



โครงการศึกษาวิจัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพโซลาร์เซลล์ เพื่อการสูบน้ำบาดาล



รายงานการศึกษาการทดสอบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ
โซลาร์เซลล์เพื่อการสูบน้ำบาดาล ฉบับสมบูรณ์

โดย

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กันยายน 2561

โครงการศึกษาวิจัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพโซลาร์เซลล์เพื่อการสูบน้ำบาดาล
รายงานการศึกษาการทดสอบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ
โซลาร์เซลล์เพื่อการสูบน้ำบาดาล ฉบับสมบูรณ์
สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	-ก-
สารบัญรูป	-ค-
สารบัญตาราง	-ณ-
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมา	1-1
1.2 หลักการและเหตุผล	1-2
1.3 พื้นที่ศึกษาโครงการ	1-2
1.4 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1-2
1.5 เป้าหมายโครงการ	1-3
1.6 ขอบเขตของการดำเนินการ	1-3
1.7 ระยะเวลาในการดำเนินงาน	1-3
บทที่ 2 การสำรวจ รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูล	
2.1 ข้อมูลโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรรูปแบบที่ 3	2-1
2.2 ลักษณะของบ่อน้ำบาดาลที่เลือกใช้ในการศึกษา	2-10
2.3 ผลการตรวจวัดข้อมูลในสนาม	2-13
2.3.1 บ้านหนองตาฉาวกลุ่ม 1	2-13
2.3.2 บ้านหนองแต้	2-43
2.3.3 บ้านห้วยม้าลอย	2-60
2.3.4 บ้านหนองนกน้อย	2-71
2.3.5 บ้านด่านทับตะโกใน	2-71
2.3.6 บ้านทุ่งเหียง กลุ่ม 1	2-71
2.3.7 บ้านหนองเต่าทอง	2-71
2.4 ประเด็นปัญหา ข้อดี ข้อด้อย ที่พบจากการออกสนาม	2-76
2.4.1 โครงการบ้านหนองตาฉาว	2-76
2.4.2 โครงการบ้านหนองแต้	2-76
2.4.3 โครงการบ้านห้วยม้าลอย	2-77
2.5 ผลการวิเคราะห์ช่วงเวลาที่ให้มีแสงอาทิตย์	2-77
2.6 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำที่คาดว่าจะพัฒนาได้ และค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้	2-98

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.7 สภาพธรณีวิทยาและอุทกธรณีวิทยาของพื้นที่ที่ตรวจวัด	2-105
2.7.1 บ้านหนองตาฉาวกลุ่ม 1	2-105
2.7.2 บ้านห้วยมัลลอย บ้านหนองแต้	2-108
บทที่ 3 การประเมินประสิทธิภาพและความเสถียรภาพ	
3.1 รูปแบบของการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยโซลาร์เซลล์	3-1
3.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์	3-5
3.2.1 ปัจจัยทางด้านพื้นที่และตำแหน่งที่ตั้ง	3-5
3.2.2 ปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมและแผงโซลาร์เซลล์	3-5
3.3 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์	3-6
3.4 การต่อแผงโซลาร์เซลล์	3-7
3.4.1 การต่อโมดูลโซลาร์เซลล์แบบอนุกรม	3-8
3.4.2 การต่อโมดูลโซลาร์เซลล์แบบขนาน	3-8
3.4.3 การต่อโมดูลโซลาร์เซลล์แบบผสมผสาน	3-9
3.5 อุปกรณ์สำคัญของระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ	3-10
3.6 ผลการประเมินประสิทธิภาพและความเสถียรภาพ	3-11
บทที่ 4 ข้อเสนอแนะและรูปแบบการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ในอนาคต	
4.1 จุดอ่อนของระบบจากการตรวจสอบในสนาม	4-1
4.1.1 การต่อแผงโซลาร์เซลล์	4-1
4.1.2 ไม่มีระบบสำรองไฟฟ้า	4-1
4.1.3 ระบบเดียวทั้งประเทศ	4-2
4.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงระบบ	4-2
4.2.1 การต่อแผงโซลาร์เซลล์	4-2
4.2.2 การลดการหยุดเดินเครื่องสูบน้ำช่วงขณะ	4-2
4.3 แนวทางการก่อสร้างและติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์สำหรับการสูบน้ำบาดาลสำหรับโครงการในอนาคต	4-5
4.3.1 การผลิตพลังงานไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์	4-5
4.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์สำหรับบ่อน้ำบาดาล	4-5
4.4 ข้อเสนอแนะแนวทางการก่อสร้างแผงโซลาร์เซลล์ในกรมทรัพยากรน้ำบาดาลสำหรับวิจัยและใช้งานในอาคาร	4-6
4.4.1 คุณลักษณะทางเทคนิคของแผงโซลาร์เซลล์	4-6
4.4.2 คุณลักษณะทางเทคนิคของอินเวอร์เตอร์	4-7
4.4.3 คุณลักษณะทางเทคนิคของอุปกรณ์ขั้วยึด	4-7
4.4.4 คุณลักษณะทางเทคนิคของตู้ควบคุมไฟฟ้า	4-8
4.4.5 คุณลักษณะทางเทคนิคของอุปกรณ์ไฟฟ้า	4-8

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1-1	รูปแบบโดยทั่วไปของโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรในพื้นที่ประสบภัยแล้ง รูปแบบที่ 3 (การเกษตรเชิงระบบใช้พลังงานแสงอาทิตย์)	2-2
2.1-2	ตำแหน่งที่ตั้งโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรในพื้นที่ประสบภัยแล้ง (รูปแบบที่ 3) ปี พ.ศ.2560 จำนวน 60 แห่ง บนแผนที่สภาพภูมิประเทศ	2-6
2.1-3	ตำแหน่งที่ตั้งโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรในพื้นที่ประสบภัยแล้ง (รูปแบบที่ 3) ปี พ.ศ.2560 จำนวน 60 แห่ง แสดงบนแผนที่ศักยภาพและคุณภาพน้ำ บาดาล	2-7
2.3-1	เครื่องวิเคราะห์คุณภาพของพลังงานไฟฟ้า Fluke 43B Power Quality Analyzer	2-14
2.3-2	ตัวอย่างภาพการตรวจวัดข้อมูลในสนาม ณ บ้านหนองตาฉาว	2-16
2.3-3	ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้าน หนองตาฉาว วันที่ 1 มีนาคม 2561	2-17
2.3-4	ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่อง สูบน้ำใช้ ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 1 มีนาคม 2561	2-17
2.3-5	ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้าน หนองตาฉาว วันที่ 12 มีนาคม 2561	2-18
2.3-6	ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่อง สูบน้ำใช้ ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 12 มีนาคม 2561	2-18
2.3-7	ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้าน หนองตาฉาว วันที่ 25 มีนาคม 2561	2-19
2.3-8	ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่อง สูบน้ำใช้ ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 25 มีนาคม 2561	2-19
2.3-9	ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้าน หนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 10-12 น.	2-20
2.3-10	ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่อง สูบน้ำใช้ ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 10-12 น.	2-20
2.3-11	ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้าน หนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 12-14 น.	2-21
2.3-12	ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่อง สูบน้ำใช้ ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 12-14 น.	2-21
2.3-13	ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้าน หนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 14-16 น.	2-22
2.3-14	ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่อง สูบน้ำใช้ ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 14-16 น.	2-22
2.3-15	ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้าน หนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 10-12 น. ช่วงย่อย 0-15 นาที	2-27

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.3-33 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 14-16 น. ช่วงย่อย 30-45 นาที	2-36
2.3-34 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 14-16 น. ช่วงย่อย 45-60 นาที	2-36
2.3-35 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 14-16 น. ช่วงย่อย 60-75 นาที	2-37
2.3-36 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 14-16 น. ช่วงย่อย 75-90 นาที	2-37
2.3-37 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 14-16 น. ช่วงย่อย 90-105 นาที	2-38
2.3-38 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 14-16 น. ช่วงย่อย 105-120 นาที	2-38
2.3-39 ลักษณะการต่อแผงโซลาร์เซลล์ของโครงการขนาด 150 วัตต์/แผง	2-39
2.3-40 ตัวอย่างภาพการตรวจวัดข้อมูลในสนาม ณ บ้านหนองแต้	2-44
2.3-41 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 2 มีนาคม 2561	2-45
2.3-42 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องสูบน้ำใช้ ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 2 มีนาคม 2561	2-45
2.3-43 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 11 มีนาคม 2561	2-46
2.3-44 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องสูบน้ำใช้ ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 11 มีนาคม 2561	2-46
2.3-45 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 17 มีนาคม 2561	2-47
2.3-46 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องสูบน้ำใช้ ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 17 มีนาคม 2561	2-47
2.3-47 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 22 เมษายน 2561 ช่วงเช้า	2-48
2.3-48 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องสูบน้ำใช้ ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 22 เมษายน 2561 ช่วงเช้า	2-48
2.3-49 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 22 เมษายน 2561 ช่วงกลางวัน	2-49
2.3-50 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องสูบน้ำใช้ ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 22 เมษายน 2561 ช่วงกลางวัน	2-49

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.3-51 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 22 เมษายน 2561 ช่วงบ่าย	2-50
2.3-52 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องสูบน้ำใช้ ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 22 เมษายน 2561 ช่วงบ่าย	2-50
2.3-53 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 25 สิงหาคม 2561 ช่วงเช้า	2-51
2.3-54 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องสูบน้ำใช้ ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 25 สิงหาคม 2561 ช่วงเช้า	2-51
2.3-55 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 25 สิงหาคม 2561 ช่วงกลางวัน	2-52
2.3-56 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องสูบน้ำใช้ ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 25 สิงหาคม 2561 ช่วงกลางวัน	2-52
2.3-57 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 25 สิงหาคม 2561 ช่วงบ่าย	2-53
2.3-58 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องสูบน้ำใช้ ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 25 สิงหาคม 2561 ช่วงบ่าย	2-53
2.3-59 ลักษณะการต่อแผงโซลาร์เซลล์ของโครงการขนาด 300 วัตต์/แผง	2-59
2.3-60 ตัวอย่างภาพการตรวจวัดข้อมูลในสนาม ณ บ้านห้วยม้าลอย	2-61
2.3-61 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านห้วยม้าลอย วันที่ 24 มีนาคม 2561 ช่วงเช้า	2-62
2.3-62 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องสูบน้ำใช้ ณ บ้านห้วยม้าลอย วันที่ 24 มีนาคม 2561 ช่วงเช้า	2-62
2.3-63 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านห้วยม้าลอย วันที่ 24 มีนาคม 2561 ช่วงกลางวัน	2-63
2.3-64 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องสูบน้ำใช้ ณ บ้านห้วยม้าลอย วันที่ 24 มีนาคม 2561 ช่วงกลางวัน	2-63
2.3-65 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านห้วยม้าลอย วันที่ 24 มีนาคม 2561 ช่วงบ่าย	2-64
2.3-66 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องสูบน้ำใช้ ณ บ้านห้วยม้าลอย วันที่ 24 มีนาคม 2561 ช่วงบ่าย	2-64
2.3-67 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านห้วยม้าลอย วันที่ 26 สิงหาคม 2561 ช่วงเช้า	2-65
2.3-68 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องสูบน้ำใช้ ณ บ้านห้วยม้าลอย วันที่ 26 สิงหาคม 2561 ช่วงเช้า	2-65

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.3-69 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้าน ห้วยม้าลอย วันที่ 26 สิงหาคม 2561 ช่วงกลางวัน	2-66
2.3-70 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่อง สูบน้ำใช้ ณ บ้านห้วยม้าลอย วันที่ 26 สิงหาคม 2561 ช่วงกลางวัน	2-66
2.3-71 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้าน ห้วยม้าลอย วันที่ 26 สิงหาคม 2561 ช่วงบ่าย	2-67
2.3-72 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่อง สูบน้ำใช้ ณ บ้านห้วยม้าลอย วันที่ 26 สิงหาคม 2561 ช่วงบ่าย	2-67
2.3-73 ตัวอย่างภาพการเข้าสำรวจพื้นที่ในสนาม ณ บ้านหนองนกน้อย	2-72
2.3-74 ตัวอย่างภาพการเข้าสำรวจพื้นที่ในสนาม ณ บ้านด่านทับตะโกใน	2-73
2.3-75 ตัวอย่างภาพการเข้าสำรวจพื้นที่ในสนาม ณ บ้านทุ่งเหียง กลุ่ม 1	2-74
2.3-76 ตัวอย่างภาพการเข้าสำรวจพื้นที่ในสนาม ณ บ้านหนองเต่าทอง	2-75
2.5-1 แผนที่แสดงเส้นช่วงเวลาที่มี้แสงอาทิตย์เทียบเท่าของเดือนมกราคม	2-81
2.5-2 แผนที่แสดงเส้นช่วงเวลาที่มี้แสงอาทิตย์เทียบเท่าของเดือนกุมภาพันธ์	2-82
2.5-3 แผนที่แสดงเส้นช่วงเวลาที่มี้แสงอาทิตย์เทียบเท่าของเดือนมีนาคม	2-83
2.5-4 แผนที่แสดงเส้นช่วงเวลาที่มี้แสงอาทิตย์เทียบเท่าของเดือนเมษายน	2-84
2.5-5 แผนที่แสดงเส้นช่วงเวลาที่มี้แสงอาทิตย์เทียบเท่าของเดือนพฤษภาคม	2-85
2.5-6 แผนที่แสดงเส้นช่วงเวลาที่มี้แสงอาทิตย์เทียบเท่าของเดือนมิถุนายน	2-86
2.5-7 แผนที่แสดงเส้นช่วงเวลาที่มี้แสงอาทิตย์เทียบเท่าของเดือนกรกฎาคม	2-87
2.5-8 แผนที่แสดงเส้นช่วงเวลาที่มี้แสงอาทิตย์เทียบเท่าของเดือนสิงหาคม	2-88
2.5-9 แผนที่แสดงเส้นช่วงเวลาที่มี้แสงอาทิตย์เทียบเท่าของเดือนกันยายน	2-89
2.5-10 แผนที่แสดงเส้นช่วงเวลาที่มี้แสงอาทิตย์เทียบเท่าของเดือนตุลาคม	2-90
2.5-11 แผนที่แสดงเส้นช่วงเวลาที่มี้แสงอาทิตย์เทียบเท่าของเดือนพฤศจิกายน	2-91
2.5-12 แผนที่แสดงเส้นช่วงเวลาที่มี้แสงอาทิตย์เทียบเท่าของเดือนธันวาคม	2-92
2.5-13 แผนที่แสดงเส้นช่วงเวลาที่มี้แสงอาทิตย์เทียบเท่าของทั้งปี	2-93
2.7-1 แผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดเพชรบุรีและประมาณขอบเขตพื้นที่ศึกษา	2-106
2.7-2 แผนที่อุทกธรณีวิทยาจังหวัดเพชรบุรีและประมาณขอบเขตพื้นที่ศึกษา	2-107
2.7-3 แผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดสุพรรณบุรีและประมาณขอบเขตพื้นที่ศึกษา	2-109
2.7-4 แผนที่อุทกธรณีวิทยาจังหวัดสุพรรณบุรีและประมาณขอบเขตพื้นที่ศึกษา	2-111
3.2-1 แบบผลึกเดี่ยว (Mono Crystalline)	3-3
3.2-2 แบบผลึกรวม(Poly Crystalline)	3-3
3.2-3 แบบไม่เป็นรูปผลึก (Amorphous)	3-3
3.2-4 PV Stand-alone system	3-4
3.2-5 PV Grid connected system	3-4
3.2-6 PV Hybrid system	3-4

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.3-1 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 150 และ 300 วัตต์ ที่ติดตั้งในโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรรูปแบบที่ 3	3-7
3.4.1-1 การต่อโมดูลโซลาร์เซลล์แบบอนุกรม	3-8
3.4.2-1 การต่อโมดูลโซลาร์เซลล์แบบขนาน	3-8
3.4.3-1 ลักษณะการต่อแผงโซลาร์เซลล์ของโครงการขนาด 150 วัตต์/แผง	3-9
3.5-1 สัญญาณขาออกของวงจร Square wave, Modified sine wave หรือ Pure sine wave	3-11
4.1.1-1 ลักษณะการต่อแผงโซลาร์เซลล์ของโครงการขนาด 150 วัตต์/แผง	4-1
4.1.1-2 ลักษณะการต่อแผงโซลาร์เซลล์ของโครงการขนาด 300 วัตต์/แผง	4-2
4.1.3-1 แผนที่แสดงเส้นช่วงเวลาที่มีแสงอาทิตย์เทียบเท่าของทั้งปี	4-4

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า	
2.1-1	รายชื่อโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรในพื้นที่ประสภภัยแล้ง (รูปแบบที่ 3) ปี พ.ศ.2560 จำนวน 60 แห่ง	2-3
2.1-2	ค่าปริมาณน้ำที่คาดว่าจะพัฒนาได้ (Yield, ลบ.ม./ชม.) และค่าปริมาณมวลสารทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TDS, มก./ลิตร) ของโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการเกษตร	2-8
2.1-3	สรุปจำนวนโครงการตามค่าปริมาณน้ำที่คาดว่าจะพัฒนาได้ (Yield, ลบ.ม./ชม.) และค่าปริมาณมวลสารทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TDS, มก./ลิตร) ของโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการเกษตร	2-10
2.2-1	สรุปรายละเอียดโครงการทั้ง 3 แห่ง ที่ได้ใช้เลือกในการศึกษา	2-11
2.3-1	ข้อมูลที่จะทำการตรวจวัด	2-13
2.3-2	ตารางบันทึกข้อมูลในสนาม	2-15
2.3-3	ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 1 มีนาคม 2561	2-23
2.3-4	ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 12 มีนาคม 2561	2-23
2.3-5	ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 25 มีนาคม 2561	2-24
2.3-6	ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 10-12 น.	2-24
2.3-7	ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 12-14 น.	2-25
2.3-8	ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 14-16 น.	2-25
2.3-9	แสดงจำนวนครั้งที่เครื่องหยุดทำงานสำหรับทุกๆ 15 นาที ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561	2-26
2.3-10	ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 2 มีนาคม 2561	2-54
2.3-11	ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 11 มีนาคม 2561	2-54
2.3-12	ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 17 มีนาคม 2561	2-55
2.3-13	ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 22 มีนาคม 2561 ช่วงเช้า	2-55
2.3-14	ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 22 มีนาคม 2561 ช่วงกลางวัน	2-56

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
2.3-15 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 22 มีนาคม 2561 ช่วงบ่าย	2-56
2.3-16 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 25 สิงหาคม 2561 ช่วงเช้า	2-57
2.3-17 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 25 สิงหาคม 2561 ช่วงกลางวัน	2-57
2.3-18 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 25 สิงหาคม 2561 ช่วงบ่าย	2-58
2.3-19 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง ณ บ้านห้วยมัลลอย วันที่ 26 สิงหาคม 2561 ช่วงเช้า	2-68
2.3-20 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง ณ บ้านห้วยมัลลอย วันที่ 24 มีนาคม 2561 ช่วงกลางวัน	2-68
2.3-21 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง ณ บ้านห้วยมัลลอย วันที่ 24 มีนาคม 2561 ช่วงบ่าย	2-69
2.3-22 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง ณ บ้านห้วยมัลลอย วันที่ 26 สิงหาคม 2561 ช่วงเช้า	2-69
2.3-23 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง ณ บ้านห้วยมัลลอย วันที่ 26 สิงหาคม 2561 ช่วงกลางวัน	2-70
2.3-24 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง ณ บ้านห้วยมัลลอย วันที่ 26 สิงหาคม 2561 ช่วงบ่าย	2-70
2.5-1 สรุปค่าเฉลี่ยรายเดือนและรวมทั้งปีของช่วงเวลาที่มิแสงอาทิตย์ที่สถานีตรวจอากาศต่างๆ	2-78
2.5-2 ผลการวิเคราะห์ช่วงเวลาที่มิแสงอาทิตย์ของโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรในพื้นที่ประสบภัยแล้ง ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 รายเดือนเฉลี่ยและรวมทั้งปีเฉลี่ย	2-94
2.6-2 ผลการวิเคราะห์ค่าไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ต่อปีของโครงการที่ได้ทำการตรวจวัด	2-98
2.6-1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำที่คาดว่าจะสามารถพัฒนาได้รายเดือนเฉลี่ยและรวมทั้งปีเฉลี่ยของโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรในพื้นที่ประสบภัยแล้ง ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560	2-99
2.6-2 ค่าพลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้จากการใช้แผงโซลาร์เซลล์	2-103

บทที่ 1

บทนำ

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา

ปัจจุบันพลังงานทางเลือกถือว่าเป็นแหล่งพลังงานใหม่ที่ได้รับการนิยมน้อยกว่าหลาย ซึ่งจากอดีตถึงปัจจุบันแหล่งพลังงานที่ประเทศไทยใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าเป็นหลัก ได้แก่ ถ่านหินและแก๊สธรรมชาติ แหล่งพลังงานทั้งสองชนิดเป็นแหล่งพลังงานที่เมื่อมีการนำมาใช้แล้วจะหมดลงไปเรื่อยๆ รวมทั้งยังเป็นแหล่งพลังงานที่ทำให้เกิดมลภาวะทางอากาศด้วย ซึ่งสวนทางกับความต้องการใช้กระแสไฟฟ้าซึ่งมากขึ้นตามเวลาทำให้ปริมาณไฟฟ้าสำรองของหน่วยงานที่มีหน้าที่ผลิตกระแสไฟฟ้าเป็นหลัก คือ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย มีปริมาณลดลงเรื่อยๆ อีกทั้งในปัจจุบัน การเพิ่มกำลังผลิตไฟฟ้ามีความล่าช้าและค่อนข้างประสบปัญหาอันเนื่องมาจากปัจจัยต่างๆ ที่ทำให้เกิดการต่อต้านการสร้างโรงไฟฟ้าแห่งใหม่นอกจากนั้นการก้าวกระโดดไปใช้ไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์สำหรับประเทศไทยก็ยังคงเป็นเรื่องที่ยังต้องคำนึงถึงความปลอดภัยอีกมาก

สำหรับการพัฒนาน้ำบาดาลขึ้นมาใช้นั้น จำเป็นที่จะต้องพึ่งพากระแสไฟฟ้าเป็นหลักที่จะใช้ในการสูบน้ำขึ้นมาบนผิวดิน ซึ่งจากสถานการณ์เพิ่มขึ้นของการใช้กระแสไฟฟ้าของประเทศไทยอย่างต่อเนื่อง การนำพลังงานไฟฟ้าทางเลือกมาใช้ในการสูบน้ำจึงเป็นแนวทางที่จะช่วยบรรเทาสถานการณ์วิกฤตพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยได้ ซึ่งพลังงานไฟฟ้าทางเลือกที่นิยมใช้ในปัจจุบันคือ พลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ และจากเทคโนโลยีในการผลิตโซลาร์เซลล์ในปัจจุบันที่พัฒนาอย่างก้าวกระโดด ทำให้การเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้ามีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น มีความสะดวกในการใช้งาน การบำรุงรักษาง่าย มีอายุการใช้งานนาน และคุ้มค่าที่จะนำมาใช้สำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูง ได้แก่ เครื่องสูบน้ำ เป็นต้น ซึ่งจะเป็นการช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายของหน่วยงานที่รับผิดชอบในการดำเนินในเรื่องค่าพลังงานกระแสไฟฟ้าในระยะยาวอีกด้วย

อย่างไรก็ตาม ในการนำโซลาร์เซลล์มาใช้สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้านั้น กรมทรัพยากรน้ำบาดาลได้มีการนำโซลาร์เซลล์มาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าสำหรับการสูบน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรแล้ว ซึ่งในปี พ.ศ. 2560 นี้ ได้มีการติดตั้งระบบสูบน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์จำนวนทั้งสิ้น 60 บ่อ ซึ่งในการติดตั้งระบบสูบน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ดังกล่าว จำเป็นที่จะต้องมีการประเมินหาประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ของแผงโซลาร์เซลล์ในพื้นที่ดำเนินการเป็นระยะอย่างต่อเนื่อง ซึ่งประสิทธิภาพในการสร้างกระแสไฟฟ้าสูงสุดของแผงโซลาร์เซลล์ซึ่งยังคงมีปัจจัยอื่นๆ นอกเหนือจากจำนวนของแผงโซลาร์เซลล์ที่ใช้ อาทิเช่น ลักษณะการติดตั้ง ทิศทางการรับแสงอาทิตย์ รวมทั้งประสิทธิภาพของแผงโซลาร์เซลล์เอง ดังนั้นโครงการทดสอบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพโซลาร์เซลล์เพื่อการสูบน้ำบาดาล จะช่วยให้การนำพลังงานทางเลือกจากแสงอาทิตย์ไปใช้ในการสูบน้ำจากบ่อน้ำบาดาลสามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งสามารถช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายด้านกระแสไฟฟ้าในระยะยาวได้อีกด้วย

1.2 หลักการและเหตุผล

การใช้พลังงานไฟฟ้าในปัจจุบันของประเทศไทยที่มีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งสวนทางกันกับความสามารถในการผลิตกระแสไฟฟ้าที่จะลดลงไปเนื่องจากโรงไฟฟ้าพลังความร้อนต่างๆ ที่ตั้งอยู่ในประเทศไทยจะถึงอายุการใช้งานในอนาคตอันใกล้นี้ อีกทั้งการสร้างโรงไฟฟ้าแห่งใหม่เพื่อเพิ่มปริมาณกระแสไฟฟ้าสำรองยังคงประสบปัญหาในการก่อสร้างอันเนื่องมาจากปัจจัยต่อต้านการสร้างโรงไฟฟ้าในแง่ของการเพิ่มมลภาวะและเกิดผลกระทบต่อประชาชนที่อยู่อาศัยโดยรอบโรงไฟฟ้า ดังนั้นการนำโซลาร์เซลล์มาใช้เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าจึงเป็นทางเลือกเหมาะสมในปัจจุบัน

อย่างไรก็ตาม ในการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ จำเป็นที่จะต้องใช้กระแสไฟฟ้าจำนวนมาก ซึ่งการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้โดยการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์นั้น ถือว่าเป็นต้นทุนในการก่อสร้างส่วนหนึ่งที่จะต้องพิจารณาถึงความคุ้มค่าในการใช้งานซึ่งเกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าของโซลาร์เซลล์ด้วย ซึ่งการนำโซลาร์เซลล์มาใช้ให้มีประสิทธิภาพนั้น จำเป็นที่จะต้องมีการศึกษา วิจัย และพัฒนากระบวนการติดตั้ง ประเมินประสิทธิภาพของการเปลี่ยนแสงอาทิตย์ให้เป็นไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์ ดังนั้นจึงควรมีการทดสอบประสิทธิภาพการผลิตกระแสไฟฟ้าของโซลาร์เซลล์โดยการติดตั้งโซลาร์เซลล์เพื่อใช้เป็นพลังงานทางเลือกในพื้นที่ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล ซึ่งนอกจากจะสามารถใช้สำหรับการศึกษาวิจัยประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์แล้วยังสามารถช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายด้านพลังงานกระแสไฟฟ้าของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลได้อีกด้วย ดังนั้นโครงการทดสอบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ โซลาร์เซลล์เพื่อการสูบน้ำบาดาล จะช่วยให้สามารถนำความรู้ที่ได้จากการทดสอบและวิจัยมาใช้ในการวางแผนการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์สำหรับเครื่องสูบน้ำที่จะดำเนินการต่อไปในอนาคตให้มีประสิทธิภาพซึ่งจะช่วยลดต้นทุนการจัดตั้งโครงการ

1.3 พื้นที่ศึกษาโครงการ

โครงการศึกษาวิจัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพโซลาร์เซลล์เพื่อการสูบน้ำบาดาล มีพื้นที่ศึกษาโครงการที่จะดำเนินการศึกษาวิจัยโดยใช้สถานที่ภายในกรมทรัพยากรน้ำบาดาล สำนักงานใหญ่ ตั้งอยู่ที่ เลขที่ 26/83 ซอยท่าหน้ผู้หญิงพล (ซอยงามวงศ์วาน 54) ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ และโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรในพื้นที่ประสบภัยแล้ง (รูปแบบที่ 3) ปี พ.ศ.2560

1.4 วัตถุประสงค์ของโครงการ

การจัดทำโครงการศึกษาวิจัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพโซลาร์เซลล์เพื่อการสูบน้ำบาดาล มีวัตถุประสงค์หลักดังต่อไปนี้

- 1) เพื่อศึกษาวิจัยประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าสำหรับการสูบน้ำบาดาล
- 2) เพื่อจัดทำแนวทางการก่อสร้างและติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์สำหรับการสูบน้ำบาดาลสำหรับโครงการในอนาคต
- 3) เพื่อเสนอแนะแนวทางการก่อสร้างแผงโซลาร์เซลล์ในกรมทรัพยากรน้ำบาดาลสำหรับวิจัยและใช้งานในอนาคต

1.5 เป้าหมายโครงการ

การจัดทำโครงการทดสอบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพโซลาร์เซลล์เพื่อการสูบน้ำบาดาล มีเป้าหมายเพื่อให้เกิดความรู้และความเข้าใจในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้

- 1) เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าสำหรับการสูบน้ำบาดาลของบ่อน้ำบาดาลที่ได้มีการติดตั้งจริงในสนาม รวมทั้งความเสถียรของการผลิตกระแสไฟฟ้าเมื่อมีการเดินเครื่องสูบน้ำ
- 2) จัดทำข้อเสนอแนะในการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์สำหรับการสูบน้ำบาดาลให้มีประสิทธิภาพสูงสุด
- 3) มีรูปแบบการก่อสร้างแผงโซลาร์เซลล์ในกรมทรัพยากรน้ำบาดาลสำหรับวิจัยและใช้งานในอาคาร

1.6 ขอบเขตของการดำเนินการ

โครงการศึกษาวิจัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพโซลาร์เซลล์เพื่อการสูบน้ำบาดาลมีขอบเขตของการดำเนินการ ดังนี้

- 1) ศึกษาเพื่อรวบรวมข้อมูล รูปแบบ ประเภท และข้อจำกัดในการใช้งานแผงโซลาร์เซลล์ประเภทต่างๆ รวมถึงข้อกำหนดในการติดตั้ง และแนวทางการติดตั้งที่เคยมีการศึกษาวิจัยมาในอดีต
- 2) ทำการประเมินประสิทธิภาพการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ที่ติดตั้งโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรในพื้นที่ประสบภัยแล้ง (รูปแบบที่ 3) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560
- 3) จัดทำคู่มือการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์สำหรับบ่อน้ำบาดาล
- 4) กำหนดรูปแบบของการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ภายในพื้นที่กรมทรัพยากรน้ำบาดาลเพื่อใช้ในการวิจัยปัจจัยในการผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์

1.7 ระยะเวลาในการดำเนินงาน

ระยะเวลาดำเนินการ 360 วัน (12 เดือน) นับจากที่ได้มีการลงนามในสัญญาจ้าง

บทที่ 2

การสำรวจ รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูล

บทที่ 2

การสำรวจ รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูล

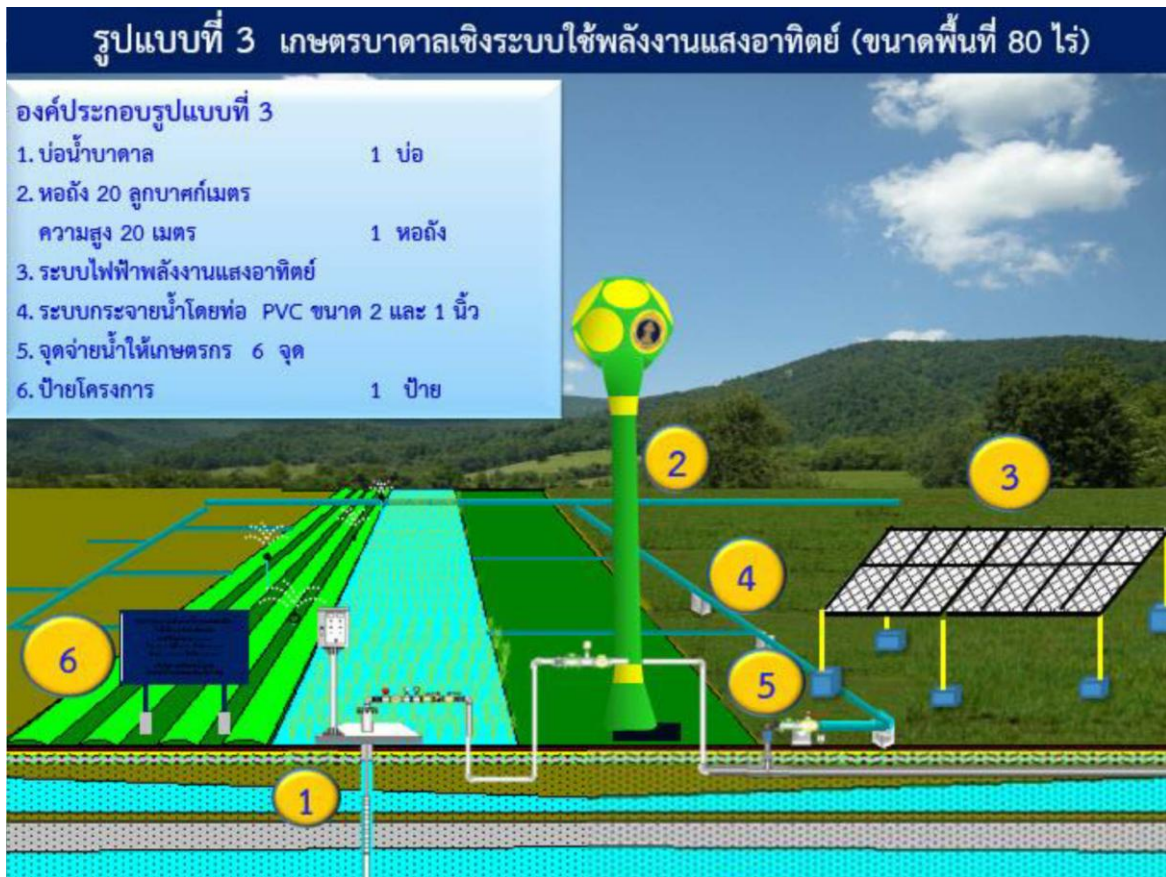
2.1 ข้อมูลโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรรูปแบบที่ 3

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล ได้จัดทำ “โครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรในพื้นที่ประสบภัยแล้ง ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560” เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำบาดาลในภาคการเกษตรร่วมกับน้ำผิวดินให้เหมาะสม มีความสมดุลและเกิดประโยชน์คุ้มค่าสูงสุด ตามพันธกิจ วิสัยทัศน์ และเป้าหมายของกรม สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในการบริหารจัดการน้ำอย่างเป็นระบบ เพื่อตอบสนองความต้องการในการดำรงชีวิตและการผลิตอย่างเพียงพอ โดยกำหนดให้มีการจัดตั้งกลุ่มผู้ใช้น้ำเพื่อการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลภาคประชาชน และชุมชนท้องถิ่น ส่งเสริมการมีส่วนร่วมจากชุมชนท้องถิ่นในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลให้มีประสิทธิภาพ เกิดประโยชน์อย่างคุ้มค่าและยั่งยืน

โครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรในพื้นที่ประสบภัยแล้ง รูปแบบที่ 3 คือน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรเชิงระบบใช้พลังงานแสงอาทิตย์ มีรูปแบบโดยทั่วไปดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.1-1 ซึ่งพื้นที่ไม่น้อยกว่า 80 ไร่ต่อแห่ง โดยมีหลักเกณฑ์การคัดเลือกเข้าโครงการกำหนดดังนี้

1. เกษตรกรมีความพร้อมในการรวมกลุ่มจำนวนตามรูปแบบน้ำบาดาลเพื่อการเกษตร เพื่อให้การทำเกษตรกรรมมีประสิทธิภาพเหมาะสมต่อลักษณะพื้นที่และรูปแบบระบบน้ำบาดาลเพื่อการเกษตร รวมถึงการใช้น้ำอย่างประหยัดและเกิดประโยชน์สูงสุด
2. เกษตรกรผู้เข้าร่วมโครงการสามารถจัดตั้งกองทุนและร่วมกันสร้างข้อกำหนด ข้อตกลงเพื่อการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรอย่างมีส่วนร่วม
3. พื้นที่ที่ร่วมโครงการตั้งอยู่ในพื้นที่ทำแหล่งน้ำยากหรือประสบภัยแล้งและเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพน้ำบาดาลประมาณ 10 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง
4. เจ้าของที่ดินที่ตั้งบ่อน้ำบาดาลต้องยินยอมให้สมาชิกของกลุ่มใช้ประโยชน์จากน้ำบาดาลร่วมกัน
5. องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นให้การรับรองว่าสมาชิกเกษตรกรทางการเกษตรในพื้นที่นั้นจริง และมีความประสงค์ขอรับมอบระบบน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรในรูปแบบที่กรมทรัพยากรน้ำบาดาลกำหนด

รูปแบบโดยทั่วไปของโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรในพื้นที่ประสบภัยแล้ง รูปแบบที่ 3 (การเกษตรเชิงระบบใช้พลังงานแสงอาทิตย์) ได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.1-1 จากผลการคัดเลือกสามารถได้หมู่บ้านที่เข้าร่วมโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรในพื้นที่ประสบภัยแล้ง (รูปแบบที่ 3) ปี พ.ศ.2560 จำนวน 60 แห่ง ดังแสดงรายชื่อและตำแหน่งที่ตั้งไว้ในตารางที่ 2.1-1 และได้แสดงตำแหน่งที่ตั้งโครงการไว้ในแผนที่ภูมิประเทศดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.1-2 และสามารถนำเอาตำแหน่งหมู่บ้านทั้ง 60 แห่งมาแสดงบนแผนที่แสดงคุณภาพและการให้น้ำบาดาลได้ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.1-3 และแสดงผลของค่าปริมาณน้ำที่คาดว่าจะพัฒนาได้ (Yield, ลบ.ม./ชม.) และค่าปริมาณมวลสารทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TDS, มก./ลิตร) ไว้ในตารางที่ 2.1-2



รูปที่ 2.1-1 รูปแบบโดยทั่วไปของโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรในพื้นที่ประสบภัยแล้ง
รูปแบบที่ 3 (การเกษตรเชิงระบบใช้พลังงานแสงอาทิตย์)

ตารางที่ 2.1-1 รายชื่อโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรในพื้นที่ประสบภัยแล้ง (รูปแบบที่ 3) ปี พ.ศ.2560 จำนวน 60 แห่ง

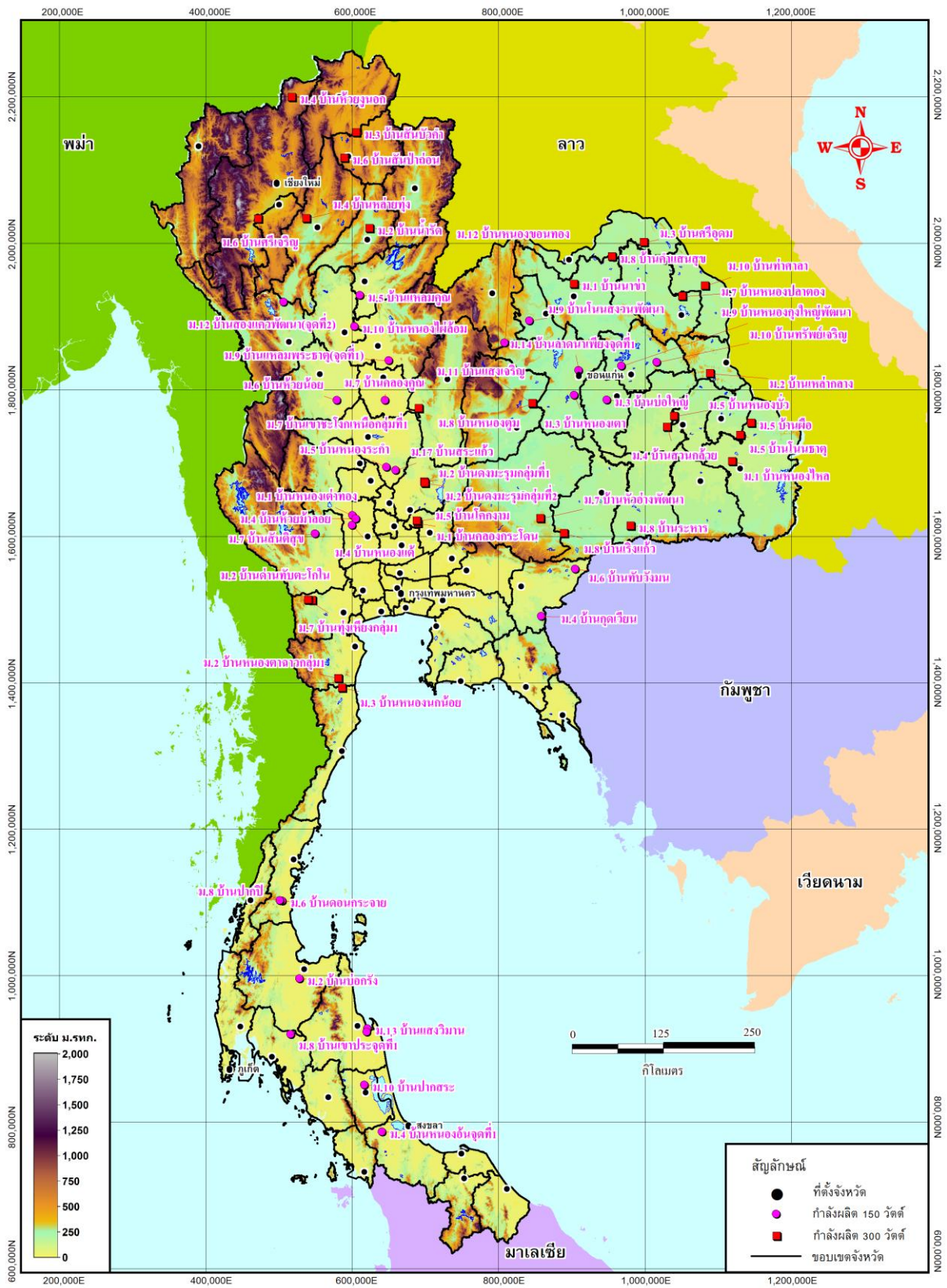
ลำดับ ที่	ชื่อบ้าน	หมู่ที่	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	สทบ. เขต	โซน	พิกัด (ม.)		กำลังผลิต ไฟฟ้า(วัตต์)
								(ตอ.)	(น.)	
1	บ้านสันบัวคำ	3	สันมะค่า	ป่าแดด	เชียงราย	1	47N	606,245	2,150,893	300
2	บ้านห้วยง นอก	4	สันทราย	ฝาง	เชียงใหม่	1	47N	518,513	2,199,210	300
3	บ้านสันป่า ถ่อน	6	แม่ใส	เมืองพะเยา	พะเยา	1	47N	590,200	2,116,200	300
4	บ้านน้ำริด	2	น้ำริด	หนองม่วงไข่	แพร่	1	47N	624,400	2,019,800	300
5	บ้านหล่ายทุ่ง	4	วอแก้ว	ห้างฉัตร	ลำปาง	1	47N	537,998	2,033,428	300
6	บ้านศรีเจริญ	6	ศรีเตี้ย	บ้านโฮ้ง	ลำพูน	1	47N	472,510	2,033,123	300
7	บ้านสันตีสู่ข	7	หลุมรั้ง	บ่อพลอย	กาญจนบุรี	2	47N	549,860	1,603,115	150
8	บ้านสระแก้ว	17	ตาคลี	ตาคลี	นครสวรรค์	2	47N	659,521	1,689,992	150
9	บ้านหนอง ระกำ	5	เขาชายธง	ตากฟ้า	นครสวรรค์	2	47N	647,443	1,693,797	150
10	บ้านหนอง เต่าทอง	1	หนองราชวัตร	หนองหญ้า ไซ	สุพรรณบุรี	2	47N	600,863	1,628,181	150
11	บ้านห้วยม้า ลอย	4	หนองสาหร่าย	ดอนเจดีย์	สุพรรณบุรี	2	47N	605,579	1,623,638	150
12	บ้านหนอง แต่	4	ตลิ่งชัน	เมือง	สุพรรณบุรี	2	47N	600,225	1,614,519	150
13	บ้านคลอง กระโดน	1	สร้างโคก	บ้านหมอ	สระบุรี	3	47N	690,214	1,617,428	300
14	บ้านโคกงาม	5	สร้างโคก	บ้านหมอ	สระบุรี	3	47N	689,012	1,620,851	300
15	บ้านดงมะรุ มกลุ่มที่1	2	ดงมะรุ ม	โคกสำโรง	ลพบุรี	3	47N	699,042	1,673,895	300
16	บ้านดงมะรุ มกลุ่มที่2	2	ดงมะรุ ม	โคกสำโรง	ลพบุรี	3	47N	700,124	1,672,238	300
17	บ้านเขา ชะโงกเหนือ กลุ่มที่1	7	บ้านกล้วย	ชนแดน	เพชรบูรณ์	3	47N	691,658	1,774,111	300
18	บ้านทรัพย์ เจริญ	10	หลักเหลี่ยม	นามน	กาฬสินธุ์	4	48N	375,700	1,831,277	150
19	บ้านหนองกุง ใหญ่พัฒนา	9	เขาพระนอน	ยางตลาด	กาฬสินธุ์	4	48N	327,697	1,827,781	150
20	บ้านหนอง เตา	3	หนองแซง	บ้านแฮด	ขอนแก่น	4	48N	262,168	1,789,894	150
21	บ้านลาดนา เพียงจุดที่1	14	สาวะถึ	เมือง	ขอนแก่น	4	48N	269,261	1,823,404	150
22	บ้านบ่อใหญ่	3	บ่อใหญ่	บรบือ	มหาสาร คาม	4	48N	306,355	1,782,028	150

ตารางที่ 2.1-1 รายชื่อโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรในพื้นที่ประสบภัยแล้ง (รูปแบบที่ 3) ปี พ.ศ.2560 จำนวน 60 แห่ง (ต่อ)

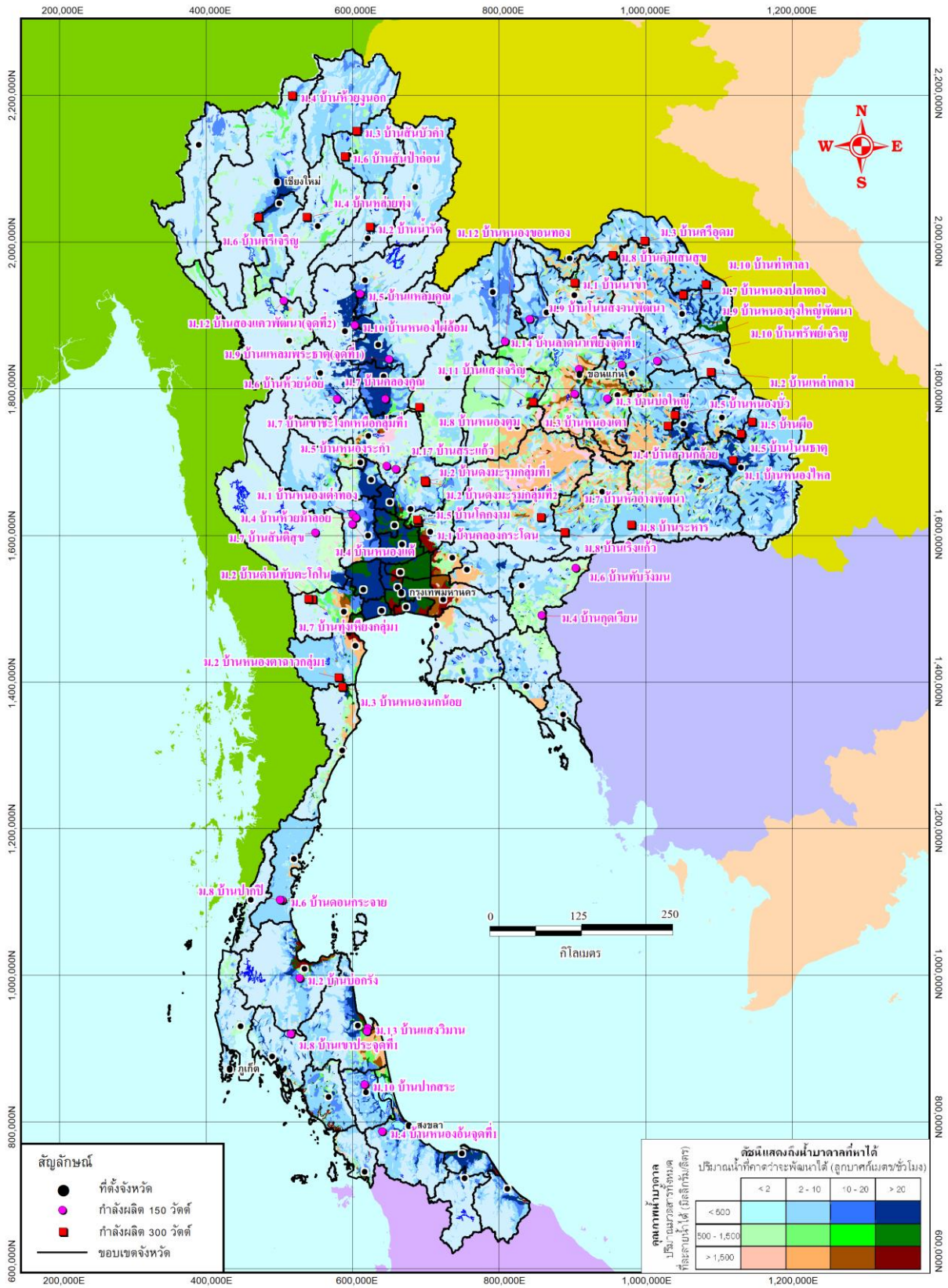
ลำดับ ที่	ชื่อบ้าน	หมู่ที่	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	สทบ. เขต	โซน	พิกัด (ม.)		กำลังผลิต ไฟฟ้า(วัตต์)
								(ตอ.)	(น.)	
23	บ้านโนน สงวนพัฒนา	9	โนนม่วง	ศรีบุญเรือง	หนองบัว ลำภู	4	48N	203,748	1,893,395	150
24	บ้านหนอง ขอนแก่น	12	ภูกระดึง	ภูกระดึง	เลย	4	47N	808,790	1,863,948	150
25	บ้านหัวอ่าง พัฒนา	7	หนองไม้ไผ่	หนองบุญ มาก	นครราช สีมา	5	48N	211,463	1,623,027	300
26	บ้านแสง เจริญ	11	ช่องสามหมอ	แก้งคร้อ	ชัยภูมิ	5	48N	205,285	1,779,786	300
27	บ้านหนอง ตุม	8	ช่องสามหมอ	แก้งคร้อ	ชัยภูมิ	5	48N	205,125	1,780,279	300
28	บ้านระหาร	8	หนองใหญ่	ปราสาท	สุรินทร์	5	48N	334,440	1,609,492	300
29	บ้านเรียงแก้ว	8	โคกมะม่วง	ปะคำ	บุรีรัมย์	5	48N	243,305	1,601,768	300
30	บ้านแสง วิมาน	13	คลองน้อย	ปากพั้ง	นครศรี ธรรมราช	6	47N	621,185	927,550	150
31	บ้านปักปลา	15	คลองน้อย	ปากพั้ง	นครศรี ธรรมราช	6	47N	620,344	922,759	150
32	บ้านบ่อกรัง	2	ท่าสะท้อน	พุนพิิน	สุราษฎร์ ธานี	6	47N	528,600	995,500	150
33	บ้านดอน กระจาย	6	วังตะกอก	หลังสวน	ชุมพร	6	47N	505,018	1,101,778	150
34	บ้านปากปี	8	วังตะกอก	หลังสวน	ชุมพร	6	47N	501,609	1,102,306	150
35	บ้านเขาประ จุดที่1	8	พรุเตียว	เขาพนม	กระบี่	6	47N	516,431	919,402	150
36	บ้านห้วย น้อย	6	แม่ลาด	คลองขลุง	กำแพง เพชร	7	47N	579,608	1,785,153	150
37	บ้านหนองไผ่ ล้อม	10	ไกรโน	กงไกรลาศ	สุโขทัย	7	47N	603,469	1,885,968	150
38	บ้านแหลม คุณ	5	หาดสองแคว	ตรอน	อุดรดิติ์	7	47N	611,050	1,928,528	150
39	บ้านแหลม พระธาตุ(จุด ที่1)	9	นครป่าหมาก	บางกระทุ่ม	พิษณุโลก	7	47N	650,569	1,839,720	150
40	บ้านคลอง คุณ	7	คลองคุณ	ตะพานหิน	พิจิตร	7	47N	645,475	1,785,473	150
41	บ้านสองแคว พัฒนา(จุดที่ 2)	12	ยกกระบัตร์	สามเงา	ตาก	7	47N	506,488	1,919,398	150

ตารางที่ 2.1-1 รายชื่อโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรในพื้นที่ประสบภัยแล้ง (รูปแบบที่ 3) ปี พ.ศ.2560 จำนวน 60 แห่ง (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อบ้าน	หมู่ที่	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	สทบ. เขต	โซน	พิกัด (ม.)		กำลังผลิต ไฟฟ้า(วัตต์)
								(ตอ.)	(น.)	
42	บ้านหนอง นกน้อย	3	หินเหล็กไฟ	ห้วยหิน	ประจวบ คีรีขันธ์	8	47N	586,703	1,392,453	300
43	บ้านหนองตา ฉาวกลุ่ม1	2	เขากระปุก	ท่ายาง	เพชรบุรี	8	47N	581,822	1,405,425	300
44	บ้านด่านทับ ตะโกโน	2	ด่านทับตะโก	จอมบึง	ราชบุรี	8	47N	545,995	1,512,381	300
45	บ้านทุ่งเหียง กลุ่ม1	7	ด่านทับตะโก	จอมบึง	ราชบุรี	8	47N	540,557	1,512,740	300
46	บ้านกุดเวียน	4	ตาพระยา	ตาพระยา	สระแก้ว	9	48N	208,875	1,489,320	150
47	บ้านทับวัง มน	6	คลองหาด	คลองหาด	สระแก้ว	9	48N	256,975	1,552,821	150
48	บ้านท่าศาลา	10	นาขมื่น	โพนสวรรค์	นครพนม	10	48N	445,184	1,933,115	300
49	บ้านเหล่า กลาง	2	กกแดง	นิคมคำ สร้อย	มุกดาหาร	10	48N	448,110	1,814,165	300
50	บ้านหนอง ปลาตอง	7	นาเพียง	กุสุมาลย์	สกลนคร	10	48N	413,411	1,919,973	300
51	บ้านคำแสน สุข	8	บ้านโพธิ์	โพนพิสัย	หนองคาย	10	48N	319,469	1,977,099	300
52	บ้านนาข่า	1	นาข่า	เมือง	อุดรธานี	10	48N	266,572	1,941,452	300
53	บ้านศรีอุดม	3	พรเจริญ	พรเจริญ	บึงกาฬ	10	48N	363,735	1,995,245	300
54	บ้านหนอง ไหล	1	หนองซอน	เมือง	อุบลราชธานี	11	48N	474,642	1,693,725	300
55	บ้านผือ	5	ดู่ทุ่ง	เมือง	ยโสธร	11	48N	502,214	1,744,805	300
56	บ้านหนอง บัว	5	ช้างเผือก	สุวรรณภูมิ	ร้อยเอ็ด	11	48N	397,451	1,757,486	300
57	บ้านสวน กล้วย	4	สวนกล้วย	กันทรลักษ์	ศรีสะเกษ	11	48N	387,499	1,742,797	300
58	บ้านโนนธาตุ	5	พนา	พนา	อำนาจเจริญ	11	48N	486,756	1,728,967	300
59	บ้านปากสระ	10	ชัยบุรี	เมือง	พัทลุง	12	47N	617,229	850,105	150
60	บ้านหนอง อันจุดที่1	4	กำแพงเพชร	รัตภูมิ	สงขลา	12	47N	640,958	786,207	150



รูปที่ 2.1-2 ตำแหน่งที่ตั้งโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรในพื้นที่ประสบภัยแล้ง (รูปแบบที่ 3) ปี พ.ศ.2560 จำนวน 60 แห่ง บนแผนที่สภาพภูมิประเทศ



รูปที่ 2.1-3 ตำแหน่งที่ตั้งโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรในพื้นที่ประสภภัยแล้ง (รูปแบบที่ 3) ปี พ.ศ.2560 จำนวน 60 แห่ง แสดงบนแผนที่ศักยภาพและคุณภาพน้ำบาดาล

ตารางที่ 2.1-2 ค่าปริมาณน้ำที่คาดว่าจะพัฒนาได้ (Yield, ลบ.ม./ชม.) และค่าปริมาณมวลสารทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TDS, มก./ลิตร) ของโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการเกษตร

ลำดับที่	ชื่อบ้าน	หมู่ที่	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	สท.เขต	TDS (มก./ล.)	Yield (ลบ.ม./ชม.)
1	บ้านสันบัวคำ	3	สันมะค่า	ป่าแดด	เชียงราย	1	<500	2-10
2	บ้านห้วยงูนอก	4	สันทราย	ฝาง	เชียงใหม่	1	<500	10-20
3	บ้านสันป่าอ่อน	6	แม่ใส	เมืองพะเยา	พะเยา	1	<500	2-10
4	บ้านน้ำรัต	2	น้ำรัต	หนองม่วงไข่	แพร่	1	500-1,500	2-10
5	บ้านหลายทุ่ง	4	วอแก้ว	ห้างฉัตร	ลำปาง	1	<500	<2
6	บ้านศรีเจริญ	6	ศรีเตี้ย	บ้านโฮ้ง	ลำพูน	1	<500	>20
7	บ้านสันติสุข	7	หลุมรั้ง	บ่อพลอย	กาญจนบุรี	2	<500	2-10
8	บ้านสระแก้ว	17	ตาคลี	ตาคลี	นครสวรรค์	2	500-1,500	<2
9	บ้านหนองระกำ	5	เขาชายธง	ตากฟ้า	นครสวรรค์	2	<500	<2
10	บ้านหนองเต่าทอง	1	หนองราชวัตร	หนองหญ้าไซ	สุพรรณบุรี	2	<500	<2
11	บ้านห้วยม้าลอย	4	หนองสาหร่าย	ดอนเจดีย์	สุพรรณบุรี	2	<500	<2
12	บ้านหนองแต้	4	ตลิ่งชัน	เมือง	สุพรรณบุรี	2	<500	<2
13	บ้านคลองกระโดน	1	สร้างโคก	บ้านหมอ	สระบุรี	3	<500	>20
14	บ้านโคกงาม	5	สร้างโคก	บ้านหมอ	สระบุรี	3	<500	>20
15	บ้านดงมะรุ้มกลุ่มที่1	2	ดงมะรุ้ม	โคกสำโรง	ลพบุรี	3	<500	10-20
16	บ้านดงมะรุ้มกลุ่มที่2	2	ดงมะรุ้ม	โคกสำโรง	ลพบุรี	3	<500	<2
17	บ้านเขาชะงอกเหนือ กลุ่มที่1	7	บ้านกล้วย	ชนแดน	เพชรบูรณ์	3	500-1,500	2-10
18	บ้านทรัพย์เจริญ	10	หลักเหลี่ยม	นามน	กาฬสินธุ์	4	<500	2-10
19	บ้านหนองกุงใหญ่ พัฒนา	9	เขาพระนอน	ยางตลาด	กาฬสินธุ์	4	<500	2-10
20	บ้านหนองเตา	3	หนองแซง	บ้านแฮด	ขอนแก่น	4	<500	2-10
21	บ้านลาดนาเพียงจุดที่1	14	สาวะถี	เมือง	ขอนแก่น	4	500-1,500	10-20
22	บ้านบ่อใหญ่	3	บ่อใหญ่	บรบือ	มหาสารคาม	4	<500	2-10
23	บ้านโนนสงวนพัฒนา	9	โนนม่วง	ศรีบุญเรือง	หนองบัวลำภู	4	<500	2-10
24	บ้านหนองขอนแก่น	12	ภูกระดึง	ภูกระดึง	เลย	4	<500	<2
25	บ้านหัวอ่างพัฒนา	7	หนองไม้ไผ่	หนองบุญมาก	นครราชสีมา	5	<500	2-10
26	บ้านแสงเจริญ	11	ช่องสามหมอ	แก้งคร้อ	ชัยภูมิ	5	500-1,500	2-10
27	บ้านหนองตุม	8	ช่องสามหมอ	แก้งคร้อ	ชัยภูมิ	5	500-1,500	2-10
28	บ้านระหาร	8	หนองใหญ่	ปราสาท	สุรินทร์	5	<500	2-10
29	บ้านเรียงแก้ว	8	โคกมะม่วง	ปะคำ	บุรีรัมย์	5	<500	<2
30	บ้านแสงวิมาน	13	คลองน้อย	ปากพนัง	นครศรีธรรมราช	6	>1,500	2-10
31	บ้านปึกปลา	15	คลองน้อย	ปากพนัง	นครศรีธรรมราช	6	500-1,500	10-20
32	บ้านบ่อกรัง	2	ท่าสะท้อน	พุนพิน	สุราษฎร์ธานี	6	<500	<2
33	บ้านดอนกระเจาย	6	วังตะกอก	หลังสวน	ชุมพร	6	<500	2-10
34	บ้านปากปี	8	วังตะกอก	หลังสวน	ชุมพร	6	<500	2-10
35	บ้านเขาประจุดที่1	8	พรุเตียว	เขาพนม	กระบี่	6	<500	<5
36	บ้านห้วยน้อย	6	แม่ลาด	คลองขลุง	กำแพงเพชร	7	<500	10-20

ตารางที่ 2.1-2 ค่าปริมาณน้ำที่คาดว่าจะพัฒนาได้ (Yield, ลบ.ม./ชม.) และค่าปริมาณมวลสารทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TDS, มก./ลิตร) ของโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการเกษตร (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อบ้าน	หมู่ที่	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	สทบ.เขต	TDS (มก./ล.)	Yield (ลบ.ม./ชม.)
37	บ้านหนองไผ่ล้อม	10	โกรน	กงไกรลาศ	สุโขทัย	7	<500	<2
38	บ้านแหลมคุณ	5	หาดสองแคว	ตรอน	อุดรดิตถ์	7	<500	>20
39	บ้านแหลมพระธาตุ(จุดที่1)	9	นครป่าหมาก	บางกระทุ่ม	พิษณุโลก	7	<500	2-10
40	บ้านคลองคุณ	7	คลองคุณ	ตะพานหิน	พิจิตร	7	<500	>20
41	บ้านสองแควพัฒนา(จุดที่2)	12	ยกกระบัตร	สามเงา	ตาก	7	500-1,500	10-20
42	บ้านหนองนกน้อย	3	หินเหล็กไฟ	หัวหิน	ประจวบคีรีขันธ์	8	500-1,500	2-10
43	บ้านหนองตาฉาวกลุ่ม 1	2	เขากระปุก	ท่ายาง	เพชรบุรี	8	500-1,500	<2
44	บ้านด่านทับตะโกใน	2	ด่านทับตะโก	จอมบึง	ราชบุรี	8	500-1,500	10-20
45	บ้านทุ่งเหยงกลุ่ม1	7	ด่านทับตะโก	จอมบึง	ราชบุรี	8	500-1,500	10-20
46	บ้านกุดเวียง	4	ตาพระยา	ตาพระยา	สระแก้ว	9	500-1,500	10-20
47	บ้านทับวังมน	6	คลองหาด	คลองหาด	สระแก้ว	9	500-1,500	<2
48	บ้านท่าศาลา	10	นาขมิ้น	โพนสวรรค์	นครพนม	10	<500	>20
49	บ้านเหล่ากลาง	2	กกแดง	นิคมคำสร้อย	มุกดาหาร	10	<500	2-10
50	บ้านหนองปลาตอง	7	นาเพียง	กุสุมาลย์	สกลนคร	10	<500	2-10
51	บ้านคำแสนสุข	8	บ้านโพธิ์	โพนพิสัย	หนองคาย	10	<500	<2
52	บ้านนาข่า	1	นาข่า	เมือง	อุดรธานี	10	<500	>20
53	บ้านศรีอุดม	3	พรเจริญ	พรเจริญ	บึงกาฬ	10	<500	2-10
54	บ้านหนองไหล	1	หนองขอน	เมือง	อุบลราชธานี	11	<500	>20
55	บ้านผือ	5	คูทุ่ง	เมือง	ยโสธร	11	<500	10-20
56	บ้านหนองบัว	5	ช้างเผือก	สุวรรณภูมิ	ร้อยเอ็ด	11	<500	2-10
57	บ้านสวนกล้วย	4	สวนกล้วย	กันทรลักษณ์	ศรีสะเกษ	11	<500	2-10
58	บ้านโนนธาตุ	5	พนา	พนา	อำนาจเจริญ	11	<500	2-10
59	บ้านปากสระ	10	ชัยบุรี	เมือง	พัทลุง	12	<500	10-20
60	บ้านหนองอันจุดที่1	4	กำแพงเพชร	รัตภูมิ	สงขลา	12	<500	2-10

จากจากค่าปริมาณน้ำที่คาดว่าจะพัฒนาได้ (Yield, ลบ.ม./ชม.) และค่าปริมาณมวลสารทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TDS, มก./ลิตร) ของโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.1-2 สามารถสรุปจำนวนโครงการตามค่าปริมาณน้ำที่คาดว่าจะพัฒนาได้ (Yield) และค่าปริมาณมวลสารทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TDS) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.1-3 ซึ่งจะเห็นว่าส่วนใหญ่มีปริมาณน้ำที่คาดว่าจะพัฒนาได้จะอยู่ในช่วง 2-10 ลบ.ม./ชม. โดยค่าปริมาณมวลสารทั้งหมดที่ละลายน้ำได้อยู่ในเกณฑ์ดี คือน้อยกว่า 500 มก./ลิตร

ตารางที่ 2.1-3 สรุปจำนวนโครงการตามค่าปริมาณน้ำที่คาดว่าจะพัฒนาได้ (Yield, ลบ.ม./ชม.) และค่าปริมาณมวลสารทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TDS, มก./ลิตร) ของโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการเกษตร

TDS (มก./ล.)	Yield (ลบ.ม./ชม.)					รวม
	<2	<5	2-10	10-20	>20	
<500	11	1	20	5	8	45
500-1,500	3	-	5	6	-	14
>1,500	-	-	1	-	-	1
รวม	14	1	26	11	8	60

2.2 ลักษณะของบ่อน้ำบาดาลที่เลือกใช้ในการศึกษา

สำหรับโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรในพื้นที่ประสบภัยแล้ง ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 ที่กรมทรัพยากรน้ำบาดาลได้ทำการพัฒนาแล้ว มีขนาดกำลังการผลิตไฟฟ้าสูงสุดของแผงโซลาร์เซลล์สูงสุดไม่ต่ำกว่า 150 วัตต์/แผง และไม่ต่ำกว่า 300 วัตต์/แผง ที่ปรึกษาจึงได้ทำการคัดเลือกโครงการจำนวน 3 แห่ง เพื่อใช้ในการประเมินประสิทธิภาพการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยโครงการในพื้นที่สำนักทรัพยากรน้ำบาดาล เขต 8 (ราชบุรี) มีขนาดกำลังการผลิตไฟฟ้าสูงสุดของแผงโซลาร์เซลล์สูงสุดไม่ต่ำกว่า 150 วัตต์/แผง ซึ่งได้คัดเลือกโครงการสำหรับประเมินจำนวน 1 แห่ง ได้แก่ บ้านหนองตาฉาวกลุ่ม 1 ม.2 ต.เขากระปุก อ.ท่ายาง จ.เพชรบุรี และโครงการในพื้นที่สำนักทรัพยากรน้ำบาดาล เขต 2 (สุพรรณบุรี) มีขนาดกำลังการผลิตไฟฟ้าสูงสุดของแผงโซลาร์เซลล์สูงสุดไม่ต่ำกว่า 300 วัตต์/แผง ซึ่งได้คัดเลือกโครงการสำหรับประเมินจำนวน 2 แห่ง ได้แก่ บ้านหนองแต้ ม.4 ต.ตลิ่งชัน อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี และบ้านห้วยม้าลอย ม.4 ต.หนองสาหร่าย อ.ดอนเจดีย์ จ.สุพรรณบุรี และสามารถสรุปโครงการทั้ง 3 แห่ง ได้ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.2-1

ตารางที่ 2.2-1 สรุปรายละเอียดโครงการทั้ง 3 แห่ง ที่ได้ใช้เลือกในการศึกษา

หมู่บ้าน	บ้านหนองแต้	บ้านห้วยม้ายลอย	บ้านหนองตาฉาวกลุ่ม 1
หมู่ที่	ม.4	ม.4	ม.2
ตำบล	ตลิ่งชัน	หนองสาหร่าย	เขากระบูก
อำเภอ	เมือง	ดอนเจดีย์	ท่ายาง
จังหวัด	สุพรรณบุรี	สุพรรณบุรี	เพชรบุรี
สทบ.	2	2	8
UTM X	599,984	605,612	583,917
UTM Y	1,614,815	1,623,812	1,403,982
Lat	14.604754	14.685766	12.699074
Long	99.928300	99.980816	99.772905
กำลังการผลิตไฟฟ้าสูงสุดของ แผงโซลาร์เซลล์ (วัตต์)	300	300	150
ความลึกเจาะ (ม.)	114	157	36
ความลึกพัฒนา (ม.)	114	157	36
ท่อกรู			
- ชนิด	เหล็ก	เหล็ก	เหล็ก
- ขนาด (มม.)	150	150	150
- ระยะท่อ (ม.)	0-24,34-54,60- 72,78-96	0-109,115-121,127- 145,151-157	0.00-30.00
ท่อกรอง			
- ชนิด	เหล็ก	เหล็ก	เหล็ก
- ระยะท่อ (ม.)	150	150	150
- ระยะท่อ (ม.)	24-30,54-60,72- 78,96-102	109-115,121- 127,145-151	30.00-36.00
SWL (m.)	23	41	20
Yield (m ³ /hr)	5	15	7
สภาพน้ำ	จืด	จืด	จืด
อยู่ในความรับผิดชอบ			อบต.
ครัวเรือน			10
ประชากร			37
ปลูกพืช (ไร่)			
- ข้าว	385	102	-
- สับปะรด	-	-	3
- มะเขือเทศ	-	-	-
- ยางพารา	-	-	-
- พริก	-	-	1

ตารางที่ 2.2-1 สรุปรายละเอียดโครงการทั้ง 3 แห่ง ที่ได้ใช้เลือกในการศึกษา (ต่อ)

หมู่บ้าน	บ้านหนองแต้	บ้านห้วยม้าลอย	บ้านหนองตาฉาวกลุ่ม 1
- กล้าย ตะไคร้	-	-	4
- ถั่ว แตงกวา พริก	-	-	6
- อ้อย สับปะรด	-	-	16
- อ้อย สับปะรด ขนุน	-	-	34
- กล้าย ถั่ว แตงกวา	-	-	15
- อ้อย มะพร้าว มะม่วง	-	-	40
- อ้อย สับปะรด กล้าย	-	-	14
- อ้อย กล้าย	-	-	17
- ถั่ว,แตงโม	-	20	-
- อินทผาลัม,มะม่วง	-	8	-
-			
- รวม	385	130	150
คุณภาพน้ำ			
- ความเป็นกรด-ด่าง			7.9
- การนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนส์/ ชม.)			967
- ความขุ่น (NTU)			
- แคลเซียม (มก/ลิตร)			83
- แมกนีเซียม (มก/ลิตร)			42
- โซเดียม (มก/ลิตร)			68
- โพแทสเซียม (มก/ลิตร)			5.3
- เหล็ก (มก/ลิตร)			0.2
- แอมโมเนีย (มก/ลิตร)			0
- ทองแดง (มก/ลิตร)			-
- สังกะสี (มก/ลิตร)			-
- ซัลเฟต (มก/ลิตร)			10
- คลอไรด์ (มก/ลิตร)			110
- คาร์บอเนต (มก/ลิตร)			0
- ไบคาร์บอเนต (มก/ลิตร)			443
- ฟลูออไรด์ (มก/ลิตร)			0.3
- ไนไตรต์ (มก/ลิตร)			0.06
- ไนเตรต (มก/ลิตร)			5.6
- ความกระด้างทั้งหมด (มก/ ลิตร)			380

ตารางที่ 2.2-1 สรุปรายละเอียดโครงการทั้ง 3 แห่ง ที่ได้ใช้เลือกในการศึกษา (ต่อ)

หมู่บ้าน	บ้านหนองแต้	บ้านห้วยม้ายลอย	บ้านหนองตาฉาวกลุ่ม 1
- ความกระด้างถาวร (มก/ลิตร)			16
- ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลาย ได้ (มก/ลิตร)			629
ลักษณะตัวอย่างน้ำ			ใส
เกณฑ์คุณภาพน้ำ			ปานกลาง

2.3 ผลการตรวจวัดข้อมูลในสนาม

ในการวางแผนการประเมินประสิทธิภาพการผลิตกระแสไฟฟ้าของโครงการที่ได้ทำการคัดเลือกทั้ง 2 แห่ง ได้วางแผนที่จะทำการตรวจวัดประสิทธิภาพของแผงโซลาร์เซลล์ ไม่ต่ำกว่า 20 ครั้ง แต่แต่ละครั้งทำการตรวจวัดในวันที่มีแสงอาทิตย์ดีเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง กระจายตลอดช่วงระยะเวลาการศึกษา 1 ปี โดยมีรูปแบบของข้อมูลที่จะทำการตรวจวัดนั้นจะทำการตรวจวัดข้อมูลทั้งในรูปแบบข้อมูลต่อเนื่องและข้อมูลแบบช่วงเวลาตั้งแต่แสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 2.3-1 โดยในการตรวจวัดจะใช้เครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพของพลังงานไฟฟ้าชื่อ Fluke 43B Power Quality Analyzer ดังแสดงรูปเครื่องมือไว้ในรูปที่ 2.3-1 สำหรับข้อมูลที่จะจัดเก็บในสนามจะทำการบันทึกไว้ในตารางบันทึกข้อมูลดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.3-2

2.3.1 บ้านหนองตาฉาวกลุ่ม 1

จากการลงสนาม ณ บ้านหนองตาฉาวกลุ่ม 1 เมื่อวันที่ 12 25 มีนาคม 2561 และ 11 สิงหาคม 2561 เพื่อทำการตรวจวัดข้อมูลค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า ค่ากระแสไฟฟ้า และค่าพลังงานไฟฟ้าที่แผงโซลาร์เซลล์ผลิตได้ ดังแสดงตัวอย่างภาพการตรวจวัดข้อมูลในสนามไว้ในรูปที่ 2.3-2 ได้ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ และค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องสูบน้ำใช้ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.3-3 ถึง รูปที่ 2.3-14 ตามลำดับ และตารางที่ 2.3-3 ถึง ตารางที่ 2.3-8 ตามลำดับ

ตารางที่ 2.3-1 ข้อมูลที่จะทำการตรวจวัด

การตรวจวัดข้อมูล	ต่อเนื่อง	ทุก 15 นาที
1. ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า	✓	
2. ค่ากระแสไฟฟ้า	✓	
3. ค่าระดับน้ำในบ่อ*		✓
4. ค่าระดับน้ำในถังสูง (ตรวจจากมาตรวัดแรงดัน)		✓
5. วัดอัตราการไหลที่ได้จากบ่อบาดาล		✓

หมายเหตุ: *ค่าระดับน้ำในบ่อ ใช้ประเมินจากผลการทำการสูบทดสอบบ่อ



รูปที่ 2.3-1 เครื่องวิเคราะห์คุณภาพของพลังงานไฟฟ้า Fluke 43B Power Quality Analyzer

ตารางที่ 2.3-2 ตารางบันทึกข้อมูลในสนาม

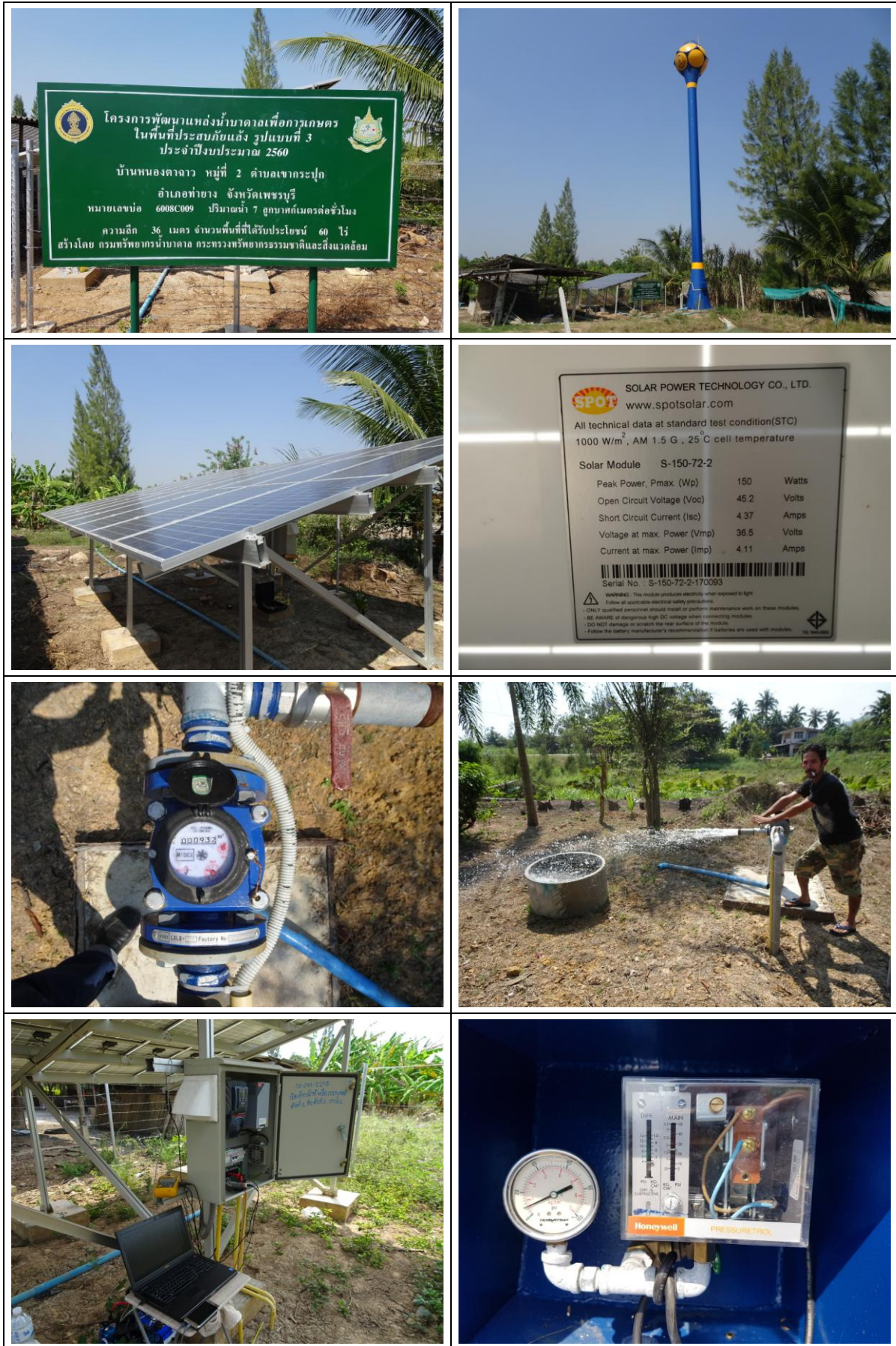
พื้นที่ _____

วันที่ _____ เดือน _____ ปี พ.ศ. _____

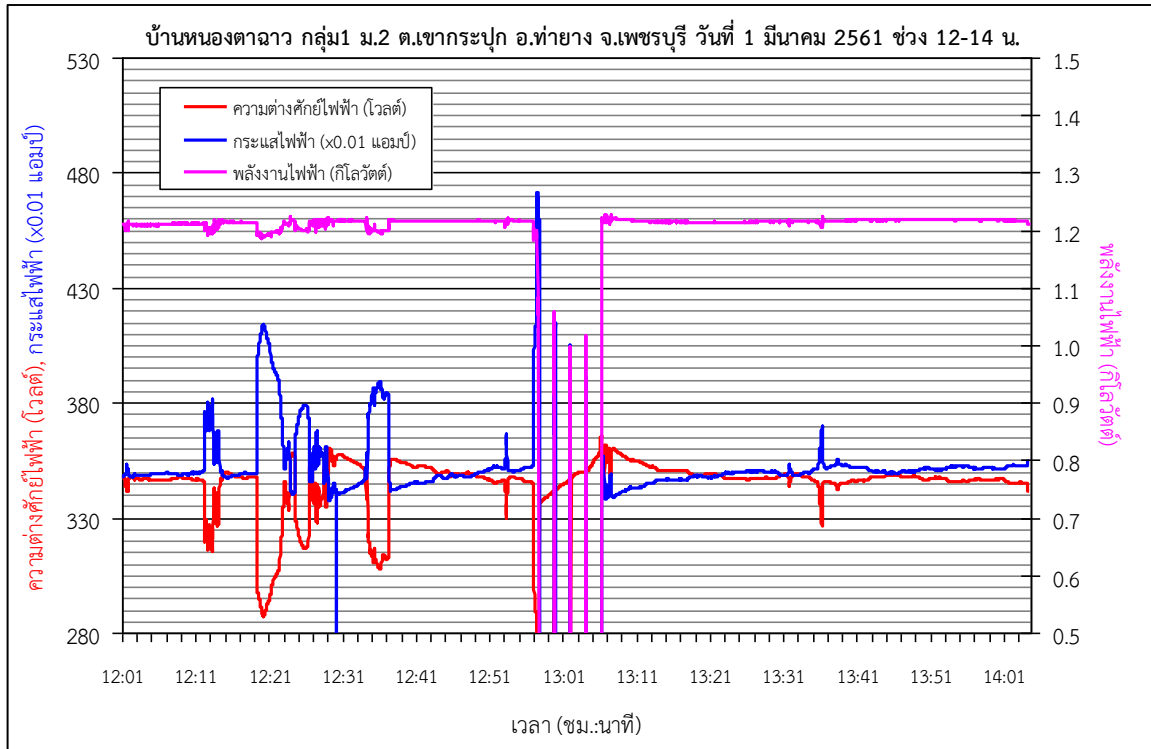
เริ่มเวลา _____ สิ้นสุดเวลา _____

เวลา	เวลา (ชม.:นาท)	ค่าระดับ น้ำในบ่อ (เมตร)	ความดัน ในถังสูง (kg/cm ²)	ปริมาตร น้ำที่มาตร (ลิตร)	ช่วงเวลา (วินาที)
0 นาที					
15 นาที					
30 นาที					
45 นาที					
60 นาที					
75 นาที					
90 นาที					
105 นาที					
120 นาที					

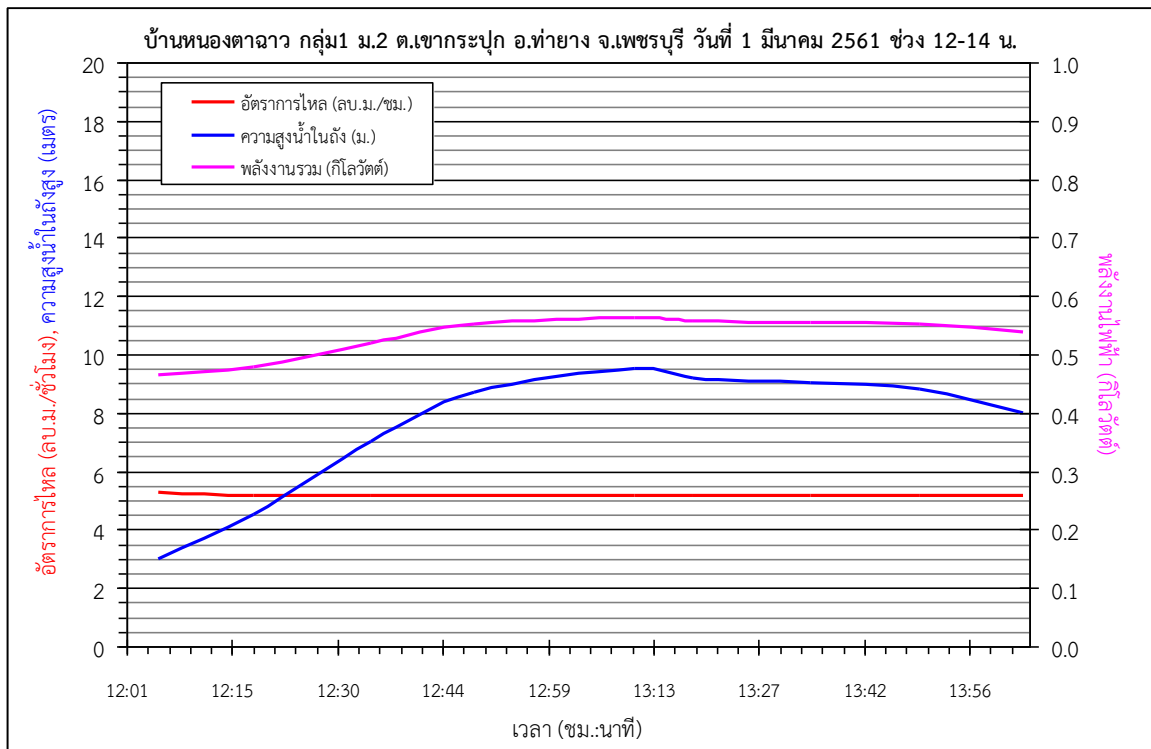
หมายเหตุ : ช่วงเวลาที่วัดปริมาตรน้ำให้วัดมากกว่า 30 วินาที



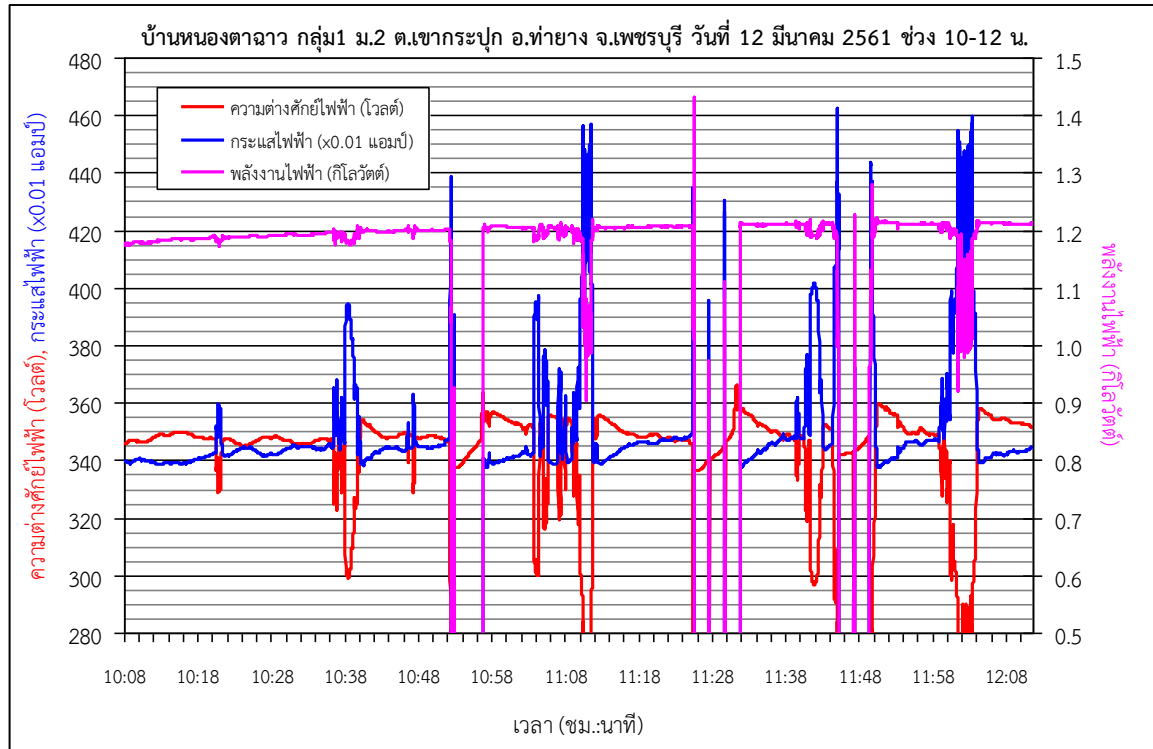
รูปที่ 2.3-2 ตัวอย่างภาพการตรวจวัดข้อมูลในสนาม ณ บ้านหนองตาฉาว



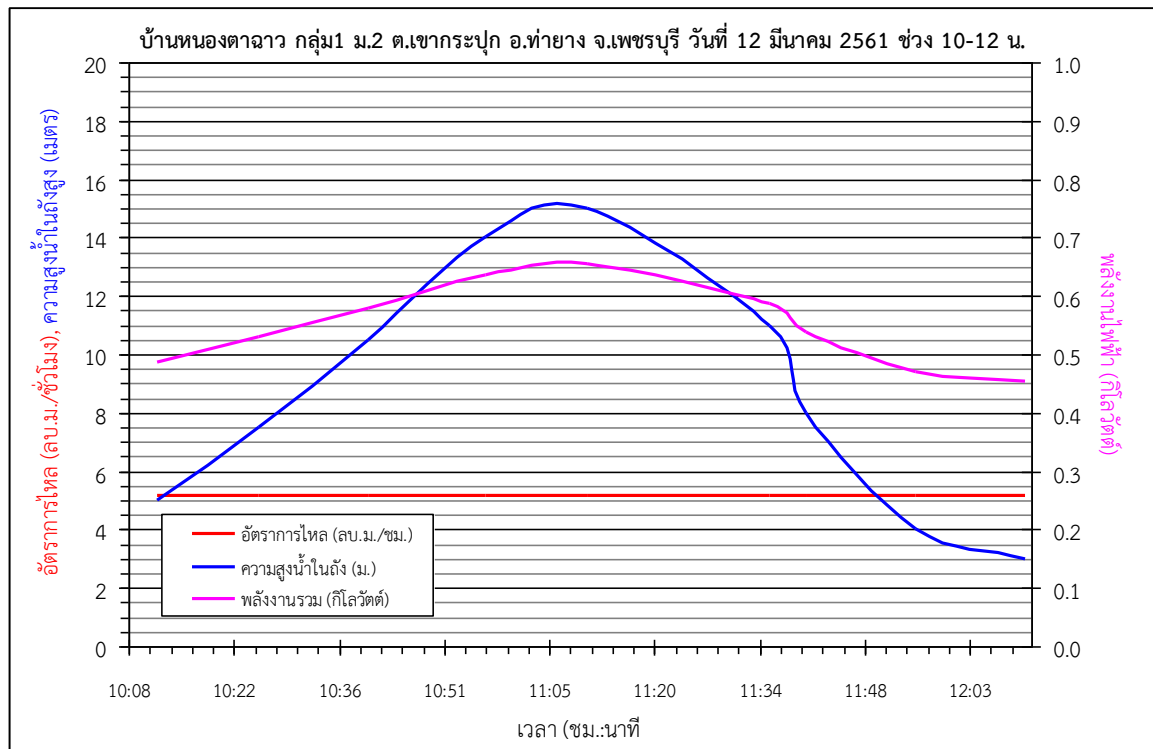
รูปที่ 2.3-3 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 1 มีนาคม 2561



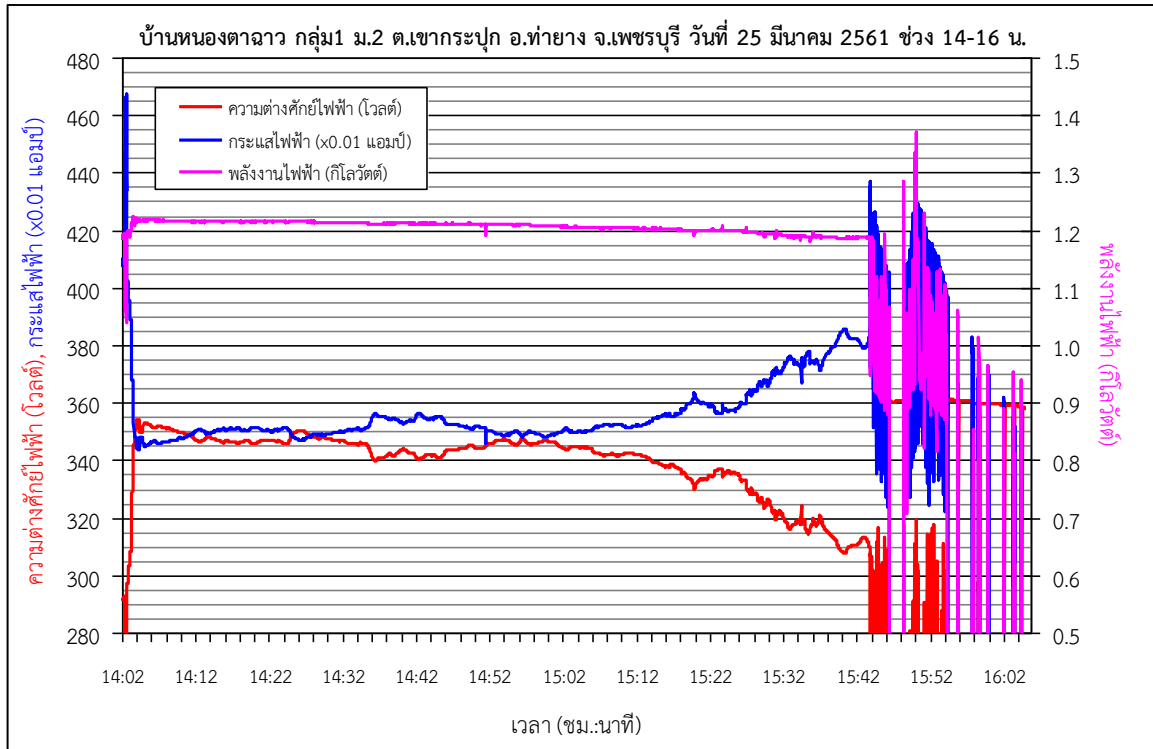
รูปที่ 2.3-4 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องสูบน้ำใช้ ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 1 มีนาคม 2561



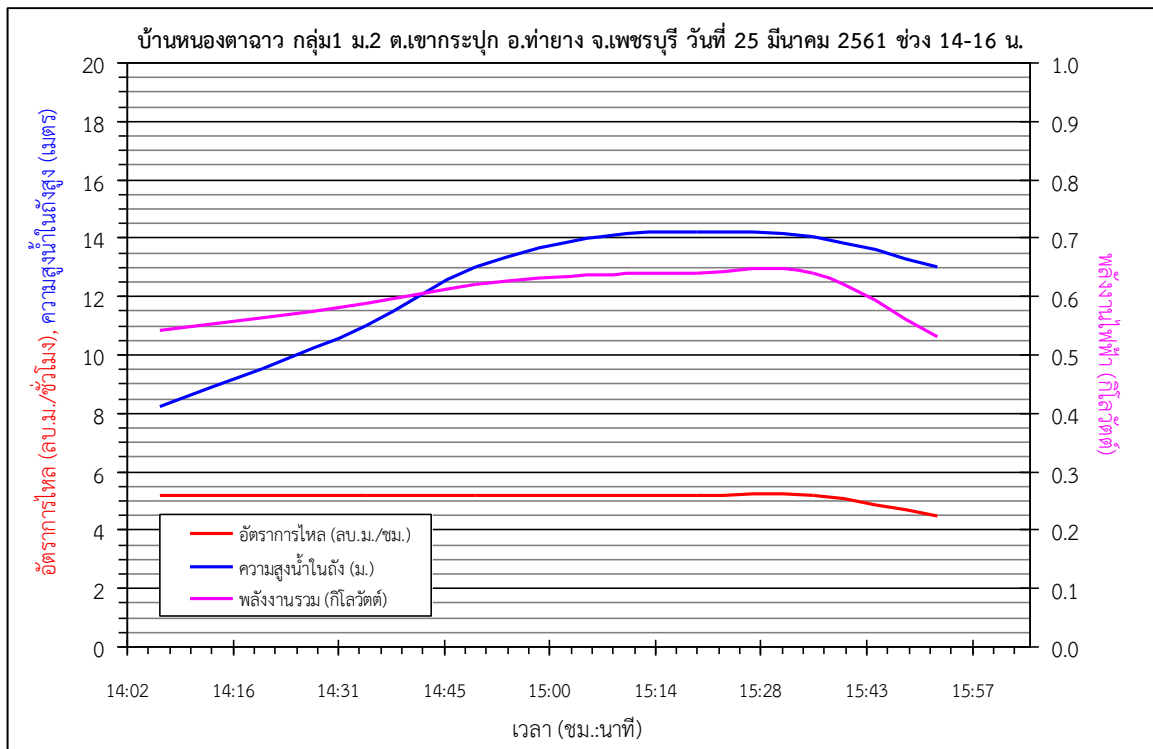
รูปที่ 2.3-5 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 12 มีนาคม 2561



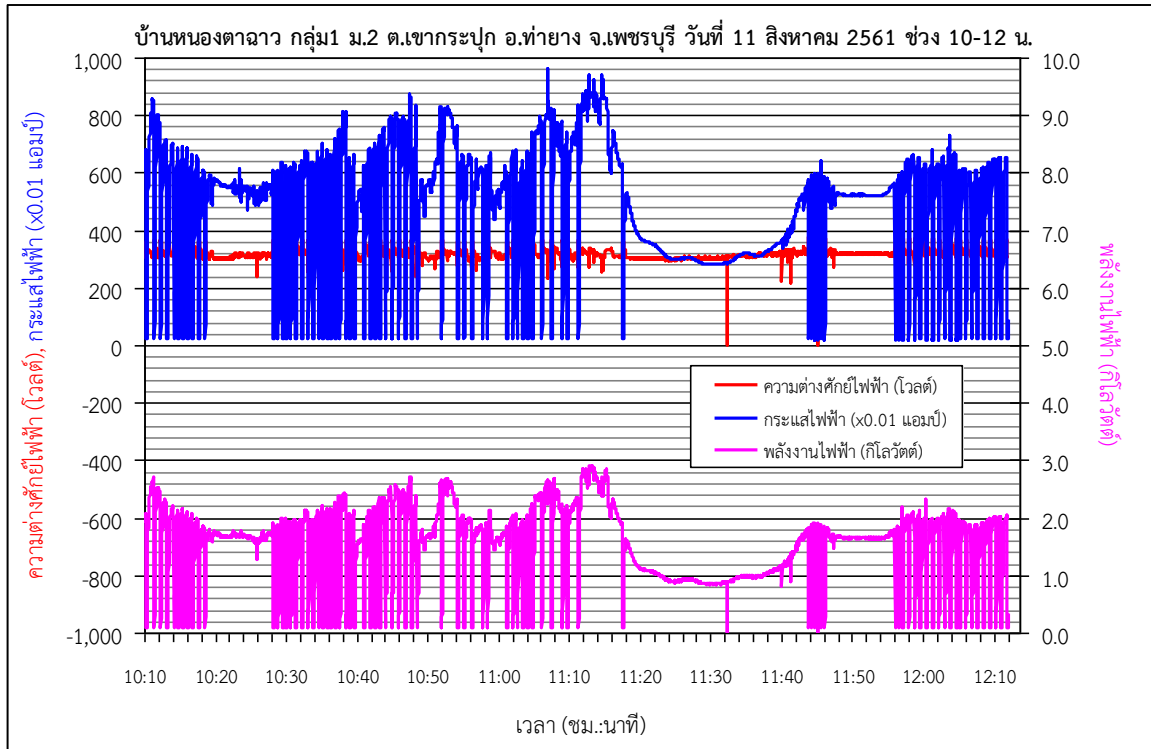
รูปที่ 2.3-6 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องสูบน้ำใช้ ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 12 มีนาคม 2561



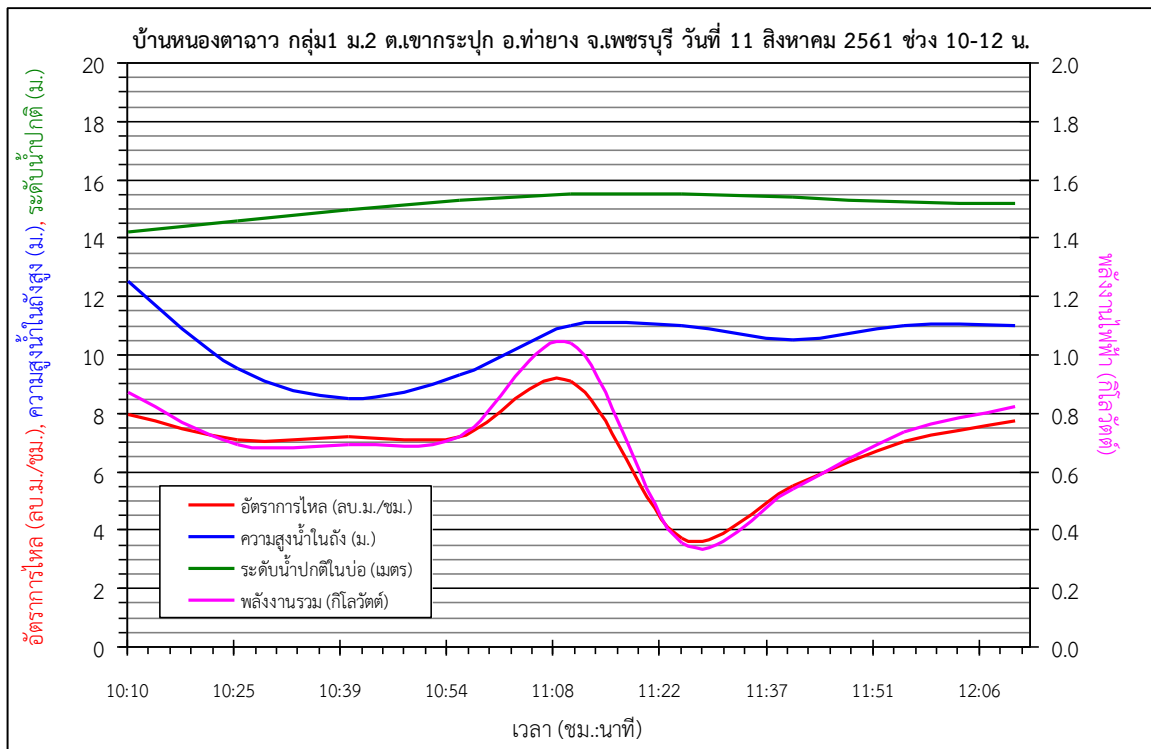
รูปที่ 2.3-7 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 25 มีนาคม 2561



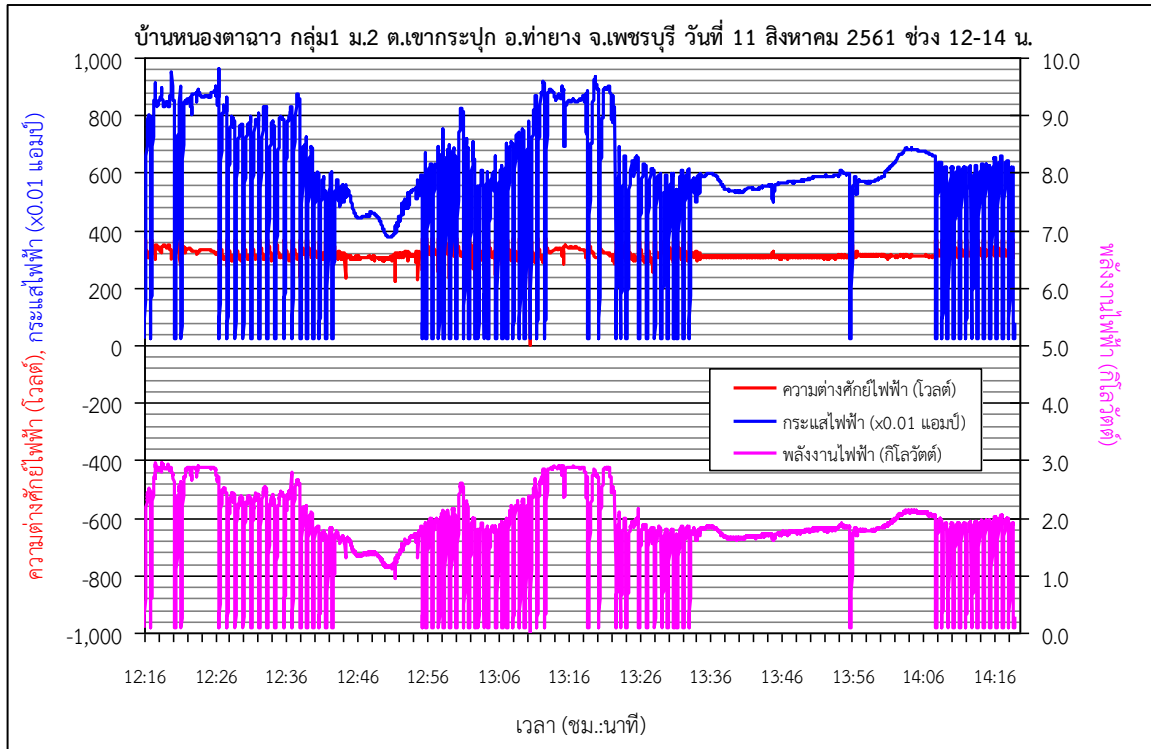
รูปที่ 2.3-8 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องสูบน้ำใช้ ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 25 มีนาคม 2561



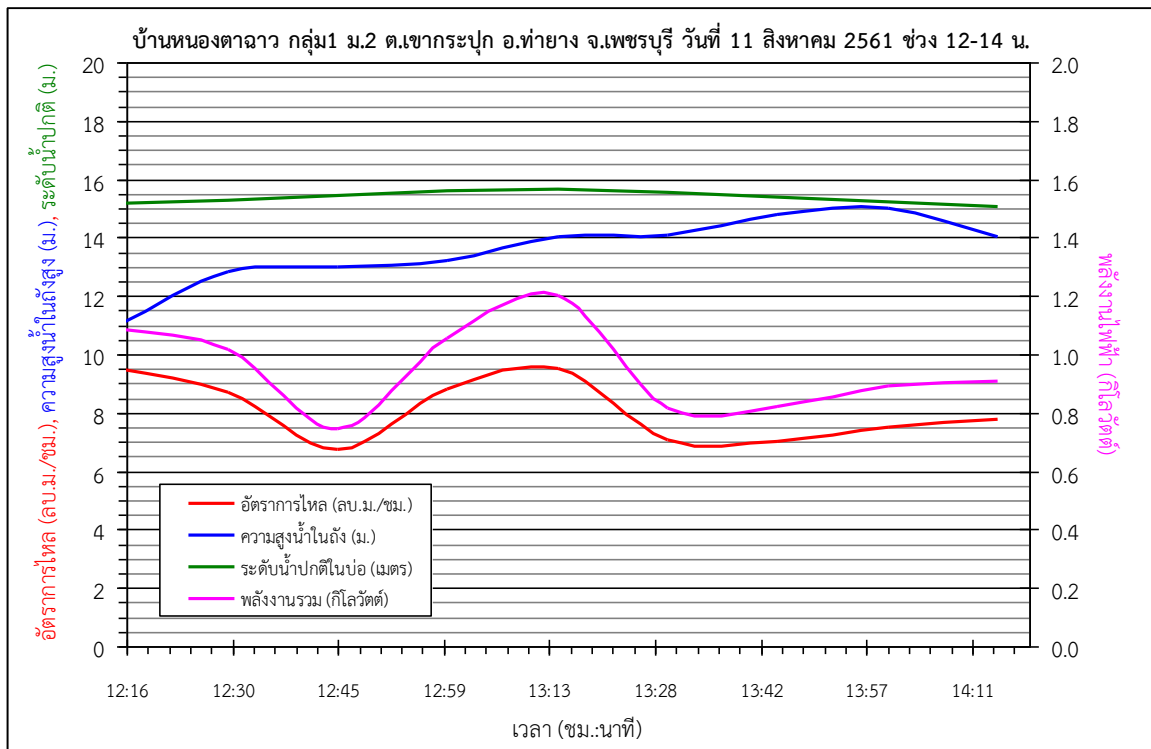
รูปที่ 2.3-9 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 10-12 น.



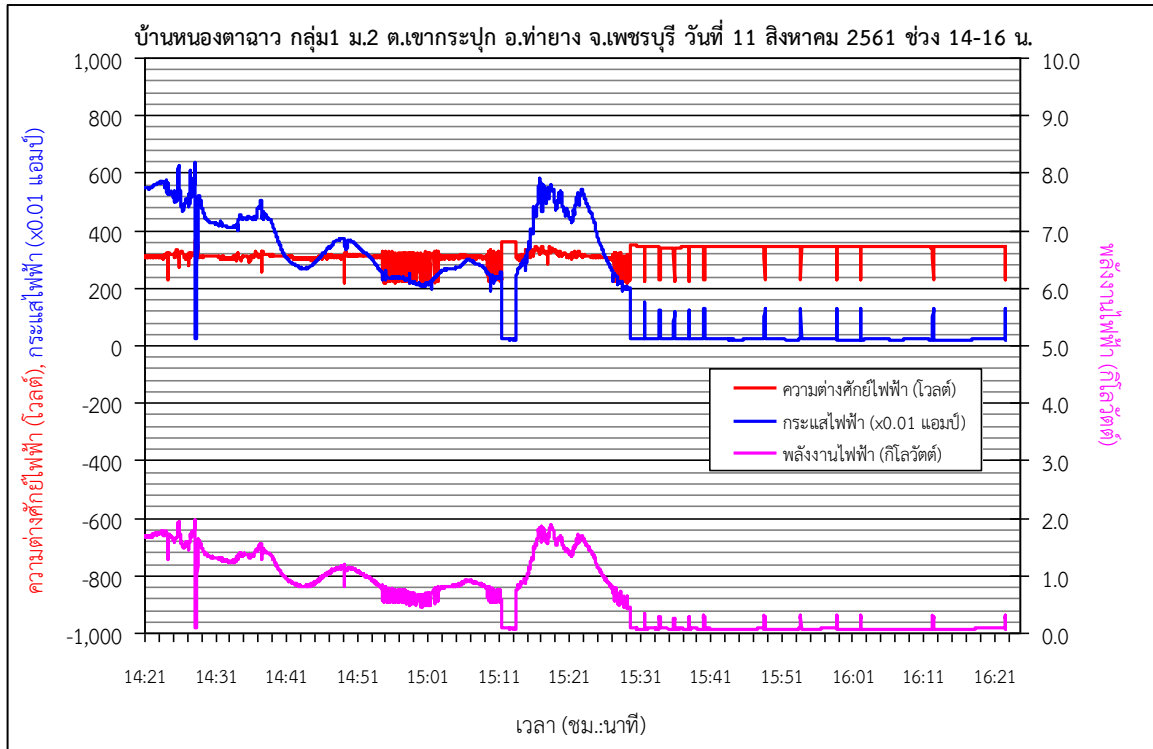
รูปที่ 2.3-10 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องสูบน้ำใช้ ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 10-12 น.



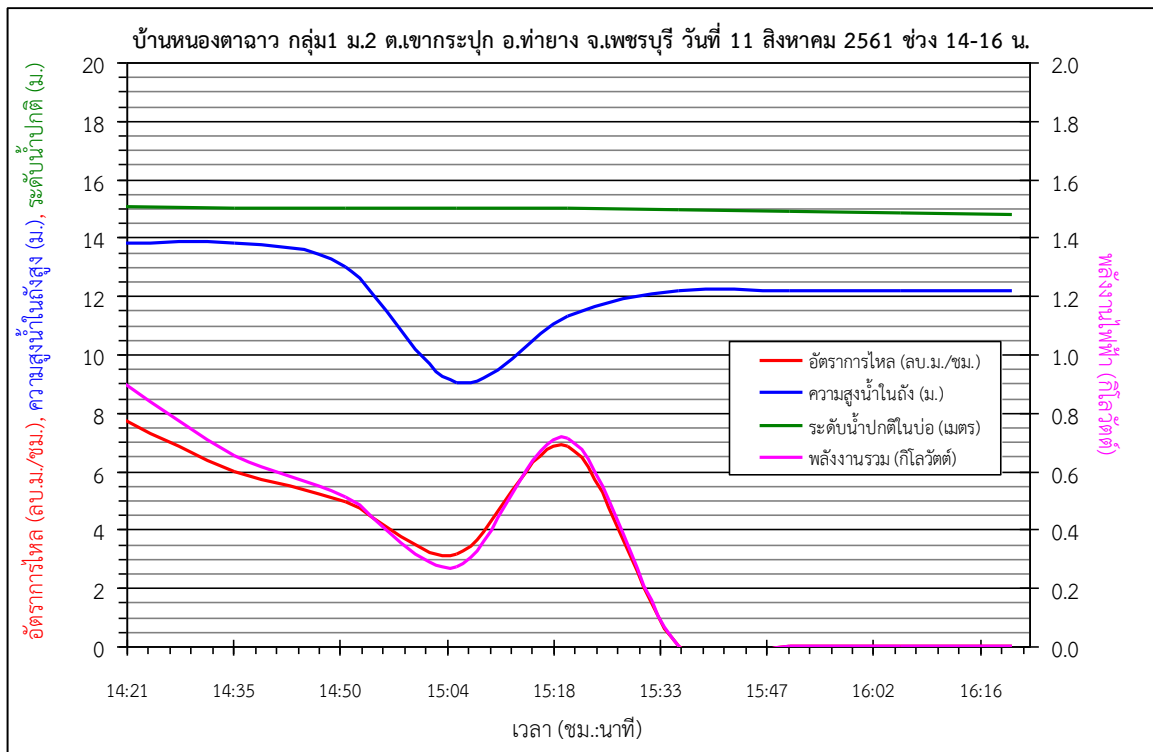
รูปที่ 2.3-11 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 12-14 น.



รูปที่ 2.3-12 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องสูบน้ำใช้ ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 12-14 น.



รูปที่ 2.3-13 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 14-16 น.



รูปที่ 2.3-14 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องสูบน้ำใช้ ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 14-16 น.

ตารางที่ 2.3-3 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 1 มีนาคม 2561

พื้นที่ บ้านหนองตาฉาว
วันที่ 1 มีนาคม 2561 เริ่มเวลา 12:01 น. สิ้นสุดเวลา 14:01 น.

เวลา	เวลา (ชม.:นาท)	ความดัน ในถังสูง (kg/cm ²)	ปริมาตร น้ำที่มาตร (ลิตร)	ช่วงเวลา (วินาที)	อัตรา การไหล (ลบ.ม./ชม.)
0 นาที	12:01 น.	0.30	100	68.32	5.27
15 นาที	12:16 น.	0.45	100	69.87	5.15
30 นาที	12:31 น.	0.70	100	69.88	5.15
45 นาที	12:46 น.	0.87	100	69.53	5.18
60 นาที	13:01 น.	0.95	100	69.81	5.16
75 นาที	13:16 น.	0.92	100	69.84	5.15
90 นาที	13:31 น.	0.90	100	69.75	5.16
105 นาที	13:46 น.	0.88	100	69.69	5.17
120 นาที	14:01 น.	0.80	100	69.75	5.16

หมายเหตุ : ช่วงเวลาที่วัดปริมาณน้ำให้วัดมากกว่า 30 วินาที

ตารางที่ 2.3-4 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 12 มีนาคม 2561

พื้นที่ บ้านหนองตาฉาว
วันที่ 12 มีนาคม 2561 เริ่มเวลา 10:09 น. สิ้นสุดเวลา 12:09 น.

เวลา	เวลา (ชม.:นาท)	ความดัน ในถังสูง (kg/cm ²)	ปริมาตร น้ำที่มาตร (ลิตร)	ช่วงเวลา (วินาที)	อัตรา การไหล (ลบ.ม./ชม.)
0 นาที	10:09 น.	0.50	100	69.84	5.15
15 นาที	10:24 น.	0.75	100	69.75	5.16
30 นาที	10:39 น.	1.05	100	69.81	5.16
45 นาที	10:54 น.	1.40	100	69.88	5.15
60 นาที	11:09 น.	1.50	100	69.69	5.17
75 นาที	11:24 น.	1.10	100	69.72	5.16
90 นาที	11:39 น.	0.80	100	69.81	5.16
105 นาที	11:54 น.	0.40	100	69.81	5.16
120 นาที	12:09 น.	0.30	100	69.68	5.17

หมายเหตุ : ช่วงเวลาที่วัดปริมาณน้ำให้วัดมากกว่า 30 วินาที

ตารางที่ 2.3-5 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 25 มีนาคม 2561

พื้นที่ บ้านหนองตาฉาว
วันที่ 25 มีนาคม 2561 เริ่มเวลา 14:02 น. สิ้นสุดเวลา 16:02 น.

เวลา	เวลา (ชม.:นาท)	ความดัน ในถังสูง (kg/cm ²)	ปริมาตร น้ำที่มาตร (ลิตร)	ช่วงเวลา (วินาที)	อัตรา การไหล (ลบ.ม./ชม.)
0 นาที	14:02 น.	0.82	100	69.84	5.15
15 นาที	14:17 น.	0.95	100	69.85	5.15
30 นาที	14:32 น.	1.10	100	69.75	5.16
45 นาที	14:47 น.	1.30	100	69.72	5.16
60 นาที	15:02 น.	1.40	100	69.88	5.15
75 นาที	15:17 น.	1.42	100	69.82	5.16
90 นาที	15:32 น.	1.40	100	69.63	5.17
105 นาที	15:47 น.	1.30	100	80.50	4.47
120 นาที	16:02 น.	1.25	100		

หมายเหตุ : ช่วงเวลาที่วัดปริมาณน้ำให้วัดมากกว่า 30 วินาที

ตารางที่ 2.3-6 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 10-12 น.

พื้นที่ บ้านหนองตาฉาว
วันที่ 11 สิงหาคม 2561 เริ่มเวลา 10:11 น. สิ้นสุดเวลา 12:11 น.

เวลา	เวลา (ชม.:นาท)	ระดับน้ำ ปกติในบ่อ (เมตร)	ความดัน ในถังสูง (kg/cm ²)	ปริมาตร น้ำที่มาตร (ลิตร)	ช่วงเวลา (วินาที)	อัตรา การไหล (ลบ.ม./ชม.)
0 นาที	10:11 น.	14.20	1.25	100	45.28	7.95
15 นาที	10:26 น.	14.56	0.95	100	50.96	7.06
30 นาที	10:41 น.	14.95	0.85	100	50.29	7.16
45 นาที	10:56 น.	15.28	0.93	100	50.22	7.17
60 นาที	11:11 น.	15.49	1.10	100	39.56	9.10
75 นาที	11:26 น.	15.50	1.10	100	97.62	3.69
90 นาที	11:41 น.	15.36	1.05	100	65.44	5.50
105 นาที	11:56 น.	15.21	1.10	100	51.25	7.02
120 นาที	12:11 น.	15.14	1.10	66.5	31.09	7.70

หมายเหตุ : ช่วงเวลาที่วัดปริมาณน้ำให้วัดมากกว่า 30 วินาที

ตารางที่ 2.3-7 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 12-14 น.

พื้นที่ บ้านหนองตาฉาว
วันที่ 11 สิงหาคม 2561 เริ่มเวลา 12:15 น. สิ้นสุดเวลา 14:15 น.

เวลา	เวลา (ชม.:นาท)	ระดับน้ำ ปกติในบ่อ (เมตร)	ความดัน ในถังสูง (kg/cm ²)	ปริมาตร น้ำที่มาตร (ลิตร)	ช่วงเวลา (วินาที)	อัตรา การไหล (ลบ.ม./ชม.)
0 นาที	12:15 น.	15.15	1.10	100	37.94	9.49
15 นาที	12:30 น.	15.26	1.28	100	41.47	8.68
30 นาที	12:45 น.	15.43	1.30	100	53.44	6.74
45 นาที	13:00 น.	15.58	1.32	100	40.87	8.81
60 นาที	13:15 น.	15.64	1.40	100	37.84	9.51
75 นาที	13:30 น.	15.56	1.41	100	51.09	7.05
90 นาที	13:45 น.	15.39	1.48	100	51.32	7.01
105 นาที	14:00 น.	15.20	1.50	100	48.00	7.50
120 นาที	14:15 น.	15.06	1.40	100	46.33	7.77

หมายเหตุ : ช่วงเวลาที่วัดปริมาตรน้ำให้วัดมากกว่า 30 วินาที

ตารางที่ 2.3-8 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 14-16 น.

พื้นที่ บ้านหนองตาฉาว
วันที่ 11 สิงหาคม 2561 เริ่มเวลา 14:21 น. สิ้นสุดเวลา 16:21 น.

เวลา	เวลา (ชม.:นาท)	ระดับน้ำ ปกติในบ่อ (เมตร)	ความดัน ในถังสูง (kg/cm ²)	ปริมาตร น้ำที่มาตร (ลิตร)	ช่วงเวลา (วินาที)	อัตรา การไหล (ลบ.ม./ชม.)
0 นาที	14:21 น.	15.03	1.38	100	46.21	7.79
15 นาที	14:36 น.	15.00	1.38	100	60.06	5.99
30 นาที	14:51 น.	15.00	1.30	100	72.65	4.96
45 นาที	15:06 น.	15.00	0.90	100	114.58	3.14
60 นาที	15:21 น.	14.98	1.13	100	52.60	6.84
75 นาที	15:36 น.	14.94	1.22	100	0.00	0.00
90 นาที	15:51 น.	14.88	1.22	100	0.00	0.00
105 นาที	16:06 น.	14.82	1.22	100	0.00	0.00
120 นาที	16:21 น.	14.76	1.22	100	0.00	0.00

หมายเหตุ : ช่วงเวลาที่วัดปริมาตรน้ำให้วัดมากกว่า 30 วินาที

จากผลการตรวจวัดดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.3-3 รูปที่ 2.3-5 และ 2.3-7 พบว่าค่าพลังงานไฟฟ้าที่แผงโซลาร์เซลล์สามารถผลิตได้มีค่าค่อนข้างสม่ำเสมอ โดยมีค่าเปลี่ยนแปลงตามเวลาน้อยมาก ซึ่งเมื่อแสงอาทิตย์อ่อนลงค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า (โวลต์) จะลดลง แต่ระบบโซลาร์เซลล์จะชดเชยโดยการเพิ่มค่ากระแสไฟฟ้า (แอมป์) ให้สูงขึ้น ซึ่งทำให้ค่าพลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์) ที่ผลิตได้มีค่าคงที่

แต่อย่างไรก็ตาม จากรูปที่ 2.3-9 รูปที่ 2.3-11 และรูปที่ 2.3-13 จะเห็นได้ว่าจากผลการตรวจวัดซึ่งแสดงค่าทุกๆ 1 วินาทีของวันที่ 11 สิงหาคม 2561 ซึ่งเป็นช่วงที่มีเมฆครึ้มตลอดทั้งวัน เส้นแสดงค่ากระแสไฟฟ้ามีค่าตกลงจนเหลือศูนย์อยู่บ่อยครั้ง เนื่องจากมีเมฆมากจนพลังงานไฟฟ้าไม่พอจ่ายเครื่องสูบน้ำ โดยสามารถนับจำนวนครั้งที่เครื่องสูบน้ำหยุดทำงานในช่วงเวลา 10-12 น. ได้จำนวน 82 ครั้ง และเครื่องสูบน้ำหยุดทำงานในช่วงเวลา 12-14 น. ได้จำนวน 67 ครั้ง ส่วนช่วงเวลา 14-16 น. นั้น เครื่องสูบน้ำทำงานประมาณ 1 ชั่วโมงแรก โดยสามารถสูบน้ำได้น้อยกว่าปกติเนื่องจากแสงอาทิตย์ที่อ่อนจากเมฆบังแสงอาทิตย์ โดยหยุดทำงาน 2 ครั้ง ดังแสดงจำนวนครั้งที่เครื่องหยุดทำงานสำหรับทุกๆ 15 นาที ไว้ในตารางที่ 2.3-9 และแสดงรายละเอียดผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.3-15 ถึง รูปที่ 2.3-38 ตามลำดับ ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ที่มีความสัมพันธ์กันได้อย่างชัดเจน ซึ่งผลการตรวจวัดของวันที่ 11 สิงหาคม 2561 มีพฤติกรรมการผลิตพลังงานไฟฟ้าที่แตกต่างกับผลการตรวจวัดเมื่อวันที่ 12 และ 25 มีนาคม 2561 ซึ่งเป็นช่วงฤดูแล้งเป็นอย่างมาก

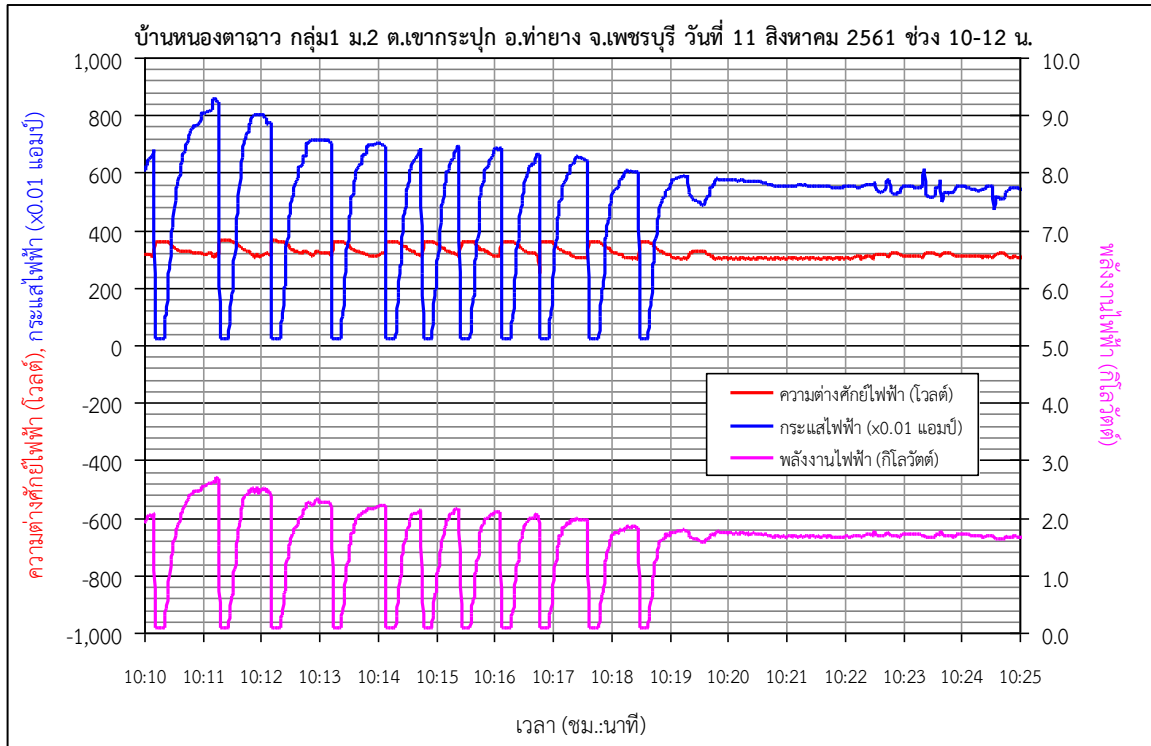
สำหรับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงโซลาร์เซลล์นั้นสามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$\text{ค่าพลังงานไฟฟ้า (วัตต์)} = \text{ความต่างศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)} \times \text{กระแสไฟฟ้า (แอมป์)}$$

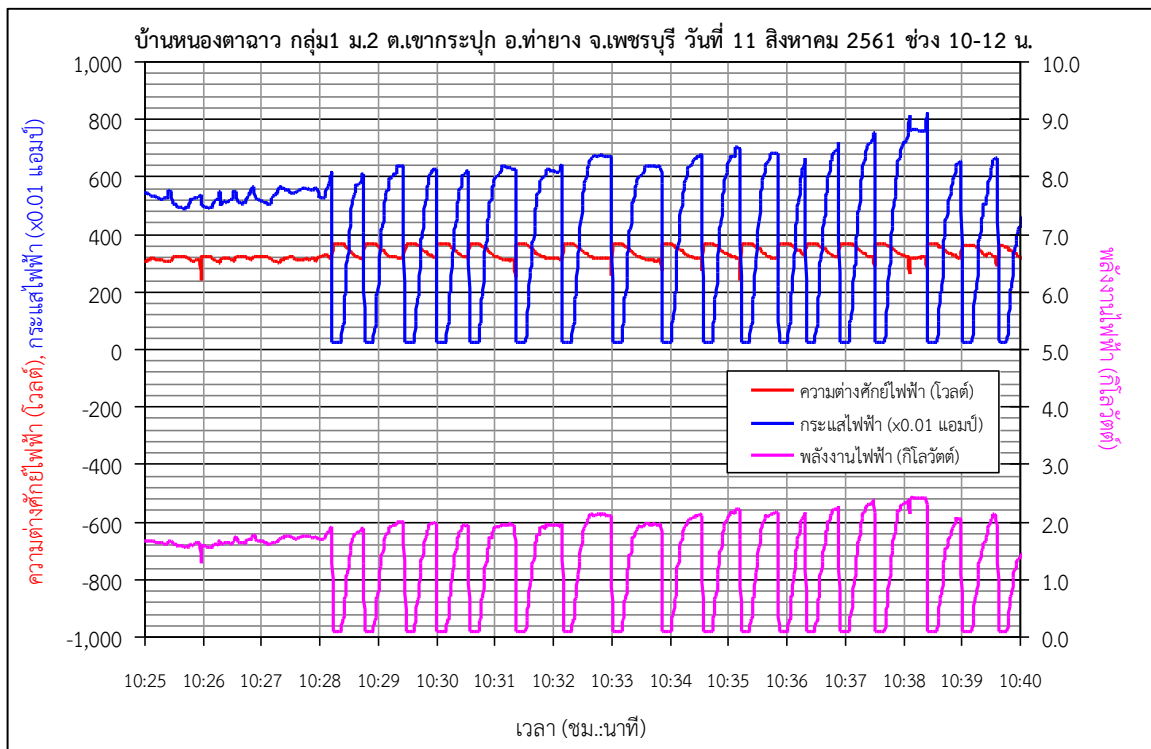
โดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ดีจะต้องมีค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้มีค่าคงที่ ซึ่งจากกลุ่มแผงโซลาร์เซลล์ของบ้านหนองตาฉาวกลุ่ม 1 มีการต่อระบบและสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้ดังนี้

ตารางที่ 2.3-9 แสดงจำนวนครั้งที่เครื่องหยุดทำงานสำหรับทุกๆ 15 นาที ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561

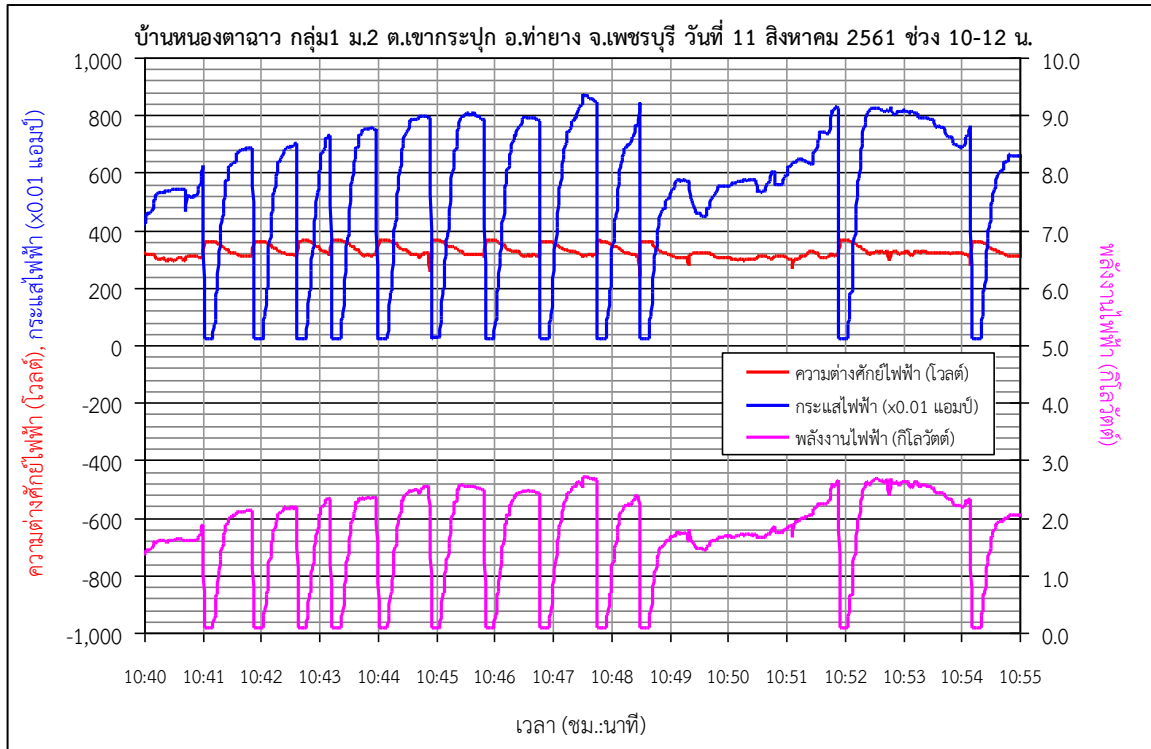
ช่วงเวลาจากเริ่มต้น (นาที)	จำนวนครั้งที่เครื่องสูบน้ำหยุดทำงาน (ครั้ง)		
	ช่วง 10-12 น.	ช่วง 12-14 น.	ช่วง 14-16 น.
0 - 15	11	7	1
15 - 30	18	12	0
30 - 45	12	7	0
45 - 60	14	15	1
60 - 75	2	11	ไม่ทำงาน
75 - 90	1	3	ไม่ทำงาน
90 - 105	6	1	ไม่ทำงาน
105 - 120	18	11	ไม่ทำงาน
รวม	82	67	2
รวมทั้งหมด	151		



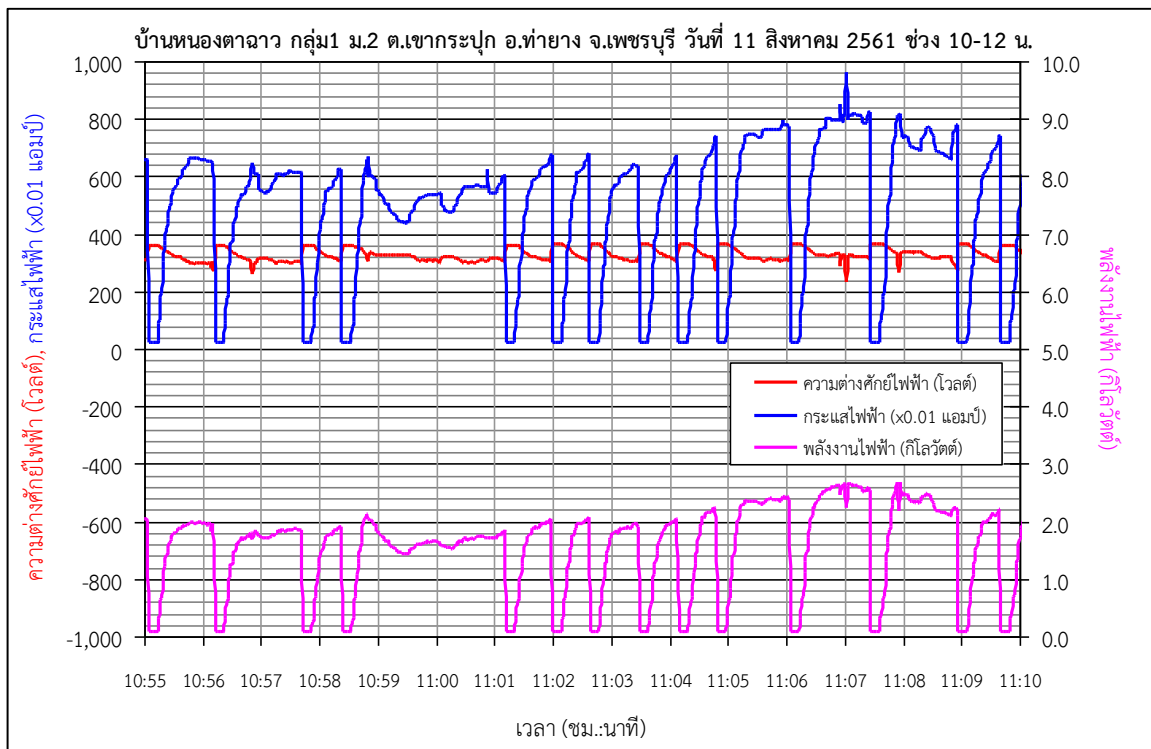
รูปที่ 2.3-15 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองดาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 10-12 น. ช่วงย่อย 0-15 นาที



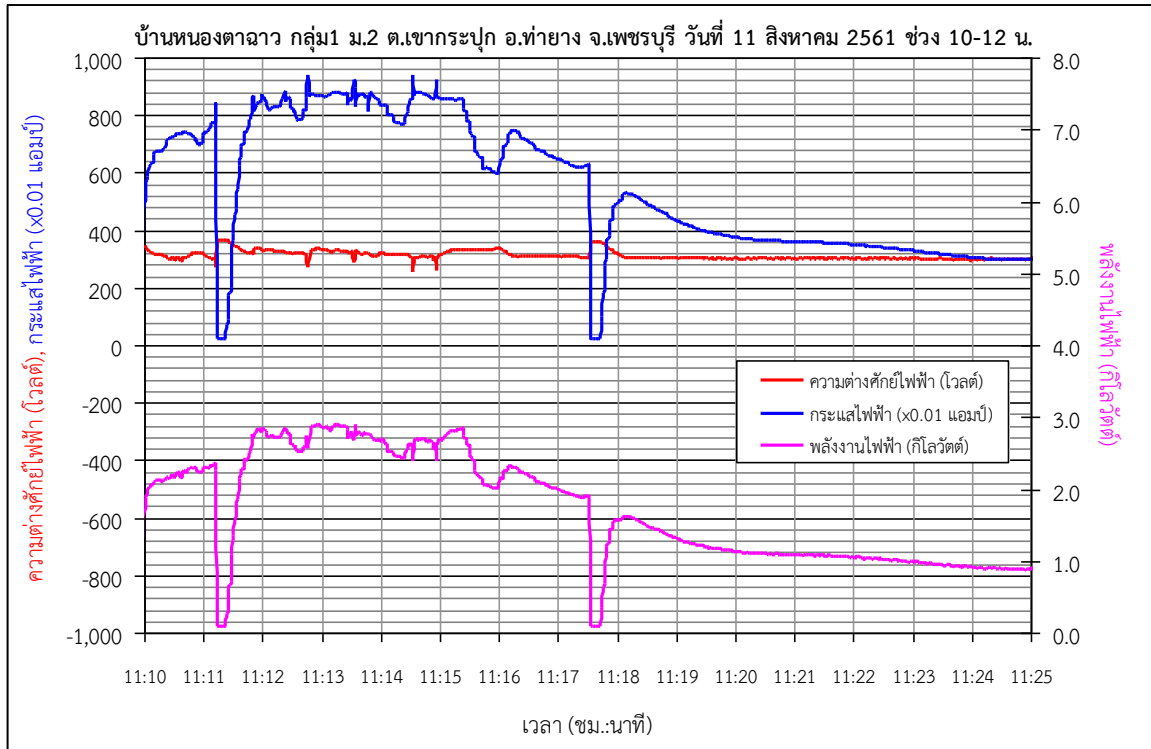
รูปที่ 2.3-16 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองดาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 10-12 น. ช่วงย่อย 15-30 นาที



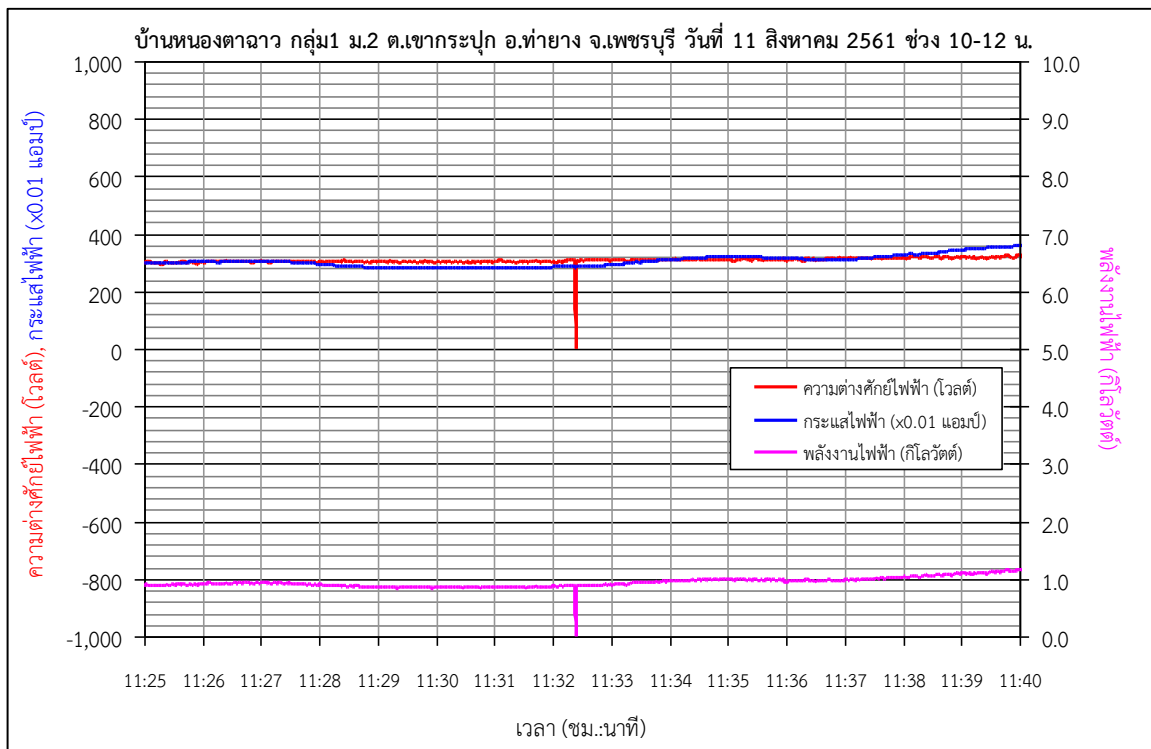
รูปที่ 2.3-17 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองดาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 10-12 น. ช่วงย่อย 30-45 นาที



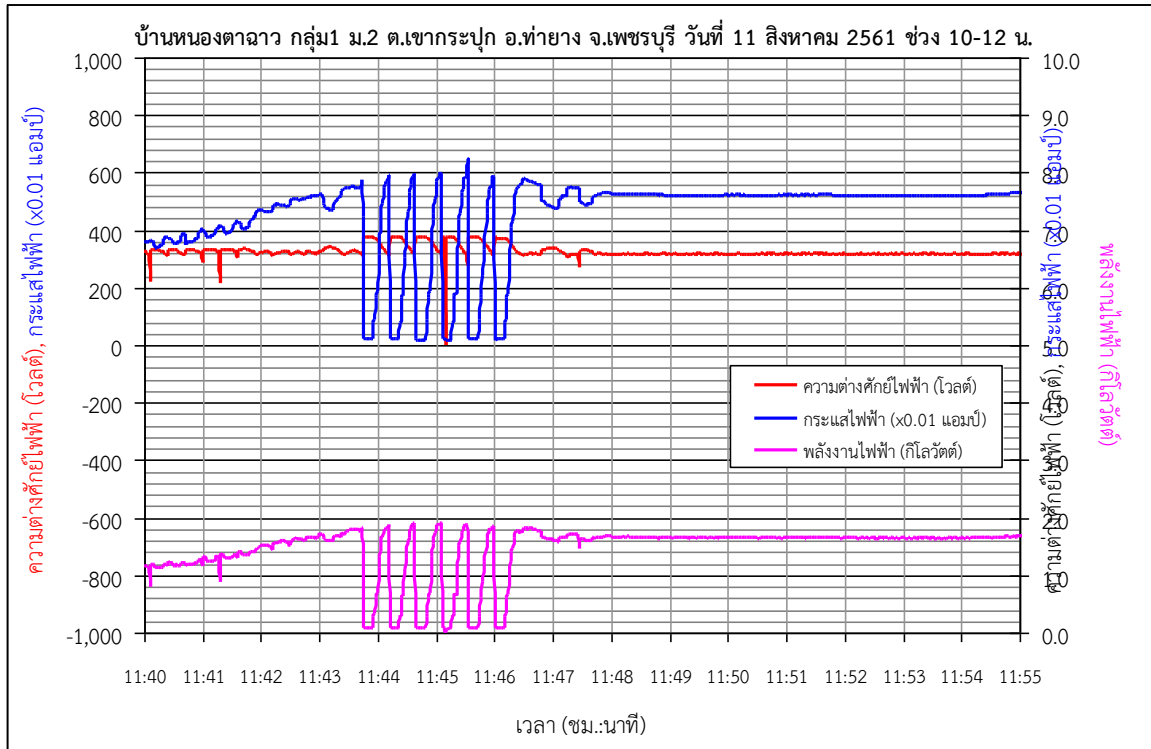
รูปที่ 2.3-18 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองดาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 10-12 น. ช่วงย่อย 45-60 นาที



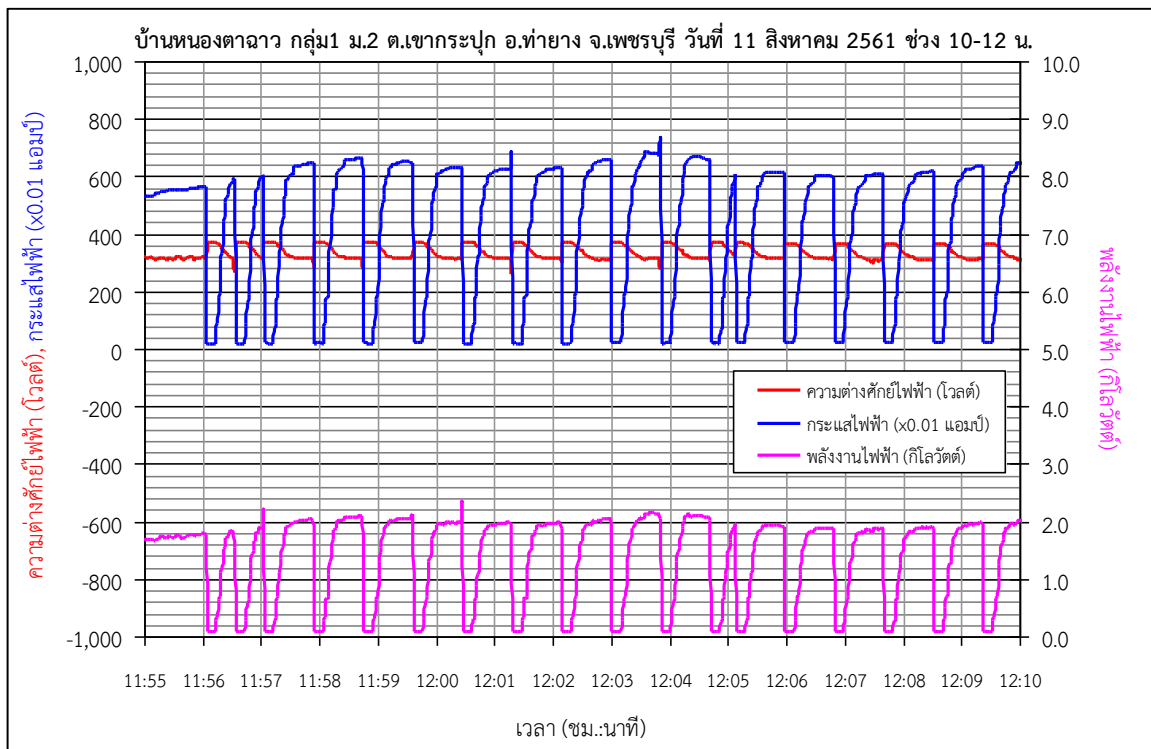
รูปที่ 2.3-19 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 10-12 น. ช่วงย่อย 60-75 นาที



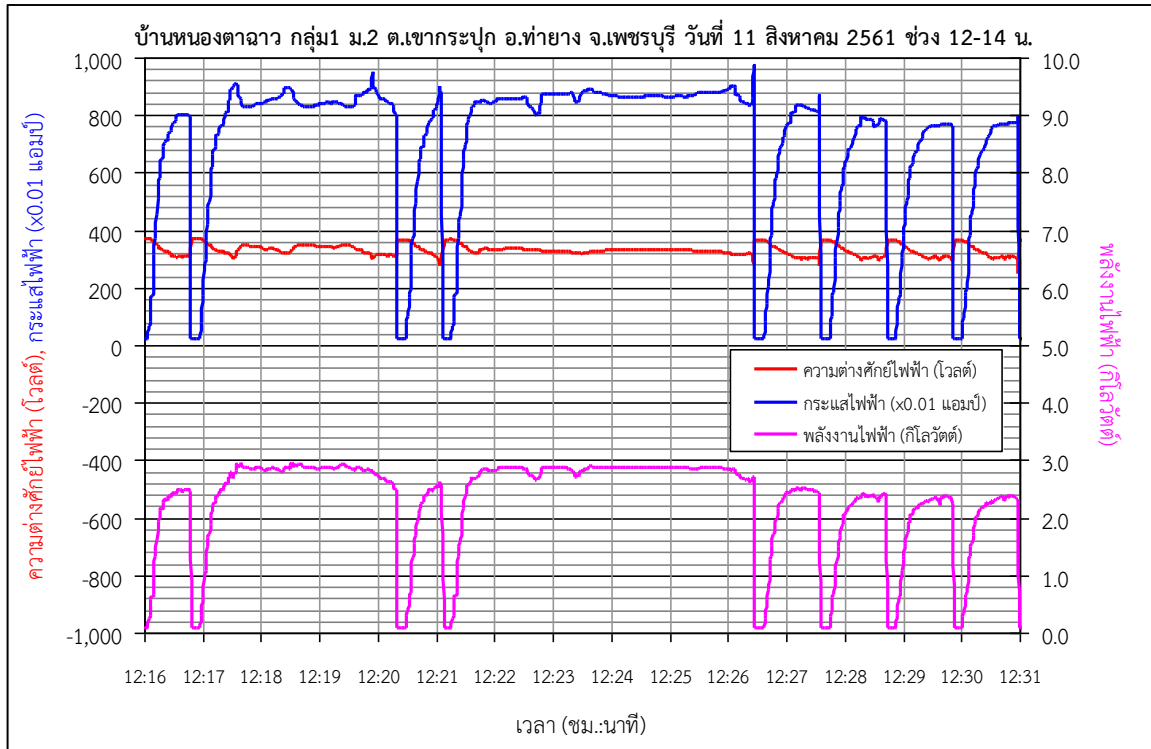
รูปที่ 2.3-20 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 10-12 น. ช่วงย่อย 75-90 นาที



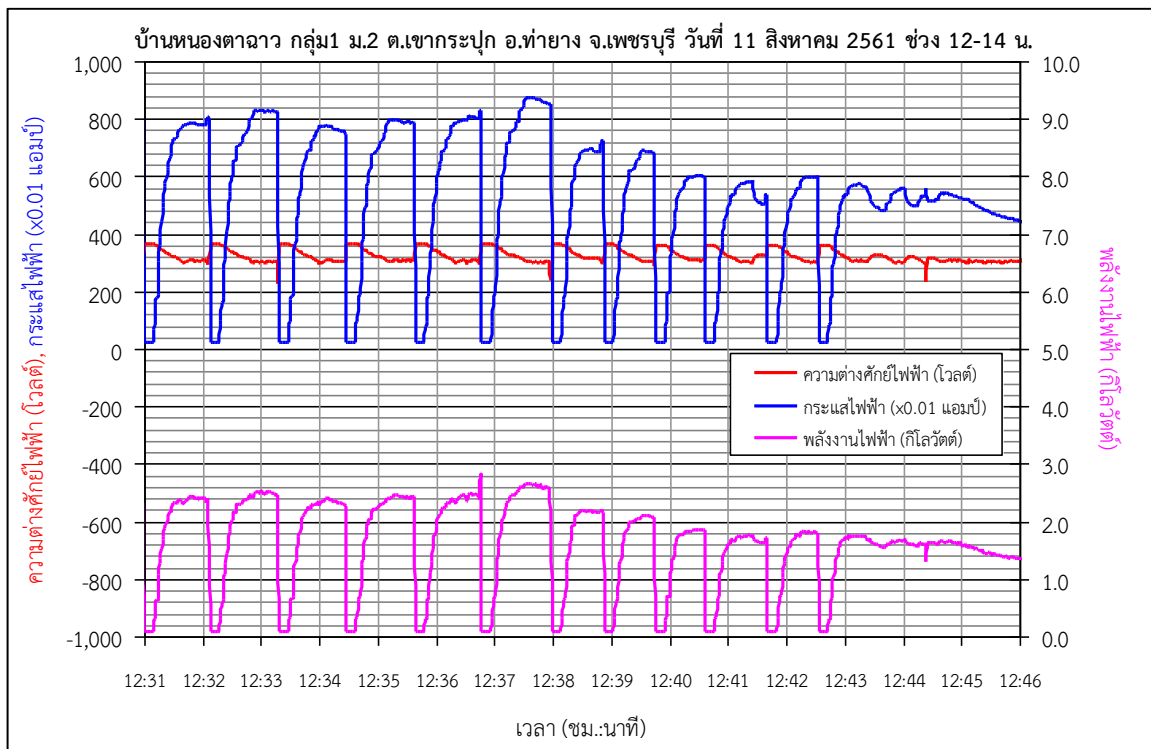
รูปที่ 2.3-21 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 10-12 น. ช่วงย่อย 90-105 นาที



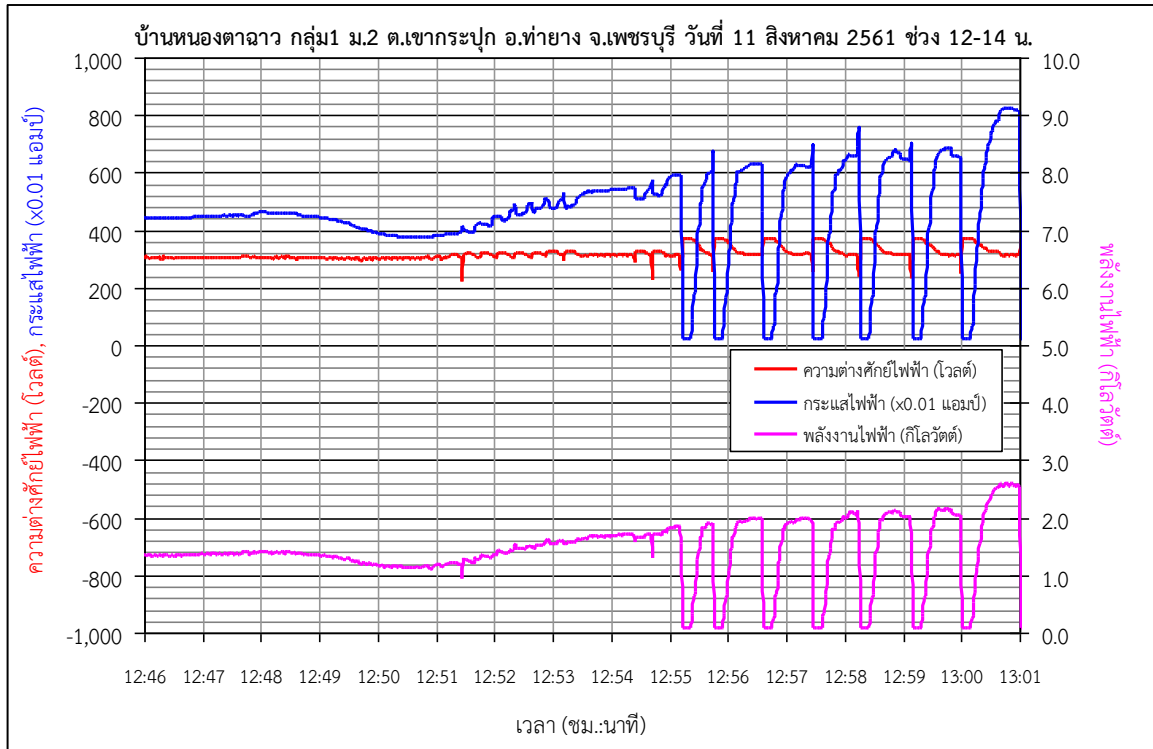
รูปที่ 2.3-22 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 10-12 น. ช่วงย่อย 105-120 นาที



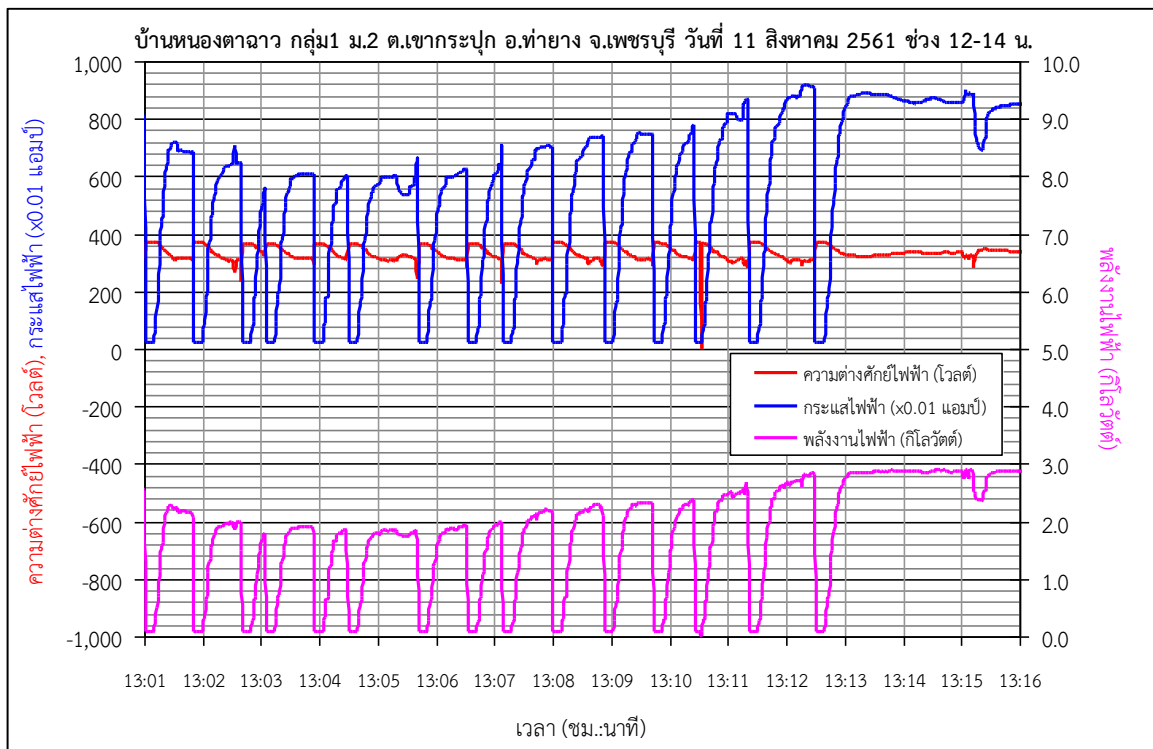
รูปที่ 2.3-23 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 12-14 น. ช่วงย่อย 0-15 นาที



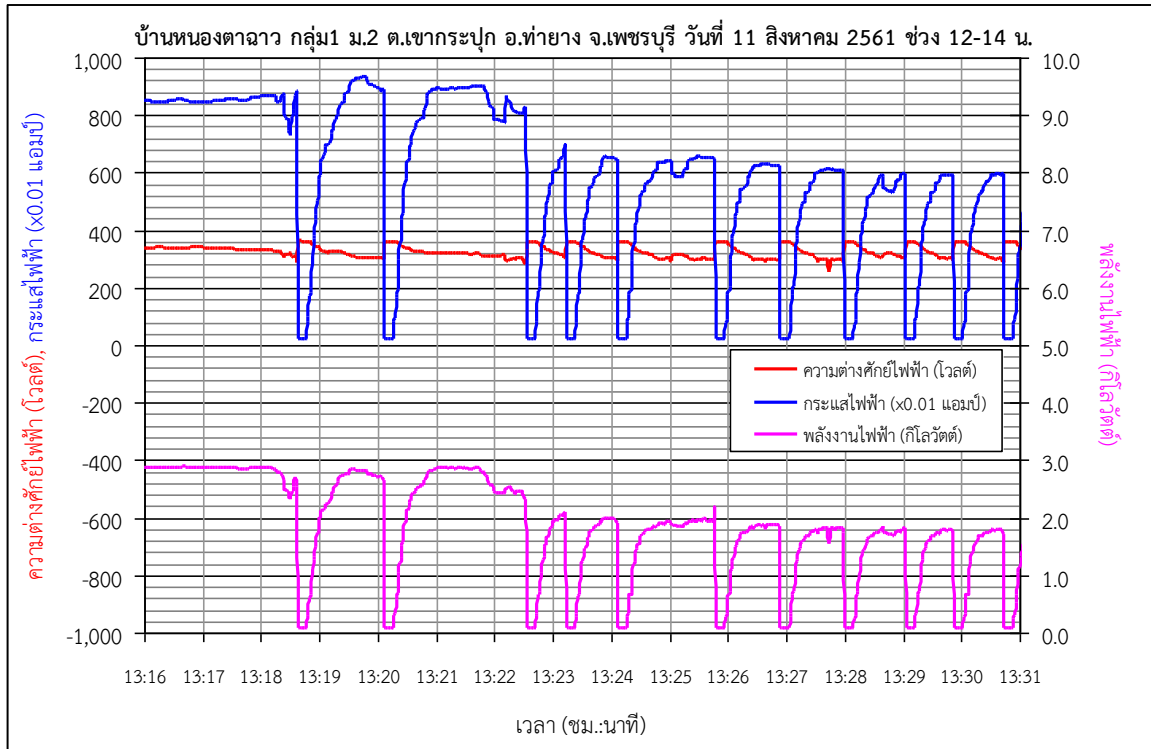
รูปที่ 2.3-24 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 12-14 น. ช่วงย่อย 15-30 นาที



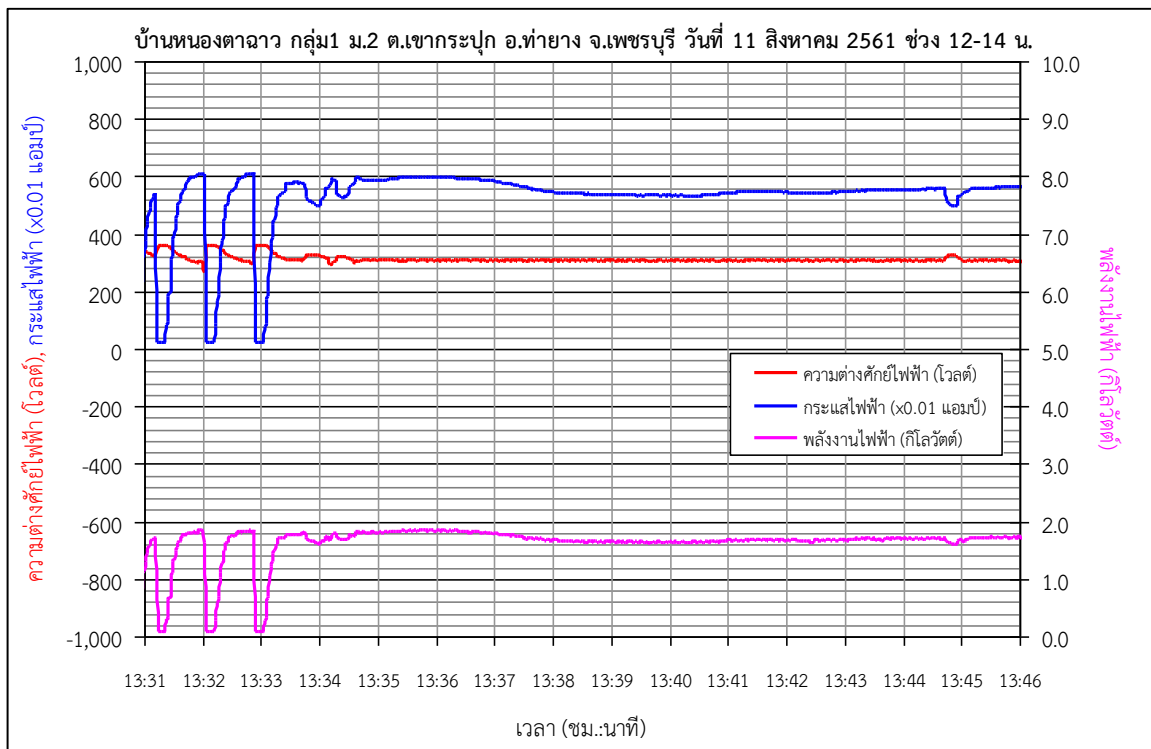
รูปที่ 2.3-25 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 12-14 น. ช่วงย่อย 30-45 นาที



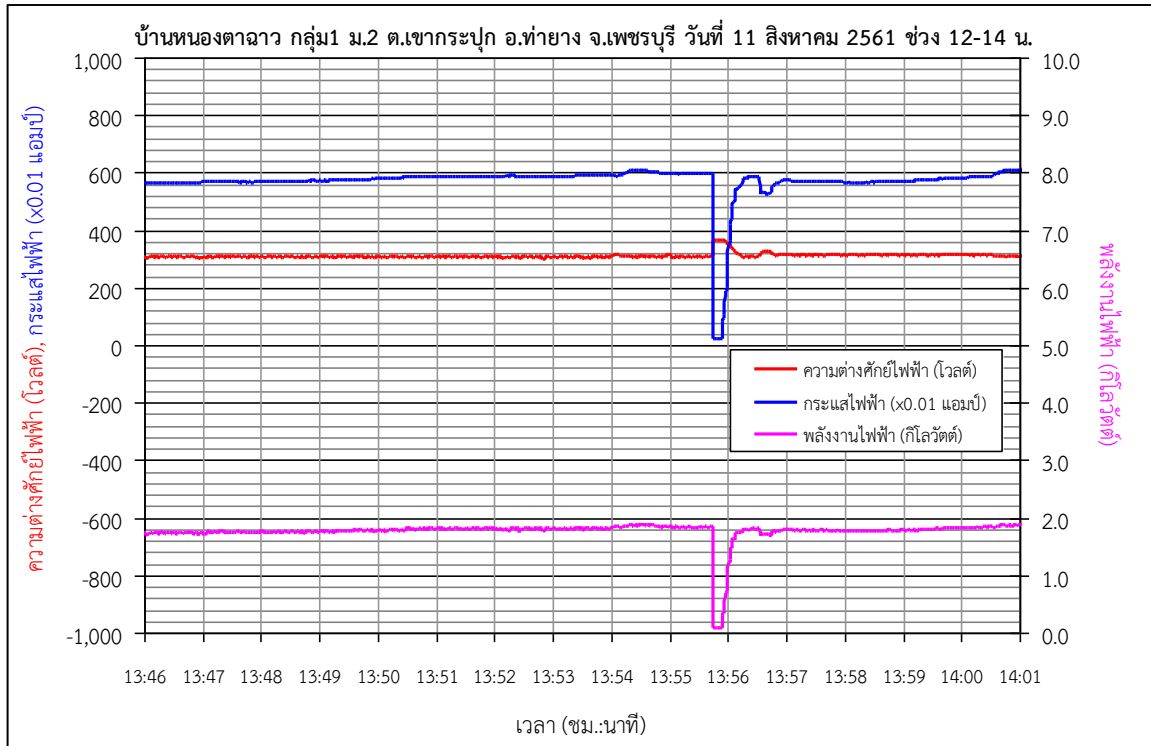
รูปที่ 2.3-26 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 12-14 น. ช่วงย่อย 45-60 นาที



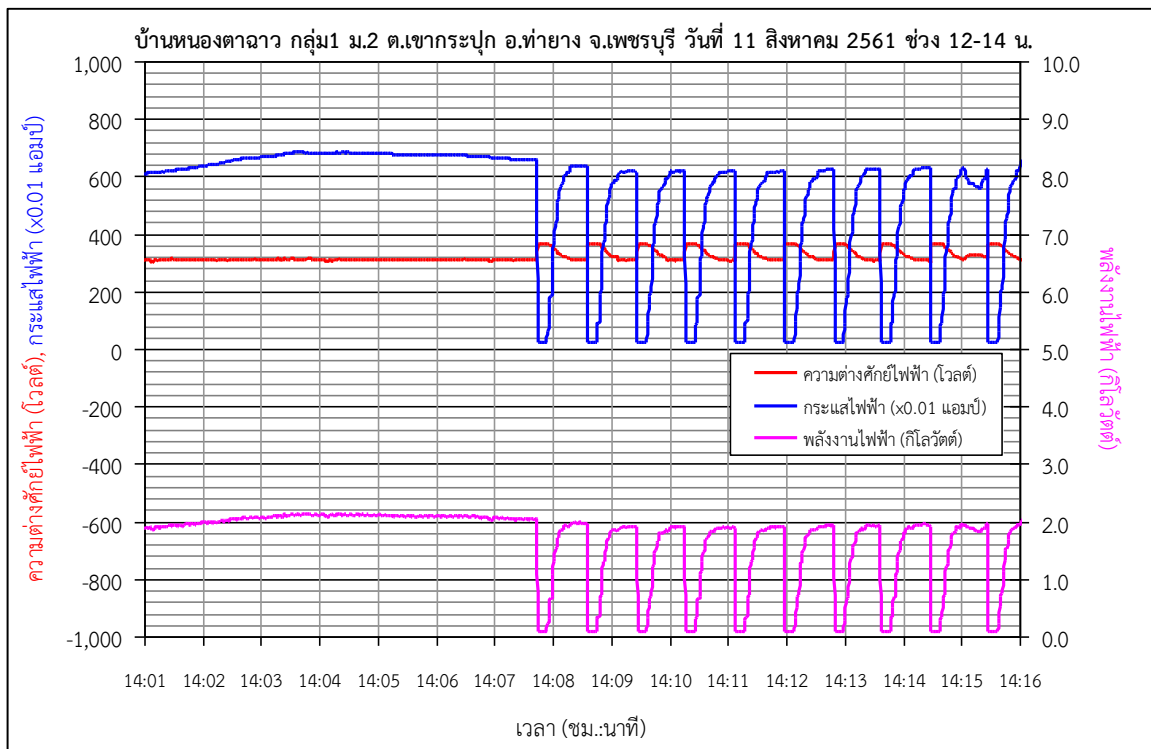
รูปที่ 2.3-27 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 12-14 น. ช่วงย่อย 60-75 นาที



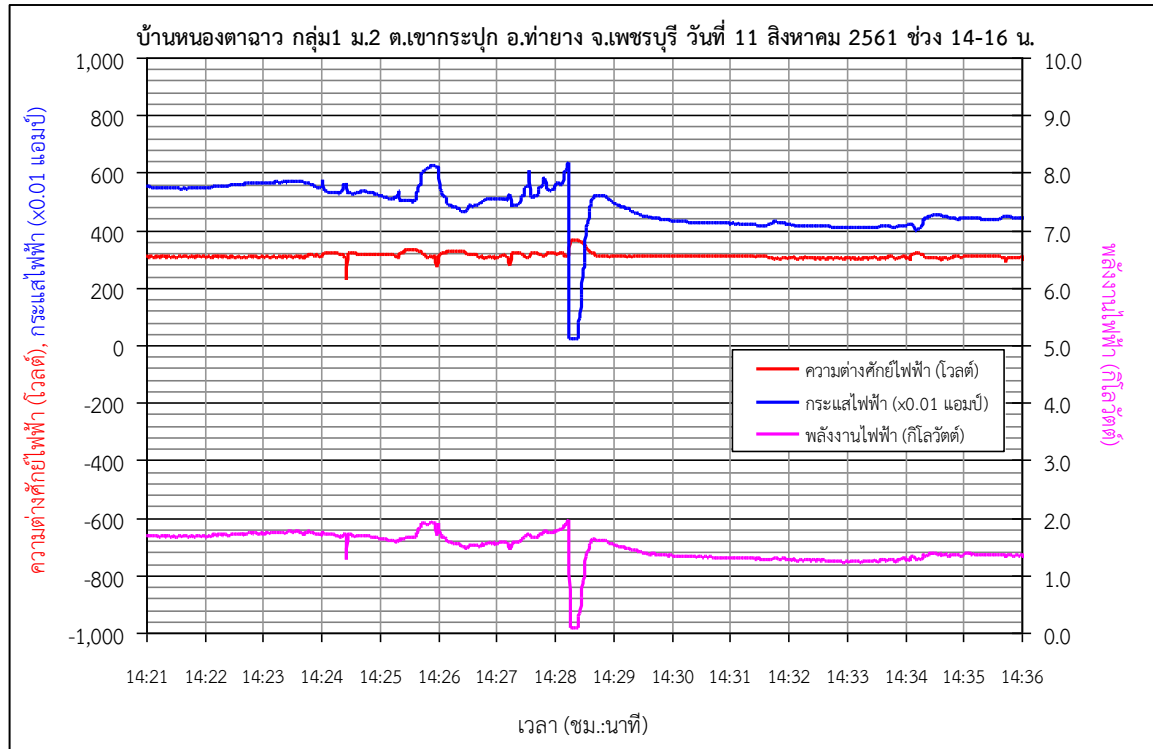
รูปที่ 2.3-28 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 12-14 น. ช่วงย่อย 75-90 นาที



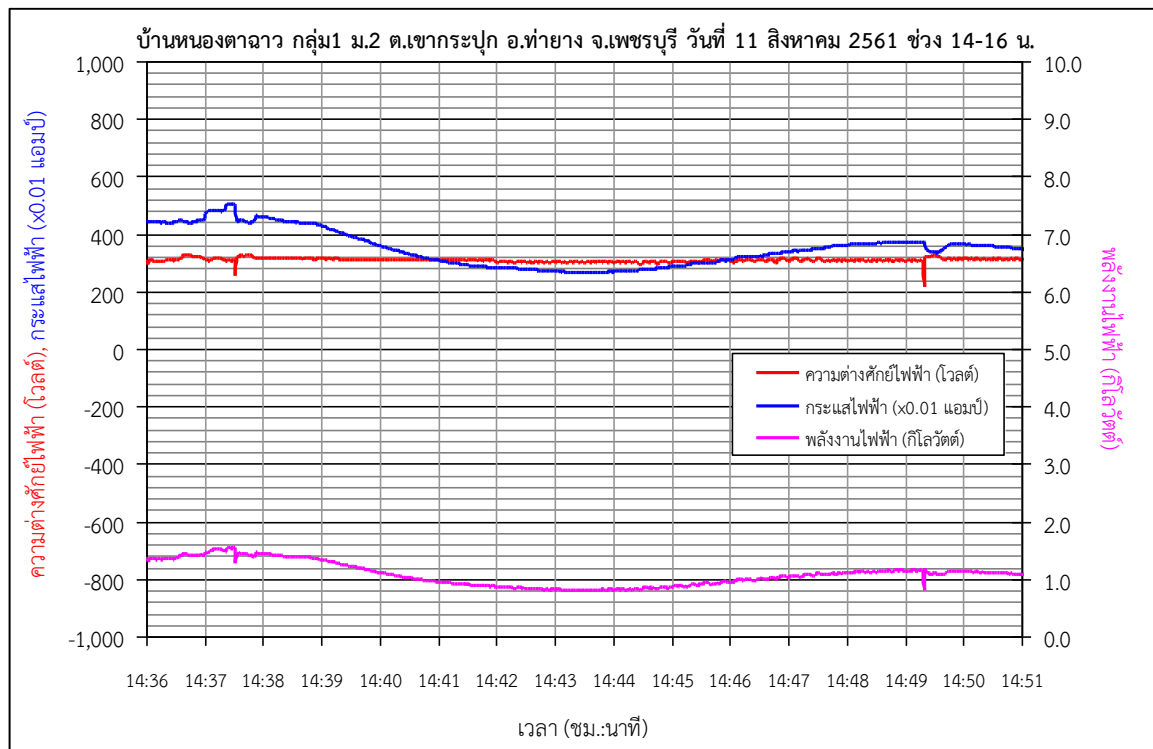
รูปที่ 2.3-29 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 12-14 น. ช่วงย่อย 90-105 นาที



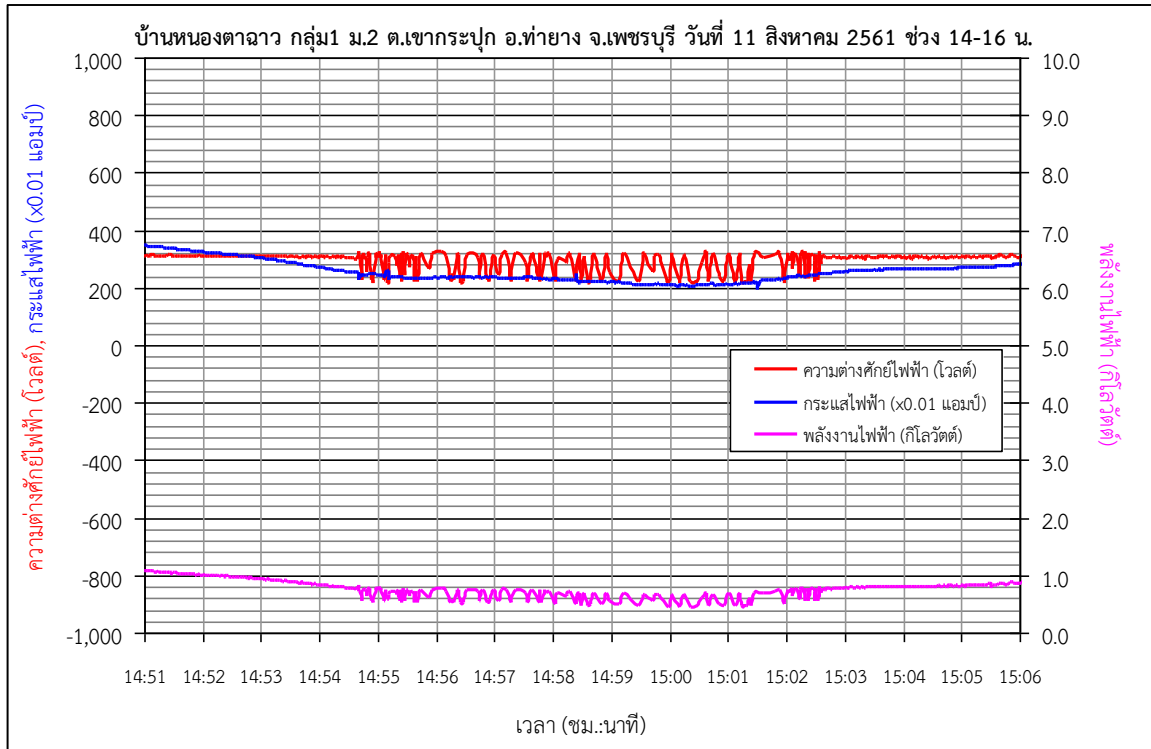
รูปที่ 2.3-30 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 12-14 น. ช่วงย่อย 105-120 นาที



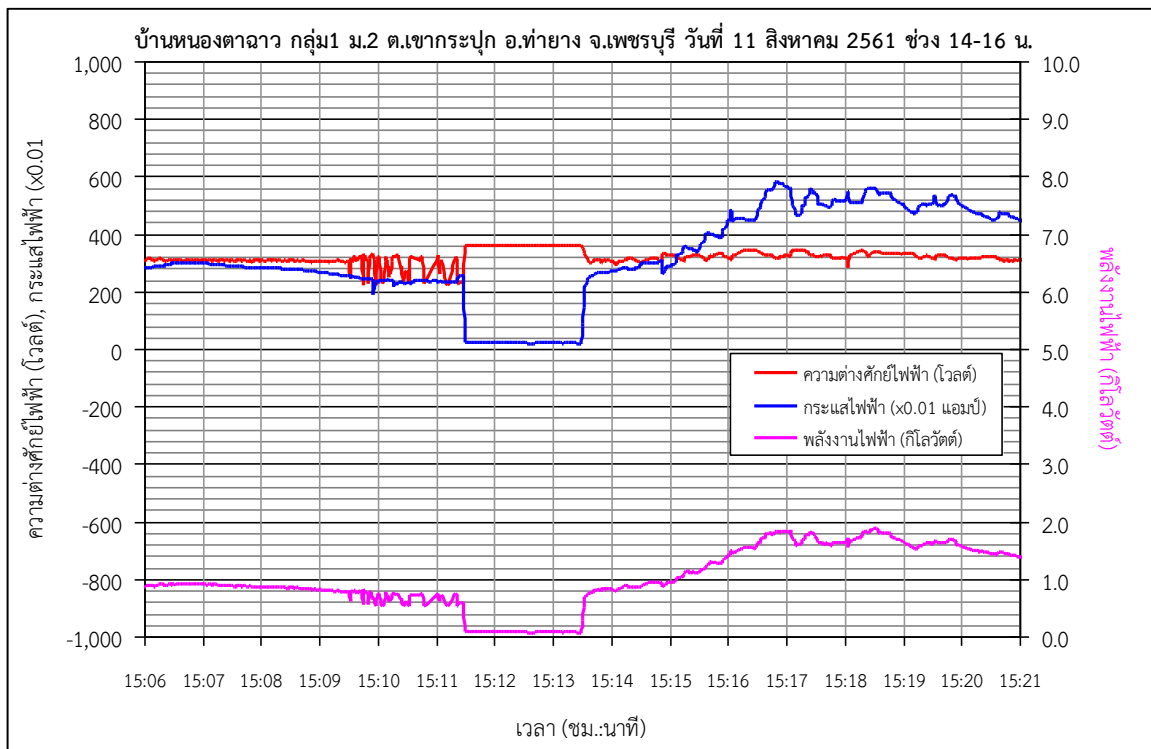
รูปที่ 2.3-31 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 14-16 น. ช่วงย่อย 0-15 นาที



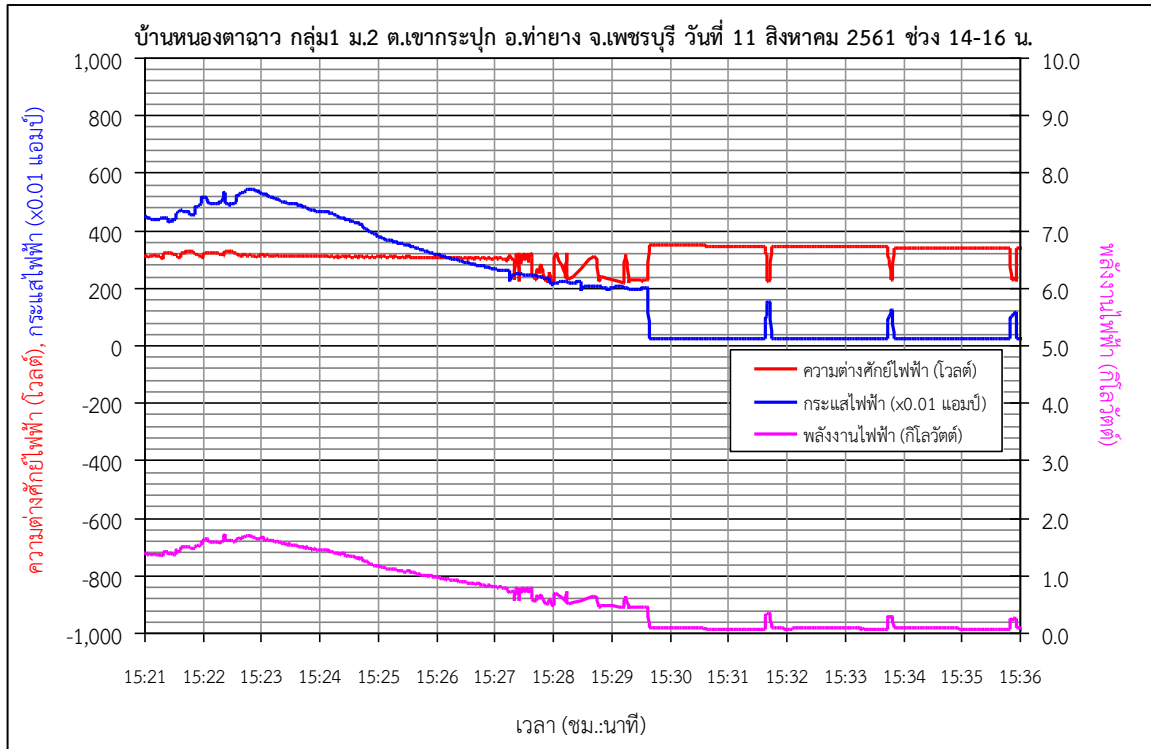
รูปที่ 2.3-32 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 14-16 น. ช่วงย่อย 15-30 นาที



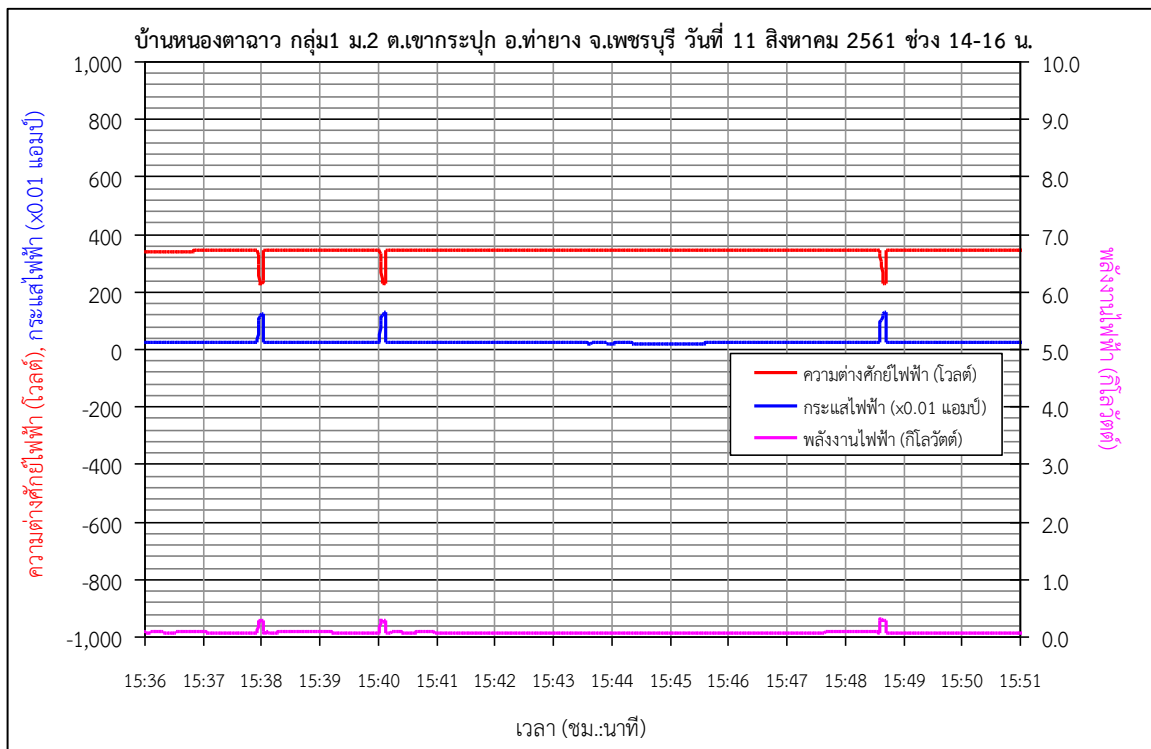
รูปที่ 2.3-33 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 14-16 น. ช่วงย่อย 30-45 นาที



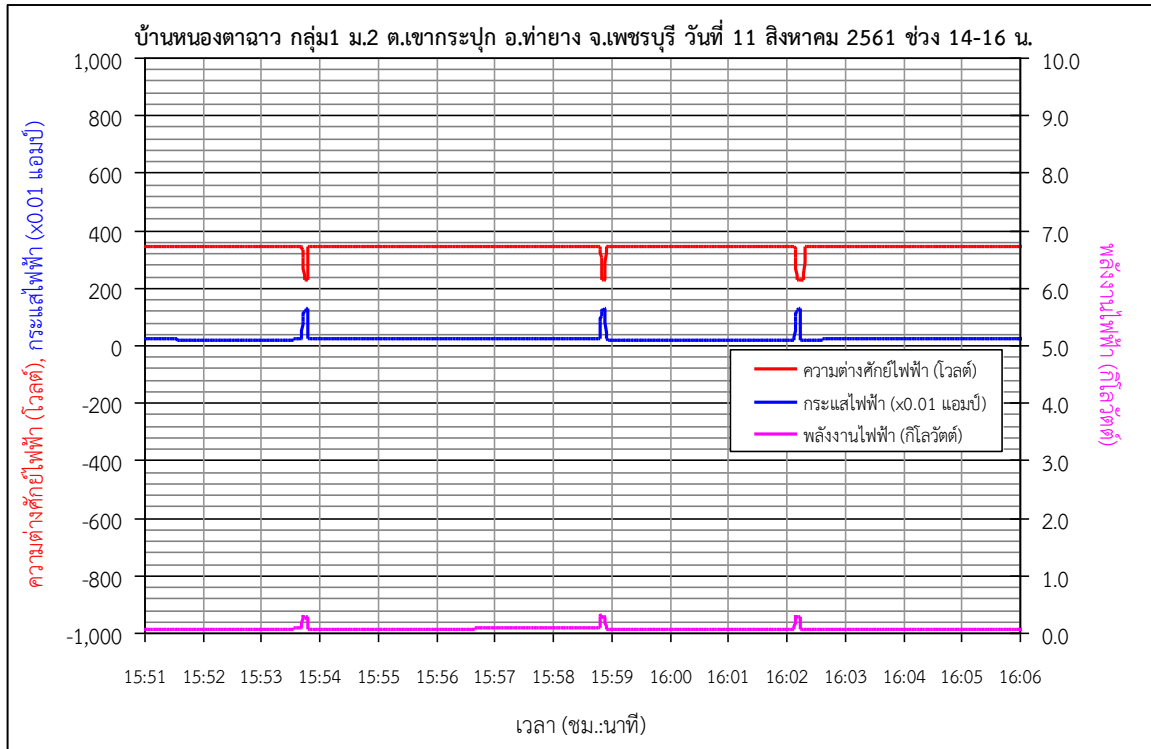
รูปที่ 2.3-34 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 14-16 น. ช่วงย่อย 45-60 นาที



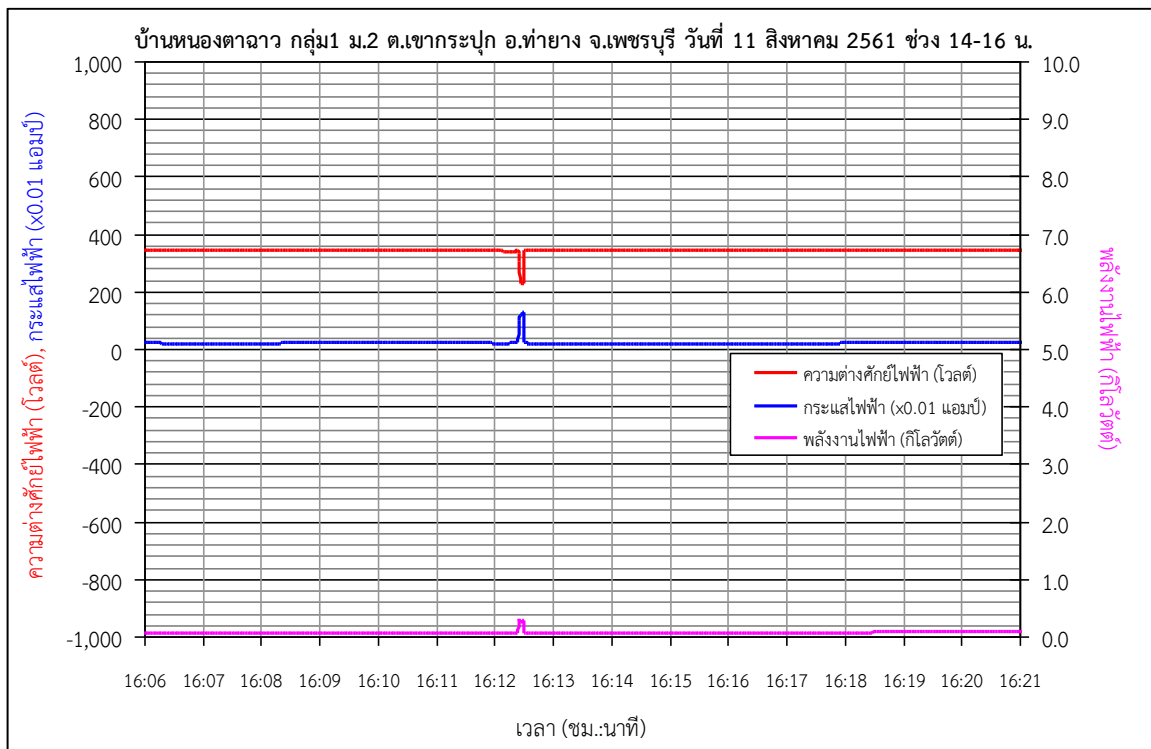
รูปที่ 2.3-35 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 14-16 น. ช่วงย่อย 60-75 นาที



รูปที่ 2.3-36 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 14-16 น. ช่วงย่อย 75-90 นาที



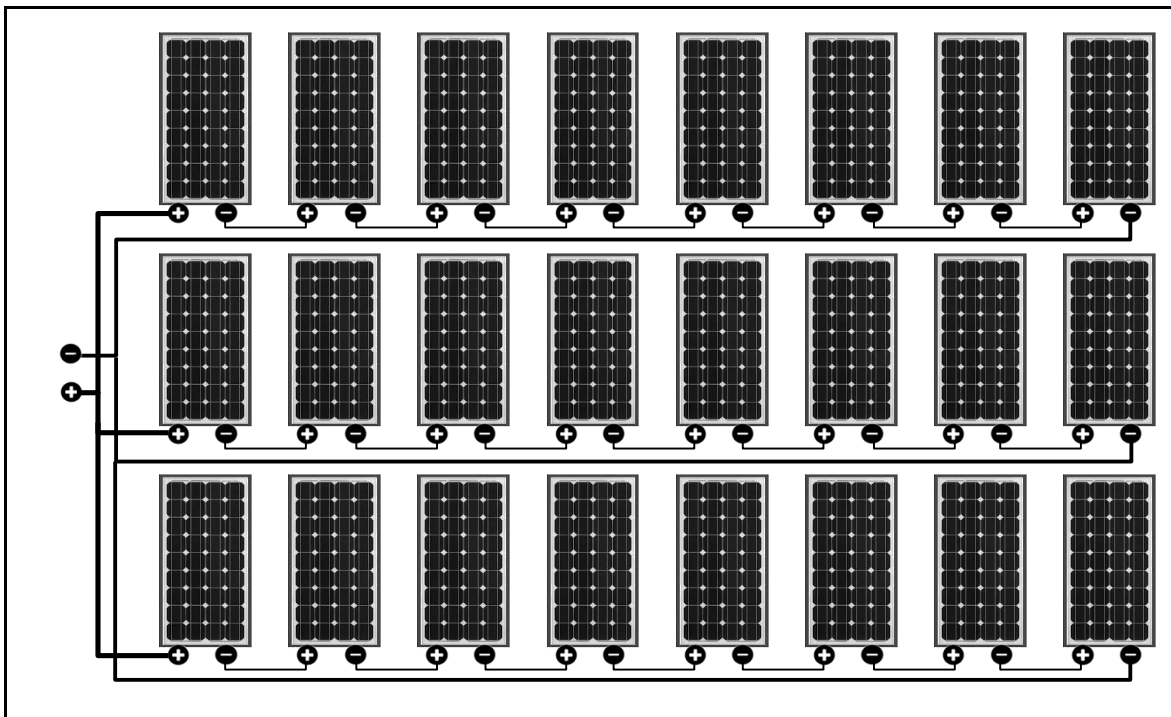
รูปที่ 2.3-37 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 14-16 น. ช่วงย่อย 90-105 นาที



รูปที่ 2.3-38 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองตาฉาว วันที่ 11 สิงหาคม 2561 ช่วงเวลา 14-16 น. ช่วงย่อย 105-120 นาที

-	จำนวนแถว	3	แถว
-	จำนวนคอลัมน์	9	คอลัมน์
-	รวมจำนวนเซลล์	27	แผง
-	ค่าพลังงานไฟฟ้าที่แผงผลิตได้	150	วัตต์/แผง
-	ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่แผงผลิตได้	36.5	โวลต์/แผง
-	ค่ากระแสไฟฟ้าที่แผงผลิตได้	4.11	แอมป์/แผง
-	ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมด	328.5	โวลต์
-	ค่ากระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมด	12.33	แอมป์
-	ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมด	4,050	วัตต์

จากการตรวจวัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ระบบจ่ายออกมา พบว่ามีค่าประมาณ 1,200 วัตต์ ซึ่งหมายถึงใช้พลังงานไฟฟ้าเพียง 29.63 เปอร์เซ็นต์ของความสามารถในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้ จึงทำให้ระบบค่อนข้างเสถียรนั่นเอง รวมถึงลักษณะการต่อแผงแบบอนุกรม 9 แผง และต่อขนาน 3 ชุด ทำให้ถ้ามีแผงโซลาร์เซลล์เสียหาย 1 แผง ระบบจะมีความสามารถในการผลิตค่าพลังงานไฟฟ้าได้ 2 ใน 3 ของกำลังผลิตทั้งหมด หรือเท่ากับ 2,700 วัตต์ ซึ่งยังคงมากกว่าความต้องการใช้ไฟฟ้าอยู่ถึง 2.25 เท่า และถ้าเสียหาย 2 แผง ก็จะเหลือความสามารถในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้เพียง 1 แผง โดยมีความสามารถในการผลิตค่าพลังงานไฟฟ้าได้ 1 ใน 3 ของกำลังผลิตทั้งหมด หรือเท่ากับ 1,350 วัตต์ ซึ่งยังคงมากกว่าความต้องการใช้ไฟฟ้าอยู่ถึง 1.13 เท่า ซึ่งมีความปลอดภัยกับระบบมาก โดยลักษณะการต่อแผงโซลาร์เซลล์ได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.3-39



รูปที่ 2.3-39 ลักษณะการต่อแผงโซลาร์เซลล์ของโครงการขนาด 150 วัตต์/แผง

จากผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริงของเครื่องสูบน้ำพบว่ามีค่าค่อนข้างสม่ำเสมอตลอดช่วงเวลาที่วัดค่า ไม่ว่าจะเป็นช่วงเช้า (10.00 น. – 12.00 น.) ของวันที่ 12 มีนาคม 2561 ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.3-6 ช่วงกลางวัน (12.00 น. – 14.00 น.) ของวันที่ 1 มีนาคม 2561 ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.3-4 และช่วงบ่าย (14.00 น. – 16.00 น.) ของวันที่ 25 มีนาคม 2561 ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.3-8 ซึ่งค่าความเข้มข้นของแสงอาทิตย์มีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงเช้า ค่อนข้างคงที่ในช่วงกลางวัน และค่อยๆ ลดลงในช่วงบ่าย โดยอัตราการสูบน้ำของเครื่องสูบน้ำมีค่าลดลงเล็กน้อยตามเวลาเมื่อแสงอาทิตย์อ่อนลงมากในช่วงเวลา 15.30 น. เป็นต้นไป แต่สำหรับวันที่ 11 สิงหาคม 2561 ค่าอัตราการสูบน้ำนั้นผันแปรกับพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ของโซลาร์เซลล์ ซึ่งมีพฤติกรรมที่แตกต่างกันค่อนข้างมากกับผลการตรวจวัดในช่วงฤดูแล้ง

สำหรับค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องสูบน้ำใช้ จะสามารถคำนวณได้จากค่าอัตราการไหลผ่านเครื่องสูบน้ำ ค่าระดับความแตกต่างของน้ำในถังสูงกับระดับน้ำในบ่อน้ำบาดาล และค่าการสูญเสียพลังงานการไหลในท่อจากเครื่องสูบน้ำถึงถังสูง ซึ่งมีค่าแปรผันตามเวลาตามตัวแปรต่างๆ ที่ได้กล่าวมา ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$P = \frac{\rho gQH}{\eta}$$

- เมื่อ P คือ อัตราแรงเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก, 9.81 เมตร²/วินาที
 ρ คือ ความหนาแน่นของน้ำ, 1,000 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร
 g คือ อัตราแรงเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก, 9.81 เมตร²/วินาที
 Q คือ อัตราการไหลของน้ำจากเครื่องสูบน้ำ, ลูกบาศก์เมตร/วินาที
 H คือ ความสูงยกน้ำรวมของเครื่องสูบน้ำ, เมตร
 η คือ ประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำ, เปอร์เซ็นต์

จากสมการในการวิเคราะห์ค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องสูบน้ำต้องการจะเห็นว่าค่าพลังงานไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับความสูงยกน้ำรวมของเครื่องสูบน้ำ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$H = H_{ST} + H_f + H_m$$

- เมื่อ H_{ST} คือ ความแตกต่างระหว่างระดับน้ำในถังพักน้ำและระดับน้ำในบ่อน้ำบาดาล, เมตร
 H_f คือ การสูญเสียพลังงานเนื่องจากแรงเสียดทานในท่อจากเครื่องสูบน้ำถึงถังพักน้ำ, เมตร
 H_m คือ การสูญเสียพลังงานย่อยเนื่องจากการไหลผ่านวาล์ว ข้อต่อ ข้อลด มาตรฐานน้ำ, เมตร

สำหรับการสูญเสียพลังงานเนื่องจากแรงเสียดทานในท่อจากเครื่องสูบน้ำถึงถังพักน้ำ (H_f) สามารถคำนวณได้จากสูตรของ Hazen-Williams ดังนี้

$$H_f = \frac{6.842}{C_{HW}^{1.852} D^{1.167}} LV^{1.852}$$

- เมื่อ C_{HW} คือ สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานฮาเซน-วิลเลียมส์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 120 สำหรับท่อเหล็ก (เมื่อพิจารณาอายุการใช้งานของท่อประมาณ 50 ปี)
 D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อ, เมตร

- L คือ ความยาวของท่อ, เมตร
 V คือ ความเร็วการไหลเฉลี่ยในท่อ, เมตร/วินาที

ส่วนการสูญเสียพลังงานน้อยเนื่องจากการไหลผ่านวาล์ว ข้อต่อ ข้อลด มาตรฐานน้ำ (H_m) สามารถคำนวณได้จากสูตร ดังนี้

$$H_m = K \frac{V^2}{2g}$$

- เมื่อ K คือ ค่าสัมประสิทธิ์การสูญเสียพลังงานขึ้นอยู่กับประเภทและชนิดของ วาล์ว ข้อต่อ ข้องอ และอุปกรณ์ประกอบท่อต่างๆ
 V คือ ความเร็วการไหลเฉลี่ยในท่อ, เมตร/วินาที
 g คือ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก, เมตร/วินาที²
 สำหรับการสูญเสียย่อยต่างๆ สามารถประมาณได้ดังต่อไปนี้

1) การสูญเสียย่อยเนื่องจากข้องอ (h_{mb})

$$h_{mb} = K_b \frac{V^2}{2g}$$

- เมื่อ h_{mb} คือ การสูญเสียแรงดันน้ำเนื่องจากข้องอ, เมตร
 K_b คือ ค่าสัมประสิทธิ์การสูญเสียพลังงานของข้องอ
 $= \left[0.131 + 1.847 \left(\frac{D}{2R} \right)^{3.5} \right] \left(\frac{\theta}{90} \right)^{0.50}$

- V คือ ความเร็วการไหลเฉลี่ยในท่อ, เมตร/วินาที
 D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อ, เมตร
 R คือ รัศมีความโค้งของแนวโค้งกลางของอ, เมตร
 θ คือ มุมเบี่ยงของท่อจากแนวท่อเดิม, องศา

2) การสูญเสียย่อยเนื่องจากข้องอแบบหักมุม (h_{mrb})

$$h_{mrb} = K_{rb} \frac{V^2}{2g} \tag{1}$$

- เมื่อ h_{mrb} คือ การสูญเสียแรงดันน้ำเนื่องจากข้องอแบบหักมุม, เมตร
 V คือ ความเร็วการไหลเฉลี่ยในท่อ, เมตร/วินาที
 K_{rb} คือ ค่าสัมประสิทธิ์การสูญเสียพลังงานของข้องอแบบหักมุมซึ่งขึ้นอยู่กับค่ามุมเบี่ยงของท่อจากแนวท่อเดิม (θ , องศา) ดังนี้

θ	15°	30°	45°	60°	90°
K_{rb}	0.022	0.073	0.183	0.365	0.990

3) การสูญเสียเนื่องจากช่องอแบบหักมุมตั้งแต่ 2 ครั้งขึ้นไป (h_{mrb})

$$h_{mrb} = K_{rb} \frac{V^2}{2g} \quad (2)$$

เมื่อ h_{mrb} คือ การสูญเสียแรงดันน้ำเนื่องจากช่องอแบบหักมุมตั้งแต่ 2 ครั้งขึ้นไป, เมตร

V คือ ความเร็วการไหลเฉลี่ยในท่อ, เมตร/วินาที

K_{rb} คือ ค่าสัมประสิทธิ์การสูญเสียพลังงานของช่องอแบบหักมุมซึ่งขึ้นอยู่กับค่ามุมเบี่ยงของท่อจากแนวท่อเดิม (θ , องศา) ดังนี้

ค่ามุมที่หักแต่ละครั้ง	22.5°	30°	20°	45°	30°	22.5°
จำนวนมุมที่หัก	2	2	3	2	3	4
θ	45°	60°	60°	90°	90°	90°
K_{rb}	0.284	0.268	0.236	0.377	0.299	0.250

4) การสูญเสียเนื่องจากการลดขนาดท่อที่ละน้อย (h_{mgc})

$$h_{mgc} = K_{gc} \frac{V_2^2}{2g} \quad (3)$$

เมื่อ h_{mgc} คือ การสูญเสียแรงดันน้ำเนื่องจากการลดขนาดท่อที่ละน้อย, เมตร

V_2 คือ ความเร็วการไหลเฉลี่ยในท่อหลังจากลดขนาดท่อ, เมตร/วินาที

K_{gc} คือ ค่าสัมประสิทธิ์การสูญเสียพลังงานของการลดขนาดท่อที่ละน้อย ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

$$K_{gc} = \frac{0.8 \sin\left(\frac{\theta}{2}\right) \left[1 - \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2\right]}{\left(\frac{D_2}{D_1}\right)^4} \quad (4)$$

เมื่อ θ คือ มุมบีบของผนังท่อวัดจากผนังสองด้าน

D_1 คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อก่อนลดขนาด, เมตร

D_2 คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อหลังลดขนาด, เมตร

5) การสูญเสียเนื่องจากการขยายท่อที่ละน้อย (h_{mge})

$$h_{mge} = K_{ge} \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g} \quad (5)$$

เมื่อ h_{mge} คือ การสูญเสียแรงดันน้ำเนื่องจากการขยายท่อที่ละน้อย, เมตร

K_{ge} คือ ค่าสัมประสิทธิ์การสูญเสียพลังงานเนื่องจากการขยายท่อที่ละน้อย

$$= 0.011\theta^{1.22}$$

V_1 คือ ความเร็วการไหลเฉลี่ยในท่อก่อนขยายขนาด, เมตร/วินาที

V_2 คือ ความเร็วการไหลเฉลี่ยในท่อหลังขยายขนาด, เมตร/วินาที

θ คือ มุมขยายขนาดของผนังท่อวัดจากผนังสองด้าน, องศา

กำหนดให้มุมขยายขนาดของผนังท่อวัดจากผนังสองด้านอยู่ระหว่าง 5 ถึง 22.5 จะสามารถคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การสูญเสียพลังงานเนื่องจากการขยายท่อที่ละน้อยได้ดังนี้

θ	5	7.5	10	12.5	15	17.5	20	22.5
K_{ge}	0.078	0.129	0.183	0.240	0.299	0.361	0.425	0.491

6) การสูญเสียเนื่องจากการไหลผ่านวาล์ว (h_{mv})

$$h_{mv} = K_v \frac{V^2}{2g} \quad (6)$$

เมื่อ h_{mv} คือ การสูญเสียแรงดันน้ำเนื่องจากการไหลผ่านวาล์ว, เมตร

V คือ ความเร็วการไหลเฉลี่ยในท่อ, เมตร/วินาที

K_v คือ ค่าสัมประสิทธิ์การสูญเสียพลังงานเนื่องจากการไหลผ่านวาล์ว ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดการเปิด-ปิดวาล์ว สำหรับกรณีที่เปิดวาล์วเต็มที่จะมีค่าสัมประสิทธิ์การสูญเสียพลังงานดังนี้

ชนิดวาล์ว	K_v
Butterfly valve	0.4
Gate valve	0.2
Check valve	2.3
Foot valve	15
Strainer	10

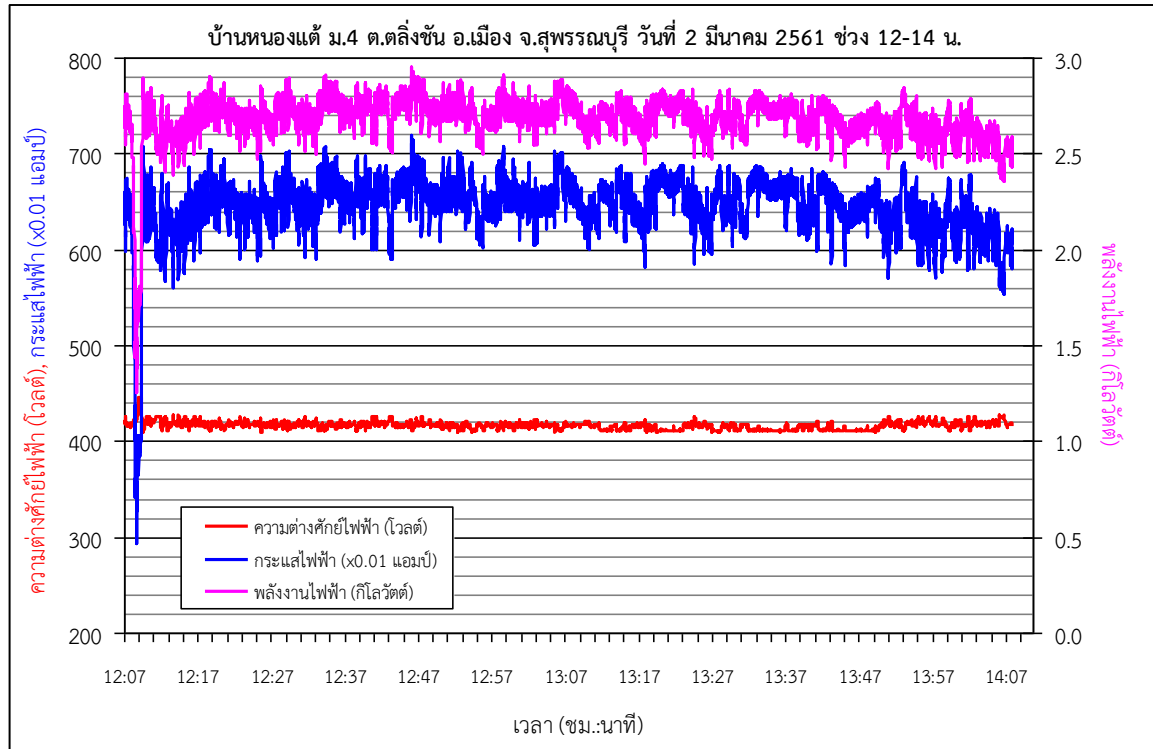
จากผลการตรวจวัดดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.3-4 2.3-6 และ 2.3-8 พบว่า ค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องสูบน้ำใช้จะเปลี่ยนแปลงตามเวลา แต่อย่างไรก็ตามพลังงานไฟฟ้าที่แผงโซลาร์เซลล์สามารถผลิตได้ สามารถครอบคลุมพลังงานไฟฟ้าที่ต้องการใช้ได้อย่างเพียงพอ แต่เมื่อแสงอาทิตย์อ่อนลงบางครั้ง เช่น มีก้อนเมฆบังแสงอาทิตย์ ก็จะทำให้เครื่องสูบน้ำหยุดเดินชั่วคราวดังแสดงในรูปที่ 2.3-5 ที่เส้นพลังงานไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ตกลงจากค่าระดับปกติ โดยในแต่ละวันจะสามารถสูบน้ำได้โดยเฉลี่ยประมาณ 6 ชั่วโมง คือ ช่วงระหว่าง 10.00 น. ถึง 16.00 น.

