดด โดยทิศทางที่ดีคือ ทำมุมประมาณ 14 องศา กับพื้น และมีทิศทางหันไปทางทิศใต้ แต่ในทางปฏิบัติ การติดตั้งอาจจำเป็นต้องมีมุมและทิศทางเดียวกับหลังคา เพื่อความมั่นคง

3.3 ข้อมูลความต้องการประหยัดค่าพลังงาน

วิธีนี้สำหรับผู้ใช้งานที่ใช้ค่าความต้องการลดค่าไฟฟ้ามาเป็นสมมติฐาน ตัวอย่างเช่น ผู้ใช้งานมีค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าประจำเดือน 5,000 บาท/เดือน และมีความต้องการลดค่าไฟฟ้าเดือนละ 3,000 บาท/เดือน โดยการคำนวณหาได้จาก

$$PV = \frac{(3000/Eprice)/30}{PSH} \times 1.2 \quad (3)$$

เมื่อ PV คือ ค่ากำลังไฟฟ้าของระบบโซลาร์เซลล์ที่ต้องการหา

Eprice คือค่าไฟฟ้าตามประเภทมิเตอร์ที่เลือก

PSH คือ ค่า Peak Sun Hour ของพื้นที่นั้นๆ

ซึ่งค่าที่ได้เป็นค่าแนะนำ ขนาดที่ติดตั้งจริงจึงอาจใช้ค่าใกล้เคียงที่แนะนำก็สามารถติดตั้งได้

4. ผลการวิเคราะห์ของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

ผลการทดสอบใช้งานโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้ถูกใช้ทดลองกับกลุ่มการทดสอบจริง เพื่อใช้เป็นข้อมูลนำเสนอให้กับผู้ที่มีความสนใจอยากติดตั้งโซลาร์เซลล์ สำหรับการลดการซื้อไฟฟ้า และมีบางรายการจากการทดสอบ

โปรแกรมนี้มีการติดตั้งจริงตามที่โปรแกรมแนะนำ โดยการทดลองจะทำการวิเคราะห์ทั้ง 3 วิธี ดังนี้

4.1 วิธีที่ 1 ผลการวิเคราะห์จากค่าความต้องการไฟฟ้าเฉลี่ย

จากการวิเคราะห์ขนาดการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ (PV) โดยใช้วิธีที่ 1 ซึ่งพิจารณาจากค่าความต้องการไฟฟ้าเฉลี่ยรายวันของแต่ละโครงการ (ตารางที่ 3) พบว่า โครงการ A ซึ่งเป็นบ้านพัก มีความต้องการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ย 30.76 หน่วยต่อวัน ส่งผลให้ขนาดที่เหมาะสมในการติดตั้งระบบ PV อยู่ที่ 4.10 กิโลวัตต์ ส่วนโครงการ B ซึ่งเป็นบ้านพักเช่นกัน มีการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ย 35.80 หน่วยต่อวัน ส่งผลให้สามารถติดตั้งระบบ PV ได้ 4.77 กิโลวัตต์ สำหรับโครงการ C ซึ่งเป็นโรงงาน มีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงถึง 700 กิโลวัตต์ ส่งผลให้ขนาดการติดตั้งที่เหมาะสมอยู่ที่ 588 กิโลวัตต์ รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการหาขนาดของ PV จากวิธีที่ 1

โครงการ	ประเภทมิเตอร์	ค่าไฟฟ้าที่ต้องการลด	ผลการหาค่ากำลังไฟฟ้า (kW)
A	1.1.1	5,000	7.18
B	2.1.2	6,000	9.25
C	3.2.2	250,000	513.13

4.2 วิธีที่ 2 ผลการวิเคราะห์จากขนาดพื้นที่

จากการวิเคราะห์ขนาดการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ (PV) โดยใช้วิธีที่ 2 พบว่า โครงการ D ซึ่งเป็นโรงงานที่มีลักษณะหลังคาแบบ Gable Roof ขนาดพื้นที่ 2,200 ตารางเมตร สามารถติดตั้งระบบ PV ได้สูงถึง 705.12 กิโลวัตต์ ขณะที่โครงการ B ซึ่งเป็นบ้านพัก มีลักษณะหลังคาแบบ Hip Roof พื้นที่ 155 ตารางเมตร รองรับการติดตั้ง PV ได้ 16.14 กิโลวัตต์ สำหรับโครงการ C ซึ่งเป็นโรงงานที่มีลักษณะหลังคาแบบ Lean to Roof ขนาดใหญ่ถึง 12,500 ตารางเมตร มีศักยภาพในการติดตั้งระบบ PV ได้มากถึง 1,953.12 กิโลวัตต์ รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการหาขนาดของ PV จากวิธีที่ 2

โครงการ	ประเภทของหลังคา	ประเภทกิจการ	ขนาดพื้นที่ (ตร.ม.)	ผลการหาค่ากำลังไฟฟ้า (kW)
D	Gable Roof	โรงงาน	2,200	705.12
B	Hip Roof	บ้านพัก	155	16.14
C	Lean to Roof	โรงงาน	12,500	1,953.12

