

โปรแกรมออกแบบและหาเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับระบบไฟฟ้าในพื้นที่ชนบท Software Design and Optimum Technology for Rural Electrification System

นิพนธ์ เกตุจ้อย* ฉัตรชัย ศิริสัมพันธ์วงศ์ วัฒนพงษ์ รัชชวีเชียร และเอกลักษณ์ โรจนารณ์

วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000

โทร 0-5526-1208 โทรสาร 0-5526-1208 e-mail: ketjoy@yahoo.com, niponk@nu.ac.th, sert@nu.ac.th

Nipon Ketjoy*, Chatchai Sirisumpanwong Wattanapong Rakwichian and Aekkalak Rojanaporn

School of Renewable Energy Technology, Naresuan University, Phitsanulok 65000

Tel: 0-5526-1208 Fax: 0-5526-1208 e-mail: ketjoy@yahoo.com, niponk@nu.ac.th, sert@nu.ac.th

บทคัดย่อ

ปัญหาหนึ่งของการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีพลังงานทดแทนที่เหมาะสมสำหรับระบบผลิตไฟฟ้าในพื้นที่ชนบทคือ การขาดเครื่องมือที่ช่วยวิเคราะห์ และการตัดสินใจเลือกเทคโนโลยี เนื่องจากในความเป็นจริงแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกันทางด้านแหล่งพลังงาน และความต้องการใช้พลังงาน การเลือกเทคโนโลยีส่วนใหญ่เป็นการกำหนดขนาดและชนิดของเทคโนโลยีจากส่วนกลาง ซึ่งนิยมกำหนดขนาด และเลือกเทคโนโลยีเดียวกันทุกพื้นที่ ทำให้หลังมีการติดตั้งใช้งานบางระบบมีขนาดใหญ่เกินความจำเป็น บางระบบผลิตไฟฟ้าได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการ ทำให้โครงการไฟฟ้าในพื้นที่ชนบทห่างไกลหลายๆ โครงการไม่ประสบความสำเร็จ ด้วยเหตุนี้วิทยาลัยพลังงานทดแทนจึงได้ทำการพัฒนาโปรแกรม "Rural Electrification Simulation (RES)" เพื่อใช้ในการออกแบบ และจำลองการทำงานของระบบเพื่อหาเทคโนโลยีที่เหมาะสมที่สุดสำหรับพื้นที่เป้าหมาย

Abstract

The problem of renewable energy technology (RET) for rural electrification is lacking of the analysis and decision maker tool. In real situation there are difference characters of energy source and energy demand in each area. Actually, the technology selection is fixing the size and type form the central office. Fixing the same size and type for all locations almost done. Hence, after installation there are some systems over size, some under size as could not provide enough energy demand. With this experience, there are many RE rural electrification projects fail. From this reason, the School of Renewable Energy Technology develop "Rural Electrification Simulation (RES)" a sizing and simulation software to find out the suitable RET for rural electrification.

1. บทนำ

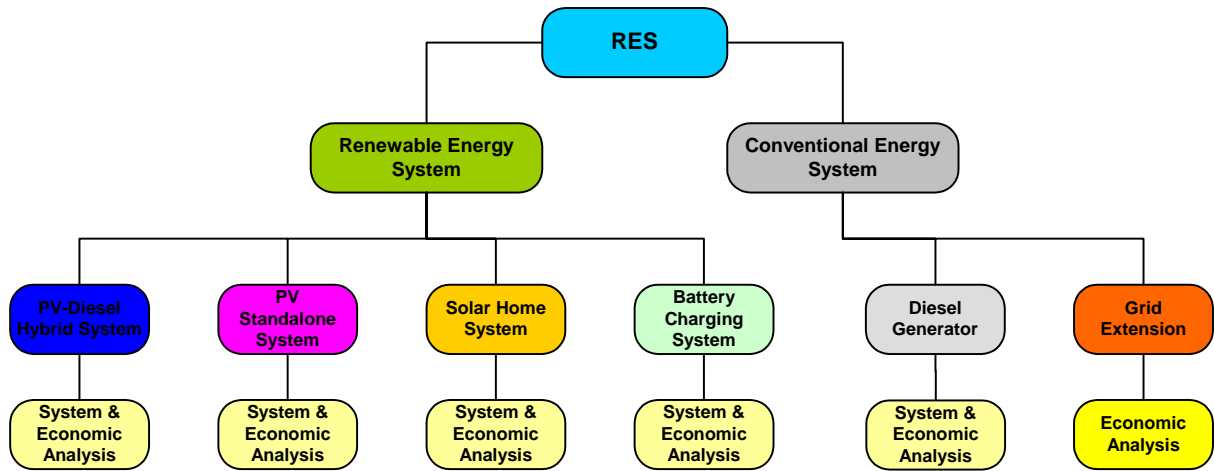
จากข้อมูลการขยายเขตให้บริการไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ณ เดือนมิถุนายน 2545 พบว่าสามารถขยายการให้บริการไฟฟ้าครอบคลุมพื้นที่ 70,014 หมู่บ้าน หรือคิดเป็น 99 เปอร์เซ็นต์ จาก