2.3.2 บ้านหนองแต้

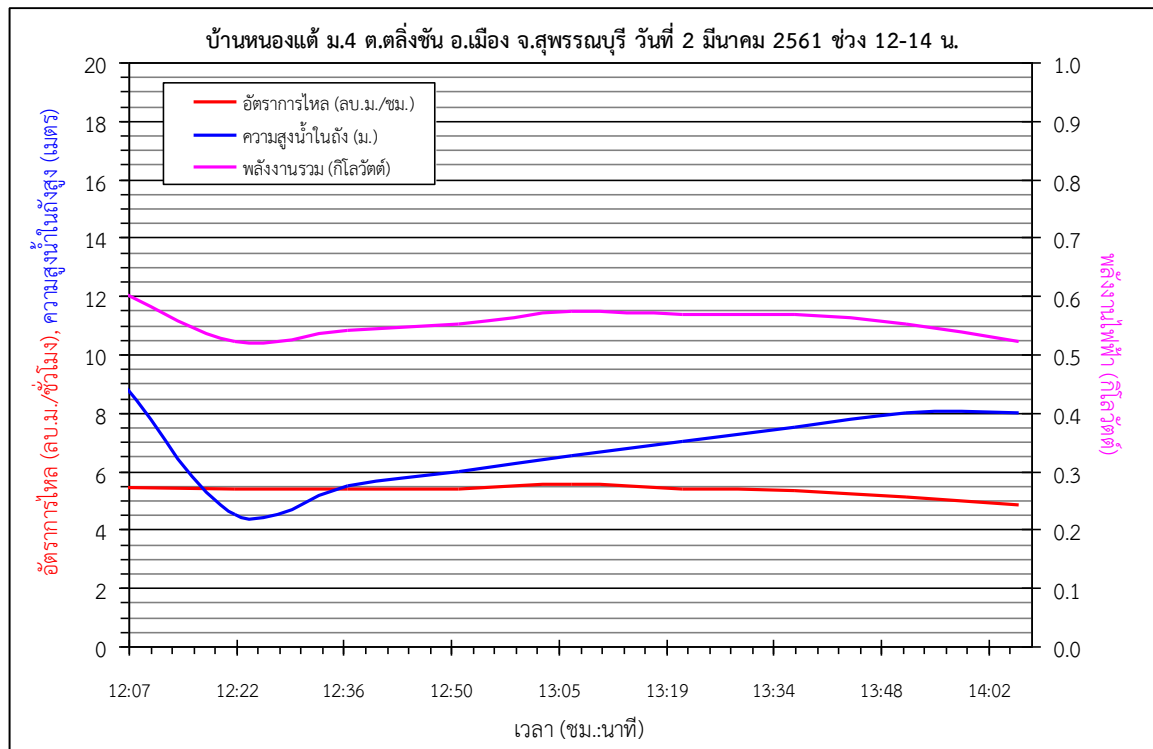
จากการลงสนาม ณ บ้านหนองแต้ เมื่อวันที่ 2 11 และ 17 มีนาคม 2561 วันที่ 22 เมษายน 2561 และวันที่ 25 สิงหาคม 2561 ทั้งช่วงเช้า ช่วงกลางวัน และช่วงเย็น เพื่อทำการตรวจวัดข้อมูลค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า ค่ากระแสไฟฟ้า และค่าพลังงานไฟฟ้าที่แผงโซลาร์เซลล์ผลิตได้ ดังแสดงตัวอย่างภาพการตรวจวัดข้อมูลในสนามไว้ในรูปที่ 2.3-40 ได้ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ และค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องสูบน้ำใช้ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.3-41 ถึง รูปที่ 2.3-58 ตามลำดับ และตารางที่ 2.3-10 ถึง ตารางที่ 2.3-18 ตามลำดับ



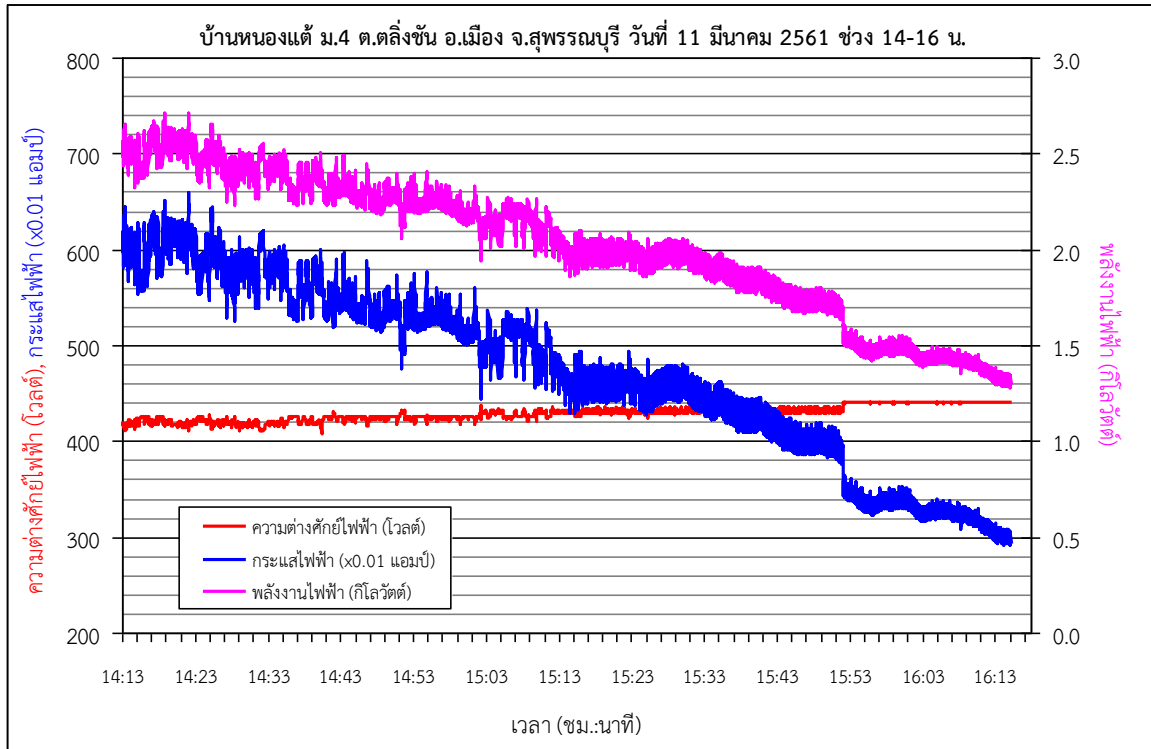
รูปที่ 2.3-40 ตัวอย่างภาพการตรวจวัดข้อมูลในสนาม ณ บ้านหนองแต้



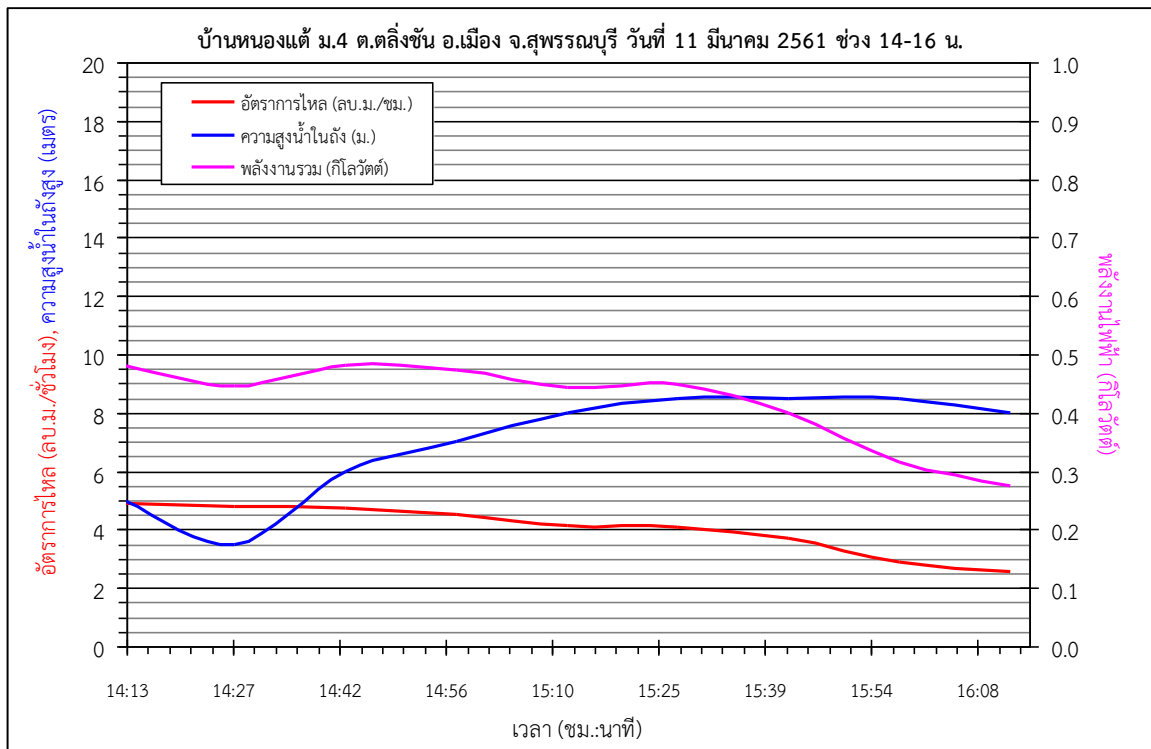
รูปที่ 2.3-41 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 2 มีนาคม 2561



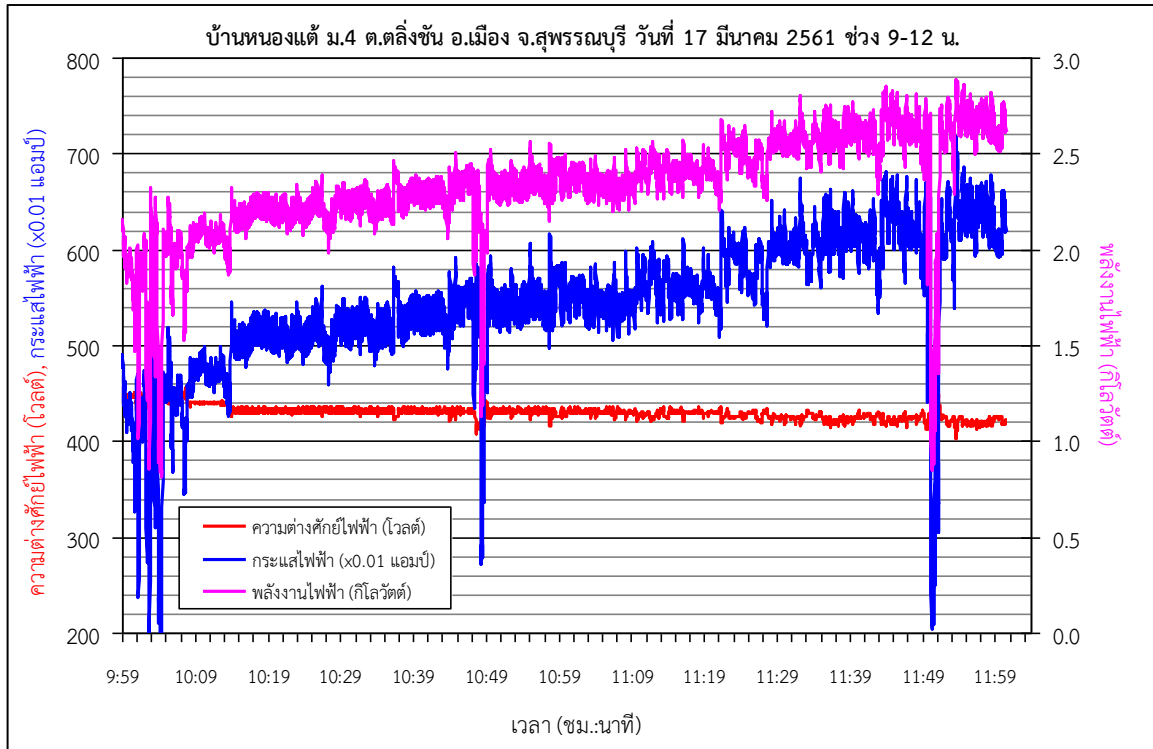
รูปที่ 2.3-42 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องสูบน้ำใช้ ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 2 มีนาคม 2561



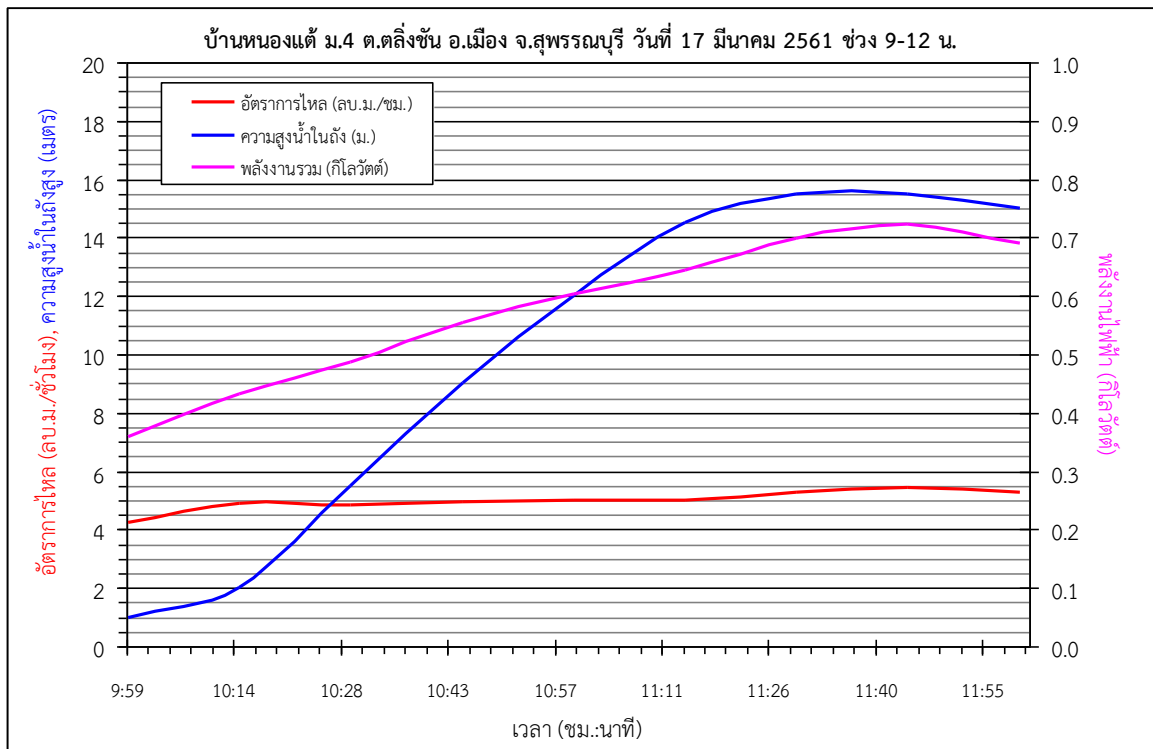
รูปที่ 2.3-43 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 11 มีนาคม 2561



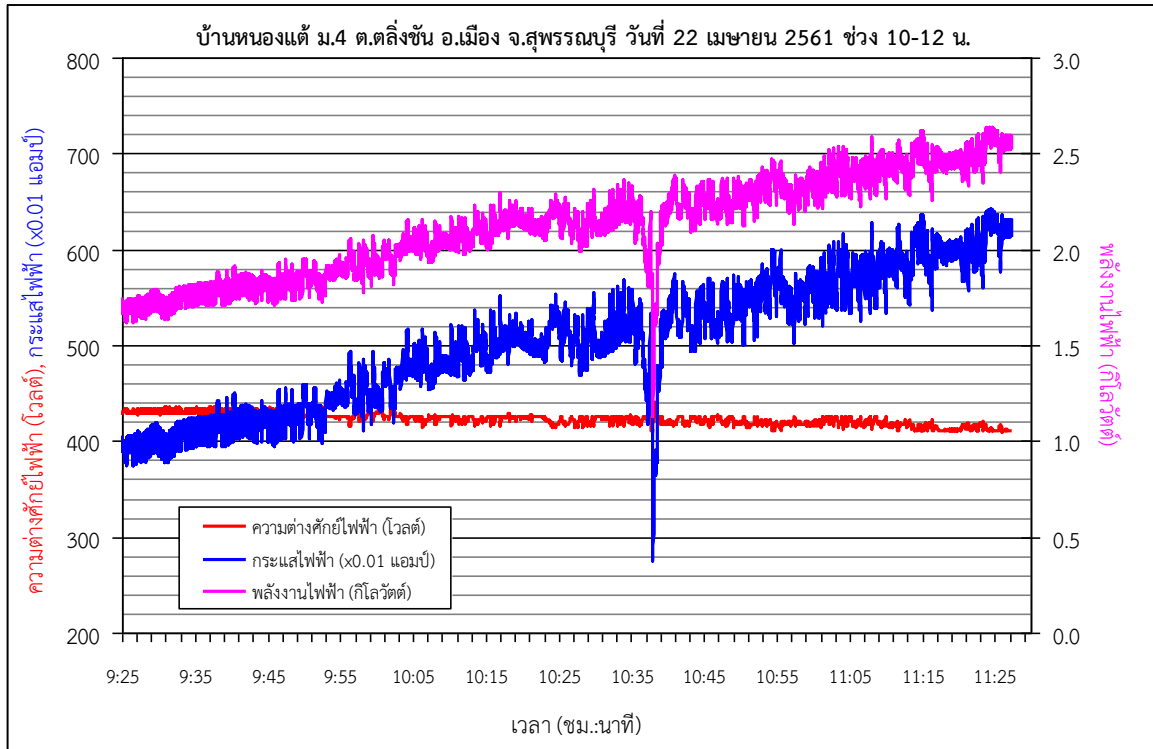
รูปที่ 2.3-44 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องสูบน้ำใช้ ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 11 มีนาคม 2561



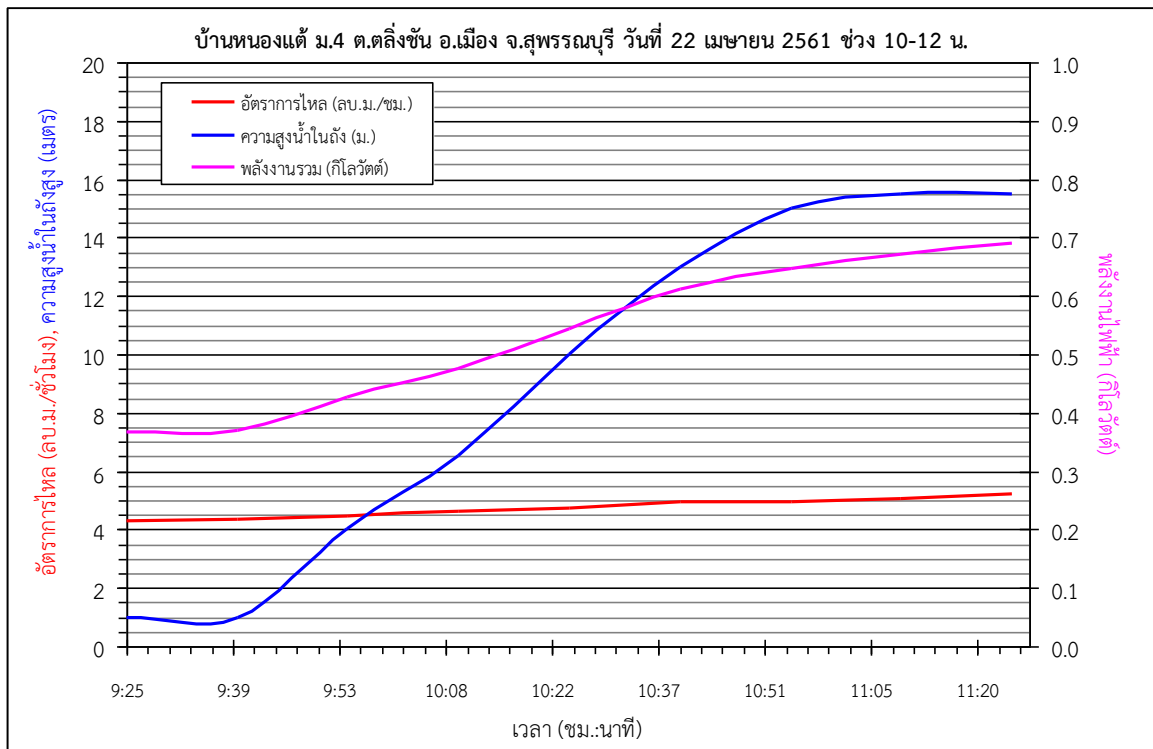
รูปที่ 2.3-45 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 17 มีนาคม 2561



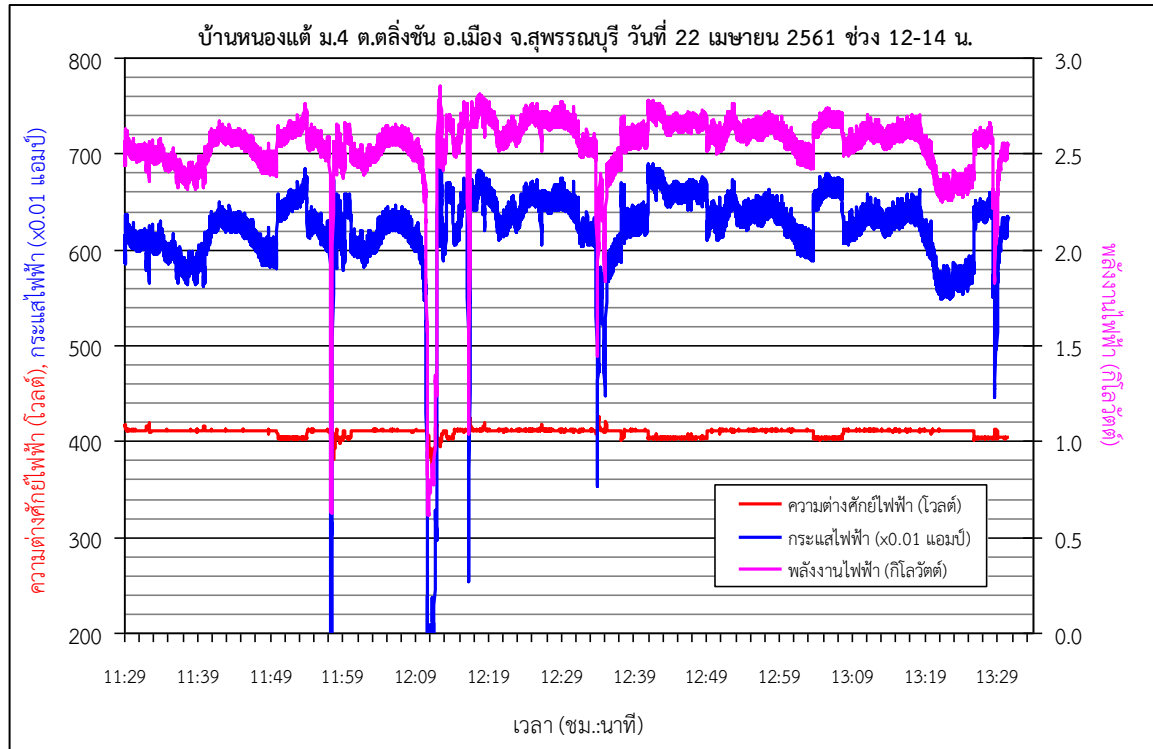
รูปที่ 2.3-46 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องสูบน้ำใช้ ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 17 มีนาคม 2561



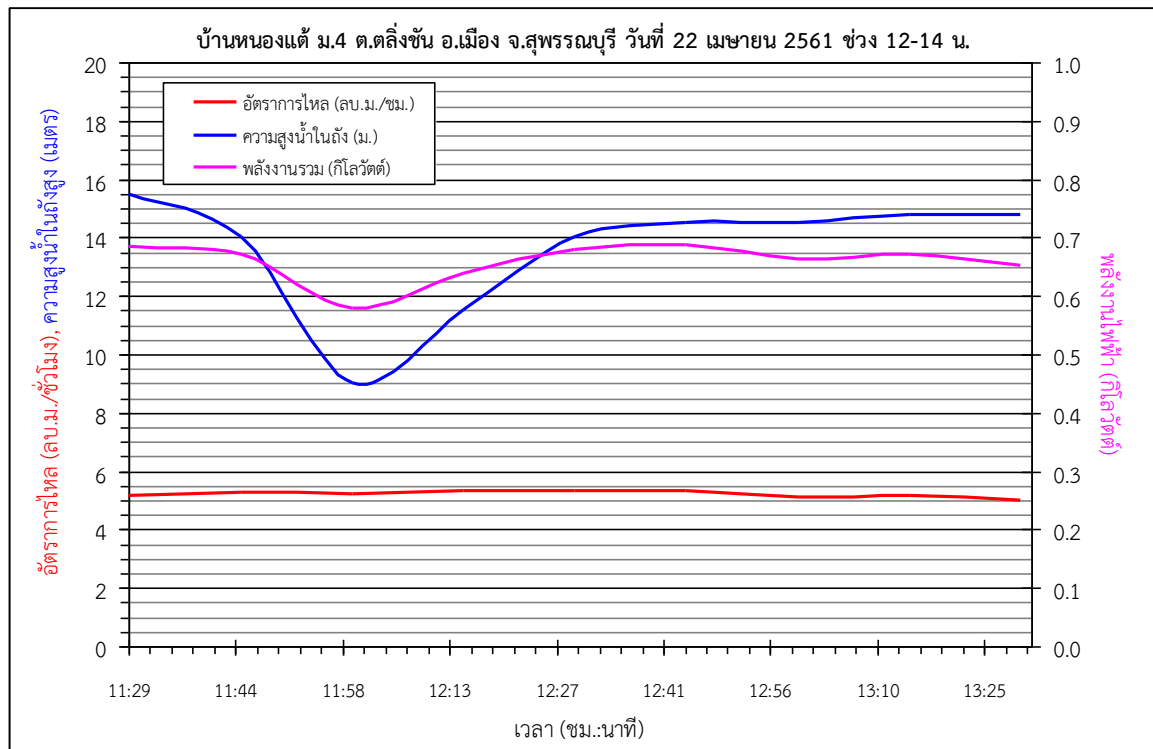
รูปที่ 2.3-47 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 22 เมษายน 2561 ช่วงเช้า



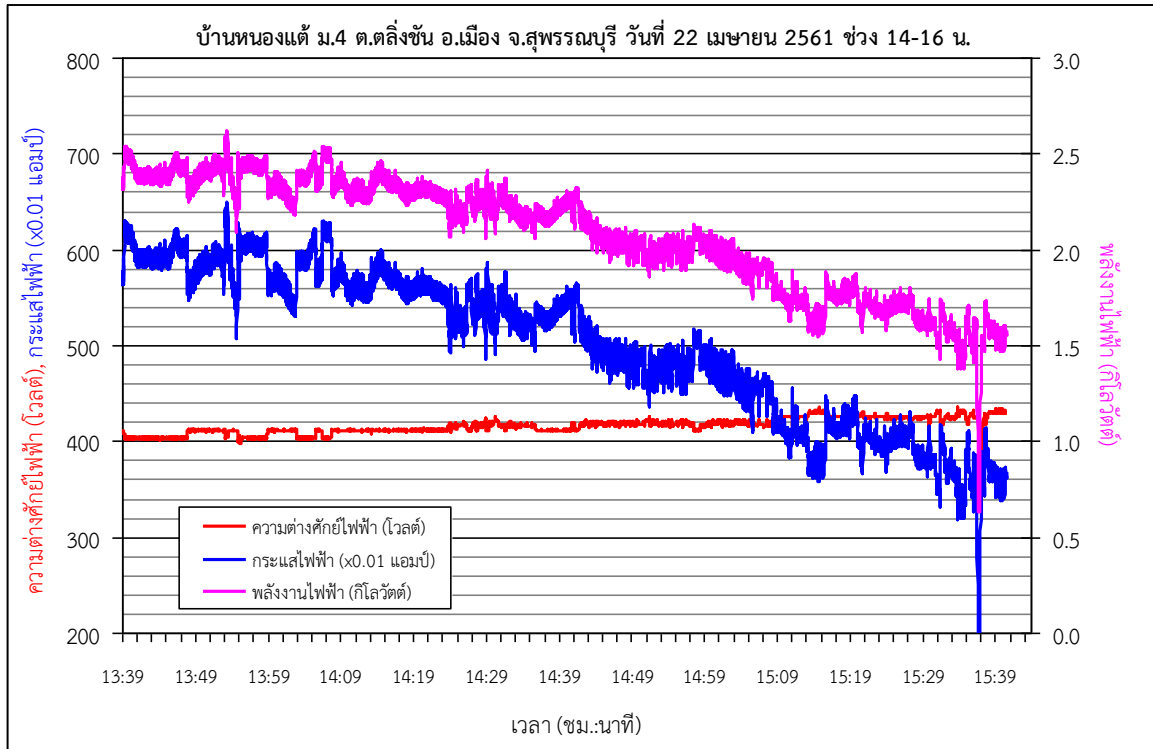
รูปที่ 2.3-48 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องสูบน้ำใช้ ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 22 เมษายน 2561 ช่วงเช้า



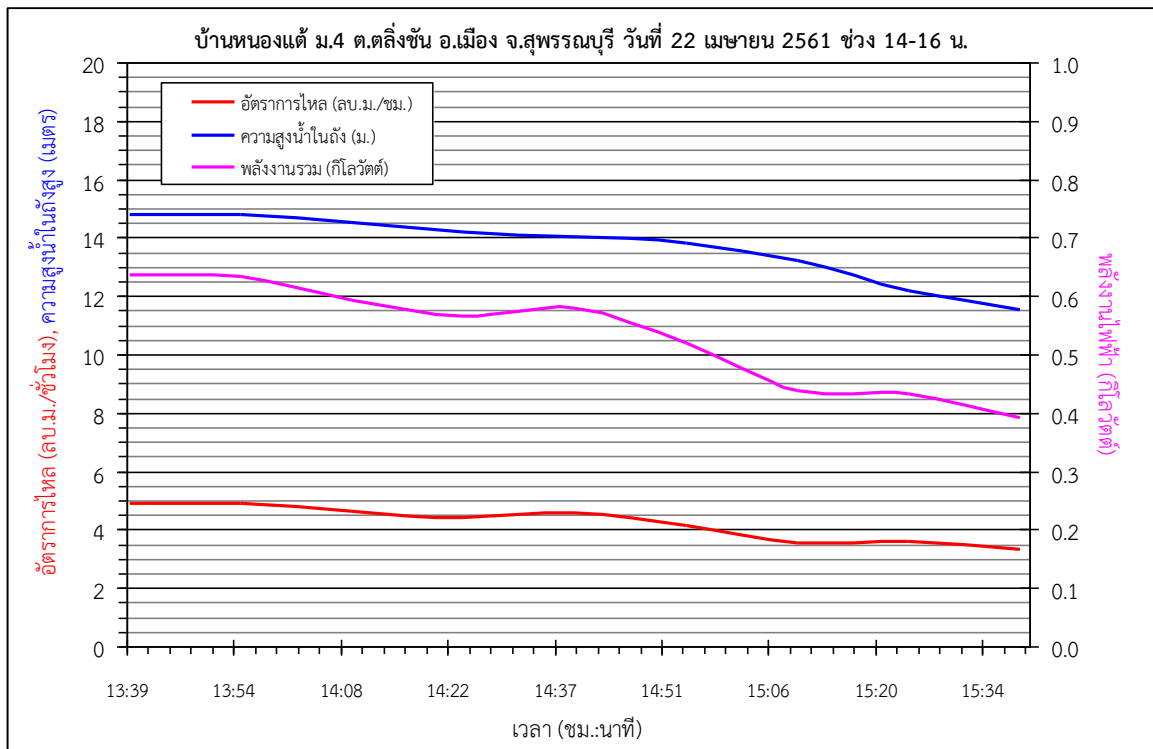
รูปที่ 2.3-49 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 22 เมษายน 2561 ช่วงกลางวัน



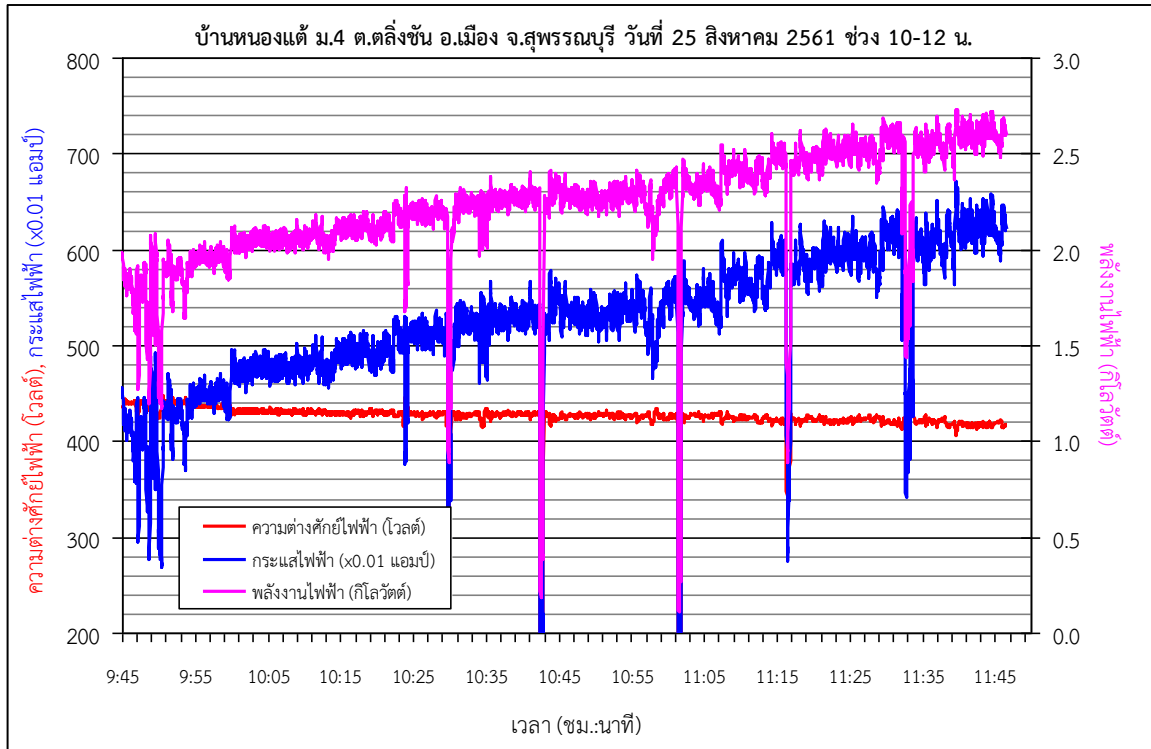
รูปที่ 2.3-50 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องสูบน้ำใช้ ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 22 เมษายน 2561 ช่วงกลางวัน



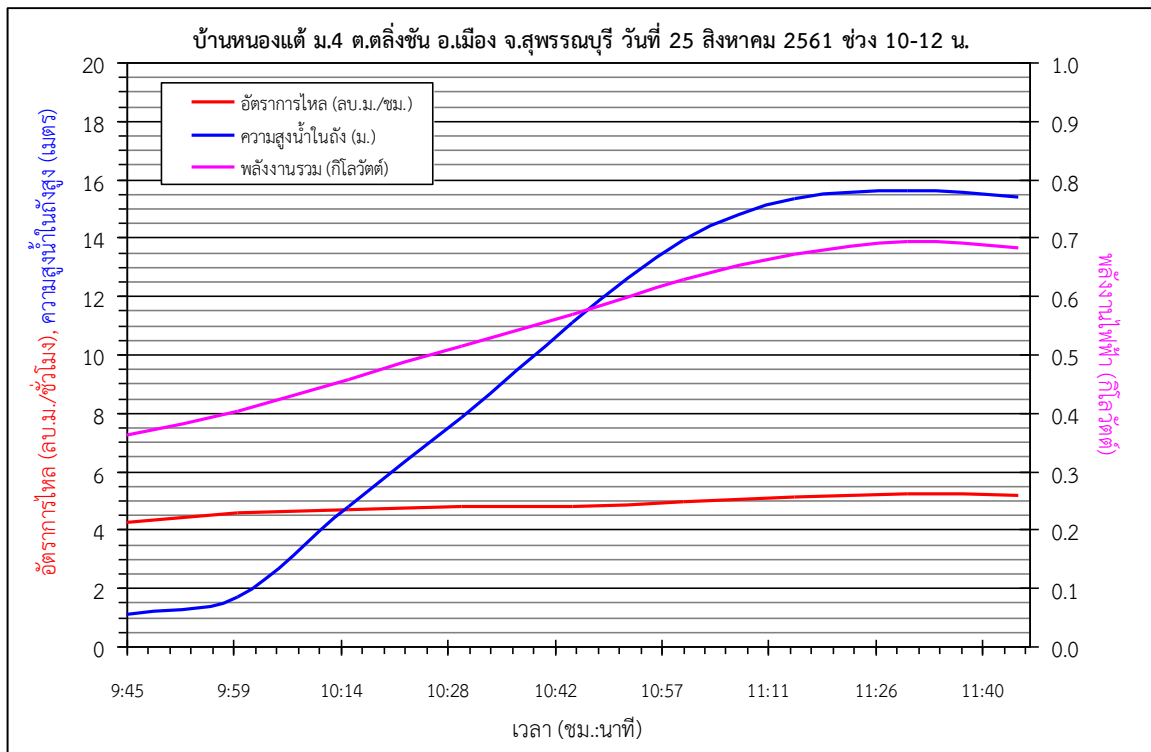
รูปที่ 2.3-51 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 22 เมษายน 2561 ช่วงบ่าย



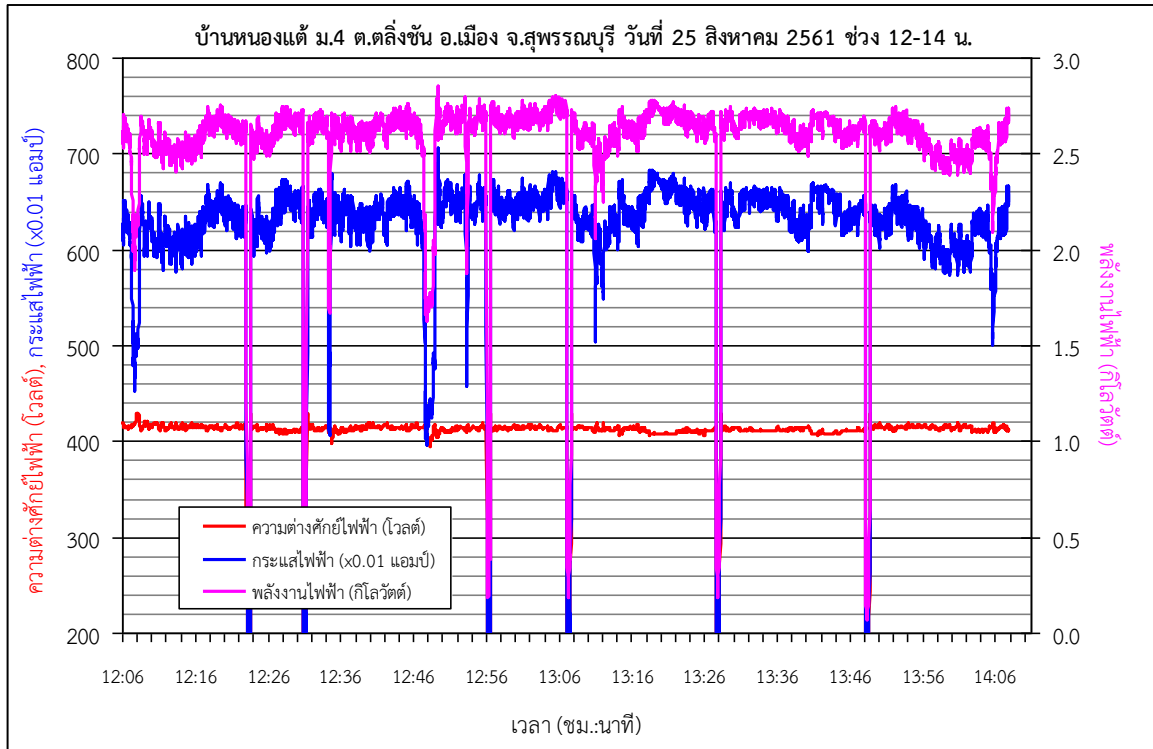
รูปที่ 2.3-52 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องสูบน้ำใช้ ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 22 เมษายน 2561 ช่วงบ่าย



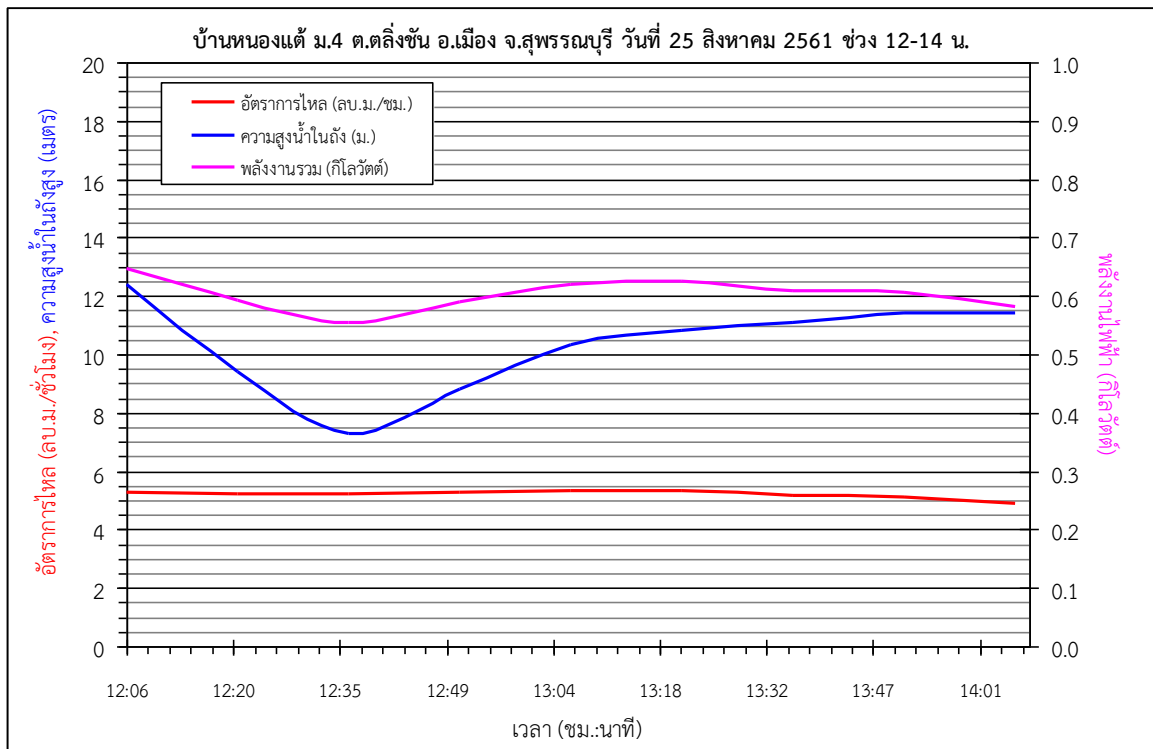
รูปที่ 2.3-53 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 25 สิงหาคม 2561 ช่วงเช้า



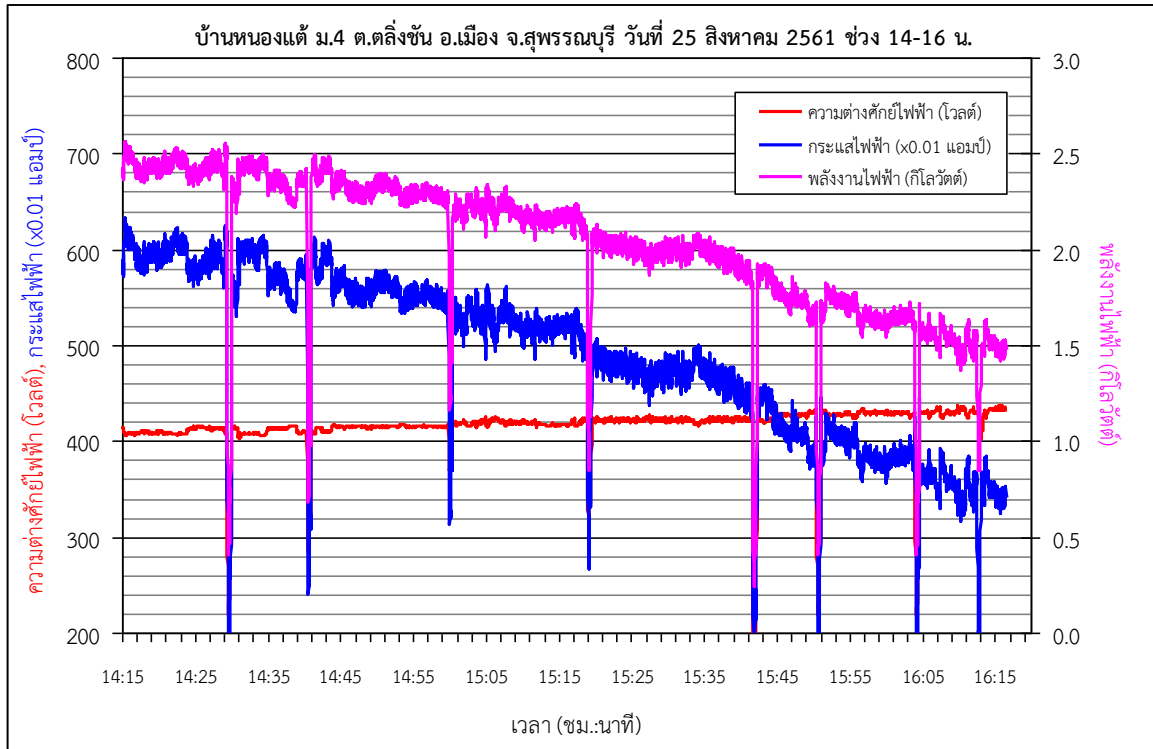
รูปที่ 2.3-54 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องสูบน้ำใช้ ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 25 สิงหาคม 2561 ช่วงเช้า



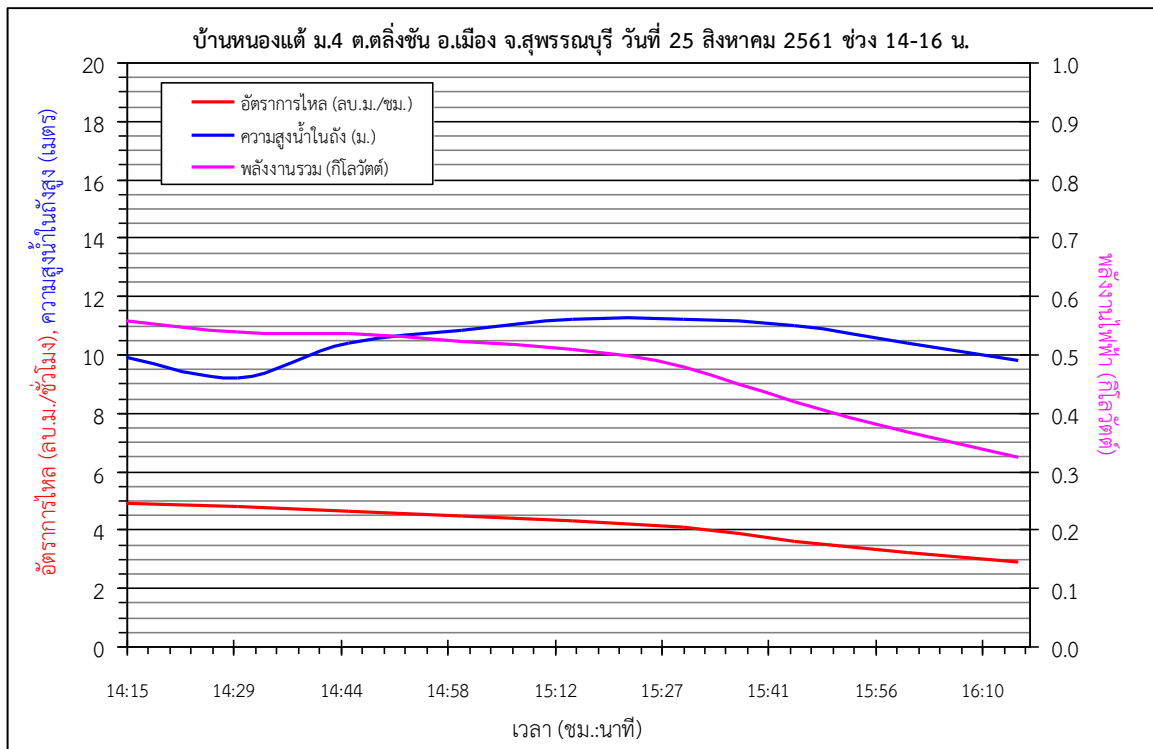
รูปที่ 2.3-55 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 25 สิงหาคม 2561 ช่วงกลางวัน



รูปที่ 2.3-56 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องสูบน้ำใช้ ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 25 สิงหาคม 2561 ช่วงกลางวัน



รูปที่ 2.3-57 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 25 สิงหาคม 2561 ช่วงบ่าย



รูปที่ 2.3-58 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องสูบน้ำใช้ ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 25 สิงหาคม 2561 ช่วงบ่าย

ตารางที่ 2.3-10 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 2 มีนาคม 2561

พื้นที่ บ้านหนองแต้
วันที่ 2 มีนาคม 2561 เริ่มเวลา 12:07 น. สิ้นสุดเวลา 14:07 น.

เวลา	เวลา (ชม.:นาท)	ความดัน ในถังสูง (kg/cm ²)	ปริมาตร น้ำที่มาตร (ลิตร)	ช่วงเวลา (วินาที)	อัตรา การไหล (ลบ.ม./ชม.)
0 นาที	12:07 น.	0.90	100	66.34	5.43
15 นาที	12:22 น.	0.45	100	67.21	5.36
30 นาที	12:37 น.	0.55	100	66.94	5.38
45 นาที	12:52 น.	0.60	100	66.87	5.38
60 นาที	13:07 น.	0.65	100	65.25	5.52
75 นาที	13:22 น.	0.70	100	66.88	5.38
90 นาที	13:37 น.	0.75	100	67.75	5.31
105 นาที	13:52 น.	0.80	100	70.72	5.09
120 นาที	14:07 น.	0.80	100	74.47	4.83

หมายเหตุ : ช่วงเวลาที่วัดปริมาณน้ำให้วัดมากกว่า 30 วินาที

ตารางที่ 2.3-11 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 11 มีนาคม 2561

พื้นที่ บ้านหนองแต้
วันที่ 11 มีนาคม 2561 เริ่มเวลา 14:13 น. สิ้นสุดเวลา 16:13 น.

เวลา	เวลา (ชม.:นาท)	ความดัน ในถังสูง (kg/cm ²)	ปริมาตร น้ำที่มาตร (ลิตร)	ช่วงเวลา (วินาที)	อัตรา การไหล (ลบ.ม./ชม.)
0 นาที	14:13 น.	0.50	100	73.72	4.88
15 นาที	14:28 น.	0.35	100	75.63	4.76
30 นาที	14:43 น.	0.60	100	76.09	4.73
45 นาที	14:58 น.	0.70	100	79.53	4.53
60 นาที	15:13 น.	0.80	100	87.25	4.13
75 นาที	15:28 น.	0.85	100	87.75	4.10
90 นาที	15:43 น.	0.85	100	98.00	3.67
105 นาที	15:58 น.	0.85	100	123.97	2.90
120 นาที	16:13 น.	0.80	100	139.71	2.58

หมายเหตุ : ช่วงเวลาที่วัดปริมาณน้ำให้วัดมากกว่า 30 วินาที

ตารางที่ 2.3-12 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 17 มีนาคม 2561

พื้นที่ บ้านหนองแต้
วันที่ 17 มีนาคม 2561 เริ่มเวลา 10:00 น. สิ้นสุดเวลา 12:00 น.

เวลา	เวลา (ชม.:นาท)	ความดัน ในถังสูง (kg/cm ²)	ปริมาตร น้ำที่มาตร (ลิตร)	ช่วงเวลา (วินาที)	อัตรา การไหล (ลบ.ม./ชม.)
0 นาที	10:00 น.	0.10	100	85.22	4.22
15 นาที	10:15 น.	0.20	100	73.88	4.87
30 นาที	10:30 น.	0.55	100	74.03	4.86
45 นาที	10:45 น.	0.90	100	72.43	4.97
60 นาที	11:00 น.	1.20	100	72.37	4.97
75 นาที	11:15 น.	1.45	100	72.16	4.99
90 นาที	11:30 น.	1.55	100	68.29	5.27
105 นาที	11:45 น.	1.55	100	66.19	5.44
120 นาที	12:00 น.	1.50	100	68.31	5.27

หมายเหตุ : ช่วงเวลาที่วัดปริมาณน้ำให้วัดมากกว่า 30 วินาที

ตารางที่ 2.3-13 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 22 มีนาคม 2561 ช่วงเช้า

พื้นที่ บ้านหนองแต้
วันที่ 22 เมษายน 2561 เริ่มเวลา 9:25 น. สิ้นสุดเวลา 11:25 น.

เวลา	เวลา (ชม.:นาท)	ความดัน ในถังสูง (kg/cm ²)	ปริมาตร น้ำที่มาตร (ลิตร)	ช่วงเวลา (วินาที)	อัตรา การไหล (ลบ.ม./ชม.)
0 นาที	9:25 น.	0.10	100	83.47	4.31
15 นาที	9:40 น.	0.10	100	82.97	4.34
30 นาที	9:55 น.	0.40	100	80.41	4.48
45 นาที	10:10 น.	0.65	100	78.09	4.61
60 นาที	10:25 น.	1.00	100	75.97	4.74
75 นาที	10:40 น.	1.30	100	73.15	4.92
90 นาที	10:55 น.	1.50	100	72.75	4.95
105 นาที	11:10 น.	1.55	100	70.94	5.07
120 นาที	11:25 น.	1.55	100	69.06	5.21

หมายเหตุ : ช่วงเวลาที่วัดปริมาณน้ำให้วัดมากกว่า 30 วินาที

ตารางที่ 2.3-14 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 22 มีนาคม 2561 ช่วงกลางวัน

พื้นที่ บ้านหนองแต้
วันที่ 22 เมษายน 2561 เริ่มเวลา 11:30 น. สิ้นสุดเวลา 13:30 น.

เวลา	เวลา (ชม.:นาท)	ความดัน ในถังสูง (kg/cm ²)	ปริมาตร น้ำที่มาตร (ลิตร)	ช่วงเวลา (วินาที)	อัตรา การไหล (ลบ.ม./ชม.)
0 นาที	11:30 น.	1.55	100	69.66	5.17
15 นาที	11:45 น.	1.40	100	68.62	5.25
30 นาที	12:00 น.	0.90	100	69.34	5.19
45 นาที	12:15 น.	1.15	100	67.62	5.32
60 นาที	12:30 น.	1.40	100	67.78	5.31
75 นาที	12:45 น.	1.45	100	67.85	5.31
90 นาที	13:00 น.	1.45	100	70.25	5.12
105 นาที	13:15 น.	1.48	100	69.75	5.16
120 นาที	13:30 น.	1.48	100	71.75	5.02

หมายเหตุ : ช่วงเวลาที่วัดปริมาณน้ำให้วัดมากกว่า 30 วินาที

ตารางที่ 2.3-15 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 22 มีนาคม 2561 ช่วงบ่าย

พื้นที่ บ้านหนองแต้
วันที่ 22 เมษายน 2561 เริ่มเวลา 13:40 น. สิ้นสุดเวลา 15:40 น.

เวลา	เวลา (ชม.:นาท)	ความดัน ในถังสูง (kg/cm ²)	ปริมาตร น้ำที่มาตร (ลิตร)	ช่วงเวลา (วินาที)	อัตรา การไหล (ลบ.ม./ชม.)
0 นาที	13:40 น.	1.48	100	73.47	4.90
15 นาที	13:55 น.	1.48	100	73.79	4.88
30 นาที	14:10 น.	1.45	100	78.25	4.60
45 นาที	14:25 น.	1.42	100	81.31	4.43
60 นาที	14:40 น.	1.40	100	79.03	4.56
75 นาที	14:55 น.	1.38	100	87.50	4.11
90 นาที	15:10 น.	1.32	100	101.66	3.54
105 นาที	15:25 น.	1.22	100	100.25	3.59
120 นาที	15:40 น.	1.15	100	108.37	3.32

หมายเหตุ : ช่วงเวลาที่วัดปริมาณน้ำให้วัดมากกว่า 30 วินาที

ตารางที่ 2.3-16 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 25 สิงหาคม 2561 ช่วงเช้า

พื้นที่ บ้านหนองแต้
วันที่ 25 สิงหาคม 2561 เริ่มเวลา 9:45 น. สิ้นสุดเวลา 11:45 น.

เวลา	เวลา (ชม.:นาท)	ความดัน ในถังสูง (kg/cm ²)	ปริมาตร น้ำที่มาตร (ลิตร)	ช่วงเวลา (วินาที)	อัตรา การไหล (ลบ.ม./ชม.)
0 นาที	9:45 น.	0.11	100	85.34	4.22
15 นาที	10:00 น.	0.17	100	78.68	4.58
30 นาที	10:15 น.	0.48	100	77.26	4.66
45 นาที	10:30 น.	0.78	100	75.47	4.77
60 นาที	10:45 น.	1.11	100	74.92	4.80
75 นาที	11:00 น.	1.39	100	72.88	4.94
90 นาที	11:15 น.	1.53	100	70.69	5.09
105 นาที	11:30 น.	1.56	100	68.89	5.23
120 นาที	11:45 น.	1.54	100	69.62	5.17

หมายเหตุ : ช่วงเวลาที่วัดปริมาณน้ำให้วัดมากกว่า 30 วินาที

ตารางที่ 2.3-17 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 25 สิงหาคม 2561 ช่วงกลางวัน

พื้นที่ บ้านหนองแต้
วันที่ 25 สิงหาคม 2561 เริ่มเวลา 12:06 น. สิ้นสุดเวลา 14:06 น.

เวลา	เวลา (ชม.:นาท)	ความดัน ในถังสูง (kg/cm ²)	ปริมาตร น้ำที่มาตร (ลิตร)	ช่วงเวลา (วินาที)	อัตรา การไหล (ลบ.ม./ชม.)
0 นาที	12:06 น.	1.24	100	68.20	5.28
15 นาที	12:21 น.	0.94	100	68.72	5.24
30 นาที	12:36 น.	0.73	100	68.88	5.23
45 นาที	12:51 น.	0.88	100	67.96	5.30
60 นาที	13:06 น.	1.03	100	67.27	5.35
75 นาที	13:21 น.	1.08	100	67.73	5.32
90 นาที	13:36 น.	1.11	100	69.86	5.15
105 นาที	13:51 น.	1.14	100	70.71	5.09
120 นาที	14:06 น.	1.14	100	73.80	4.88

หมายเหตุ : ช่วงเวลาที่วัดปริมาณน้ำให้วัดมากกว่า 30 วินาที

ตารางที่ 2.3-18 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง ณ บ้านหนองแต้ วันที่ 25 สิงหาคม 2561 ช่วงบ่าย

พื้นที่ บ้านหนองแต้
วันที่ 25 สิงหาคม 2561 เริ่มเวลา 14:15 น. สิ้นสุดเวลา 16:15 น.

เวลา	เวลา (ชม.:นาท)	ความดัน ในถังสูง (kg/cm ²)	ปริมาตร น้ำที่มาตร (ลิตร)	ช่วงเวลา (วินาที)	อัตรา การไหล (ลบ.ม./ชม.)
0 นาที	14:15 น.	0.99	100	73.78	4.88
15 นาที	14:30 น.	0.92	100	74.85	4.81
30 นาที	14:45 น.	1.04	100	77.87	4.62
45 นาที	15:00 น.	1.08	100	80.78	4.46
60 นาที	15:15 น.	1.12	100	83.73	4.30
75 นาที	15:30 น.	1.12	100	88.61	4.06
90 นาที	15:45 น.	1.10	100	100.53	3.58
105 นาที	16:00 น.	1.04	100	112.63	3.20
120 นาที	16:15 น.	0.98	100	124.83	2.88

หมายเหตุ : ช่วงเวลาที่วัดปริมาตรน้ำให้วัดมากกว่า 30 วินาที

จากผลการตรวจวัดดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.3-41 2.3-43 2.3-45 2.3-47 2.3-49 2.3-51 2.3-53 และ 2.3-57 พบว่าค่าพลังงานไฟฟ้าที่แผงโซลาร์เซลล์สามารถผลิตได้มีค่าค่อนข้างแปรปรวน โดยเครื่องมือที่ตรวจวัดค่ากระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้าจะทำการบันทึกข้อมูลทุกๆ 1 วินาที ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนว่ามีค่าเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา รวมทั้งมีแนวโน้มของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้เปลี่ยนไปตามค่าความเข้มของแสงอาทิตย์ ซึ่งในช่วงเช้ามีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนตามความเข้มของแสงในช่วงตั้งแต่ 10.00 น. ถึง 12.00 น. ทำให้อัตราการสูบน้ำที่วัดได้จากการสูบน้ำจริงเพิ่มขึ้นตามด้วย โดยในช่วงเวลากลางวันตั้งแต่ 12.00 น. ถึง 14.00 น. จะมีแนวโน้มการผลิตพลังงานไฟฟ้าที่คงที่ แต่มีความผันแปรอย่างมากในช่วงเวลาสั้นๆ โดยอัตราการสูบน้ำค่อนข้างคงที่ในช่วงเวลากลางวัน และเมื่อถึงช่วงเวลาย่ำตั้งแต่ 14.00 น. ถึง 16.00 น. แนวโน้มการผลิตพลังงานไฟฟ้าลดลงตามเวลาอย่างชัดเจนตามความเข้มของแสงอาทิตย์ที่ลดลง รวมถึงอัตราการสูบน้ำของเครื่องสูบน้ำที่วัดได้มีค่าลดลงตามเวลาดังเช่นเดียวกัน

โดยระบบโซลาร์เซลล์ที่ดีจะต้องให้ค่าพลังงานที่ค่อนข้างสม่ำเสมอมีค่าเปลี่ยนแปลงตามเวลาน้อยมาก ซึ่งเมื่อแสงอาทิตย์อ่อนลงค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า (โวลต์) จะลดลง ระบบโซลาร์เซลล์จะต้องชดเชยโดยการเพิ่มค่ากระแสไฟฟ้า (แอมป์) ให้สูงขึ้น ซึ่งทำให้ค่าพลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์) ที่ผลิตได้มีค่าคงที่ โดยค่าพลังงานไฟฟ้าสามารถคำนวณได้จาก

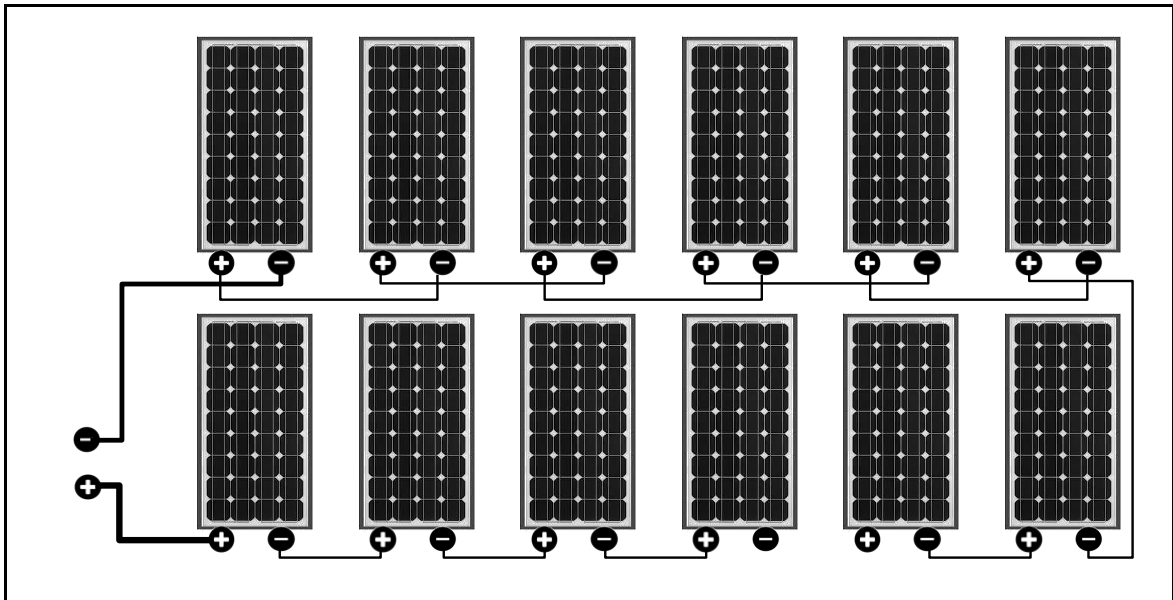
$$\text{ค่าพลังงานไฟฟ้า (วัตต์)} = \text{ความต่างศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)} \times \text{กระแสไฟฟ้า (แอมป์)}$$

ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์จากกลุ่มแผงโซลาร์เซลล์ของบ้านหนองแต้ มีการต่อระบบและสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

-	จำนวนแถว	2	แถว
-	จำนวนคอลัมน์	6	คอลัมน์
-	รวมจำนวนเซลล์	12	แผง
-	ค่าพลังงานไฟฟ้าที่แผงผลิตได้	300	วัตต์/แผง
-	ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่แผงผลิตได้	36.4	โวลต์/แผง
-	ค่ากระแสไฟฟ้าที่แผงผลิตได้	8.28	แอมป์/แผง
-	ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมด	436.8	โวลต์
-	ค่ากระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมด	8.28	แอมป์
-	ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมด	3,617	วัตต์

จากการตรวจวัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ระบบจ่ายออกมา พบว่ามีค่าประมาณ 2,500 วัตต์ ซึ่งหมายถึงใช้พลังงานไฟฟ้าประมาณ 69 เปอร์เซ็นต์ของความสามารถในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้ นอกจากนั้น ในการต่อแผงโซลาร์เซลล์ เป็นการต่อแผงแบบอนุกรมทั้ง 12 แผง ทำให้ถ้าหากแผงใดแผงหนึ่งมีปัญหาจะให้แผงโซลาร์เซลล์ทั้งหมดหยุดจ่ายกระแสไฟฟ้า ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับโครงการที่ใช้แผงโซลาร์เซลล์ขนาด 150 วัตต์/แผงแล้วพบว่าโครงการบ้านหนองเต่าที่ใช้แผงโซลาร์เซลล์ขนาด 300 วัตต์/แผง มีความเสถียรภาพน้อยกว่าอย่างมาก โดยลักษณะการต่อแผงโซลาร์เซลล์ได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.3-59

แต่อย่างไรก็ตามพลังงานไฟฟ้าที่แผงโซลาร์เซลล์สามารถผลิตได้ สามารถครอบคลุมพลังงานไฟฟ้าที่ต้องการใช้ได้อย่างเพียงพอ แต่เมื่อแสงอาทิตย์อ่อนลงบางครั้ง เช่น มีก้อนเมฆบังแสงอาทิตย์ ก็จะทำให้เครื่องสูบน้ำหยุดเดินชั่วคราว โดยในแต่ละวันจะสามารถสูบน้ำได้โดยเฉลี่ยประมาณ 6 ชั่วโมง คือ ช่วงระหว่าง 10.00 น. ถึง 16.00 น.



รูปที่ 2.3-59 ลักษณะการต่อแผงโซลาร์เซลล์ของโครงการขนาด 300 วัตต์/แผง

2.3.3 บ้านห้วยม้าลอย

จากการลงสนาม ณ บ้านห้วยม้าลอย ซึ่งเป็นโครงการขนาด 300 วัตต์/แผง เมื่อวันที่ 24 เมษายน 2561 และ 26 สิงหาคม 2561 ทั้งช่วงเช้า ช่วงกลางวัน และช่วงเย็น เพื่อทำการตรวจวัดข้อมูลค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า ค่ากระแสไฟฟ้า และค่าพลังงานไฟฟ้าที่แผงโซลาร์เซลล์ผลิตได้ ดังแสดงภาพการตรวจวัดข้อมูลในสนามไว้ในรูปที่ 2.3-60 ได้ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ และค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องสูบน้ำใช้ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.3-61 ถึง รูปที่ 2.3-72 ตามลำดับ และตารางที่ 2.3-19 ถึง ตารางที่ 2.3-24 ตามลำดับ

จากผลการตรวจวัดดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.3-61 2.3-63 2.3-65 2.3-67 2.3-69 และ 2.3-71 พบว่าค่าพลังงานไฟฟ้าที่แผงโซลาร์เซลล์สามารถผลิตได้มีค่าค่อนข้างแปรปรวน เช่นเดียวกับกับโครงการบ้านหนองเต้ โดยเครื่องมือที่ตรวจวัดค่ากระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้าจะทำการบันทึกข้อมูลทุกๆ 1 วินาที ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนว่ามีค่าเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา รวมทั้งมีแนวโน้มของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้เปลี่ยนไปตามค่าความเข้มข้นของแสงอาทิตย์ ซึ่งในช่วงเช้ามีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนตามความเข้มของแสงในช่วงตั้งแต่ 10.00 น. ถึง 12.00 น. ทำให้อัตราการสูบน้ำที่วัดได้จากการสูบน้ำจริงเพิ่มขึ้นตามด้วย โดยในช่วงเวลากลางวันตั้งแต่ 12.00 น. ถึง 14.00 น. จะมีแนวโน้มการผลิตพลังงานไฟฟ้าที่คงที่ แต่มีความผันแปรอย่างมากในช่วงเวลาสั้นๆ โดยอัตราการสูบน้ำค่อนข้างคงที่ในช่วงเวลากลางวัน และเมื่อถึงช่วงเวลาบ่ายตั้งแต่ 14.00 น. ถึง 16.00 น. แนวโน้มการผลิตพลังงานไฟฟ้าลดลงตามเวลาอย่างชัดเจนตามความเข้มข้นของแสงอาทิตย์ที่ลดลง รวมถึงอัตราการสูบน้ำของเครื่องสูบน้ำที่วัดได้มีค่าลดลงตามเวลาด้วย เช่นเดียวกัน

โดยระบบโซลาร์เซลล์ที่ดีจะต้องให้ค่าพลังงานที่ค่อนข้างสม่ำเสมอมีค่าเปลี่ยนแปลงตามเวลาน้อยมาก ซึ่งเมื่อแสงอาทิตย์อ่อนลงค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า (โวลต์) จะลดลง ระบบโซลาร์เซลล์จะต้องชดเชยโดยการเพิ่มค่ากระแสไฟฟ้า (แอมป์) ให้สูงขึ้น ซึ่งทำให้ค่าพลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์) ที่ผลิตได้มีค่าคงที่ โดยค่าพลังงานไฟฟ้าสามารถคำนวณได้จาก

$$\text{ค่าพลังงานไฟฟ้า (วัตต์)} = \text{ความต่างศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)} \times \text{กระแสไฟฟ้า (แอมป์)}$$

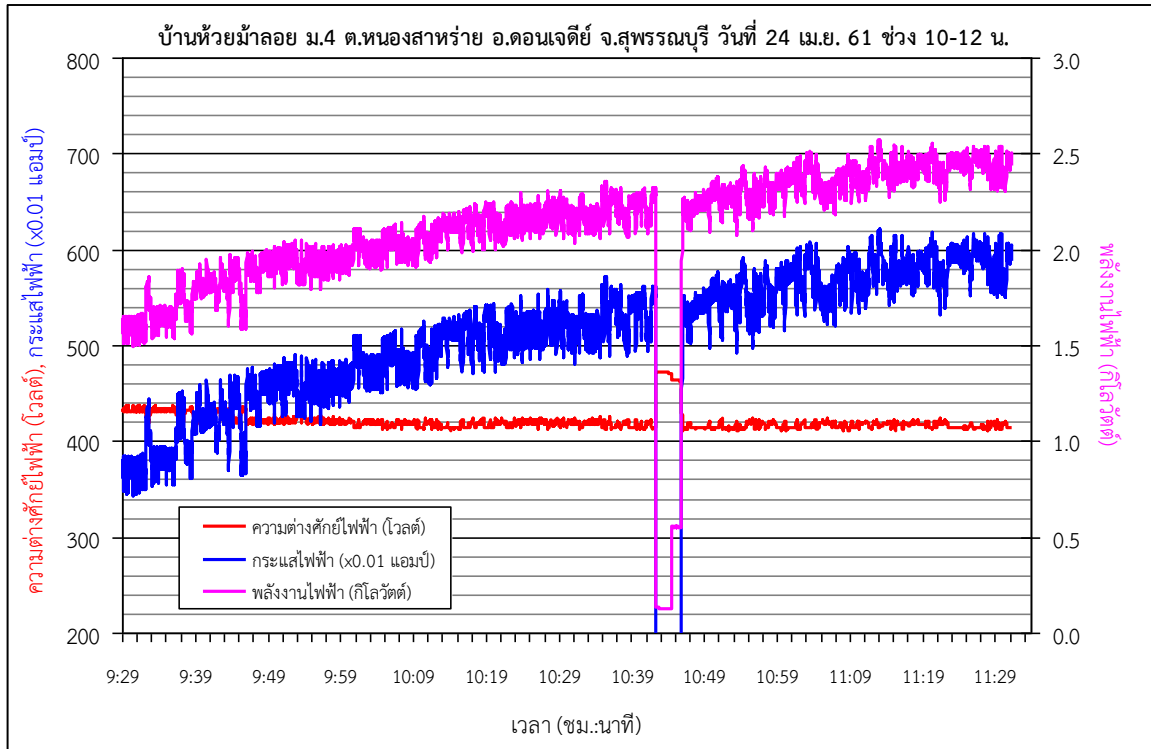
ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์จากกลุ่มแผงโซลาร์เซลล์ของบ้านหนองเต้ มีการต่อระบบและสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

-	จำนวนแถว	2	แถว
-	จำนวนคอลัมน์	6	คอลัมน์
-	รวมจำนวนเซลล์	12	แผง
-	ค่าพลังงานไฟฟ้าที่แผงผลิตได้	300	วัตต์/แผง
-	ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่แผงผลิตได้	36.7	โวลต์/แผง
-	ค่ากระแสไฟฟ้าที่แผงผลิตได้	8.35	แอมป์/แผง
-	ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมด	440.4	โวลต์
-	ค่ากระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมด	8.35	แอมป์
-	ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมด	3,677	วัตต์

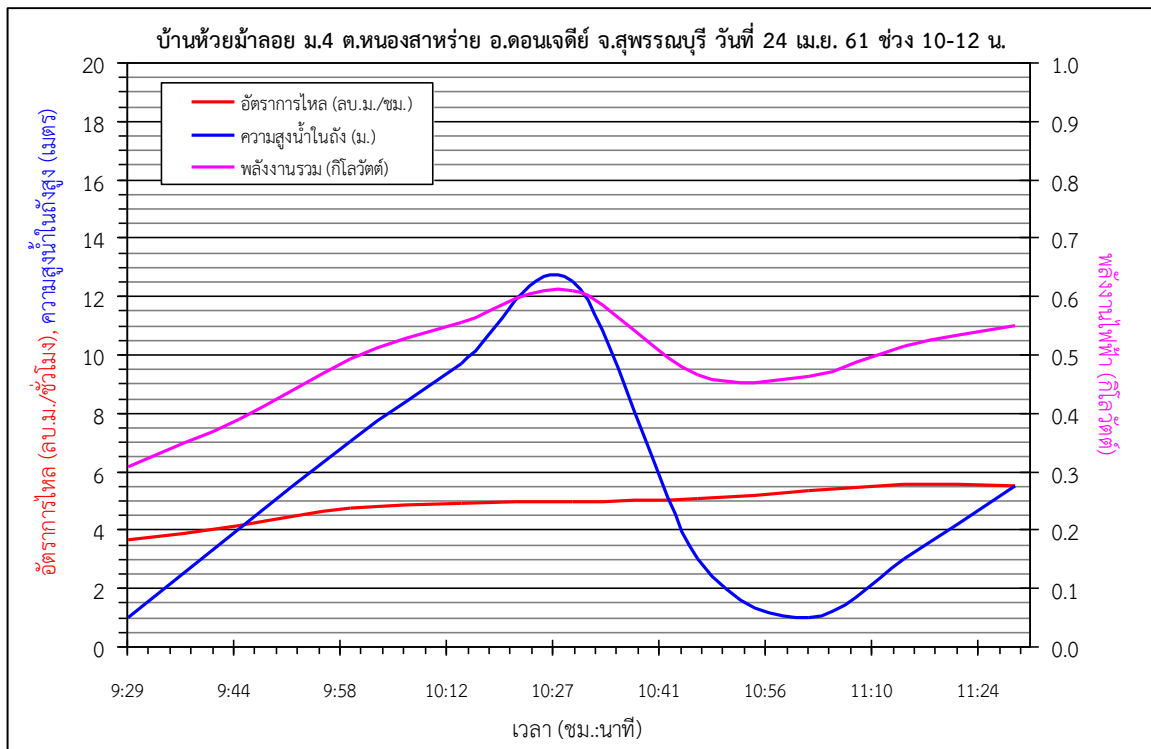
จากการตรวจวัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ระบบจ่ายออกมา พบว่ามีค่าประมาณ 2,500 วัตต์ ซึ่งหมายถึงใช้พลังงานไฟฟ้าประมาณ 68 เปอร์เซ็นต์ของความสามารถในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้ นอกจากนั้น ในการ



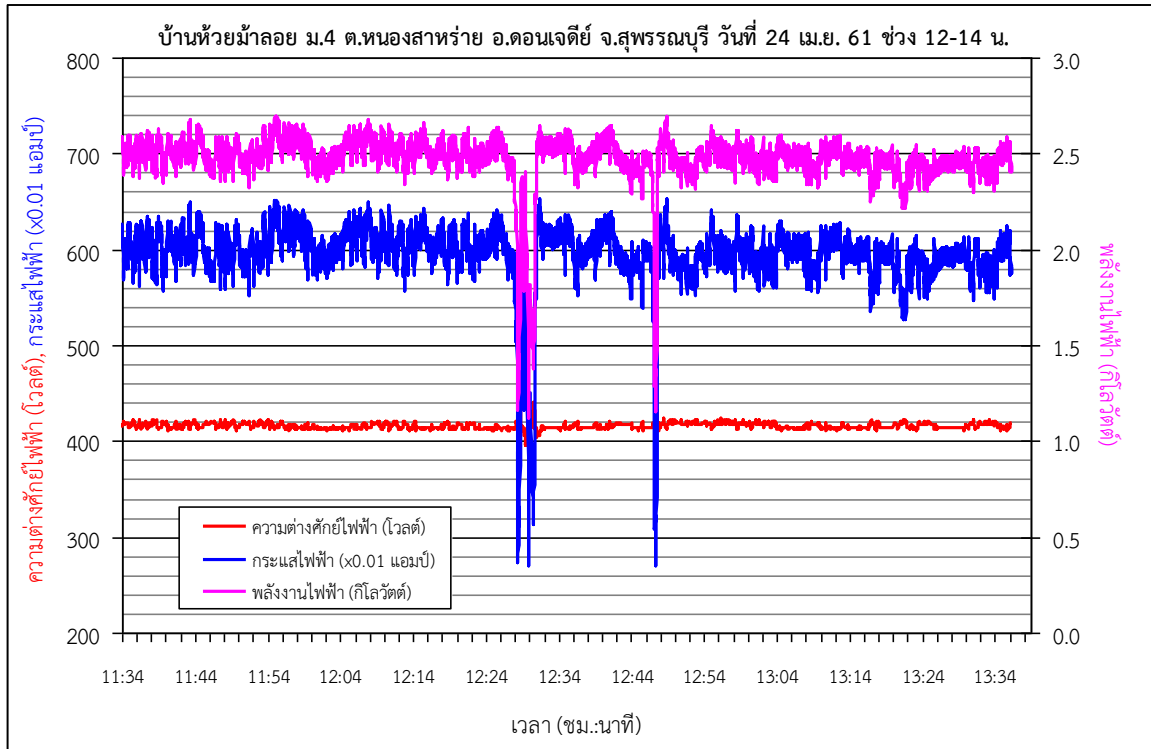
รูปที่ 2.3-60 ตัวอย่างภาพการตรวจวัดข้อมูลในสนาม ณ บ้านห้วยม้าลอย



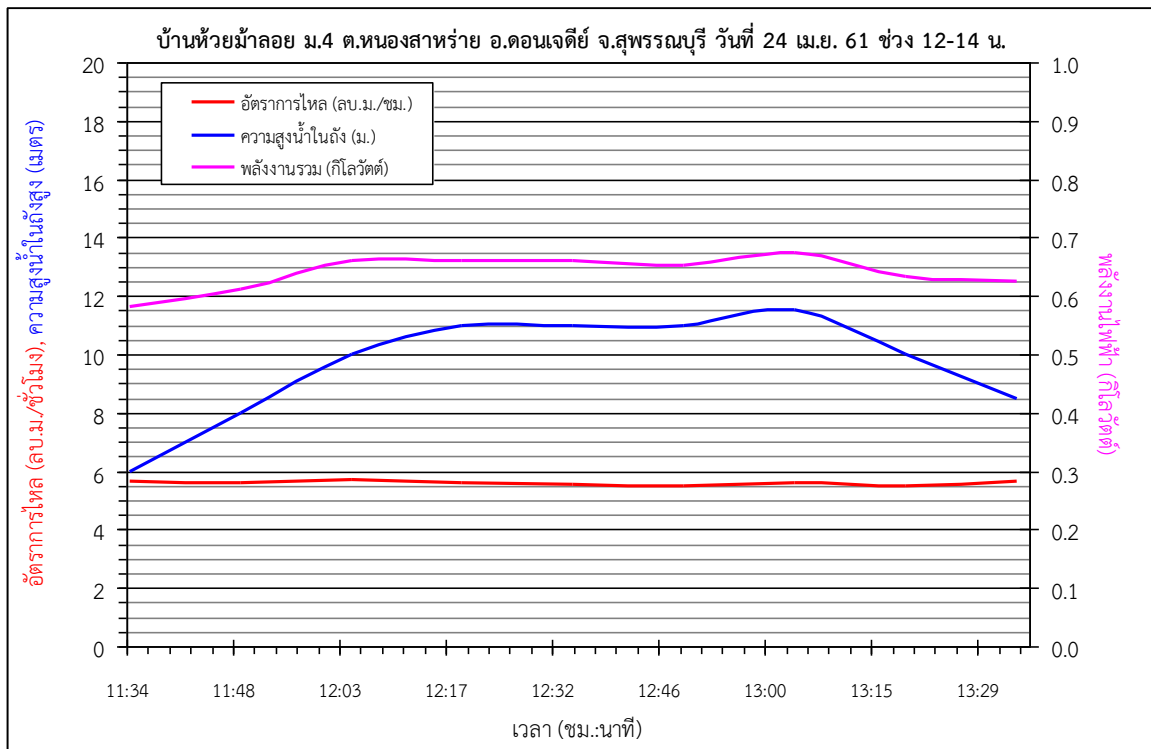
รูปที่ 2.3-61 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านห้วย
ม้ายอย วันที่ 24 มีนาคม 2561 ช่วงเช้า



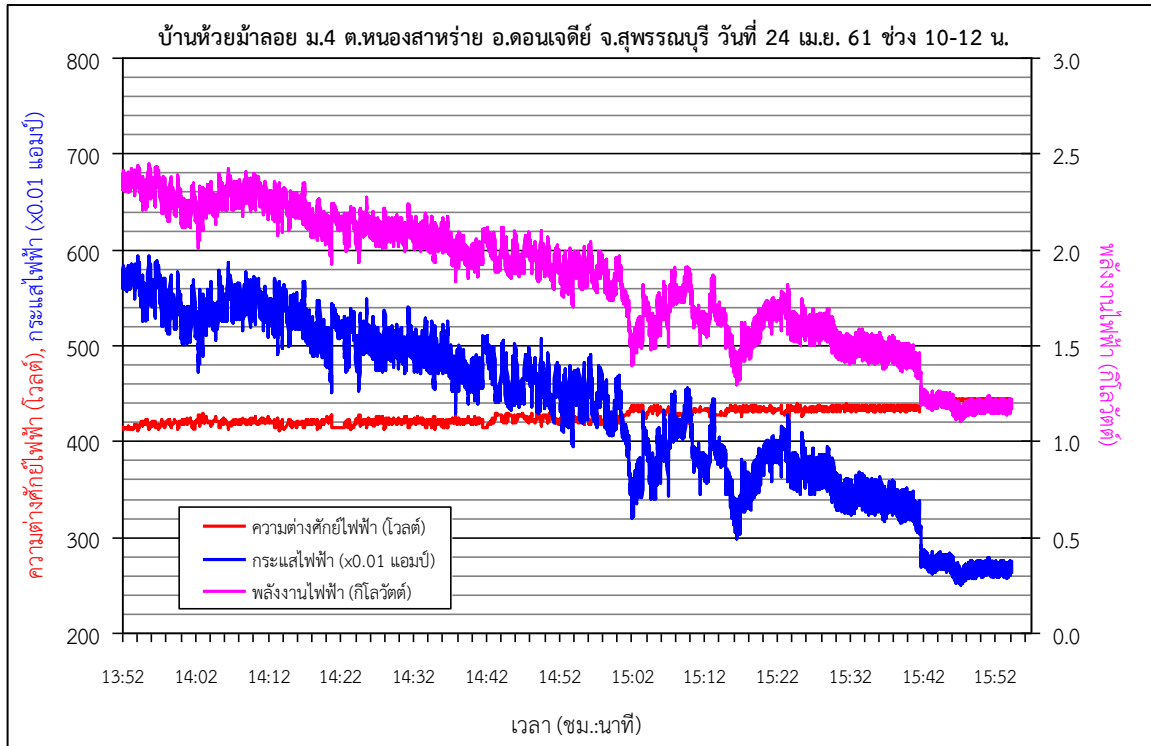
รูปที่ 2.3-62 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องสูบน้ำ
น้ำใช้ ณ บ้านห้วยม้ายอย วันที่ 24 มีนาคม 2561 ช่วงเช้า



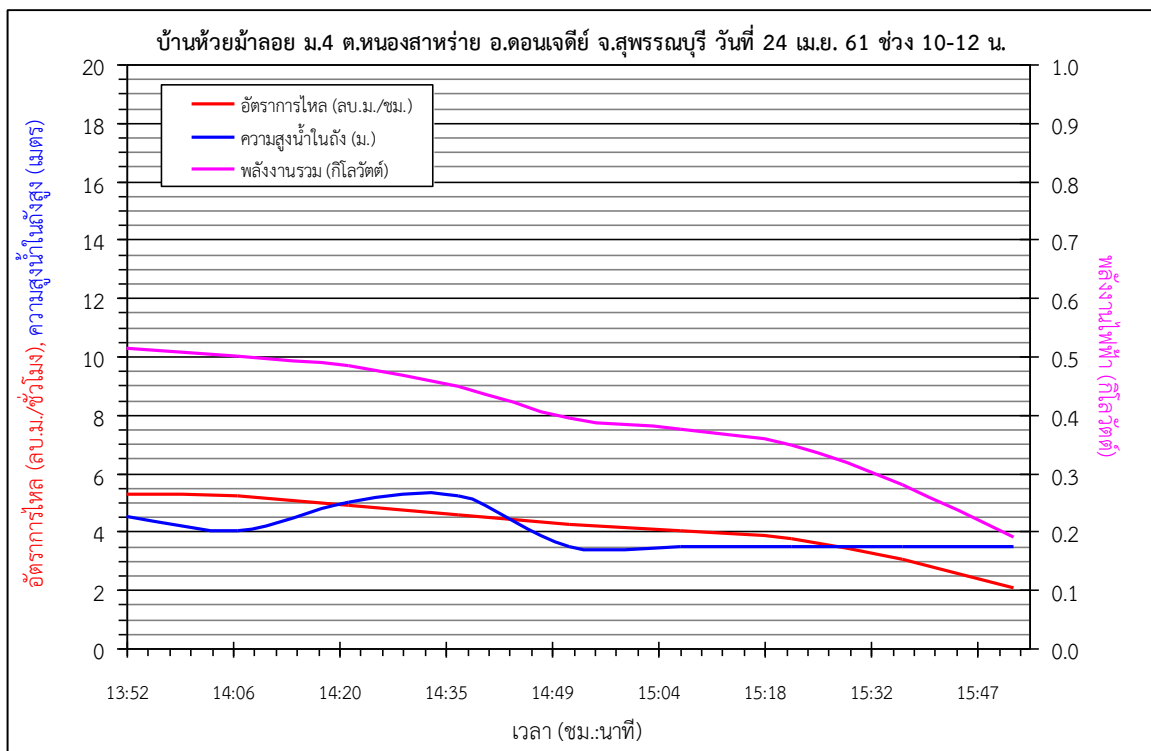
รูปที่ 2.3-63 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านห้วยมัลลอย วันที่ 24 มีนาคม 2561 ช่วงกลางวัน



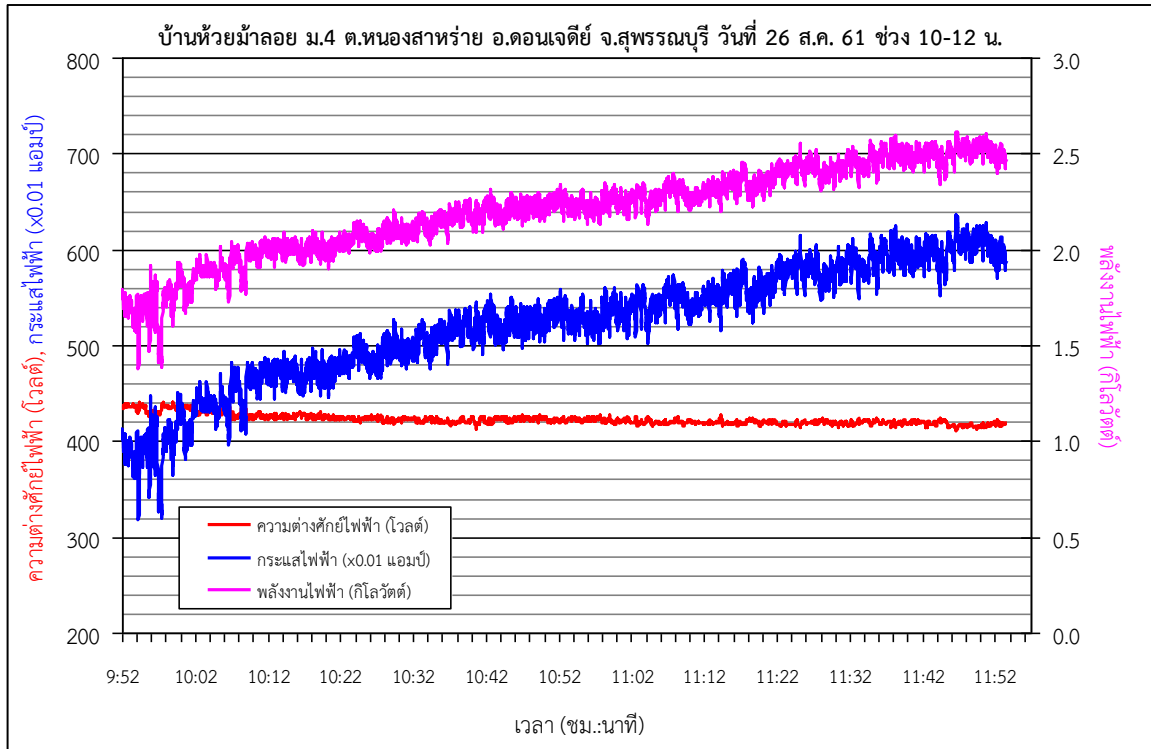
รูปที่ 2.3-64 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องสูบน้ำใช้ ณ บ้านห้วยมัลลอย วันที่ 24 มีนาคม 2561 ช่วงกลางวัน



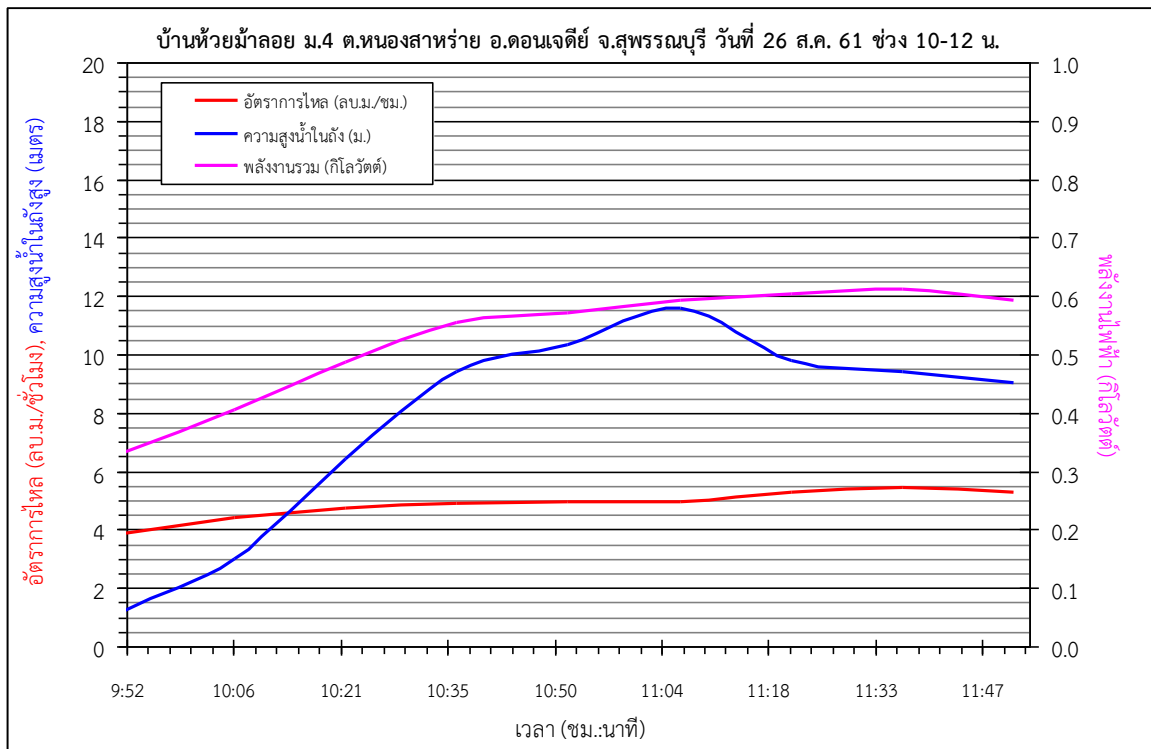
รูปที่ 2.3-65 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านห้วยม้าลอย วันที่ 24 มีนาคม 2561 ช่วงบ่าย



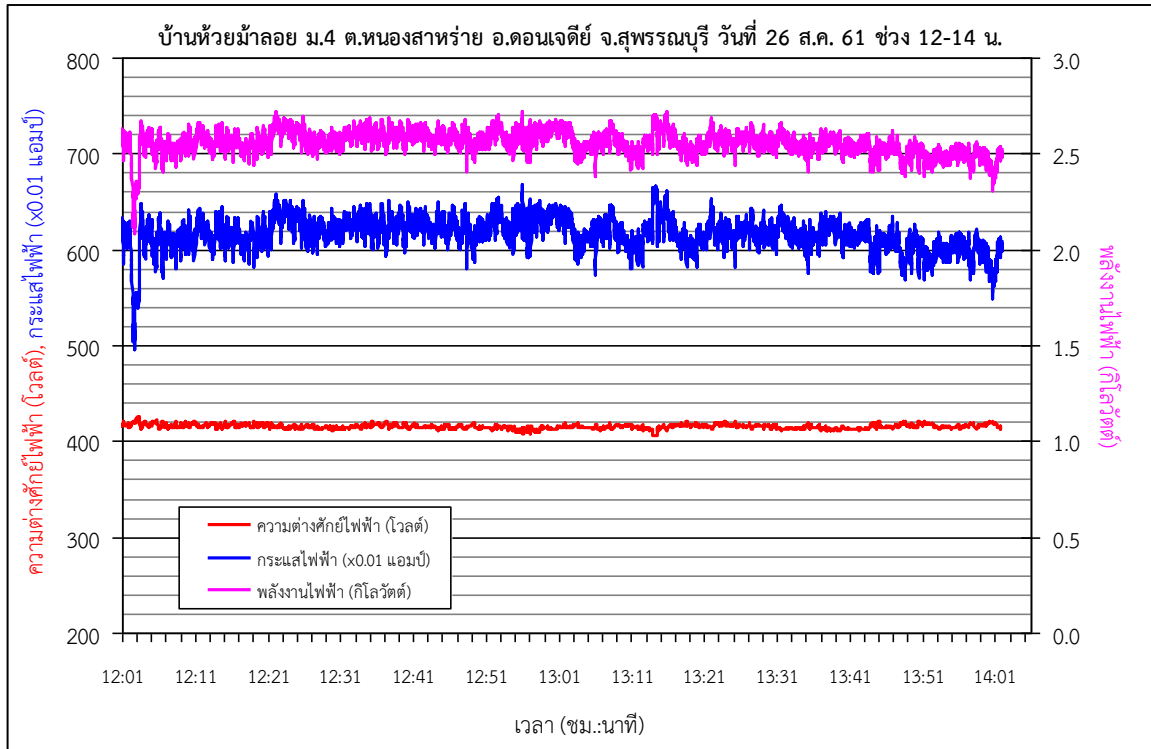
รูปที่ 2.3-66 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องสูบน้ำใช้ ณ บ้านห้วยม้าลอย วันที่ 24 มีนาคม 2561 ช่วงบ่าย



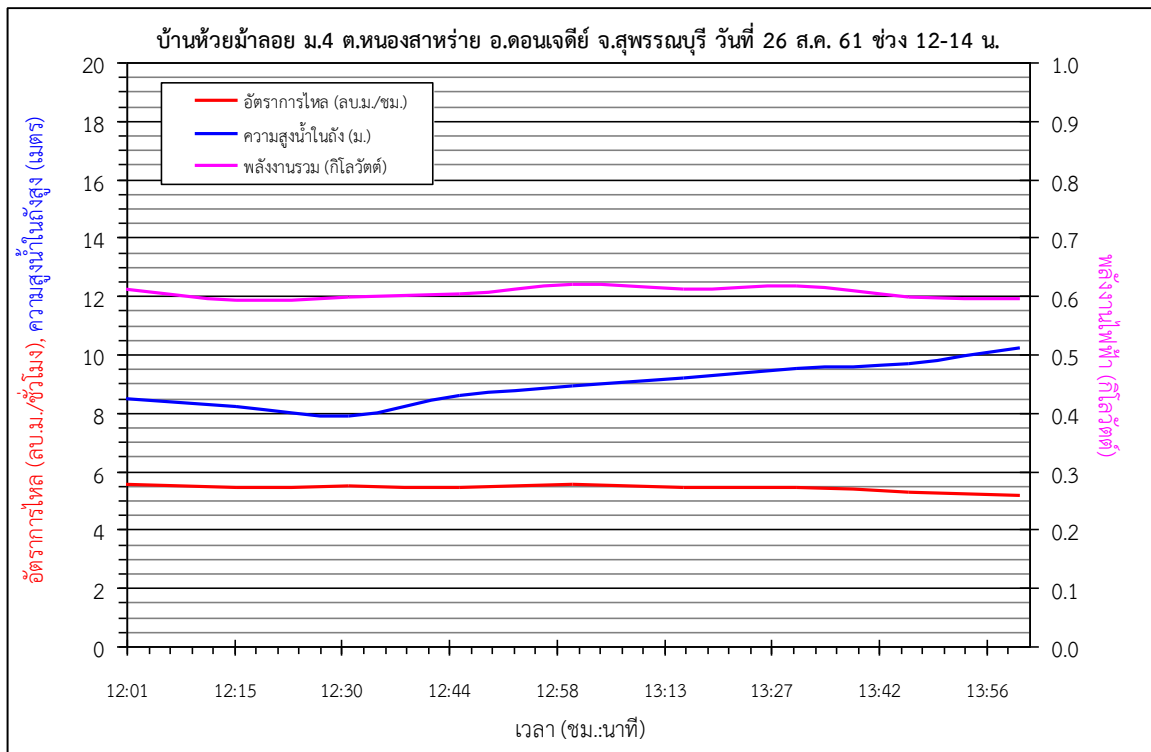
รูปที่ 2.3-67 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านห้วยมัลลอย วันที่ 26 สิงหาคม 2561 ช่วงเช้า



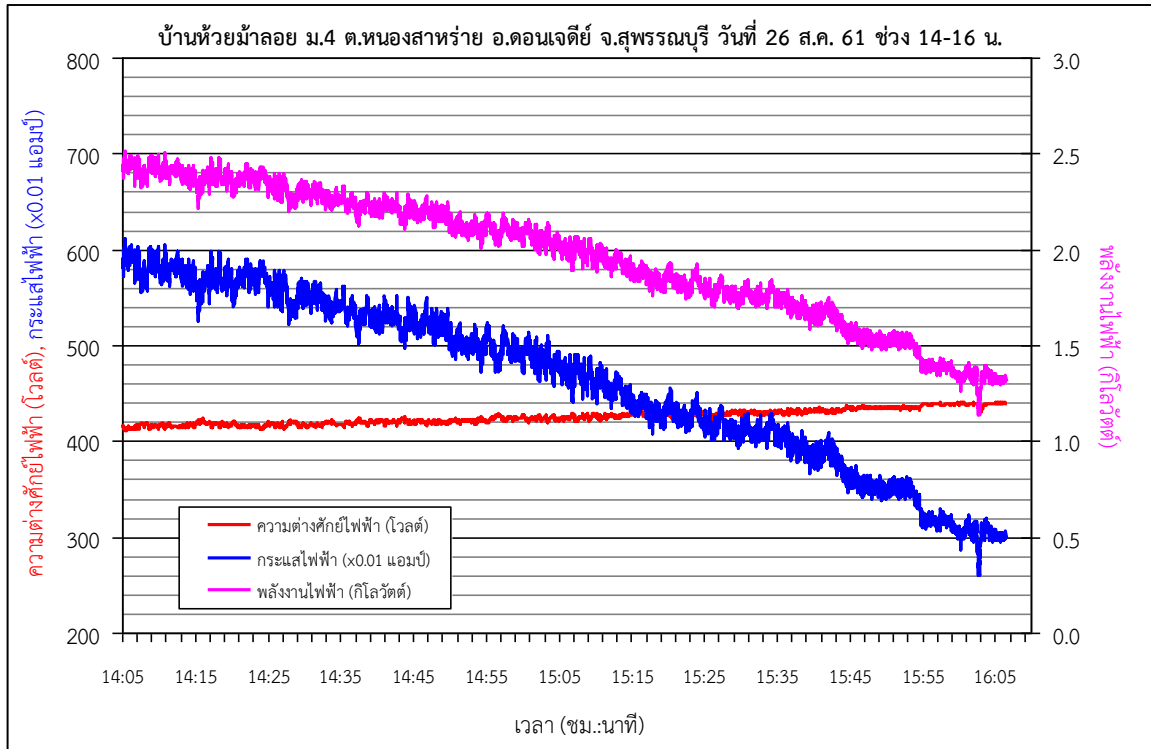
รูปที่ 2.3-68 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องสูบน้ำใช้ ณ บ้านห้วยมัลลอย วันที่ 26 สิงหาคม 2561 ช่วงเช้า



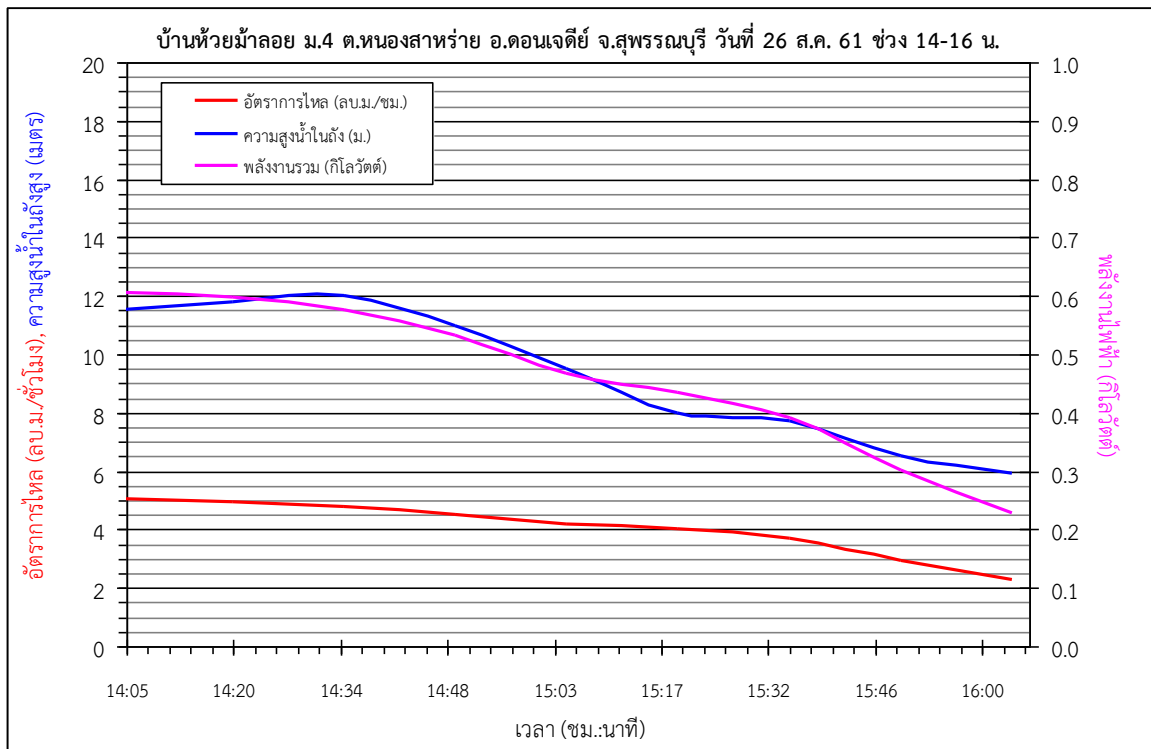
รูปที่ 2.3-69 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านห้วยม้าลอย วันที่ 26 สิงหาคม 2561 ช่วงกลางวัน



รูปที่ 2.3-70 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องสูบน้ำใช้ ณ บ้านห้วยม้าลอย วันที่ 26 สิงหาคม 2561 ช่วงกลางวัน



รูปที่ 2.3-71 ผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ณ บ้านห้วยมัลลอย วันที่ 26 สิงหาคม 2561 ช่วงบ่าย



รูปที่ 2.3-72 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องสูบน้ำใช้ ณ บ้านห้วยมัลลอย วันที่ 26 สิงหาคม 2561 ช่วงบ่าย

ตารางที่ 2.3-19 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง ณ บ้านห้วยม้าลอย วันที่ 26 สิงหาคม 2561 ช่วงเช้า

พื้นที่ บ้านห้วยม้าลอย
วันที่ 24 เมษายน 2561 เริ่มเวลา 9:30 น. สิ้นสุดเวลา 11:30 น.

เวลา	เวลา (ชม.:นาท)	ความดัน ในถังสูง (kg/cm ²)	ปริมาตร น้ำที่มาตร (ลิตร)	ช่วงเวลา (วินาที)	อัตรา การไหล (ลบ.ม./ชม.)
0 นาที	9:30 น.	0.10	100	99.53	3.62
15 นาที	9:45 น.	0.40	100	87.72	4.10
30 นาที	10:00 น.	0.70	100	76.53	4.70
45 นาที	10:15 น.	0.97	100	73.85	4.87
60 นาที	10:30 น.	1.25	100	72.69	4.95
75 นาที	10:45 น.	0.30	100	71.44	5.04
90 นาที	11:00 น.	0.10	100	67.28	5.35
105 นาที	11:15 น.	0.30	100	65.12	5.53
120 นาที	11:30 น.	0.55	100	65.90	5.46

หมายเหตุ : ช่วงเวลาที่วัดปริมาตรน้ำให้วัดมากกว่า 30 วินาที

ตารางที่ 2.3-20 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง ณ บ้านห้วยม้าลอย วันที่ 24 มีนาคม 2561 ช่วงกลางวัน

พื้นที่ บ้านห้วยม้าลอย
วันที่ 24 เมษายน 2561 เริ่มเวลา 11:35 น. สิ้นสุดเวลา 13:35 น.

เวลา	เวลา (ชม.:นาท)	ความดัน ในถังสูง (kg/cm ²)	ปริมาตร น้ำที่มาตร (ลิตร)	ช่วงเวลา (วินาที)	อัตรา การไหล (ลบ.ม./ชม.)
0 นาที	11:35 น.	0.60	100	63.50	5.67
15 นาที	11:50 น.	0.80	100	64.12	5.61
30 นาที	12:05 น.	1.00	100	62.93	5.72
45 นาที	12:20 น.	1.10	100	64.60	5.57
60 นาที	12:35 น.	1.10	100	64.69	5.57
75 นาที	12:50 น.	1.10	100	65.35	5.51
90 นาที	13:05 น.	1.15	100	64.15	5.61
105 นาที	13:20 น.	1.00	100	65.53	5.49
120 นาที	13:35 น.	0.85	100	63.75	5.65

หมายเหตุ : ช่วงเวลาที่วัดปริมาตรน้ำให้วัดมากกว่า 30 วินาที

ตารางที่ 2.3-21 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง ณ บ้านห้วยม้าลอย วันที่ 24 มีนาคม 2561 ช่วงบ่าย

พื้นที่ บ้านห้วยม้าลอย
วันที่ 24 เมษายน 2561 เริ่มเวลา 13:52 น. สิ้นสุดเวลา 15:52 น.

เวลา	เวลา (ชม.:นาท)	ความดัน ในถังสูง (kg/cm ²)	ปริมาตร น้ำที่มาตร (ลิตร)	ช่วงเวลา (วินาที)	อัตรา การไหล (ลบ.ม./ชม.)
0 นาที	13:52 น.	0.45	100	68.21	5.28
15 นาที	14:07 น.	0.40	100	68.72	5.24
30 นาที	14:22 น.	0.50	100	73.34	4.91
45 นาที	14:37 น.	0.52	100	79.19	4.55
60 นาที	14:52 น.	0.35	100	84.91	4.24
75 นาที	15:07 น.	0.35	100	89.47	4.02
90 นาที	15:22 น.	0.35	100	96.28	3.74
105 นาที	15:37 น.	0.35	100	118.37	3.04
120 นาที	15:52 น.	0.35	100	173.03	2.08

หมายเหตุ : ช่วงเวลาที่วัดปริมาตรน้ำให้วัดมากกว่า 30 วินาที

ตารางที่ 2.3-22 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง ณ บ้านห้วยม้าลอย วันที่ 26 สิงหาคม 2561 ช่วงเช้า

พื้นที่ บ้านห้วยม้าลอย
วันที่ 26 สิงหาคม 2561 เริ่มเวลา 9:52 น. สิ้นสุดเวลา 11:52 น.

เวลา	เวลา (ชม.:นาท)	ความดัน ในถังสูง (kg/cm ²)	ปริมาตร น้ำที่มาตร (ลิตร)	ช่วงเวลา (วินาที)	อัตรา การไหล (ลบ.ม./ชม.)
0 นาที	9:52 น.	0.12	100	93.14	3.87
15 นาที	10:07 น.	0.30	100	81.56	4.41
30 นาที	10:22 น.	0.64	100	76.13	4.73
45 นาที	10:37 น.	0.94	100	73.27	4.91
60 นาที	10:52 น.	1.03	100	72.97	4.93
75 นาที	11:07 น.	1.16	100	72.77	4.95
90 นาที	11:22 น.	0.98	100	68.12	5.28
105 นาที	11:37 น.	0.94	100	66.51	5.41
120 นาที	11:52 น.	0.90	100	67.94	5.30

หมายเหตุ : ช่วงเวลาที่วัดปริมาตรน้ำให้วัดมากกว่า 30 วินาที

ตารางที่ 2.3-23 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง ณ บ้านห้วยม้าลอย วันที่ 26 สิงหาคม 2561 ช่วงกลางวัน

พื้นที่ บ้านห้วยม้าลอย
วันที่ 26 สิงหาคม 2561 เริ่มเวลา 12:01 น. สิ้นสุดเวลา 14:01 น.

เวลา	เวลา (ชม.:นาท)	ความดัน ในถังสูง (kg/cm ²)	ปริมาตร น้ำที่มาตร (ลิตร)	ช่วงเวลา (วินาที)	อัตรา การไหล (ลบ.ม./ชม.)
0 นาที	12:01 น.	0.85	100	65.04	5.54
15 นาที	12:16 น.	0.82	100	66.35	5.43
30 นาที	12:31 น.	0.79	100	65.44	5.50
45 นาที	12:46 น.	0.86	100	66.13	5.44
60 นาที	13:01 น.	0.89	100	64.98	5.54
75 นาที	13:16 น.	0.92	100	66.35	5.43
90 นาที	13:31 น.	0.95	100	66.29	5.43
105 นาที	13:46 น.	0.97	100	68.63	5.25
120 นาที	14:01 น.	1.02	100	69.94	5.15

หมายเหตุ : ช่วงเวลาที่วัดปริมาตรน้ำให้วัดมากกว่า 30 วินาที

ตารางที่ 2.3-24 ผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริง ความสูงน้ำในถังสูง ณ บ้านห้วยม้าลอย วันที่ 26 สิงหาคม 2561 ช่วงบ่าย

พื้นที่ บ้านห้วยม้าลอย
วันที่ 26 สิงหาคม 2561 เริ่มเวลา 14:05 น. สิ้นสุดเวลา 16:05 น.

เวลา	เวลา (ชม.:นาท)	ความดัน ในถังสูง (kg/cm ²)	ปริมาตร น้ำที่มาตร (ลิตร)	ช่วงเวลา (วินาที)	อัตรา การไหล (ลบ.ม./ชม.)
0 นาที	14:05 น.	1.15	100	71.17	5.06
15 นาที	14:20 น.	1.18	100	72.67	4.95
30 นาที	14:35 น.	1.20	100	75.54	4.77
45 นาที	14:50 น.	1.10	100	79.60	4.52
60 นาที	15:05 น.	0.95	100	86.31	4.17
75 นาที	15:20 น.	0.80	100	89.23	4.03
90 นาที	15:35 น.	0.77	100	98.04	3.67
105 นาที	15:50 น.	0.65	100	121.70	2.96
120 นาที	16:05 น.	0.59	100	156.43	2.30

หมายเหตุ : ช่วงเวลาที่วัดปริมาตรน้ำให้วัดมากกว่า 30 วินาที

ต่อแผงโซลาร์เซลล์ เป็นการต่อแผงแบบอนุกรมทั้ง 12 แผง ทำให้ถ้าหากแผงใดแผงหนึ่งมีปัญหาจะให้แผงโซลาร์เซลล์ทั้งหมดหยุดจ่ายกระแสไฟฟ้า ซึ่งเป็นเช่นเดียวกับกับโครงการบ้านหนองแต้ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับโครงการที่ใช้แผงโซลาร์เซลล์ขนาด 150 วัตต์/แผงแล้วพบว่าโครงการบ้านหนองแต้ที่ใช้แผงโซลาร์เซลล์ขนาด 300 วัตต์/แผง มีความเสถียรภาพน้อยกว่าอย่างมาก แต่อย่างไรก็ตามพลังงานไฟฟ้าที่แผงโซลาร์เซลล์สามารถผลิตได้ สามารถครอบคลุมพลังงานไฟฟ้าที่ต้องการใช้ได้อย่างเพียงพอ แต่เมื่อแสงอาทิตย์อ่อนลงบางครั้ง เช่น มีก้อนเมฆบังแสงอาทิตย์ ก็จะทำให้เครื่องสูบน้ำหยุดเดินชั่วคราว โดยในแต่ละวันจะสามารถสูบน้ำได้โดยเฉลี่ยประมาณ 6 ชั่วโมง คือ ช่วงระหว่าง 10.00 น. ถึง 16.00 น.

2.3.4 บ้านหนองนกน้อย

ที่ปรึกษาได้เข้าสำรวจพื้นที่โครงการที่บ้านหนองนกน้อย ม.3 ต.หินเหล็กไฟ อ.หัวหิน จ.ประจวบคีรีขันธ์ เมื่อวันที่ 1 มีนาคม 2561 ดังแสดงตัวอย่างภาพการเข้าสำรวจพื้นที่ ณ บ้านหนองนกน้อย ไว้ในรูปที่ 2.3-73 ซึ่งพบว่าไม่มีการใช้งานโครงการเนื่องจากไม่สามารถเดินเครื่องสูบน้ำได้ เจ้าของบ้านซึ่งเป็นที่ตั้งของโครงการได้แจ้งว่า เจ้าหน้าที่ที่เคยเข้ามาตรวจสอบระบบแผงโซลาร์เซลล์แล้วพบว่าไม่มีปัญหาแต่อย่างใด ต้องให้เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับระบบสูบน้ำเข้าตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง จึงทำให้ไม่สามารถตรวจวัดข้อมูลค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า ค่ากระแสไฟฟ้า และค่าพลังงานไฟฟ้าที่แผงโซลาร์เซลล์ผลิตได้

2.3.5 บ้านด่านทับตะโกใน

ที่ปรึกษาได้เข้าสำรวจพื้นที่โครงการที่บ้านด่านทับตะโกใน ม.2 ต.ด่านทับตะโก อ.จอมบึง จ.ราชบุรี เมื่อวันที่ 11 สิงหาคม 2561 ดังแสดงตัวอย่างภาพการเข้าสำรวจพื้นที่ในสนาม ณ บ้านด่านทับตะโกใน ไว้ในรูปที่ 2.3-74 ซึ่งพบว่าไม่มีการใช้งานโครงการเนื่องจากไม่สามารถเดินเครื่องสูบน้ำได้ โดยที่รั้วและตู้ควบคุมไม่มีการล๊อคประตูแต่อย่างใด จึงทำให้ไม่สามารถตรวจวัดข้อมูลค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า ค่ากระแสไฟฟ้า และค่าพลังงานไฟฟ้าที่แผงโซลาร์เซลล์ผลิตได้

2.3.6 บ้านทุ่งเหียง กลุ่ม 1

ที่ปรึกษาได้เข้าสำรวจพื้นที่โครงการที่บ้านทุ่งเหียง กลุ่ม 1 ม.7 ต.ด่านทับตะโก อ.จอมบึง จ.ราชบุรี เมื่อวันที่ 11 สิงหาคม 2561 ดังแสดงตัวอย่างภาพการเข้าสำรวจพื้นที่ในสนาม ณ บ้านทุ่งเหียง กลุ่ม 1 ไว้ในรูปที่ 2.3-75 ซึ่งพบว่ามีการใช้น้ำจากโครงการอยู่บ้าง แต่มีท่อรั่วบริเวณโครงการและระบบท่อที่เดินไว้ มีการต่อท่อให้ทิ้งน้ำลงสระน้ำที่อยู่ติดกับโครงการ โดยที่รั้วและตู้ควบคุมไม่มีการล๊อคประตูแต่อย่างใด โดยในขณะที่สำรวจได้มีตัวต่อขนาดใหญ่ป็นมาต่อที่หัวผู้สำรวจ จึงจำเป็นที่จะต้องยกเลิกการสำรวจเนื่องจากความไม่ปลอดภัย และต้องยกเลิกตรวจวัดข้อมูลค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า ค่ากระแสไฟฟ้า และค่าพลังงานไฟฟ้าที่แผงโซลาร์เซลล์ผลิตได้ของโครงการนี้

2.3.7 บ้านหนองเต่าทอง

ที่ปรึกษาได้เข้าสำรวจพื้นที่โครงการที่บ้านหนองเต่าทอง ม.1 ต.หนองราชวัตร อ.หนองหญ้าไซ จ.สุพรรณบุรี เมื่อวันที่ 24 เมษายน 2561 ดังแสดงตัวอย่างภาพการเข้าสำรวจพื้นที่ในสนาม ณ บ้านหนองเต่าทอง ไว้ในรูปที่ 2.3-76 ซึ่งพบว่าประตูรั้วและตู้ควบคุมไม่มีการล๊อคประตูแต่อย่างใด และพบว่าไม่มีการใช้น้ำจากโครงการเนื่องจากระบบท่อที่ต่อเข้าถึงสูงรั้วไม่สามารถเก็บน้ำเข้าถึงสูงได้ ทำให้พื้นที่บริเวณที่ตั้งแผงโซลาร์เซลล์เปียกแฉะตลอดเวลา นอกจากนั้น เกษตรกรที่อยู่บริเวณพื้นที่โครงการไม่ได้มีการใช้น้ำจากโครงการเลย เนื่องจากบริเวณพื้นที่โครงการมีแหล่งน้ำผิวดินจำนวนมาก ทั้งคลองส่งน้ำ หนองน้ำ และ



รูปที่ 2.3-73 ตัวอย่างภาพการเข้าสำรวจพื้นที่ในสนาม ณ บ้านหนองน้อย



รูปที่ 2.3-74 ตัวอย่างภาพการเข้าสำรวจพื้นที่ในสนาม ณ บ้านด่านทับตะโกโน



รูปที่ 2.3-75 ตัวอย่างภาพการเข้าสำรวจพื้นที่ในสนาม ณ บ้านทุ่งเหียง กลุ่ม 1



รูปที่ 2.3-76 ตัวอย่างภาพการเข้าสำรวจพื้นที่ในสนาม ณ บ้านหนองเต่าทอง

สระน้ำ ตั้งอยู่บริเวณติดกับโครงการ เกษตรกรจึงไม่มีความจำเป็นที่จะต้องใช้น้ำจากโครงการ ดังนั้นเนื่องจากปัญหาในด้านระบบส่งน้ำที่รั่วและพื้นที่เปียกและเป็นอุปสรรคต่อการทำงาน ที่ปรึกษาจึงจำเป็นต้องยกเลิกการตรวจวัดข้อมูลในพื้นที่โครงการนี้

2.4 ประเด็นปัญหา ข้อดี ข้อด้อย ที่พบจากการออกสนาม

2.4.1 โครงการบ้านหนองตาฉาว

พบว่าเกษตรกรมีการใช้น้ำอย่างประหยัด มีการใช้น้ำเป็นกลุ่ม เจ้าของพื้นที่เข้าใจวิธีการบริหารจัดการระบบ สามารถอธิบายให้กับเกษตรกรรายอื่นที่ต้องการให้เปิดน้ำให้ใช้ตลอดเวลาได้เข้าใจว่า ทำไมถึงไม่สามารถเปิดน้ำได้ตลอดเวลาได้ ผู้ดูแลระบบแจ้งว่า ปกติจะทำการเดินเครื่องสูบน้ำไว้รอให้น้ำในถังสูงมีปริมาณเพียงพอก่อนที่จะปล่อยน้ำให้กับกลุ่มเกษตรกร โดยเกษตรกรที่ได้รับน้ำบางรายที่ต้องการพักน้ำไว้จะทำสระน้ำและปูแผ่นกันซึมเพื่อสำรองน้ำไว้ใช้ โดยเกษตรกรแต่ละรายเข้าใจถึงความสามารถในการส่งน้ำให้ของระบบ ซึ่งเกษตรกรได้มีการใช้ระบบน้ำหยดในพื้นที่ และมีบางส่วนสร้างบ่อซีเมนต์สำหรับการเลี้ยงกุ้งแคร์ยพิช หรือลือปสเตอร์น้ำจืด ซึ่งได้ผลผลิตดี มีผู้ซื้อมารับซื้อถึงที่

2.4.2 โครงการบ้านหนองแต้

เจ้าของพื้นที่ที่ตั้งโครงการเปิดวาล์วน้ำลงสระน้ำที่อยู่ข้างถังสูงตลอดเวลา ทำให้น้ำในถังสูงหมดและแจ้งว่าน้ำที่สูบได้มีปริมาณน้อย โดยผู้ที่ติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์บอกผู้ดูแลระบบที่เป็นเจ้าของพื้นที่ว่าแผงโซลาร์เซลล์ผลิตกระแสไฟฟ้าได้อย่างเพียงพอ อาจมีปัญหาเนื่องจากระบบของเครื่องสูบน้ำเองที่สูบได้น้อย แต่อย่างไรก็ตาม เกษตรกรอาจไม่เข้าใจในเรื่องของปริมาณน้ำที่สามารถผลิตได้จากระบบสูบน้ำด้วยโซลาร์เซลล์เพื่อการเกษตร โดยอาจมีการเปรียบเทียบกับการสูบน้ำผิวดินด้วยเครื่องสูบน้ำที่ใช้แรงดันน้ำไม่สูงมากนักทำให้สามารถสูบน้ำได้มากกว่าการสูบน้ำจากแหล่งน้ำใต้ดิน

ในระหว่างการตรวจวัด ได้ทดสอบปิดวาล์วถังน้ำ ซึ่งเมื่อทำการสูบไปได้ประมาณ 45 นาที ระบบได้ทำการตัดการสูบน้ำเนื่องจากระดับน้ำในถังสูงถึงประมาณ 13 เมตร จึงได้ทำการระบายน้ำเพื่อให้ระบบสูบน้ำดำเนินการสูบน้ำต่อไป เนื่องจากระบบสูบน้ำตัดระบบการทำงานเร็วเกินไป ทำให้ความสูงของน้ำในถังสูงมีระดับความสูงเพียงครึ่งเดียวของถังสูง จึงได้ทำการปรับความสูงขึ้นเป็น 22 เมตร

เกษตรกรผู้ดูแลระบบแจ้งว่า ตั้งแต่ดำเนินการมา ยังไม่มีผู้ใดได้ใช้น้ำจากระบบ เนื่องจากมีปริมาณน้ำน้อยมาก แต่จุดนี้อาจมาจากความเข้าใจของเกษตรกรต่อระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการเกษตร เนื่องจากเกษตรกรผู้ดูแลระบบได้บอกว่า ได้ทดสอบว่าน้ำจะเพียงพอต่อการเพาะปลูกหรือไม่ จากการปล่อยน้ำลงสระน้ำข้างถังสูง โดยแจ้งว่าอยากจะดูว่าน้ำในสระเก็บน้ำข้างถังสูงจะเต็มเมื่อไหร่ ซึ่งเป็นความเข้าใจผิดในเรื่องการใช้น้ำจากโครงการฯ โดยคิดว่าการใช้น้ำนี้จะสามารถปลูกข้าวฤดูแล้งได้ และแจ้งว่าได้เตรียมพื้นที่สำหรับการปลูกแตงโมไว้ แต่ไม่กล้าปลูกเนื่องจากคิดว่าน้ำเพียงเท่านั้นไม่เพียงพอที่จะสามารถปลูกแตงโมได้ จึงได้ปล่อยน้ำทิ้งลงบ่ออย่างเดียวยุ่เพื่อรอให้น้ำเต็มบ่อเท่านั้น โดยเกษตรกรที่อยู่ตามแนวท่อไกลออกไปไม่ได้รับน้ำแต่อย่างใด

ในช่วงทดสอบได้เก็บน้ำขึ้นไปจนถึงแล้วทดสอบปล่อยน้ำให้เกษตรกรดูที่จุดปล่อยน้ำที่ไกลออกไปจากถังสูง เกษตรกรได้เห็นว่าน้ำที่ปล่อยแรงดี แต่น้ำไหลเพียงช่วงเวลาไม่กี่นาทีน้ำก็หมดลง ทำให้เกษตรกรไม่เห็นประโยชน์ของการใช้น้ำจากโครงการฯ ดังนั้นเพื่อแก้ไขปัญหา จะต้องออกแบบท่อแยกของแต่ละแปลงให้พอดีกับพื้นที่และปริมาณน้ำที่แบ่งโดยเมื่อเปิดวาล์วที่จุดแบ่งน้ำเติมน้ำที่แล้วปริมาณน้ำควรไม่เกินกว่า 10 ลิตรต่อไร่ ปริมาณน้ำที่ได้รับการจัดสรรให้สำหรับพื้นที่เพาะปลูก โดยอาจใช้ท่อขนาด 4 นิ้วหรือไม่เกิน 6 นิ้ว

เพื่อให้เกษตรกรต่อไปใช้สำหรับให้น้ำพืชด้วยระบบน้ำหยดหรือใช้ระบบ sprinkler เพื่อให้เกษตรกรสามารถใช้น้ำได้อย่างประหยัดและสามารถจัดสรรแบ่งปันน้ำให้กับกลุ่มเป้าหมายของโครงการได้อย่างเพียงพอตามวัตถุประสงค์ของโครงการที่ได้ตั้งไว้ตั้งแต่ต้นของโครงการ เมื่อวันที่ 10 มีนาคม 2561 ในช่วงเวลากลางคืนมีคนร้ายเข้ามาลักตัดสายล่อฟ้าช่วงฐานของถังสูงถึงแท่งเหล็กปักลงดินเพื่อนำไปขาย เจ้าของพื้นที่จึงได้หาสายไฟมาต่อไว้ชั่วคราว

2.4.3 โครงการบ้านห้วยมัลลอย

จากการพูดคุยกับเจ้าของพื้นที่ที่โครงการตั้งอยู่พบว่า มีการดูแลระบบค่อนข้างดีโดยเจ้าของพื้นที่จะฉีดล้างแผงโซลาร์เซลล์ประมาณ 2-3 วัน/ครั้ง หรือเมื่อแผงโซลาร์เซลล์มีฝ้าจับ มีการเพาะปลูกพืชผัก ได้แก่ บวบ ถั่วฝักยาว สลัดกับแตงร้าน และมีแปลงปลูกหญ้าเลี้ยงที่ใช้สับเป็นอาหารสัตว์ มีการดูแลพื้นที่บริเวณโดยรอบและที่ตั้งของแผงโซลาร์เซลล์ดี ถอนหญ้าทำความสะอาดพื้นที่ได้แผงเรียบร้อยดี มีการใช้ช็อคกันมดขีดในตู้ควบคุมเพื่อป้องกันไม่ให้มดเข้ามาในตู้ควบคุม แต่อย่างไรก็ตามเจ้าของพื้นที่แจ้งว่ามีปัญหาเรื่องเกษตรกรข้างเคียงที่เคยได้อ่อนน้ำบาดาลแบบใช้ไฟฟ้า ซึ่งเกษตรกรที่ได้รับโครงการแบบสูบน้ำด้วยไฟฟ้าไปแล้วรู้สึกไม่พอใจที่พื้นที่นี้ได้อ่อนน้ำบาดาลแบบโซลาร์เซลล์ซึ่งไม่ต้องเสียค่าน้ำ ได้มีการร้องเรียนกับทางผู้ใหญ่บ้านถึงความไม่เท่าเทียมกัน ทำให้มีความหวาดกลัวว่า ราษฎรข้างเคียงที่ไม่ได้รับโครงการนี้จะทำให้แผงโซลาร์เซลล์ได้รับความเสียหายและไม่สามารถใช้ในการสูบน้ำได้

จากการประเมินพบว่ามีปัญหาในการบริหารจัดการน้ำ คือ เจ้าของพื้นที่ที่ได้อ่อนน้ำบาดาลตั้งอยู่ได้ใช้น้ำเกือบจะผู้เดียว ไม่มีการบริหารจัดการน้ำแบบเป็นระบบ โดยผู้ดูแลแจ้งว่าเกษตรกรตามแนวท่อในช่วงแรกมีความต้องการที่จะใช้น้ำ แต่พอมีการแจ้งว่าจะต้องมีการเก็บเงินกองกลางสำหรับไว้ใช้ในกรณีที่เป็นต้องซ่อมแซมระบบ เกษตรกรผู้อื่นจึงไม่กระตือรือร้นในการใช้น้ำ แต่อย่างไรก็ตามผู้ดูแลแจ้งว่าสามารถจ่ายค่าซ่อมเองได้ถ้ามีปัญหาซ้ำๆ เนื่องจากต้องการใช้น้ำจากโครงการ

ในการเข้าสำรวจพบว่าน้ำที่สูบได้ส่วนใหญ่จะปล่อยน้ำลงสู่บ่อ แล้วจึงใช้เครื่องสูบน้ำแบบเครื่องยนต์ในการสูบน้ำเข้าสู่ระบบกระจายน้ำในแปลงเพาะปลูกแบบน้ำหยด เนื่องจากมีความเห็นว่าการแรงดันน้ำจากถังสูงไม่เพียงพอ จึงต้องการแรงดันน้ำจากเครื่องสูบน้ำที่มีแรงดันน้ำสูงกว่า และถ้าวันใดมีเมฆมาก ผู้ดูแลจะปิดสวิทซ์ไม่ให้เครื่องสูบน้ำทำงานแบบติดๆ ดับๆ เพื่อให้ระบบสามารถใช้งานได้นาน

2.5 ผลการวิเคราะห์ช่วงเวลาที่มิแสงอาทิตย์

จากการรวบรวมข้อมูลช่วงเวลาที่มิแสงอาทิตย์ (ชั่วโมง) เฉลี่ย 30 ปี ที่สถานีตรวจอากาศต่างๆ ทั่วประเทศไทย ช่วงปี พ.ศ.2527 – 2556 จำนวนทั้งสิ้น 59 สถานี (เฉพาะสถานีที่มีการตรวจวัดข้อมูลช่วงเวลาที่มิแสงอาทิตย์เท่านั้น) สามารถสรุปค่าเฉลี่ยรายเดือนและค่าเฉลี่ยรวมทั้งปีของช่วงเวลาที่มิแสงอาทิตย์ที่สถานีตรวจอากาศต่างๆ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.5-1 และจากข้อมูลดังกล่าว สามารถนำมาสร้างแผนที่แสดงเส้นช่วงเวลาที่มิแสงอาทิตย์เทียบเท่าของแต่ละเดือนและรวมทั้งปีไว้ในรูปที่ 2.5-1 ถึงรูปที่ 2.5-13 ตามลำดับ ซึ่งสามารถใช้ในการตรวจสอบช่วงเวลาที่มิแสงอาทิตย์ของพื้นที่ต่างๆ ทั่วประเทศ รวมถึงสามารถวิเคราะห์ช่วงเวลาที่มิแสงอาทิตย์ของโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรในพื้นที่ประสภภัยแล้ง ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 ได้ เพื่อใช้ในการประเมินปริมาณน้ำที่สามารถพัฒนาได้ต่อไป โดยผลการวิเคราะห์ช่วงเวลาที่มิแสงอาทิตย์ของโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรในพื้นที่ประสภภัยแล้ง ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 รายเดือนเฉลี่ยและรวมทั้งปีเฉลี่ย ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.5-2

ตารางที่ 2.5-1 สรุปค่าเฉลี่ยรายเดือนและรวมทั้งปีของช่วงเวลาที่มิแสงอาทิตย์ที่สถานีตรวจจากภาคต่างๆ

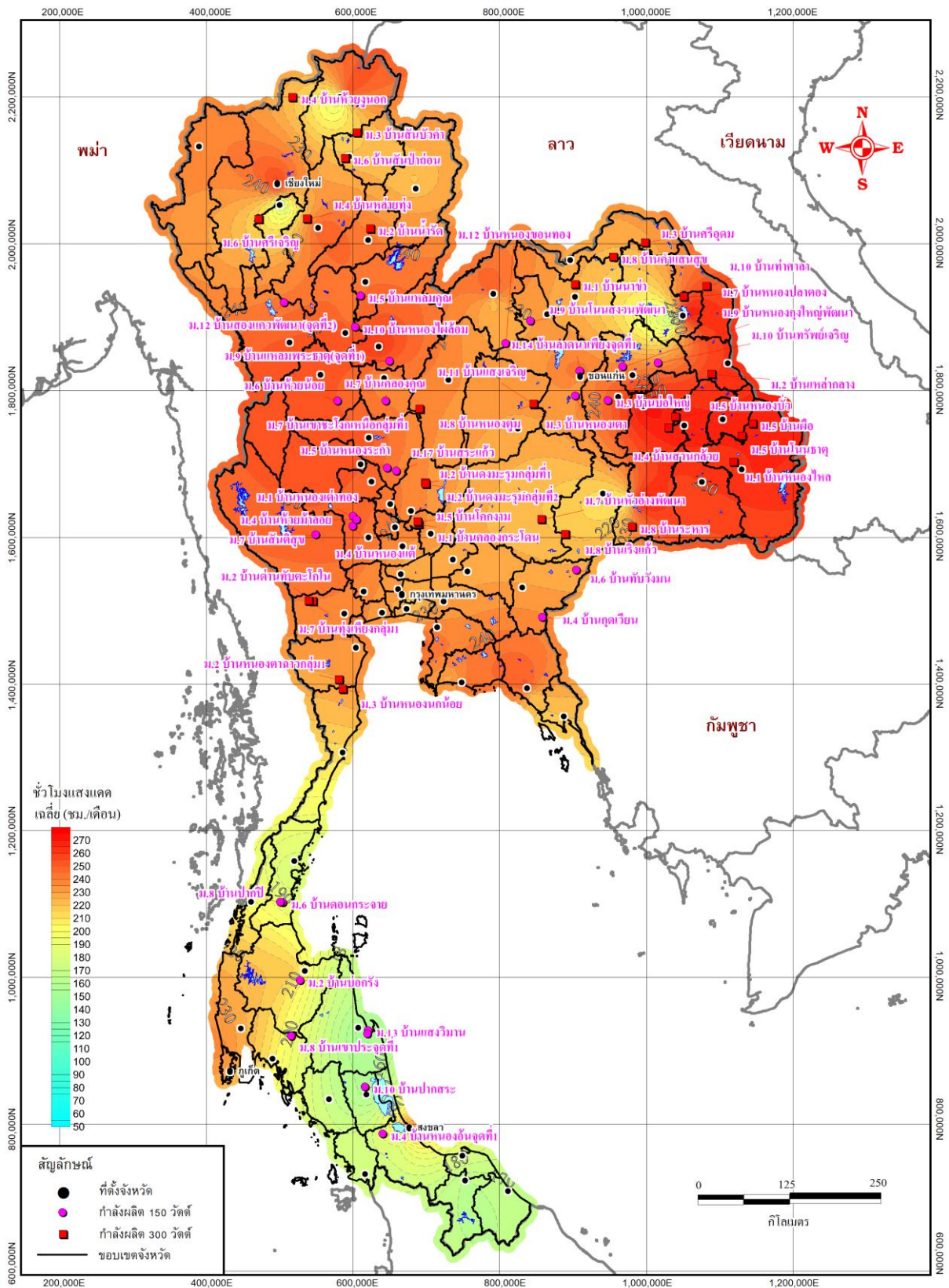
ชื่อสถานี	อำเภอ	จังหวัด	โชน	พิกัด X (ม.)	พิกัด Y (ม.)	จำนวนชั่วโมงแสงแดดรายเดือนเฉลี่ย (ชม.)											
						ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1. เชียงราย	บ้านดู่	เชียงราย	47	592,223.16	2,207,450.78	253.3	237.9	237.8	245.6	208.5	150.7	121.1	129.6	160.8	193.6	219.8	226.9
2. เชียงราย สกษ.	รอบเวียง	เชียงราย	47	581,951.20	2,197,378.12	189.1	198.0	187.1	208.7	172.7	137.0	117.9	121.4	144.7	146.5	176.2	179.2
3. แม่ใจ สกษ.	หนองหาร	เชียงใหม่	47	498,243.58	2,076,854.12	258.1	247.0	245.0	229.3	162.0	166.1	90.9	130.7	102.2	189.4	210.5	251.7
4. เชียงใหม่	สุเทพ	เชียงใหม่	47	497,570.38	2,077,591.83	260.2	252.2	263.4	249.8	206.5	144.2	114.6	117.8	151.7	196.5	220.2	234.6
5. ลำปาง	พระบาท	ลำปาง	47	554,608.27	2,021,610.15	250.1	156.0	239.5	212.7	173.4	140.8	101.1	119.8	127.5	164.0	216.3	217.2
6. ลำปาง สกษ.	เวียงตาล	ลำปาง	47	529,940.51	2,025,244.16	226.2	225.9	230.5	223.2	173.4	158.6	106.5	117.6	142.1	168.7	223.7	227.4
7. ลำพูน	บ้านกลาง	ลำพูน	47	503,575.93	2,052,942.99	181.7	226.9	215.2	225.3	185.6	135.3	122.3	107.6	143.6	137.9	170.3	172.1
8. น่าน สกษ.	ผาสิงห์	น่าน	47	684,356.34	2,086,985.13	219.2	225.8	212.9	208.6	166.0	137.2	104.7	98.6	140.6	178.9	232.4	231.2
9. สุโขทัย	ทับผึ้ง	สุโขทัย	47	585,108.82	1,891,468.42	252.0	168.9	232.9	219.5	157.3	164.5	87.2	96.7	112.4	182.1	229.4	207.1
10. ศรีสำโรง สกษ.	คลองตาล	สุโขทัย	47	591,642.61	1,897,609.09	241.5	214.3	212.2	235.2	195.8	178.4	129.2	121.5	141.6	168.4	243.6	249.9
11. ดอยชุมเชอร์ สกษ.	แม่ท้อ	ตาก	47	492,894.44	1,851,900.32	252.0	244.8	230.5	225.0	143.4	123.3	71.0	67.2	97.0	140.4	225.6	245.3
12. พิษณุโลก	อรัญญิก	พิษณุโลก	47	636,330.24	1,857,295.45	263.8	251.3	262.3	271.4	238.9	179.8	149.3	148.4	160.4	208.9	246.8	265.1
13. เพชรบูรณ์	ในเมือง	เพชรบูรณ์	47	729,575.12	1,818,088.22	237.1	221.6	238.6	235.2	193.0	136.4	116.2	108.4	124.4	188.6	221.2	227.6
14. พิจิตร สกษ.	โรงช้าง	พิจิตร	47	637,991.19	1,817,832.13	235.3	221.5	221.6	245.9	206.9	196.9	144.2	138.2	147.5	184.4	232.8	235.7
15. เลย	นาอาน	เลย	47	790,332.52	1,931,415.22	250.2	235.6	236.4	228.1	191.8	158.2	132.7	131.4	149.1	193.8	219.3	238.4
16. เลย สกษ.	นาโป่ง	เลย	47	790,411.68	1,925,878.52	222.7	213.9	212.5	203.5	157.8	141.0	107.1	105.6	124.0	145.3	202.8	208.3
17. สกลนคร	ธาตุเชิงชุม	สกลนคร	48	407,819.98	1,896,354.49	270.2	242.5	247.6	247.0	201.3	156.8	149.6	143.7	169.9	225.0	243.3	260.0
18. สกลนคร สกษ.	ห้วยยาง	สกลนคร	48	400,112.60	1,893,627.35	174.2	190.2	216.3	213.3	179.2	151.8	132.2	106.2	129.6	173.2	167.0	137.9
19. นครพนม	ในเมือง	นครพนม	48	476,899.60	1,925,017.51	253.6	217.8	214.7	217.9	182.9	137.9	129.7	122.8	149.0	209.8	236.4	252.7
20. นครพนม สกษ.	ขามเฒ่า	นครพนม	48	475,959.74	1,928,583.36	251.9	219.2	208.2	210.2	182.8	168.2	146.9	125.3	133.0	179.1	225.9	248.9

ตารางที่ 2.5-1 สรุปค่าเฉลี่ยรายเดือนและรวมทั้งปีของช่วงเวลาที่ติดตั้งสถานีตรวจจากอากาศต่างๆ (ต่อ)

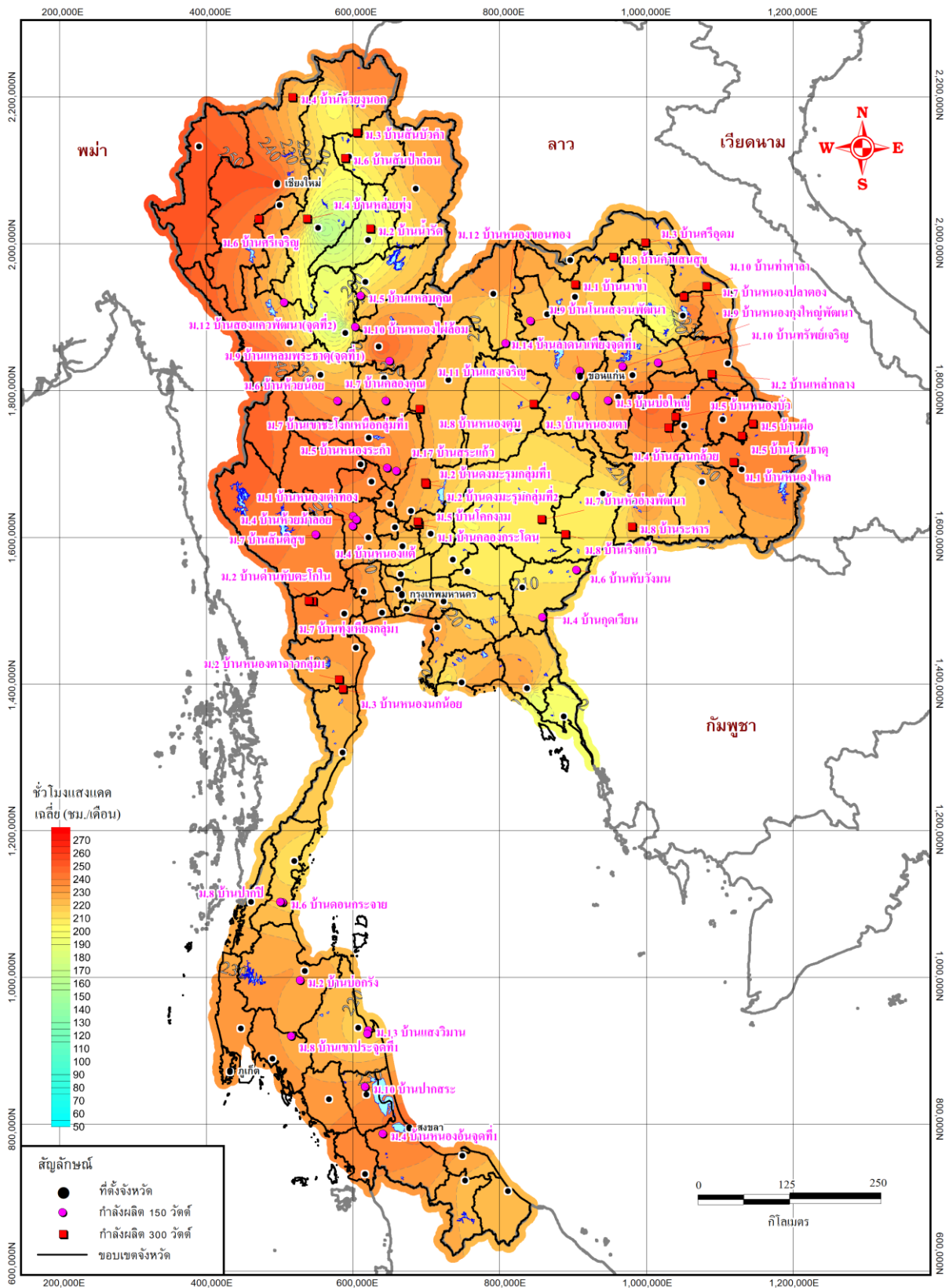
ชื่อสถานี	อำเภอ	จังหวัด	โชน	พิกัด X (ม.)	พิกัด Y (ม.)	จำนวนชั่วโมงแสงแดดรายเดือนเฉลี่ย (ชม.)										ทั้งปี (ชม.)		
						ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.		พ.ย.	ธ.ค.
21. ขอนแก่น	บ้านเป็ด	ขอนแก่น	48	264,019.41	1,821,232.25	244.8	231.8	241.3	220.3	195.6	158.7	149.7	138.6	149.8	208.7	225.2	221.0	2,385.5
22. ท่าพระ สกษ.	ท่าพระ	ขอนแก่น	48	266,745.10	1,807,057.69	233.2	218.8	213.5	211.9	171.1	152.0	132.2	120.9	132.5	183.7	219.3	223.6	2,212.7
23. ร้อยเอ็ด	ในเมือง	ร้อยเอ็ด	48	365,610.90	1,771,554.26	272.4	247.0	253.8	254.1	221.4	184.6	169.4	153.2	162.2	229.2	247.8	258.9	2,654.0
24. ร้อยเอ็ด สกษ.	เหนือเมือง	ร้อยเอ็ด	48	351,157.15	1,777,535.34	270.8	245.6	237.8	241.7	212.4	208.6	175.9	159.0	151.2	211.7	248.6	272.1	2,635.4
25. อุบลราชธานี สกษ.	ท่าช้าง	อุบลราชธานี	48	502,523.62	1,684,776.23	265.9	238.7	224.7	211.3	197.5	181.7	166.1	118.2	122.3	171.5	222.8	253.1	2,373.8
26. อุบลราชธานี (ศูนย์ฯ)	ปทุม	อุบลราชธานี	48	485,682.46	1,685,981.79	263.2	240.4	243.3	233.2	209.5	157.1	155.4	141.0	133.7	192.4	228.7	243.7	2,441.6
27. ศรีสะเกษ	หนองไผ่	ศรีสะเกษ	48	397,863.83	1,658,545.16	256.2	211.8	241.6	208.8	210.1	221.2	177.2	163.0	150.5	192.1	236.7	246.2	2,515.4
28. ปากช่อง สกษ.	กลางดง	นครราชสีมา	47	751,172.42	1,620,231.87	226.5	204.8	199.4	201.2	181.7	172.7	141.6	126.9	129.8	156.0	205.5	232.0	2,178.1
29. สุรินทร์	นอกเมือง	สุรินทร์	48	338,635.59	1,645,964.84	270.9	243.8	249.3	252.1	236.3	191.4	182.7	173.5	165.9	211.8	234.8	250.0	2,662.5
30. สุรินทร์ สกษ.	โคโค	สุรินทร์	48	333,255.65	1,646,001.62	205.2	206.4	225.6	215.4	196.6	194.6	170.3	140.9	143.4	172.9	191.0	198.5	2,260.8
31. นครสวรรค์	นครสวรรค์ออก	นครสวรรค์	47	621,355.66	1,732,959.92	252.1	240.9	255.8	262.6	228.7	180.0	164.4	154.5	161.4	206.2	233.9	244.9	2,585.4
32. ตากฟ้า สกษ.	สุสุราษฎร์	นครสวรรค์	47	664,262.98	1,697,557.46	239.2	235.2	234.2	244.7	206.1	200.9	156.2	136.2	148.7	182.7	238.2	245.5	2,467.8
33. ชัยนาท สกษ.	บางหลวง	ชัยนาท	47	627,135.91	1,675,259.92	247.1	239.1	243.2	261.8	220.9	191.0	172.7	154.9	162.7	192.4	251.5	268.0	2,605.3
34. พระนครศรีอยุธยา	ท่าเจ้าสนุก	พระนครศรีอยุธยา	47	685,870.01	1,607,567.60	237.4	224.3	217.3	233.7	193.2	168.8	131.0	118.5	141.9	162.7	237.3	248.7	2,314.8
35. ปทุมธานี สกษ.	คลองหนึ่ง	ปทุมธานี	47	674,529.88	1,559,385.82	226.5	208.9	204.0	210.4	176.2	164.4	132.3	121.2	134.8	138.8	182.4	248.9	2,148.8
36. ราชบุรี	อ่างทอง	ราชบุรี	47	585,758.73	1,491,385.54	237.1	235.0	226.7	242.5	178.3	150.9	128.1	119.3	135.1	144.6	203.4	239.4	2,240.4
37. อุทัย สกษ.	จรเข้มพัน	สุพรรณบุรี	47	593,261.25	1,581,478.49	246.4	231.0	223.1	249.9	197.1	151.6	128.6	137.8	162.6	186.2	234.7	252.4	2,401.4
38. สมุทรปราการ สกษ.	บางปลา	สมุทรปราการ	47	690,661.57	1,494,958.34	228.9	236.9	235.5	262.2	221.7	185.5	177.6	179.1	141.8	180.5	201.4	240.8	2,491.9
39. นครปฐม	กำแพงแสน	นครปฐม	47	604,750.22	1,549,231.29	240.5	237.4	240.6	253.3	208.1	177.4	151.1	138.3	170.0	184.7	224.0	236.4	2,461.8
40. กรุงเทพมหานคร	คลองเตย	กรุงเทพมหานคร	47	668,681.64	1,518,011.60	231.4	224.6	239.8	234.7	196.1	164.1	151.1	137.9	134.5	167.1	203.3	230.0	2,314.6

ตารางที่ 2.5-1 สรุปค่าเฉลี่ยรายเดือนและรวมทั้งปีของช่วงเวลาที่ติดตั้งสถานีตรวจจากภาคต่างๆ (ต่อ)

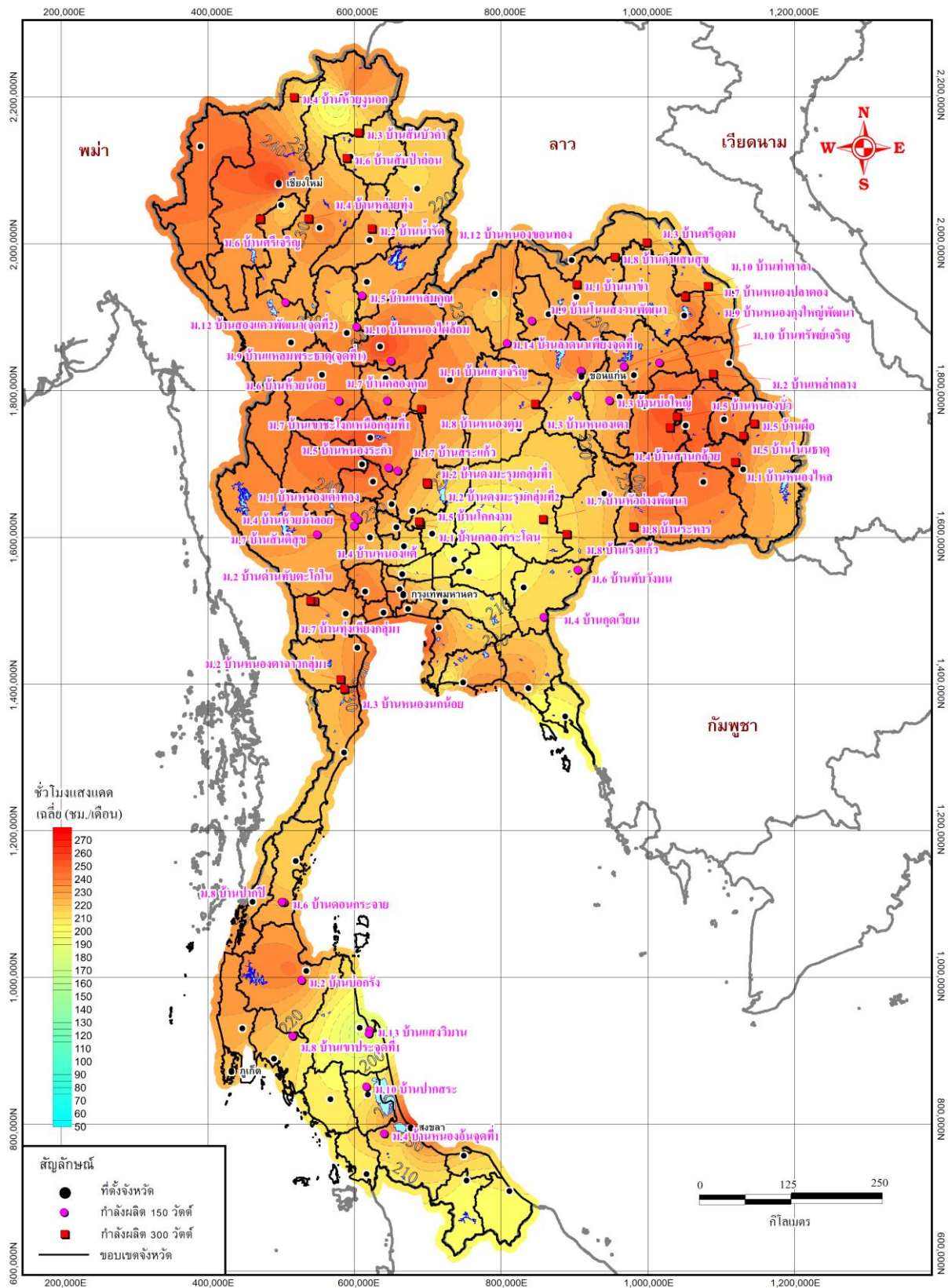
ชื่อสถานี	อำเภอ	จังหวัด	โซน	พิกัด X (ม.)	พิกัด Y (ม.)	จำนวนชั่วโมงแสงแดดรายเดือนเฉลี่ย (ชม.)										ทั้งปี (ชม.)		
						ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.		พ.ย.	ธ.ค.
41. กรุงเทพฯ บางนา สกษ.	บางนา	กรุงเทพมหานคร	47	673,712.82	1,511,406.44	215.1	207.8	229.9	221.0	176.1	161.6	132.1	131.0	136.6	153.8	203.9	240.4	2,209.3
42. ฉะเชิงเทรา	ลาดกระบัง	ฉะเชิงเทรา	47	766,097.23	1,495,484.97	234.8	213.3	208.1	207.9	172.9	163.8	140.2	137.6	136.5	167.8	227.2	253.0	2,263.1
43. เกาะสีชัง	ท่าหลวง	ชลบุรี	47	695,307.11	1,455,713.42	247.2	232.2	256.6	249.2	203.4	164.4	167.1	158.9	159.2	186.1	225.5	243.8	2,493.6
44. พัทยา	หนองปรือ	ชลบุรี	47	702,822.45	1,429,028.87	240.7	222.5	225.9	238.0	178.6	144.5	147.4	133.8	126.4	152.3	187.5	226.3	2,223.9
45. ระยอง	ตะพง	ระยอง	47	754,578.04	1,397,604.24	242.7	227.2	236.5	238.0	180.0	146.2	146.9	143.0	133.8	175.9	228.3	240.0	2,338.5
46. ห้วยโป่ง สกษ.	ห้วยโป่ง	ระยอง	47	731,634.73	1,408,597.17	228.4	207.7	203.6	199.9	160.9	145.8	136.2	131.8	121.6	150.9	213.8	246.1	2,146.7
47. จันทบุรี	วัดใหม่	จันทบุรี	48	186,371.62	1,396,471.72	251.1	232.0	232.2	230.5	155.3	121.2	122.7	117.5	104.9	168.2	222.1	244.9	2,202.6
48. พลับ	แหลมสิงห์	จันทบุรี	48	192,736.64	1,384,438.62	221.7	192.3	200.3	192.5	141.8	125.9	113.4	106.8	103.9	137.9	208.3	231.9	1,976.7
49. หัวหิน	หัวหิน	ประจวบคีรีขันธ์	47	604,549.55	1,391,557.40	230.2	231.9	244.4	237.1	192.1	137.8	141.5	137.2	139.9	160.7	193.2	218.3	2,264.3
50. หนองพลับ สกษ.	หนองพลับ	ประจวบคีรีขันธ์	47	579,656.22	1,391,169.91	227.3	223.5	220.3	209.8	150.6	134.2	115.1	106.6	115.6	135.1	192.9	217.3	2,048.3
51. สวี สกษ.	วิสัยใต้	ชุมพร	47	510,948.21	1,142,269.08	180.1	212.9	215.6	183.2	121.6	111.0	92.7	116.3	118.6	133.9	143.7	163.2	1,792.8
52. สุราษฎร์ธานี	หัวเตย	สุราษฎร์ธานี	47	516,694.58	1,009,842.39	217.2	230.2	242.3	208.0	183.2	158.0	156.4	158.1	127.9	137.7	129.0	159.5	2,107.5
53. สุราษฎร์ธานี สกษ.	ท่าอุแท	สุราษฎร์ธานี	47	569,594.32	1,005,968.77	178.9	226.0	217.1	216.5	178.9	162.5	163.3	173.7	139.8	132.7	121.2	142.3	2,052.9
54. นครศรีธรรมราช สกษ.	เมือง	นครศรีธรรมราช	47	610,105.94	924,159.69	152.4	215.5	182.7	192.4	159.6	148.7	134.5	145.8	138.8	130.0	120.5	121.4	1,842.3
55. พัทลุง สกษ.	ลำปำ	พัทลุง	47	628,701.52	838,408.10	157.6	235.7	212.1	213.5	190.5	179.5	177.1	181.2	155.0	154.6	127.5	145.9	2,130.2
56. คอหงส์ สกษ.	คอหงส์	สงขลา	47	665,695.03	774,013.24	186.9	238.3	216.0	208.5	161.3	111.9	144.1	154.7	119.1	129.9	131.5	126.4	1,928.6
57. สงขลา	บ่อยาง	สงขลา	47	677,524.49	794,192.14	235.8	248.1	265.4	263.3	219.5	174.8	196.4	202.7	178.8	165.6	140.1	159.8	2,450.3
58. ยะลา สกษ.	สะเตง	ยะลา	47	752,512.65	720,889.84	163.8	223.5	203.9	221.4	190.2	185.3	155.1	171.3	158.0	152.3	111.6	114.9	2,051.3
59. ภูเก็ต (ศูนย์ฯ)	ไม้ขาว	ภูเก็ต	47	424,477.52	900,391.90	236.8	233.8	225.6	195.8	164.7	129.9	138.5	128.4	107.5	116.9	157.5	189.6	2,025.0



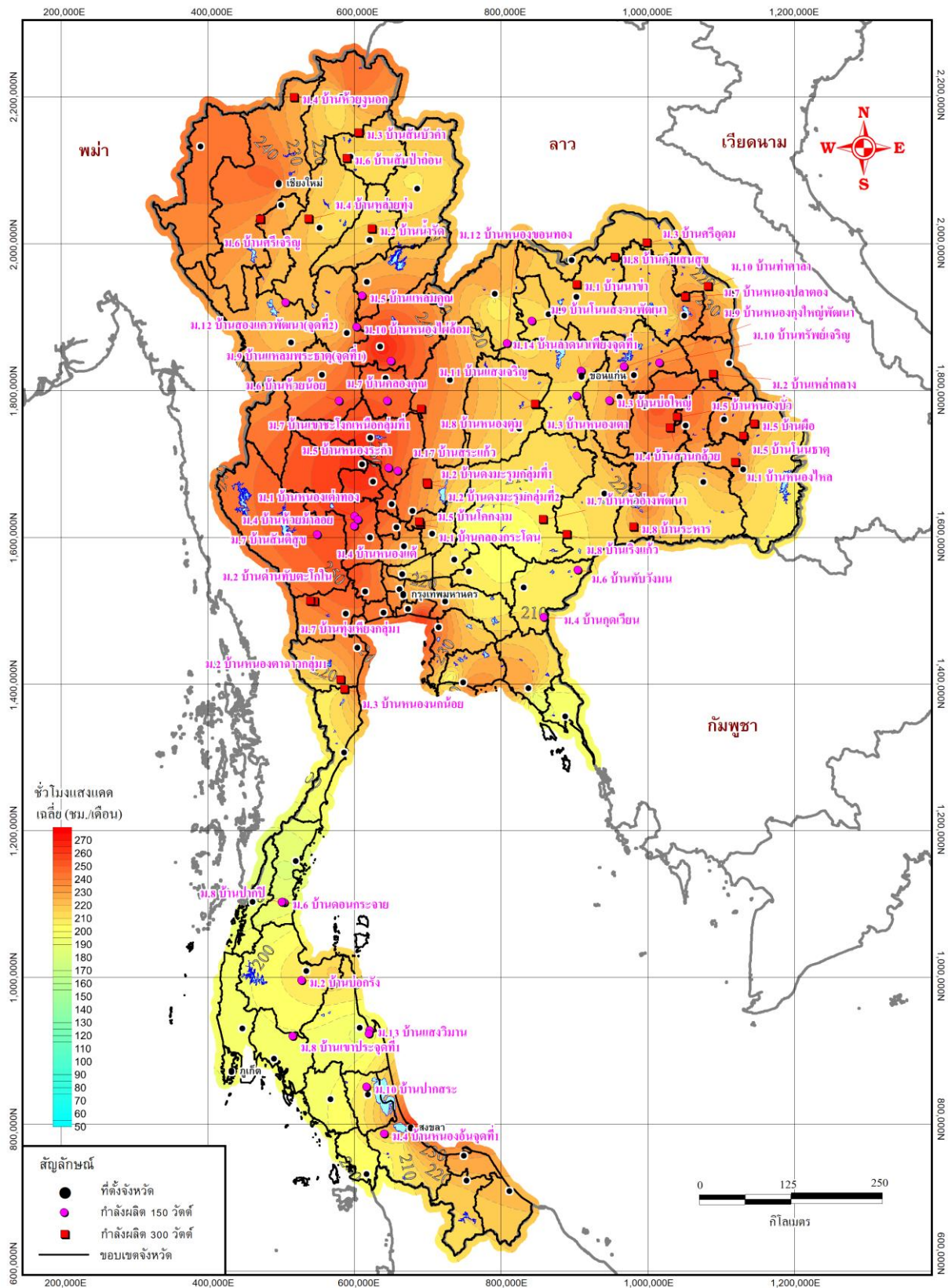
รูปที่ 2.5-1 แผนที่แสดงเส้นช่วงเวลาที่มีแสงอาทิตย์เทียบเท่าของเดือนมกราคม



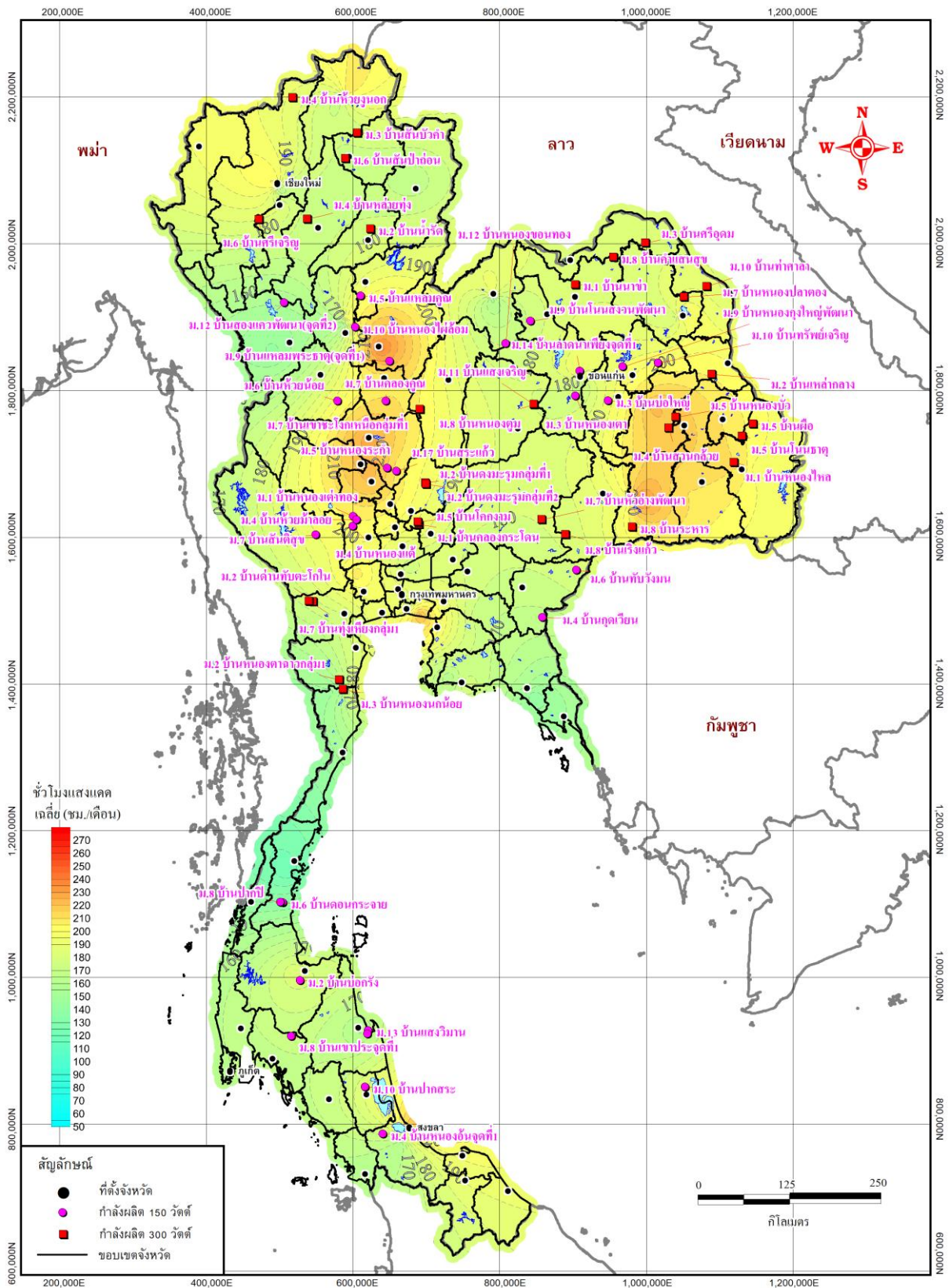
รูปที่ 2.5-2 แผนที่แสดงเส้นช่วงเวลาที่ให้มีแสงอาทิตย์เทียบเท่าของเดือนกุมภาพันธ์



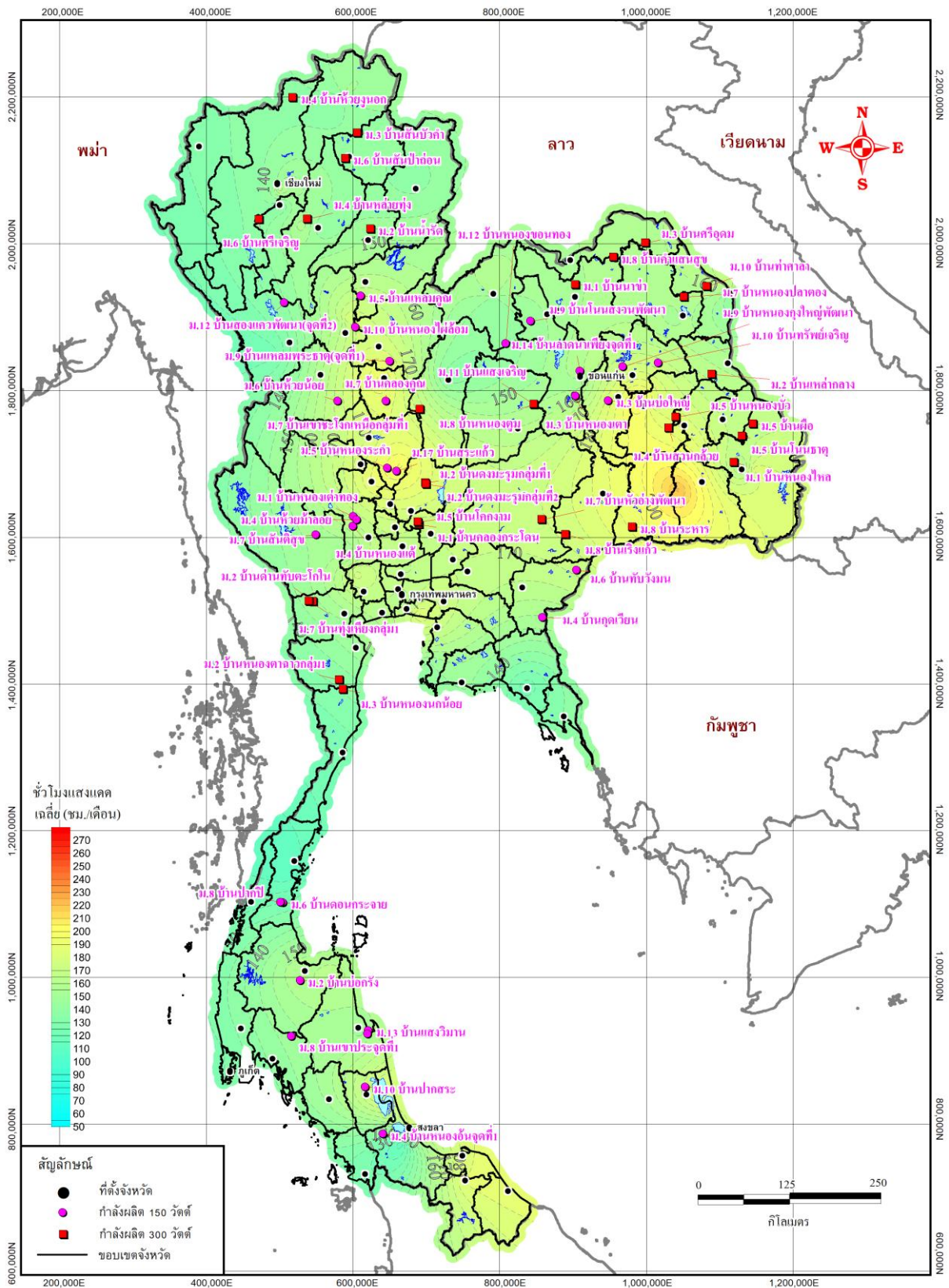
รูปที่ 2.5-3 แผนที่แสดงเส้นช่วงเวลาที่ให้มีแสงอาทิตย์เทียบเท่าของเดือนมีนาคม



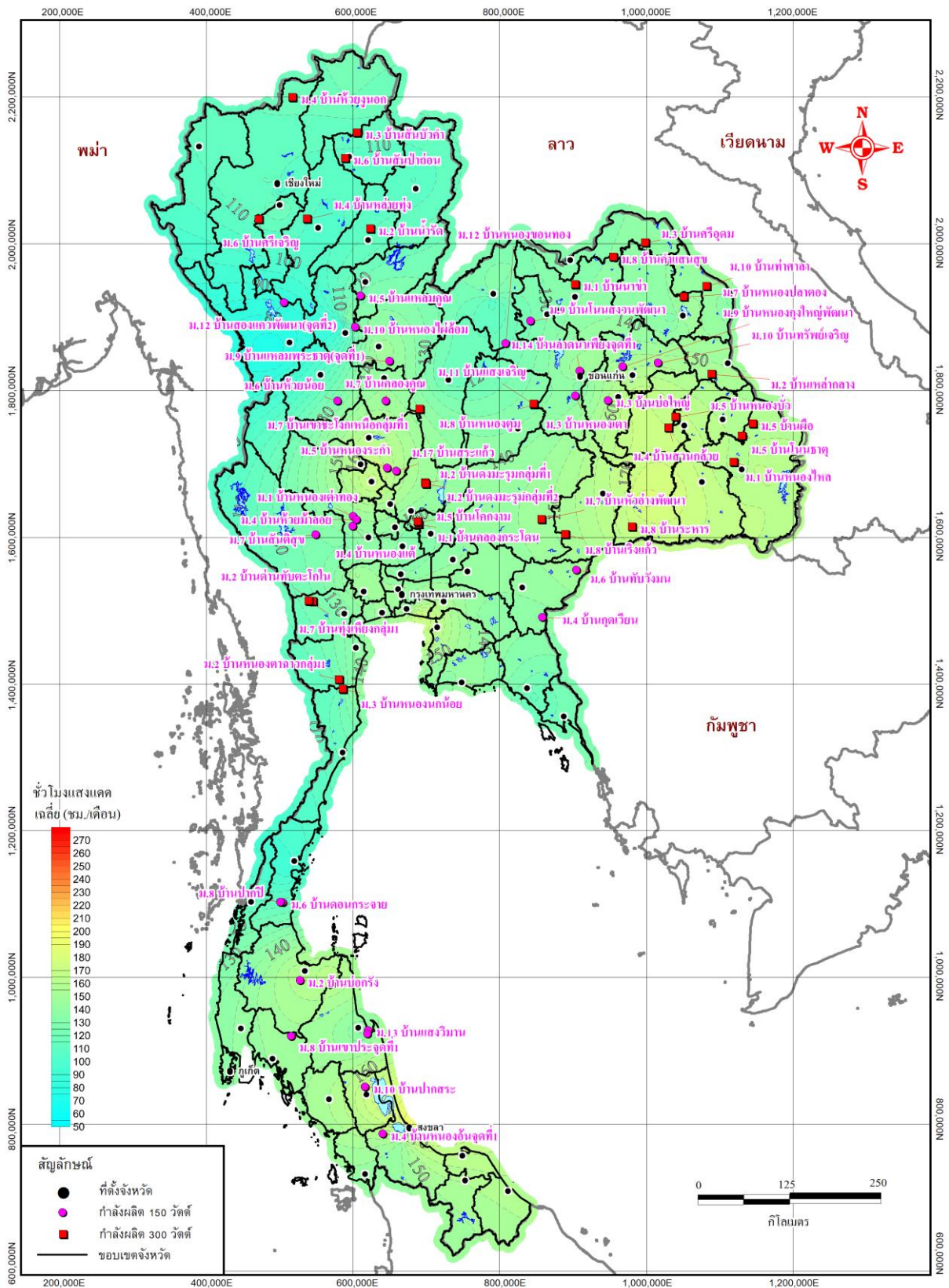
รูปที่ 2.5-4 แผนที่แสดงเส้นช่วงเวลาที่ให้มีแสงอาทิตย์เทียบเท่าของเดือนเมษายน



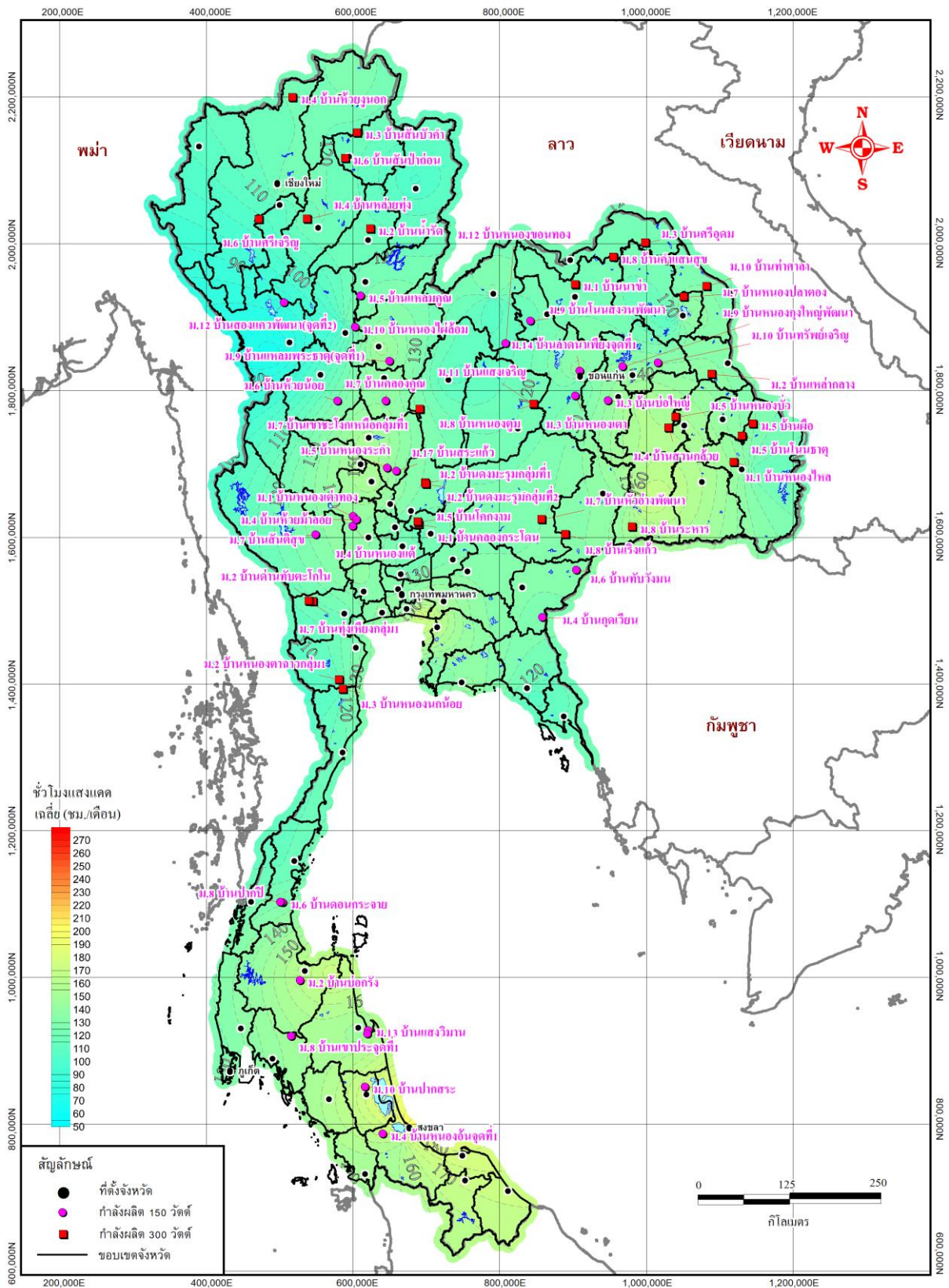
รูปที่ 2.5-5 แผนที่แสดงเส้นช่วงเวลาที่มีแสงอาทิตย์เทียบเท่าของเดือนพฤษภาคม



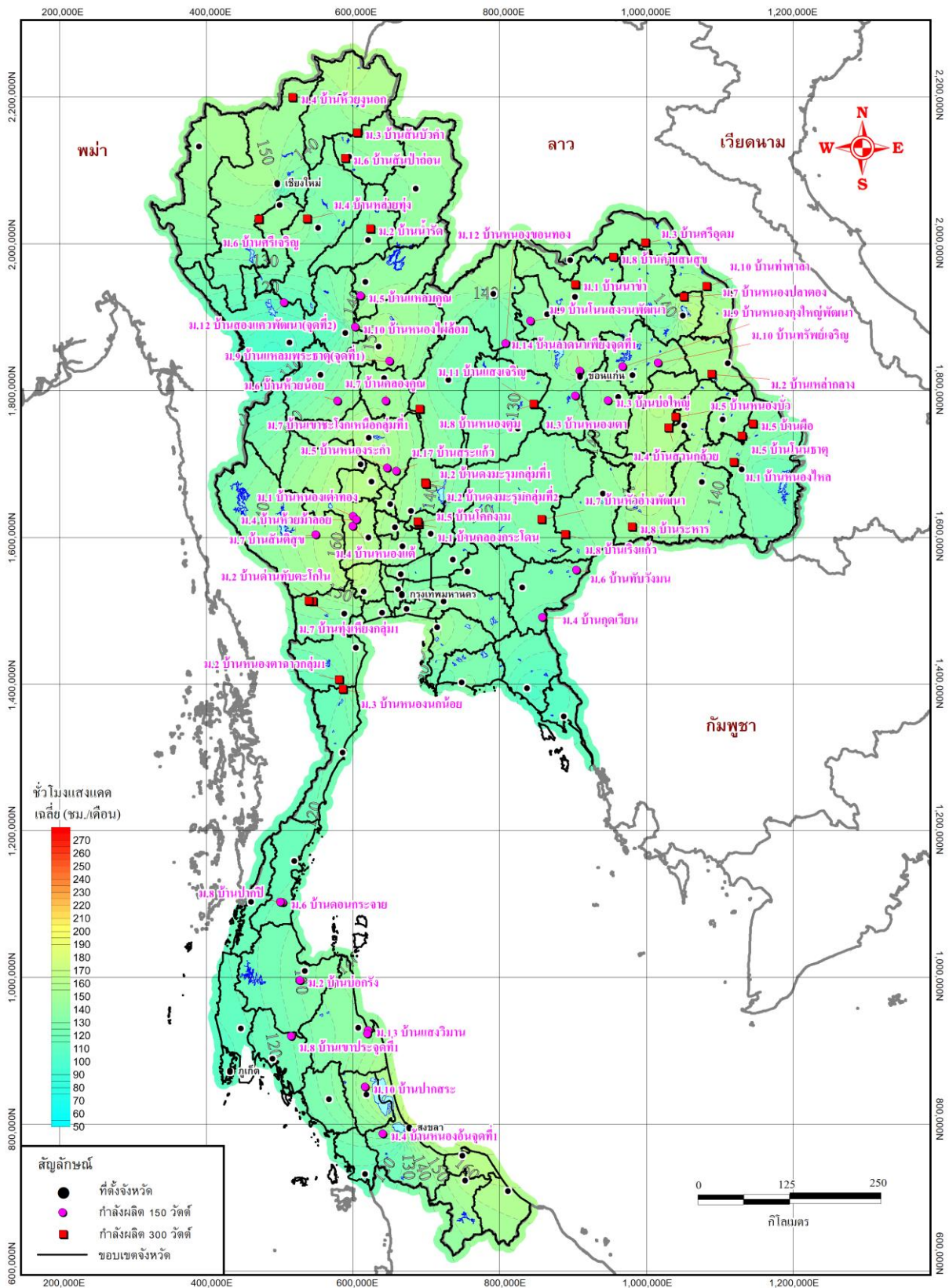
รูปที่ 2.5-6 แผนที่แสดงเส้นช่วงเวลาที่ให้มีแสงอาทิตย์เทียบเท่าของเดือนมิถุนายน



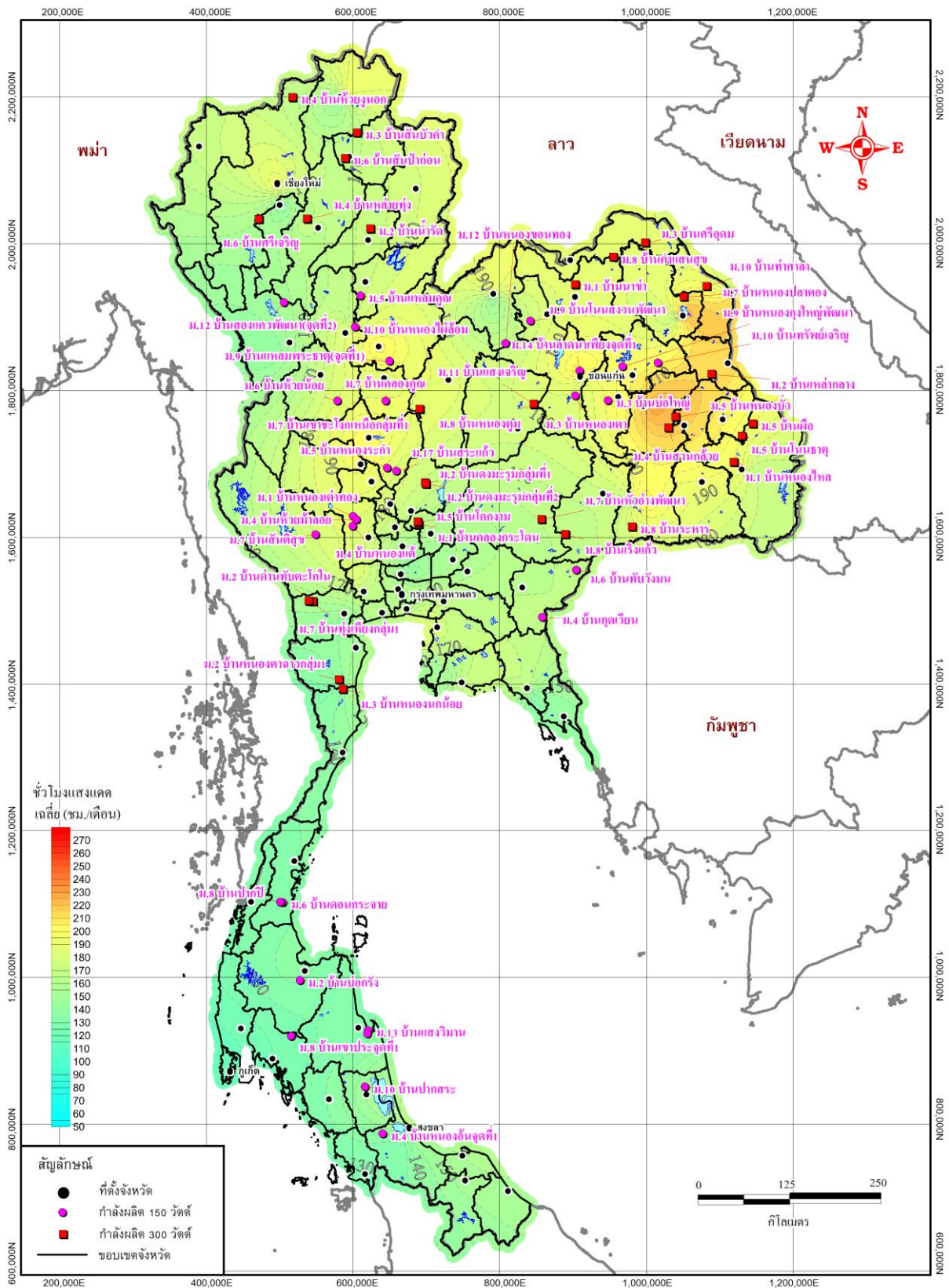
รูปที่ 2.5-7 แผนที่แสดงเส้นช่วงเวลาที่ึมีแสงอาทิตย์เทียบเท่าของเดือนกรกฎาคม



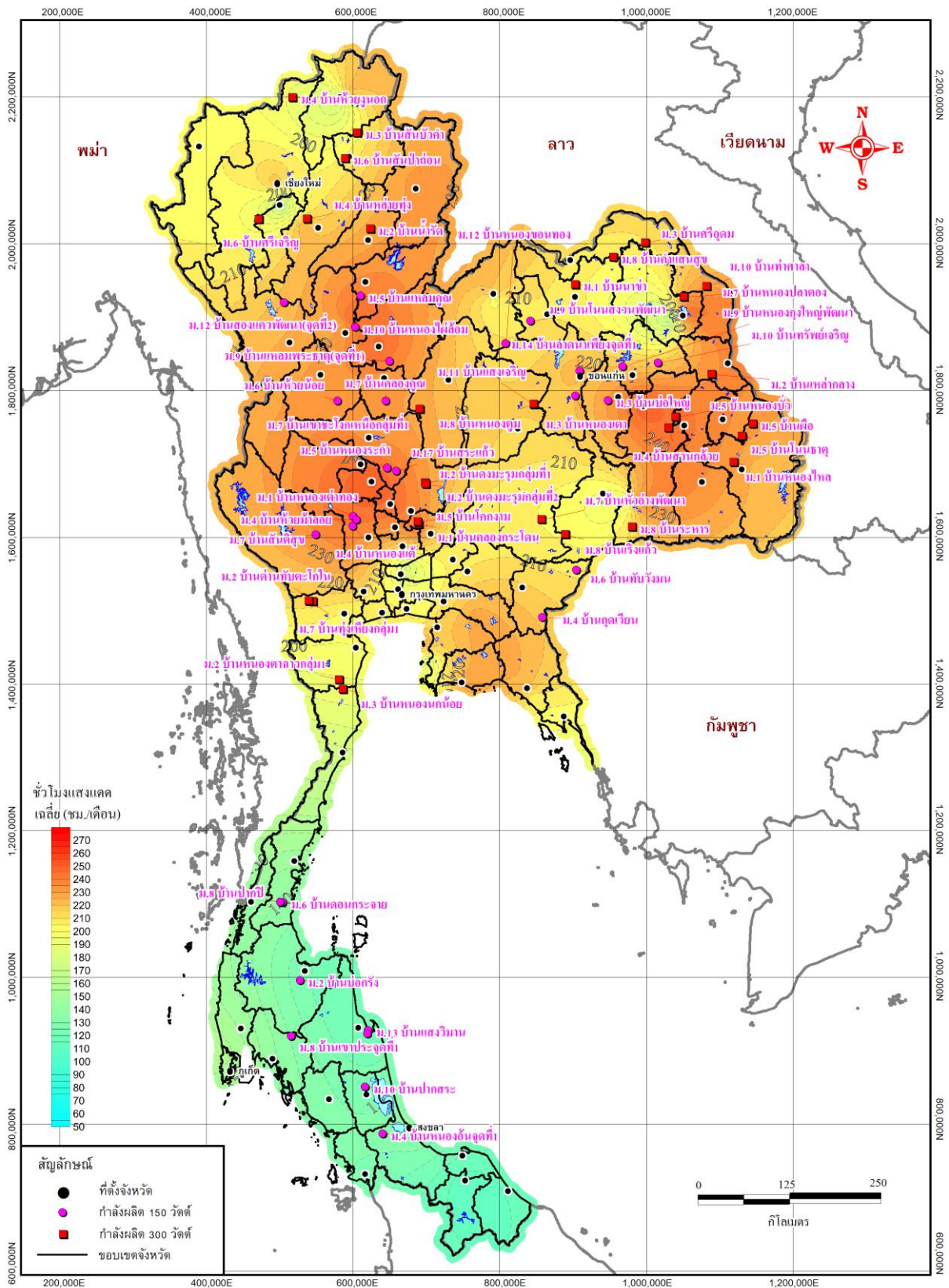
รูปที่ 2.5-8 แผนที่แสดงเส้นช่วงเวลาที่ึมีแสงอาทิตย์เทียบเท่าของเดือนสิงหาคม



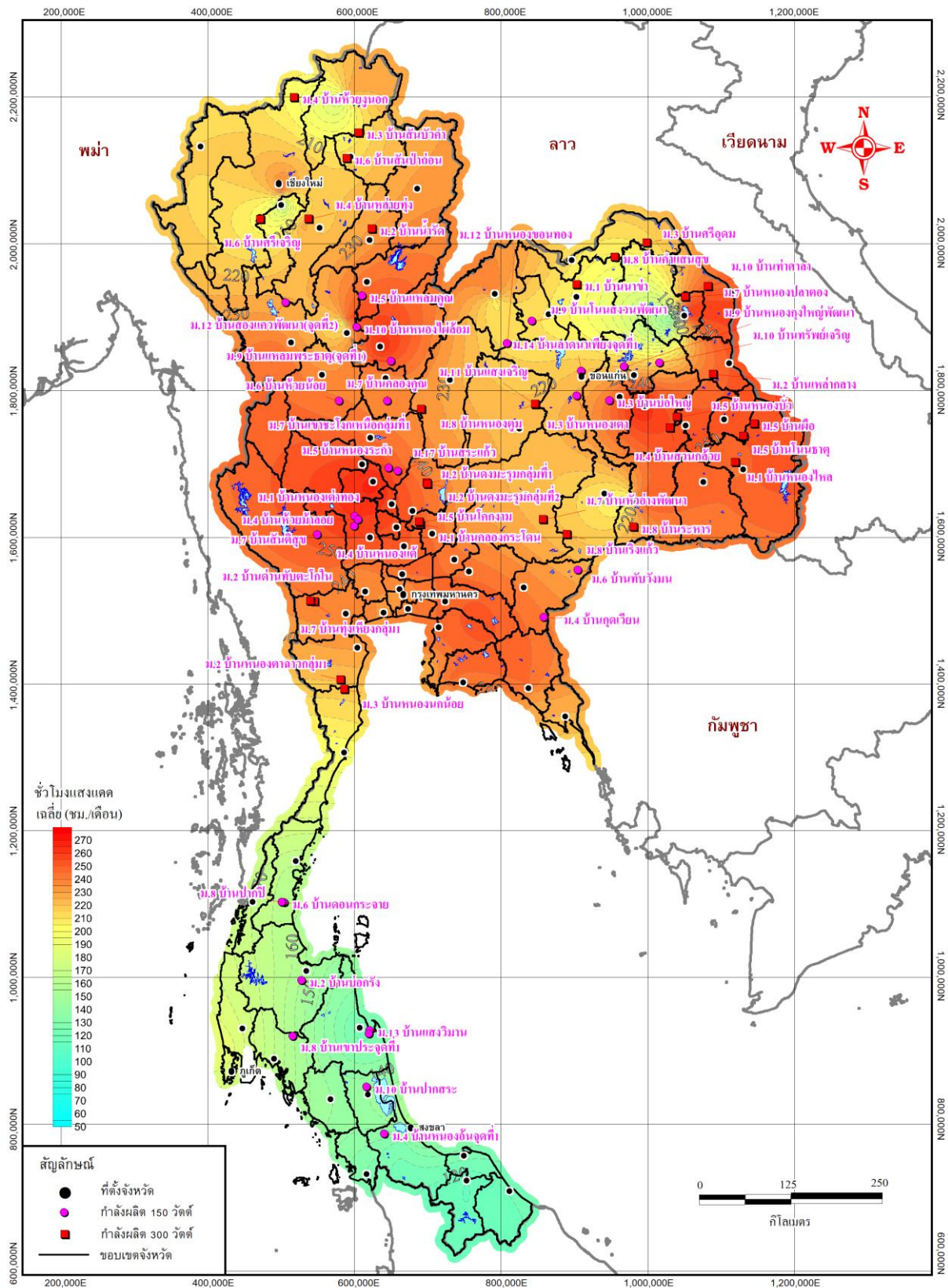
รูปที่ 2.5-9 แผนที่แสดงเส้นช่วงเวลาที่ให้มีแสงอาทิตย์เทียบเท่าของเดือนกันยายน



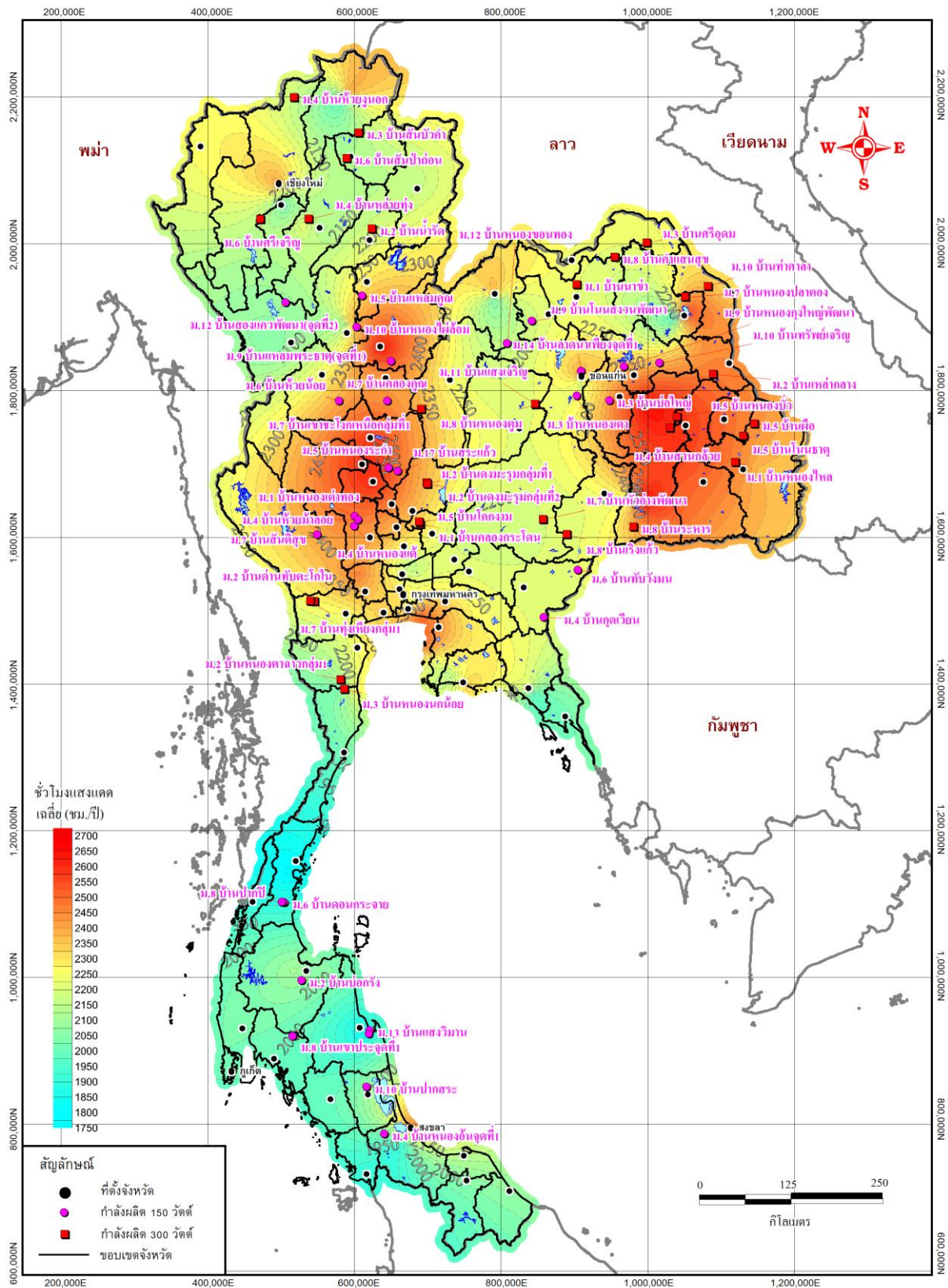
รูปที่ 2.5-10 แผนที่แสดงเส้นช่วงเวลาที่ให้มีแสงอาทิตย์เทียบเท่าของเดือนตุลาคม



รูปที่ 2.5-11 แผนที่แสดงเส้นช่วงเวลาที่ มีแสงอาทิตย์เทียบเท่าของเดือนพฤศจิกายน



รูปที่ 2.5-12 แผนที่แสดงเส้นช่วงเวลาที่ให้มีแสงอาทิตย์เทียบเท่าของเดือนธันวาคม



รูปที่ 2.5-13 แผนที่แสดงเส้นช่วงเวลาที่ึมีแสงอาทิตย์เทียบเท่าของทั้งปี

ตารางที่ 2.5-2 ผลการวิเคราะห์ช่วงเวลาที่มีแสงอาทิตย์ของโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรในพื้นที่ประสบภัยแล้ง ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560
รายเดือนเฉลี่ยและรวมทั้งปีเฉลี่ย

ลำดับ ที่	ชื่อบ้าน	จังหวัด	กำลังผลิต ไฟฟ้า (วัตต์)	จำนวนชั่วโมงแสงแดดรายเดือนเฉลี่ย (ชม.)												ทั้งปี (ชม.)
				ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
1	บ้านสันบัวคำ	เชียงราย	300	225.9	219.3	219.8	225.6	185.2	147.4	117.8	122.0	144.7	171.4	205.7	213.1	2,197.9
2	บ้านห้วยงอก	เชียงใหม่	300	226.9	221.0	221.8	227.0	185.7	148.3	117.9	123.0	143.4	171.2	204.1	213.2	2,203.7
3	บ้านสันป่าถ่อน	พะเยา	300	231.4	220.7	227.4	226.3	182.9	149.7	115.2	120.1	139.5	173.0	210.7	219.9	2,216.9
4	บ้านน้ำรัศ	แพร่	300	236.8	212.4	230.4	225.3	181.6	153.4	115.7	119.0	136.5	173.5	219.0	225.9	2,229.4
5	บ้านหลายทุ่ง	ลำปาง	300	230.7	212.4	232.5	222.2	175.1	153.5	106.7	118.0	138.3	167.5	218.8	223.1	2,198.7
6	บ้านศรีเจริญ	ลำพูน	300	226.2	229.1	233.5	229.7	182.8	148.9	112.7	117.3	135.9	167.5	202.8	214.7	2,201.1
7	บ้านสันติสุข	กาญจนบุรี	150	239.8	228.7	229.2	241.5	195.3	163.2	139.4	135.4	150.4	176.1	222.7	242.8	2,364.4
8	บ้านสระแก้ว	นครสวรรค์	150	239.7	234.7	234.5	245.1	206.3	197.4	155.9	137.1	149.1	182.9	237.5	246.1	2,466.3
9	บ้านหนองระกำ	นครสวรรค์	150	241.5	234.5	236.5	247.7	208.5	191.4	157.1	140.5	151.4	184.8	237.7	249.0	2,480.7
10	บ้านหนองเตาทอง	สุพรรณบุรี	150	240.5	229.3	230.5	243.0	199.2	168.8	144.3	137.5	151.0	178.1	226.9	246.4	2,395.4
11	บ้านห้วยมัลลอย	สุพรรณบุรี	150	240.3	229.0	229.8	242.6	198.5	167.9	143.4	137.1	151.1	177.6	226.3	246.1	2,389.7
12	บ้านหนองแต้	สุพรรณบุรี	150	240.8	229.0	228.4	243.1	197.3	164.3	140.1	136.6	152.6	178.0	226.0	245.9	2,382.1
13	บ้านคลองกระโดน	สระบุรี	300	236.9	223.9	218.5	233.0	192.9	168.9	133.3	121.3	141.9	163.7	233.2	247.3	2,314.9
14	บ้านโคกงาม	สระบุรี	300	236.8	223.8	219.2	232.9	193.0	169.1	134.4	122.6	142.0	164.4	231.6	246.8	2,316.5
15	บ้านดงมะรุ่มกลุ่มที่1	ลพบุรี	300	238.4	227.4	229.1	237.2	198.7	178.0	147.0	134.5	145.0	176.5	227.1	243.0	2,382.0
16	บ้านดงมะรุ่มกลุ่มที่2	ลพบุรี	300	238.2	227.0	228.7	236.7	198.3	177.3	146.7	134.3	144.7	176.1	226.6	242.9	2,377.4
17	บ้านเขาชะงอกเหนือ กลุ่มที่1	เพชรบูรณ์	300	240.7	226.5	234.1	239.7	199.8	169.0	138.5	130.5	142.0	184.0	226.8	237.7	2,369.4

ตารางที่ 2.5-2 ผลการวิเคราะห์ช่วงเวลาที่มีแสงอาทิตย์ของโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรในพื้นที่ประสบภัยแล้ง ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 รายเดือนเฉลี่ยและรวมทั้งปีเฉลี่ย (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อบ้าน	จังหวัด	กำลังผลิต ไฟฟ้า (วัตต์)	จำนวนชั่วโมงแสงแดดรายเดือนเฉลี่ย (ชม.)												ทั้งปี (ชม.)
				ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
18	บ้านทรัพย์เจริญ	กาฬสินธุ์	150	246.7	229.3	234.5	232.8	199.4	173.0	153.1	138.4	148.1	200.6	225.8	234.7	2,416.2
19	บ้านหนองกงใหญ่ พัฒนา	กาฬสินธุ์	150	248.0	230.3	233.5	230.1	197.2	172.5	152.0	138.6	146.4	199.0	227.6	237.0	2,412.2
20	บ้านหนองตา	ขอนแก่น	150	237.7	223.1	222.4	217.0	180.6	157.0	138.7	127.4	138.1	189.8	221.5	225.7	2,279.0
21	บ้านลาดนาเพียงจุดที่1	ขอนแก่น	150	243.6	230.4	238.3	219.7	193.1	158.3	147.9	136.7	147.9	205.7	224.6	221.6	2,367.8
22	บ้านบ่อใหญ่	มหาสาร คาม	150	250.0	231.4	233.0	229.8	197.3	174.9	153.6	140.2	145.9	199.1	229.8	240.5	2,425.5
23	บ้านโนนสงวนพัฒนา	หนองบัว ลำภู	150	238.6	224.6	228.2	223.1	184.7	157.3	131.5	125.4	139.4	180.0	217.6	227.5	2,277.9
24	บ้านหนองขอนแก่น	เลย	150	238.7	224.3	229.0	225.1	186.2	157.6	131.1	125.0	138.6	179.9	218.5	228.7	2,282.7
25	บ้านหัวอ่างพัฒนา	นครราชสีมา	300	237.9	222.8	227.4	227.4	192.7	169.5	147.5	136.8	140.8	176.7	217.2	235.4	2,332.1
26	บ้านแสงเจริญ	ชัยภูมิ	300	240.5	225.3	229.6	226.0	190.5	163.5	141.7	131.7	141.3	187.2	221.7	231.1	2,330.2
27	บ้านหนองตม	ชัยภูมิ	300	240.5	225.3	229.6	226.0	190.5	163.4	141.7	131.7	141.3	187.2	221.7	231.0	2,330.1
28	บ้านระหาร	สุรินทร์	300	240.5	224.6	235.8	230.7	209.9	188.2	169.1	152.0	150.6	189.6	216.3	229.0	2,436.5
29	บ้านแจ้งแก้ว	บุรีรัมย์	300	238.7	223.4	229.2	227.9	194.8	171.6	150.9	139.3	141.9	178.9	217.1	234.4	2,348.2
30	บ้านแสงนิมาน	นครศรี ธรรมราช	150	155.3	216.5	185.5	194.2	161.2	149.5	136.2	147.0	139.0	131.2	122.1	124.2	1,861.9

ตารางที่ 2.5-2 ผลการวิเคราะห์ช่วงเวลาที่มีแสงอาทิตย์ของโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรในพื้นที่ประสบภัยแล้ง ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 รายเดือนเฉลี่ยและรวมทั้งปีเฉลี่ย (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อบ้าน	จังหวัด	กำลังผลิต ไฟฟ้า (วัตต์)	จำนวนชั่วโมงแสงแดดรายเดือนเฉลี่ย (ชม.)												ทั้งปี (ชม.)
				ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
31	บ้านปักปลา	นครศรีธรรมราช	150	154.8	216.4	185.0	193.9	160.9	149.4	135.9	146.8	139.0	131.0	121.8	123.7	1,858.5
32	บ้านบ่อกรัง	สุราษฎร์ธานี	150	209.9	229.0	236.0	209.4	181.3	157.6	155.7	158.8	130.2	137.6	130.7	158.4	2,094.7
33	บ้านดอนกระจ่าย	ชุมพร	150	193.4	218.8	220.5	197.3	146.3	130.0	116.5	130.5	125.2	139.5	150.1	170.9	1,938.9
34	บ้านปากปี	ชุมพร	150	193.5	218.8	220.5	197.2	146.1	129.8	116.3	130.3	125.2	139.5	150.3	171.0	1,938.4
35	บ้านเขาประจูดที่1	กระบี่	150	199.4	227.6	219.9	209.2	175.1	152.0	149.0	152.0	133.1	138.5	143.0	162.7	2,061.4
36	บ้านห้วยน้อย	กำแพงเพชร	150	243.4	226.6	234.9	242.1	199.7	172.2	137.2	131.3	143.3	182.8	228.9	239.5	2,382.0
37	บ้านหนองไผ่ล้อม	สุโขทัย	150	246.3	201.9	224.8	231.9	184.4	171.9	115.6	114.9	132.2	176.7	236.4	233.9	2,270.9
38	บ้านแหลมคูณ	อุดรธานี	150	244.0	209.4	227.3	232.3	186.8	167.9	119.3	118.4	134.9	176.5	231.7	234.1	2,282.5
39	บ้านแหลมพระธาตุ (จุดที่1)	พิษณุโลก	150	248.7	233.1	240.9	253.3	215.8	181.3	142.1	138.5	150.1	193.2	236.8	247.3	2,481.2
40	บ้านคลองคูณ	พิจิตร	150	241.3	226.5	232.6	244.7	205.1	180.3	142.4	135.7	146.3	185.9	230.5	239.2	2,410.5
41	บ้านสองแควพัฒนา (จุดที่2)	ตาก	150	241.8	218.8	230.8	229.6	177.9	155.2	111.1	111.5	129.2	169.3	223.0	231.3	2,229.5
42	บ้านหนองนกน้อย	ประจวบคีรีขันธ์	300	227.9	224.7	223.8	214.2	157.4	135.5	119.6	111.7	119.6	139.5	193.5	218.0	2,085.5
43	บ้านหนองตากจากกลุ่ม1	เพชรบุรี	300	228.7	225.4	226.1	218.1	163.2	138.0	123.7	116.3	123.3	143.8	194.9	219.7	2,121.1

ตารางที่ 2.5-2 ผลการวิเคราะห์ช่วงเวลาที่มีแสงอาทิตย์ของโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรในพื้นที่ประสบภัยแล้ง ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 รายเดือนเฉลี่ยและรวมทั้งปีเฉลี่ย (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อบ้าน	จังหวัด	กำลังผลิต ไฟฟ้า (วัตต์)	จำนวนชั่วโมงแสงแดดรายเดือนเฉลี่ย (ชม.)												ทั้งปี (ชม.)
				ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
44	บ้านดงทับตะโกโน	ราชบุรี	300	236.2	229.4	229.4	238.5	187.8	158.8	137.6	130.6	142.8	163.1	211.2	237.4	2,302.8
45	บ้านทุ่งเหยงกลุ่ม1	ราชบุรี	300	236.1	229.0	229.4	238.1	188.0	159.0	137.9	131.0	142.8	163.8	211.5	237.2	2,303.9
46	บ้านกุดเวียง	สระแก้ว	150	236.4	220.7	224.4	224.4	180.4	156.3	140.7	133.3	132.4	167.9	215.2	237.7	2,269.9
47	บ้านทับวังมน	สระแก้ว	150	238.3	222.9	228.4	227.1	191.5	168.0	148.6	138.1	139.7	176.2	216.4	235.0	2,330.2
48	บ้านท่าศาลา	นครพนม	300	246.7	220.0	218.6	219.6	186.2	155.8	140.4	126.2	143.4	194.9	225.6	239.7	2,317.2
49	บ้านเหล่ากลาง	มุกดาหาร	300	246.6	227.3	231.9	229.2	197.1	169.1	150.8	135.6	145.6	195.9	224.2	235.1	2,388.4
50	บ้านหนองปลาตอง	สกลนคร	300	235.9	221.8	231.7	230.4	191.5	156.3	142.6	128.8	150.9	201.2	216.2	218.9	2,326.2
51	บ้านคำแสนสุข	หนองคาย	300	238.4	223.2	228.7	226.4	189.7	160.7	139.4	129.0	143.0	188.2	218.4	226.9	2,312.0
52	บ้านนาข่า	อุดรธานี	300	239.2	224.4	229.2	225.5	188.5	160.5	137.2	128.6	141.7	185.5	218.9	228.1	2,307.3
53	บ้านศรีอุดม	บึงกาฬ	300	238.7	222.4	227.7	226.0	189.7	160.2	140.4	128.8	143.6	190.0	218.6	227.2	2,313.3
54	บ้านหนองไหล	อุบลราชธานี	300	262.3	238.8	239.6	229.1	206.9	163.2	157.3	137.7	133.0	189.0	227.5	244.7	2,429.1
55	บ้านฝื่อ	ยโสธร	300	255.3	232.7	233.1	225.1	200.6	171.9	156.8	134.4	136.8	186.9	224.9	242.6	2,401.0
56	บ้านหนองบัว	ร้อยเอ็ด	300	260.2	237.3	241.6	239.5	209.6	184.0	163.5	147.7	152.0	208.6	236.6	250.2	2,530.9
57	บ้านสวนกล้วย	ศรีสะเกษ	300	259.6	236.6	241.3	238.6	209.6	185.1	164.1	148.3	151.8	207.3	236.0	249.8	2,528.0
58	บ้านโนนธาตุ	อำนาจเจริญ	300	257.9	234.6	234.3	225.1	202.3	171.6	158.2	134.6	135.1	186.4	225.6	244.1	2,409.7
59	บ้านปากสระ	พิจิตร	150	163.3	234.9	213.3	214.3	188.9	175.1	173.6	178.1	153.2	153.0	129.3	146.5	2,123.6
60	บ้านหนองอันจุดที่1	สงขลา	150	196.9	239.3	228.6	224.6	182.5	142.4	162.8	170.9	142.1	144.5	134.8	141.3	2,110.7

2.6 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำที่คาดว่าจะพัฒนาได้ และค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้

จากช่วงเวลาที่มิแสงอาทิตย์ (ชั่วโมง) ที่ทำการวิเคราะห์สำหรับแต่ละโครงการสูบน้ำฯ สามารถนำมาใช้ในการประเมินปริมาณน้ำที่คาดว่าจะพัฒนาได้โดยใช้ข้อมูลจากการตรวจวัดจริงในสนามของโครงการบ้านหนองตาฉาวกลุ่ม 1 เพื่อเป็นตัวแทนของโครงการขนาด 150 วัตต์ และโครงการบ้านหนองแต่และบ้านห้วยม้าลอย เพื่อเป็นตัวแทนของโครงการขนาด 300 วัตต์ ทำให้สามารถวิเคราะห์ปริมาณน้ำที่คาดว่าจะสามารถพัฒนาได้ของแต่ละโครงการได้ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.6-1 ซึ่งเมื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าความต้องการพลังงานต่อหน่วยน้ำ (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ลบ.ม.) โดยนำมาเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำที่สูบน้ำต่อปี (ลบ.ม.) จะสามารถคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์-ชั่วโมง) และเมื่อคูณด้วยอัตราค่าไฟฟ้า (บาท/หน่วย) สำหรับช่วงเวลา On-Peak คือ 3.7989 บาท/หน่วยไฟฟ้า จะสามารถคำนวณค่าไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ต่อปี ดังแสดงผลการวิเคราะห์ไว้ในตารางที่ 2.6-2

ตารางที่ 2.6-2 ผลการวิเคราะห์ค่าไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ต่อปีของโครงการที่ได้ทำการตรวจวัด

โครงการ	บ้านหนองตาฉาวกลุ่ม 1	บ้านหนองแต่	บ้านห้วยม้าลอย
กำลังผลิตไฟฟ้า (วัตต์)	150	300	300
ความต้องการพลังงานต่อหน่วยน้ำ (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ลบ.ม.)	0.108	0.111	0.108
ปริมาณน้ำที่สูบน้ำต่อปี (ลบ.ม.)	8,261	10,061	10,093
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	894.2	1,119.3	1,095.0
อัตราค่าไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	3.7989	3.7989	3.7989
ค่าไฟฟ้า (บาท/ปี)	3,397	4,252	4,160

จากการวิเคราะห์ไว้ในตารางที่ 2.6-2 พบว่าโครงการที่ใช้แผงโซลาร์เซลล์ขนาด 150 วัตต์ และ 300 วัตต์ มีความต้องการพลังงานต่อหน่วยน้ำ (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ลบ.ม.) ใกล้เคียงกัน โดยมีค่าเฉลี่ยจากทั้ง 3 โครงการที่ได้ไปทำการตรวจวัดเท่ากับ 0.109 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ลบ.ม. และเมื่อนำมาใช้ในการประมาณค่าไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ จะได้ค่าดังแสดงผลไว้ในตารางที่ 2.6-3 ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงพิสัยระหว่าง 3,260 - 4,352 บาท/ปี และมีค่าเฉลี่ยของทั้ง 60 โครงการอยู่ที่ 3,855 บาท/ปี

ซึ่งจากค่าพลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้จากการใช้แผงโซลาร์เซลล์นั้น จะเห็นได้ว่าถ้าเทียบเพียงส่วนของค่าไฟฟ้าเองนั้น ถือว่าไม่สามารถประหยัดเงินได้มากนัก แต่ถ้าเป็นโครงการที่ติดตั้งในพื้นที่ห่างไกลจากเขตส่งไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคแล้ว จะถือว่าสามารถประหยัดค่าขยายเขตไฟฟ้าได้เป็นอย่างมาก นอกจากนั้น ปริมาณน้ำที่สามารถผลิตได้จากโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรในพื้นที่ประสบภัยแล้ง (รูปแบบที่ 3) ปี พ.ศ. 2560 มีปริมาณไม่มากนัก เพียงประมาณ 5 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมงเท่านั้น ดังนั้นเกษตรกรจึงควรใช้น้ำเพื่อการเพาะปลูกพืชที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูง เช่น พืชผัก เป็นต้น จึงจะสามารถใช้น้ำได้อย่างคุ้มค่ากับโครงการที่ทางกรมทรัพยากรน้ำบาดาลได้ลงทุนไป

ตารางที่ 2.6-1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำที่คาดว่าจะสามารถพัฒนาได้รายเดือนเฉลี่ยและรวมทั้งปีเฉลี่ย ของโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรในพื้นที่
ประสพภัยแล้ง ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560

ลำดับ ที่	ชื่อบ้าน	จังหวัด	กำลังผลิต ไฟฟ้า (วัตต์)	ปริมาณน้ำที่สามารถสูบน้ำได้รายเดือนเฉลี่ย (ลูกบาศก์เมตร)												ทั้งปี (ลบ.ม.)
				ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
1	บ้านสันบัวคำ	เชียงราย	300	880	854	856	879	721	574	459	475	563	667	801	830	8,560
2	บ้านหัวงูนอก	เชียงใหม่	300	884	861	864	884	723	578	459	479	559	667	795	831	8,582
3	บ้านสันป่าถ่อน	พะเยา	300	901	859	886	881	712	583	449	468	543	674	821	856	8,634
4	บ้านน้ำรัศ	แพร่	300	922	827	897	877	707	597	451	463	532	676	853	880	8,683
5	บ้านหลายทุ่ง	ลำปาง	300	899	827	905	865	682	598	416	459	538	652	852	869	8,563
6	บ้านศรีเจริญ	ลำพูน	300	881	892	909	895	712	580	439	457	529	652	790	836	8,572
7	บ้านสันติสุข	กาญจนบุรี	150	1,013	966	968	1,020	825	689	589	572	635	744	941	1,025	9,986
8	บ้านสระแก้ว	นครสวรรค์	150	1,013	991	991	1,035	871	834	658	579	630	773	1,003	1,040	10,417
9	บ้านหนองระกำ	นครสวรรค์	150	1,020	990	999	1,046	881	808	664	593	639	781	1,004	1,052	10,478
10	บ้านหนองเตาทอง	สุพรรณบุรี	150	1,016	969	973	1,026	841	713	610	581	638	752	958	1,041	10,118
11	บ้านหัวมัลลอย	สุพรรณบุรี	150	1,015	967	970	1,025	838	709	606	579	638	750	956	1,040	10,093
12	บ้านหนองแต้	สุพรรณบุรี	150	1,017	967	965	1,027	833	694	592	577	645	752	955	1,039	10,061
13	บ้านคลองกระโดน	สระบุรี	300	923	872	851	908	751	658	519	472	553	638	908	963	9,015
14	บ้านโคกงาม	สระบุรี	300	922	872	854	907	752	658	524	478	553	640	902	961	9,022
15	บ้านดงมะรุ่มกลุ่มที่1	ลพบุรี	300	928	886	892	924	774	693	573	524	565	688	884	946	9,277
16	บ้านดงมะรุ่มกลุ่มที่2	ลพบุรี	300	928	884	891	922	772	691	571	523	564	686	883	946	9,259
17	บ้านเขาชะโรงเหนือ กลุ่มที่1	เพชรบูรณ์	300	938	882	912	933	778	658	540	508	553	717	883	926	9,228

ตารางที่ 2.6-1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำที่คาดว่าจะสามารถพัฒนาได้รายเดือนเฉลี่ยและรวมทั้งปีเฉลี่ย ของโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรในพื้นที่
ประสพภัยแล้ง ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อบ้าน	จังหวัด	กำลังผลิต ไฟฟ้า (วัตต์)	ปริมาณน้ำที่สามารถสูบได้รายเดือนเฉลี่ย (ลูกบาศก์เมตร)												ทั้งปี (ลบ.ม.)
				ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
18	บ้านทรัพย์เจริญ	กาฬสินธุ์	150	1,042	968	991	983	842	730	647	584	625	847	954	991	10,205
19	บ้านหนองกงใหญ่ พัฒนา	กาฬสินธุ์	150	1,047	973	986	972	833	729	642	586	618	841	961	1,001	10,188
20	บ้านหนองเตา	ขอนแก่น	150	1,004	942	939	917	763	663	586	538	583	802	935	953	9,626
21	บ้านลาดนาเพียงจุดที่1	ขอนแก่น	150	1,029	973	1,006	928	816	669	625	578	625	869	949	936	10,001
22	บ้านบ่อใหญ่	มหาสาร คาม	150	1,056	977	984	971	833	739	649	592	616	841	970	1,016	10,245
23	บ้านโนนสวนพัฒนา	หนองบัว ลำภู	150	1,008	949	964	942	780	664	555	530	589	760	919	961	9,621
24	บ้านหนองหนองทอง	เลย	150	1,008	948	967	951	786	665	554	528	586	760	923	966	9,641
25	บ้านหัวอ่างพัฒนา	นครราชสีมา	300	927	868	885	886	751	660	575	533	548	688	846	917	9,083
26	บ้านแสงเจริญ	ชัยภูมิ	300	937	878	894	880	742	637	552	513	550	729	863	900	9,075
27	บ้านหนองตม	ชัยภูมิ	300	937	878	894	880	742	636	552	513	550	729	863	900	9,075
28	บ้านระหาร	สุรินทร์	300	937	875	918	898	818	733	659	592	586	738	843	892	9,489
29	บ้านแจ้งแก้ว	บุรีรัมย์	300	930	870	893	888	759	668	588	543	553	697	845	913	9,145
30	บ้านแสงนิมาน	นครศรี ธรรมราช	150	656	915	784	820	681	631	575	621	587	554	516	525	7,864

ตารางที่ 2.6-1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำที่คาดว่าจะสามารถพัฒนาได้รายเดือนเฉลี่ยและรวมทั้งปีเฉลี่ย ของโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรในพื้นที่
ประสาบภัยแล้ง ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อบ้าน	จังหวัด	กำลังผลิต ไฟฟ้า (วัตต์)	ปริมาณน้ำที่สามารถสูบน้ำได้รายเดือนเฉลี่ย (ลูกบาศก์เมตร)												ทั้งปี (ลบ.ม.)
				ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
31	บ้านปักปลา	นครศรี ธรรมราช	150	654	914	781	819	680	631	574	620	587	553	514	522	7,849
32	บ้านป่องรัง	สุราษฎร์ ธานี	150	887	967	997	884	766	666	658	671	550	581	552	669	8,847
33	บ้านดอนกรงาย	ชุมพร	150	817	924	931	833	618	549	492	551	529	589	634	722	8,189
34	บ้านปากปี	ชุมพร	150	817	924	931	833	617	548	491	551	529	589	635	722	8,187
35	บ้านเขาประจูดที่1	กระบี่	150	842	961	929	884	739	642	630	642	562	585	604	687	8,707
36	บ้านหัวน้อย	กำแพง เพชร	150	1,028	957	992	1,023	843	727	580	555	605	772	967	1,012	10,061
37	บ้านหนองไผ่ล้อม	สุโขทัย	150	1,040	853	950	979	779	726	488	485	558	746	998	988	9,592
38	บ้านแหลมคูณ	อุดรดิตถ์	150	1,030	884	960	981	789	709	504	500	570	746	978	989	9,640
39	บ้านแหลมพระธาตุ (จุดที่1)	พิษณุโลก	150	1,050	985	1,018	1,070	912	766	600	585	634	816	1,000	1,045	10,480
40	บ้านคลองคูณ	พัลลิตร	150	1,019	957	982	1,033	866	761	602	573	618	785	974	1,010	10,181
41	บ้านสองแควพัฒนา (จุดที่2)	ตาก	150	1,021	924	975	970	752	655	469	471	546	715	942	977	9,417
42	บ้านหนองนกน้อย	ประจวบ คีรีขันธ์	300	888	875	872	834	613	528	466	435	466	543	753	849	8,122
43	บ้านหนองตาจากกลุ่ม1	เพชรบุรี	300	891	878	881	850	636	537	482	453	480	560	759	856	8,261

ตารางที่ 2.6-1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำที่คาดว่าจะสามารถพัฒนาได้รายเดือนเฉลี่ยและรวมทั้งปีเฉลี่ย ของโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรในพื้นที่
ประสพภัยแล้ง ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อบ้าน	จังหวัด	กำลังผลิต ไฟฟ้า (วัตต์)	ปริมาณน้ำที่สามารถสูบได้รายเดือนเฉลี่ย (ลูกบาศก์เมตร)												ทั้งปี (ลบ.ม.)
				ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
44	บ้านด่านทับตะโกเิน	ราชบุรี	300	920	893	893	929	731	619	536	509	556	635	823	925	8,968
45	บ้านทุ่งเหยงกลุ่ม1	ราชบุรี	300	920	892	893	927	732	619	537	510	556	638	824	924	8,973
46	บ้านกุดเวียง	สระแก้ว	150	998	932	948	948	762	660	594	563	559	709	909	1,004	9,587
47	บ้านทับวังมน	สระแก้ว	150	1,007	941	965	959	809	710	628	583	590	744	914	993	9,842
48	บ้านท่าศาลา	นครพนม	300	961	857	852	855	725	607	547	491	558	759	878	933	9,024
49	บ้านเหล่ากลาง	มุกดาหาร	300	960	885	903	893	767	659	587	528	567	763	873	916	9,302
50	บ้านหนองปลาตอง	สกลนคร	300	919	864	902	897	746	609	555	502	588	784	842	852	9,060
51	บ้านคำแสนสุข	หนองคาย	300	928	869	891	882	739	626	543	502	557	733	851	883	9,004
52	บ้านนาข่า	อุดรธานี	300	931	874	892	878	734	625	534	501	552	722	853	888	8,986
53	บ้านศรีอุดม	บึงกาฬ	300	930	866	887	880	739	624	547	502	559	740	851	885	9,009
54	บ้านหนองไหล	อุบลราชธานี	300	1,021	930	933	892	806	636	613	536	518	736	886	953	9,460
55	บ้านฝื่อ	ยโสธร	300	994	906	908	877	781	669	610	524	533	728	876	945	9,351
56	บ้านหนองบัว	ร้อยเอ็ด	300	1,013	924	941	933	816	717	637	575	592	812	921	974	9,857
57	บ้านสวนกล้วย	ศรีสะเกษ	300	1,011	921	940	929	816	721	639	578	591	808	919	973	9,845
58	บ้านโนนธาตุ	อำนาจเจริญ	300	1,004	913	913	877	788	668	616	524	526	726	878	951	9,385
59	บ้านปากสระ	พิจิตร	150	690	992	901	905	798	740	733	752	647	646	546	619	8,969
60	บ้านหนองอันจุดที่1	สงขลา	150	832	1,011	966	949	771	602	688	722	600	610	570	597	8,915

ตารางที่ 2.6-2 ค่าพลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้จากการใช้แผงโซลาร์เซลล์

ลำดับ ที่	ชื่อบ้าน	หมู่ที่	จังหวัด	สทบ. เขต	กำลังผลิต ไฟฟ้า (วัตต์)	ปริมาณน้ำทั้งปี (ลบ.ม.)	พลังงานต่อหน่วยน้ำ (กิโลวัตต์-ชม./ลบ.ม.)	ค่าไฟฟ้า (บาท/ปี)
1	บ้านสันบัวคำ	3	เชียงราย	1	300	8,560	0.109	3,555
2	บ้านห้วยงูนอก	4	เชียงใหม่	1	300	8,582	0.109	3,564
3	บ้านสันป่าอ่อน	6	พะเยา	1	300	8,634	0.109	3,586
4	บ้านน้ำริด	2	แพร่	1	300	8,683	0.109	3,606
5	บ้านหล่ายทุ่ง	4	ลำปาง	1	300	8,563	0.109	3,556
6	บ้านศรีเจริญ	6	ลำพูน	1	300	8,572	0.109	3,560
7	บ้านสันติสุข	7	กาญจนบุรี	2	150	9,986	0.109	4,148
8	บ้านสระแก้ว	17	นครสวรรค์	2	150	10,417	0.109	4,326
9	บ้านหนองระกำ	5	นครสวรรค์	2	150	10,478	0.109	4,351
10	บ้านหนองเต่าทอง	1	สุพรรณบุรี	2	150	10,118	0.109	4,202
11	บ้านห้วยม้าลอย	4	สุพรรณบุรี	2	150	10,093	0.108	4,160
12	บ้านหนองแต้	4	สุพรรณบุรี	2	150	10,061	0.111	4,252
13	บ้านคลองกระโดน	1	สระบุรี	3	300	9,015	0.109	3,744
14	บ้านโคกงาม	5	สระบุรี	3	300	9,022	0.109	3,747
15	บ้านดงมะรุ่มกลุ่มที่1	2	ลพบุรี	3	300	9,277	0.109	3,853
16	บ้านดงมะรุ่มกลุ่มที่2	2	ลพบุรี	3	300	9,259	0.109	3,845
17	บ้านเขาชะงอกเหนือ กลุ่มที่1	7	เพชรบูรณ์	3	300	9,228	0.109	3,833
18	บ้านทรัพย์เจริญ	10	กาฬสินธุ์	4	150	10,205	0.109	4,238
19	บ้านหนองกุงใหญ่พัฒนา	9	กาฬสินธุ์	4	150	10,188	0.109	4,231
20	บ้านหนองเตา	3	ขอนแก่น	4	150	9,626	0.109	3,998
21	บ้านลาดนาเพียงจุดที่1	14	ขอนแก่น	4	150	10,001	0.109	4,154
22	บ้านบ่อใหญ่	3	มหาสาร คาม	4	150	10,245	0.109	4,255
23	บ้านโนนสงวนพัฒนา	9	หนองบัว ลำภู	4	150	9,621	0.109	3,996
24	บ้านหนองขอนแก่น	12	เลย	4	150	9,641	0.109	4,004
25	บ้านหัวอ่างพัฒนา	7	นครราชสีมา	5	300	9,083	0.109	3,772
26	บ้านแสงเจริญ	11	ชัยภูมิ	5	300	9,075	0.109	3,769
27	บ้านหนองตุม	8	ชัยภูมิ	5	300	9,075	0.109	3,769
28	บ้านระหาร	8	สุรินทร์	5	300	9,489	0.109	3,941
29	บ้านเรียงแก้ว	8	บุรีรัมย์	5	300	9,145	0.109	3,798
30	บ้านแสงวิมาน	13	นครศรี ธรรมราช	6	150	7,864	0.109	3,266

ตารางที่ 2.6-2 ค่าพลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้จากการใช้แผงโซลาร์เซลล์ (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อบ้าน	หมู่ที่	จังหวัด	สทพ. เขต	กำลังผลิต ไฟฟ้า (วัตต์)	ปริมาณน้ำทั้งปี (ลบ.ม.)	พลังงานต่อหน่วยน้ำ (กิโลวัตต์-ชม./ลบ.ม.)	ค่าไฟฟ้า (บาท/ปี)
31	บ้านปักปลา	15	นครศรี ธรรมราช	6	150	7,849	0.109	3,260
32	บ้านบ่อกรัง	2	สุราษฎร์ ธานี	6	150	8,847	0.109	3,674
33	บ้านดอนกระจาย	6	ชุมพร	6	150	8,189	0.109	3,401
34	บ้านปากปี	8	ชุมพร	6	150	8,187	0.109	3,400
35	บ้านเขาประจุดที่1	8	กระบี่	6	150	8,707	0.109	3,616
36	บ้านห้วยน้อย	6	กำแพง เพชร	7	150	10,061	0.109	4,178
37	บ้านหนองไผ่ล้อม	10	สุโขทัย	7	150	9,592	0.109	3,984
38	บ้านแหลมคุณ	5	อุตรดิตถ์	7	150	9,640	0.109	4,004
39	บ้านแหลมพระธาตุ(จุด ที่1)	9	พิษณุโลก	7	150	10,480	0.109	4,352
40	บ้านคลองคุณ	7	พิจิตร	7	150	10,181	0.109	4,228
41	บ้านสองแควพัฒนา(จุด ที่2)	12	ตาก	7	150	9,417	0.109	3,911
42	บ้านหนองนกน้อย	3	ประจวบ คีรีขันธ์	8	300	8,122	0.109	3,373
43	บ้านหนองตาฉาวกลุ่ม1	2	เพชรบุรี	8	300	8,261	0.108	3,397
44	บ้านด่านทับตะโกใน	2	ราชบุรี	8	300	8,968	0.109	3,725
45	บ้านทุ่งเหยงกลุ่ม1	7	ราชบุรี	8	300	8,973	0.109	3,726
46	บ้านกุดเวียง	4	สระแก้ว	9	150	9,587	0.109	3,982
47	บ้านทับวังมน	6	สระแก้ว	9	150	9,842	0.109	4,088
48	บ้านท่าศาลา	10	นครพนม	10	300	9,024	0.109	3,748
49	บ้านเหล่ากลาง	2	มุกดาหาร	10	300	9,302	0.109	3,863
50	บ้านหนองปลาตอง	7	สกลนคร	10	300	9,060	0.109	3,763
51	บ้านคำแสนสุข	8	หนองคาย	10	300	9,004	0.109	3,740
52	บ้านนาข่า	1	อุดรธานี	10	300	8,986	0.109	3,732
53	บ้านศรีอุดม	3	บึงกาฬ	10	300	9,009	0.109	3,742
54	บ้านหนองไหล	1	อุบลราชธานี	11	300	9,460	0.109	3,929
55	บ้านผือ	5	ยโสธร	11	300	9,351	0.109	3,884
56	บ้านหนองบัว	5	ร้อยเอ็ด	11	300	9,857	0.109	4,094
57	บ้านสวนกล้วย	4	ศรีสะเกษ	11	300	9,845	0.109	4,089
58	บ้านโนนธาตุ	5	อำนาจเจริญ	11	300	9,385	0.109	3,898
59	บ้านปากสระ	10	พัทลุง	12	150	8,969	0.109	3,725
60	บ้านหนองอันจุดที่1	4	สงขลา	12	150	8,915	0.109	3,703

2.7 สภาพธรณีวิทยาและอุทกธรณีวิทยาของพื้นที่ที่ตรวจวัด

2.7.1 บ้านหนองตาฉาวกลุ่ม 1

1) สภาพธรณีวิทยา

จากแผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดเพชรบุรี (กรมทรัพยากรธรณี, 2550) พบว่าพื้นที่ศึกษาบ้านหนองตาฉาวกลุ่ม 1 และบริเวณใกล้เคียง (ดูรูปที่ 2.7-1) ประกอบด้วยตะกอน (Sediments) ตกทับถมบนหินแข็ง (Rocks) ซึ่งสามารถจำแนกตามชนิดตะกอน หิน และอายุทางธรณีวิทยา ดังต่อไปนี้

1.1) ตะกอนน้ำพารูปพัด (Alluvial Fan Deposit, Qaf) ยุคควอเทอนารี (Quaternary) ประกอบด้วยกรวด ทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว ทับถมสะสมตามพื้นที่ท้องน้ำและการไหลของมวลในการสร้างเนินรูปพัด บริเวณขอบแอ่ง กรวดทรายที่พบมักจะมีลักษณะค่อนข้างมน ปกคลุมเป็นร่องแนวเหนือ-ใต้ ทางตอนเหนือของพื้นที่ศึกษา

1.2) ตะกอนเศษหินเชิงเขาและตะกอนผุอยู่กับที่ (Colluvium Deposit, Qc) ตกทับถมในยุคควอเทอนารี ประกอบด้วยกรวด ทราย ทรายแป้ง สีลาแลง และเศษหิน กรวดทรายที่พบมักจะมีลักษณะเหลี่ยม ปกคลุมบริเวณตอนกลาง ตะวันออก และแนวเหนือ-ใต้ในบริเวณหุบเขาด้านตะวันตกของพื้นที่

1.3) หินตะกอนคาร์บอเนต (Carbonate Rock, Pr) ยุคเพอร์เมียน (Permian) ประกอบด้วยหินปูน หินปูนเนื้อโดโลไมต์ มีหินเชิร์ตแทรกเป็นก้อนและเป็นชั้น พบซากฟอสซิลชนิด หอยแบรคิโอปอด ปะการัง และไบรโอซัว ในหินโดโลไมต์ วางตัวแนวเหนือ-ใต้ ด้านตะวันตกของพื้นที่

1.4) หินตะกอนยุคเพอร์โม-คาร์บอนิเฟอรัส (Permo-Carboniferous Rock, CPk-1) ประกอบด้วยหินดินดาน สีเทาเข้มถึงดำ หินทราย การัดขนาดไม่ดี หินโคลนปนกรวด สีเทาเข้ม วางตัวแนวเหนือ-ใต้ กระจายบริเวณตอนกลาง-ตะวันตกของพื้นที่

1.5) หินตะกอนยุคเพอร์โม-คาร์บอนิเฟอรัส (Permo-Carboniferous Rock, CPk) ประกอบด้วยหินโคลนปนกรวด หินดินดาน หินทรายแป้ง หินเชิร์ต หินทรายเนื้อภูเขาไฟ หินทรายเนื้อซิลิกา สีเทา เทาเขียว และน้ำตาล มีซากหอยแบรคิโอปอด ไบรโอซัว ปะการัง และไครนอยด์ วางตัวแนวเหนือ-ใต้ บริเวณระหว่าง CPk-1

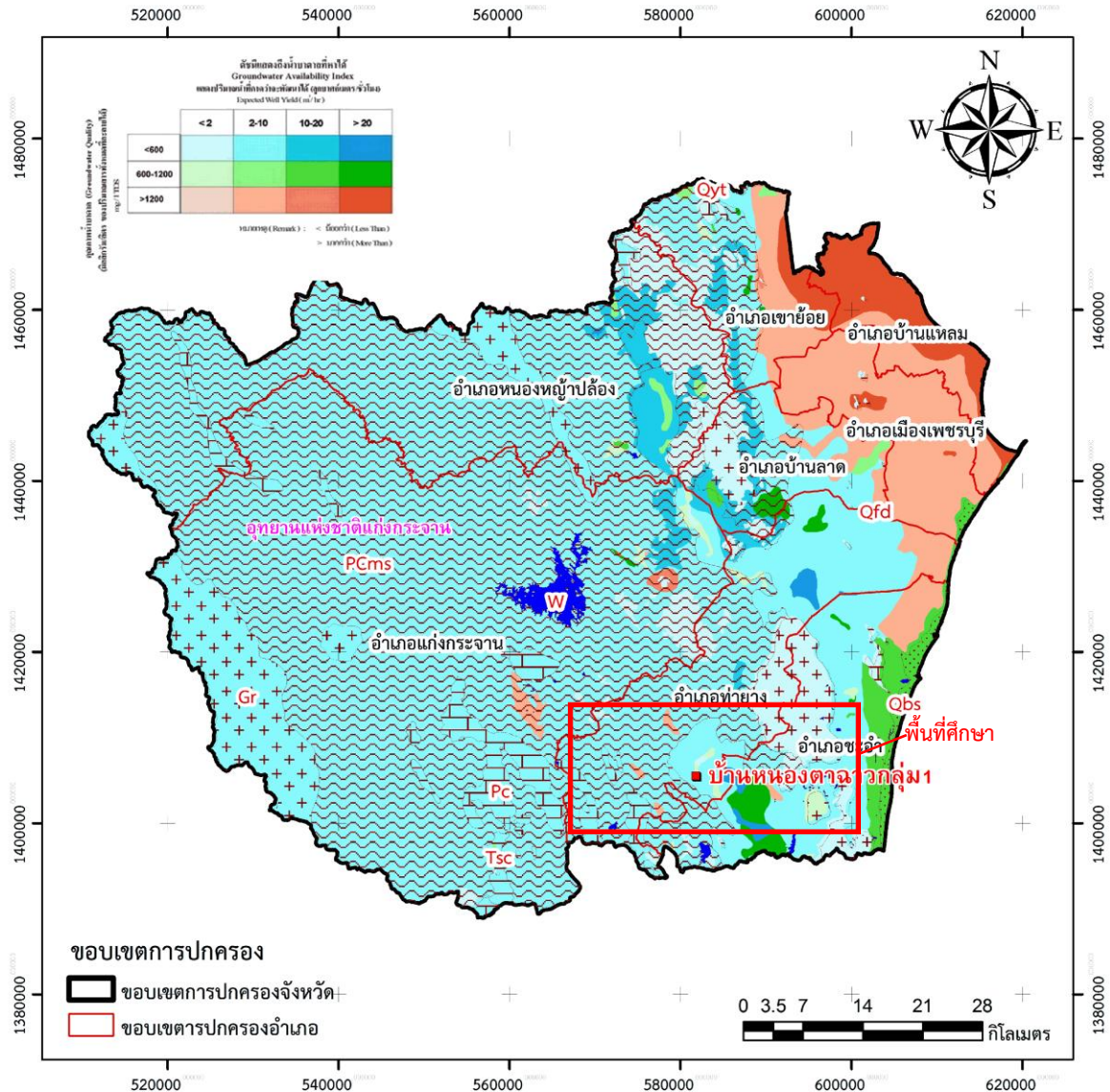
1.6) หินอัคนี (Igneous Rock, Kgr) ยุคครีเทเชียส (Cretaceous) ประกอบด้วยหินไบโอไทต์ ฮอร์เบลนด์แกรนิต มัสโคไวต์แกรนิต ผลึกขนาดเท่าๆ กัน และผลึกเนื้อดอก หินแกรโนไดโอไรต์ วางตัวแนวเหนือ-ใต้ ด้านตะวันออกของพื้นที่

โครงสร้างทางธรณีวิทยา เป็นชั้นหินคดโค้ง (Fold) วางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งเกิดจากอิทธิพลของหินแกรนิต (Kgr) ที่มีอายุอ่อนกว่า ดินหิน CPk, CPk-1 และ Pr ที่มีอายุแก่กว่า ส่วนใหญ่รอยเลื่อน (Fault) และรอยแตก (Fracture) จะวางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้

2) สภาพอุทกธรณีวิทยา

จากแผนที่อุทกธรณีวิทยาจังหวัดเพชรบุรี (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล) พบว่าพื้นที่ศึกษา (ดูรูปที่ 2.7-2) ประกอบด้วยชั้นน้ำบาดาลหินร่วน (Unconsolidated Aquifer) และชั้นน้ำบาดาลหินแข็ง (Consolidated Aquifer) ชั้นน้ำบาดาลของบ้านหนองตาฉาวกลุ่ม 1 และบริเวณใกล้เคียง ที่เจาะและ

แผนที่แสดงปริมาณและคุณภาพน้ำบาดาลจังหวัดเพชรบุรี



คำอธิบาย

- [Qfd] ชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนน้ำพา
- [Obs] ชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนทรายชายหาด
- [Qyt] ชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนตะพักน้ำยุคใหม่
- [Tsc] ชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนหินร่วนกึ่งแข็งตัว
- [Pc] ชั้นหินอุ้มน้ำหินคาร์บอนเตอายุเพอร์เมียน
- [PCms] ชั้นหินอุ้มน้ำหินชั้นกึ่งแปรอายุเพอร์เมียน คาร์บอนิเฟอรัส
- [Gr+] ชั้นหินอุ้มน้ำหินแกรนิต
- [W] แหล่งน้ำ

รูปที่ 2.7-2 แผนที่อุทกธรณีวิทยาจังหวัดเพชรบุรีและประมาณขอบเขตพื้นที่ศึกษา

พัฒนาขึ้นมาใช้ จะมีความลึก ประมาณ 20-130 ม. ซึ่งสามารถจำแนกประเภทชั้นน้ำบาดาลตามชนิดตะกอน หิน และอายุทางธรณีวิทยา ดังนี้

2.1) ชั้นน้ำบาดาลตะกอนน้ำพา (Floodplain Deposit Aquifer, Qfd) ยุคควอเทอร์นารี ประกอบด้วยกรวด ทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว ที่ตกตะกอนทับถมในบริเวณที่ราบที่น้ำป่าหรือท่วมถึงปกคลุมบริเวณตอนกลาง และตะวันออกของพื้นที่ โดยจะได้ปริมาณน้ำ 2-20 ม³/ชม. คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี ยกเว้นบางพื้นที่ จะพบสารละลายได้รวมในน้ำ (Total Dissolved Solids, TDS) ค่อนข้างสูง มีค่า 600-1,200 มก./ลิตร

2.2) ชั้นน้ำบาดาลหินปูน (Carbonate Aquifer, Pc) ยุคเพอร์เมียน ประกอบด้วยหินปูนและโดโลไมต์ กระจายเป็นหย่อมในบริเวณตะวันตกเฉียงใต้ของพื้นที่ จะพบน้ำบาดาลที่กักเก็บตามรอยแตกหรือโพรงในชั้นหิน โดยทั่วไปพบปริมาณน้ำ 2-10 ม³/ชม. บางจุดอาจพบปริมาณน้ำ มากกว่า 10 ม³/ชม. คุณภาพน้ำค่า TDS น้อยกว่า 600 มก./ลิตร แต่ส่วนใหญ่จะเป็นน้ำที่มีความกระด้างสูง (high hardness)

2.3) ชั้นน้ำบาดาลหินตะกอนกึ่งหินแปร (Meta-Sedimentary Rock Aquifer, PCms) ยุคเพอร์โม-คาร์บอนิเฟอรัส ประกอบด้วยหินดินดาน หินทราย และหินโคลนปนกรวด พบในบริเวณตะวันตกและประมาณตอนกลางของพื้นที่ น้ำบาดาลที่กักเก็บตามรอยแตกในชั้นหิน หรือรอยต่อระหว่างชั้นหิน โดยทั่วไปพบปริมาณน้ำ 2-10 ม³/ชม. บางจุดอาจพบปริมาณน้ำ มากกว่า 10 ม³/ชม. คุณภาพน้ำค่า TDS น้อยกว่า 600 มก./ลิตร แต่มีโอกาสธาตุเหล็กประกอบในน้ำสูง

2.4) ชั้นน้ำบาดาลหินแกรนิต (Granitic Rock Aquifer, Gr) ยุคครีเทเชียส ประกอบด้วยหินแกรนิต พบในบริเวณตะวันออก และตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่ น้ำบาดาลจะกักเก็บตามรอยแตกในชั้นหิน โดยทั่วไปพบปริมาณน้ำ น้อยกว่า 2 ม³/ชม. บางจุดอาจไม่พบน้ำ คุณภาพน้ำดี

2.7.2 บ้านห้วยม้าลอย บ้านหนองเต้

1) สภาพธรณีวิทยา

จากแผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดสุพรรณบุรี (กรมทรัพยากรธรณี, 2550) พบว่าพื้นที่ศึกษาบ้านหนองเต้าทอง บ้านห้วยม้าลอย บ้านหนองเต้ และบริเวณใกล้เคียง (ดูรูปที่ 2.7-3) ประกอบด้วยตะกอน (Sediments) ตกทับถมบนหินแข็ง (Rocks) ซึ่งสามารถจำแนกตามชนิดตะกอน หิน และอายุทางธรณีวิทยา ดังต่อไปนี้

1.1) ตะกอนธารน้ำพา (Flood Plain Deposit, Qa) ยุคควอเทอร์นารี ประกอบด้วยกรวด ทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว สะสมตามร่องน้ำ ค้นดินแม่น้ำ และแอ่งน้ำท่วมถึง กรวดทรายที่พบมักจะมีลักษณะค่อนข้างมนถึงมน ตกทับถมปกคลุมเป็นบริเวณกว้างทางด้านใต้ และด้านตะวันออกของพื้นที่ศึกษา

1.2) ตะกอนน้ำพารูปพัด (Alluvial Fan Deposit, Qaf) ยุคควอเทอร์นารี ประกอบด้วยกรวด ทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว สะสมตามพื้นที่องน้ำและการไหลของมวลในการสร้างเนินรูปพัด บริเวณขอบแอ่ง กรวดทรายที่พบมักจะมีลักษณะค่อนข้างมน ปกคลุมเป็นร่องแนวเหนือ-ใต้ ทางตอนเหนือของพื้นที่ศึกษา

1.3) ตะกอนเศษหินเชิงเขาและตะกอนผุอยู่กับที่ (Colluvium Deposit, Qc) ตกทับถมในยุคควอเทอนารี ประกอบด้วยกรวด หินทราย หินทรายแป้ง ศิลาแลง และเศษหิน กรวดทรายมักจะมีลักษณะเหลี่ยม พบที่ตะวันตกเฉียงใต้ของพื้นที่

1.4) ตะกอนตะพักลำน้ำ (Terrace Deposit, Qt) ยุคควอเทอนารี ประกอบด้วยกรวด หินทราย หินทรายแป้ง และศิลาแลง วางตัวในแนวตะวันตก-ตะวันออก บริเวณตะวันตกเฉียงเหนือของพื้นที่

1.5) หินแปรยุคไซลูเรียน-ดีโวเนียน (SD) ประกอบด้วยหินฟิลไลต์ หินฟิลไลต์เนื้อคาร์บอน และหินฟิลไลต์เนื้อซิลิกา กระจายเป็นหย่อมเล็กๆด้านเหนือของพื้นที่

1.6) หินปูนยุคออร์โดวิเซียน (O) ประกอบด้วยหินปูนเนื้อดินและหินปูน สีเทาและสีชมพู หินปูนเนื้อโดโลไมต์และหินอ่อน แทรกสลับด้วยหินดินดาน เนื้อปูนผสมหินดินดานปนทราย มีซากหอย งวงช้าง หอยแบรคิโอพอด และไทรโลไบต์ พบเป็นหย่อมด้านตะวันตกเฉียงใต้ของพื้นที่

โครงสร้างทางธรณีวิทยา ชั้นหินมีการวางตัวลักษณะโค้ง ประมาณเหนือ-ใต้ ทับถมด้วยตะกอนหนาในยุคควอเทอนารี

2) สภาพอุทกธรณีวิทยา

จากแผนที่อุทกธรณีวิทยาจังหวัดสุพรรณบุรี (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล) พบว่าพื้นที่ศึกษา (ดูรูปที่ 2.7-4) ประกอบด้วยชั้นน้ำบาดาลหินร่วน (Unconsolidated Aquifer) เป็นส่วนใหญ่ และรองรับด้วยชั้นน้ำบาดาลหินแข็ง (Consolidated Aquifer) ชั้นน้ำบาดาลของบ้านหนองเต่าทอง บ้านห้วยม้าลอย บ้านหนองแต้ และบริเวณใกล้เคียง ที่เจาะและพัฒนาขึ้นมาใช้ จะมีความลึก ประมาณ 30-300 ม. ซึ่งสามารถจำแนกประเภทชั้นน้ำบาดาลตามชนิดตะกอน หิน และอายุทางธรณีวิทยา ดังนี้

2.1) ชั้นน้ำบาดาลตะกอนน้ำพา (Floodplain Deposit Aquifer, Qfd) ยุคควอเทอนารี ประกอบด้วยกรวด หินทราย หินทรายแป้ง และดินเหนียว ตกตะกอนทับถมในบริเวณที่ราบที่น้ำป่าหรือท่วมถึง ปกคลุมบริเวณตอนกลาง และตะวันออกของพื้นที่ โดยทั่วไปพบปริมาณน้ำ 2-20 ม³/ชม. ด้านตะวันออกจะพบปริมาณน้ำสูงกว่า 20 ม³/ชม. คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี ยกเว้นบางแห่งทางใต้ของพื้นที่ มีโอกาสพบน้ำบาดาล ค่า TDS สูงกว่า 1,200 มก./ลิตร

2.2) ชั้นน้ำบาดาลตะกอนตะพักน้ำ (Terrace Deposit Aquifer, Qt) ยุคควอเทอนารี ประกอบด้วยกรวด หินทราย หินทรายแป้ง และดินเหนียว ที่ตกตะกอนทับถมในบริเวณตะพักลำน้ำ พบเป็นหย่อมที่ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ และตะวันตกเฉียงใต้ของพื้นที่ โดยทั่วไปพบปริมาณน้ำน้อยกว่า 2 ม³/ชม. อาจพบปริมาณน้ำสูงกว่า 2 ม³/ชม. หากเจาะพบชั้นกรวดทรายที่หนา คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี

2.3) ชั้นน้ำบาดาลหินปูน (Carbonate Aquifer, Ols) ยุคออร์โดวิเซียน ประกอบด้วยหินปูน และโดโลไมต์ พบเป็นหย่อมที่บริเวณตะวันตกเฉียงใต้ของพื้นที่ จะพบน้ำบาดาลที่กักเก็บตามรอยแตกหรือโพรงในชั้นหิน โดยทั่วไปพบปริมาณน้ำ 2-10 ม³/ชม. บางจุดอาจพบปริมาณน้ำ มากกว่า 10 ม³/ชม. คุณภาพน้ำค่า TDS น้อยกว่า 600 มก./ลิตร แต่มักจะมีความกระด้างสูง

บทที่ 3

การประเมินประสิทธิภาพ และความเสถียรภาพ

บทที่ 3

การประเมินประสิทธิภาพและความเสถียรภาพ

3.1 รูปแบบของการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยโซลาร์เซลล์

ด้วยกระแสการตื่นตัวกับสถานะโลกร้อน ที่ต้องการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ประกอบกับประเทศไทยต้องการลดการพึ่งพาการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ ทางรัฐบาลจึงได้มอบหมายให้กระทรวงพลังงาน จัดทำแผนการพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก ทดแทนการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลอย่างน้อยให้ได้ 25% ภายใน 10 ปี (2555-2564) เพื่อกำหนดกรอบและทิศทางการพัฒนาพลังงานทดแทนของประเทศขึ้นมา อันจะเป็นการช่วยลดการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศได้ทางหนึ่ง และช่วยกระจายความเสี่ยงในการจัดหาเชื้อเพลิงเพื่อการผลิตไฟฟ้ามากขึ้น โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ

พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นพลังงานจากธรรมชาติ ที่มีความสะอาดปราศจากมลพิษ ซึ่งเวลานี้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายทั่วโลก เป็นพลังงานทดแทนที่มีศักยภาพสูง สามารถนำมาใช้อย่างไม่หมดสิ้น โดยเฉพาะการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาผลิตไฟฟ้า ซึ่งจะเข้ามาช่วยเสริมความมั่นคงให้ระบบไฟฟ้าของประเทศไทยและยังช่วยลดปัญหาโลกร้อนได้อีกทางหนึ่งด้วย

ปัจจุบันการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ อาจจำแนกได้ 2 ประเภทหลักๆ ได้แก่ การผลิตไฟฟ้าด้วยแผงโซลาร์เซลล์ และการผลิตไฟฟ้าด้วยความร้อนจากแสงอาทิตย์ ซึ่งการผลิตไฟฟ้าด้วยแสงอาทิตย์ที่สามารถนำมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับประเทศไทย คือ การใช้โซลาร์เซลล์ (solar cell) ซึ่งเป็นอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยการ นำสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิคอน ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อผลิตให้เป็นแผ่นบางบริสุทธิ์ ซึ่งดูดกลืนพลังงานแสงอาทิตย์แล้วเปลี่ยนเป็นพาหะนำไฟฟ้า ทันทีที่แสงตกกระทบบนแผ่นเซลล์ จะเกิดการถ่ายเทพลังงานระหว่างกัน พลังงานจากแสงอาทิตย์จะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้าขึ้นในสารกึ่งตัวนำ สามารถต่อกระแสไฟฟ้าง่ายๆไปใช้งานได้

จากหลักการทำงานดังกล่าว ทำให้เกิดการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานจากโซลาร์เซลล์ขึ้นกันเป็นจำนวนมาก โดยใช้เทคโนโลยีที่แตกต่างกันออกไป ตามชนิดของสารหลักที่ใช้ในการผลิตโซลาร์เซลล์ ซึ่งปัจจุบันนิยมใช้กันอยู่ 2 กลุ่มใหญ่

1. เซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำประเภทซิลิคอน

แบ่งตามลักษณะของผลึกที่เกิดขึ้น แบบที่เป็นรูปผลึก (Crystalline) และแบบที่ไม่เป็นรูปผลึก (Amorphous)

- แบบผลึกเดี่ยว (Mono Crystalline) เป็นโซลาร์เซลล์ชนิดแรกๆ ที่ได้รับการผลิตและจัดจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ มีลักษณะเป็นแผ่นซิลิคอนหนาประมาณ 300 ไมครอน หรือที่เรียกว่าเวเฟอร์ มีสีดำนลักษณะแข็งและบางมาก เห็นเป็นเนื้อเดียว ประสิทธิภาพการแปลงพลังงานสูง มีประสิทธิภาพประมาณ 15-24 % แต่ก็มีต้นทุนที่สูงตาม ดังรูปที่ 3.2-1

- แบบผลึกรวม (Poly Crystalline) เป็นโซลาร์เซลล์ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อลดต้นทุนของโซลาร์เซลล์แบบผลึกเดี่ยว โดยยังคงคุณสมบัติและประสิทธิภาพการใช้งานใกล้เคียงกับแบบผลึกเดี่ยวมากที่สุด มีสีน้ำเงินเข้ม เห็นเป็นลาย ประสิทธิภาพการแปลงพลังงานต่ำกว่าแบบผลึกเดี่ยวเล็กน้อย แต่ต้นทุนการผลิตต่ำกว่ามาก โดยมีประสิทธิภาพประมาณ 10-17 % มีข้อดีเหมือนเซลล์แบบผลึกเดี่ยว จึงได้รับความนิยมสูง ดังรูปที่ 3.2-2

- แบบที่ไม่เป็นรูปผลึก ได้แก่ ชนิดฟิล์มบางอะมอร์ฟัสซิลิคอน (Amorphous หรือ Thin Film) เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่ได้รับการคิดค้นและพัฒนาขึ้น เพื่อประหยัดต้นทุนและเวลาในการผลิต เนื่องจากเป็นฟิล์มบางเพียง 0.5 ไมครอน น้ำหนักเบาและมีความยืดหยุ่นกว่าแบบผลึก เหมาะกับการใช้ในโครงการโรงไฟฟ้าขนาดใหญ่ มีประสิทธิภาพประมาณ 5-13 % ดังรูปที่ 3.2-3

2. โซลาร์เซลล์ที่ทำจากสารประกอบที่ไม่ใช่ซิลิคอน

เป็นโซลาร์เซลล์ที่มีประสิทธิภาพสูงถึง 25% ขึ้นไป เช่น แกลเลียม อาร์เซไนต์ แคดเมียมเทลลูไรด์ และ คอปเปอร์ อินเดียม ไดเซเลไนต์ เป็นต้น มีราคาสูงมาก จึงไม่นิยมนำมาใช้บนพื้นโลก เหมาะนำไปใช้งานสำหรับดาวเทียมและระบบรวมแสงเป็นส่วนใหญ่

3. การผลิตไฟฟ้าด้วยโซลาร์เซลล์

การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยโซลาร์เซลล์ แบ่งออกเป็น 3 ระบบ

3.1 การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยโซลาร์เซลล์แบบอิสระ (PV Stand-alone system)

เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ได้รับการออกแบบสำหรับใช้งานในพื้นที่ชนบทที่ไม่มีระบบสายส่งไฟฟ้า อุปกรณ์ระบบที่สำคัญประกอบด้วยแผงโซลาร์เซลล์ อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ แบตเตอรี่ และอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับแบบอิสระ ดังรูปที่ 3.2-4

3.2 การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยโซลาร์เซลล์แบบต่อกับระบบจำหน่าย (PV Grid connected system)

เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ถูกรออกแบบสำหรับผลิตไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ เข้าสู่ระบบสายส่งไฟฟ้าโดยตรง ใช้ผลิตไฟฟ้าในเขตเมือง หรือพื้นที่ที่มีระบบจำหน่ายไฟฟ้าเข้าถึง อุปกรณ์ระบบที่สำคัญประกอบด้วยแผงโซลาร์เซลล์ อุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับชนิดต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า ดังรูปที่ 3.2-5

3.3 การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยโซลาร์เซลล์แบบผสมผสาน (PV Hybrid system)

เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ถูกรออกแบบสำหรับทำงานร่วมกับอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าอื่นๆ เช่น ระบบโซลาร์เซลล์กับพลังงานลม และเครื่องยนต์ดีเซล ระบบโซลาร์เซลล์กับพลังงานลม และไฟฟ้าพลังน้ำ เป็นต้น โดยรูปแบบระบบจะขึ้นอยู่กับกรอกแบบตามวัตถุประสงค์โครงการเป็นกรณีเฉพาะ ดังรูปที่ 3.2-6



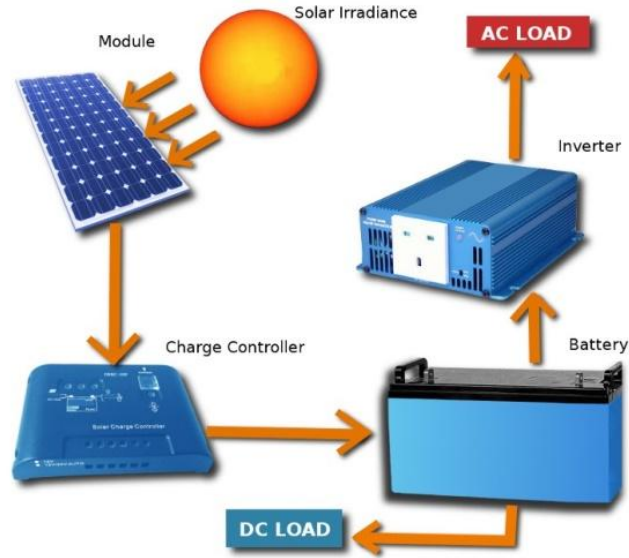
รูปที่ 3.2-1 แบบผลึกเดี่ยว (Mono Crystalline)



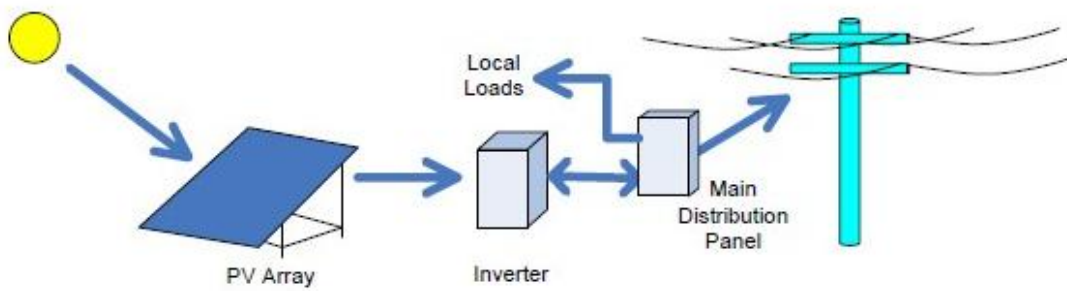
รูปที่ 3.2-2 แบบผลึกรวม (Poly Crystalline)



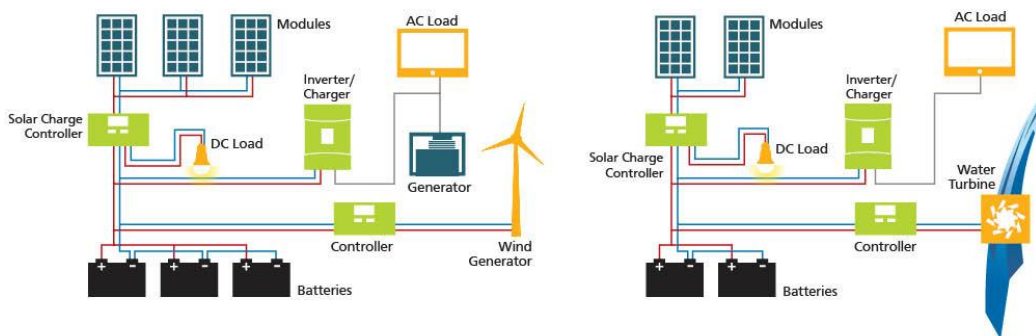
รูปที่ 3.2-3 แบบไม่เป็นรูปผลึก (Amorphous)



รูปที่ 3.2-4 PV Stand-alone system



รูปที่ 3.2-5 PV Grid connected system



รูปที่ 3.2-6 PV Hybrid system

3.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์

3.2.1 ปัจจัยทางด้านพื้นที่และตำแหน่งที่ตั้ง

1) ตำแหน่งการติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์

โดยทั่วไปตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์นี้คือบริเวณพื้นที่โล่งแจ้ง ปราศจากเงาของต้นไม้หรือเงาของวัตถุใดๆ ก็ตามที่สามารถบังแสงอาทิตย์ได้ ซึ่งการบังแสงอาทิตย์จะส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์ลดลง โดยคำแนะนำทั่วไปสำหรับพื้นที่ที่จะติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์นี้ควรเป็นบริเวณที่โล่งแจ้งสามารถรับแสงอาทิตย์ได้โดยไม่มีกรบดบังแสงในช่วงเวลา 9 โมงเช้าถึงบ่าย 4 โมงในแต่ละวัน

2) ทิศทางในการตั้งแผงโซลาร์เซลล์

ประเทศไทยซึ่งตั้งอยู่ซีกโลกเหนือนั้น ควรหันหน้าของแผงโซลาร์เซลล์ไปทางทิศใต้ โดยดวงอาทิตย์จะเคลื่อนที่จากทิศตะวันออกไปทางทิศตะวันตกโดยเคลื่อนที่อ้อมทิศใต้ นอกจากนี้ความลาดเอียงของแผงโซลาร์เซลล์ควรมีความลาดชันประมาณ 15- 20 องศากับพื้นดินเพื่อทำให้แสงอาทิตย์กระทบตั้งฉากกับแผงโซลาร์เซลล์ในช่วงเที่ยงให้มากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้

3) พื้นที่สำหรับติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์

การเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้านี้มีการใช้เนื้อที่ในการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ค่อนข้างมาก โดยเนื้อที่ที่ต้องการติดตั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ต้องการและประสิทธิภาพของแผงโซลาร์เซลล์ ถ้าต้องการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ให้ได้ประสิทธิภาพที่ดีควรเผื่อพื้นที่ว่างไว้ในพื้นที่ที่ติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ประมาณ 20% ของพื้นที่ที่จะติดตั้ง

3.2.2 ปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมและแผงโซลาร์เซลล์

แผงโซลาร์เซลล์นั้นผู้ผลิตจะแสดงค่าการผลิตกำลังไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์โดยแสดงเป็นค่ามาตรฐานค่าหนึ่ง ค่าดังกล่าวคือ Standard Test Conditions (STC) ค่า STC นี้เป็นค่ากำลังการผลิตกำลังไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์ที่ความเข้มแสงอาทิตย์ตกกระทบ 1,000 วัตต์/ตารางเมตร และที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ในสภาพอากาศโปร่งและนิ่ง (Clear sky) โดยปกติจะแสดงค่าในรูปแบบดังตัวอย่างนี้ 100 Watts solar module (100 Watts of power output under STC)

แต่การติดตั้งเพื่อใช้งานจริงนั้นมีปัจจัยหลายๆ อย่างที่ทำให้ความสามารถในการผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ได้จริงน้อยกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดให้มา ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตพลังงานไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์มีดังนี้

1) อุณหภูมิ

อุณหภูมิถือเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการผลิตกำลังไฟฟ้า ถ้าอุณหภูมิของแผงยิ่งสูงจะทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตกำลังไฟฟ้าลดลง โดยทั่วไปผลกระทบด้านความร้อนของแผงพลังงานแสงอาทิตย์นี้ส่งผลให้ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าลดลงเหลือประมาณ 89% ของค่า STC ($f_{temp} = 0.89$)

2) ฝุ่นและความสกปรกของแผงโซลาร์เซลล์

แผงโซลาร์เซลล์เมื่อใช้ไประยะหนึ่งจะมีฝุ่นละอองหรือคราบสกปรกมาเบียดบนหน้าแผงซึ่งปัจจัยนี้ส่งผลให้ความสามารถในการรับแสงอาทิตย์ลดลงทำให้ศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าลดลงตามไปด้วย โดยทั่วไปผลกระทบที่เกิดจากสิ่งสกปรกและฝุ่นละอองนี้ทำให้ความสามารถในการผลิตไฟฟ้าลดลงเหลือประมาณ 93% ของค่า STC ($f_{dirt} = 0.93$)

3) การต่อของแผงโซลาร์เซลล์ที่ไม่สม่ำเสมอและการสูญเสียในสายไฟ

จากการทดสอบประสิทธิภาพของแผงโซลาร์เซลล์ที่ประกอบกันเป็นแถวเทียบกับแผงโซลาร์เซลล์เดี่ยวๆ พบว่าที่จำนวนแผงที่เท่ากันประสิทธิภาพในการผลิตพลังงานไฟฟ้าของแผงที่ต่อกันเป็นแถวมีค่าน้อยกว่าประสิทธิภาพของแผงเดี่ยวๆ รวมกัน นอกจากนี้ความต้านทานในสายไฟทำให้เกิดการสูญเสียของพลังงานไฟฟ้าขึ้นได้ โดยทั่วไปการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าจากการต่อแผงที่ไม่สม่ำเสมอและสูญเสียภายในสายไฟทำให้ประสิทธิภาพของการผลิตไฟฟ้าลดลงเหลือ 95% ของค่า STC ($f_{mis} = 0.95$)

4) การเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าจาก DC เป็น AC

พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงโซลาร์เซลล์นั้นเป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง (DC) แต่อุปกรณ์ที่ใช้โดยปกติส่วนใหญ่ใช้พลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ดังนั้นไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงนั้นต้องผ่านตัวแปลงกระแสไฟหรือเรียกว่า Inverter เพื่อแปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับก่อนเสมอ การแปลงกระแสไฟฟ้านี้ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานขึ้นส่วนหนึ่ง โดยทั่วไปการสูญเสียพลังงานเนื่องจากการแปลงกระแสไฟฟ้านี้ทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าลดลงเหลือประมาณ 90% ของค่า STC ($f_{inv} = 0.90$)

3.3 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์

คุณสมบัติทางไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์ ส่วนที่สำคัญที่ต้องนำมาพิจารณาในการออกแบบระบบและการจัดหาอุปกรณ์เพื่อป้องกันมิให้เกิดการเสียหายกับอุปกรณ์ที่จะนำมาต่อร่วมกันเพื่อสร้างระบบการผลิตไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ มีส่วนที่สำคัญ ดังนี้

- Peak Power (P max) กำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผงโซลาร์เซลล์ มีหน่วยเป็น วัตต์ (W)
- Operating Voltage (Vmp) แรงดันไฟฟ้าในขณะที่ต่อกับโหลด มีหน่วยเป็น โวลต์ (V)
- Operating Current (Imp) กระแสไฟฟ้าในขณะที่ต่อโหลด มีหน่วยเป็น แอมป์ (A)
- Open Circuit Voltage (Voc) แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด มีหน่วยเป็น โวลต์ (V)
- Short Circuit Current (Isc) กระแสไฟฟ้าลัดวงจร มีหน่วยเป็น แอมป์ (A)

โดยสามารถดูได้จากคุณสมบัติทางไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์ตามคุณลักษณะของโรงงานผู้ผลิต ที่จะจัดทำมาใช้งาน ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 3.3-1 สำหรับแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 150 และ 300 วัตต์ ที่ติดตั้งในโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรรูปแบบที่ 3



รูปที่ 3.3-1 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 150 และ 300 วัตต์ ที่ติดตั้งในโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรรูปแบบที่ 3

3.4 การต่อแผงโซลาร์เซลล์

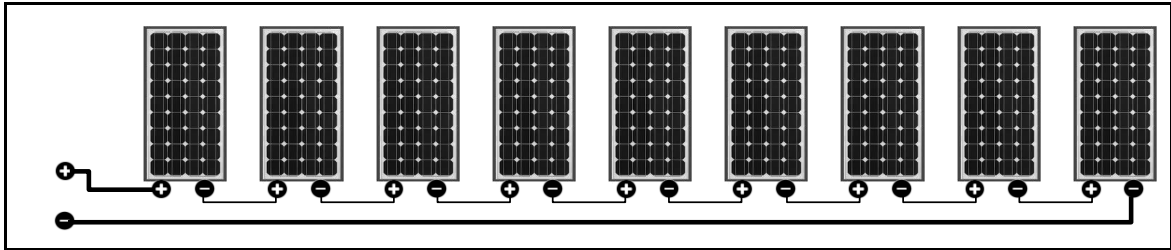
แผงโซลาร์เซลล์ที่มีจำหน่ายโดยทั่วไปจะทำเป็นแผงหรือเรียกว่าโมดูล (PV Module) โดยโมดูลประกอบไปด้วยโซลาร์เซลล์หลายๆ เซลล์มาประกอบเข้าด้วยกัน แล้วใช้กระจกเป็นแผ่นปิดด้านบน ส่วนด้านล่างจะปิดด้วยวัสดุที่เหมาะสมตามที่โรงงานผลิต ซึ่งจะช่วยป้องกันโซลาร์เซลล์จากความชื้น การขีดข่วน การแตกหักจากการกระแทก ขนาดของแผงโซลาร์เซลล์ จะบอกขนาดเป็น วัตต์ (Watt) เช่น 40 W, 80 W, 150 W, 300 W เป็นต้น ส่วนค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC Volts) ของแผงโซลาร์เซลล์ จะต้องดูจากคุณสมบัติทางไฟฟ้าของแต่ละผู้ผลิตตามรุ่น ยี่ห้อ นั้นๆ โดยทั่วไปที่มีจำหน่ายจะให้แรงดันไฟฟ้าใช้งานอยู่ที่ 12 Volts หรือ 24 Volts ส่วนแรงดันสูงสุดขณะต่อกับโหลดจะมีค่าสูงกว่าแรงดันใช้งาน เช่น แผงโซลาร์เซลล์ ขนาด 80 W แรงดันใช้งานจะเป็น 12 Volts แต่จะให้แรงดันสูงสุดขณะต่อโหลดประมาณ 18 Volts ส่วนแผงโซลาร์เซลล์ ขนาด 280 W แรงดันใช้งานจะเป็น 24 Volts แต่จะให้แรงดันสูงสุดขณะต่อโหลดประมาณ 35 โวลต์ การออกแบบระบบการผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ เราสามารถนำแผงโซลาร์เซลล์มาต่อกันแบบอนุกรมหรือแบบขนานหรือแบบผสมผสาน เพื่อให้ได้ขนาดแรงดันและกระแสตามความต้องการ โดยการออกแบบเราต้องพิจารณาค่าแรงดันสูงสุดที่ แผงโซลาร์เซลล์สามารถจ่ายออกมาได้ รวมทั้งความสามารถทนแรงดันสูงสุดในระบบของแผงโซลาร์เซลล์ ซึ่งแต่ละรุ่นอาจไม่เท่ากัน จะต้องดูจากคุณสมบัติทางไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์ตาม รุ่น ยี่ห้อ นั้นๆ ที่เราจะจัดหามาใช้งาน

การออกแบบ การต่อแผงโซลาร์เซลล์ร่วมกันหลายๆ โมดูล มีความสำคัญต่อการกำหนดคุณลักษณะของอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในระบบและอุปกรณ์ป้องกันต่างๆ ความสำคัญอยู่ที่การกำหนดค่าแรงดัน (Volts) และ กระแส (I) สำหรับระบบผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ เพื่อให้การเลือกอุปกรณ์มาประกอบกันเพื่อใช้งาน

และทำงานได้อย่างสมบูรณ์ไม่เกิดการเสียหาย รวมทั้งการเลือกอุปกรณ์ที่มีการผลิตจำหน่ายในท้องตลาดให้
ตอบสนองความต้องการการใช้งานได้มากที่สุด

3.4.1 การต่อโมดูลโซลาร์เซลล์แบบอนุกรม

การต่อโมดูลหรือแผงโซลาร์เซลล์แบบอนุกรม จะทำให้ได้ค่าแรงดันของโซลาร์เซลล์เพิ่มขึ้นตาม
จำนวนของแผงที่ต่อร่วมกัน เช่น ใช้แผงโซลาร์เซลล์ ขนาด 12 โวลต์ จำนวน 2 ชุด มาต่ออนุกรมจะได้
แรงดันเป็น 24 โวลต์ โดยหลักการต่อได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.4.1-1



รูปที่ 3.4.1-1 การต่อโมดูลโซลาร์เซลล์แบบอนุกรม

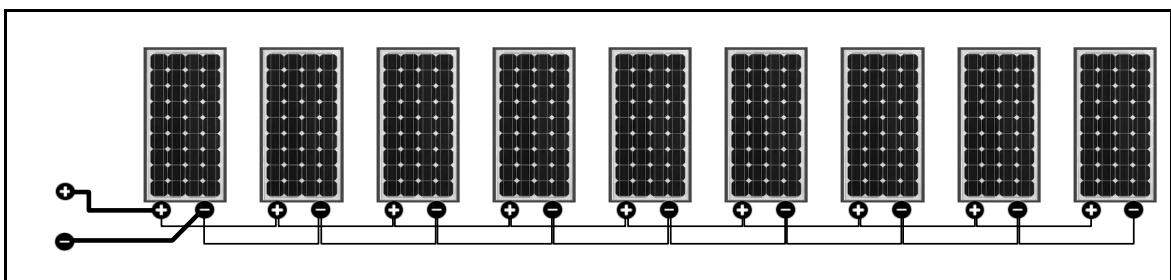
$$\text{โวลต์รวมของระบบ} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6 + V_7 + V_8 + V_9 = 9V$$

$$\text{กระแสรวมของระบบ} = I_1 = I_2 = I_3 = I_4 = I_5 = I_6 = I_7 = I_8 = I_9 = I$$

การต่อโซลาร์เซลล์แบบอนุกรม สามารถต่อเพื่อให้มีค่าแรงดันเพิ่มสูงขึ้นตามความต้องการของ
ผู้ออกแบบ แต่ต้องไม่สูงเกินค่า Maximum System Voltage ตามคุณสมบัติทางไฟฟ้า ที่กำหนดของแต่ละ
ยี่ห้อ รุ่น สำหรับการต่อโซลาร์เซลล์ (PV Module) แบบอนุกรม ในกรณีที่นำโมดูลโซลาร์เซลล์ ที่จ่าย
กระแสไม่เท่ากันมาต่อร่วมกัน กระแสรวมที่ได้จะมีค่าเท่ากับกระแสของโมดูลโซลาร์เซลล์ ที่จ่ายกระแสได้ต่ำ
ที่สุด

3.4.2 การต่อโมดูลโซลาร์เซลล์แบบขนาน

การต่อแผงโซลาร์เซลล์แบบขนาน จะทำให้ได้ค่าแรงดันของระบบมีค่าแรงดันไฟฟ้าเท่ากับค่า
แรงดันไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์โมดูลที่นำมาต่อขนานกัน เช่น กรณีที่ใช้โมดูลที่มีค่าแรงดันไฟฟ้าเท่ากันมา
ต่อกันจะให้แรงดันไฟฟ้าเท่าเดิม แต่ได้ค่ากระแสเพิ่มขึ้นตามจำนวนของโมดูลที่ต่อร่วมกัน เช่น ใช้แผงโซลาร์
เซลล์ ขนาด 280 W แรงดันไฟฟ้าใช้งาน 24 โวลต์ กระแสสูงสุด 8 แอมป์ จำนวน 3 แผง เมื่อนำมาต่อแบบ
ขนานกันจะได้ค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ กระแสสูงสุดจะได้เพิ่มเป็น 24 แอมป์ โดยหลักการต่อ
ได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.4.2-1



รูปที่ 3.4.2-1 การต่อโมดูลโซลาร์เซลล์แบบขนาน

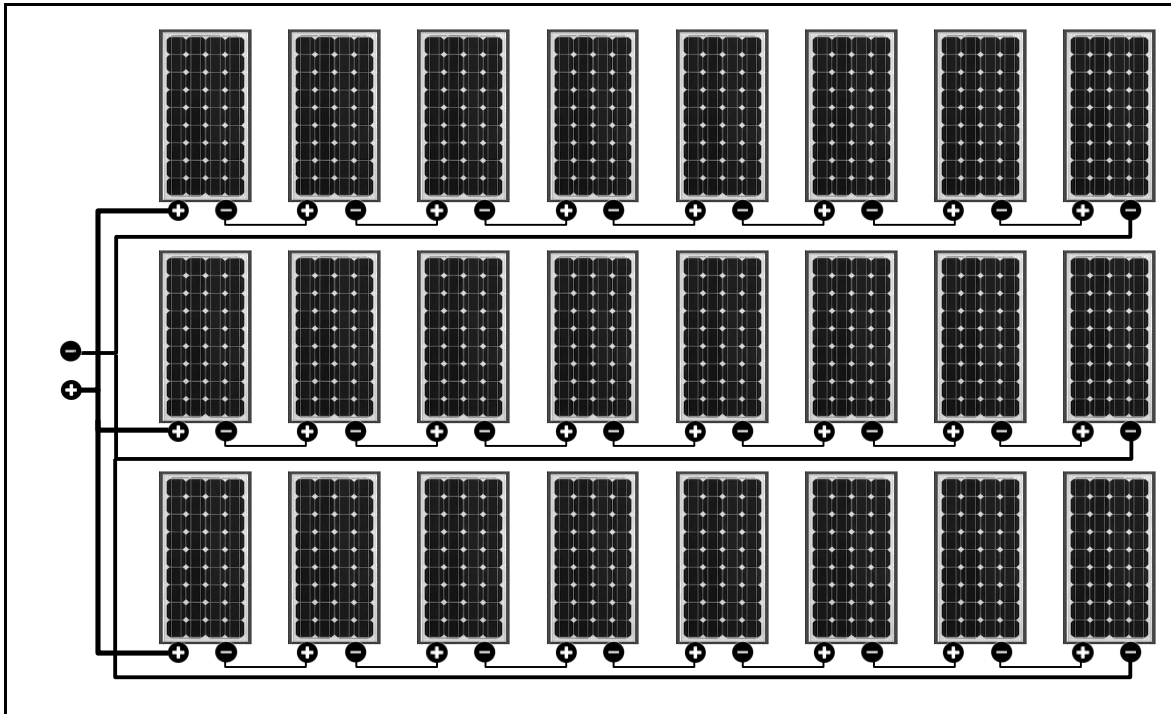
$$\text{โวลต์รวมของระบบ} = V_1 = V_2 = V_3 = V_4 = V_5 = V_6 = V_7 = V_8 = V_9 = V$$

$$\text{กระแสรวมของระบบ} = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6 + I_7 + I_8 + I_9 = 9I$$

ดังนั้นการต่อแผงโซลาร์เซลล์แบบขนาน ควรจะต้องใช้แผงที่มีค่าแรงดันไฟฟ้าเท่ากัน ในการต่อใช้งานในระบบ มิเช่นนั้นกระแสไฟฟ้าของแผงที่มีค่าแรงดันมากกว่าจะไหลไปเข้าแผงที่มีแรงดันน้อยกว่า จนทำให้แผงที่มีแรงดันน้อยกว่าเป็นโหลดในระบบได้ แต่ก็มีวิธีการแก้ไขโดยการต่อไดโอดเพื่อป้องกันกระแสไหลย้อนกลับเข้าแผงโซลาร์เซลล์ ไว้ทุกแผงโซลาร์เซลล์ที่ต่อขนานกันในระบบ การต่อไดโอดยังเป็นวิธีป้องกันการกรณีที่แผงโซลาร์เซลล์บางแผงได้รับแสงอาทิตย์ไม่เท่ากันซึ่งจะส่งผลให้ค่าแรงดันของแผงโซลาร์เซลล์ ไม่เท่ากันได้ทำให้บางแผงกลายเป็นโหลดของระบบ

3.4.3 การต่อโมดูลโซลาร์เซลล์แบบผสมผสาน

การต่อโซลาร์เซลล์ (PV Module) แบบผสม เป็นการต่อร่วมกันระหว่างแบบอนุกรมกับแบบขนาน เพื่อเพิ่มแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า ตามขนาดที่ต้องการของผู้ออกแบบระบบใช้งาน โดยใช้หลักการของการต่อแบบอนุกรมและแบบขนาน มาต่อร่วมกัน ส่วนการคำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าและค่ากระแส ยังใช้หลักการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าทั่วๆไปคือ การต่อแบบขนานแรงดันไฟฟ้าจะเท่าเดิมกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้น การต่อแบบอนุกรมจะให้ค่าแรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้นส่วนค่ากระแสเท่าเดิม การต่อร่วมกันแบบผสมผสานก็จะต้องหาค่าผลรวมของระบบเป็นส่วนตัวๆ ไป ดังแสดงตัวอย่างการต่อแผงโซลาร์เซลล์ 150 วัตต์/แผง ได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.4.3-1



รูปที่ 3.4.3-1 ลักษณะการต่อแผงโซลาร์เซลล์ของโครงการขนาด 150 วัตต์/แผง

$$\text{โวลต์รวมของระบบ} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6 + V_7 + V_8 + V_9 = 9V \text{ (แบบอนุกรม)}$$

$$\text{กระแสรวมของระบบ} = I_1 + I_2 + I_3 = 3I \text{ (แบบขนาน)}$$

3.5 อุปกรณ์สำคัญของระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์แบบอิสระ

1) แผงโซลาร์เซลล์ (Solar Cell) หรือ (PV Module)

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ได้โดยตรง การกำหนดค่าแรงดันและกระแส สามารถออกแบบได้ตั้งข้อมูลที่ได้กล่าวมาข้างต้น

2) เครื่องควบคุมการประจุแบตเตอรี่ (Charge controller)

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าที่ได้จากแผงโซลาร์เซลล์มาเก็บสะสมไว้ในแบตเตอรี่โดยออกแบบวงจรควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าให้เหมาะสมกับขนาดของแบตเตอรี่ เพื่อยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ รวมถึงควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าออกจากแบตเตอรี่ผ่านเครื่องควบคุมด้วยโดยหลักการทำงาน คือ เมื่อประจุกระแสไฟฟ้าเข้าสู่แบตเตอรี่จนเต็มจะหยุดหรือลดการประจุกระแสไฟฟ้าน้อยลง (รวมทั้งจะออกแบบให้ตัดการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า กรณีต่อไฟฟ้าใช้งานผ่านเครื่องควบคุมการประจุแบตเตอรี่ ในกรณีที่แรงดันของแบตเตอรี่ลดลงต่ำกว่าค่าที่กำหนดด้วย) ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์จะใช้เครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าในกรณีที่มีการเก็บพลังงานไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่เท่านั้น

3) แบตเตอรี่ (Battery)

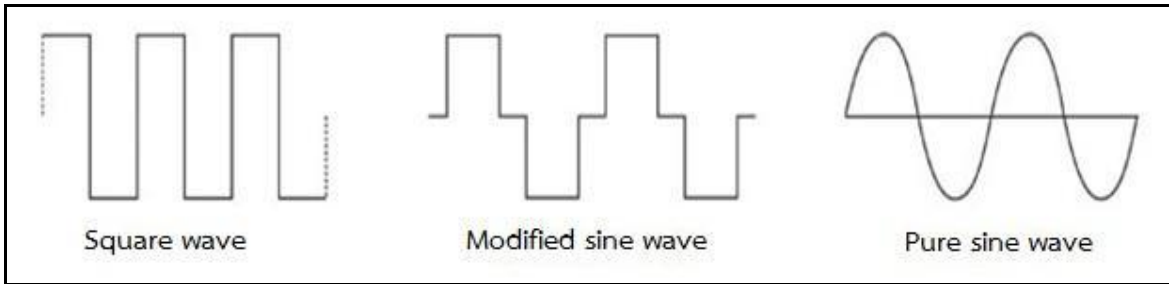
เป็นตัวเก็บสะสมพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงโซลาร์เซลล์ไว้ใช้ในเวลาที่ต้องการ เช่น เวลาที่ไม่มีแสงอาทิตย์ เวลากลางคืน รวมทั้งทำหน้าที่ในการควบคุมรักษาแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ในระบบไว้ในระดับที่ต้องการ และสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่องไม่ให้เกิดความเสียหาย จ่ายกระแสได้ตามขนาดของแบตเตอรี่ ซึ่งแบตเตอรี่มีหลายชนิดและหลายขนาดให้เลือกใช้งานตามความเหมาะสม แต่แบตเตอรี่ที่ควรใช้กับระบบโซลาร์เซลล์ และมีราคาที่เหมาะสมในขณะนี้ที่มีผลิตจำหน่ายคือ แบตเตอรี่ชนิด Deep Cycle เป็นแบตเตอรี่ชนิดที่สามารถประจุไฟฟ้าได้แม้กระแสไหลเข้าน้อยๆ และสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่อง โดยไม่เกิดการเสียหายของแผ่นเซลล์ภายในตัวแบตเตอรี่ ซึ่งต่างจากแบตเตอรี่รถยนต์ ที่ถูกออกแบบมาให้การประจุไฟฟ้าด้วยกระแสสูงๆ ได้ และจ่ายพลังงานสูงในช่วงสั้นๆ ได้ดี แต่จะจ่ายพลังงานออกมาไม่ได้มาก จะจ่ายออกมาแค่เพียง 20-30 % ของพลังงานที่เก็บอยู่ หากนำมาใช้งานกับระบบโซลาร์เซลล์จะจ่ายประจุมาได้น้อยกว่าชนิด Deep Cycle

4) เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter)

เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า หรือ Inverter เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ถือว่ามีความสำคัญมากในระบบ และมีความซับซ้อนมากที่สุดของระบบโซลาร์เซลล์ มีหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสตรง (DC) จากแบตเตอรี่หรือแผงโซลาร์เซลล์ ให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ที่ได้มาตรฐานเพื่อนำไปใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับทั่วไป

การทำงาน โดยทั่วไปใช้วงจรสวิชชิงทรานซิสเตอร์ (Switching transistor) ออกแบบให้ เปิด-ปิด วงจรกระแสตรงของทรานซิสเตอร์อย่างรวดเร็วร่วมกับขดลวดหรือหม้อแปลงไฟฟ้า จะทำให้สามารถ

แปลงไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับได้ โดยมีคุณภาพของแรงดันขาออก ตามการออกแบบและความซับซ้อนของวงจรเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (DC to AC) ซึ่งจะได้สัญญาณขาออก ในลักษณะต่างๆ ตามการออกแบบวงจร เช่น Square wave, Modified sine wave หรือ Pure sine wave ดังรูปที่ 3.5-1



รูปที่ 3.5-1 สัญญาณขาออกของวงจร Square wave, Modified sine wave หรือ Pure sine wave

เครื่องแปลงกระแสที่มีคุณภาพดีที่สุดจะเป็นแบบ Pure sine wave, Modified sine wave, และ Square wave ตามลำดับ โดยแบบ Pure sine wave สามารถใช้งานได้กับอุปกรณ์ที่ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับทุกประเภท รวมทั้งอุปกรณ์ที่เชื่อมเตอร์ไฟฟ้าร่วมอยู่ด้วย แต่ก็จะมีราคาที่สูงกว่าแบบอื่น

ในระบบโซล่าเซลล์ อุปกรณ์ที่จะนำมาต่อใช้งานควรพิจารณาตั้งแต่ ขนาดของแผงโซล่าเซลล์ ว่าต้องการขนาดแรงดันไฟฟ้าและกระแสของระบบเท่าไร ซึ่งมีผลต่อการเลือกเครื่องควบคุมการประจุ แบตเตอรี่ และเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (DC to AC) ให้มีขนาดที่เหมาะสมกัน เช่น ขนาดกระแสไฟฟ้า 10 A, 30 A, 100 A, ขนาดแรงดันไฟฟ้า 12 V, 24 V, 48 V, 120 V, ฯลฯ เป็นต้น

ส่วนการเลือกเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า นอกจากจะต้องให้ตรงกับขนาดของแบตเตอรี่ที่ใช้ในระบบแล้ว ยังต้องเลือกเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าที่มีขนาดกำลังไฟฟ้า (จำนวนวัตต์) มากกว่าขนาดกำลังไฟฟารวมของอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดที่ต้องใช้ในแต่ละครั้ง กรณีที่ใช้กับอุปกรณ์ที่มีความเหนียวน่า เช่น มอเตอร์ ปั้มน้ำ เครื่องซักผ้าและเตาไมโครเวฟ ฯลฯ ซึ่งจะมีไฟกระชากเมื่อเครื่องเริ่มทำงาน จำเป็นต้องพิจารณาขนาดไฟกระชาก (Surge) สูงสุดด้วย โดยทั่วไปจะมีค่าประมาณ 5 เท่าของกำลังการใช้ไฟฟ้าปกติของเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นๆ

3.6 ผลการประเมินประสิทธิภาพและความเสถียรภาพ

3.6.1 ระบบที่ใช้แผงโซล่าเซลล์ 150 วัตต์/แผง

จากผลการตรวจวัดดังแสดงไว้ในบทที่ 2 พบว่าค่าพลังงานไฟฟ้าของระบบที่ใช้แผงโซล่าเซลล์ 150 วัตต์/แผง สามารถผลิตได้มีค่าค่อนข้างสม่ำเสมอ โดยมีค่าเปลี่ยนแปลงตามเวลาน้อยมาก ซึ่งเมื่อแสงอาทิตย์อ่อนลงค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า (โวลต์) จะลดลง แต่ระบบโซล่าเซลล์จะชดเชยโดยการเพิ่มค่ากระแสไฟฟ้า (แอมป์) ให้สูงขึ้น ซึ่งทำให้ค่าพลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์) ที่ผลิตได้มีค่าคงที่ โดยค่าพลังงานไฟฟ้าสามารถคำนวณได้จาก

$$\text{ค่าพลังงานไฟฟ้า (วัตต์)} = \text{ความต่างศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)} \times \text{กระแสไฟฟ้า (แอมป์)}$$

โดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ดีจะต้องมีค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้มีค่าคงที่ ซึ่งจากกลุ่มแผงโซล่าเซลล์ของบ้านหนองตาฉาวกลุ่ม 1 มีการต่อระบบและสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ ดังนี้ดังนี้

-	จำนวนแอมป์	3	แอมป์
-	จำนวนคอลัมน์	9	คอลัมน์
-	รวมจำนวนเซลล์	27	แผง
-	ค่าพลังงานไฟฟ้าที่แผงผลิตได้	150	วัตต์/แผง
-	ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่แผงผลิตได้	36.5	โวลต์/แผง
-	ค่ากระแสไฟฟ้าที่แผงผลิตได้	4.11	แอมป์/แผง
-	ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมด	328.5	โวลต์
-	ค่ากระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมด	12.33	แอมป์
-	ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมด	4,050	วัตต์

จากการตรวจวัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ระบบจ่ายออกมา พบว่ามีค่าประมาณ 1,200 วัตต์ ซึ่งหมายถึงใช้พลังงานไฟฟ้าเพียง 29.63 เปอร์เซ็นต์ของความสามารถในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้ จึงทำให้ระบบค่อนข้างเสถียรนั่นเอง รวมถึงลักษณะการต่อแผงแบบอนุกรม 9 แผง และต่อขนาน 3 ชุด ทำให้ถ้ามีแผงโซลาร์เซลล์เสียหาย 1 แผง ระบบจะมีความสามารถในการผลิตค่าพลังงานไฟฟ้าได้ 2 ใน 3 ของกำลังผลิตทั้งหมด หรือเท่ากับ 2,700 วัตต์ ซึ่งยังคงมากกว่าความต้องการใช้ไฟฟ้าอยู่ถึง 2.25 เท่า และถ้าเสียหาย 2 แผง ก็จะเหลือความสามารถในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้เพียง 1 แผง โดยมีความสามารถในการผลิตค่าพลังงานไฟฟ้าได้ 1 ใน 3 ของกำลังผลิตทั้งหมด หรือเท่ากับ 1,350 วัตต์ ซึ่งยังคงมากกว่าความต้องการใช้ไฟฟ้าอยู่ถึง 1.13 เท่า ซึ่งมีความปลอดภัยกับระบบมาก

จากผลการตรวจวัดค่าอัตราการสูบน้ำจริงของเครื่องสูบน้ำพบว่ามีความค่อนข้างสม่ำเสมอตลอดช่วงเวลาที่วัดค่า ทั้งในช่วงเช้า (10.00 น. – 12.00 น.) ช่วงกลางวัน (12.00 น. – 14.00 น.) และช่วงบ่าย (14.00 น. – 16.00 น.) ซึ่งค่าความเข้มข้นของแสงอาทิตย์มีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงเช้า ค่อนข้างคงที่ในช่วงกลางวัน และค่อยๆ ลดลงในช่วงบ่าย โดยอัตราการสูบน้ำของเครื่องสูบน้ำมีค่าลดลงเล็กน้อยตามเวลาเมื่อแสงอาทิตย์อ่อนลงมากในช่วงเวลา 15.30 น. เป็นต้นไป

ค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องสูบน้ำใช้จะเปลี่ยนแปลงตามเวลาโดยขึ้นอยู่กับความลึกน้ำในบ่อและความสูงของน้ำในถังสูง แต่อย่างไรก็ตามพลังงานไฟฟ้าที่แผงโซลาร์เซลล์สามารถผลิตได้ สามารถครอบคลุมพลังงานไฟฟ้าที่ต้องการใช้ได้อย่างเพียงพอ แต่เมื่อแสงอาทิตย์อ่อนลงบางครั้ง เช่น มีก้อนเมฆบังแสงอาทิตย์ ก็จะทำให้เครื่องสูบน้ำหยุดเดินชั่วคราวที่เส้นพลังงานไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ตกลงจากค่าระดับปกติ โดยในแต่ละวันจะสามารถสูบน้ำได้โดยเฉลี่ยประมาณ 6 ชั่วโมง คือ ช่วงระหว่าง 10.00 น. ถึง 16.00 น.

3.6.2 ระบบที่ใช้แผงโซลาร์เซลล์ 300 วัตต์/แผง

จากผลการตรวจวัดระบบที่ใช้แผงโซลาร์เซลล์ 300 วัตต์/แผง พบว่าค่าพลังงานไฟฟ้าที่แผงโซลาร์เซลล์สามารถผลิตได้มีค่าค่อนข้างแปรปรวน โดยเครื่องมือที่ตรวจวัดค่ากระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้าจะทำการบันทึกข้อมูลทุกๆ 1 วินาที ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนว่ามีค่าเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา รวมทั้งมีแนวโน้มของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้เปลี่ยนไปตามค่าความเข้มข้นของแสงอาทิตย์ ซึ่งในช่วงเช้ามีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนตามความเข้มของแสงในช่วงตั้งแต่ 10.00 น. ถึง 12.00 น. ทำให้อัตราการสูบน้ำที่วัดได้จากการสูบน้ำจริงเพิ่มขึ้นตามด้วย โดยในช่วงเวลากลางวันตั้งแต่ 12.00 น. ถึง 14.00 น. จะมีแนวโน้มการผลิตพลังงานไฟฟ้าที่คงที่ แต่มีความผันแปรอย่างมากในช่วงเวลาสั้นๆ โดยอัตราการสูบน้ำ

ค่อนข้างคงที่ในช่วงเวลากลางวัน และเมื่อถึงช่วงเวลาบ่ายตั้งแต่ 14.00 น. ถึง 16.00 น. แนวโน้มการผลิตพลังงานไฟฟ้าลดลงตามเวลาอย่างชัดเจนตามความเข้มข้นของแสงอาทิตย์ที่ลดลง รวมถึงอัตราการสูบน้ำของเครื่องสูบน้ำที่วัดได้มีค่าลดลงตามเวลาด้วยเช่นเดียวกัน

โดยระบบโซลาร์เซลล์ที่ดีจะต้องให้ค่าพลังงานที่ค่อนข้างสม่ำเสมอมีค่าเปลี่ยนแปลงตามเวลาน้อยมาก ซึ่งเมื่อแสงอาทิตย์อ่อนลงค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า (โวลต์) จะลดลง ระบบโซลาร์เซลล์จะต้องชดเชยโดยการเพิ่มค่ากระแสไฟฟ้า (แอมป์) ให้สูงขึ้น ซึ่งทำให้ค่าพลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์) ที่ผลิตได้มีค่าคงที่ โดยค่าพลังงานไฟฟ้าสามารถคำนวณได้จาก

$$\text{ค่าพลังงานไฟฟ้า (วัตต์)} = \text{ความต่างศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)} \times \text{กระแสไฟฟ้า (แอมป์)}$$

ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์จากกลุ่มแผงโซลาร์เซลล์ของบ้านหนองเต่า มีการต่อระบบและสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

-	จำนวนแถว	2	แถว
-	จำนวนคอลัมน์	6	คอลัมน์
-	รวมจำนวนเซลล์	12	แผง
-	ค่าพลังงานไฟฟ้าที่แผงผลิตได้	300	วัตต์/แผง
-	ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่แผงผลิตได้	36.4	โวลต์/แผง
-	ค่ากระแสไฟฟ้าที่แผงผลิตได้	8.28	แอมป์/แผง
-	ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมด	436.8	โวลต์
-	ค่ากระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมด	8.28	แอมป์
-	ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมด	3,617	วัตต์

จากการตรวจวัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ระบบจ่ายออกมา พบว่ามีค่าประมาณ 2,500 วัตต์ ซึ่งหมายถึงใช้พลังงานไฟฟ้าประมาณ 69 เปอร์เซ็นต์ของความสามารถในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้ นอกจากนั้น ในการต่อแผงโซลาร์เซลล์ เป็นการต่อแผงแบบอนุกรมทั้ง 12 แผง ทำให้ถ้าหากแผงใดแผงหนึ่งมีปัญหาจะให้แผงโซลาร์เซลล์ทั้งหมดหยุดจ่ายกระแสไฟฟ้า ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับโครงการที่ใช้แผงโซลาร์เซลล์ขนาด 150 วัตต์/แผงแล้วพบว่าโครงการบ้านหนองเต่าที่ใช้แผงโซลาร์เซลล์ขนาด 300 วัตต์/แผง มีความเสถียรภาพน้อยกว่าอย่างมาก

แต่อย่างไรก็ตามพลังงานไฟฟ้าที่แผงโซลาร์เซลล์สามารถผลิตได้ สามารถครอบคลุมพลังงานไฟฟ้าที่ต้องการใช้ได้อย่างเพียงพอ แต่เมื่อแสงอาทิตย์อ่อนลงบางครั้ง เช่น มีก้อนเมฆบังแสงอาทิตย์ ก็จะทำให้เครื่องสูบน้ำหยุดเดินชั่วคราว โดยในแต่ละวันจะสามารถสูบน้ำได้โดยเฉลี่ยประมาณ 6 ชั่วโมง คือ ช่วงระหว่าง 10.00 น. ถึง 16.00 น.

3.6.3 สรุปผลการประเมิน

1) ระบบที่ใช้แผงโซลาร์เซลล์ 150 วัตต์/แผง พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้มีเสถียรภาพดี ไม่เปลี่ยนแปลงตามความเข้มของแสงอาทิตย์เมื่อแสงอาทิตย์อ่อนลง ระบบจะจ่ายกระแสไฟฟ้าชดเชย ทำให้พลังงานที่ผลิตได้มีค่าคงที่ สามารถสูบน้ำด้วยอัตราคงที่ตลอดเกือบทั้งวัน โดยสามารถสูบน้ำได้ประมาณ 6 ชั่วโมง อีกทั้งค่าพลังงานที่ผลิตได้มีค่ามากกว่าความต้องการใช้พลังงานสำหรับการสูบน้ำมาก และการต่อแผงวงจรของแผงโซลาร์เซลล์ มีลักษณะเป็นแบบผสมคือ เป็นการต่อแผงโซลาร์เซลล์แบบอนุกรม 3 ชุด แล้ว

จึงต่อขนานจากทั้ง 3 ชุด ซึ่งถ้าชุดใดชุดหนึ่งมีปัญหา ส่วนที่เหลือก็ยังคงสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ระบบได้อย่างเพียงพอ

2) ระบบที่ใช้แผงโซลาร์เซลล์ 300 วัตต์/แผง มีความแปรปรวนของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ค่อนข้างสูง พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้มีความผันแปรกับความเข้มของแสงอาทิตย์มาก แต่ยังคงเพียงพอสำหรับการสูบน้ำ โดยอัตราการสูบน้ำมีความเปลี่ยนแปลงมาก โดยมีค่าค่อยๆ เพิ่มขึ้นในช่วงเช้าถึงเที่ยง และมีค่าคงที่ในช่วงระหว่าง 12.00 – 14.00 น. และจะมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องจากเวลา 14.00–16.00 น. โดยสามารถสูบน้ำได้ประมาณ 6 ชั่วโมง

3) ทั้งสองระบบมีปัญหาในการสูบน้ำในช่วงที่แสงอาทิตย์อ่อนลงช่วงเช้าและเย็น เนื่องจากมีเมฆลอยมาบังแสงอาทิตย์ ซึ่งจะทำให้เครื่องสูบน้ำหยุดทำงานชั่วคราวประมาณ 5-10 นาที แล้วจึงเดินเครื่องอีกครั้งหนึ่งถ้ามีแสงอาทิตย์เพียงพอ ซึ่งการที่เครื่องสูบน้ำหยุดเดินเครื่องบ่อยๆ จะทำให้เกิดความสึกหรอและความเสียหายขึ้นในระบบเครื่องสูบน้ำได้ง่าย ดังนั้น ในการทำระบบสูบน้ำบาดาลด้วยโซลาร์เซลล์ในอนาคตควรมีแบตเตอรี่สำหรับสำรองไฟในช่วงที่เมฆบังโดยสามารถจ่ายไฟฟ้าในช่วงเวลาประมาณ 15-20 นาที ได้ ซึ่งจะทำให้เครื่องสูบน้ำสามารถเดินเครื่องได้อย่างสม่ำเสมอ และลดภาระค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงของเกษตรกรได้ในอนาคต

บทที่ 4

ข้อเสนอแนะและรูปแบบการติดตั้ง แผงโซลาร์เซลล์ในขนาดต

บทที่ 4

ข้อเสนอแนะและรูปแบบการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ในอนาคต

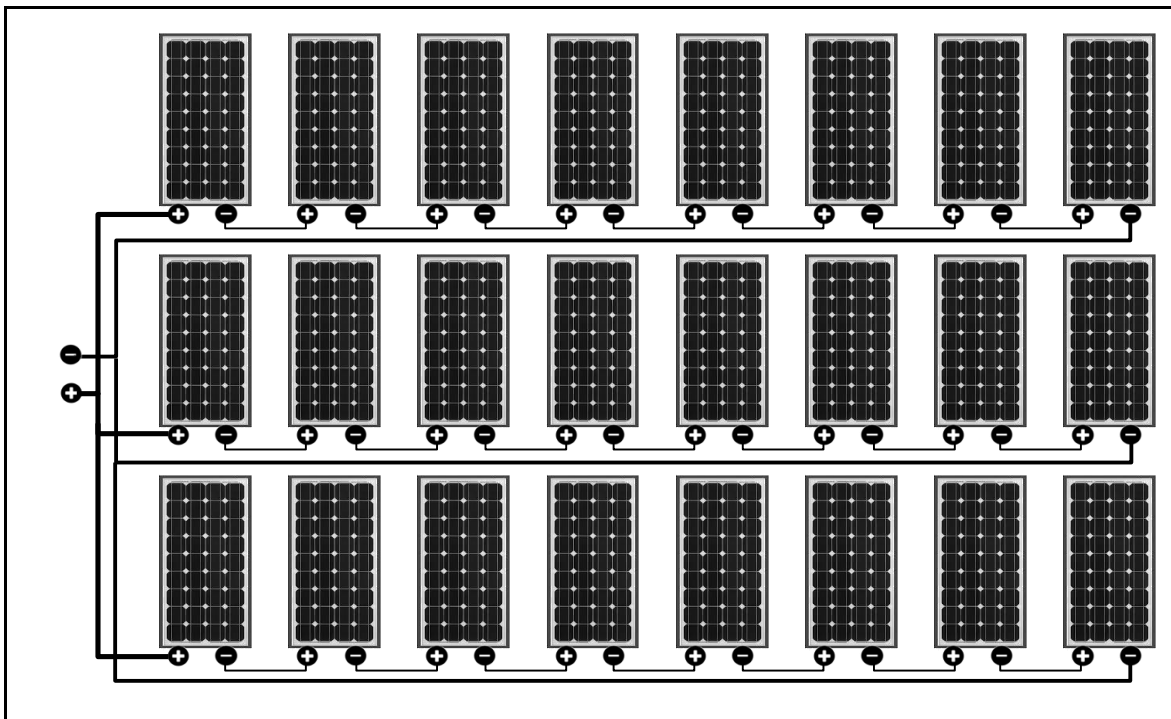
4.1 จุดอ่อนของระบบจากการตรวจสอบในสนาม

4.1.1 การต่อแผงโซลาร์เซลล์

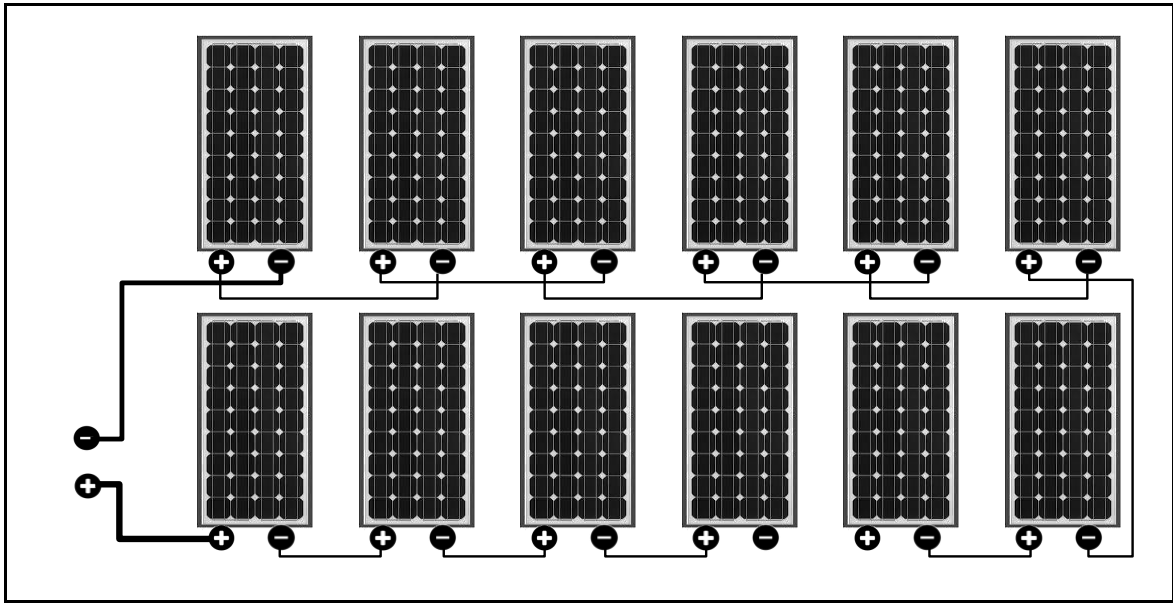
จากการตรวจสอบรูปแบบการต่อแผงโซลาร์เซลล์พบว่า ลักษณะการต่อแผงโซลาร์เซลล์ของโครงการขนาด 150 วัตต์/แผง ดังแสดงในรูปที่ 4.1.1-1 มีความเสถียรภาพในการจ่ายพลังงานให้กับระบบสูบน้ำมากกว่าลักษณะการต่อแผงโซลาร์เซลล์ของโครงการขนาด 300 วัตต์/แผง ดังแสดงในรูปที่ 4.1.1-2 เนื่องจากลักษณะการต่อแผงโซลาร์เซลล์ของโครงการขนาด 150 วัตต์/แผงจะเป็นแบบการต่อแผงแบบอนุกรม 9 แผง และต่อขนาน 3 ชุด ทำให้ถ้ามีแผงโซลาร์เซลล์เสียหาย 1 แผง ระบบจะมีความสามารถในการผลิตค่าพลังงานไฟฟ้าได้ 2 ใน 3 ของกำลังผลิตทั้งหมดซึ่งยังเพียงพอที่จะให้ระบบสูบน้ำสามารถดำเนินการได้ ส่วนลักษณะการต่อแผงโซลาร์เซลล์ของโครงการขนาด 300 วัตต์/แผง เป็นการต่อแผงแบบอนุกรมทั้ง 12 แผง ทำให้ถ้าหากแผงใดแผงหนึ่งมีปัญหาจะให้แผงโซลาร์เซลล์ทั้งหมดหยุดจ่ายกระแสไฟฟ้า

4.1.2 ไม่มีระบบสำรองไฟฟ้า

จากการลงพื้นที่ในสนามพบว่า เมื่อมีก้อนเมฆลอยมาบังแสงแดดที่ส่องลงบนแผงโซลาร์เซลล์ ระบบสูบน้ำจะหยุดลงทันที และเมื่อเมฆลอยผ่านไป ระบบก็จะเริ่มทำการสูบน้ำใหม่ ซึ่งถ้าเป็นวันที่มีเมฆมาก จะทำให้ระบบสูบน้ำเดินเครื่องและหยุดเครื่องบ่อยครั้ง ซึ่งอาจส่งผลต่อการสึกหรอของระบบสูบน้ำได้



รูปที่ 4.1.1-1 ลักษณะการต่อแผงโซลาร์เซลล์ของโครงการขนาด 150 วัตต์/แผง



รูปที่ 4.1.1-2 ลักษณะการต่อแผงโซลาร์เซลล์ของโครงการขนาด 300 วัตต์/แผง

4.1.3 ระบบเดี่ยวทั้งประเทศ

จากการวิเคราะห์จำนวนชั่วโมงแสงแดด ดังแสดงแผนที่แสดงเส้นช่วงเวลาที่มิแสงอาทิตย์เทียบเท่ารวมของทั้งปีไว้ในรูปที่ 1.3-1 จะเห็นได้ว่า แต่ละพื้นที่มีช่วงเวลาที่มิแสงแดดไม่เท่ากัน ซึ่งเป็นผลมาจากจำนวนการบดบังของก้อนเมฆในแต่ละพื้นที่ที่ไม่เท่ากัน ซึ่งจะมีผลต่อจำนวนชั่วโมงการสูบน้ำของแต่ละพื้นที่ และกระทบกับปริมาณน้ำที่สูบน้ำได้โดยตรง ดังนั้นจึงควรมีการแบ่งแยกระบบระหว่างพื้นที่ที่มีแสงแดดมาก ปานกลาง และน้อย

4.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงระบบ

4.2.1 การต่อแผงโซลาร์เซลล์

ควรกำหนดให้ผู้รับเหมา ต่อแผงแบบผสม ที่มีการต่อแผงแบบขนานอย่างน้อย 2 ชุดขึ้นไป โดยแต่ละชุดสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับระบบได้อย่างเพียงพอ

4.2.2 การลดการหยุดเดินเครื่องสูบน้ำชั่วคราว

การลดการหยุดเดินเครื่องสูบน้ำชั่วคราว สามารถดำเนินการได้ 2 วิธีคือ

1) เพิ่มระบบสำรองไฟฟ้าให้กับระบบ

ทำการติดตั้งแบตเตอรี่สำรองไฟฟ้าให้สามารถสำรองไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 20 นาที ซึ่งครอบคลุมเวลาส่วนใหญ่ที่ก้อนเมฆเคลื่อนที่มาบังแผงโซลาร์เซลล์

2) เลือกอินเวอร์เตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงและเข้ากับระบบ

2.1) เลือกอินเวอร์เตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง

อินเวอร์เตอร์ คืออุปกรณ์ที่แปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งมีการสูญเสียพลังงานเกิดขึ้นประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์ที่มีคุณภาพ จะต้องมีความมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ตัวอย่างถ้าอินเวอร์เตอร์มีประสิทธิภาพ 90 เปอร์เซ็นต์ นั่นคือต้องใช้พลังงานไฟฟ้ากระแสตรงที่ฝั่งขาเข้า อินเวอร์เตอร์ 1000 วัตต์ถึงจะได้พลังงานไฟฟ้ากระแสสลับที่ฝั่งขาออก 900 วัตต์ ดังนั้นถ้าอินเวอร์เตอร์มีค่าประสิทธิภาพสูงเท่าไรก็ยิ่งดี

2.2) เลือกใช้อินเวอร์เตอร์ให้เข้ากับระบบ

การเลือกใช้อินเวอร์เตอร์ให้เข้ากับระบบมีรายละเอียดดังนี้

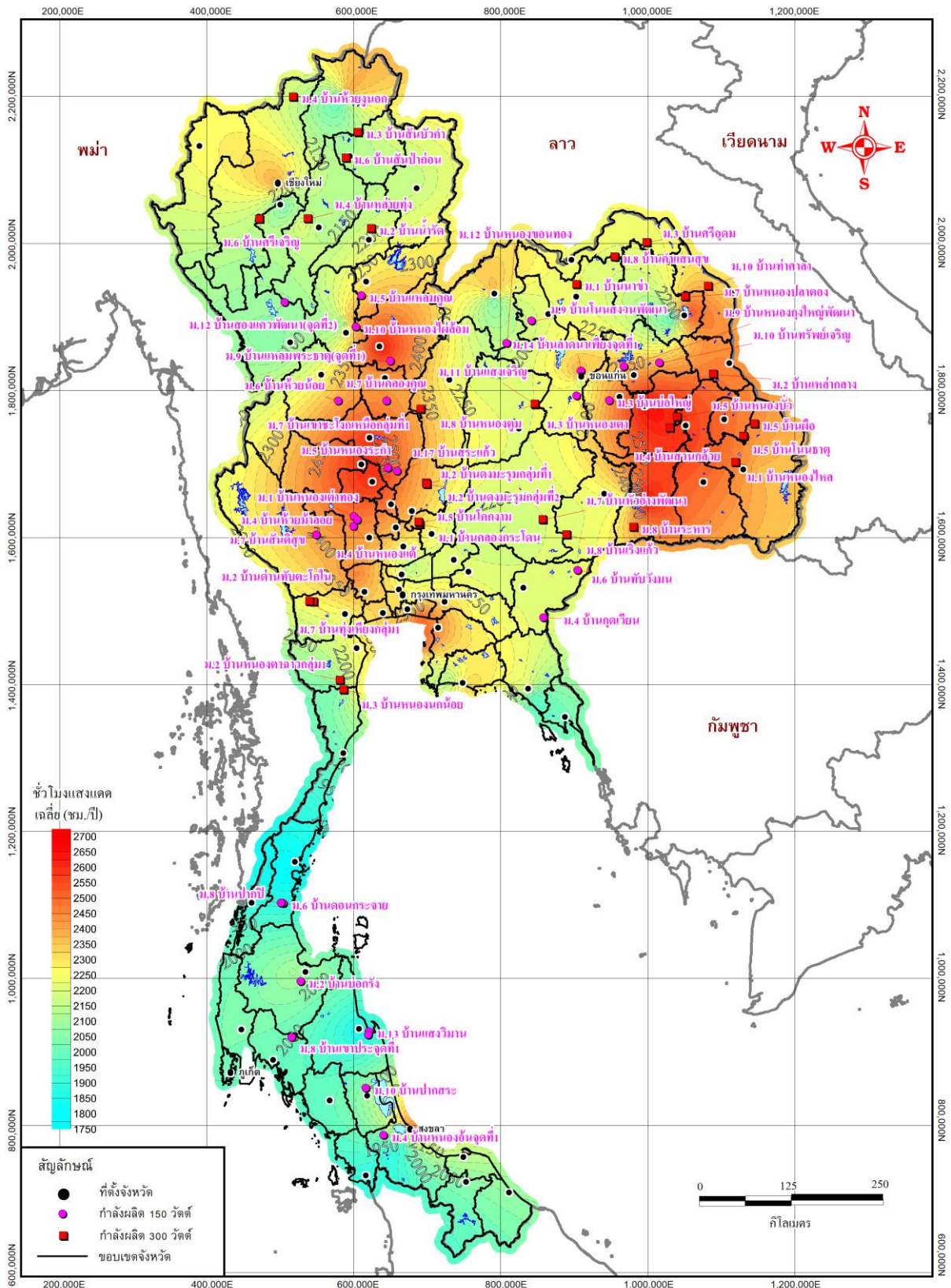
(1) **ค่าป้องกันกระแสกระชาก** เนื่องจากโหลดไฟฟ้าโดยเฉพาะมอเตอร์จะกินกระแสมากกว่าเวลาปกติที่เริ่มเปิดใช้งาน ดังนั้น การเลือกอินเวอร์เตอร์จะต้องดูค่าที่ป้องกันกระแสไฟกระชาก (Surge Power) ว่ามีอัตราอยู่ที่เท่าไร ส่วนมากอินเวอร์เตอร์จะออกแบบมาให้ทนกับกระแสที่สูงในช่วงเวลาสั้นๆได้ ตัวอย่างอินเวอร์เตอร์บางตัวสามารถทนกระแสได้มากกว่า 100 เปอร์เซ็นต์ในหนึ่งวินาที ซึ่งเพียงพอต่อการสตาร์ทมอเตอร์ตัวไม่ใหญ่ได้

(2) **ค่าแรงดันขาเข้า แรงดันขาออก และความถี่ของอินเวอร์เตอร์** แรงดันขาเข้า (ไฟฟ้ากระแสตรง) ควรเลือกให้สอดคล้องกับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้จากแผงโซลาร์เซลล์ (ผ่านเครื่องควบคุมการอัดประจุ) และแบตเตอรี่ เช่นระบบออกแบบไว้ที่ 12 โวลต์ แรงดันไฟฟ้าขาเข้าของอินเวอร์เตอร์ต้องเป็น 12 โวลต์เช่นกัน สำหรับแรงดันขาออก (ไฟฟ้ากระแสสลับ) ของอินเวอร์เตอร์ต้องเลือกให้เข้ากับโหลดไฟฟ้ากระแสสลับที่นำไปต่อ เครื่องใช้ไฟฟ้าตามบ้านในประเทศไทยโดยทั่วไปใช้แรงดัน 380/220 โวลต์ (V) และความถี่ 50 เฮิร์ต (Hz)

(3) **ค่าความร้อนที่มีผลต่อประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์** ทั่วไปแล้วอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้าจะเกิดความร้อนสูงเมื่อมีการทำงานที่เต็มภาระเป็นเวลานาน อาจจะทำให้อินเวอร์เตอร์หยุดการทำงานได้ ดังนั้นควรหาอินเวอร์เตอร์ที่มีระบบระบายความร้อนที่ดี จะทำให้อินเวอร์เตอร์มีอายุการใช้งานที่ยืนยาวขึ้น

(4) **ค่าความผิดเพี้ยนที่เกิดในแรงดันไฟฟ้าเอาท์พุทของอินเวอร์เตอร์ (Total Harmonic Distortion - THD)** ค่านี้มีผลทำให้โหลดที่มีขดลวดประกอบในการทำงาน เช่น มอเตอร์ไฟฟ้ามีความร้อนสูงขึ้น เมื่อค่า THD สูง โดยทั่วไปแล้วค่า THD ต้องน้อยกว่า 5-10 เปอร์เซ็นต์

(5) **ค่าแฟคเตอร์กำลัง (Power Factor)** มีผลกับประสิทธิภาพโดยรวมของอินเวอร์เตอร์ในการจ่ายพลังงานให้กับโหลด ควรเลือกอินเวอร์เตอร์ที่มีค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ไม่น้อยกว่า 0.85



รูปที่ 4.1.3-1 แผนที่แสดงเส้นช่วงเวลาที่ให้มีแสงอาทิตย์เทียบเท่าของทั้งปี

4.3 แนวทางการก่อสร้างและติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์สำหรับการสูบน้ำบาดาลสำหรับโครงการในอนาคต

จากการประเมินโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรในพื้นที่ประสบภัยแล้ง (รูปแบบที่ 3) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 สามารถสรุปผลได้ดังนี้

4.3.1 การผลิตพลังงานไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์

โดยเฉลี่ยแผงโซลาร์เซลล์จะสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ในช่วงระหว่างเวลา 10.00 -16.00 น. ซึ่งขึ้นอยู่กับฤดูกาลและตำแหน่งที่ตั้งโครงการด้วย และจากการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถสรุปผลความแตกต่างของพลังงานไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้จากโครงการที่ใช้แผงโซลาร์เซลล์ขนาด 150 วัตต์และ 300 วัตต์ ดังนี้

รายการ	ขนาดแผง 150 วัตต์	ขนาดแผง 300 วัตต์
1. ความเสถียรของพลังงานไฟฟ้า	<ul style="list-style-type: none"> - ในช่วงฤดูร้อน พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้มีค่าค่อนข้างสม่ำเสมอทั้งวัน มีความเสถียรสูง แต่จะมีค่าลดลงตามความเข้มของแสงอาทิตย์ในช่วงหลังเวลา 15.00 น. - ในช่วงฤดูฝน มีค่าแปรเปลี่ยนตามความเข้มของแสงอาทิตย์และการบังของก้อนเมฆ 	<ul style="list-style-type: none"> - มีความแปรปรวนสูงในช่วงความถี่สั้นๆ และมีแนวโน้มแปรตามความเข้มของแสงอาทิตย์ โดยในช่วงเช้าสูงขึ้นเรื่อยๆ จนถึงเที่ยงวัน และมีค่าคงที่ในช่วงระยะเวลาประมาณ 12.00-14.00 น. และมีค่าแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ จนถึงเวลา 16.00 น. หรือเมื่อแสงอาทิตย์อ่อนลงจนไม่เพียงพอต่อการผลิตกระแสไฟฟ้า
2. อัตราการสูบน้ำ	<ul style="list-style-type: none"> - ในช่วงฤดูร้อน มีค่าเกือบคงที่ทั้งวัน แต่จะมีค่าลดลงตามความเข้มของแสงอาทิตย์ในช่วงหลังเวลา 15.00 น. - ในช่วงฤดูฝน มีอัตราการสูบน้ำแปรตามความเข้มของแสงอาทิตย์ 	<ul style="list-style-type: none"> - ในช่วงฤดูฝน มีอัตราการสูบน้ำแปรตามความเข้มของแสงอาทิตย์ โดยมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงเช้า (10-12 น.) ค่อนข้างคงที่ในช่วงกลางวัน (12-14 น.) และมีค่าลดลงในช่วงบ่าย (14-16 น.)
3. ลักษณะการต่อแผงโซลาร์เซลล์	<ul style="list-style-type: none"> - เป็นการต่ออนุกรม 3 ชุด ชุดละ 9 แผง และนำทั้ง 3 ชุด มาต่อขนานกันอีกครั้ง ทำให้ถ้ามีชุดใดชุดหนึ่งมีปัญหา อีก 2 ชุดจะสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้อย่างเพียงพอที่จะใช้งานได้ในช่วงที่มีความเข้มของพลังงานแสงอาทิตย์สูง 	<ul style="list-style-type: none"> - เป็นการต่ออนุกรมของแผงโซลาร์เซลล์ทั้ง 12 แผง เป็นชุดเดียว ซึ่งถ้ามีแผงใดแผงหนึ่งมีปัญหา จะทำให้ทั้งระบบจะไม่สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้

4.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์สำหรับบ่อน้ำบาดาล

จากการตรวจสอบโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรในพื้นที่ประสบภัยแล้ง (รูปแบบที่ 3) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 จำนวน 2 โครงการ โดยเป็นโครงการที่มีขนาดแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 150 วัตต์/แผง จำนวน 1 โครงการ และขนาด 300 วัตต์/แผง จำนวน 2 โครงการ สามารถสรุปข้อเสนอแนะได้ดังนี้

- 1) ควรมีการประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนหรือเกษตรกรที่ใช้น้ำจากโครงการได้รับทราบถึงวัตถุประสงค์ของโครงการที่แท้จริง เพื่อให้รับทราบถึงข้อจำกัดในการใช้น้ำจากโครงการซึ่งมีปริมาณน้ำไม่มากเมื่อเทียบกับน้ำผิวดิน เพื่อให้สามารถใช้น้ำได้เกิดประโยชน์สูงสุด รวมถึงการแนะนำให้ปลูกพืชที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูง เช่น พืชสวน พืชผัก เป็นต้น แต่จะต้องชี้แจงถึงเงื่อนไขในการเพาะปลูกที่จำเป็นต้องใช้แรงงานต่อพื้นที่เพาะปลูกที่มากขึ้น และพืชผักจะต้องมีการดูแลทุกวันอีกด้วย
- 2) แนะนำการใช้น้ำแบบประหยัดให้กับเกษตรกร รวมถึงการใช้ประโยชน์จากแรงดันน้ำจากถังสูงเพื่อใช้ในระบบกระจายน้ำแบบหัวฉีดฝอยหรือระบบน้ำหยด ซึ่งมีประสิทธิภาพในการให้น้ำแก่พื้นที่การเกษตรที่สูง ทำให้ประหยัดน้ำและสามารถกระจายน้ำกับพื้นที่เกษตรกรรมได้เพิ่มขึ้น
- 3) แนะนำวิธีการใช้น้ำแบบเป็นกลุ่มผู้ใช้น้ำ เนื่องจากหลายๆ โครงการ เจ้าของพื้นที่ดินที่โครงการตั้งอยู่ใช้น้ำแต่เพียงผู้เดียว
- 4) ควรมีการพิจารณาการใช้แบตเตอรี่สำหรับใช้เป็นพลังงานสำรองในช่วงที่มีเมฆบดบังแสงอาทิตย์เป็นระยะเวลาสั้นๆ เพื่อไม่ให้เครื่องสูบน้ำต้องหยุดทำงานเมื่อมีเมฆลอยผ่านและบดบังแสงอาทิตย์ โดยให้สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้อย่างต่ำ 15 นาที เป็นการป้องกันการสึกหรอของเครื่องสูบน้ำ
- 5) เนื่องจากทิศทางของแสงอาทิตย์มีผลต่อการผลิตกระแสไฟฟ้าในช่วงเช้าและช่วงบ่ายมาก อาจมีการพิจารณาให้การติดตั้งแผงบางส่วนที่เอียงรับแสงอาทิตย์ในช่วงเช้าและช่วงบ่ายได้ เพื่อให้สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้นในช่วงที่แสงอาทิตย์อ่อน
- 6) ให้ติดตามทำบันทึกการซ่อมบำรุงระบบแผงโซลาร์เซลล์และระบบสูบน้ำ ของทั้งรูปแบบ 150 วัตต์/แผง และ 300 วัตต์/แผง เนื่องจากมีโครงสร้างของการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ที่แตกต่างกัน รวมถึงรูปแบบพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้แตกต่างกันด้วย

4.4 ข้อเสนอแนะแนวทางการก่อสร้างแผงโซลาร์เซลล์ในกรมทรัพยากรน้ำบาดาลสำหรับวิจัยและใช้งานในอาคาร

ปัจจุบันเทคโนโลยีด้านพลังงานทางเลือกพลังงานสะอาดเพื่อรักษาสิ่งแวดล้อมกำลังมาแรง แผงโซลาร์เซลล์ (Solar Cell) หรือ PV (Photovoltaic) หรือโซลาร์เซลล์เป็นอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนรูปพลังงานจากแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ที่สามารถนำมาใช้งานได้ทันทีเมื่อมีแสงอาทิตย์มาตกกระทบบนหน้าแผงโซลาร์เซลล์ แต่ค่าแรงดันและกระแสที่ได้จะมากหรือน้อย ขึ้นกับความเข้มของแสงอาทิตย์ที่มาตกกระทบรวมไปถึงคุณสมบัติทางไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์จากโรงงานผู้ผลิต ดังนั้นข้อเสนอแนะแนวทางการก่อสร้างแผงโซลาร์เซลล์ในกรมทรัพยากรน้ำบาดาลสำหรับวิจัยและใช้งานในอาคาร ซึ่งทางที่ปรึกษาได้นำเสนอมีดังนี้

4.4.1 คุณลักษณะทางเทคนิคของแผงโซลาร์เซลล์

- 1) แผงโซลาร์เซลล์ เป็นชนิดผลึก (Crystalline Silicon) มีขนาดกำลังผลิตไฟฟ้าสูงสุดที่ 300 วัตต์ต่อแผง ที่สภาวะ Standard Test Condition (STC : ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ 1,000 วัตต์/ตร.เมตร ในอุณหภูมิแผงที่ 25 องศาเซลเซียส ตามมาตรฐาน IEC61215, IEC61730-1/2)

- 2) แผงโซลาร์เซลล์ ต้องมีประสิทธิภาพไม่น้อยกว่า ร้อยละ 15 ที่สภาวะ Standard Test Condition
- 3) แผงโซลาร์เซลล์ ต้องใช้ได้ในระบบแรงดัน 1,000 โวลต์หรือมากกว่า และป้องกันกระแสย้อนกลับได้ ไม่น้อยกว่า 25 แอมป์
- 4) แผงโซลาร์เซลล์ ต้องมีกรอบที่แข็งแรง ไม่เป็นสนิมหรือเคลือบสารที่ทนทานต่อการกัดกร่อนของสภาพแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศ หุ้มโดยรอบแผงโซลาร์เซลล์
- 5) แผงโซลาร์เซลล์ ทุกแผงต้องต้องมีกล่องรวมสาย (Junction Box) ที่มั่นคงแข็งแรง ทนต่อสภาพแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศได้

4.4.2 คุณลักษณะทางเทคนิคของอินเวอร์เตอร์

- 1) อินเวอร์เตอร์ ต้องเป็นแบบเชื่อมต่อกับโครงข่าย (On Grid Inverter) แบบ String Inverter และมีรายชื่ออยู่ในรายการ “รายชื่อผลิตภัณฑ์อินเวอร์เตอร์ที่ผ่านการทดสอบตามข้อกำหนดสำหรับอินเวอร์เตอร์ที่ใช้ในระบบผลิตไฟฟ้าประเภทเชื่อมต่อกับโครงข่ายของการไฟฟ้านครหลวง” ที่ออกโดยการไฟฟ้านครหลวง
- 2) อินเวอร์เตอร์ ต้องมีการป้องกันการจ่ายไฟฟ้าแบบระบบไฟฟ้าแยกโดด (Anti-Islanding)
- 3) อินเวอร์เตอร์ ต้องมีประสิทธิภาพไม่น้อยกว่า ร้อยละ 98 ที่พิกัดกำลังไฟฟ้า
- 4) อินเวอร์เตอร์ ต้องมีสภาพที่แข็งแรงทนทาน ไม่เป็นสนิมหรือเคลือบสารที่ทนทานต่อการกัดกร่อนของสภาพแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศได้ตลอดอายุการใช้งาน
- 5) อินเวอร์เตอร์ ต้องเป็นระบบ 3 เฟส 4 สาย และต้องมีระบบสายดิน
- 6) อินเวอร์เตอร์ ต้องรองรับเครื่องหมาย CE หรือ UL และต้องออกแบบและพัฒนามาเพื่อใช้งานสำหรับแปลงกำลังไฟฟ้าในระบบพลังงานแสงอาทิตย์ได้อย่างดี
- 7) อินเวอร์เตอร์ ต้องมีระบบ MPP หรือ MPPT (Maximum Power Point Tracking) เพื่อให้อินเวอร์เตอร์มีประสิทธิภาพสูงสุดตามสภาพพลังงานที่ได้รับจากแผงโซลาร์เซลล์
- 8) อินเวอร์เตอร์ ต้องมีหน้าจอแสดงผล ค่ากระแสไฟฟ้ากระแสตรง (DC Current) ค่ากระแสไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Current) ค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC Voltage) ค่าแรงดันกระแสสลับ (AC Voltage) ค่ากำลังไฟฟ้า (Power) และค่า พลังงานไฟฟ้าสะสม (Total Energy)
- 9) อินเวอร์เตอร์ ต้องมีคุณสมบัติระดับการป้องกันน้ำและฝุ่น IP65 หรือมากกว่า ตามมาตรฐานการกันน้ำและฝุ่น IP (International Protection)

4.4.3 คุณลักษณะทางเทคนิคของอุปกรณ์ขายึด

- 1) อุปกรณ์ขายึด ต้องมีสภาพที่แข็งแรงทนทาน ไม่เป็นสนิมหรือเคลือบสารที่ทนทานต่อการกัดกร่อนของสภาพแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศ
- 2) อุปกรณ์ขายึด สามารถถอดประกอบออกเป็นชิ้นส่วนย่อยๆ มีรูปแบบการประกอบได้อย่างสะดวกไม่ซับซ้อน และต้องไม่ใช้การประกอบด้วยการเชื่อมโลหะแบบไฟฟ้าหรือแก๊ส

- 3) อุปกรณ์ขायึด ต้องสามารถปรับเปลี่ยนตามรูปแบบของหลังคาได้และเข้ากันได้ดี
- 4) อุปกรณ์ขायึดต้องสามารถรองรับแผงโซลาร์เซลล์ได้อย่างเหมาะสม

4.4.4 คุณลักษณะทางเทคนิคของตู้ควบคุมไฟฟ้า

- 1) ตู้ควบคุมไฟฟ้า ต้องทำจากแผ่นโลหะมีความหนาไม่น้อยกว่า 1.0 มิลลิเมตร และต้องได้รับการออกแบบให้มีระบบกักแฉกที่สามารถล๊อคได้
- 2) ตู้ควบคุมไฟฟ้า ต้องทาสีกันสนิมและพ่นสีพื้นเป็นสีเทาหรือสีโทนสีอ่อน

4.4.5 คุณลักษณะทางเทคนิคของอุปกรณ์ไฟฟ้า

- 1) อุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิด ต้องมีมาตรฐาน มอก. หรือมาตรฐานที่เทียบเท่า หรือมากกว่า และการออกแบบต้องคำนึงถึงหลักวิศวกรรมและเป็นไปตามมาตรฐานการไฟฟ้านครหลวง
- 2) อุปกรณ์สายไฟที่เชื่อมต่ออินเวอร์เตอร์ฝั่งกระแสตรง กับอุปกรณ์ป้องกันฝั่งกระแสตรง และแผงโซลาร์เซลล์ ต้องใช้สายไฟ PV Cable ที่ได้รับการออกแบบให้ทนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้ 1,000 โวลต์ และมีขนาดไม่น้อยกว่า 4 ตร.มิลลิเมตร
- 3) อุปกรณ์สายไฟที่เชื่อมต่อจากอินเวอร์เตอร์ฝั่งกระแสสลับ กับอุปกรณ์ป้องกันฝั่งกระแสสลับ รวมไปถึงสายไฟที่ไปยังจุดเชื่อมต่อโครงข่าย ต้องออกแบบตามหลักวิศวกรรม และต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่า 6 ตารางมิลลิเมตร
- 4) ระบบสายดินของอินเวอร์เตอร์ฝั่งกระแสสลับต้องเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้าของอาคาร และหลักดินของไฟฟ้ากระแสตรง (แผงโซลาร์เซลล์ และอุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่ากระแสตรง) ต้องทำการติดตั้งหลักดินใหม่ เป็นแท่งชุบทองแดงหรือหุ้มทองแดง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 16 มิลลิเมตร ยาวไม่น้อยกว่า 2.4 เมตร เมื่อวัดความต้านทานต้องมีค่าไม่เกิน 5 โอห์ม