4.3 วิธีที่ 3 ผลการวิเคราะห์จากค่าไฟฟ้าที่ต้องการลด

จากการวิเคราะห์ขนาดการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ (PV) โดยใช้วิธีที่ 3 ซึ่งพิจารณาจากค่าความต้องการไฟฟ้าเฉลี่ยในแต่ละวัน เพื่อวางแผนการลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า (ตารางที่ 4) พบว่า โครงการ A ซึ่งเป็นบ้านพัก มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 30.76 หน่วยต่อวัน ส่งผลให้ขนาดกำลังไฟฟ้าที่เหมาะสมในการติดตั้งระบบ PV อยู่ที่ 4.10 กิโลวัตต์ ขณะที่โครงการ B ซึ่งเป็นบ้านพักเช่นเดียวกัน มีค่าความต้องการไฟฟ้าเฉลี่ย 35.80 หน่วยต่อวัน สามารถได้ค่ากำลังไฟฟ้าที่เหมาะสมอยู่ที่ 4.77 กิโลวัตต์ ส่วนโครงการ C ซึ่งเป็นโรงงาน มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงถึง 700 กิโลวัตต์ จึงได้ค่ากำลังไฟฟ้าสำหรับระบบ PV เท่ากับ 588 กิโลวัตต์ รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์จากค่าไฟฟ้าที่ต้องการลด

โครงการ	ประเภทมิเตอร์	ประเภทกิจการ	ค่าความต้องการไฟฟ้าเฉลี่ย	ผลการหาค่ากำลังไฟฟ้า (kW)
A	1.1.1	บ้านพัก	30.76 kWh/Day	4.10
B	2.1.2	บ้านพัก	35.80 kWh/Day	4.77
C	3.2.2	โรงงาน	700kW	588

จากตารางที่ 3-5 สามารถสรุปได้ว่า จากการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ขนาดการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ (PV) ตามวิธีการทั้ง 3 วิธี ได้แก่ วิธีที่ 1 จากค่าความต้องการไฟฟ้าเฉลี่ย, วิธีที่ 2 จากขนาดพื้นที่ที่ติดตั้ง และวิธีที่ 3 จากค่าไฟฟ้าที่ต้องการลด (ดังแสดงในตารางที่ 6) พบว่าแต่ละวิธีให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกันตามเงื่อนไขและเกณฑ์ที่ใช้พิจารณา สำหรับโครงการ A วิธีที่ 1 สามารถได้ 4.10 กิโลวัตต์ ส่วนวิธีที่ 3 สามารถได้ 7.18 กิโลวัตต์ โดยไม่มีข้อมูลพื้นที่สำหรับวิธีที่ 2 ขณะที่โครงการ B วิธีที่ 1 ให้ค่ากำลังไฟฟ้า 4.77 กิโลวัตต์ วิธีที่ 2 ซึ่งใช้พื้นที่เป็นเกณฑ์ให้ค่า 16.14 กิโลวัตต์ และวิธีที่ 3 ให้ค่า 9.25 กิโลวัตต์ โดยเจ้าของโครงการได้เลือกติดตั้งจริงตามค่าของวิธีที่ 3 ซึ่งถือว่าเหมาะสมทั้งในเชิงการใช้งานและการจัดวางแผง สำหรับโครงการ C วิธีที่ 1 วิเคราะห์ได้ 588 กิโลวัตต์ ขณะที่วิธีที่ 2 ให้ค่ากำลังไฟฟ้าสูงถึง 1,953.12 กิโลวัตต์ ซึ่งเป็นผลจากพื้นที่หลังคาที่มีขนาดใหญ่ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาในวิธีที่ 3 ซึ่งได้ 513.13 กิโลวัตต์ เจ้าของโครงการได้ตัดสินใจเลือกขนาดการติดตั้งตามค่านี้ โดยอ้างอิงจากทิศทางการวางแผงและการใช้งานจริง ส่วนโครงการ D มีเฉพาะผลการวิเคราะห์จากวิธีที่ 2 ซึ่งให้ค่ากำลังไฟฟ้าที่สามารถติดตั้งได้ 705.12 กิโลวัตต์ ผลการวิเคราะห์ดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า การกำหนดขนาดระบบ PV ที่เหมาะสมควรพิจารณาอย่างรอบด้าน ทั้งจากพฤติกรรมการใช้พลังงาน พื้นที่ติดตั้งจริง และเป้าหมายการลดค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้า เพื่อให้เกิดความคุ้มค่าในการลงทุนและประสิทธิภาพในการใช้งานสูงสุด รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบค่าไฟฟ้าที่ต้องการลด

โครงการ	ขนาด PV (kW)			หมายเหตุ
	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3	
A	4.10	-	7.18	
B	4.77	16.14	9.25	ติดตั้งจริง
C	588	1,953.12	513.13	ติดตั้งจริง
D	-	705.12	-	