จำนวน 70,715 หมู่บ้าน ซึ่งเป็นพื้นที่รับผิดชอบทั้งหมดของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จากจำนวน 701 หมู่บ้านที่ยังไม่มีไฟฟ้า 549 หมู่บ้านอยู่ในพื้นที่ป่าสงวน เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าและ พื้นที่หวงห้าม ซึ่งการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคไม่สามารถขยายเขตการให้บริการเข้าไปในพื้นที่เหล่านั้นได้ ส่วนหมู่บ้านที่เหลือจะอยู่ในพื้นที่ภูเขาสูงตามภาคเหนือของประเทศ ประชาชนที่อาศัยอยู่ส่วนใหญ่เป็นชาวเขา ลักษณะของหมู่บ้านอยู่แบบกระจัดกระจายตามหุบเขา ซึ่งไม่คุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์หากทำการขยายเขตให้บริการแบบปรกติ คือการปักเสาพาดสายเข้าไปในพื้นที่เหล่านั้น [1] ถือเป็นหน้าที่ของภาครัฐที่จะต้องจัดหาไฟฟ้าให้กับประชาชนเหล่านี้ ตามรัฐธรรมนูญฉบับ ปี 2540 ได้ระบุไว้ว่า รัฐจะต้องจัดการด้านสาธารณูปโภคซึ่งรวมถึงไฟฟ้า ให้กับประชาชนทุกคนอย่างเท่าเทียมกันทั้งในด้านคุณภาพ และราคา โดยที่ระบบผลิตไฟฟ้าที่ใช้ในการจ่ายไฟฟ้าให้แก่พื้นที่เหล่านี้ จะต้องเป็นระบบที่จะไม่ก่อให้เกิดปัญหา มวลชน และปัญหาสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ ระบบผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กจากเซลล์แสงอาทิตย์จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาเหล่านี้

การใช้พลังงานทดแทนในประเทศไทยสำหรับระบบไฟฟ้าในพื้นที่ชนบทมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกๆ ปี ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากการส่งเสริมโดยหน่วยงานภาครัฐ อาทิเช่น กรมโยธาธิการ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) องค์การโทรศัพท์ การไฟฟ้าฝ่ายผลิต (กฟผ.) และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) เป็นต้น ระบบไฟฟ้าเพื่อชนบทที่หน่วยงานดังกล่าวให้การส่งเสริมส่วนใหญ่เป็นเทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์ จากการสำรวจพบว่าปัจจุบันประเทศไทยมีกำลังไฟฟ้าติดตั้งของเซลล์แสงอาทิตย์รวมอยู่ที่ประมาณ 30 เมกะวัตต์ (รวมโครงการบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ของ กฟภ.) การประยุกต์ใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์ มีรูปแบบที่หลากหลายมากขึ้น มีการออกแบบระบบเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งานในพื้นที่จริงมากขึ้น ซึ่งมีความแตกต่างกันไปตามลักษณะภูมิประเทศ ภูมิอากาศ และผู้ใช้งาน

