Standard for Solar Home System Management

มาตรฐานการบริหารระบบไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น
กระทรวงมหาดไทย

คำนำ

การจัดบริการสาธารณะเป็นภารกิจสำคัญที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ต้องดำเนินการทั้งตามอำนาจหน้าที่และตามที่ได้รับถ่ายโอนจากส่วนราชการต่างๆ โดยมีหลักการทำงานที่จะต้องยึดถือไว้ว่า “การจัดบริการสาธารณะให้แก่ประชาชนนั้น จะต้องดีขึ้นหรือไม่ต่ำกว่าเดิม มีคุณภาพ ได้มาตรฐาน มีการบริหารจัดการที่มีความโปร่งใส มีประสิทธิภาพและมีความรับผิดชอบต่อผู้ใช้บริการที่มากขึ้น”

กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น ในฐานะหน่วยงานหลักในการส่งเสริม สนับสนุนและพัฒนาให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมีศักยภาพในการบริหารจัดการ และสามารถให้บริการสาธารณะแก่ประชาชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และประสิทธิผล ได้เล็งเห็นความสำคัญของการกำหนดมาตรฐานการบริหารงานและการบริการสาธารณะขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เพื่อเป็นแนวทางปฏิบัติหรือเป็นคู่มือปฏิบัติงานให้กับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ตลอดจน เพื่อเป็นหลักประกันในระดับหนึ่งว่าหากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ได้ถือปฏิบัติตามแนวทางที่มาตรฐานกำหนดแล้ว ประชาชนไม่ว่าจะอาศัยอยู่ที่ใดในประเทศจะต้องได้รับบริการสาธารณะที่มีคุณภาพ โดยเท่าเทียมกัน

ในการนี้ กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น ได้ร่วมกับสถาบันการศึกษา และองค์กรวิชาชีพต่างๆ ดำเนินการจัดทำมาตรฐานการบริหารงานและการบริการสาธารณะขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น โดยได้ผ่านการประชุมเชิงปฏิบัติการ เพื่อร่วมกันพิจารณาจากผู้ที่เกี่ยวข้องฝ่ายต่างๆ อาทิเช่น ผู้แทนจากองค์การบริหารส่วนจังหวัด เทศบาล องค์การบริหารส่วนตำบล สมาคมองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ตลอดจนส่วนราชการที่เกี่ยวข้อง จึงเป็นที่เชื่อมั่นได้ว่าองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจะสามารถนำมาตรฐานที่ได้จัดทำขึ้น ไปใช้เป็นแนวทางปฏิบัติในการจัดบริการสาธารณะได้อย่างแท้จริง

สำหรับ **มาตรฐานการบริหารระบบไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์** กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น ได้ร่วมกับ **สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์** จัดทำขึ้น โดยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจะได้ศึกษา ทำความเข้าใจ และนำมาตรฐาน รวมทั้งแนวทางขั้นตอนการปฏิบัติตามที่กำหนดไว้ ไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงาน รวมทั้งพัฒนาคุณภาพ ประสิทธิภาพการบริหารและการบริการสาธารณะให้ดียิ่งขึ้น เพื่อประโยชน์สุขของประชาชน อันเป็นเป้าหมายที่สำคัญสูงสุดในการทำงานขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น สืบต่อไป

กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น

กระทรวงมหาดไทย

สารบัญ

		หน้า
บทที่ 1	**บทนำ**	**1**
	1.1 ความเป็นมา	1
	1.2 วัตถุประสงค์	2
	1.3 ขอบเขตของมาตรฐาน	3
	1.4 คำนิยาม	3
	1.5 กฎหมายและระเบียบที่เกี่ยวข้อง	3
บทที่ 2	**ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์**	**5**
	2.1 รูปแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์	6
	2.1.1 ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกอิสระ	6
	2.1.2 ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อสายส่งไฟฟ้า	12
	2.1.3 ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน	13
	2.2 ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ตามโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์	15
	2.3 เทคโนโลยีที่ใช้ในโครงการ	25
	2.3.1 เทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์	25
	2.3.2 แบตเตอรี่	29
	2.3.3 อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่	37
	2.3.4 ระบบอินเวอร์เตอร์	46
บทที่ 3	**การติดตั้งและการบริหารระบบไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์**	**49**
	3.1 ขั้นตอนก่อนดำเนินการติดตั้งระบบฯ	50
	3.1.1 แนวทางการสำรวจความต้องการระบบไฟฟ้า	50
	3.1.2 การวิเคราะห์ความจำเป็นหรือความเหมาะสมของโครงการ	50
	3.1.3 การกำหนดรูปแบบระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสม	51
	3.1.4 แนวทางการพิจารณาติดตั้งระบบ	52

สารบัญ

		หน้า
	3.2 ขั้นตอนการดำเนินการติดตั้งระบบฯ	52
	3.2.1 กรณีองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นรับมอบระบบฯ จากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคตามโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์	52
	3.2.2 กรณีองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นดำเนินการติดตั้งเอง	53
	3.3 ขั้นตอนหลังการดำเนินการติดตั้งระบบฯ	53
	3.3.1 กรณีรับมอบระบบฯ จากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคตามโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์	53
	3.3.2 กรณีองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นดำเนินการติดตั้งเอง	58
	3.3.3 การดูแลรักษาระบบและอุปกรณ์	58
	3.3.4 การมีส่วนร่วมของภาคประชาชน	63
บทที่ 4	**แนวทางในการบริหารจัดการระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์**	**69**
	4.1 แนวทางการบริหารจัดการโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์	69
	4.2 แนวทางการบริหารจัดการกรณีองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นพิจารณาดำเนินการจัดหาระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เอง	70
	4.3 ข้อเสนอแนะแนวทางการแก้ปัญหาในรูปแบบการบูรณาการ	72
บทที่ 5	**ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการพัฒนามาตรฐานในอนาคต**	**75**
	5.1 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการปรับปรุงมาตรฐาน	75
	5.2 ข้อเสนอแนะอื่นๆ	76
	5.2.1 การจัดฝึกอบรม	76
	5.2.2 แผนพัฒนาและงบประมาณค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง	76
	5.2.3 การบริหารการเงิน	77
	5.2.4 การพัฒนาระบบการบริหารจัดการการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์	77

สารบัญ

หน้า

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก - อุปกรณ์หลักในระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ 79

ภาคผนวก ข - แบบฟอร์มการแจ้งซ่อมอุปกรณ์ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Home System) 108

- แบบฟอร์มการซ่อมบำรุงระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Home System) 110
- แบบขอใช้ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ 111
- หนังสือ ส่งมอบ-รับมอบ ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ 112

ภาคผนวก ค - ระเบียบกระทรวงมหาดไทย ว่าด้วยการบริหารจัดการโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2547 117

- ระเบียบกระทรวงมหาดไทย ว่าด้วยการเงิน การคลัง บัญชีและการพัสดุโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2548 121

ภาคผนวก ง - หนังสือกรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น ที่ มท 0891.2/55938 ลงวันที่ 16 ธันวาคม 2548 เรื่อง การดำเนินการตามระเบียบกระทรวงมหาดไทย ว่าด้วยการบริหารจัดการโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2547 134

สารบัญ

			หน้า
ภาคผนวก จ	-	ข้อแนะนำการใช้งานระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์	140
	-	ข้อห้ามเกี่ยวกับการใช้งานระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์	142

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา

การจัดให้มีและบำรุงการไฟฟ้าหรือแสงสว่างถือเป็นภารกิจอำนาจหน้าที่ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และการบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เป็นรูปแบบหนึ่งของการจัดให้มีไฟฟ้าและแสงสว่างเพื่อให้บริการแก่ประชาชนในพื้นที่ที่ยังไม่มีไฟฟ้าใช้ และสืบเนื่องจากคณะรัฐมนตรีได้มีมติเมื่อวันที่ 3 มิถุนายน 2546 และวันที่ 30 ธันวาคม 2546 อนุมัติการดำเนินการโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Home System) ซึ่งเป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์สำคัญ เพื่อให้ประชาชนทุกครัวเรือนได้มีไฟฟ้าใช้อย่างทั่วถึง โดยมอบให้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคดำเนินการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ให้แก่ครัวเรือนที่อยู่ห่างไกลจากแนวเขตการขยายบริการไฟฟ้าที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคไม่สามารถปักเสาพาดสายไปถึง เมื่อติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แล้วเสร็จ จะส่งมอบให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นรับผิดชอบในการดูแลรักษา ซึ่งตามระเบียบกระทรวงมหาดไทย ว่าด้วยการบริหารจัดการโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2547 กำหนดให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นแต่งตั้งและสนับสนุนคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่นในการบริหารจัดการระบบไฟฟ้าฯ ดังกล่าว สำหรับกฎหมายที่กำหนดอำนาจหน้าที่ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในการจัดให้มีและบำรุงการไฟฟ้าหรือแสงสว่างมีดังนี้

- **พระราชบัญญัติสภาตำบลและองค์การบริหารส่วนตำบล พ.ศ. 2537**

มาตรา 68 “ภายใต้บังคับแห่งกฎหมาย องค์การบริหารส่วนตำบลอาจจัดทำกิจการในเขตองค์การบริหารส่วนตำบล ดังต่อไปนี้

(2) ให้มีและบำรุงการไฟฟ้าหรือแสงสว่างโดยวิธีอื่น”

- **พระราชบัญญัติเทศบาล พ.ศ. 2496**

มาตรา 51 “ภายใต้บังคับแห่งกฎหมาย เทศบาลตำบลอาจจัดทำกิจการใดๆ ในเขตเทศบาล ดังต่อไปนี้

(7) ให้มีและบำรุงการไฟฟ้าหรือแสงสว่างโดยวิธีอื่น”

มาตรา 53 “ภายใต้บังคับแห่งกฎหมาย เทศบาลเมืองมีหน้าที่ต้องทำในเขตเทศบาล ดังต่อไปนี้

(7) ให้มีและบำรุงการไฟฟ้า หรือแสงสว่างโดยวิธีอื่น”

มาตรา 56 “ภายใต้บังคับแห่งกฎหมาย เทศบาลนครมีหน้าที่ต้องทำในเขตเทศบาล ดังต่อไปนี้

(1) กิจการตามที่ระบุไว้ในมาตรา 53”

- **พระราชบัญญัติกำหนดแผนและขั้นตอนการกระจายอำนาจให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2542**

มาตรา 16 “ให้เทศบาล เมืองพัทยา และองค์การบริหารส่วนตำบล มีอำนาจและหน้าที่ในการบริการสาธารณะเพื่อประโยชน์ของประชาชนในท้องถิ่นของตนเองดังนี้

(4) การสาธารณูปโภคและการก่อสร้างอื่นๆ”

1.2 วัตถุประสงค์

1) เพื่อให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นใช้เป็นแนวทางในการตรวจสอบการรับมอบระบบไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Home System)

2) เพื่อให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมีแนวทางในการสนับสนุนระบบไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์กรณีประชาชนซึ่งมีบ้านเรือนตั้งอยู่ในพื้นที่ที่ไม่สามารถปักเสาพาดสายได้

3) เพื่อให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมีแนวทางในการบริหารจัดการและการดูแลรักษาระบบและอุปกรณ์ในเบื้องต้น

1.3 ขอบเขตของมาตรฐาน

ขอบเขตของมาตรฐานนี้ประกอบด้วย รูปแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Home System) และส่วนประกอบของอุปกรณ์ที่ติดตั้งในระบบฯ ข้อกำหนดและหลักเกณฑ์ในการวิเคราะห์ความเหมาะสมของโครงการ แนวทางการพิจารณาติดตั้ง ขั้นตอนการติดตั้งและแนวทางในการบำรุงรักษาเบื้องต้น การตรวจรับกรณีรับมอบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์จากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นต้องสนับสนุนการจัดตั้งคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น เพื่อทำหน้าที่ในการบริหารจัดการระบบฯ ให้ยั่งยืน

1.4 คำนิยาม

มาตรฐานการบริหารระบบไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ หมายถึง มาตรฐานการบริหารระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

คณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น หมายถึง คณะกรรมการซึ่งแต่งตั้งจากสมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้าเพื่อทำหน้าที่ในการบริหารจัดการการดำเนินงานตามโครงการให้การบริการไฟฟ้า โดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในเขตพื้นที่ที่ได้รับมอบหมาย

สมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้า หมายถึง ประชาชนที่เข้าร่วมโครงการให้การบริการไฟฟ้า โดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

1.5 กฎหมายและระเบียบที่เกี่ยวข้อง

1) ระเบียบกระทรวงมหาดไทย ว่าด้วยการบริหารจัดการโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2547

2) ระเบียบกระทรวงมหาดไทย ว่าด้วยการเงิน การคลัง บัญชีและการพัสดุโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2548

บทที่ 2

ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เป็นระบบการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานทดแทน ซึ่งเป็นพลังงานที่สะอาด ไม่ก่อให้เกิดมลพิษ สามารถติดตั้งใช้งานได้ในทุกสถานที่ทั้งในพื้นที่ชนบทห่างไกลและพื้นที่ที่มีและไม่มีการปักเสาพาดสายบริการของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ซึ่งมีรูปแบบ หลักการสำคัญในการทำงาน และเทคโนโลยีที่นำมาใช้ในระบบฯ สามารถสรุปในเบื้องต้นได้ คือ

- รูปแบบของระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้กันอยู่โดยทั่วไปและตามโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคถ่ายโอนให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น สามารถแบ่งการใช้งานโดยรวมได้เป็น 3 ระบบด้วยกัน คือ ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกอิสระ ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อสายส่งไฟฟ้า และระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน
- หลักการสำคัญในการทำงาน สำหรับการทำงานของระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ทั้ง 3 ระบบจะมีหลักการสำคัญในการทำงานที่แตกต่างกันออกไป โดยจะมีทั้งที่ผลิตพลังงานจากแหล่งพลังงานแสงอาทิตย์เพียงอย่างเดียว และร่วมกับพลังงานทดแทนอื่นๆ
- สำหรับเทคโนโลยีที่นำมาใช้งานในระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ทั้ง 3 ระบบ ประกอบด้วย เซลล์แสงอาทิตย์แบบต่างๆ ชนิดและลักษณะของแบตเตอรี่ อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ และระบบอินเวอร์เตอร์ เป็นต้น

ทั้งนี้ รายละเอียดและสาระสำคัญของรูปแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ หลักการสำคัญในการทำงาน และเทคโนโลยีต่างๆ ของระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แต่ละรูปแบบ มีดังนี้

2.1 รูปแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

รูปแบบของระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ สามารถแบ่งลักษณะการใช้งานโดยรวมได้ 3 ระบบ ได้แก่

1) ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกอิสระ (Stand Alone PV System) เป็นระบบที่ผลิตพลังงานจากแหล่งพลังงานแสงอาทิตย์แหล่งเดียว และใช้งานในพื้นที่ที่ไม่มีการปักเสาพาดสายบริการของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเข้าไปถึง

2) ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อสายส่งไฟฟ้า (Grid Connected PV System) เป็นระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่เชื่อมต่อกับระบบสายส่งของการไฟฟ้า การใช้งานจะใช้ในบริเวณที่มีการปักเสาพาดสายของการไฟฟ้าเข้าไปถึงเท่านั้น

3) ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน (Hybrid Renewable Energy Electrification System) เป็นระบบที่พัฒนาจากระบบที่ 1 หรือ 2 โดยการผสมผสานแหล่งพลังงานทดแทนหลายๆ แหล่ง เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ หรือเครื่องยนต์ผลิตไฟฟ้าที่อาจใช้เชื้อเพลิงจากชีวมวลหรือน้ำมันดีเซล มีการผสมผสานแหล่งพลังงานที่มีศักยภาพในแต่ละช่วงเวลา กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้อาจใช้งานในพื้นที่ที่ไม่มีการปักเสาพาดสายของการไฟฟ้าเข้าไปถึง หรือใช้งานเชื่อมต่อกับระบบสายส่ง

หลักการทำงานสำคัญๆ ของระบบดังกล่าว มีดังนี้

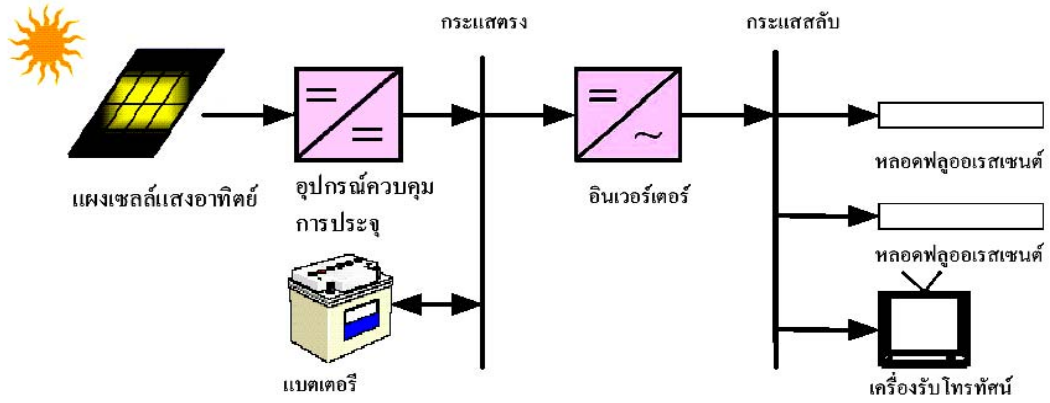
2.1.1 ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกอิสระ (Stand Alone PV System)

ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกอิสระนี้ จัดเป็น**ระบบที่ใช้งานอยู่ในพื้นที่ห่างไกลนอกเขตระบบสายส่ง** เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ใช้ระบบเซลล์แสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานหลัก ในประเทศไทยมีการนำมาใช้งาน 2 รูปแบบ คือ

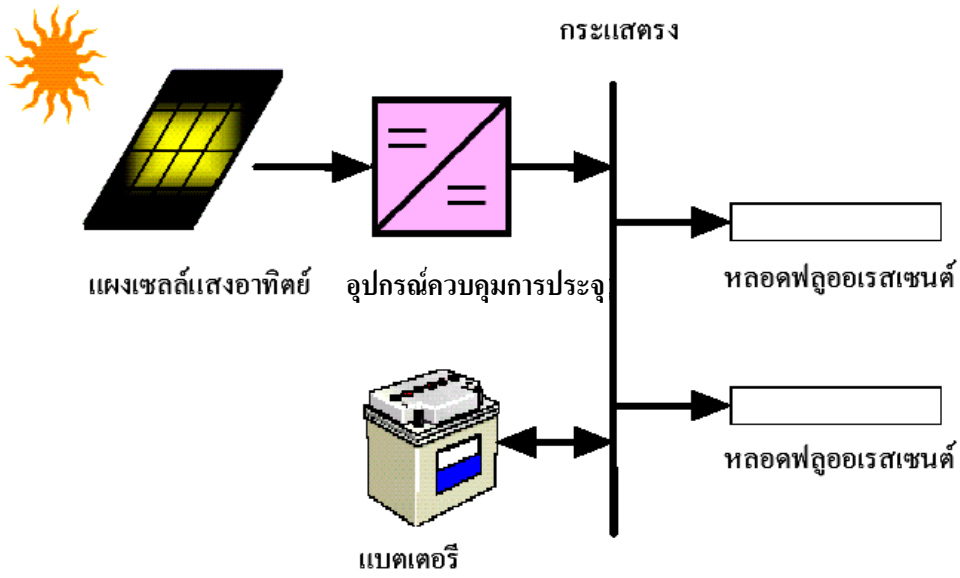
1) ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับครัวเรือน (Solar Home System : SHS)

ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดนี้ เป็นระบบไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับครัวเรือน ประกอบด้วยแผงเซลล์ 1-2 แผง แบตเตอรี่ และอุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ ขีดความสามารถในการจ่ายไฟของระบบมีค่อนข้างจำกัด เนื่องจากมีต้นทุนสูง

ดังนั้นภาระไฟฟ้าจึงมีเพียงแสงสว่าง และวิทยุ / โทรทัศน์ เท่านั้น คิดเป็นประมาณ 200 วัตต์ชั่วโมงต่อวันต่อครัวเรือน ดังนั้นรูปแบบของการจ่ายไฟแบ่งออกได้เป็น 2 ระบบ โดยระบบ SHS แบบที่ 1 สามารถจ่ายไฟให้ภาระไฟฟ้าแสงสว่างและวิทยุ/โทรทัศน์ โดยใช้ระบบไฟฟ้าภายในบ้านเป็นแบบกระแสสลับ (AC) ซึ่งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2-1 ส่วนระบบ SHS แบบที่ 2 สามารถจ่ายไฟ ให้ภาระไฟฟ้าที่มีเพียงแสงสว่างเท่านั้น โดยใช้ระบบไฟฟ้าภายในบ้านเป็นแบบกระแสตรง (DC) ซึ่งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2-2



รูปที่ 2-1 ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับครัวเรือน (SHS) แบบกระแสสลับ (AC)



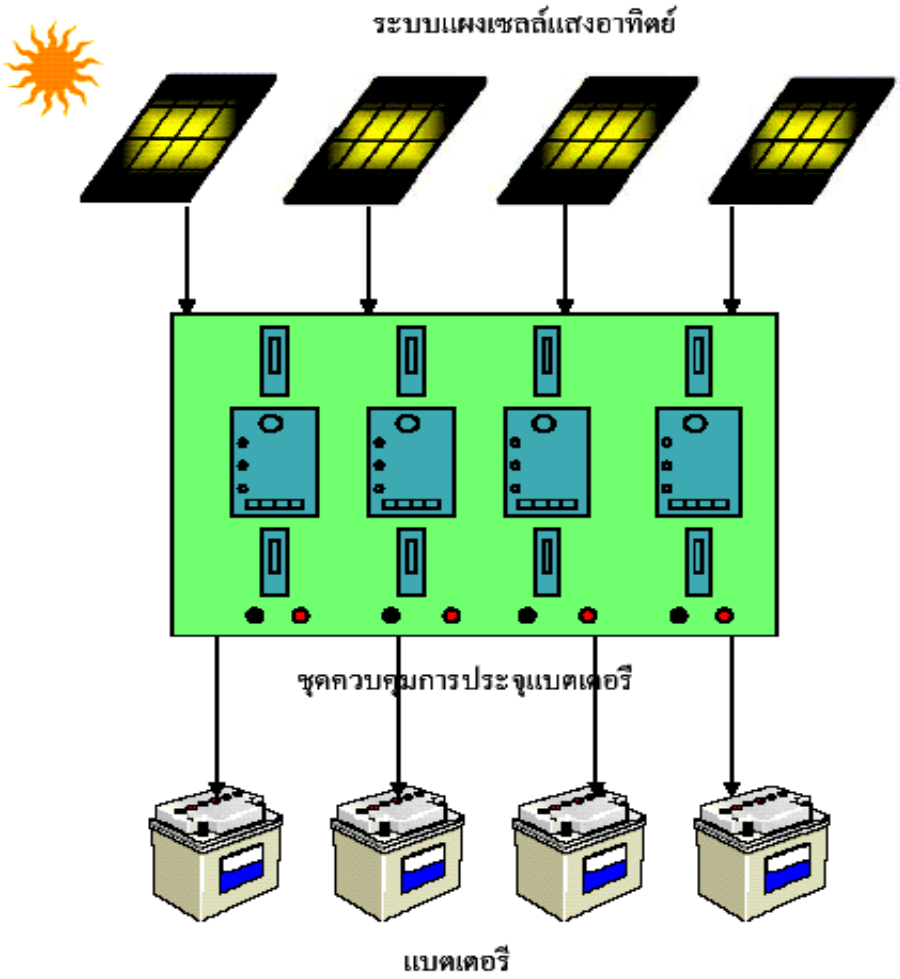
รูปที่ 2-2 ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับครัวเรือน (SHS) แบบกระแสตรง (DC)

2) ระบบประจุแบตเตอรี่แบบรวมศูนย์ (PV Battery Charging Station)

เป็นแบบที่ติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์รวมกันที่จุดศูนย์กลางของหมู่บ้าน และมีช่องสำหรับประจุแบตเตอรี่หลายๆ ช่อง ชาวบ้านจะนำแบตเตอรี่ของตนเองมาทำการประจุที่สถานีในช่วงเช้า และนำกลับไปใช้ที่บ้านของตนเองในตอนเย็น ภาระทางไฟฟ้าที่ใช้มีทั้งหลอดไฟฟ้าแสงสว่างและเครื่องรับวิทยุหรือโทรทัศน์ ทั้งแบบกระแสตรงและกระแสสลับ สำหรับครัวเรือนที่ใช้กระแสสลับจะมีอุปกรณ์อินเวอร์เตอร์ขนาดเล็กสำหรับแปลงไฟ ในการติดตั้งระบบแบบนี้จะมีการมอบหมายให้มีผู้บริการดูแลและจัดคิวการประจุแบตเตอรี่ รวมทั้งเก็บค่าบำรุงสมาชิก เพื่อเก็บเข้ากองทุนหมู่บ้านเอาไว้ใช้ในกรณีที่อุปกรณ์ของระบบชำรุด