6. สรุป

โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้ถูกออกแบบมาเพื่อเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ขนาดติดตั้งระบบ PV On-Grid เบื้องต้น โดยอาศัยหลักการทางวิศวกรรมไฟฟ้าและข้อมูลเฉพาะของประเทศไทย ผลลัพธ์จากโปรแกรมเป็นค่าประมาณการที่สามารถใช้เป็นแนวทางเบื้องต้นในการตัดสินใจลงทุน ทั้งสำหรับครัวเรือนและโรงงานที่สนใจติดตั้งระบบ Solar Rooftop เพื่อลดการพึ่งพาไฟฟ้าจากสายส่งหลักและเพิ่มความคุ้มค่าในการลงทุนระยะยาว โปรแกรมสามารถช่วยลดเวลาในการวิเคราะห์และทำให้ผู้ที่ไม่มีความรู้ด้านวิศวกรรมไฟฟ้าสามารถประเมินความเป็นไปได้ของโครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังสามารถต่อยอดไปสู่การพัฒนาฟังก์ชันขั้นสูง เช่น การเชื่อมต่อข้อมูลรังสีแสงอาทิตย์เฉพาะพื้นที่ และการวิเคราะห์ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ เพื่อยกระดับการประเมินโครงการให้มีความครบถ้วนยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม การออกแบบรายละเอียดและการติดตั้งจริงยังจำเป็นต้องอาศัยความเชี่ยวชาญจากวิศวกรผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ได้ระบบที่มีความปลอดภัยและมีประสิทธิภาพสูงสุด ข้อจำกัดของการศึกษาครั้งนี้คือความสามารถในการประมวลผลข้อมูลเฉพาะพื้นที่ เช่น ค่ารังสีแสงอาทิตย์รายจังหวัด เพื่อเพิ่มความแม่นยำของผลลัพธ์ นอกจากนี้ ควรบูรณาการฟังก์ชันวิเคราะห์ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ เช่น ระยะเวลาคืนทุน และผลตอบแทนการลงทุน เพื่อใช้ในการตัดสินใจลงทุนที่มีข้อมูลรองรับครบถ้วน อีกทั้งควรพัฒนาโปรแกรมให้ใช้งานผ่านระบบออนไลน์เพื่อเพิ่มการเข้าถึงของผู้ใช้งาน พร้อมเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลอุปกรณ์ PV ที่ทันสมัย และต่อยอดสู่การออกแบบระบบเชิงเทคนิคอย่างละเอียด

เอกสารอ้างอิง

- [1] การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. (2567). อัตราค่าไฟฟ้าสำหรับผู้ใช้อิไฟฟ้าทั่วไป. สืบค้นจาก <https://www.pea.co.th/th/electricity-tariff>
- [2] SolarQuarter. (2022). Thailand Households Can Sell Surplus Rooftop Solar Energy At THB2.20 Per Unit. สืบค้นจาก <https://solarquarter.com/2022/05/31/thailand-households-can-sell-surplus-rooftop-solar-energy-at-thb2-20-per-unit/>
- [3] Energy Tracker Asia. (2025). Solar Energy In Thailand: Policy Aspiration to Economic Engine. สืบค้นจาก <https://energytracker.asia/solar-energy-thailand/>

- [4] Kazmi, S., et al. (2016). How to Design Solar PV System Guide for sizing your solar photovoltaic system. Academia.edu. สืบค้นจาก <https://www.academia.edu/26083772/>
- [5] National Renewable Energy Laboratory. (2024). PVWatts Calculator. สืบค้นจาก <https://pvwatts.nrel.gov/>
- [6] European Commission. (2024). PVGIS Photovoltaic Geographical Information System. สืบค้นจาก <https://pvgis.com/en>
- [7] Bhatia, A. (2020). Design and Sizing of Solar Photovoltaic Systems. Continuing Education and Development, Inc.
- [8] Aurora Solar. (2024). How to size a PV system from an electricity bill. สืบค้นจาก <https://aurorasolar.com/blog/how-to-size-a-pv-system-from-an-electricity-bill/>
- [9] Unbound Solar. (2021). How to Size a Solar System: Step-by-Step. สืบค้นจาก <https://unboundsolar.com/blog/how-to-size-solar-system>
- [10] Go Green Solar. (2024). How to Size a Solar System [Step-by-Step Guide]. สืบค้นจาก <https://www.gogreensolar.com/pages/sizing-solar-systems>
- [11] ResearchGate. (2017). Design, Sizing and Implementation of a PV System for Powering a Living Room. สืบค้นจาก https://www.researchgate.net/publication/317266540_
- [12] กรมอุตุนิยมวิทยา. (2567). ข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: กรมอุตุนิยมวิทยา.
- [13] MEA. (2025). ความรู้เกี่ยวกับ Solar . สืบค้นจาก www.mea.or.th

เกี่ยวกับผู้เขียน



ผศ.ดร.ชาย ชมภูอินไหว
B.ENG(Hons)(KMITL),
M.ENG(KMITL) Ph.D.(University of Texas Arlington) สาขาวิจัย Power System Stability, Electricity Deregulation



นายเกียรติศักดิ์ น้าทิพย์ชลธร
ปริญญาตรีวิศวกรรมไฟฟ้า (วศบ.)
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
นครราชสีมา, สฟก.6798, กำลังศึกษา
ปริญญาโทวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบัน
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง