

ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก: กรณีศึกษาบ้านท่าแปน หลวงพระบาง สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว

Pico Hydro Power Generation: Case Study of Ban Thapan, Luang Pha Bang, LAO PDR

ไพทูน เหล่าดี^{1,*} นิพนธ์ เกตุจ้อย¹ วัฒนพงษ์ รัชชวีเชียร¹ Wolf Ruediger Engelke² และ วุฒิพงศ์ สุพนธนา³
¹วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000

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

²Asia Europe Renewable Energy Consortium Agency, Phichaisongkram Rd, Muang, Phitsanulok 65000

³บริษัทลีโอนิกส์ จำกัด บางปะกง ฉะเชิงเทรา 24180 โทร 0-3857-0503 โทรสาร 0-3857-0512

Paitoon Laodee^{1,*} Nipon Ketjoy¹ Wattanapong Rakwichian¹ Wolf Ruediger Engelke² and Wuthipong Suponthana³

School of Renewable Energy Technology, Naresuan University, Phitsanulok 65000

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

²Asia Europe Renewable Energy Consortium Agency, Phichaisongkram Rd, Muang, Phitsanulok 65000

³Leonics Co., Ltd., Bangpakong, Chachoengsao 24180 Tel: 0-3857-0503 Fax: 0-3857-0512

บทคัดย่อ

บทความฉบับนี้นำเสนอกรณีศึกษาของการใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก (Pico hydro) ณ หมู่บ้านท่าแปน เมืองหลวงพระบาง สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ชาวบ้านสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าใช้ตัวเองจากแหล่งน้ำที่มีในหมู่บ้านโดยแต่ละครัวเรือนจะติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กสำหรับผลิตไฟฟ้าใช้ในครัวเรือน ภาระทางไฟฟ้าส่วนใหญ่คือ หลอดไฟขนาด 5-100W และโทรทัศน์สี จากการสำรวจพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าพบว่าส่วนใหญ่จะใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาประมาณ 18:00 - 07:00 น. ซึ่งการใช้ไฟฟ้าของชาวบ้านมักพบปัญหาแรงดันไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอ นอกจากนี้ตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของ Pico hydro มักเกิดความเสียหายเมื่อทำงานโดยไม่มีภาระทางไฟฟ้า หรือมีภาระทางไฟฟ้าต่ำกว่าขนาดกำลังการผลิตจริง จากปัญหาดังกล่าวทีมวิจัยได้ออกแบบระบบควบคุมแรงดันไฟฟ้า และได้สร้างเครื่องควบคุมฯ ต้นแบบ และได้นำไปติดตั้งทดสอบ พบว่าเครื่องควบคุมฯ สามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้เป็นอย่างดี อุปกรณ์ไฟฟ้าสามารถใช้งานได้ตามปกติ แก้ปัญหาหลอดไฟขาด และตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไม่เกิดความเสียหายกรณีที่ไม่มีการทางไฟฟ้า

Abstract

This paper presents the case study of Pico hydro power generation (PHP), operation problems and solutions at Ban Thapan, Luang Pha Bang, Lao PDR. The villager can produce electricity them self in each household by using PHP. The load demand almost is lighting lamp 5-100 W and color TV. From the electricity using behavior observation found that villager use the energy during 18.00 pm -07.00 am of the day, the system operates

over night. The main problem of the system is often lamp damage as cause from unstable voltage out put from PHP. The generator of PHP often damage cause from operates with out load or lower load demand. Form these reasons, the research team design and construct PHP controller prototype. All controllers have testing at Thapan and show very successfully working, no lamp and generator damaged.

1. บทนำ

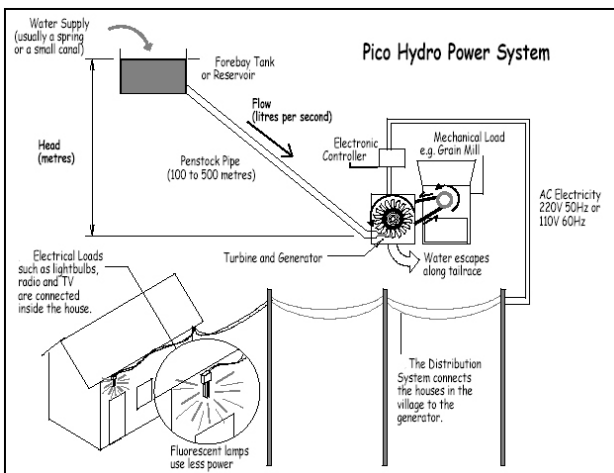
ประเทศลาวเป็นประเทศที่มีศักยภาพของพลังงานน้ำสูงที่สุดในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จากการสำรวจพบว่าศักยภาพพลังงานน้ำในลาวมีไม่ต่ำกว่า 22,500 MW ซึ่งมีเพียง 2% ของศักยภาพเท่านั้นที่ได้รับการพัฒนาและนำมาใช้งาน ปัจจุบันประชาชนลาวมีไฟฟ้าใช้เพียง 10% [1] ซึ่งถือว่าต่ำมาก รัฐบาลไม่สามารถที่จะจัดหาไฟฟ้าให้กับประชาชนได้อย่างเพียงพอ ทำให้ประชาชนลาวต้องแสวงหาด้วยตนเอง โดยอาศัยแหล่งพลังงานทดแทนซึ่งมีอยู่อย่างมหาศาลภายในประเทศคือพลังงานน้ำ จากการสำรวจที่หมู่บ้านท่าแปน เมืองหลวงพระบาง สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว โดยคณะวิจัยของวิทยาลัยพลังงานทดแทน (SERT) Asia Europe Renewable Energy Consortium Agency และเจ้าหน้าที่จากการไฟฟ้าลาว พบว่าหมู่บ้านนี้ยังไม่มีการผลิตไฟฟ้าจากสายส่งเข้าถึง ภายในหมู่บ้านมีจำนวนประชากรประมาณ 130 คน จำนวน 50 หลังคาเรือน ส่วนใหญ่ร้อยละ 70 ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ร้อยละ 20 ประกอบอาชีพรับจ้างและอีกร้อยละ 10 รับราชการชาวบ้านสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าใช้เองจากทรัพยากรแหล่งน้ำที่มีในหมู่บ้านโดยแต่ละครัวเรือนจะติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กเพื่อผลิตไฟฟ้าใช้แต่ละครัวเรือนของตนเอง

* Corresponding author

2. หลักการทำงานและส่วนประกอบในระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก

ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก (Pico Hydro Power System) โดยทั่วไปจะหมายถึงระบบผลิตกระแสไฟฟ้าที่ใช้พลังงานน้ำหมุนกังหันที่ต่ออยู่กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) โดยกำลังการผลิตไฟฟ้าสูงสุดที่ประมาณ 5 กิโลวัตต์ ไฟฟ้าที่ได้เป็นกระแสสลับ 220V/50Hz หรือ 110V/60Hz ขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จึงสามารถนำไปใช้งานกับอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไปได้ เช่น หลอดไฟแสงสว่าง วิทยุ และโทรทัศน์ทั้งนี้อาจออกแบบให้สามารถใช้ประโยชน์ระบบในรูปของพลังงานกลโดยตรงได้เช่นกัน เพื่อนำไปใช้งานอื่นๆ เช่น ใช้กับเครื่องสีข้าว เป็นต้น [2]

ส่วนประกอบหลักของระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก ได้แก่ แหล่งน้ำป้อน (Water supply) บ่อหรืออ่างเก็บน้ำ (Reservoir) ท่อส่งน้ำ (Penstock pipe) ชุดกังหันและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Turbine & Generator) ชุดควบคุมแรงดันไฟฟ้า (Electronic controller) ภาระทางกล (Mechanical load) ระบบส่งไฟฟ้า (Distribution system) และ ภาระทางไฟฟ้าของระบบ (Consumer loads) ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก [2]

3. เทคโนโลยีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก

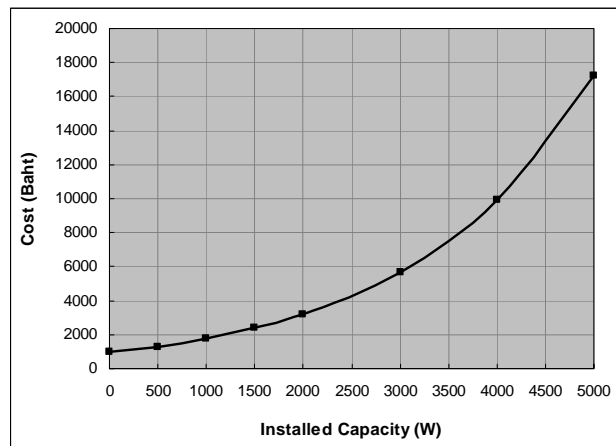
ตารางที่ 1 ชนิดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก [3,4]

Turbine type	Head classification & Power capacity		
	Low (< 10m)	Medium (10 - 50m)	High (> 50m)
Impulse	Tinny Crossflow ≈ 200W for Battery charging	Crossflow	Tinny Pelton Wheels (Peltric Set) up to 5kW
	Tinny Turgo (up to 1kW)	Variation Turgo (7kW)	Variation Turgo (7kW)
		Multi-jet Pelton	Multi-jet Pelton
Reaction	Francis Propeller (up to 1kW) Kaplan	Francis (spiral case)	

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กมีหลายชนิด การเลือกใช้ชนิดของ Pico hydro ให้เหมาะสมขึ้นอยู่กับสภาพแหล่งน้ำ เหนือ (Head) และอัตราการไหลของน้ำ ความเร็วรอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เลือกใช้ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับสภาวะภูมิอากาศซึ่งเป็นตัวกำหนดปริมาณน้ำในช่วงเวลาต่างๆ Pico hydro ทุกแบบจะมีคุณสมบัติของกำลัง-ความเร็วรอบ และประสิทธิภาพ-ความเร็วรอบ ซึ่งระบบจะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพได้จะขึ้นอยู่กับตัวแปรหลักคือ ความเร็วรอบ เหนือ และอัตราการไหล [3] Pico hydro สามารถแบ่งออกเป็นชนิดต่างๆ ได้ตามชนิดของกังหัน เหนือ และขนาดกำลังการผลิตไฟฟ้าดังตารางที่ 1

4. เงินลงทุนของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก

เงินลงทุนของ Pico hydro อยู่ที่ประมาณ 3 บาท/วัตต์ (เซลล์แสงอาทิตย์ 150 - 200 บาท/วัตต์) ราคาขี้ยังไม่รวมเครื่องควบคุมซึ่งอยู่ที่ประมาณ 1 บาท/วัตต์ ดังนั้นราคาของระบบจึงอยู่ที่ประมาณ 5 - 10 บาท/วัตต์ (รวมราคาติดตั้งและอุปกรณ์อื่นๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพของแหล่งน้ำ อายุการใช้งานของระบบประมาณ 5 ปี 1,000 กีบ ≈ 5 บาท) ราคาของ Pico hydro จากกรณีศึกษาของประเทศลาวแสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ราคาต่อวัตต์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก

5. กรณีศึกษาบ้านท่าแพน

ตารางที่ 2 ระบบ Pico hydro ที่ติดตั้งใช้งานในหมู่บ้านท่าแพน

Capacity (kW)	Amount	Power (kW)	Head (m)	Flow rate (l/s)	Efficiency (%)
0.2	1	0.2	2	10	29.56
0.3	1	0.3	2	10	25.99
0.5	3	1.5	4	12	31.86
1.0	7	7.0	5	15	33.98
1.5	4	6.0	5	18	31.15
2.0	2	4.0	6	20	23.79
3.0	1	3.0	13	21	28.68

ในการศึกษาวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจการใช้งานของระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กภายในหมู่บ้านท่าแพน พบว่าชาวบ้านแต่ละครัวเรือนมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าส่วนตัวสำหรับผลิตไฟฟ้าใช้ในครัวเรือน โดยเป็นการลงทุนของแต่ละครัวเรือนเอง จากการ

สำรวจพบว่ามีการติดตั้งระบบ Pico hydro จำนวน 19 เครื่อง กำลังการผลิตรวมทั้งสิ้น 22 kW ซึ่งแต่ละเครื่องมีขนาดต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าและงบประมาณของแต่ละครัวเรือนดังตารางที่ 2 ระบบที่ใช้งานอยู่ทำการติดตั้งอย่างง่าย ๆ ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่น โดยการดัดแปลงกังหันของระบบ Pico hydro ด้วยการใช้ใบพัดเรือหางยาวเพื่อเพิ่ม head ให้กับระบบ ในระบบไม่มีการติดตั้งชุดควบคุมแรงดันไฟฟ้า รวมถึงระบบความปลอดภัยอื่นๆ แต่อย่างไร

5.1 ปัญหาของการใช้งาน Pico hydro

จากการสำรวจพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าพบว่าชาวบ้านส่วนใหญ่ไม่มีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับระบบไฟฟ้า เนื่องจากส่วนมากไม่ได้เรียนหนังสือ ลักษณะการใช้งาน Pico hydro ของชาวบ้านมีลักษณะที่น่าสนใจคือ ชาวบ้านจะใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาประมาณ 18:00 - 21:00 น ซึ่งเป็นเวลาที่เสร็จจากภารกิจการทำงานประจำวัน แต่ละครอบครัวที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก็จะเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยวิธีการเปิดประตูน้ำให้น้ำไหลผ่านกังหันของเครื่อง Pico hydro หลังจากเดินเครื่องแล้วชาวบ้านก็ใช้กระแสไฟฟ้าไปตลอดทั้งคืนโดยปล่อยให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงานตลอดเวลาจนถึงรุ่งเช้าของวันใหม่ (18:00 - 07:00 น) ซึ่งชาวบ้านจะออกไปปฏิบัติภารกิจประจำวัน ชาวบ้านจะปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ภายในบ้าน จากนั้นก็จะหยุดการทำงานของ Pico hydro โดยการปิดประตูกันน้ำ เพื่อไม่ให้น้ำไหลผ่านกังหันทำให้ระบบหยุดการทำงาน



รูปที่ 3 การติดตั้ง Pico hydro อย่างง่ายที่บ้านท่าแปน

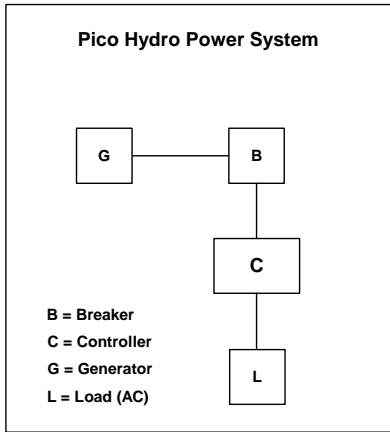
จากลักษณะของการใช้งานดังกล่าวการใช้ไฟฟ้าของชาวบ้านพบปัญหาคือ หลอดไฟขาดบ่อย สาเหตุมาจากแรงดันไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากไม่มีอุปกรณ์ควบคุมแรงดันไฟฟ้า นอกจากนี้ยังเกิดปัญหาอื่นๆ เช่น ในเวลาที่ไม่มีภาระใช้ไฟฟ้า (No loads) ชาวบ้านจะต้องยกกระบอก Pico hydro หลบน้ำ หรือต้องปิดประตูส่งน้ำ เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายต่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพราะเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีอุณหภูมิสูง หรือ Pico hydro เกิดความเสียหายเมื่อมีภาระทางไฟฟ้าต่ำกว่าขนาดกำลังการผลิตจริง นอกจากนี้ยังพบปัญหาเรื่องความปลอดภัยขณะใช้งานระบบ เมื่อชาวบ้านต้องลงไปน้ำเพื่อเปิด/ปิดประตูน้ำ พบว่าเคยมีอุบัติเหตุชาวบ้านถูกไฟฟ้าช็อตจนเสียชีวิต

5.2 การแก้ปัญหาของการใช้งาน Pico hydro

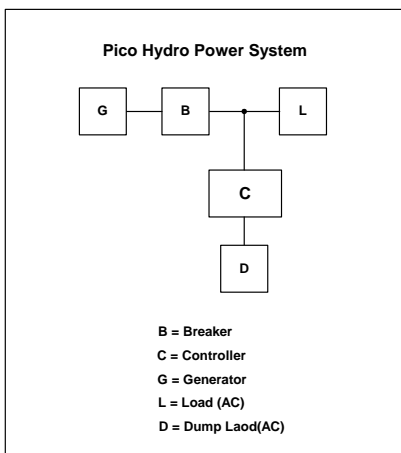
เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวที่มาจากงานวิจัยจาก SERT ร่วมกับ Institut für Solare Energieversorgungstechnik (ISET) จากประเทศเยอรมัน และบริษัททีโอแอล ประเทศไทย ทำการพัฒนาเครื่องควบคุมแรงดันไฟฟ้าและ Dummy load สำหรับ Pico hydro และทำการติดตั้งในหมู่บ้านท่าแปน เบื้องต้นได้สร้างเครื่องควบคุมฯ ต้นแบบจำนวน 3 เครื่อง โดย 2 เครื่องเป็นการพัฒนาร่วมกันของ SERT & ISET และ 1 เครื่องพัฒนาโดยบริษัททีโอแอล ผลจากการทดสอบเครื่องควบคุมต้นแบบพบว่าสามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้ในระยะที่สองจึงได้ทำการติดตั้งเพิ่มอีก 15 เครื่อง และจะทำการประเมินผลการใช้งานระบบในระยะยาวต่อไป (ในบทความฉบับนี้จะไม่กล่าวถึง)

ผลจากการทดสอบและใช้งานจริงพบว่า เครื่องควบคุมแรงดันไฟฟ้า สามารถทนแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าสูงสุดขนาดตั้งแต่ (In put 0-600V, 0-11A/AC) ตามลำดับ Controller สามารถปรับค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าให้เหมาะสมกับภาระทางไฟฟ้า (Out put, 220V/AC) กระแสไฟฟ้าขาออก (Out put) ขึ้นอยู่กับภาระทางไฟฟ้า เมื่อนำเครื่องใช้ไฟฟ้ามาต่อเพื่อใช้งานก็ไม่มีผลคล้ายเคียงใดๆ อุปกรณ์ไฟฟ้าสามารถใช้งานได้ตามปกติ ป้องกันไม่ให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านอุปกรณ์ไฟฟ้ามากเกินไป (Over supply) ช่วยไม่ให้หลอดไฟขาดโดยชาวบ้านไม่จำเป็นต้องปิดประตูน้ำเพื่อหยุดการทำงานของระบบสามารถปล่อยให้ระบบทำงานได้ตามปกติ กรณีที่ไม่มีภาระทางไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าจะจ่ายให้กับเครื่องควบคุม ซึ่งเปรียบเสมือนเป็น Dump Load และเครื่องควบคุมสามารถควบคุมจำนวนรอบการหมุนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้ช้าลงได้ทำให้ผลิตกระแสไฟฟ้าได้น้อยลงแก้ปัญหาเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีอุณหภูมิสูง ซึ่งสาเหตุที่เครื่องกำเนิดไฟฟาร้อนเพราะกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ซึ่งไม่ถูกนำไปใช้งานจะถูกเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานความร้อนและถ่ายเทความร้อนให้กับขดลวด ลักษณะของการติดตั้งระบบ Pico Hydro ที่บ้านท่าแปนแสดงตามรูปที่ 3, 4 ตามลำดับ

ที่สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัย และข้อมูลทางเทคนิคซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยเป็นอย่างดี



รูปที่ 3 ลักษณะการติดตั้งเครื่องควบคุมแรงดันไฟฟ้าของ SERT&SET



รูปที่ 4 ลักษณะการติดตั้งเครื่องควบคุมแรงดันไฟฟ้าบริษัทลีโอนิคส์

6. สรุป

ปัญหาส่วนใหญ่ของการใช้งานระบบไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กคือ หลอดไฟขาดบ่อย สาเหตุมาจากแรงดันไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอเนื่องจากไม่มีอุปกรณ์ควบคุมแรงดันไฟฟ้า การเกิดความร้อนสะสมที่ตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในกรณีที่ระบบไม่มีภาระทางไฟฟ้า หรือภาระทางไฟฟ้ามีขนาดต่ำกว่ากำลังการผลิตไฟฟ้า การแก้ปัญหาทำโดยการพัฒนาเครื่องควบคุมแรงดันไฟฟ้า และนำไปติดตั้งให้กับชาวบ้าน จากการทดสอบการใช้งานจริงพบว่าสามารถแก้ปัญหาหลอดไฟขาด ป้องกันความเสียหายให้กับตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำให้ไม่เกิดความเสียหายกรณีที่ไม่มีความภาระทางไฟฟ้าได้เป็นอย่างดี

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่จากการไฟฟ้าลาว (Department of Electricity, Ministry of Industry and Handicrafts) ทุกท่านที่ช่วยอำนวยความสะดวก และการติดต่อประสานงาน ขอขอบคุณ Council on Renewable Energy in the Mekong Region (CORE), Asia Europe Renewable Energy Consortium Agency (AERECA), Institut for Solare Energieversorgungstechnik (ISET) และบริษัทลีโอนิคส์ จำกัด