โครงการที่มีการนำระบบนี้ไปใช้งานคือ โครงการที่ดำเนินการโดยกรมโยธาธิการ (เดิม) กระทรวงมหาดไทย ปัจจุบันคือกรมโยธาธิการและผังเมือง ติดตั้งช่วงปี พ.ศ. 2531-2540 จำนวน 948 ระบบ ระบบละประมาณ 800 วัตต์ และกรมพัฒนาพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (เดิม) ปัจจุบันคือกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ติดตั้งช่วงปี พ.ศ. 2536-2540 รวม 182 ระบบ ระบบละประมาณ 3 กิโลวัตต์ โดยในปัจจุบัน โครงการทั้ง 2 ระบบนี้ หน่วยราชการทั้งสองได้ส่งมอบระบบให้องค์การบริหารส่วนตำบล โดยมีชุมชนร่วมกันรับผิดชอบบริหารระบบ

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในระบบนี้ จะเหมือนกับระบบผลิตไฟฟ้าสำหรับครัวเรือน เนื่องจากชาวบ้านจะนำแบตเตอรี่กลับไปใช้ในบ้านเรือนตัวเอง ลักษณะของอุปกรณ์ ในระบบฯ แสดงดังรูปที่ 2-3 ถึง 2-5



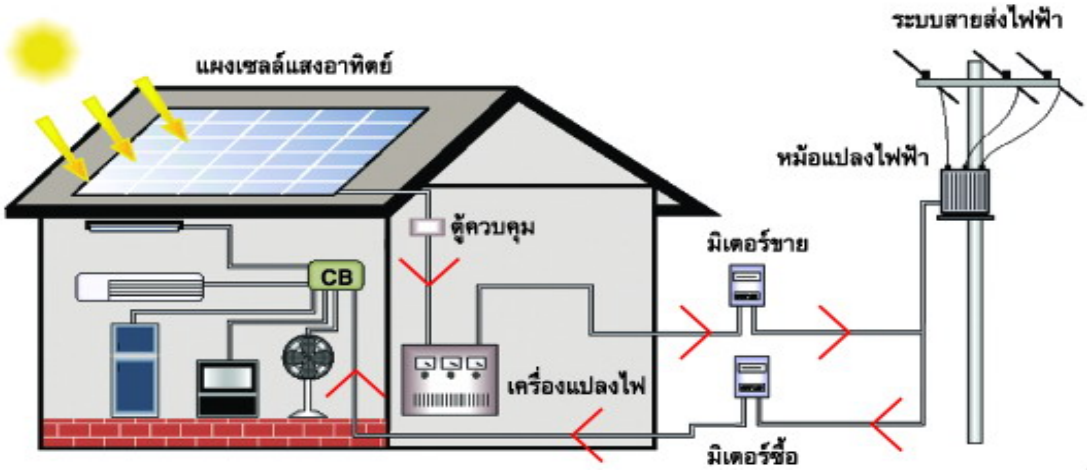
รูปที่ 2-3 แผนภาพระบบประจุแบตเตอรี่แบบรวมศูนย์ด้วยระบบเซลล์แสงอาทิตย์

รูปที่ 2-4 ระบบประจุแบตเตอรี่ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบรวมศูนย์ ขนาดระบบ ละ 800 วัตต์ดำเนินการโดยกรมโยธาธิการ (เดิม) กระทรวงมหาดไทย ติดตั้ง ปี พ.ศ. 2531-2540

รูปที่ 2-5 ระบบประจุแบตเตอรี่ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบรวมศูนย์ ขนาดระบบ ละ 3 กิโลวัตต์ดำเนินการโดยกรมพัฒนาพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม (เดิม) ติดตั้งปี พ.ศ. 2536-2540

2.1.2 ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อสายส่งไฟฟ้า (Grid Connected PV System)

เป็นระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ที่ติดตั้งใช้งานในพื้นที่ที่มีระบบสายส่งของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ระบบจะผลิตพลังงานไฟฟ้าเมื่อมีแสงแดด พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้สามารถนำไปใช้งานกับเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านได้โดยตรง ถ้าพลังงานเหลือสามารถส่งเข้าระบบสายส่งของการไฟฟ้าทำให้มิเตอร์หมุนกลับ เวลากลางคืนเมื่อต้องการใช้ไฟฟ้าพลังงานไฟฟ้าก็จะถูกดึงมาจากระบบสายส่งของการไฟฟ้า ทำให้ไม่ต้องออกแบบระบบให้มีอุปกรณ์สะสมพลังงานเช่นแบตเตอรี่ในระบบเลย อย่างไรก็ตาม การเชื่อมต่อระบบกับระบบของการไฟฟ้าต้องมีมาตรฐานในการเชื่อมต่อ เพื่อป้องกันอันตรายของระบบสายส่งในกรณีที่ระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าดับแต่ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ยังทำงาน อุปกรณ์แปลงไฟฟ้าจะต้องได้รับการออกแบบเป็นพิเศษเรียกว่าอินเวอร์เตอร์เชื่อมต่อระบบสายส่ง (Grid Connected Inverter) และต้องได้รับการอนุญาตจากการไฟฟ้าก่อน ถึงจะสามารถเชื่อมต่อระบบได้



รูปที่ 2-6 แผนภาพระบบผลิตไฟฟ้าแบบเชื่อมต่อระบบสายส่ง

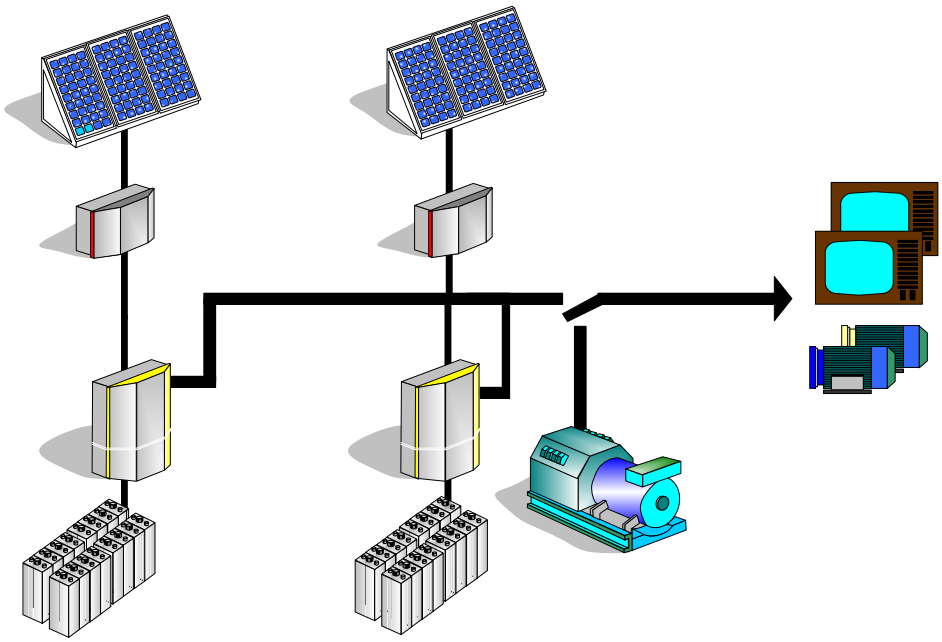
รูปที่ 2-7 ตัวอย่างการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เชื่อมต่อสายส่ง ณ วังสวนจิตรลดา ดำเนินการโดยกรมการพลังงานทหาร ศูนย์อุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร สำนักปลัดกระทรวงกลาโหม

ระบบลักษณะนี้มีข้อดีคือไม่ต้องมีระบบแบตเตอรี่เพื่อสะสมพลังงาน พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จะถูกนำไปใช้ในบ้านหรืออาคารที่ติดตั้งระบบ ถ้ามีพลังงานเหลือสามารถส่งพลังงานไฟฟ้าคืนระบบสายส่งของการไฟฟ้า และถ้าต้องการใช้พลังงานไฟฟ้ามากก็ใช้จากการไฟฟ้า ทำให้มีพลังงานไฟฟ้าใช้ตลอดเวลา และไม่มีข้อจำกัดของชนิดอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้งาน นอกจากนั้นยังมีมาตรฐานด้านความปลอดภัยและมีกฎหมายรองรับการรับซื้อไฟฟ้าจากการไฟฟ้า ระบบนี้มีการนำร่องโครงการในหน่วยงานรัฐบางหน่วยงาน และในบ้านพักอาศัยแล้ว

2.1.3 ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน (Hybrid Renewable Energy Electrification System)

ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน เป็นระบบผลิตไฟฟ้าจากหลายแหล่งพลังงาน ทั้งจากแหล่งพลังงานสะอาด และจากพลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิล โดยแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าอาจจะประกอบด้วย เครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล เซลล์แสงอาทิตย์ กังหันลม

กังหันน้ำ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานชีวมวล/ชีวภาพ เป็นต้น การทำงานของระบบผลิตไฟฟ้าอาจจะผลิตไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายพลังงานเดียว หรือหลายแหล่งพลังงาน ขึ้นอยู่กับศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าของแต่ละแหล่งจ่ายพลังงาน และความต้องการพลังงานไฟฟ้าของการใช้ไฟฟ้า การประยุกต์ใช้งานสามารถแสดงดังรูปที่ 2-8 และ 2-9

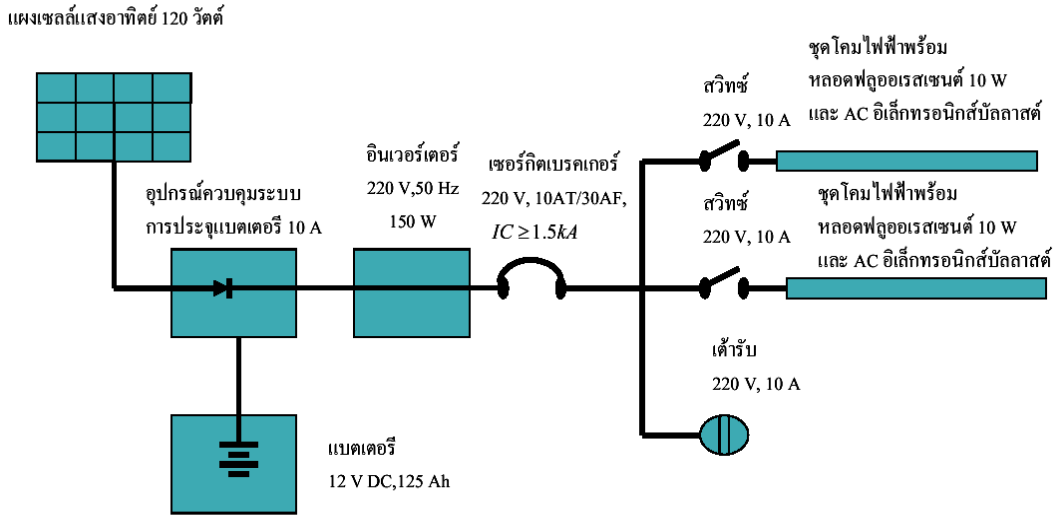


รูปที่ 2-8 ผังแสดงตัวอย่างระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสานกับเครื่องยนต์ดีเซล สำหรับหมู่บ้านชนบท ขนาด 85 kWp ที่บ้านบาตูปูเต๊ะ ตำบลเกาะลิบง อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง

รูปที่ 2-9 ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสานกับเครื่องยนต์ดีเซลสำหรับหมู่บ้านชนบท ขนาด 85 kWp บ้านบาตูปูเต๊ะ ตำบลเกาะลิบง อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง

2.2 ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ตามโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

โครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ได้นำระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับครัวเรือน ซึ่งเป็นรูปแบบอิสระ มีแหล่งจ่ายพลังงานในหน่วยเล็กๆเพียงหน่วยเดียว อุปกรณ์สำคัญของระบบประกอบด้วย แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดไม่น้อยกว่า 120 วัตต์ ติดตั้งบนโครงสร้างรองรับแผง เดินสายไฟจากแผงถึงภายในบ้าน ซึ่งติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่และอินเวอร์เตอร์ แบตเตอรี่ และสวิทช์ตัดต่อวงจร ชุดโคมไฟฟ้าพร้อมหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 10 วัตต์ และอิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์ 2 ชุด และเต้ารับ 1 จุด ดังแสดงในรูปที่ 2-10 พร้อมการเดินสายไฟเข้าอุปกรณ์



รูปที่ 2-10 รายละเอียดระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ในโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้า

รูปที่ 2-11 ระบบผลิตไฟฟ้าสำหรับครัวเรือน (SHS) (ดำเนินโครงการโดยการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค)

ข้อกำหนดรายละเอียดทางเทคนิคของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ในโครงการฯ

ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ มีขนาดกำลังไฟฟ้าสูงสุดไม่น้อยกว่า 120 วัตต์ สูงสุด ต่อระบบ โดยมีรายละเอียดเฉพาะอุปกรณ์ดังนี้

1) แผงเซลล์แสงอาทิตย์ จำนวน 1 ชุด ต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

(1) ต้องเป็นแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผลิตและ/หรือประกอบในประเทศไทย โดยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ดังกล่าว ต้องมีการผ่านกระบวนการและหรือมีการประกอบเชื่อมวงจรและเคลือบสารป้องกันความชื้น ตามกรรมวิธีที่ได้มาตรฐานประกอบกันเป็นแผงเซลล์สำเร็จรูปแล้วในประเทศไทย

(2) แผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นชนิด Crystalline Silicon หรือชนิด Amorphous Silicon หรือ Thin Film หรือ Hybrid Thin Film ผลิตตามมาตรฐาน UL, JIS, IEC หรือเทียบเท่า ดังแสดงในรูป 2-12

ก. แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกผสม

(Crystalline Silicon)

ข. แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบฟิล์มบาง

(Amorphous Silicon หรือ Thin Film)

รูปที่ 2-12 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ในโครงการฯ

ในกรณีที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นชนิด Crystalline Silicon จะต้องมีรายละเอียดเพิ่มเติมดังนี้

- มีประสิทธิภาพไม่น้อยกว่าร้อยละ 12 ณ Standard Test Condition
- เซลล์แสงอาทิตย์เป็นแบบ Square Cell หรือ Pseudo Square Cell หรือ Round Cell ถ้าเป็นแบบ Round Cell จะต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลางของแต่ละเซลล์ไม่น้อยกว่า 12 เซนติเมตร
- แผ่นเซลล์แสงอาทิตย์ที่นำมาประกอบภายในแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ทุกเซลล์ ต้องไม่มีรอยด่างอันเนื่องมาจากความบกพร่องในการผลิต
- ต้องมี Bypass Diode ต่ออยู่ในกล่องรวมสายไฟ (Junction Box or Terminal Box) หรือติดอยู่ภายในแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ในกรณีที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นชนิด Amorphous Silicon หรือ Thin Film หรือ Hybrid Thin Film จะต้องมีรายละเอียดเพิ่มเติมดังนี้

- แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผลิตและ/หรือประกอบในประเทศไทย ต้องมีประสิทธิภาพไม่น้อยกว่าร้อยละ 7 ณ Standard Test Condition (STC)

(3) ชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะต้องประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีเครื่องหมายการค้า รุ่น และขนาดเหมือนกันทุกแผงในการต่อขนานและ/หรืออนุกรมกันกรณีที่มีมากกว่า 1 แผง

(4) แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องไม่น้อยกว่า 20 V ณ Standard Test Condition (STC)

(5) ต้องมีกรอบที่แข็งแรงไม่เป็นสนิมและ/หรือเคลือบสาร ที่ทนทานต่อการกัดกร่อนของสภาพแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศ หุ้มโดยรอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์

(6) ด้านหลังของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ติดตั้งกล่องรวมสายไฟฟ้า (Junction Box) หรือขั้วต่อสาย (Terminal Box) ที่มั่นคงแข็งแรง ทนต่อสภาพอากาศและสภาวะแวดล้อมได้ดี สามารถป้องกันการซึมเข้าของน้ำได้ ทนทานต่อสภาวะการใช้งานภายนอกและมีอายุการใช้งานยาวนานเทียบเท่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์

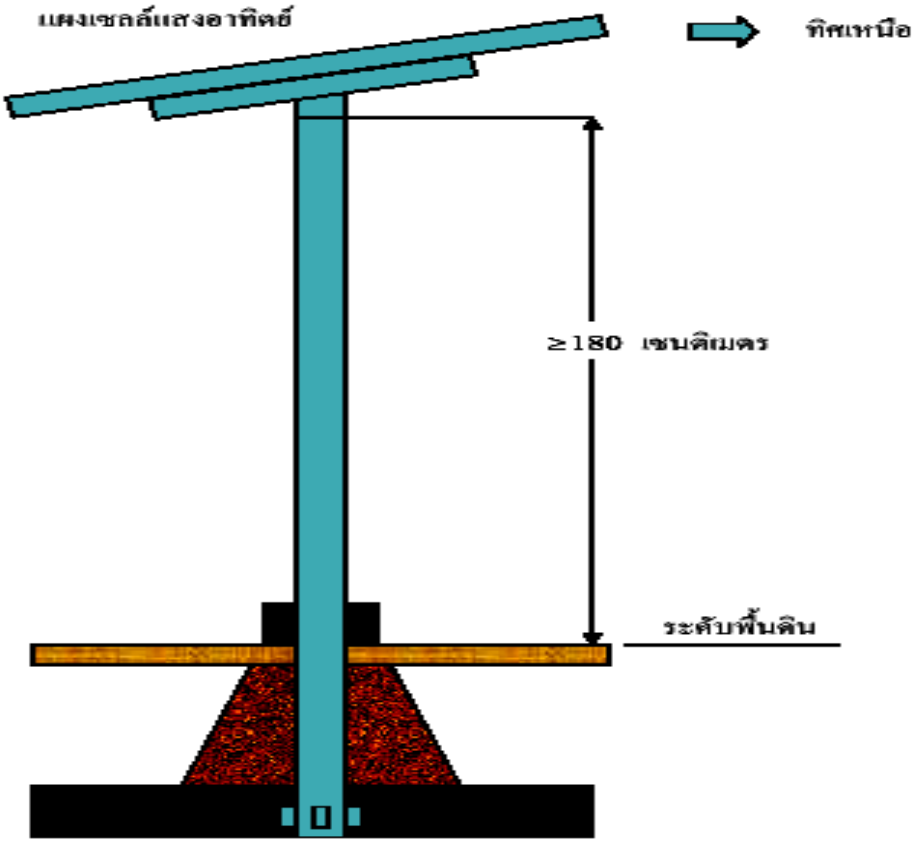
(7) ภายในแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จะต้องมีการผนึกด้วยสารกันความชื้น Ethylene Vinyl Acetate (EVA) หรือวัสดุอื่นที่เทียบเท่าหรือดีกว่า ด้านหน้าแผงเซลล์ฯ ปิดทับด้วยกระจกใส

หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่า ที่สามารถรับแรงกระแทกจากลูกเห็บ ตามมาตรฐาน IEC หรือเทียบเท่า

(8) วัสดุและอุปกรณ์ใช้ยึดชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ต้องเป็นเหล็กไร้สนิม

(9) มีขนาดกำลังผลิตไฟฟ้าสูงสุดไม่ต่ำกว่า 40 วัตต์ต่อแผง ที่ความเข้มแสงอาทิตย์ 1000 W/m^2 อุณหภูมิแผงเซลล์ 25 ^{o}C และ Air mass 1.5

2) โครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จำนวน 1 ชุด ต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 2-13 โครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

(1) วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างเป็นเหล็กเคลือบสังกะสีแบบจุ่มร้อน (Hot Dip Galvanized Steel) โดยมีความหนาของสังกะสีตามมาตรฐาน ASTM ติดตั้งให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทำมุมเอียงกับแนวระนาบเป็นมุมระหว่าง 15 ถึง 20 องศา

(2) สามารถถอดออกเป็นชิ้นและประกอบได้สะดวก

(3) วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ยึดโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทุกตัวต้องมีขนาดที่เหมาะสม และเป็นวัสดุที่ทำจากเหล็กไร้สนิม

(4) การออกแบบเชิงวิศวกรรม กำหนดให้โครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีความแข็งแรง สามารถทนต่อแรงลมที่มีความเร็วไม่ต่ำกว่า 20 เมตรต่อวินาที (72 กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

3) อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ (Charging Controller) จำนวน 1 ตัวต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

(1) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในประเทศไทย

(2) มีอุปกรณ์ หรือวงจรป้องกันการเกิด Over Charge และการชำรุดเนื่องจากการต่อกลับขั้วด้าน Input และ Output

(3) มีอุปกรณ์ หรือวงจรป้องกัน Transient voltage

(4) มีพิกัดกระแสไม่น้อยกว่า 10 A และมีแรงดันไฟฟ้า ที่เหมาะสมกับการประจุแบตเตอรี่

(5) มีหลอดสัญญาณ LED แสดงสถานภาพการทำงานของอุปกรณ์ เช่น แสดงค่าระดับของแรงดันต่างๆ ในแบตเตอรี่

(6) สามารถตัดการใช้ไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ได้ เมื่อแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่เหลือต่ำกว่า 11.0-11.50 โวลต์ (ในขณะมีโหลด) และเมื่อกระแสไฟฟ้าในแบตเตอรี่เหลือต่ำกว่าร้อยละ 40 ของพิกัด หรือเมื่อค่า Depth of Discharge เกินกว่าร้อยละ 60

4) อินเวอร์เตอร์ (Inverter) จำนวน 1 เครื่องต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

(1) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในประเทศไทย

(2) เป็นชนิด Stand alone, เฟสเดียว สองสาย (1 Phase, 2 wires) มีพิกัดกำลังไฟฟ้าต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 150 วัตต์

(3) Nominal battery voltage 12 Vdc.

(4) Rated output voltage อยู่ในช่วง 220 Vac ± 3% , 50 Hz

(5) Maximum surge power ไม่น้อยกว่า 2 เท่า ของพิกัดกำลังไฟฟ้าต่อเนื่อง

(6) Nominal output waveform เป็น Modified sine wave หรือดีกว่า

(7) ประสิทธิภาพไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ที่ Rated power ที่ PF = 1

(8) มีระบบป้องกัน สำหรับ Overload, Short circuit, Over temperature, Over discharge และการป้องกันการชำรุดเนื่องจากต่อกลับขั้วด้าน Direct Current (DC)

ในโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้า อุปกรณ์ข้อ 3 และข้อ 4 รวมอยู่ในตัวเดียวกัน และมีคุณสมบัติของอุปกรณ์ไม่น้อยกว่าข้อกำหนดรายละเอียดที่กำหนดไว้ข้างต้น

5) แบตเตอรี่ (Battery) จำนวน 1 ลูกต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

(1) เป็นผลิตภัณฑ์ขององค์การแบตเตอรี่ กระทรวงกลาโหม หรือผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่ผลิตในประเทศไทย

(2) เป็นแบตเตอรี่ชนิด ตะกั่ว-กรด (Lead Acid) ประเภท Deep Discharge มีขนาดไม่น้อยกว่า 125 Ah, 12 V ณ อัตราการคายประจุ 20 ชั่วโมง (Capacity at C_{20}) ที่แรงดันไฟฟ้าสุดท้าย 1.75 โวลต์ ต่อเซลล์ ที่อุณหภูมิ 30 ^{o}C

(3) Cycle life ไม่น้อยกว่า 350 ครั้ง ที่ค่า DOD ร้อยละ 60

(4) แบตเตอรี่ผลิตตามมาตรฐาน JIS, DIN, BCI หรือมาตรฐานสากล

กรณีแบตเตอรี่ที่เสนอ มีค่าความจุไฟฟ้าที่แรงดันสุดท้ายต่อเซลล์ (V/cell) และอุณหภูมิแตกต่างจากข้อ 5 (2) ผู้เสนอราคาต้องแสดงรายละเอียดวิธีการคำนวณให้เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ และแนบเอกสารยืนยันว่ามีคุณสมบัติเทียบเท่าจากบริษัทผู้ผลิตมาพร้อมเอกสารประกวดราคาเพื่อประกอบการพิจารณา

6) ชุดโคมไฟพร้อมหลอดไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับติดตั้งภายในครัวเรือน จำนวน 2 ชุด ต่อระบบ แต่ละชุดมีรายละเอียดดังนี้

(1) **โคมไฟฟ้า** มีรายละเอียดดังนี้

ตัวโคมไฟฟ้าเป็นรางโครงโลหะทำด้วยเหล็กพับหนาไม่น้อยกว่า 0.5 มิลลิเมตร (Coating steel sheet) พ่นด้วยสีฝุ่น มี Reflector แบบ Anodized aluminum ตามมาตรฐาน ASTM หรือเทียบเท่า เหมาะสำหรับการติดตั้งแบบ Surface mounted

- เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในประเทศไทย

- ใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 10 วัตต์ จำนวน 1 หลอด
- มีขายึดหลอดตามมาตรฐาน มอก. 344-2530

(2) **หลอดไฟฟ้า** มีรายละเอียดดังนี้

- เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในประเทศไทย
- เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 10 วัตต์ 220 VAC, 50Hz

(3) **อิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์** มีรายละเอียดดังนี้

- เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในประเทศไทย
- ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ 220 VAC, 50Hz
- สามารถใช้ได้กับหลอดฟูออเรสเซนต์ ขนาด 10 วัตต์ จำนวน 1 หลอด
- มีค่า Power factor ไม่น้อยกว่า 0.85
- มีค่าตัวประกอบยอดคลื่นของกระแสผ่านหลอด (Crest factor) ไม่เกิน 1.70
- มีการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ตาม มอก. 1955-2542
- ผลิตตามมาตรฐานบัลลาสก์อิเล็กทรอนิกส์ มอก. 1506-2541
- มีวงจรป้องกันความเสียหายจากภาวะผิดปกติของหลอด
- บรรจุอยู่ในกล่องโลหะที่มีความแข็งแรงและปลอดภัย

7) ชุด Circuit Breaker สวิทซ์และเต้ารับสำหรับติดตั้งภายในครัวเรือน มีรายละเอียดดังนี้

(1) **Circuit Breaker** จำนวน 1 ตัวต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

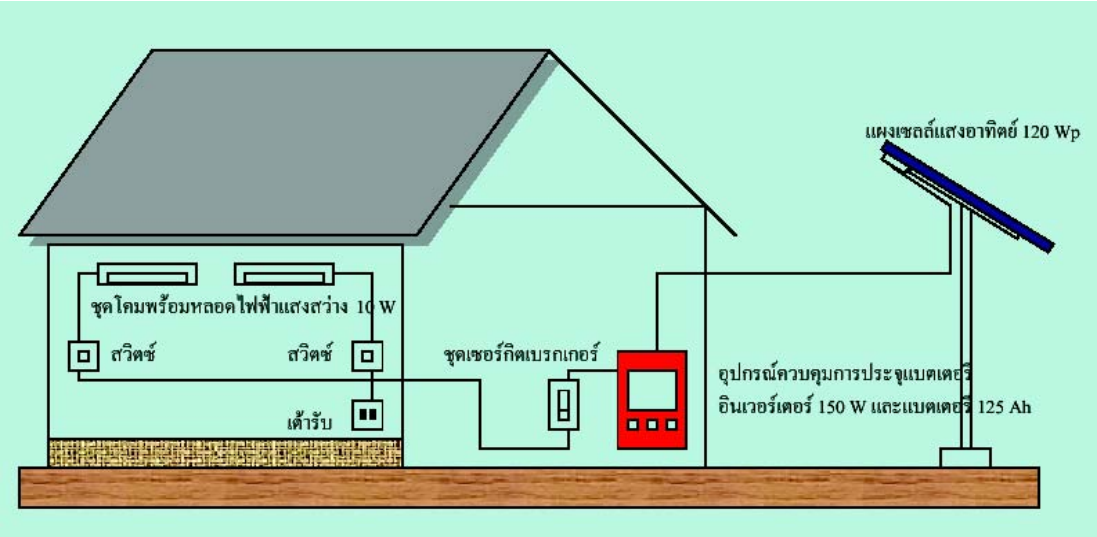
- เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในประเทศไทย
- เป็นชนิด 2 pole 220 Vac มีขนาดไม่เกิน 10 AT และขนาดไม่น้อยกว่า 30 AF
- ขนาด IC (Interupting Current) ไม่ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 1.5 kA ที่ 220 V
- ได้มาตรฐาน มอก., NEMA, IEC, JIS, DIN หรือ BS พร้อมเอกสารประกอบ

(2) **สวิทซ์** จำนวน 2 ตัว ต่อระบบ แต่ละตัวมีรายละเอียดดังนี้

- เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในประเทศไทย
- เป็นชนิดสวิทซ์เดี่ยว ขนาดไม่น้อยกว่า 10 A, 220 V
- บรรจุอยู่ในกล่องพลาสติก พร้อมฝาปิดแบบ 1 ช่อง

(3) **เต้ารับ** จำนวน 1 ตัวต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

- เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในประเทศไทย
- เป็นชนิดเต้าเดี่ยว ขนาดไม่น้อยกว่า 10 A , 220 V
- บรรจุอยู่ในกล่องพลาสติก พร้อมฝาปิดแบบ 1 ช่อง



รูปที่ 2-14 การติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์ในโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้า

2.3 เทคโนโลยีที่ใช้ในโครงการ

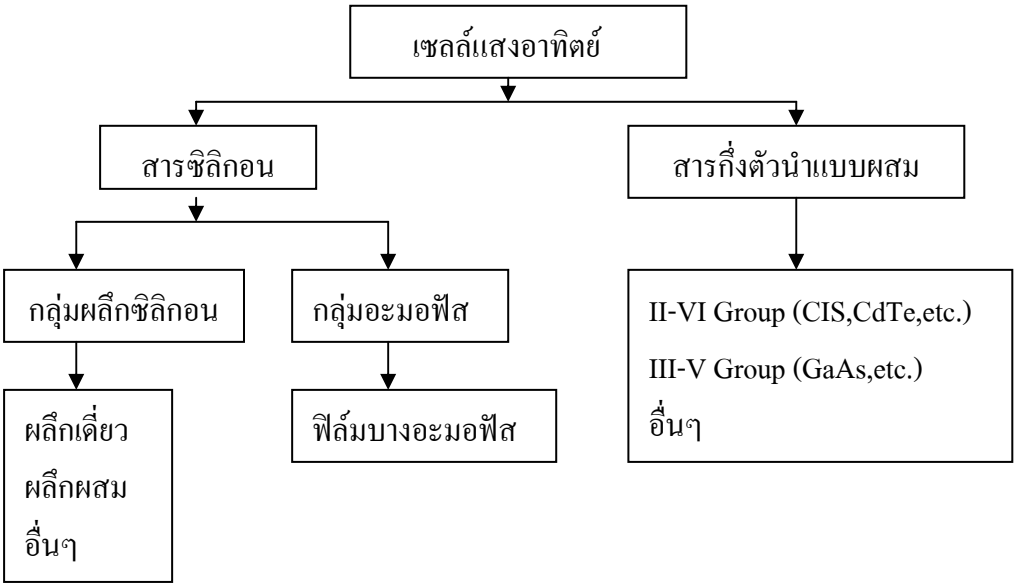
2.3.1 เทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์

วิวัฒนาการของเซลล์แสงอาทิตย์ได้มีมาเมื่อหลายทศวรรษแล้ว เซลล์แสงอาทิตย์ในช่วงแรกผลิตขึ้นจากซีลิเนียม ซึ่งมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานประมาณ 1-2% จึงทำให้การใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์ไม่แพร่หลายมากนักจนถึงในช่วง พ.ศ. 2493 ได้มีการผลิตซิลิกอนขึ้นได้สำเร็จเป็นครั้งแรกโดยกระบวนการ Czochraski ซึ่งเป็นจุดสำคัญต่อวิวัฒนาการของเซลล์แสงอาทิตย์ทำให้มีการพัฒนากรรมวิธีการผลิตเรื่อยมา เพื่อลดราคาของเซลล์แสงอาทิตย์ให้ถูกลง เพิ่มอายุการใช้งานและเพิ่มประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานให้สูงขึ้นด้วย ในปัจจุบันเซลล์แสงอาทิตย์มีมากมายหลายประเภทดังแสดงในรูปที่ 2-15

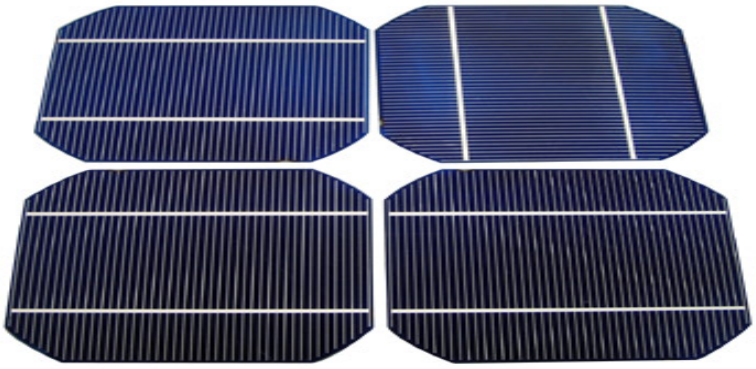
เซลล์แสงอาทิตย์ที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน สามารถแบ่งออกตามชนิดของสารกึ่งตัวนำได้ 2 ประเภทคือ

1) เซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึก (Crystalline solar cell)

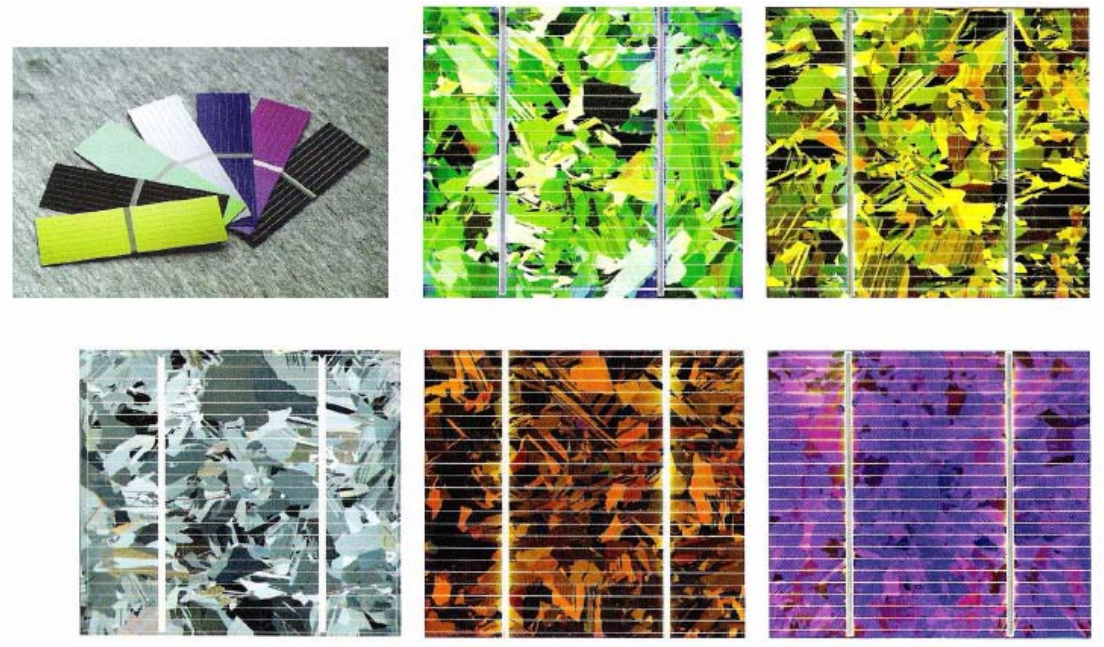
เซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกที่ใช้งานในปัจจุบันส่วนมากผลิตจากซิลิกอน เนื่องจากได้มีการพัฒนาทั้งด้านราคา อายุการใช้งาน และประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานเรื่อยมา ในช่วงแรกเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยวจะมีราคาประมาณ 1,000 บาทต่อวัตต์ ในช่วง พ.ศ. 2516 ลดลงเป็นประมาณ 125 บาทต่อวัตต์ ในปี พ.ศ. 2534 และได้มีการพัฒนาอายุการใช้งานให้เพิ่มขึ้นเกิน 30 ปี ในด้านประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานของเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยว ในปัจจุบันมีค่าประมาณ 23% ในห้องปฏิบัติการ ส่วนในการใช้งานจริงในภาคสนามประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานจะลดลงเหลือประมาณ 12-14% และถ้าเคลือบสารป้องกันการสะท้อนแสงบนผิวหน้าของเซลล์จะเพิ่มประสิทธิภาพได้ประมาณ 4% เซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยวที่ใช้เทคโนโลยีการทำขั้วชนิดพิมพ์จากสกรีนนั้น มีค่าแรงดันวงจรเปิด ประมาณ 580-620 มิลลิโวลต์ ขึ้นกับค่าสภาพต้านทานของโลหะที่ทำเป็น แผ่นรอง (substrate) มีค่าความหนาแน่นของกระแสลัดวงจรประมาณ 28-32 มิลลิแอมป์ต่อตารางเซนติเมตร มีค่าฟิลแฟกเตอร์ ประมาณ 70-75% สำหรับเซลล์ที่มีพื้นที่มากขั้วทางไฟฟ้าจะบังพื้นที่รับแสงประมาณ 10-15% ปัจจุบันมีการรับประกันอายุการใช้งานนานถึง 30 ปี และมีการเติมสีเข้าไปในผิวหน้าเพื่อความสวยงามของการนำไปใช้งาน ดังแสดงในรูปที่ 2-17



รูปที่ 2-15 ประเภทของเซลล์แสงอาทิตย์



รูปที่ 2-16 ลักษณะของเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึก



รูปที่ 2-17 ชนิดผลึกผสมแบบซิลิกอน (Polycrystalline Silicon) ที่มีการผสมสีต่างๆ เพื่อความสวยงามในการนำไปใช้งาน

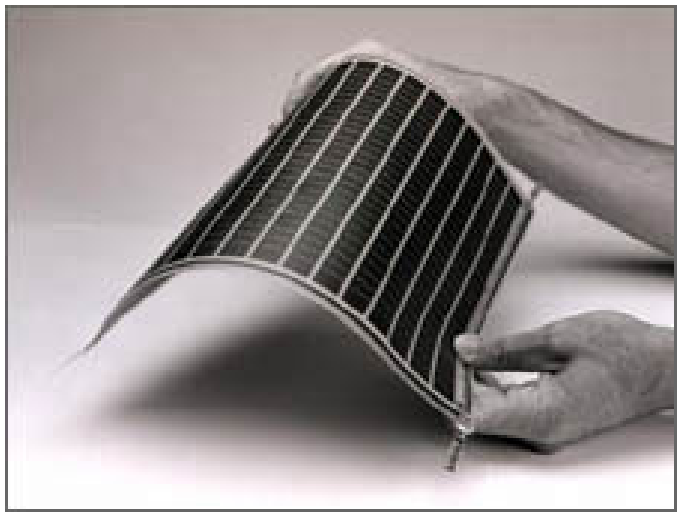
สำหรับโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จะใช้เซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกผสมในการติดตั้งในบางพื้นที่

2) เซลล์แสงอาทิตย์แบบฟิล์มบาง (Thin-film solar cell)

เป็นเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผลิตขึ้นมาเพื่อลดราคาให้ถูกกว่าแบบแรก เนื่องจากในกระบวนการผลิตจะใช้ปริมาณสารกึ่งตัวนำน้อยกว่าแบบแรก โดยปกติใช้อะมอฟัสซิลิกอน (a-si) จำนวนเล็กน้อยฉาบลงบนผิวของวัสดุชนิดอื่น แต่จะมีข้อเสียคือ ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานต่ำกว่าแบบแรก มีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานประมาณ 12% ในห้องปฏิบัติการและมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานในการใช้งานจริงในภาคสนามประมาณ 8% ประสิทธิภาพ

ในการเปลี่ยนพลังงานสูงสุดของเซลล์แสงอาทิตย์แบบฟิล์มบางที่ทำจากอะมอฟัสซิลิกอน มีค่าสูงสุดได้ไม่เกิน 27% เนื่องจากถูกจำกัดโดยคุณสมบัติทางไฟฟ้าของอะมอฟัสซิลิกอน

ในการเพิ่มประสิทธิภาพของเซลล์ให้สูงขึ้น ได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีอะมอฟัสแบบหลายชั้น (multi-junction) ในแต่ละชั้นได้รับการพัฒนาให้สามารถเลือกรับพลังงานที่ความยาวคลื่นต่างกัน (spectrum splitting capability) แต่เทคโนโลยีนี้ยังมีการลดลงของประสิทธิภาพในช่วง 8-10 สัปดาห์แรกที่ใช้งาน ดังนั้นการเลือกอุปกรณ์ประกอบใช้งานร่วมกับแผงชนิดนี้ต้องคูณด้วยแฟกเตอร์ 125% เพื่อความปลอดภัยของระบบ ปัจจุบันมีประสิทธิภาพสูงสุดในห้องปฏิบัติการประมาณ 15% และในสนามประสิทธิภาพประมาณ 7-8% มีการรับประกันอายุการใช้งานสูงสุด 10 ปี



รูปที่ 2-18 ลักษณะของเซลล์แสงอาทิตย์แบบฟิล์มบาง (Thin-film solar cell)

สำหรับโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้า ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จะใช้เซลล์แสงอาทิตย์แบบฟิล์มบางในการติดตั้งในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

นอกจากนี้ในปัจจุบันยังมีการนำสารกึ่งตัวนำชนิดอื่น มาผลิตเป็นเซลล์แสงอาทิตย์อีกมากมาย เช่น แคดเมียม-เทลลูไรด์ (CdTe) มีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงาน

ในห้องปฏิบัติการ 17% มีค่าประมาณ 11% สำหรับการใช้งานจริงในภาคสนาม และมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานสูงสุดประมาณ 27% นอกจากนี้ยังได้มีการพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์แบบแผ่นบางโดยการนำซิลิกอนแบบผลึกเดี่ยวมาเคลือบบนเซรามิกส์ พบว่าประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานในห้องปฏิบัติการมีค่าสูงถึงประมาณ 15% ในขณะที่ราคาถูกกว่าเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยวมาก

สำหรับคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ ตัวแปรที่มีผลต่อคุณสมบัติของเซลล์แสงอาทิตย์ และขนาดของสายไฟที่เหมาะสมกับระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์นี้ (ศึกษารายละเอียดได้จากภาคผนวก ก)

2.3.2 แบตเตอรี่ (Battery)

เป็นอุปกรณ์สะสมพลังงานที่ทำหน้าที่สะสมพลังงานทดแทนต่างๆ ไว้ในรูปพลังงานไฟฟ้าเคมี แล้วนำกลับมาใช้ในช่วงเวลาที่ต้องการ เช่น ประจุไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ในตอนกลางวันแล้วนำไปใช้กับระบบแสงสว่างในตอนกลางคืน แบตเตอรี่ที่ใช้งานจึงเป็นแบบที่สามารถประจุกลับได้

ในระบบผลิตไฟฟ้าแบบอิสระด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ ไฟฟ้าที่ผลิตจากแผงส่วนใหญ่ไม่ได้นำมาใช้โดยตรงขณะที่ทำการผลิต เนื่องจากความต้องการใช้พลังงานมักไม่ตรงกับความสามารถในการผลิต เพราะพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้นั้นเปลี่ยนแปลงตามความเข้มของพลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้รับ แต่การใช้งานขึ้นกับชนิดของภาระทางไฟฟ้า ดังนั้นจึงมีการนำระบบแบตเตอรี่มาใช้ในระบบ วัตถุประสงค์ของการใช้งานระบบแบตเตอรี่ในระบบผลิตไฟฟ้าแบบอิสระสามารถสรุปได้ดังนี้

1) **Energy Storage Capacity and Autonomy** แบตเตอรี่จะทำหน้าที่เก็บพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และจ่ายพลังงานให้ภาระทางไฟฟ้าตามที่ต้องการทุกเวลา

2) **Voltage and Current Stabilization** แบตเตอรี่ทำหน้าที่จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้ภาระทางไฟฟ้าด้วยกระแสและแรงดันคงที่ และขจัดปัญหา transients ซึ่งเกิดจากการผลิต ด้วยระบบเซลล์แสงอาทิตย์

3) **Supply Surge Current** แบตเตอรี่ทำหน้าที่จ่ายกระแสสูงๆ เมื่อมีความต้องการใช้ไฟฟ้าปริมาณมาก ทำให้สามารถเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าได้หลายชนิดกับระบบ

ชนิดของแบตเตอรี่และการจัดแบ่งประเภท

ในปัจจุบันมีแบตเตอรี่หลายชนิดและหลายลักษณะผลิตจำหน่าย บางชนิดมี การออกแบบพิเศษให้เหมาะสมกับเฉพาะงาน แบตเตอรี่ทุกชนิดที่ออกแบบมามีข้อเด่นและข้อด้อยแตกต่างกัน ในระบบเซลล์แสงอาทิตย์ แบตเตอรี่แบบตะกั่วกรด เป็นชนิดที่มีการใช้งานมากที่สุด เนื่องจากมีหลายขนาดให้เลือกใช้ มีราคาต่ำ และคุณสมบัติเป็นที่รู้จักดีแล้ว ในบางสภาวะแวดล้อม เช่นในสภาพที่อุณหภูมิต่ำมีการใช้เซลล์แบบนิเกิล-แคดเมียม แต่เนื่องจากมีราคาเริ่มต้นที่แพง ทำให้มีการใช้กับระบบเซลล์แสงอาทิตย์ในวงจำกัด ยังไม่มีแบตเตอรี่ที่สมบูรณ์ ดังนั้นจะเป็นหน้าที่ของผู้ออกแบบระบบที่จะเลือกระบบแบตเตอรี่ที่เหมาะสมกับการประยุกต์ใช้งานนั้นๆ

ก. การแบ่งชนิดของแบตเตอรี่ โดยทั่วไปแบตเตอรี่จะจัดแบ่งเป็นสองชนิดใหญ่ๆ คือ แบตเตอรี่ปฐมภูมิ (primary battery) และแบตเตอรี่ทุติยภูมิ (secondary battery)

(1) แบตเตอรี่ปฐมภูมิ (primary battery) สามารถเก็บพลังงานเคมีและจ่ายเป็นพลังงานไฟฟ้าออกมาได้ แต่**ไม่สามารถที่จะประจุกลับ** เช่นแบตเตอรี่ชนิดเซลล์คาร์บอน-สังกะสี และเซลล์ลิเทียม ที่ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้ากระแสตรงทั่วไป บางครั้งเรียกถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่แบบปฐมภูมินี้ ไม่นำมาใช้กับระบบเซลล์แสงอาทิตย์

(2) แบตเตอรี่ทุติยภูมิ (secondary battery) สามารถเก็บพลังงานเคมี แล้วจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้ และ**สามารถประจุกลับได้** โดยการจ่ายกระแสในทิศทางตรงข้ามกับ การคายประจุ แบตเตอรี่แบบตะกั่วกรด ที่ใช้ในรถยนต์เป็นตัวอย่างของแบตเตอรี่ชนิดนี้ ตารางที่ 2-1 แสดงชนิดของแบตเตอรี่ชนิดทุติยภูมิ และคุณสมบัติที่สำคัญในการออกแบบในระบบเซลล์แสงอาทิตย์ โดยมีรายละเอียดดังที่จะกล่าวต่อไป

ตารางที่ 2-1 ชนิดของแบตเตอรี่ชนิดทุติยภูมิ และคุณสมบัติที่สำคัญในการออกแบบ

ชนิดของแบตเตอรี่ตะกั่วกรด (Lead-Acid Battery)	ราคา	คุณสมบัติการคายประจุแบบลึก (Deep cycle)	การบำรุงรักษา
แบตเตอรี่ชนิดเติมสารละลาย (Flooded Lead-Acid)			
1. ชนิดตะกั่ว-แอนติโมนี	ต่ำ	ดี	สูง
2. ชนิดตะกั่ว-แคลเซียม Open Vent	ต่ำ	ไม่ดี	ปานกลาง
3. ชนิดตะกั่ว-แคลเซียม Sealed Vent	ต่ำ	ไม่ดี	ต่ำ
4. ชนิดตะกั่ว-แอนติโมนี/แคลเซียม	ปานกลาง	ดี	ปานกลาง
แบตเตอรี่ชนิด Captive Electrolyte Lead-Acid (VRLA)			
1. เจลแบตเตอรี่(Gelled)	ปานกลาง	มาก	ต่ำ
2. Absorbed Glass Mat (AGM)	ปานกลาง	มาก	ต่ำ
นิเกิล-แคดเมียม			
1. ชนิดเพลทแบบ Sintered	สูง	ดี	ไม่มี
2. ชนิดเพลทแบบ Pocket	สูง	ดี	ปานกลาง

ข. การแบ่งประเภทของแบตเตอรี่ชนิดตะกั่วกรด

แบตเตอรี่ชนิดตะกั่วกรด ที่ใช้ในระบบเซลล์แสงอาทิตย์มีหลายชนิด แต่ละชนิดมีการออกแบบและมีคุณสมบัติเฉพาะกับการใช้งานที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปจะจัดแบ่งเป็น 3 ลักษณะใหญ่ๆ คือ

(1) แบตเตอรี่รถยนต์ (Starting Lighting and Ignition : SLI) เป็นแบตเตอรี่ที่ออกแบบมาใช้กับงานลักษณะการคายประจุน้อย (shallow cycle) ใช้กับระบบรถยนต์เป็นส่วนใหญ่ แบตเตอรี่ชนิดนี้ มีแผ่นเพลทบางทั้งเพลทบวกและลบ ลักษณะการออกแบบแบบนี้เพื่อเพิ่มพื้นที่การทำปฏิกิริยา การที่เพลทมีพื้นที่ทำปฏิกิริยามากต่อเซลล์ ทำให้แบตเตอรี่ชนิดนี้จ่ายกระแสสูงๆ ในช่วงเวลาสั้นๆ ได้ ถึงแม้ว่าไม่ได้รับการออกแบบให้มีอายุการใช้งานนานกับลักษณะการคายประจุแบบลึก (deep cycle) แบตเตอรี่แบบนี้ ก็ยังมีการนำมาใช้กับระบบเซลล์แสงอาทิตย์ในประเทศกำลังพัฒนา ที่มีอุตสาหกรรมการผลิตแบตเตอรี่เพียงชนิดเดียว ถึงอย่างไรก็ตามเมื่อนำแบตเตอรี่ชนิดนี้มาใช้กับระบบเซลล์แสงอาทิตย์ อาจใช้งานได้ถึงสองปี กับระบบอิสระขนาดเล็กที่มีการใช้งานไม่เกิน 10-20% DOD ต่อวัน และจำกัดไว้มากที่สุด ไม่เกิน 40-60% DOD

(2) แบตเตอรี่รถไฟฟ้า (Motive Power or Traction Battery) แบตเตอรี่ชนิดนี้ได้รับการออกแบบสำหรับการใช้งานที่มีการคายประจุมาก (deep cycle) ส่วนใหญ่ใช้ในรถยนต์ไฟฟ้า รถยกไฟฟ้า รถไฟฟ้าในสนามกอล์ฟ แบตเตอรี่ชนิดนี้ จะมีจำนวนเพลทต่อเซลล์น้อยกว่าแบบที่ใช้กับรถยนต์ แต่อย่างไรก็ตามลักษณะเพลทจะหนาและทนทานกว่า วัสดุที่นำมาทำกริดแบบนี้ในยุคแรกๆ จะใช้ ตะกั่ว-แอนติโมนี เพื่อให้สามารถคายประจุได้มาก แบตเตอรี่ชนิดนี้ เป็นที่รู้จักกันดี และมีการนำมาใช้งานกับระบบเซลล์แสงอาทิตย์อย่างกว้างขวาง เนื่องจากความสามารถในการคายประจุมาก (deep cycle) อายุการใช้งานนาน และออกแบบมาให้มีความทนทาน

(3) แบตเตอรี่สำหรับระบบไฟฟ้า (Stationary battery) แบตเตอรี่ชนิดนี้มีการใช้งานอย่างแพร่หลายในระบบไฟฟ้าสำรอง (UPS) เพื่อจ่ายไฟฟ้าสำรองให้กับระบบคอมพิวเตอร์ ระบบโทรศัพท์ และระบบไฟฟ้าอื่นๆ แบตเตอรี่สำหรับระบบไฟฟ้ามีคุณลักษณะคล้ายกับทั้งแบตเตอรี่รถยนต์และแบตเตอรี่รถไฟฟ้า และจะออกแบบให้มีการคายประจุมาก (deep cycle)

ค. ชนิดของแบตเตอรี่ตะกั่วกรด

ปัจจุบันมีแบตเตอรี่ชนิดเติมสารละลายหรือแบตเตอรี่ชนิดตะกั่วกรด ผลิตออกมาจำหน่ายหลายชนิด ที่จะกล่าวต่อไปนี้ เป็นชนิดที่มีการนำมาประยุกต์ใช้กับระบบเซลล์แสงอาทิตย์

1) แบตเตอรี่ชนิดตะกั่ว-แอนติโมนี เป็นแบตเตอรี่ชนิดตะกั่วกรดแบบหนึ่งที่ใช้สารแอนติโมนี (Sb) ผสมกับตะกั่วในกริดเพลท การใช้สารแอนติโมนีผสมกับตะกั่วในเพลทมีทั้งข้อดีและข้อเสีย ข้อดีคือการเพิ่มความแข็งแรงทนทานของแผ่นกริด ให้มากกว่าใช้ตะกั่วธรรมดา และทำให้สามารถใช้ในงานคายประจุมาก (deep cycle) หรือที่เรียกว่า ประจุรอบลึก และงานที่มีอัตราการคายประจุสูงได้เป็นอย่างดี กริดแบบตะกั่ว-แอนติโมนี ยังจำกัดการปลดปล่อยตัวของสารทำปฏิกิริยาทำให้มีอายุการใช้งานมากกว่าแบตเตอรี่แบบตะกั่ว-แคลเซียม เมื่อใช้งานในสภาพแวดล้อมอุณหภูมิสูง

ข้อเสียของแบตเตอรี่แบบตะกั่ว-แอนติโมนี คือการมีอัตราการคายประจุในตัวเองสูง และจากที่ต้องการการประจุเกินบ่อยทำให้ต้องเติมน้ำกลั่นบ่อยๆ ขึ้นกับอุณหภูมิและจำนวนครั้งของการประจุเกิน

แบตเตอรี่แบบตะกั่ว-แอนติโมนี ส่วนใหญ่แล้วเป็นแบบเติมสารละลายมีช่องระบายก๊าซ เป็นเกลียวเปิด สำหรับเปิดเติมน้ำ แบตเตอรี่แบบนี้เหมาะสมกับระบบเซลล์แสงอาทิตย์เนื่องจากความสามารถในการคายประจุมาก และความสามารถในการใช้ด้านอื่นๆ แต่อย่างไรก็ตาม แบตเตอรี่ชนิดนี้ ต้องการการเติมน้ำเป็นระยะเวลาที่แน่นอน การลดความถี่ของการเติมน้ำอาจจะโดยการใช้ฝาปิดที่ดักจับน้ำที่ระเหยไปกลับ หรือการออกแบบแบตเตอรี่ที่มีการแลกเปลี่ยนสารละลายจากด้านนอก การเช็คดูความผิดปกติของแบตเตอรี่ชนิดนี้ ทำได้โดยการวัดความถ่วงจำเพาะของสารละลายโดยใช้ไฮโดรมิเตอร์

แบตเตอรี่แบบตะกั่ว-แอนติโมนี แบบเพลทหนาและการออกแบบที่แข็งแรง ส่วนใหญ่แล้วจะถูกจัดอยู่ในกลุ่มแบตเตอรี่สำหรับรถไฟฟ้า เพราะเป็นลักษณะการใช้งานที่ต้องการลักษณะการคายประจุสูงและอายุการใช้งานนาน

2) แบตเตอรี่ชนิดตะกั่ว-แคลเซียม เป็นแบตเตอรี่ชนิดตะกั่วกรดแบบหนึ่งที่ใช้สารแคลเซียม (Ca) ผสมกับตะกั่วในกริดเพลท เหมือนแบบตะกั่ว-แอนติโมนี เช่นเดียวกัน การใช้ส่วนผสมแคลเซียมในเพลทตะกั่วมีทั้งประโยชน์และข้อเสีย ส่วนที่เป็นข้อดีคือการเพิ่มความแข็งแรงของแผ่นเพลท มีอัตราการคายประจุในตัวเองต่ำ และลดผลการเกิดก๊าซซึ่ง ทำให้มีการสูญเสียน้ำน้อยลง การบำรุงรักษาก็ลดลงด้วย ข้อเสียของการผสมแคลเซียมคือ มีคุณสมบัติการประจุที่ไม่ดีในสภาวะที่คายประจุมากๆ และเมื่อนำไปใช้งานในสภาวะอุณหภูมิสูง หรือใช้งานคายประจุมากกว่า 25% DOD บ่อยๆ อายุการใช้งานจะสั้นลง มี 3 ชนิด

(1) แบตเตอรี่ชนิดตะกั่ว-แคลเซียม Open Vent แบตเตอรี่ชนิดนี้ มักจัดอยู่ในชนิดใช้สำหรับระบบไฟฟ้า ส่วนใหญ่แล้วจะมีขนาดลูกละ 2 โวลต์ มีความจุหลายขนาดและมากถึง 1000 AH แบตเตอรี่ชนิดนี้ มีข้อดีที่มีอัตราการคายประจุด้วยตัวเองต่ำและมีการสูญเสียน้ำน้อย และอาจมีอายุการใช้งานนานถึง 20 ปี ถ้าใช้ในโหมดไฟฟ้าสำรอง สำหรับการประยุกต์ใช้กับระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ยังมีประสบการณ์ไม่มากนักเนื่องจากปัญหาเรื่อง ปรากฏการณ์ซัลเฟชันและปรากฏการณ์แบ่งชั้นของสารละลาย (stratification)

(2) แบตเตอรี่ชนิดตะกั่ว-แคลเซียม Sealed Vent การพัฒนาแบตเตอรี่ชนิดนี้ เริ่มต้นใช้ชื่อ maintenance free ใช้กับรถยนต์ มีความจุในช่วง 50 ถึง 200 AH ขนาด 12 V และมีคุณสมบัติเหมือนกับแบตเตอรี่ชนิดตะกั่ว-แคลเซียมธรรมดา คือทนต่อการประจุเกิน สภาวะแวดล้อมอุณหภูมิสูงและการทำงานในลักษณะการคายประจุมาก ความหมายของการไม่มีการบำรุงรักษาคือ การไม่ต้องเติมน้ำกลั่น ซึ่งมีผลต่ออายุการใช้งานของแบตเตอรี่ ดังนั้นการออกแบบแบตเตอรี่จะมีการสำรองสารอิเล็กโตรไลท์ เพื่อให้แบตเตอรี่ทำงานได้ตลอดอายุการใช้งาน แบตเตอรี่ชนิดนี้ มีการนำมาใช้กับระบบโซลาร์เซลล์ขนาดเล็ก เช่นระบบที่ใช้ในบ้าน ระบบแสงสว่าง แต่ต้องระมัดระวังในการประจุ เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพของแบตเตอรี่สูงสุดและอายุนานที่สุด ถึงแม้จะมีราคาถูก แต่แบตเตอรี่ชนิดนี้ ได้รับการออกแบบสำหรับการคายประจุน้อย (shallow cycle) และจะมีอายุการใช้งานสั้นเมื่อนำมาใช้กับระบบเซลล์แสงอาทิตย์

(3) แบตเตอรี่ชนิดตะกั่ว-แอนติโมนี/แคลเซียม ไฮบริด แบตเตอรี่ชนิดนี้ ส่วนใหญ่จะเป็นชนิดเติมน้ำกลั่น มีความจุถึง 200 Ah ลักษณะการออกแบบที่สำคัญของแบตเตอรี่ชนิดนี้ คือการใช้ตะกั่ว-แคลเซียม เป็นกริดแบบแท่งในขั้วบวก และใช้ตะกั่ว-แอนติโมนีในขั้วลบ การออกแบบนี้ได้รวมข้อดีของแบตเตอรี่ทั้งสองชนิด คือมีประสิทธิภาพดีที่การคายประจุมาก มีการสูญเสียน้ำน้อย และอายุการใช้งานนาน ปัญหาปรากฏการณ์ซัลเฟชันและปรากฏการณ์แบ่งชั้นของสารละลาย (stratification) ยังคงมีอยู่ แบตเตอรี่ชนิดนี้ มีการนำมาใช้งานกับระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ในระบบขนาดใหญ่

3) แบตเตอรี่ ชนิด Captive Electrolyte Lead-Acid (VRLA) เป็นแบตเตอรี่ตะกั่วกรดอีกชนิดหนึ่ง โดยสารอิเล็กโตรไลท์ จะถูกอิมโมบิไลซ์ (immobilized) และปิดผนึกในภาชนะบรรจุ ถ้าเกิดสภาวะประจุเกิน ช่องระบายอากาศจะเปิดโดยแรงดันอากาศภายในแบตเตอรี่

ส่วนใหญ่แล้วจะเรียกแบตเตอรี่ชนิดนี้ว่า Valve Regulated Lead-Acid (VRLA) สารอิเล็กโตรไลท์จะไม่สามารถเติมได้ในแบตเตอรี่ชนิดนี้ ดังนั้นในการใช้แบตเตอรี่ชนิดนี้ ต้องไม่ทำการประจุเกิน

แบตเตอรี่ชนิดนี้เป็นที่นิยมนำมาใช้กับระบบเซลล์แสงอาทิตย์ เพราะได้รับการพิสูจน์ใช้งานแล้ว และสะดวกต่อการขนส่ง แต่ที่สำคัญคือไม่ต้องเติมน้ำกลั่นซึ่งเป็นแบตเตอรี่ในอุดมคติของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ในพื้นที่ห่างไกล แต่อย่างไรก็ตามสาเหตุที่จะทำให้แบตเตอรี่ชนิดนี้เสียหายได้ในระบบเซลล์แสงอาทิตย์ คือการประจุเกินทำให้สูญเสียสารอิเล็กโตรไลท์ซึ่งมักเกิดในสภาวะอุณหภูมิสูง ดังนั้นสำหรับกรณีนี้ อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ จะต้องตั้งจุดควบคุมไม่ให้มีสภาวะประจุเกิน

เทคโนโลยีของแบตเตอรี่ชนิดนี้มีผลกระทบเร็วมากต่อสภาวะการประจุ โดยเฉพาะข้อจำกัดระดับแรงดันและอุณหภูมิ การประจุแบตเตอรี่ชนิดนี้ จะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดของผู้ผลิต ถ้าไม่มีข้อมูล ไม่ควรประจุเกิน 14.2 V ที่ 25 ^{o}C สำหรับแบตเตอรี่ 12 V ข้อแนะนำสำหรับการประจุแบตเตอรี่ชนิดนี้ คือให้ทำการประจุที่ระดับแรงดันและอุณหภูมิคงที่เพื่อป้องกันการประจุเกิน มี 2 ชนิด คือ

(1) แบตเตอรี่แบบเจล (Gelled battery) แบตเตอรี่ชนิดนี้ ออกแบบสำหรับใช้ในงานเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไป ส่วนใหญ่ใช้กริดแบบตะกั่ว-แคลเซียม แบตเตอรี่ชนิดนี้มีการเติมซิลิกอนไดออกไซด์เข้าไปในสารอิเล็กโตรไลท์ก่อนที่จะทำให้เป็นเจล ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นปฏิกิริยารวมกันภายใน เพื่อลดการเกิดก๊าซและลดการสูญเสียน้ำ

แบตเตอรี่แบบเจลบางชนิดมีการผสมกรดฟอสฟอริกในสารละลาย อิเล็กโตรไลท์ เพื่อปรับปรุงความสามารถในการคายประจุมากของแบตเตอรี่

(2) แบตเตอรี่ Absorbed Glass Mat (AGM) แบตเตอรี่ชนิดนี้แตกต่างจากแบบเจล คือสารอิเล็กโตรไลท์จะซับด้วย glass mats และวางเป็นชั้นๆ ระหว่างเพลท แต่มีลักษณะทางกายภาพเหมือนกับเจล การพัฒนาแบตเตอรี่ชนิดนี้ ทำให้สามารถใช้งานในสภาวะประจุเกินและสภาพแวดล้อมอุณหภูมิสูงได้ ดังนั้นข้อแนะนำในการประจุสำหรับแบตเตอรี่ชนิดนี้จะกำหนดแรงดันคงที่สูงกว่าแบตเตอรี่แบบเจลได้

ลักษณะเด่นของแบตเตอรี่แบบ AGM คือปรากฏการณ์การรวมตัวของก๊าซภายใน เมื่อเราทำการประจุแบตเตอรี่แบบตะกั่วกรดใกล้ถึงสภาวะประจุเต็ม จะเกิดก๊าซไฮโดรเจนและอ๊อกซิเจน จากปฏิกิริยาในขั้วบวกและลบ ถ้าเป็นแบตเตอรี่แบบเติมน้ำกลั่นก๊าซ

ที่เกิดขึ้นจะระบายออกมาภายนอก ทำให้ต้องเติมน้ำกลั่นเข้าไปทดแทน แต่ใน AGM แบตเตอรี่โมเลกุลอ๊อกซิเจนที่เกิดขึ้นในเพลทบวกสามารถเคลื่อนที่ไปรวมกับโมเลกุลของก๊าซไฮโดรเจนที่เพลทลบและรวมตัวกลับเป็นน้ำอีกครั้ง ดังนั้นแบตเตอรี่ชนิดนี้ จะปิดสนิทเพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำและก๊าซที่เกิดขึ้นภายใน

4) แบตเตอรี่นิเกิล-แคดเมียม แบตเตอรี่นิเกิล-แคดเมียม เป็นแบตเตอรี่แบบทุติยภูมิ สามารถนำมาประจุใหม่ได้ และมีการนำไปใช้ประโยชน์ในวงกว้างมากกว่าแบตเตอรี่แบบตะกั่วกรด ทำให้เป็นที่น่าสนใจที่จะนำมาใช้กับระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ ข้อดีของแบตเตอรี่ชนิดนี้คือ มีอายุการใช้งานนาน บำรุงรักษาน้อย สามารถทนการประจุที่ผิดปกติได้ ทำงานได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ ไม่มีข้อจำกัดที่ต้องควบคุมแรงดันให้คงที่ขณะประจุ ข้อเสียคือราคาแพงและมีขนาดให้เลือกใช้งานน้อย

เซลล์แบตเตอรี่นิเกิล-แคดเมียม อิเล็กโทรดเพลทขั้วบวกทำจาก นิเกิล-ไฮดรอกไซด์ (NiO(OH)) ส่วนขั้วลบทำจากแคดเมียม (Cd) และจุ่มในสารละลายอิเล็กโตรไลท์โปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ในสภาวะคายประจุ นิเกิลไฮดรอกไซด์จะเปลี่ยนรูปเป็น ($Ni(OH)_2$) และแคดเมียมจะเปลี่ยนรูปเป็นแคดเมียมไฮดรอกไซด์ ($Cd(OH)_2$) ความเข้มข้นของสารละลายอิเล็กโตรไลท์ไม่เปลี่ยนแปลงระหว่างการทำปฏิกิริยา ดังนั้นจุดเยือกแข็งของสารอิเล็กโตรไลท์มีค่าต่ำคงที่

แรงดันต่อเซลล์ของแบตเตอรี่แบบนิเกิล-แคดเมียม คือ 1.2 V เมื่อเปรียบเทียบกับแบตเตอรี่ตะกั่วกรด เซลล์ละ 2.1 โวลต์ ต้องใช้เซลล์นิเกิล-แคดเมียมถึง 10 เซลล์เพื่อต่อเป็นแบตเตอรี่ 12 V แรงดันของแบตเตอรี่แบบนิเกิล-แคดเมียมนี้ยังคงมีค่าคงที่ ถึงแม้ว่าจะมีการคายประจุใกล้หมดแล้วก็ตาม และแรงดันจะลดลงทันทีทันใดเมื่อคายประจุหมด แบตเตอรี่แบบนิเกิล-แคดเมียม สามารถรับการประจุด้วยอัตรากระแสสูงถึง C/1 และสามารถทนการประจุเกินอย่างต่อเนื่องที่อัตรา C/15 แบตเตอรี่แบบนี้ แบ่งได้เป็นสองลักษณะ คือ

(1) Sintered Plate Ni-Cads แบตเตอรี่ชนิดนี้ ใช้กันทั่วไปในงานเครื่องมือวัด และอุปกรณ์ไฟฟ้าในบ้าน การออกแบบใช้ขบวนการความร้อนกับวัสดุทำปฏิกิริยาและม้วนเพลทดังกล่าวเป็นวงใส่ในภาชนะบรรจุ และสารอิเล็กโตรไลท์ใช้วิธีอิมโมบิไลซ์ ป้องกันการรั่วซึม และสามารถติดตั้งได้หลายลักษณะ ปัญหาของแบตเตอรี่ชนิดนี้คือ ผลของหน่วยความจำ (memory effect) คือการที่แบตเตอรี่คายประจุได้เฉพาะอัตราที่มีการประจุเข้าไป ในรอบนั้นเท่านั้น

และจะทำให้ความจุลดลง ในบางกรณี ผลของหน่วยความจำสามารถลบได้ โดยทำการประจุและคายประจุแบบพิเศษให้เหมือนสภาวะเริ่มต้นใช้งาน

(2) Pocket Plate Ni-Cads แบตเตอรี่นิเกิล-แคดเมียมที่ใช้กับระบบสื่อสารในพื้นที่ห่างไกล และการประยุกต์งานด้านอื่นๆ มักใช้แบบที่เติมสารอิเล็กโตรไลท์เรียก Flooded pocket plate การออกแบบจะเหมือนกับแบตเตอรี่แบบตะกั่วกรด ต้องมีการเติมน้ำกลั่นเป็นระยะเช่นกัน แต่อย่างไรก็ตามสารอิเล็กโตรไลท์เป็นสารอัลคาไลน์โปแตสเซียมไฮดรอกไซด์แทนกรดซัลฟุริก แบตเตอรี่ชนิดนี้ สามารถใช้งานในสภาวะคายประจุมาก และอุณหภูมิต่ำได้ดีกว่าแบบตะกั่วกรด และไม่มีผลของหน่วยความจำเหมือนในแบบ Sintered Plate Ni-Cads ข้อเสียของแบตเตอรี่แบบนี้คือ มีราคาเริ่มต้นที่ยังแพงอยู่ และอย่างไรก็ตามถ้าเทียบกับอายุที่นานอาจเป็นแบตเตอรี่ที่มีราคาตลอดอายุการใช้งานถูกที่สุดในระบบเซลล์แสงอาทิตย์ก็เป็นได้

สำหรับโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เลือกใช้แบตเตอรี่ตะกั่ว-กรด แบบใช้ในงานคายประจุมาก (deep cycle) ขนาด 12 V 125 AH

2.3.3 อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ (Battery Charge Controller)

ในการควบคุมการประจุแบตเตอรี่ ฟังก์ชันพื้นฐานคือการรักษาแบตเตอรี่ให้มีสภาวะของความจุอยู่ในช่วงใช้งานตลอดเวลา ในขณะเดียวกันป้องกันไม่ให้เกิดการประจุเกินจากระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และป้องกันไม่ให้ภาระทางไฟฟ้าดึงกระแสออกไปใช้งานมากจนแบตเตอรี่เสียหาย แต่อย่างไรก็ตามในระบบเซลล์แสงอาทิตย์บางระบบอาจออกแบบโดยไม่มีระบบป้องกันการประจุได้ แต่ในกรณีระบบที่ไม่สามารถคำนวณการใช้ภาระทางไฟฟ้าล่วงหน้าได้ มีผู้ใช้งานเพิ่มเติมโดยควบคุมไม่ได้ หรือระบบที่ออกแบบแบตเตอรี่ให้พอดีหรือให้มีขนาดเล็กกว่าความต้องการ (ในกรณีงบประมาณมีจำกัด) จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ทั้งสิ้น วิธีการในการควบคุมการประจุแบตเตอรี่นั้นจะบ่งบอกถึงผลตอบแทนที่จะได้จากระบบแบตเตอรี่และระบบเซลล์แสงอาทิตย์ และทำให้ระบบตอบแทนความต้องการทางภาระทางไฟฟ้าแก่ผู้ใช้งานได้เพียงพอ การเพิ่มเติมส่วนประกอบการทำงานอื่นๆ เช่นส่วนปรับแก้อุณหภูมิ สัญญาณเตือนต่างๆ มิเตอร์แสดงผล และการวัดแรงดันระยะไกลเพื่อนำไปควบคุมอุปกรณ์ประกอบภายนอกนั้น เป็นการเพิ่มความสามารถของอุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ ให้รักษาอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ให้นานเท่าที่แบตเตอรี่สามารถใช้งานได้

ฟังก์ชันที่สำคัญของอุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ มีดังนี้

1) การป้องกันการประจุเกิน (Overcharge) เป็นการจำกัดหรือลดการประจุไฟให้กับแบตเตอรี่ จากระบบเซลล์แสงอาทิตย์ เมื่อแบตเตอรี่ถูกประจุเต็ม

2) การป้องกันการคายประจุเกิน (Over discharge) เป็นการตัดแบตเตอรี่ออกจากภาระทางไฟฟ้า เมื่อความจุแบตเตอรี่ลดลงถึงสภาวะต่ำเกินไป

3) ควบคุมภาระทางไฟฟ้า (Load Control Function) เป็นการตัดหรือต่อภาระทางไฟฟ้าแบบอัตโนมัติตามช่วงเวลา เช่น การเปิดระบบแสงสว่างจากช่วงดวงอาทิตย์ตกถึง ดวงอาทิตย์ขึ้นเป็นต้น

ก. การป้องกันการประจุเกิน

สำหรับระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระในพื้นที่ห่างไกลที่มีระบบแบตเตอรี่ จะได้รับการออกแบบ ให้สามารถจ่ายไฟให้กับภาระทางไฟฟ้าได้ที่สภาวะเลวร้ายที่สุด (worst-case condition) เช่น การเลือกเดือนที่มีสัดส่วนของพลังงานแสงอาทิตย์ต่อภาระทางไฟฟ้าต่ำสุดมาทำการออกแบบเป็นต้น เมื่อระบบเซลล์แสงอาทิตย์ทำงานได้ดีในช่วงเดือนที่มีพลังงานแสงอาทิตย์เพียงพอ เช่น ในช่วงฤดูร้อน พลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ มักจะมากเกินความต้องการใช้งาน ในการป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายที่ระบบแบตเตอรี่เนื่องจากการประจุเกินในช่วงนี้จึงต้องใช้ระบบควบคุมการประจุแบตเตอรี่ การที่จะป้องกันได้ มากน้อยเพียงใดนั้น ยังต้องคำนึงถึงพารามิเตอร์อื่นๆ ประกอบ เช่น การออกแบบระบบ การเปลี่ยนแปลงภาระทางไฟฟ้าตามฤดูกาล อุณหภูมิแวดล้อม และลักษณะของพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น

การกำหนดแรงดันควบคุมในการประจุ เป็นฟังก์ชันแรกของอุปกรณ์ควบคุมการประจุ และอาจจะเป็นฟังก์ชันที่สำคัญที่สุด ที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพและอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ วัตถุประสงค์ของอุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ คือการควบคุมการประจุแบตเตอรี่ที่ยังไม่เต็มให้มีการประจุเต็มโดยไม่เกิดการประจุเกิน ถ้าไม่มีอุปกรณ์ควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าจากระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่ประจุเข้าแบตเตอรี่ มีสัดส่วนมากหรือน้อยตามความเข้มพลังงานแสงอาทิตย์ โดยไม่คำนึงว่าแบตเตอรี่ต้องการหรือไม่ เมื่อแบตเตอรี่ได้รับการประจุเต็มแรงดันประจุแบตเตอรี่จะเพิ่มขึ้นไปถึงจุดที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาก๊าซซิ่ง ทำให้สารละลายอิเล็กโตรไลท์แห้งลง เกิดความร้อนขึ้นภายใน และเร่งทำให้เกิดการร่วงของแผ่นเพลทเร็วขึ้น เป็นต้น

ในการควบคุมการประจุแบตเตอรี่นั้นอาจทำโดยการตัดระบบเซลล์แสงอาทิตย์ออก หรือการลดกระแสที่มาจากระบบเซลล์แสงอาทิตย์ลง เมื่อแบตเตอรี่ใกล้จะถูกประจุเต็ม ในการกำหนดแรงดันควบคุม โดยทั่วไปทำโดยการกำหนดจุดแรงดันสูงสุดในการประจุแบตเตอรี่ (Voltage regulation set point : VR) และกลับมาต่อระบบเซลล์แสงอาทิตย์อีกเมื่อแรงดันแบตเตอรี่ลดลงมาถึงจุดแรงดันต่อกลับ (Array reconnect voltage set point : ARV)

ข. การป้องกันการคายประจุเกิน

ในช่วงระยะเวลาที่พลังงานแสงอาทิตย์ต่ำกว่าค่าที่ใช้ออกแบบ หรือช่วงที่มีการใช้ภาระทางไฟฟ้าเพิ่มมากกว่าที่ออกแบบไว้ พลังงานที่ผลิตได้จากระบบเซลล์แสงอาทิตย์มีไม่เพียงพอที่จะรักษาให้แบตเตอรี่เต็มตลอดเวลา เมื่อแบตเตอรี่ถูกใช้งานจนแรงดันลดลงเรื่อยๆ ปฏิกิริยาจะเกิดที่กริดมากขึ้น แรงยึดเหนี่ยวระหว่างวัสดุทำปฏิกิริยาและกริดจะลดลง เมื่อแบตเตอรี่ถูกคายประจุไปเรื่อยๆ จะทำให้อายุการใช้งานและขนาดความจุเต็มลดลงในที่สุด การป้องกันไม่ให้แบตเตอรี่ได้รับการคายประจุเกิน อุปกรณ์ควบคุมการคายประจุส่วนใหญ่จะเพิ่มฟังก์ชันการตัดภาระทางไฟฟ้าออกเมื่อแรงดันแบตเตอรี่ลดลงถึงจุดแรงดันต่ำหรือสภาวะความจุต่ำสุดเสมอ

ในบางกรณีภาระทางไฟฟ้าที่ใช้ในระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ต้องการแรงดันไฟฟ้าที่สูงเพียงพอเพื่อทำงาน ถ้าแบตเตอรี่มีความจุลดลงจนแรงดันแบตเตอรี่ลดต่ำกว่าแรงดันที่ภาระทางไฟฟ้าใช้งานได้ ภาระทางไฟฟ้าจะถูกตัดออกโดยอัตโนมัติ เมื่อแรงดันไฟฟ้ากลับขึ้นมาสู่สภาวะปกติ ถ้าภาระทางไฟฟ้าไม่ได้กำหนดการทำงานอัตโนมัติไว้ อาจเป็นปัญหาต่อผู้ใช้งานได้ จึงเป็นเหตุผลสำคัญที่จะต้องออกแบบเพื่อกำหนดจุดป้องกันการคายประจุเกินของระบบแบตเตอรี่

การป้องกันการคายประจุเกินในอุปกรณ์ป้องกันการคายประจุ มักทำโดยการตัดภาระทางไฟฟ้าออกจากระบบแบตเตอรี่เมื่อแรงดันแบตเตอรี่ลดลงถึงจุดแรงดันต่ำ (Low voltage load disconnect set point : LVD) อุปกรณ์ควบคุมการประจุส่วนใหญ่มีสัญญาณเตือนในลักษณะไฟสัญญาณหรือเสียงเตือน เพื่อแจ้งผู้ใช้งานทราบว่ามีการตัดภาระทางไฟฟ้าออกจนกระทั่งแบตเตอรี่ได้รับการประจุจนแรงดันกลับมาปกติ ภาระทางไฟฟ้าจะถูกต่อกลับมาเช่นเดิม

ในระบบที่ภาระทางไฟฟ้าสามารถปิดได้ มักป้องกันการคายประจุเกิน โดยการต่อรีเลย์หรืออุปกรณ์ตัดวงจรภาระทางไฟฟ้าออกเมื่อแรงดันลดลงถึงจุดที่กำหนด ส่วนระบบที่

ภาระทางไฟฟ้าไม่สามารถปิดได้ ระบบจะไม่ตัดภาระทางไฟฟ้าออกโดยอัตโนมัติ อย่างไรก็ตาม ภาระทางไฟฟ้าประเภทนี้จะทำให้แบตเตอรี่มีการคายประจุเกินได้ ต้องมีการต่ออุปกรณ์เตือนให้ผู้ใช้งานทราบล่วงหน้าก่อนที่แรงดันจะลดลงจนถึงจุดที่ทำความเสียหายให้กับแบตเตอรี่ได้

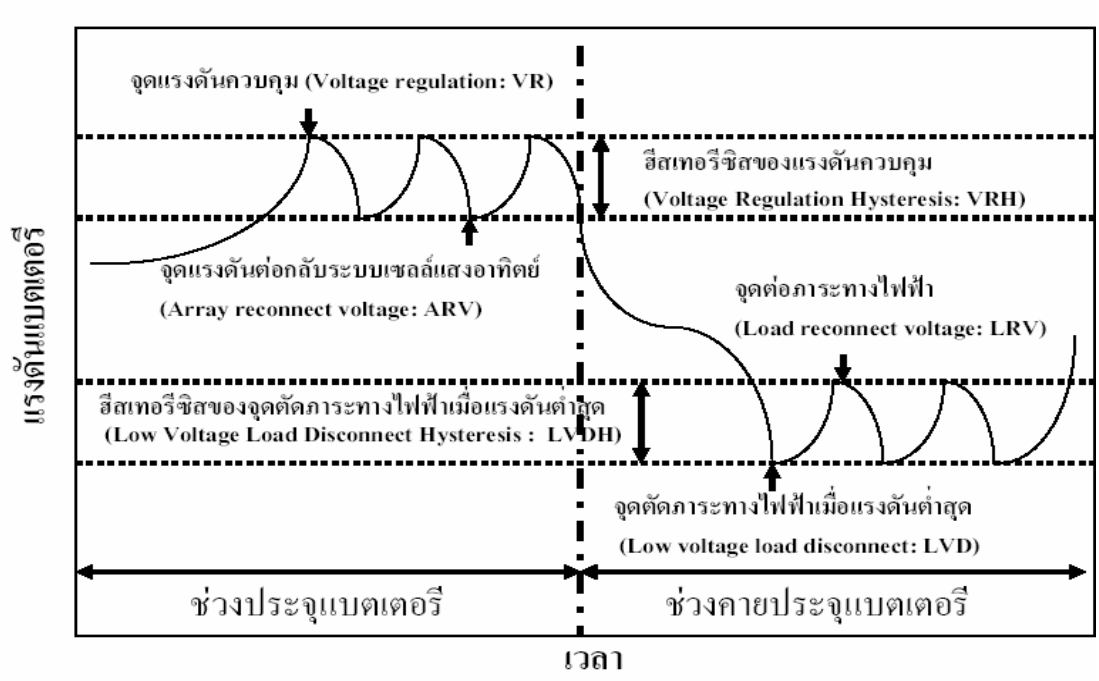
ค. นิยามที่ใช้ในการควบคุมการประจุแบตเตอรี่

การควบคุมแรงดันในการประจุเป็นฟังก์ชันแรก ของอุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ และบางครั้งอาจเป็นฟังก์ชันเดียวที่สำคัญที่สุด วัตถุประสงค์ของอุปกรณ์ควบคุมประจุคือการควบคุมการจ่ายพลังงานไฟฟ้าจากระบบเซลล์แสงอาทิตย์ โดยไม่ทำให้เกิดการประจุเกิน การควบคุมแรงดันหรือการจำกัดกระแสจากระบบเซลล์แสงอาทิตย์ทำได้หลายวิธี วิธีการที่นิยมมากที่สุดคือการวัดแรงดันของแบตเตอรี่ อย่างไรก็ตามยังมีวิธีการวัดพลังงานที่ประจุในรูปของแอมแปร์ชั่วโมง

ถึงแม้มีวิธีการควบคุมแรงดันไฟฟ้าหรืออัลกอริทึมต่างๆ นำมาประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์ควบคุมการประจุต่างๆ กัน แต่มีพารามิเตอร์และคุณสมบัติพื้นฐานเหมือนกัน คือ บริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ควบคุมการประจุจะกำหนดขอบเขตของการควบคุม เช่น ความพิกัดของกระแสจากระบบเซลล์แสงอาทิตย์และภาระทางไฟฟ้า อุณหภูมิใช้งาน การสูญเสีย จุดกำหนดต่างๆ และค่ากำหนดฮิสเทอร์รีซิส ในบางกรณีจุดกำหนดต่างๆ แปรผันตามอุณหภูมิของแบตเตอรี่และ/หรือของอุปกรณ์ควบคุมการประจุ และขนาดของกระแสที่ทำการประจุ ดังนั้นต้องทำความเข้าใจกับนิยามต่างๆ ที่ใช้กับอุปกรณ์ควบคุมการประจุ ที่จะกล่าวถึงต่อไป

1) การกำหนดจุดการควบคุมการประจุแบตเตอรี่

ระดับแรงดันแบตเตอรี่ ที่อุปกรณ์ควบคุมการประจุใช้ในการควบคุมหรือฟังก์ชันการสวิทซ์เรียกว่า จุดควบคุม (Controller set point) สำหรับอุปกรณ์ควบคุมการประจุทั่วไปมีจุดควบคุมหลัก 4 จุด คือ จุดแรงดันควบคุม (Voltage regulation : VR) จุดแรงดันต่อกลับระบบเซลล์แสงอาทิตย์ (Array reconnect voltage : ARV) ทั้งสองจุดเป็นแรงดันที่ทำหน้าที่ควบคุมการตัดต่อระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับแบตเตอรี่ จุดตัดภาระทางไฟฟ้าเมื่อแรงดันต่ำสุด (Low voltage load disconnect : LVD) และจุดต่อภาระทางไฟฟ้า (Load reconnect voltage : LRV) ทั้งสองจุดทำหน้าที่ควบคุมการตัดต่อภาระทางไฟฟ้าเพื่อป้องกันสภาวะการคายประจุเกิน รูปที่ 2-19 แสดงหลักการพื้นฐานในการกำหนดจุดควบคุมการประจุและคายประจุของแบตเตอรี่ ในลักษณะกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันแบตเตอรี่กับเวลา



รูปที่ 2-19 การกำหนดจุดควบคุมของอุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่

(1) จุดแรงดันควบคุม (Voltage regulation : VR) เป็นคุณสมบัติหนึ่งของอุปกรณ์ควบคุมการประจุ ความหมายของจุดแรงดันควบคุม คือ จุดแรงดันสูงสุดที่อุปกรณ์ควบคุมยอมให้เกิดขึ้นที่แบตเตอรี่ได้ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการประจุเกินขึ้นที่แบตเตอรี่ เมื่ออุปกรณ์ควบคุมวัดแรงดันของแบตเตอรี่ได้ถึงจุดควบคุมนี้แล้ว อุปกรณ์ควบคุมจะทำการตัดแบตเตอรี่ออกจากการประจุทันทีหรือทำการจำกัดกระแสที่ประจุเข้าแบตเตอรี่ ในบางระบบออกแบบใช้จุดแรงดันควบคุมสองจุดควบคู่กัน เช่น ใช้จุดแรงดันควบคุมค่าสูงสำหรับการประจุรอบแรกของวัน เพื่อป้องกันการประจุเกิน การเกิดก๊าซซิ่ง และการอิควอไลเซชัน ขณะที่จุดแรงดันควบคุมค่าต่ำใช้ในการควบคุมรอบต่อไปของการประจุ เพื่อให้แบตเตอรี่มีการประจุแบบโฟลท (float charge)

ในการกำหนดจุดแรงดันควบคุม สำหรับอุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ในระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ มักกำหนดให้มีค่าสูงกว่าแรงดันประจุแบบโฟลท ที่กำหนดโดยบริษัทผู้ผลิต เนื่องจากในระบบเซลล์แสงอาทิตย์ แบตเตอรี่ได้รับการประจุในช่วงเวลาที่มีแสงเท่านั้น ในขณะที่บริษัทผู้ผลิตกำหนดเวลาการประจุไว้นานสำหรับการประจุแบบโฟลท โดยการกำหนดค่าแรงดันควบคุมไว้สูงกว่าที่บริษัทกำหนด แบตเตอรี่จะสามารถประจุเต็มได้ในระยะเวลาสั้นลง แต่อย่างไรก็ตามมักเกิดการประจุเกินและเกิดก๊าซซิ่งตามมา ผู้ออกแบบจึงต้องเลือกแรงดันควบคุมที่แบตเตอรี่สามารถรักษาสภาวะการประจุเต็มได้มากที่สุด โดยไม่มีผลกระทบทำให้เกิดปัญหาจากการประจุเกิน

(2) จุดแรงดันต่อกลับระบบเซลล์แสงอาทิตย์ (Array reconnect voltage : ARV) ในอุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่แบบเปิดปิด เมื่อเซลล์แสงอาทิตย์ถูกตัดออกจากระบบ แรงดันแบตเตอรี่จะค่อยๆ ลดลง อัตราการลดลงของแรงดันแบตเตอรี่ขึ้นกับหลายตัวแปร ซึ่งรวมไปถึงอัตราการประจุ และอัตราการคายประจุ ก่อนที่จะตัดวงจร ถ้าอัตราการประจุและคายประจุมีค่าสูง อัตราการลดลงของแรงดันแบตเตอรี่ก็จะเร็วกว่า เมื่อมีอัตราการประจุและคายประจุต่ำกว่า เมื่อแรงดันแบตเตอรี่ลดลงถึงจุดที่กำหนดและระบบเซลล์แสงอาทิตย์ต่อเข้าประจุแบตเตอรี่ได้อีกครั้ง เรียกจุดนั้นว่าจุดแรงดันต่อกลับระบบเซลล์แสงอาทิตย์ (Array reconnect voltage : ARV)

ถ้าระบบเซลล์แสงอาทิตย์ยังคงถูกตัดออกเมื่อแรงดันถึงจุดแรงดันควบคุมครั้งแรกแล้วและไม่ต่อกลับเมื่อแรงดันลดลง แบตเตอรี่อาจจะไม่ได้รับการประจุเต็ม เพื่อเป็นการทำให้ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ต่อกลับได้เมื่อแรงดันลดลงถึงจุดต่อกลับ อาจเพิ่มฟังก์ชันการประจุแบตเตอรี่เป็นลูกคลื่น(พัลซ์) ตลอดเวลา แทนที่การตัดเซลล์แสงอาทิตย์ออกโดยสิ้นเชิง วิธีการนี้แบตเตอรี่จะถูกประจุจนเต็มก่อนที่จะถูกตัดระบบเซลล์แสงอาทิตย์ออก

(3) ฮีสเทอรีซิสของแรงดันควบคุม (Voltage Regulation Hysteresis : VRH) ช่วงแรงดัน หรือความแตกต่างระหว่างจุดแรงดันควบคุมกับจุดแรงดันต่อกลับ จะเรียกว่าฮีสเทอรีซิสของแรงดันควบคุม ค่านี้เป็นแฟกเตอร์หลักที่ประเมินความมีประสิทธิภาพของการประจุแบตเตอรี่ที่ใช้ระบบควบคุมแบบเปิดปิด ถ้าค่าฮีสเทอรีซิสของแรงดันควบคุมมีค่าสูงเกินไป กระแสจากระบบเซลล์แสงอาทิตย์จะถูกตัดในช่วงเวลานาน ทำให้ประสิทธิภาพการได้รับพลังงานต่ำลงและทำให้มีความลำบากเพิ่มขึ้นในการประจุแบตเตอรี่ให้เต็ม แต่ถ้าค่าฮีสเทอรีซิสของแรงดัน

ควบคุมมีค่าต่ำระบบเซลล์แสงอาทิตย์จะถูกตัดต่อบ่อยมากขึ้น บางทีอาจทำให้เกิดความเสียหายที่อุปกรณ์ควบคุมที่ใช้ระบบตัดต่อแบบอิเล็กโตรแมกเนติกได้ ผู้ออกแบบต้องระมัดระวังในการคำนวณค่าฮีสเทอรีซิส บนฐานข้อมูลอัตราการประจุและคายประจุของระบบและแบตเตอรี่ที่ใช้งานจริง

อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่แบบเปิดปิดทั่วไปจะกำหนดค่าฮีสเทอรีซิสระหว่าง 0.4 ถึง 1.4 โวลต์ สำหรับระบบแบบ 12 โวลต์ เช่นสำหรับระบบที่กำหนดแรงดันควบคุมที่ 14.5 โวลต์ และมีฮีสเทอรีซิส 1 โวลต์ แรงดันที่ระบบเซลล์แสงอาทิตย์จะต่อกลับคือ 13.5 โวลต์ โดยทั่วไปการกำหนดค่าฮีสเทอรีซิสค่าต่ำๆ จะใช้กับระบบที่ไม่มีภาระทางไฟฟ้าตอนกลางวัน

(4) จุดตัดภาระทางไฟฟ้าเมื่อแรงดันต่ำสุด (Low voltage load disconnect : LVD) การคายประจุเกินของแบตเตอรี่ สามารถทำให้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่ลดลงได้ ถ้าแรงดันแบตเตอรี่ต่ำ อาจจะเนื่องจากไม่มีพลังงานอาทิตย์ประจุเข้าเป็นเวลานาน ภาระทางไฟฟ้าจะถูกตัดออก เพื่อป้องกันไม่ให้แรงดันแบตเตอรี่ลดลงไปเรื่อยๆ การตัดภาระทางไฟฟ้าออกจะกำหนดโดยแรงดันที่จุดตัดภาระทางไฟฟ้าเมื่อแรงดันต่ำสุด (Low voltage load disconnect : LVD) อุปกรณ์ที่ใช้อาจเป็น รีเลย์หรือ สวิทซ์แบบ สารกึ่งตัวนำ (solid-state) ซึ่งสามารถแยกการไหลของกระแสจากแบตเตอรี่และภาระทางไฟฟ้าได้ บางกรณีอาจรวมอยู่ในการออกแบบวงจรควบคุม บางกรณีอาจแยกออกมาจากวงจรควบคุม ขึ้นอยู่กับขนาดของกำลังไฟฟ้าที่ทำการตัดต่อ

ในอุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ ที่มีฟังก์ชันการควบคุมการตัดต่อภาระทางไฟฟ้า จุด LVD เป็นจุดแรงดันที่ภาระทางไฟฟ้าจะถูกตัดออกจากระบบแบตเตอรี่ การกำหนดจุด LVD หมายถึง การกำหนดค่าสภาวะการประจุแบตเตอรี่สูงสุดที่ยอมให้ใช้ หรือคือค่าความจุแบตเตอรี่สูงสุดที่ใช้ในระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ระบบนั้น ดังนั้นในการออกแบบระบบจะต้องระมัดระวังเป็นพิเศษว่าได้นำความจุจริงหลังจากการกำหนดค่า LVD แล้วมาหาขนาดของแบตเตอรี่

ค่า LVD ที่เหมาะสมจะช่วยยืดอายุการใช้งานแบตเตอรี่ ในการคำนวณจุด LVD ของแบตเตอรี่ผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงอัตราการคายประจุ เนื่องจากแรงดันแบตเตอรี่แปรผันกับอัตราการคายประจุ การกำหนดจุด LVD ต่ำๆ มักทำกับระบบที่มีการคายประจุสูง เพื่อให้เป็นจุดเดียวกับสภาวะการคายประจุ (DOD) โดยทั่วไปสำหรับระบบที่มีการคาย

ประจุช้าเช่นในระบบผลิตไฟฟ้าแบบอิสระขนาดเล็ก (SHS) มักใช้แรงดัน LVD ประมาณ 11.0 ถึง 11.5 โวลต์ ซึ่งจะสัมพันธ์กับสภาวะการคายประจุของแบตเตอรี่ (DOD) ที่ 75-90% สำหรับระบบแบตเตอรี่แบบตะกั่วกรดขนาด 12 โวลต์ ที่อัตราการคายประจุต่ำกว่า C/30

ในการสั่งซื้ออุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ ข้อควรระมัดระวัง คือ บริษัทผู้ผลิตแบตเตอรี่จะกำหนดอัตราการคายประจุ สำหรับการกำหนดจุดแรงดันต่ำสุด เมื่อเทียบกับสภาวะการคายประจุเต็มที่ 100% สำหรับแบตเตอรี่แบบตะกั่วกรด ค่าแรงดัน LVD ประมาณ 10.5 โวลต์ สำหรับแบตเตอรี่ 12 โวลต์ (1.75 โวลต์ต่อเซลล์) ในระบบเซลล์แสงอาทิตย์เราไม่ต้องการให้แบตเตอรี่คายประจุถึงจุดนี้ซึ่งจะส่งผลให้อายุการใช้งานสั้นลง โดยทั่วไป การกำหนดจุด LVD มักไม่เกิน 75-80% DOD

(5) จุดต่อภาระทางไฟฟ้า (Load reconnect voltage : LRV) แรงดันที่อุปกรณ์ควบคุมการประจุ ยอมให้แบตเตอรี่ต่อภาระทางไฟฟ้ากลับเข้ามาเรียกจุดต่อภาระทางไฟฟ้า (Load reconnect voltage : LRV) หลังจากที่อุปกรณ์ควบคุมการประจุตัดภาระทางไฟฟ้าออกไปที่จุด LVD แรงดันแบตเตอรี่จะเพิ่มขึ้นไปที่แรงดันวงจรเปิดของแบตเตอรี่ เมื่อมีการประจุไฟฟ้าเข้าจากระบบเซลล์แสงอาทิตย์ แรงดันแบตเตอรี่จะสูงขึ้นเรื่อยๆ เมื่ออุปกรณ์ควบคุมวัดแรงดันแบตเตอรี่ได้สูงเพียงพอ ก็จะทำการต่อภาระทางไฟฟ้าเข้ามา เรียกจุดแรงดันที่ต่อภาระทางไฟฟ้ากลับว่าจุดต่อภาระทางไฟฟ้า (Load reconnect voltage : LRV)

การเลือกจุดต่อกลับภาระทางไฟฟ้าจะต้องเลือกค่าสูงเพียงพอที่แบตเตอรี่ได้รับการประจุกลับแล้ว แต่การเลือกค่าสูงมากจะทำให้ภาระทางไฟฟ้าถูกตัดออกเป็นระยะเวลานาน อุปกรณ์ควบคุมหลายชนิดเลือกการตัดภาระทางไฟฟ้าทั้งวัน หรือจนกระทั่งตรวจสอบว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้มีการประจุกลับเข้าแบตเตอรี่แล้ว ในระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระขนาดเล็ก กำหนด LRV ระหว่าง 12.5 ถึง 13 โวลต์ สำหรับแบตเตอรี่ตะกั่วกรดแบบ 12 โวลต์ ถ้าทำการเลือก LRV ค่าต่ำ ภาระทางไฟฟ้าจะได้รับการต่อกลับก่อนที่แบตเตอรี่จะถูกประจุ ทำให้เกิดวงจรการตัดต่อภาระทางไฟฟ้าบ่อยๆ ทำให้แบตเตอรี่อยู่ในสภาวะความจุต่ำตลอดเวลา ส่งผลให้อายุการใช้งานแบตเตอรี่สั้นลง

ในการเลือกจุด LRV ผู้ออกแบบต้องพิจารณาอัตราการประจุสำหรับระบบเซลล์แสงอาทิตย์ และอัตราการคายประจุสำหรับภาระทางไฟฟ้า และพิจารณาว่าอัตราการประจุและคายประจุมีผลต่อแรงดันแบตเตอรี่ที่สภาวะการคายประจุต่างๆ อย่างไร

(6) ฮีสเทอรีซิสของจุดตัดภาระทางไฟฟ้าเมื่อแรงดันต่ำสุด (Low Voltage Load Disconnect Hysteresis : LVDH) ช่วงแรงดัน หรือความแตกต่างระหว่างจุด LVD และ LRV เรียกฮีสเทอรีซิสของจุดตัดภาระทางไฟฟ้าเมื่อแรงดันต่ำสุด (LVDH) ถ้าค่า LVDH มีค่าต่ำ ภาระทางไฟฟ้าจะถูกตัดต่อบ่อยเกินไปที่สภาวะการประจุ (SOC) ค่าต่ำ อาจมีผลทำให้เกิดความเสียหายต่อภาระทางไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ควบคุมได้ และยังทำให้แบตเตอรี่ต้องใช้เวลานานมากขึ้นในการประจุเต็ม แต่ถ้าค่า LVDH มีค่ามาก ภาระทางไฟฟ้าจะถูกตัดเป็นระยะเวลานาน จนกระทั่งระบบเซลล์แสงอาทิตย์ประจุแบตเตอรี่จนเต็ม โดยการกำหนดค่า LVDH สูงนี้ทำให้แบตเตอรี่มีอายุการใช้งานนานแต่ลดความมั่นคงของระบบทางผู้ใช้งาน ค่า LVDH ที่เหมาะสมนั้นจะต้องพิจารณาความต้องการความมั่นคงทางระบบ ปฏิกิริยาเคมี และขนาดของแบตเตอรี่ รวมทั้งกระแสของระบบเซลล์แสงอาทิตย์และระบบแบตเตอรี่

2) การเลือกอุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่

การออกแบบและการเลือกอุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ในระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์มีข้อควรพิจารณาหลายแฟกเตอร์ ขึ้นกับความซับซ้อน และทางเลือกของการควบคุม ขณะที่ฟังก์ชันเบื้องต้นคือป้องกันไม่ให้มีการประจุแบตเตอรี่ เกินหลาย ๆ ฟังก์ชันมีการนำมาเพิ่มเติม ทั้งการตัดภาระทางไฟฟ้าออกเมื่อแรงดันต่ำ ควบคุมแหล่งพลังงานชนิดอื่น จ่ายพลังงานบางส่วนให้ภาระทางไฟฟ้าที่จำเป็น หรือแม้กระทั่งการแสดงค่าทางไฟฟ้าของระบบ ผู้ออกแบบต้องตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับการใช้งาน อาจใช้รายการต่อไปนี้ในการพิจารณาเลือกอุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ในระบบเซลล์แสงอาทิตย์

(1) แรงดันของระบบ
(2) กระแสของระบบเซลล์แสงอาทิตย์และภาระทางไฟฟ้า
(3) ชนิดและขนาดของแบตเตอรี่
(4) วิธีการในการควบคุมและการออกแบบอุปกรณ์ตัดต่อ
(5) จุดแรงดันควบคุมและจุดตัดต่อภาระทางไฟฟ้า
(6) เงื่อนไขสภาวะแวดล้อมการใช้งาน
(7) การออกแบบทางเครื่องกลและการบรรจุผลิตภัณฑ์
(8) การแสดงผลระบบ ลักษณะสัญญาณเตือน และมิเตอร์ต่างๆ

(9) อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน อุปกรณ์ตัดต่อ และอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินชั่วขณะ

(10) ราคา การรับประกัน และความน่าเชื่อถือผลิตภัณฑ์

2.3.4 ระบบอินเวอร์เตอร์ (Inverter)

อินเวอร์เตอร์เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสตรงจากระบบเซลล์แสงอาทิตย์หรือแบตเตอรี่ให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับที่มีแรงดันไฟฟ้าและความถี่ที่แน่นอน อินเวอร์เตอร์มีฟังก์ชันการทำงานหลัก 4 แบบคือ

1) ฟังก์ชันแปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (Inverter)

ทำหน้าที่เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงจากระบบพลังงานทดแทน หรือแบตเตอรี่ให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับที่มีแรงดันไฟฟ้าและความถี่ที่แน่นอน วงจรภายในอินเวอร์เตอร์ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เป็นสวิทช์อิเล็กทรอนิกส์กำลัง และวงจรควบคุมการทำงานของสวิทช์อิเล็กทรอนิกส์กำลัง เพื่อให้ได้ขนาดของแรงดันไฟฟ้าและความถี่ตามต้องการ ลักษณะของสัญญาณไฟฟ้าทางด้านออกของอินเวอร์เตอร์ขึ้นอยู่กับคุณภาพและราคาของอินเวอร์เตอร์ อินเวอร์เตอร์ที่มีสัญญาณแรงดันไฟฟ้าทางด้านออกคล้ายคลื่นรูปไซน์ จะมีราคาสูงเนื่องจากมีขนาดของฮาร์มอนิกส์รวมต่ำ

2) ฟังก์ชันการจัดรูปแบบสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับ (Waveshaping) ในทางอุดมคติแล้วรูปแบบของสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับเป็นสัญญาณคลื่นรูปไซน์ สำหรับภาระทางไฟฟ้าที่เป็นความต้านทาน สามารถใช้ได้กับทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ ดังนั้นลักษณะของสัญญาณไฟฟ้าจึงไม่มีผลกระทบต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดนี้ ในขณะที่ภาระทางไฟฟ้าแบบอินดัคทีพ เช่น มอเตอร์ พัดลม สัญญาณไฟฟ้าที่ส่งให้มอเตอร์จะต้องมีลักษณะเป็นคลื่นรูปไซน์หรือใกล้เคียงมากที่สุด เนื่องจากประสิทธิภาพการหมุนของมอเตอร์ (พลังงานกล) จะเกิดจากความถี่พื้นฐาน 50 Hz ของสัญญาณรูปคลื่นไซน์ ส่วนความถี่ฮาร์โมนิกอื่นที่สูงกว่า ที่ถูกส่งมาร่วมกับสัญญาณรูปคลื่นไซน์ จะไม่ทำให้เกิดการหมุนของมอเตอร์ แต่จะทำให้เกิดความร้อน ในขดลวดทองแดงและตัวของมอเตอร์เอง และที่มักเกิดบ่อยๆ คือทำให้ฉนวนที่หุ้มขดลวดมีอายุการใช้งานสั้นลง ทำให้มอเตอร์ไหม้เสียหายได้

3) ฟังก์ชันการควบคุมแรงดัน (Regulation) ฟังก์ชันนี้ควบคุมโดย พัลส์วิดมอดูเลชัน (PWM) เนื่องจากแรงดันกระแสตรงที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ส่งมายังอินเวอร์เตอร์ มีการเปลี่ยนแปลง ทำให้แรงดันไบแอสที่อุปกรณ์สวิทซ์แบบสารกึ่งตัวนำเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ส่งผลให้กระแสที่ส่งไปยังภาระทางไฟฟ้าเปลี่ยนแปลง หมายถึงอัมปลิจูดของพัลซ์ที่ทางด้านเอาท์พุทของอินเวอร์เตอร์ไม่คงที่ ดังนั้นจึงต้องทำการมอดดูเลทความกว้างของเอาท์พุทพัลซ์ (ให้แคบลงหรือกว้างขึ้น) เพื่อรักษาค่าแรงดันทางด้านเอาท์พุทให้คงที่ Pure square-wave inverter ไม่สามารถควบคุมแรงดันโดย PWM ได้ เนื่องจากไม่สามารถทำการมอดดูเลทความกว้างของสัญญาณได้ จึงมีการออกแบบเทคนิคการควบคุมแรงดันเอาท์พุทเช่นการเลือกสวิทซ์ทางด้านขดทุติยภูมิของทรานสฟอร์เมอร์สวิทซ์ เป็นต้น

การใช้ทรานส์ฟอร์เมอร์ในอินเวอร์เตอร์ ไม่ได้ใช้เพื่อวัตถุประสงค์ในการแปลงสัญญาณไฟฟ้า การจัดรูปสัญญาณ หรือการควบคุมแรงดันไฟฟ้าดังที่กล่าวมาข้างต้น สามารถตัดออกจากการออกแบบอินเวอร์เตอร์ได้ แต่อย่างไรก็ตามยังมีการนำทรานสฟอร์เมอร์มาใช้ในอินเวอร์เตอร์เพื่อวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

- เพื่อสร้าง galvanic isolation ระหว่างระบบเซลล์แสงอาทิตย์และระบบสายส่งของการไฟฟ้า หรือระบบไฟฟ้ากระแสสลับ เพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน
- ทำให้เกิดความยืดหยุ่นในการเลือกขนาดแรงดันของระบบเซลล์แสงอาทิตย์และระบบแบตเตอรี่ หรือแรงดันของแบตเตอรี่
- ทำให้มีระบบ grounding สำหรับระบบเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อความปลอดภัยในการใช้งานระบบ

4) ฟังก์ชันทำงานที่จุดกำลังสูงสุดของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ (Maximum Power Point Tracker) ปกติแล้วเมื่อนำภาระทางไฟฟ้าชนิดต่างๆ เช่นชนิดความต้านทาน ชนิดที่เป็นคาปาซิเตอร์ หรือขดลวดมาต่อกับระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ลักษณะของจุดทำงานที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์จ่ายพลังงานงานออกมาจะถูกกำหนดโดยคุณสมบัติของภาระทางไฟฟ้าแบบต่างๆ เหล่านั้น ทำให้ไม่สามารถใช้ประโยชน์จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้สูงสุด การเพิ่มฟังก์ชันการทำงาน ที่จุดกำลังสูงสุดของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นการเพิ่มวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่กำหนดจุดทำงานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้ทำงานที่จุดกำลังสูงสุดตลอดเวลา ผู้ใช้งานจึงได้รับประโยชน์ทางด้านพลังงานจากระบบเซลล์แสงอาทิตย์ได้สูงสุด

อินเวอร์เตอร์ที่ใช้งานในระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์สามารถแยกออกเป็น 2 ประเภท

1) อินเวอร์เตอร์สำหรับระบบผลิตไฟฟ้าแบบอิสระ (Stand Alone Inverter) อินเวอร์เตอร์ชนิดนี้บางครั้งเรียก Self-commutated inverter หรือ Voltage-fed inverter สามารถนำไปใช้งานได้อิสระ แปลงไฟฟ้ากระแสตรงจากแหล่งกำเนิด เช่น ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นกระแสสลับได้ทันที

2) อินเวอร์เตอร์สำหรับระบบเชื่อมต่อสายส่ง (Grid Connected Inverter) อินเวอร์เตอร์ชนิดนี้บางครั้งเรียก Line-commutated inverter หรือ Current-fed inverter อินเวอร์เตอร์ชนิดนี้จะทำงานได้ก็ต่อเมื่อมีแรงดันทางด้านเอาท์พุทก่อนเท่านั้น โดยอาจเป็นแรงดันจากระบบสายส่งของการไฟฟ้าหรือแหล่งกำเนิดไฟฟ้าอื่นๆ ที่ต่อทางด้านเอาท์พุทของอินเวอร์เตอร์ เช่น เครื่องยนต์ดีเซล UPS อินเวอร์เตอร์ หรือกังหันลมผลิตไฟฟ้า

สำหรับโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ทั้งอุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่และอินเวอร์เตอร์สำหรับระบบผลิตไฟฟ้าแบบอิสระประกอบอยู่ในชุดเดียวกัน มีคุณสมบัติการควบคุมและการแปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นกระแสสลับ ตามข้อกำหนดทางเทคนิค ในหัวข้อ 2.2

บทที่ 3

การติดตั้งและการบริหารระบบไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

การติดตั้งและการบริหารระบบไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์นี้ กำหนดขึ้นเพื่อเป็นแนวทางปฏิบัติให้แก่

- **องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น** ในฐานะที่เป็นหน่วยงานซึ่งรับผิดชอบในการดูแลรักษาและรับมอบระบบฯ ตามโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ตลอดจนเพื่อรองรับภารกิจในการจัดให้มีและบำรุงการไฟฟ้าและแสงสว่างให้แก่ประชาชนในพื้นที่ที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคไม่สามารถดำเนินการปักเสาพาดสายได้
- **คณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น** ตามระเบียบกระทรวงมหาดไทย ว่าด้วยการบริหารจัดการโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2547 ในฐานะเป็นผู้ดำเนินการบริหารระบบฯ
- **สมาชิกผู้ใช้ไฟฟ้า** ในฐานะเป็นผู้ใช้และดูแลบำรุงรักษาระบบฯ

การกำหนดแนวทางในแต่ละขั้นตอนการติดตั้งและการบริหารระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ประกอบด้วย

1) **ขั้นตอนก่อนดำเนินการติดตั้งระบบฯ**
2) **ขั้นตอนการดำเนินการติดตั้งระบบฯ**
3) **ขั้นตอนหลังการดำเนินการติดตั้งระบบฯ**

3.1 ขั้นตอนก่อนดำเนินการติดตั้งระบบฯ

3.1.1 แนวทางการสำรวจความต้องการระบบไฟฟ้า

ข้อมูลที่จะต้องดำเนินการสำรวจ ประกอบด้วย

1) ข้อมูลพื้นฐานของหมู่บ้าน
2) ข้อมูลด้านความรู้ของผู้ใช้ไฟ
   - ทักษะพื้นฐานทางด้านไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟ
3) ข้อมูลด้านเศรษฐกิจของชุมชนหรือหมู่บ้าน
4) ข้อมูลประกอบด้านสภาพพื้นที่

ในการสำรวจข้อมูลอาจใช้วิธีการสำรวจภาคสนามที่แตกต่างกันตามความเหมาะสม ดังนี้

- การประชุมกลุ่มผู้นำหมู่บ้าน ได้แก่ ผู้ใหญ่บ้าน ครู สมาชิกองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น กรรมการหมู่บ้าน กลุ่มแม่บ้าน กลุ่มเกษตรกร ฯลฯ
- การสุ่มสัมภาษณ์รายครัวเรือน เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของการติดตั้งระบบไฟฟ้า ซึ่งรวมถึงการบำรุงรักษาระบบฯ

3.1.2 การวิเคราะห์ความจำเป็นหรือความเหมาะสมของโครงการ มีหลักเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

1) เป็นพื้นที่ที่ยังไม่มีไฟฟ้าเข้าถึง และเป็นพื้นที่ที่ยังไม่จัดอยู่ในแผนการขยายเขตของการไฟฟ้า

2) ดำเนินการสำรวจความต้องการการใช้ไฟฟ้าของครัวเรือนที่ยังไม่มีไฟฟ้าใช้ และทำความเข้าใจกับผู้ใช้ไฟฟ้าในแต่ละครัวเรือนให้ทราบถึงความสามารถในการจ่ายไฟของระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่จะติดตั้ง เพื่อให้เกิดการใช้งานอย่างยั่งยืน

3) จำนวนครัวเรือนที่จะดำเนินการติดตั้งอย่างน้อย 5 ครัวเรือนและครัวเรือนที่จะติดตั้งต้องมีเลขบ้านที่แน่นอน

4) กรณีครัวเรือนมีลักษณะกระจัดกระจาย ไม่ตั้งอยู่เป็นกลุ่มเป็นก้อน ควรดำเนินการติดตั้งระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกอิสระสำหรับครัวเรือน (Solar Home System)

5) พิจารณาถึงความจำเป็นและเร่งด่วนของการให้บริการไฟฟ้าในแต่ละพื้นที่และความพร้อมของผู้ใช้ไฟฟ้า

3.1.3 การกำหนดรูปแบบระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสม

เมื่อได้ทำการสำรวจครัวเรือนที่ต้องการไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ของแต่ละครัวเรือนแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการกำหนดรูปแบบและขนาดกำลังการผลิตระบบไฟฟ้าที่เหมาะสมของแต่ละครัวเรือน โดยต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ที่มีความรู้ในการพิจารณากำหนดรูปแบบตลอดจนการประมาณราคาค่าก่อสร้าง (ศึกษารูปแบบและรายละเอียดได้ในบทที่ 2) โดยมีแนวทางข้อกำหนดทางเทคนิคและมาตรฐานการออกแบบดังนี้

1) ข้อกำหนดทางเทคนิคสำหรับระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับครัวเรือน (SHS)

- สามารถจ่ายไฟฟ้าให้กับผู้ใช้ไฟฟ้าได้แม้จะไม่มีแสงอาทิตย์ติดต่อกันนานถึง 3 วัน ดังเช่นในกรณีฤดูฝนที่อาจมีสภาพอากาศมืดครึ้ม มีฝนติดต่อกันหลายวัน โดยไม่มีแสงแดดเลย เป็นต้น
- สามารถจ่ายไฟฟ้าให้กับผู้ใช้ไฟฟ้าในรูปแบบกระแสตรง (DC) หรือกระแสสลับ (AC)
- สามารถจ่ายไฟฟ้าให้กับผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีหลอดไฟไม่เกิน 2 หลอด และมี 1 เต้ารับไฟ (Outlet) สำหรับเครื่องรับวิทยุหรือโทรทัศน์

2) มาตรฐานในการออกแบบ

- กรณีที่จ่ายไฟฟ้าแบบกระแสตรง ระดับแรงดันเท่ากับ 12 Volt
- กรณีที่จ่ายไฟฟ้าแบบกระแสสลับ ระดับแรงดันเท่ากับ 220 Volt ความถี่ 50 Hz โดยที่สามารถควบคุมระดับแรงดันให้อยู่ในระดับ $\pm 5\%$ และความถี่ $\pm 0.5\%$ และมีความผิดเพี้ยนของแรงดัน Total Harmonic Distortion (THD) $\leq 5\%$
- มาตรฐานการติดตั้งและความปลอดภัยเป็นไปตามมาตรฐานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
- สายไฟฟ้าที่ใช้ติดตั้งในระบบไฟฟ้ากระแสตรง ให้ใช้สายฉนวนหุ้มสองชั้นตามมาตรฐาน มอก.

- แบตเตอรี่เป็นชนิด Deep Cycle แบบ Maintenance Free และอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ที่ใช้ต้องมีอายุไม่ต่ำกว่า 3 ปี
- Charge Controller สามารถชาร์จแบตเตอรี่ และมีระบบตัดภาระทางไฟฟ้า (disconnect) ในกรณีที่ระดับแรงดันของแบตเตอรี่มีขนาดต่ำกว่าที่กำหนดไว้ได้
- การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นแบบคงที่โดยไม่มีระบบติดตามดวงอาทิตย์ (Solar tracking)
- แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้มีขนาดพิกัด อย่างน้อย 120 วัตต์
- ประสิทธิภาพของระบบต้องไม่ต่ำกว่า 70% ขึ้นกับประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ และอินเวอร์เตอร์

3.1.4 แนวทางการพิจารณาติดตั้งระบบ

เพื่อให้ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์มีความยั่งยืน และสามารถตอบสนองความต้องการพื้นฐานการมีไฟฟ้าใช้ของประชาชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการพิจารณาเลือกครัวเรือนและสถานที่ติดตั้งระบบ ต้องเป็นครัวเรือนที่มีบ้านเลขที่ถาวร และอยู่ห่างจากระบบบริการสายส่งของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ส่วนสถานที่ติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ต้องมีแสงแดดส่องถึง ไม่มีการบังเงาจากต้นไม้ หรือสิ่งปลูกสร้างใดๆ

3.2 ขั้นตอนการดำเนินการติดตั้งระบบฯ

การดำเนินการติดตั้งระบบฯ แบ่งออกเป็น 2 กรณี คือกรณีที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคดำเนินการให้ตามโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ และกรณีที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ดำเนินการจัดหาเอง

3.2.1 กรณีองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นรับมอบระบบฯ จากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคตามโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

ในการดำเนินงานติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจะเป็นผู้รับผิดชอบในการว่าจ้างดำเนินการ โดยผู้รับจ้างจะต้องจัดฝึกอบรมให้กับเจ้าของครัวเรือนและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในฐานะผู้รับมอบระบบฯ เพื่อให้สามารถดูแลบำรุงรักษาระบบฯ ได้อย่างมีขั้นตอนถูกต้องตามเงื่อนไขลักษณะเฉพาะของระบบฯ โดยมีคู่มือ

การใช้งานอุปกรณ์ทุกชิ้น การบำรุงรักษาระบบฯ การแก้ไขปัญหาเบื้องต้น และคำแนะนำการใช้งานที่สามารถเข้าใจได้ง่าย

3.2.2 กรณีองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นดำเนินการติดตั้งเอง

ในกรณีที่โครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคดำเนินการแล้วเสร็จ แต่หากในภายหลังปรากฏว่ายังมีครัวเรือนที่ยังไม่มีไฟฟ้าใช้หรือมีครัวเรือนเกิดขึ้นใหม่ในพื้นที่ห่างไกลซึ่งระยะการขยายบริการระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคยังดำเนินการไปไม่ถึง องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ก็อาจจะดำเนินการตามขั้นตอน ข้อ 3.1.1-3.1.4

3.3 ขั้นตอนหลังการดำเนินการติดตั้งระบบฯ

เมื่อการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แล้วเสร็จตามข้อ 3.2.1 และ 3.2.2 องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจะต้องดำเนินการตั้งคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่นเพื่อดำเนินการบริหารระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ตามระเบียบกระทรวงมหาดไทยว่าด้วยการเงิน การคลัง บัญชีและการพัสดุ โครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2548 (ศึกษารายละเอียดตามภาคผนวก ค) ซึ่งได้กำหนดหลักเกณฑ์การซ่อมบำรุงระบบฯ โดยให้การดำเนินการซื้อหรือการจ้างแต่ละครั้ง เป็นอำนาจหน้าที่ของคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น โดยองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมีหน้าที่เป็นที่ปรึกษาของคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่นเพื่อให้ข้อเสนอแนะการประสานการดำเนินการ การตรวจสอบการดำเนินงานของคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น และพิจารณาจัดสรรงบประมาณให้แก่คณะกรรมการกรณีที่ค่าบำรุงสมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้าไม่เพียงพอต่อการใช้จ่าย รวมถึงรวบรวมรายงานผลการใช้งานของสมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้า ที่คณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่นเสนอส่งให้กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นด้วย โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

3.3.1 กรณีรับมอบระบบฯ จากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคตามโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

เพื่อให้เกิดความยั่งยืนในการดำเนินงานตามโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ กระทรวงมหาดไทยได้กำหนดระเบียบกระทรวงมหาดไทย ว่าด้วยการบริหารจัดการโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิต

กระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2547 และระเบียบกระทรวงมหาดไทย ว่าด้วยการเงิน การคลัง บัญชีและการพัสดุโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2548 เพื่อกำหนดหลักเกณฑ์ในการบริหารจัดการระบบฯ เช่น การจัดตั้งคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่นเพื่อบริหารระบบฯ การแต่งตั้งผู้ปฏิบัติงานเพื่อรับผิดชอบในการจัดเก็บค่าบำรุงสมาชิก การจัดทำบัญชีหลักฐานเอกสารการรับจ่ายเงินต่างๆ ซึ่งรายละเอียดดังกล่าวจะครอบคลุมบทบาทหน้าที่ของผู้ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารระบบไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งประกอบด้วย องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น คณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน และสมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้า โดยมีรายละเอียดตามลำดับ ดังนี้

1) องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น หมายถึง องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นตามระเบียบกระทรวงมหาดไทย ว่าด้วยการบริหารจัดการโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2547 ซึ่งเป็นผู้รับมอบระบบฯ จากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยระบบไฟฟ้าที่ได้รับมอบตามโครงการ เป็นทรัพย์สินขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่ต้องดูแลรักษา โดยองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น มีหน้าที่ในการดำเนินการ ดังนี้

(1) รวบรวมเอกสารหลักฐานการส่งมอบระบบฯ จากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เพื่อให้ทราบถึงจำนวนครัวเรือนผู้ใช้ไฟฟ้า พร้อมทั้งจัดทำทะเบียนคุมวัสดุอุปกรณ์ตามโครงการฯ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

(2) ออกข้อบัญญัติท้องถิ่นว่าด้วยเรื่องการเก็บค่าบำรุงสมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้าตามโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งตามระเบียบกระทรวงมหาดไทย ว่าด้วยการเงิน การคลัง บัญชีและการพัสดุโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2548 **ได้กำหนดอัตราค่าบำรุงสมาชิก 50 บาท/เดือน/ครัวเรือน** เพื่อนำไปใช้จ่ายเป็นค่าบำรุงรักษาระบบไฟฟ้า

(3) จัดตั้งคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่นเพื่อทำหน้าที่รับผิดชอบในการบริหารจัดการระบบฯ

(4) ประชุมร่วมกับคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น อย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง

(5) ประสานงานภายในท้องถิ่นและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น

(6) ตรวจสอบการดำเนินงานของคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการดำเนินงานแก่คณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น

(7) ร่วมแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกี่ยวกับการดำเนินงานของคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น

(8) พิจารณาจัดสรรเงินให้กับคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น ในกรณีที่ค่าบำรุงสมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้าไม่เพียงพอต่อการใช้จ่าย

(9) รวบรวมรายงานผลการใช้งานของสมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้าที่คณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่นเสนอ ให้กับกรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น

2) คณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น หมายถึง คณะกรรมการตามระเบียบกระทรวงมหาดไทย ว่าด้วยการบริหารจัดการโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2547 ซึ่งแต่งตั้งโดยองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ซึ่งประกอบด้วยตัวแทนจากสมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้ามีจำนวนไม่น้อยกว่า 5 คน โดยอาจตั้งมากกว่า 1 คณะได้ เพื่อประโยชน์ของสมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้า โดยต้องกำหนดเขตพื้นที่รับผิดชอบให้ชัดเจนไม่ทับซ้อนกัน โดยมีองค์ประกอบ ดังนี้

- ประธานกรรมการ
- รองประธานกรรมการ
- กรรมการฝ่ายการเงิน
- กรรมการฝ่ายตรวจสภาพอุปกรณ์
- กรรมการและเลขานุการ

คุณสมบัติของคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น

คณะกรรมการที่ได้รับการแต่งตั้งจะต้องมีคุณสมบัติ ดังนี้

(1) มีสัญชาติไทย และมีอายุไม่ต่ำกว่า สิบแปดปีบริบูรณ์

(2) มีภูมิลำเนาหรือถิ่นที่อยู่เป็นประจำ และมีชื่ออยู่ในทะเบียนบ้านในหมู่บ้านหรือชุมชนนั้นๆ ติดต่อกันมาแล้วไม่น้อยกว่า 180 วัน

(3) จบการศึกษาชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 (เดิม) หรือชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (ปัจจุบัน) หากไม่สามารถสรรหาบุคคลที่มีคุณสมบัติดังกล่าวได้ให้พิจารณาจากบุคคลที่อ่านออกเขียนได้

(4) ไม่เป็นภิกษุ สามเณร นักพรต หรือนักบวช

(5) ไม่เป็นผู้วิกลจริต จิตฟั่นเฟือน ไม่สมประกอบ ติดยาเสพติดให้โทษ

(6) ไม่เป็นบุคคลที่หูหนวกและเป็นใบ้

(7) ไม่อยู่ระหว่างต้องคำพิพากษาหรือคำสั่งที่ชอบด้วยกฎหมายให้จำคุกและถูกคุมขังอยู่โดยหมายของศาล หรือคำสั่งที่ชอบด้วยกฎหมาย

อำนาจหน้าที่ของคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น

ให้คณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่นที่ได้รับการแต่งตั้ง มีอำนาจหน้าที่ ดังนี้

- การดำเนินการจัดซื้อจัดจ้างและตรวจรับพัสดุหรือตรวจการจ้างงานซึ่งเกี่ยวข้องกับการดำเนินการและบำรุงรักษาระบบฯ
- แต่งตั้งผู้ปฏิบัติงานจากคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น ดังนี้
  (1) ผู้จัดเก็บหรือผู้ชำระเงิน
  (2) ผู้เก็บรักษาเงิน
- ตรวจสอบสภาพอุปกรณ์ต่างๆ ของสมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้า และระบบไฟฟ้าให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ โดยควรมอบหมายให้คณะกรรมการผู้ที่มีความรู้หรือผ่านการอบรมด้านไฟฟ้าเป็นผู้รับผิดชอบ
- ซ่อมและแก้ไขอุปกรณ์ไฟฟ้าตามที่สมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้าร้องขอและบันทึกผลการซ่อม/แก้ไขทุกครั้ง โดยหากกรณีความชำรุดเสียหายเกิดขึ้นในระหว่างระยะเวลาประกันให้เจ้าของครัวเรือนแจ้งอาการชำรุดและสาเหตุการชำรุดให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นทราบ เพื่อทำการตรวจสอบการรับประกันเบื้องต้น (สาเหตุของการเสีย, ระยะเวลาการค้ำประกัน) และแจ้งผู้รับจ้างโดยมีรายละเอียดตามแบบฟอร์มการแจ้งซ่อมอุปกรณ์ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Home System) (ดูรายละเอียดตามภาคผนวก ข) และสำเนาแจ้งให้หน่วยงานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคในเขตพื้นที่รับผิดชอบทราบ

- ขอรับการสนับสนุนงบประมาณจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น กรณีที่ค่าบำรุงสมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้าไม่เพียงพอต่อการใช้จ่าย โดยจัดทำรายละเอียดค่าใช้จ่ายเสนอองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ในการพิจารณาจัดตั้งงบประมาณเพื่อบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าให้อยู่ในสภาพใช้งานได้โดยตลอด
- ติดตามผลการใช้งานของสมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้า และรายงานให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นทราบเป็นลายลักษณ์อักษรทุกๆ 6 เดือน

3) เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน หมายถึง ผู้ปฏิบัติงานที่ได้รับแต่งตั้งจากคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น ให้เป็นผู้จัดเก็บหรือผู้รับชำระเงิน และผู้เก็บรักษาเงิน

<u>ผู้จัดเก็บหรือผู้รับชำระเงิน</u> ให้มีหน้าที่ ดังนี้

- จัดทำทะเบียนคุมรายชื่อผู้ชำระค่าบำรุงสมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้า (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค)
- จัดเก็บหรือรับชำระเงินค่าบำรุงสมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้าตามข้อบัญญัติขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เพื่อนำส่งผู้เก็บรักษาเงิน
- เก็บรักษาใบเสร็จรับเงินจนกว่าจะหมดเล่ม และส่งสำเนาใบเสร็จรับเงินที่ใช้หมดแล้วให้ผู้เก็บรักษาเงิน พร้อมทั้งขอเบิกใบเสร็จรับเงินเล่มใหม่

<u>ผู้เก็บรักษาเงิน</u> ให้มีหน้าที่ ดังนี้

- ตรวจสอบจำนวนเงินที่ผู้จัดเก็บหรือผู้รับชำระเงินนำส่งพร้อมกับหลักฐาน (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค)
- ให้บันทึกรายการรับ-จ่ายเงิน ในสมุดคุมรับ-จ่ายเงิน และบัญชีรับ-จ่ายเงิน (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค)
- ให้นำเงินที่รับไว้ทุกประเภทฝากธนาคารในบัญชีคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่นอย่างน้อยเดือนละหนึ่งครั้ง
- ให้เก็บรักษาสำเนาใบเสร็จรับเงินไว้ในที่ปลอดภัย
- การถอนเงินฝากให้เป็นอำนาจของกรรมการที่ได้รับแต่งตั้งจำนวน 3 (สาม) คน โดยมีประธานคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่นเป็นประธาน และลงลายมือชื่อร่วมกันอย่างน้อยสองในสาม

4) สมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้า หมายถึง ประชาชนที่เข้าร่วมโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ มีหน้าที่ ดังนี้

- ส่งหลักฐานการขอใช้ระบบไฟฟ้าให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

3.3.2 กรณีองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นดำเนินการติดตั้งเอง

ให้มีคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่นดำเนินการเหมือนกรณีการรับมอบระบบฯ จากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ตามข้อ 3.3.1

3.3.3 การดูแลรักษาระบบและอุปกรณ์

ทั้งกรณีรับมอบระบบฯ จากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคหรือกรณีองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นดำเนินการติดตั้งเอง เมื่อการดำเนินการหลังการติดตั้งแล้วเสร็จจะต้องมีการดูแลรักษาระบบและอุปกรณ์ ดังนี้

1) เมื่อระบบฯ ได้รับการติดตั้งแล้วเสร็จสมบูรณ์สมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้าจะต้องชำระค่าบำรุงสมาชิกตามที่ระเบียบกระทรวงมหาดไทย ว่าด้วยการเงิน การคลัง บัญชีและการพัสดุ โครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2548 กำหนด ปัจจุบันได้กำหนดให้สมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้าชำระในอัตรา 50 บาทต่อเดือนต่อครัวเรือน

2) ดูแลรักษาระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ พร้อมอุปกรณ์โดยมีแนวทางการดูแลบำรุงรักษาในเบื้องต้น ดังนี้

(1) แผงเซลล์แสงอาทิตย์

- ใช้ผ้าชุบน้ำบิดให้หมาดๆ เช็ดด้านหน้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์
- ใช้ไม้กวาดขนไก่ปัดทำความสะอาด
- ตรวจเช็คต้นไม้ใกล้ๆ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ว่ามีเงาต้นไม้บังแผงเซลล์หรือไม่ ถ้ามีเงาบังให้ตัดต้นไม้
- ตรวจเช็คจุดต่อสายด้านหลังแผงเซลล์ว่าหลวมหรือไม่ ถ้าหลวมควรขันสกรูให้แน่น

(2) แบตเตอรี่

- ทำความสะอาดและตรวจสอบแบตเตอรี่ว่ามีรอยแตกเสียหายหรือไม่ โดยเช็ดฝุ่นออกจากแบตเตอรี่ถ้ามีรอยแตกจะทำให้สามารถมองเห็นรอยแตกชัดขึ้น
- ทำความสะอาดขั้วแบตเตอรี่และขันให้แน่น นานๆ ไปขั้วอาจจะสกปรกและสึกกร่อน อาจจะใช้แปรงโลหะทำความสะอาด หรือใช้เบคกิ้งโซดาและผ้า ทำความสะอาดบริเวณที่เป็นโลหะของจุดเชื่อมต่อควรทำความสะอาดและขันให้แน่น
- ตรวจระดับสารละลายในทุกๆ เซลล์ สังเกตว่ามีเซลล์ใดที่มีน้ำลดต่ำผิดปกติหรือไม่ ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากมีรอยรั่วที่เซลล์นั้นหรือเป็นเซลล์ที่เสื่อม แบตเตอรี่ที่มีเซลล์บางเซลล์เสื่อมนี้ถือว่าแบตเตอรี่ทั้งลูกเสื่อม และควรเปลี่ยนใหม่ การเติมน้ำกลั่นควรเติมทุกเซลล์เติมจนถึงระดับล่างสุดของพลาสติกสีแดงบริเวณที่ฝาจุกปิด โดยจะมีที่ว่างเหลือพอสำหรับการขยายตัวของสารละลายเมื่ออากาศร้อนหรือขณะที่เกิดฟองอากาศตอนกำลังชาร์จแบตเตอรี่ที่แรงดันไฟสูง

หมายเหตุ **ต้องเติมน้ำกลั่นเท่านั้น!** น้ำกรดควรใช้เติมกับแบตเตอรี่ใหม่ตอนที่ยังแห้งอยู่ ควรระมัดระวังไม่ให้สิ่งใดๆ หรือฝุ่น ลงไปในแบตเตอรี่ ช่างควรมีน้ำกลั่นสำรองไว้ขณะไปสำรวจระบบตามหมู่บ้านซึ่งส่วนใหญ่ต้องมีการเติมน้ำกลั่นในแบตเตอรี่

(3) อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่และอินเวอร์เตอร์

อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่และอินเวอร์เตอร์ที่ใช้ในโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ มีหลายชนิด แต่ละชนิดมีการแสดงข้อมูลสถานะทำงานของตัวควบคุมการเก็บประจุในรูปแบบต่างๆ ดังนี้

ก. สภาวะการทำงานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ข. สภาวะการทำงานของประจุแบตเตอรี่

ค. สภาวะการทำงานของโหลดและการใช้งานเกินพิกัดหรือเกิดการลัดวงจร

ง. สถานะของแบตเตอรี่

จ. สถานะการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมการประจุและอินเวอร์เตอร์

หมายเหตุ เนื่องจากในแต่ละพื้นที่มีการเลือกใช้งานระบบอุปกรณ์ที่แตกต่างกันทำให้ฟังก์ชันต่างๆ มีความแตกต่างกัน ก่อนใช้งานควรศึกษารายละเอียดจากคู่มือของอุปกรณ์ที่ติดตั้งจริงในพื้นที่

4) การตรวจสอบระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ระดับครัวเรือน

กุญแจสำคัญในการทำให้ระบบฯ เกิดความยั่งยืนคือการให้ความรู้กับผู้ใช้ระบบฯ นอกเหนือจากเป้าหมายในการเปลี่ยนอุปกรณ์ที่เสียและซ่อมแซมระบบฯ อย่างเร่งด่วนแล้ว การให้ความรู้กับประชาชนก็เป็นอีกเป้าหมายหนึ่งที่สำคัญ

ขั้นตอนในการตรวจสอบระบบโดยรวม :

(1) ตำแหน่งของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เงาที่มาบังแผง ความสะอาดของแผง

(2) ทำการตรวจสอบเมื่อมีแสงแดดส่องแผงและเป็นตอนกลางวัน

(3) การเชื่อมต่อของอุปกรณ์ต่างๆ และตำแหน่งที่ตั้งของอุปกรณ์

(4) การทำงานของอินเวอร์เตอร์ และการตรวจสอบ

(5) การตรวจสอบจุดเชื่อมต่อสายไฟหลังแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (ถ้าจำเป็นต้องตรวจ)

(6) ระดับประจุในแบตเตอรี่และการตรวจสอบ (แรงดันแบตเตอรี่)

(7) การตรวจสอบตัวควบคุมประจุแบตเตอรี่ (แรงดันประจุแบตเตอรี่)

(8) การดูแลรักษาแบตเตอรี่ (การเติมน้ำกลั่น, การสึกกร่อนของขั้วแบตเตอรี่)

(9) การตรวจสอบอินเวอร์เตอร์ และสายไฟฟ้ากระแสสลับ (แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ)

โดยปกติระบบควบคุม ระบบอินเวอร์เตอร์ และอุปกรณ์ประจุแบตเตอรี่ถูกออกแบบให้ต้องการการดูแลและบำรุงรักษาน้อยที่สุด อย่างไรก็ตามการดูแลและบำรุงรักษาในส่วนนี้ก็เป็นส่วนที่สำคัญ เพื่อให้ระบบทำงานได้ตลอดเวลา ควรปฏิบัติดังนี้

(1) ตรวจสอบสายไฟฟ้าด้านเข้าและออกจากอินเวอร์เตอร์ อุปกรณ์ควบคุม และอุปกรณ์ประจุแบตเตอรี่

(2) ตรวจสอบสายไฟฟ้าด้านเข้าและออกจากชุดควบคุม

(3) แรงดันไฟฟ้าเข้าอินเวอร์เตอร์เมื่อมีสัญญาณเสียงจากอินเวอร์เตอร์

(4) ตรวจสอบจุดเชื่อมต่อทุกจุดบนอินเวอร์เตอร์ ให้ขันสกรูแน่นและจุดเชื่อมต่อสะอาด

(5) สังเกตให้แน่ใจว่าจุดเชื่อมต่ออยู่ในสภาพที่ดีและแสดงขั้วต่อที่ถูกต้อง (สีแดงสำหรับขั้วบวก สีดำสำหรับขั้วลบ)

(6) สังเกตให้แน่ใจว่าขั้วแบตเตอรี่สะอาด สายต่อกับขั้วแน่น สายไฟแสดงขั้วต่อที่ถูกต้อง (สีแดงสำหรับขั้วบวก สีดำสำหรับขั้วลบ)

ข้อสังเกต: ถ้าใช้ผ้าวางคลุมบนอินเวอร์เตอร์อาจจะทำให้อินเวอร์เตอร์ร้อนจนเกินไปและอาจเกิดปัญหาได้ อินเวอร์เตอร์ต้องระบายความร้อน

จุดบ่งบอกว่าส่วนที่เป็นชุดควบคุมของอินเวอร์เตอร์อาจจะไม่ทำงานคือ :

(1) เครื่องอินเวอร์เตอร์ส่งเสียงปี๊บดัง ในรุ่นที่มีเสียงเตือน

(2) ระบบทำงานในเดือนแรก แต่หลังจากนั้นไฟเปิดไม่ติดและแรงดันแบตเตอรี่ต่ำ

(3) ต้องต่อสายไฟจากแผงตรงเข้าแบตเตอรี่เพื่อที่จะให้ระบบทำงานได้

(4) สารละลายลดต่ำกว่าแผ่นโลหะในแบตเตอรี่ หรือต้องใส่น้ำกลั่นบ่อย (หรือแบตเตอรี่ถูกชาร์จมากเกินไป)

(5) แผ่นแบตเตอรี่เปลี่ยนเป็นสีขาว (ซัลเฟต)

ลักษณะการชำรุดและการแก้ปัญหาเบื้องต้น

ลักษณะอาการ	วิธีแก้ไข
1. ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลออกจากแผงเซลล์ฯ ทั้งที่สภาพอากาศมีแดดเป็นปกติ	ตรวจสอบจุดต่อสายที่อยู่ในกล่องด้านหลังของแผงเซลล์ฯ และจุดต่อสายต่าง ๆ อนึ่งหากมีเงามาบังแผงเซลล์ก็จะทำให้เกิดปัญหานี้ได้
2. ไม่มีการชาร์จไฟเข้าแบตเตอรี่	ตรวจจุดต่อสายต่าง ๆ และขั้วแบตเตอรี่
3. เครื่องแปลงไฟไม่จ่ายไฟ	กรณีที่เครื่องไม่มีสัญญาณไฟใด ๆ ติดเลย • สวิทซ์ที่ตัวเครื่องเปิดหรือไม่ ? หากเป็นเวลากลางวันจะมีสัญญาณไฟแสดงว่ามีกระแสไฟไหลมาจากแผงเซลล์ฯ แต่หากไม่มีสัญญาณไฟใด ๆ เลยให้ตรวจสอบจุดต่อสายต่าง ๆ • เมื่อเปิดสวิทซ์แล้วให้สังเกตว่าไฟสัญญาณแสดงอยู่ในสถานะใด หากแบตเตอรี่ไฟอ่อนหรือหมด ให้ระงับการใช้ไฟชั่วคราวเพื่อชาร์จไฟเข้าสู่แบตเตอรี่ หรืออาจนำแบตเตอรี่ไปชาร์จไฟให้เต็มเสียก่อน
	กรณีที่เกิดการตัดไฟกะทันหันขณะกำลังใช้งานอยู่ • ตรวจสอบว่ามีอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีขนาดกำลังเกินกว่าที่กำหนดต่อการใช้งานอยู่หรือไม่ ? (ให้ถอดอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต่อเกินออกก่อนและปิด/เปิดสวิทซ์ที่เครื่องแปลงไฟอีกครั้ง)
4. ระยะเวลาการใช้งานสั้นลง	ตรวจสอบน้ำกลั่นในแบตเตอรี่ (หากแบตเตอรี่ใช้งานมาแล้วประมาณ 1-2 ปี ระยะเวลาการใช้งานอาจลดลงบ้างเป็นเรื่องปกติ)
5. หลอดไฟไม่ติด	ตรวจสอบจุดต่อสายขยับ/บิดหลอด

ทั้งนี้เมื่อสมาชิกกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าตรวจพบอุปกรณ์ของระบบมีปัญหาหรือชำรุดให้แจ้งคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่นเพื่อพิจารณาดำเนินการต่อไป โดยให้เป็นไปตามระเบียบกระทรวงมหาดไทย ว่าด้วยการบริหารจัดการโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2547 และระเบียบกระทรวงมหาดไทย ว่าด้วยการเงิน การคลัง บัญชีและการพัสดุโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2548 (ศึกษาระเบียบฯ ในภาคผนวก ค)

3.3.4 การมีส่วนร่วมของภาคประชาชน

ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์จะสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีนั้น จะต้องได้รับความร่วมมือจากประชาชนในชุมชน โดยประชาชนควรมีส่วนร่วมทั้งก่อนการติดตั้งระบบ ระหว่างการติดตั้งระบบ และหลังการติดตั้งระบบ ความร่วมมือของประชาชนจะไม่เพียงแต่ทำให้การติดตั้งระบบลุล่วงไปได้ด้วยดีเท่านั้น แต่ยังทำให้การใช้งานและการบำรุงรักษาดำเนินไปได้ตลอดอายุการใช้งาน และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นสามารถนำความคิดเห็นของประชาชนนั้นมาปรับปรุงการดำเนินงานเพื่อให้บริการประชาชนได้อย่างทั่วถึงและมีประสิทธิภาพ

ข้อดีของการเปิดโอกาสให้ประชาชนเข้ามามีส่วนร่วม มีดังนี้

1) เสริมสร้างความไว้วางใจกันระหว่างชุมชมและภาครัฐ

2) เป็นเวทีให้ประชาชนได้แสดงความคิดเห็น ซึ่งอาจเป็นข้อมูลที่ดีต่อการดำเนินงานของภาครัฐ

3) การมีส่วนรวมของประชาชนทำให้เกิดความโปร่งใสในการดำเนินงานของภาครัฐ

กระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชนในการใช้ไฟฟ้าด้วยพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ ประชาชนควรเข้ามามีส่วนร่วมการดำเนินการดังนี้

- มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น เสนอแนะแนวทางการบริหารจัดการที่อำนวยความสะดวกแก่ประชาชนผู้ใช้บริการ
- มีส่วนร่วมในการสอบถามข้อสงสัย
- เลือกตั้ง/แต่งตั้ง/คัดเลือกคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น

- ให้คำแนะนำ อำนวยความสะดวก ให้ความร่วมมือกับเจ้าหน้าที่ และผู้รับเหมาที่เข้ามาสำรวจ ติดตั้งระบบ
- สังเกตการทำงานและอุปกรณ์ หากคิดว่าไม่เหมาะสม ให้แจ้งผู้รับผิดชอบหรือคณะกรรมการตรวจการจ้างงาน
- ชำระค่าบำรุงรักษาระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
- บำรุงรักษาระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ในบริเวณติดตั้งที่ตนเองรับผิดชอบ
- เสนอความเห็นในการบริหารระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