จากประสบการณ์ที่ผ่านมาพบว่าโครงการไฟฟ้าเพื่อชนบทมักไม่ค่อยประสบความสำเร็จเท่าที่ควรนัก โดยเฉพาะในด้านของความยั่งยืนของโครงการ สาเหตุของความล้มเหลวของโครงการมาจากหลายสาเหตุ ปัญหาหนึ่งก็คือการขาดการวางแผนโครงการที่ดีพอ การตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีที่ไม่เหมาะสมกับการใช้งานจริงในแต่ละพื้นที่ การออกแบบระบบที่มีขนาดไม่เหมาะสมกับการใช้งาน รวมถึงขาดการประเมิน

* Corresponding author



รูปที่ 1 โครงสร้างของโปรแกรม RES

ทางด้านเศรษฐศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับโครงการไฟฟ้าเพื่อชนบทจากพลังงานทดแทน

เนื่องจากว่าในความเป็นจริงผู้ที่ทำหน้าที่ในการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีหรือนักวางแผนพลังงาน (Decision maker/Energy planner) ขาดเครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับการช่วยตัดสินใจวางแผน เลือกใช้เทคโนโลยี และออกแบบระบบ จากปัญหาดังกล่าววิทยาลัยพลังงานทดแทนจึงได้ทำการพัฒนาโปรแกรม "Rural Electrification Simulation (RES)" เพื่อใช้ในออกแบบ และศึกษาความเป็นไปได้ของเทคโนโลยีที่เหมาะสมที่สุดสำหรับพื้นที่เป้าหมาย (Pre-feasibility) โปรแกรมนี้จะช่วยให้นักวางแผนพลังงานมีข้อมูลที่ถูกต้องยิ่งขึ้นในการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยี และออกแบบระบบที่เหมาะสมสำหรับโครงการไฟฟ้าเพื่อชนบทของประเทศได้

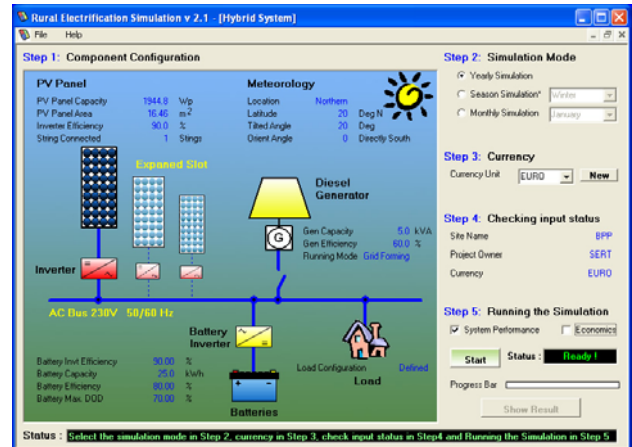
2. โครงสร้างของโปรแกรม Rural Electrification Simulation

รูปที่ 1 แสดงโครงสร้างของโปรแกรม RES ซึ่งประกอบไปด้วย 2 องค์ประกอบหลัก คือ ระบบเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy System) และระบบเทคโนโลยีตามรูปแบบ (Conventional Energy System) ระบบพลังงานหมุนเวียนแบ่งย่อยออกเป็น 4 เทคโนโลยี คือ ระบบไฮบริดเซลล์จากแสงอาทิตย์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล (Photovoltaic Diesel Generator Hybrid System, PVDS) ระบบผลิตไฟฟ้าแบบอิสระจากเซลล์แสงอาทิตย์ (Standalone Photovoltaic System, PVS) ระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Home System, SHS) และระบบสถานีประจุแบตเตอรี่ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบรวมศูนย์ (Centralize Photovoltaic Battery Charging Station System, BCS) ซึ่งตัวโปรแกรมย่อยทั้ง 4 ระบบสามารถทำการคำนวณหาสมรรถนะทางเทคนิค และสมรรถนะทางเศรษฐศาสตร์ของระบบได้ในส่วนของระบบพลังงานตามรูปแบบแบ่งย่อยออกเป็น 2 โปรแกรม คือ การปักเสาดึงสาย (Grid Extension, GE) และระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล (Diesel Generation, DG) ซึ่งสามารถคำนวณหาสมรรถนะทางเทคนิค และสมรรถนะทางเศรษฐศาสตร์ของระบบได้เช่นกัน (ในกรณี

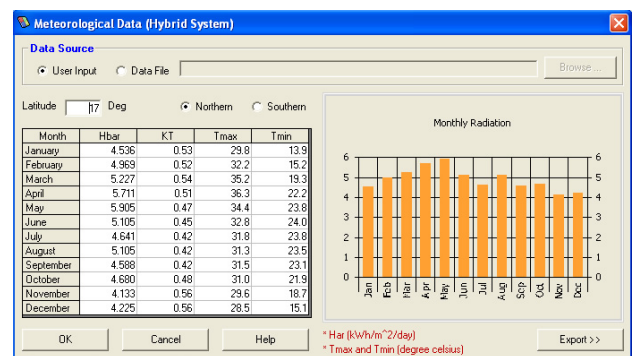
ของการปักเสาดึงสายจะคำนวณหาสมรรถนะทางเศรษฐศาสตร์ได้เพียงอย่างเดียวเท่านั้น) [2,3]

3. โปรแกรม Rural Electrification Simulation

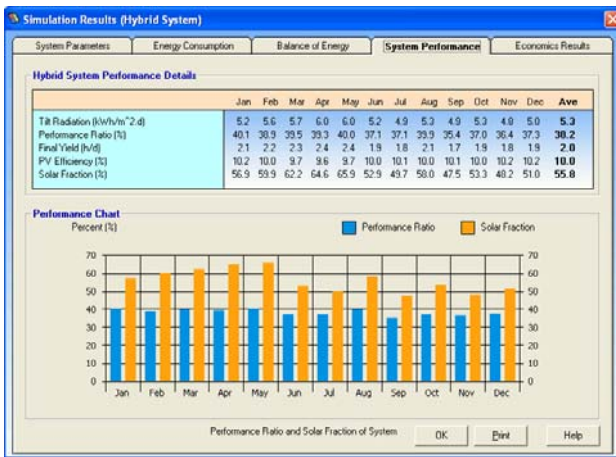
RES ออกแบบให้มีจุดเด่นในเรื่องของการใช้งานง่าย มีส่วนติดต่อกับผู้ใช้และส่วนแสดงผลเป็นแบบกราฟฟิค (Graphic User Interface, GUI) ผู้ใช้สามารถเรียนรู้และใช้งานโปรแกรมได้ในระยะเวลาสั้นๆ หน้าจอมีคำอธิบายถึงขั้นตอนการใช้งานอย่างละเอียด ดังรูป 2 3 4 และ 5



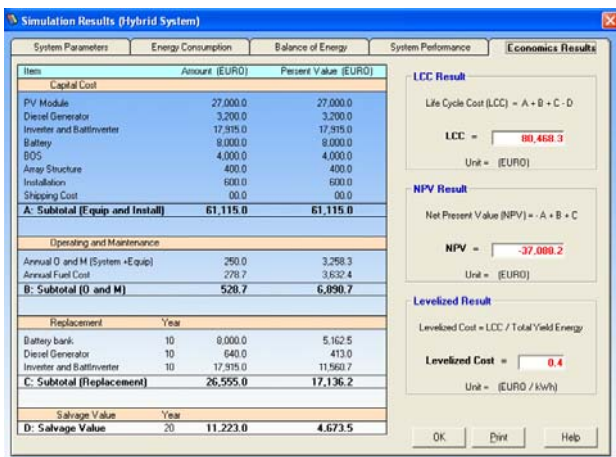
รูปที่ 2 ตัวอย่างหน้าจอหลักของระบบ PVDS



รูปที่ 3 ตัวอย่างหน้าจอการป้อนค่ารังสีดวงอาทิตย์



รูปที่ 4 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลในส่วนของ System Performance



รูปที่ 5 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลในส่วนของ Economic Results

4. ความถูกต้องของโปรแกรม RES

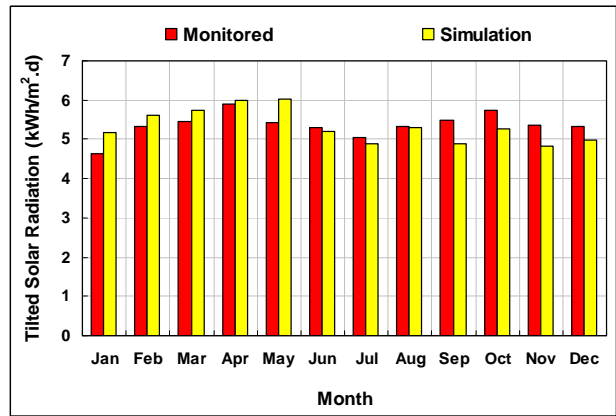
เพื่อให้มั่นใจว่าผลการคำนวณของโปรแกรม RES เป็นไปอย่างถูกต้องมากที่สุด จึงได้ทำการทดสอบความถูกต้องของโปรแกรม (Software validation) โดยทำการเปรียบเทียบผลจากการคำนวณของโปรแกรมเทียบกับข้อมูลของระบบจากสถานที่ติดตั้งจริง ในบทความนี้จะนำเสนอเฉพาะการเปรียบเทียบข้อมูลในส่วนของระบบ PVDS

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบผลจากการคำนวณของ RES เทียบกับข้อมูลของระบบ PVDS

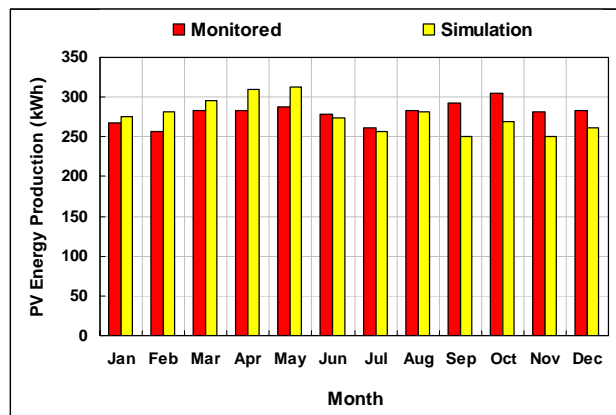
Month	Tilted Solar Radiation (kWh/m ² .d)		PV Energy Production (kWh)		Genset Energy Production (kWh)		% error		
	Monitored	Simulation	Monitored	Simulation	Monitored	Simulation			
Jan	4.65	5.18	-11	267	275	-3	19	21	-12
Feb	5.34	5.61	-5	257	282	-10	15	16	-5
Mar	5.47	5.73	-5	284	296	-4	17	18	-9
Apr	5.91	6.00	-2	283	310	-10	14	15	-9
May	5.42	6.01	-11	287	312	-9	17	19	-11
Jun	5.31	5.19	2	279	274	2	20	22	-10
Jul	5.06	4.89	3	261	257	2	22	25	-13
Aug	5.33	5.31	0	283	281	1	19	20	-8
Sep	5.48	4.89	11	293	251	14	22	23	-5
Oct	5.73	5.27	8	305	270	12	20	22	-12
Nov	5.37	4.82	10	281	250	11	21	23	-8
Dec	5.33	4.98	7	283	261	8	23	24	-7
Year	5.37	5.32	1	3,362	3,319	1	227	248	-9

ตารางที่ 1 คือผลการเปรียบเทียบผลจากการคำนวณของ RES เทียบกับข้อมูลของระบบ PVDS ที่ติดตั้งอยู่ ณ โครงการสวนพลังงาน

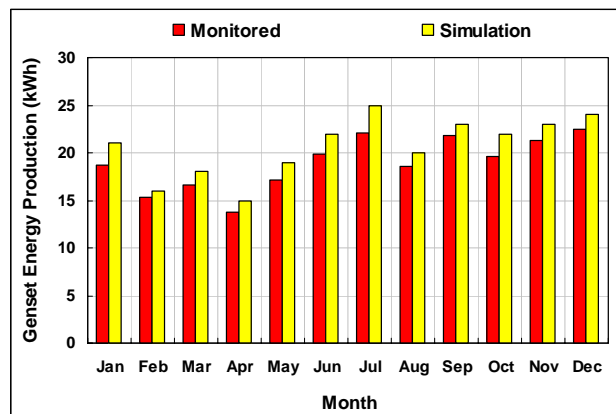
วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ ข้อมูลที่เปรียบเทียบอยู่ในรูปของค่ารายเดือน ซึ่งประกอบด้วยค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Tilted Solar Radiation) ค่าพลังงานที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์รายเดือน (PV Energy Production) และค่าพลังงานที่ผลิตได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลรายเดือน (Genset Energy Production)



รูปที่ 6 เปรียบเทียบค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่คำนวณได้จาก RES กับข้อมูลจริง



รูปที่ 7 เปรียบเทียบค่าพลังงานที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ที่คำนวณได้จาก RES กับข้อมูลจริง



รูปที่ 8 เปรียบเทียบค่าพลังงานที่ผลิตได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลที่คำนวณได้จาก RES กับข้อมูลจริง

ผลการเปรียบเทียบพบว่าค่าเฉลี่ยรายปีของค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์แตกต่างกันน้อยมากเพียง 1% (5.37 และ 5.32 kWh/m².d) ค่าพลังงานที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์แตกต่างกันเพียง 1% และค่าพลังงานที่ผลิตได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลแตกต่างกันที่ 9% (227 และ 248 kWh) ซึ่งจากการเปรียบเทียบผลการคำนวณของโปรแกรม RES กับข้อมูลจากระบบจริงอื่นๆ พบว่าให้ผลเป็นที่น่าพอใจ มีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างสูงสุดเฉลี่ยไม่เกินร้อยละ 10 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าโปรแกรม RES มีความถูกต้องของผลการคำนวณเพียงพอที่จะใช้สำหรับการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการระบบไฟฟ้าสำหรับพื้นที่ชนบท

รูปที่ 6 คือการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายวันของเดือนของค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม RES และข้อมูลจริง รูปที่ 7 และ 8 คือการเปรียบเทียบค่าพลังงานที่ผลิตได้ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล ที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม RES และจากข้อมูลจริงตามลำดับ

5. สรุป

โปรแกรม "Rural Electrification Simulation (RES)" พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในออกแบบ และศึกษาความเป็นไปได้ของเทคโนโลยีที่เหมาะสมที่สุดสำหรับระบบไฟฟ้าในพื้นที่ชนบทห่างไกล โปรแกรมนี้จะช่วยให้นักวางแผนพลังงานมีข้อมูลที่ถูกต้องยิ่งขึ้นในการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยี และออกแบบระบบที่เหมาะสมสำหรับโครงการไฟฟ้าเพื่อชนบทของประเทศได้ ซึ่งจากการเปรียบเทียบผลจากการคำนวณของโปรแกรม RES กับข้อมูลจากระบบจริงอื่นๆ พบว่าให้ผลเป็นที่น่าพอใจ มีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างสูงสุดเฉลี่ยไม่เกินร้อยละ 10 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าโปรแกรม RES มีความถูกต้องของผลการคำนวณเพียงพอที่จะใช้สำหรับการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการระบบไฟฟ้าสำหรับพื้นที่ชนบท

6. กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยเรื่องการศึกษาแนวทางการผลิตไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กสำหรับหมู่บ้านที่ไม่มีไฟฟ้าใช้ในประเทศไทย ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ผู้เขียนใคร่ขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

เอกสารอ้างอิง

1. Kruangpradit, P., Jitnumrup, V. and Saengsrithorn, S., "Feasibility Study on Renewable Energy Electrification in Remote Villages Project," The International Conference on Village Power from Renewable Energy in Asia, Phitsanulok, Thailand, 11-14 November 2002.

2. Nipon Ketjoy, Jürgen Schmid and Aekkalak Rojanaporn, "RES 2.0 a Software Simulation of PV - Diesel Hybrid System for Rural Electrification," Proceedings of 2nd European PV-Hybrid and Mini-Grid Conference; 25-26 September 2003; Kassel; Germany; 386-391.
3. Nipon Ketjoy, Wattanapong Rakwichian, Chatchai Sirisumpunwong, Apichot Sansom, Prapita Thanarak, Aekkalak Rojanaporn and Loh Heng Chew. 2003. A Study of Mini-Grid Concept for Unelectrified Village in Thailand. Proceedings of the ENERENV'2003 Conference: ENERGY & ENVIRONMENT-A World of Challenges and Opportunities; October 11-14, 2003; Changsha; China; 925-930.