เกณฑ์ตัวชี้วัดมาตรฐานการบริหารระบบไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

ลำดับ	รายละเอียด	ขั้นพื้นฐาน	ขั้นพัฒนา
	<u>ด้านโครงสร้าง</u>		
1	แนวทางการสำรวจความต้องการระบบไฟฟ้า		
	(1) ดำเนินการสำรวจความต้องการใช้ไฟฟ้าของครัวเรือนที่ยังไม่มีไฟฟ้าใช้	✓	
	(2) ทำความเข้าใจกับผู้ใช้ไฟฟ้าในแต่ละครัวเรือนให้ทราบถึงความสามารถในการจ่ายไฟ และการชำระค่าบำรุงสมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้ารายเดือน	✓	
	(3) จัดทำข้อมูลในการสำรวจความต้องการระบบไฟฟ้าแยกเป็นด้าน ๆ เช่น ข้อมูลพื้นฐานของหมู่บ้าน ข้อมูลด้านความรู้ทักษะพื้นฐานทางไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟ ข้อมูลด้านเศรษฐกิจของชุมชนหรือหมู่บ้าน ข้อมูลประกอบด้านสภาพพื้นที่ สภาพภูมิศาสตร์ฯลฯ		✓
	(4) จัดทำการสำรวจภาคสนาม โดยเน้นการมีส่วนร่วมของประชาชนเกี่ยวกับการดำเนินการบริหารระบบไฟฟ้าฯ อาทิ การแนะนำสถานที่ติดตั้ง รูปแบบการติดตั้ง เป็นต้น		✓
	(5) จัดทำการสัมภาษณ์รายครัวเรือน		✓
2	การวิเคราะห์ความจำเป็นหรือความเหมาะสมของโครงการฯ		
	(1) เป็นพื้นที่ที่ยังไม่มีไฟฟ้าเข้าถึง และเป็นพื้นที่ที่ยังไม่จัดอยู่ในแผนการขยายเขตของการไฟฟ้า	✓	
	(2) มีจำนวนครัวเรือนที่จะดำเนินการติดตั้งอย่างน้อย 5 ครัวเรือน และครัวเรือนที่จะติดตั้งต้องมีเลขบ้านที่แน่นอน	✓	

ลำดับ	รายละเอียด	ขั้นพื้นฐาน	ขั้นพัฒนา
	(3) พิจารณาถึงความจำเป็นและเร่งด่วนของการให้บริการไฟฟ้าในแต่ละพื้นที่	✓	
	(4) พิจารณาถึงความพร้อมของผู้ใช้ไฟฟ้าในการดูแลบำรุงรักษาระบบฯ และการชำระค่าบำรุงสมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้า	✓	
3	การกำหนดรูปแบบระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสม		
	(1) สามารถจ่ายไฟฟ้าได้แม้จะไม่มีแสงอาทิตย์ติดต่อกันนานถึง 3 วัน	✓	
	(2) สามารถจ่ายไฟฟ้าให้กับผู้ใช้ไฟฟ้าได้ทั้งแบบกระแสตรง (DC) และกระแสสลับ (AC)	✓	
	(3) สามารถจ่ายไฟฟ้าสำหรับการใช้งานหลอดไฟจำนวน 2 หลอด และเครื่องรับวิทยุหรือโทรทัศน์ขาว-ดำ ขนาดไม่เกิน 14 นิ้ว จำนวน 1 เครื่องได้	✓	
	(4) มีมาตรฐานการติดตั้งและความปลอดภัยของอุปกรณ์เป็นไปตามมาตรฐานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	✓	
4	การพิจารณาติดตั้งระบบฯ		
	(1) ครัวเรือนที่ดำเนินการติดตั้งมีบ้านเลขที่ถาวร และอยู่ห่างจากระบบบริการสายส่งของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	✓	
	(2) สถานที่ติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ต้องมีแสงแดดส่องถึง ไม่มีการบังเงาจากต้นไม้หรือสิ่งปลูกสร้างใดๆ	✓	
5	การจัดฝึกอบรม		
	(1) มีการจัดฝึกอบรมการใช้งานและการบำรุงรักษาระบบให้กับสมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้า	✓	

ลำดับ	รายละเอียด	ขั้นพื้นฐาน	ขั้นพัฒนา
	(2) มีการจัดฝึกอบรมทบทวนให้กับสมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้าเป็นระยะๆ 4 เดือน/ครั้ง		✓
	(3) มีการมอบหมายผู้แทนขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเข้าร่วมฝึกอบรม	✓	
	(4) มีคู่มือการใช้งานอุปกรณ์ทุกชิ้น การบำรุงรักษาระบบฯ การแก้ไขปัญหาเบื้องต้น และคำแนะนำการใช้งานที่เข้าใจได้ง่าย	✓	
	<u>ด้านบริหารจัดการ</u>		
1	การดำเนินการทางด้านธุรการ		
	(1) มีการรวบรวมเอกสารหลักฐานการส่งมอบระบบฯ/หลักฐานการขอใช้ระบบไฟฟ้า	✓	
	(2) จัดทำทะเบียนคุมวัสดุอุปกรณ์ตามโครงการฯ	✓	
2	การจัดตั้งคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น		
	(1) จัดตั้งคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น พร้อมติดประกาศคำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการฯ ไว้ในที่ที่เห็นได้ชัดเจน	✓	
	(2) มีการประชุมร่วมกับคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่นอย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง	✓	
	(3) ได้กำหนดให้มีการประชุมร่วมกับคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่นเป็นประจำทุก 3 เดือน/ครั้ง		✓
	(4) คณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่นมีการรายงานผลการใช้งานของสมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้าให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นทราบเป็นลายลักษณ์อักษรทุกๆ 6 เดือน	✓	
	(5) องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นร่วมตรวจสอบการดำเนินงานของคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น ให้ข้อเสนอแนะและร่วมแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับโครงการ	✓	

ลำดับ	รายละเอียด	ขั้นพื้นฐาน	ขั้นพัฒนา
	(6) รวบรวมรายงานผลการใช้งานของสมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้าที่คณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่นเสนอและนำส่งให้กับกรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น	✓	
3	การออกข้อบัญญัติท้องถิ่น		
	(1) ออกข้อบัญญัติท้องถิ่นว่าด้วยเรื่องการเก็บค่าบำรุงสมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้า พร้อมติดประกาศข้อบัญญัติฯ ไว้ในที่ที่เห็นได้ชัดเจน	✓	

บทที่ 4

แนวทางในการบริหารจัดการระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

4.1 แนวทางการบริหารจัดการโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

การบริหารจัดการการให้บริการไฟฟ้าโดยระบบพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อให้การใช้งานระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นไปอย่างทั่วถึงในพื้นที่ที่ไม่มีการปักเสาพาดสายบริการของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และมีการใช้งานระบบได้อย่างยั่งยืน หน่วยงานต่างๆ และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น รวมถึงผู้ใช้ไฟฟ้ามีภาระหน้าที่ต่างกัน โดยแยกเป็น 2 กรณีคือ กรณีการบริหารจัดการโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ และกรณีที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นดำเนินการจัดหาระบบฯ เอง ดังแสดงในรูปที่ 4-1 ดังนี้

1) กระทรวงมหาดไทย

มีหน้าที่ในการประสานงานหน่วยงานที่เกี่ยวข้องด้านการดำเนินการจัดหาไฟฟ้าให้ประชาชนมีใช้อย่างทั่วถึง โดยประสานงานในเรื่องต่างๆ ดังนี้

- เรื่องงบประมาณสนับสนุน ประสานกับกระทรวงการคลังในการเบิกจ่ายงบประมาณโครงการ
- เรื่องการติดตั้งระบบ ประสานกับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคในการให้บริการจัดหาและติดตั้งระบบ
- เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์และระบบ เป็นหน้าที่ของหน่วยงานกลาง ที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคแต่งตั้งเพื่อให้เป็นหน่วยงานที่เข้ามาดูแลและรับรองผลการตรวจสอบ ทั้งในเรื่องตรวจสอบและทดสอบอุปกรณ์ การตรวจสอบระบบเมื่อติดตั้งแล้วเสร็จ และรับรองผลการตรวจสอบดังกล่าว

2) การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค มีบทบาท

(1) ดำเนินการติดตั้งระบบที่ประชาชนแจ้งความจำนงผ่านองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

(2) ดำเนินการจัดฝึกอบรมความรู้ด้านการใช้งานและบำรุงรักษาระบบให้กับประชาชน

(3) ส่งมอบระบบที่ติดตั้งแล้วเสร็จให้กับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

(4) เป็นหน่วยงานรับแจ้งซ่อมระบบที่ประชาชนแจ้งความจำนงผ่านองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

3) องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น มีหน้าที่รับมอบระบบฯ โดยการประสานงานกับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ซึ่งการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคต้องจัดส่งรายงานที่จำเป็นให้กับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเมื่อทำการส่งมอบระบบฯ

4.2 แนวทางการบริหารจัดการกรณีองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นพิจารณาดำเนินการจัดหาระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เอง

1) องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ทำการสำรวจความต้องการใช้ไฟฟ้าของประชาชนในท้องถิ่น

2) ศึกษาความเหมาะสมในการเลือกรูปแบบระบบฯ ที่ต้องการ

3) ดำเนินการติดตั้งระบบฯ ทั้งนี้การดำเนินการติดตั้งให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นพิจารณาความเหมาะสมในการจัดหาผู้ติดตั้งระบบฯ ให้ประสานงานกับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

4) การตั้งคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น

ทั้งสองกรณีไม่ว่าจะเป็นการรับมอบระบบฯ จากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค หรือการพิจารณาดำเนินการจัดหาระบบเอง เมื่อระบบฯ ได้รับการส่งมอบหรือติดตั้งแล้วเสร็จ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นต้องดำเนินการจัดทำการบริหารจัดการโครงการ ดังนี้ (ศึกษารายละเอียดขั้นตอนหลังการดำเนินการติดตั้งระบบฯ ในบทที่ 3)

1) องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น จัดตั้งคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น เพื่อทำหน้าที่ในการบริหารจัดการระบบ รวมทั้งสนับสนุนการดำเนินการของคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่นให้เป็นไปตามระเบียบกระทรวงมหาดไทย ว่าด้วยการบริหารจัดการโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2547 และระเบียบกระทรวงมหาดไทย ว่าด้วยการเงิน การคลัง บัญชีและการพัสดุโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2548 (ศึกษาระเบียบฯ ในภาคผนวก ค) โดยเน้นการมีส่วนร่วมของกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้า

2) คณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น แต่งตั้งเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานตามระเบียบกระทรวงมหาดไทย เพื่อดำเนินการบริหารจัดการระบบฯ ในด้าน

- ตรวจสอบสภาพอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบฯ
- ซ่อมและแก้ไขอุปกรณ์
- จัดเก็บค่าบำรุงสมาชิกกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้า
- ขอรับการสนับสนุนงบประมาณจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น
- ติดตามผลการใช้งานของสมาชิกฯ และรายงานองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น
- ประชุมร่วมกับคณะกรรมการฯ
- ประสานงานภายในท้องถิ่น
- ร่วมตรวจสอบการดำเนินงานของคณะกรรมการฯ
- รวบรวมรายงานผลการใช้งานของสมาชิกฯ นำส่งให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

ทั้งนี้ ในกรณีที่งบดำเนินการไม่เพียงพอ ให้คณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่นจัดทำเรื่องขอรับการสนับสนุนงบประมาณจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นนั้นๆ และให้คณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่นติดตามผลการใช้งานของสมาชิกกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้ารายงานต่อองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

3) เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน บทบาทและหน้าที่

- ตรวจสอบสภาพอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบฯ
- ซ่อมและแก้ไขอุปกรณ์
- จัดเก็บค่าบำรุงสมาชิกกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้า

- ประชุมร่วมกับคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น
- ประสานงานภายในท้องถิ่น
- ร่วมตรวจสอบการดำเนินงานของคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น
- รวบรวมรายงานผลการใช้งานของสมาชิกกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้านำส่งให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

4) ประชาชน มีบทบาท

(1) ประชาชนที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้า แจ้งความจำนงต่อองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

(2) ประชาชนมีส่วนร่วมในการแจ้งผลการติดตั้งให้กับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เมื่อผู้ติดตั้งได้ทำการติดตั้งแล้วเสร็จ กรณีรับมอบระบบจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

(3) ประชาชนที่เป็นกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าต้องช่วยกันดูแลรักษาระบบ และจ่ายค่าบำรุงสมาชิกตามที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น โดยคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่นเรียกเก็บ

4.3 ข้อเสนอแนะแนวทางการแก้ปัญหาในรูปแบบการบูรณาการ

1) องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

การบริหารจัดการโครงการระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับครัวเรือน ทั้งกรณีรับมอบจากโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าและการจัดหาใหม่เพื่อให้ระบบฯ สามารถใช้งานได้อย่างยั่งยืน ปัญหาที่กระทบกับการบริหารจัดการขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นโดยตรง คือ เรื่องงบประมาณในการจัดหาอุปกรณ์ที่เสื่อมหรือหมดอายุ และอุปกรณ์ใหม่กรณีที่มีครัวเรือนที่ไม่มีไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ดังนั้นองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจะต้องจัดทำบัญชีรายชื่อของประชาชนในพื้นที่ของตัวเองที่ใช้งานระบบดังกล่าว และจัดทำแผนการเงินและงบประมาณ ทั้งในส่วนที่คาดว่าจะจัดเก็บได้จากสมาชิก และในส่วนที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจะตั้งงบประมาณสนับสนุนเป็นรายปีไปจนตลอดอายุการใช้งานของระบบฯ

2) คณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น

ปัญหาโดยส่วนใหญ่ที่กระทบกับการบริหารจัดการของคณะกรรมการไฟฟ้าส่วนท้องถิ่น คือเรื่องการจัดหาอุปกรณ์ ทั้งในส่วนของการทดแทนอุปกรณ์ที่ชำรุดเสียหาย และการหาอุปกรณ์ใหม่ โดยเฉพาะอุปกรณ์ต่างๆ ของโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิต

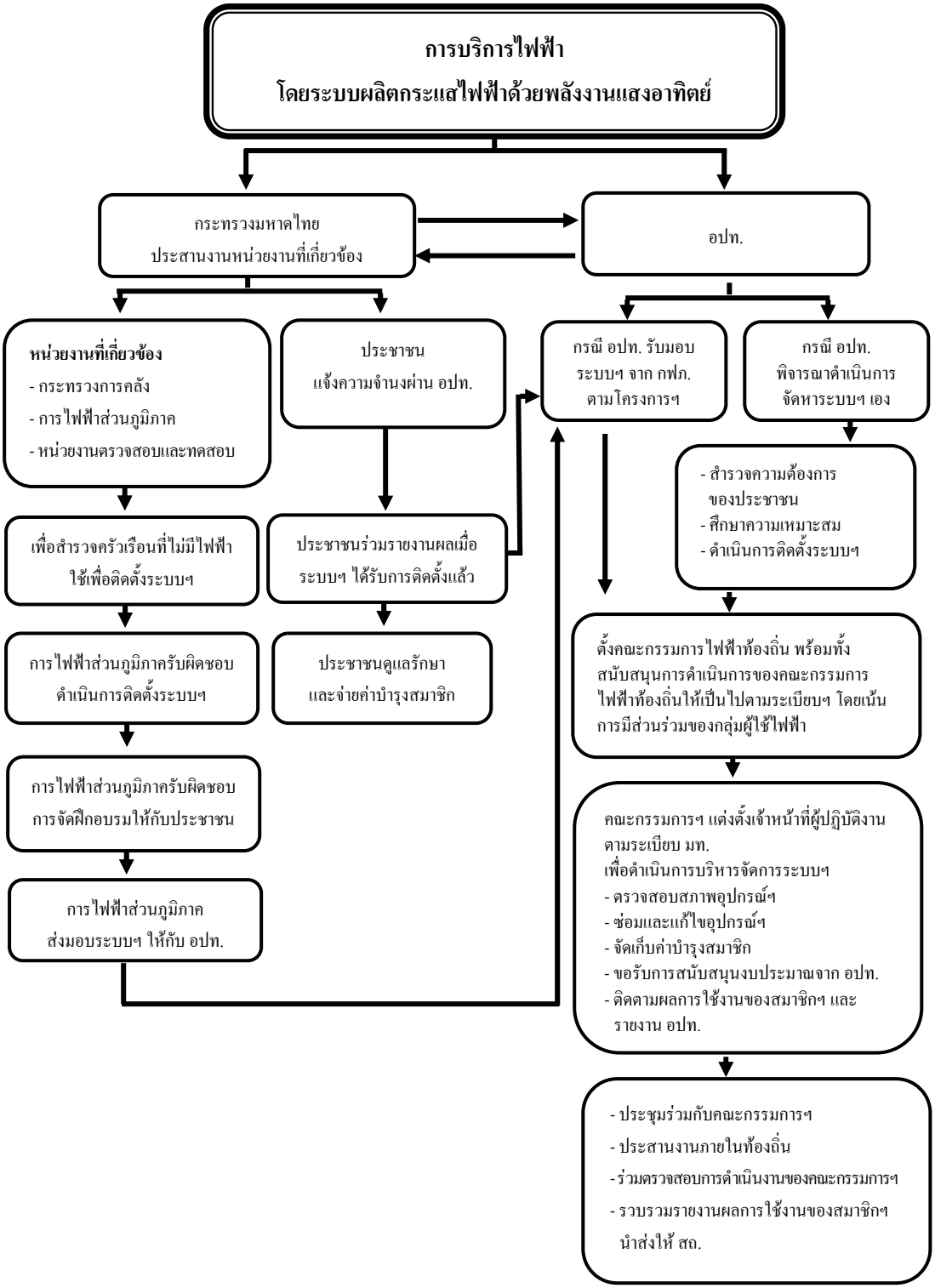
กระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นอุปกรณ์ที่ไม่มีจำหน่ายทั่วไป เช่น แบตเตอรี่แบบ deep cycle อุปกรณ์ควบคุมการประจุและอินเวอร์เตอร์ และหลอดฟลูออเรสเซ็นต์ พร้อมอิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์ ดังนั้นคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่นอาจพิจารณาในการเตรียมจัดหาอุปกรณ์ต่างๆ เหล่านี้สำรองล่วงหน้า เพื่อจะได้จัดเปลี่ยนได้ทันทีเมื่อเกิดความเสียหาย ทำให้สมาชิกผู้ใช้ไฟเดือดร้อนน้อยลง หรือพิจารณาเรื่องขยายสัญญาการรับประกันอุปกรณ์กับผู้ประกอบการต่อจากสัญญาของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

3) เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน

ปัญหาที่กระทบกับเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน คือเรื่องของการถ่ายทอดความรู้ ทั้งในเรื่องเทคนิคของระบบ การบริหารและการจัดเก็บเงิน ดังนั้นคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น และเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน ควรได้รับการฝึกอบรม ในเรื่องการบริหารกิจการไฟฟ้าในระดับท้องถิ่น รวมทั้งเทคโนโลยีที่สำคัญในโครงการ ก่อนที่จะดำเนินการบริหารจัดการระบบ

4) สมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้า

ถึงแม้ว่าสมาชิกผู้ใช้ไฟฟ้า จะได้รับระบบฯ และได้รับการฝึกอบรมเบื้องต้นจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคแล้ว แต่เมื่อเกิดปัญหาทางเทคนิคในระบบฯ หลายพื้นที่ไม่สามารถแก้ปัญหาเองได้ ดังนั้นการให้บริการทางเทคนิคที่สำคัญยังเป็นหน้าที่ที่คณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่นจะต้องดูแล การจัดการฝึกอบรมให้กับสมาชิกผู้ใช้ไฟฟ้าในเรื่องการบำรุงรักษาระบบ จึงควรให้คณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่นจัดอบรมให้แก่สมาชิกผู้ใช้ไฟฟ้าเป็นระยะๆ



รูปที่ 4-1 แผนผังการบริหารจัดการระบบไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

บทที่ 5

ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการพัฒนามาตรฐานในอนาคต

มาตรฐานการบริหารระบบไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เน้นการบริหารจัดการระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคถ่ายโอนให้กับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น โดยต้องถือปฏิบัติตามระเบียบกระทรวงมหาดไทยว่าด้วยการบริหารจัดการโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ซึ่งจำเป็นที่จะต้องศึกษาและทำความเข้าใจในการดูแลระบบ ตามเอกสารและคู่มือที่ผู้ติดตั้งได้จัดทำไว้ รวมทั้งการบริหารจัดการที่มาตรฐานนี้ได้กำหนดสำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นได้ใช้เป็นแนวทางปฏิบัติ

ทั้งนี้ในการปฏิบัติงานจริงอาจมีข้อพิจารณาบางประการที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นนั้นๆ ต้องศึกษาและพิจารณาความเป็นไปได้และปรับให้สอดคล้องกับพื้นที่ เพื่อให้ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานทดแทนนี้มีความยั่งยืน และสามารถตอบสนองความต้องการของประชาชนผู้ใช้ไฟฟ้าในชุมชนได้

5.1 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการปรับปรุงมาตรฐาน

ปัจจัยที่มีผลต่อการพิจารณาดำเนินการเพื่อปรับปรุงมาตรฐาน มีดังนี้

1) เนื่องจากมีการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดใหม่ หรือมีเทคโนโลยีใหม่ที่สามารถตอบสนองประชาชนได้มากกว่า อีกทั้งประหยัด หรือคุ้มค่าในการลงทุนกว่าชนิดที่มีอยู่ในปัจจุบัน

2) เนื่องจากมีการใช้เซลล์แสงอาทิตย์แบบรวมศูนย์เป็นส่วนกลางภายในหมู่บ้าน หรือเปลี่ยนเป็นโครงการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดใหญ่ ให้บริการไฟฟ้าที่มีคุณภาพสูงกว่าเดิม และประชาชนมีความสามารถที่จะจ่ายสูงขึ้น ระบบดังกล่าวมีคุณสมบัติแตกต่างจากที่กำหนดในมาตรฐานเดิม

3) เนื่องจากการบำรุงรักษาอุปกรณ์หรือมีการดัดแปลงไปใช้ในงานอื่น

4) การเปลี่ยนแปลงของระเบียบ หรือข้อกฎหมาย

5) ควรมีการปรับปรุงทบทวนทุก 3-5 ปี การปรับปรุงมาตรฐานสมควรที่จะมีหน่วยงานกลางทำหน้าที่ประสานในการปรับปรุงมาตรฐาน โดยอาศัยข้อมูลจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในการนำปัญหาและอุปสรรคจากการใช้มาตรฐาน เพื่อนำมาปรับปรุงให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2 ข้อเสนอแนะอื่นๆ

5.2.1 การจัดฝึกอบรม

เพื่อเป็นการรณรงค์ให้ประชาชนได้ร่วมมือกันในการรักษาระบบไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ให้มีความยั่งยืน ควรจัดให้มีการฝึกอบรมความรู้ในเรื่องการแก้ไขปัญหาเบื้องต้น เช่น

- การบำรุงรักษา ข้อควรระวังในการใช้ รวมถึงข้อมูลการรับประกันอุปกรณ์
- กรณีที่อุปกรณ์ชำรุดเสียหายจะหาซื้อได้อย่างไร หรือต้องแจ้งใครในการมาดูแลแก้ไข
- การแจ้งระบบเสียที่ยังอยู่ในประกันเพื่อให้บริษัทผู้ติดตั้งมาทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ให้
- กรณีได้รับบริการซ่อมแซมล่าช้า ต้องติดต่อใคร

5.2.2 แผนพัฒนาและงบประมาณค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง

สำหรับโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์นี้ เป็นโครงการที่รองรับการถ่ายโอนระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่รับถ่ายโอนมาจากหน่วยงานเดิมคือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค อย่างไรก็ตาม กรณีหากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นได้รับการร้องขอจากประชาชนหลังจากที่โครงการดังกล่าวดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว ไม่ว่าจะเป็นการติดตั้งระบบเพิ่มเติมหรือการซ่อมแซมระบบและอุปกรณ์ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมีแนวทางการดำเนินการ ดังนี้

1) การประสานขอความร่วมมือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคในการเข้ามาดูแลการติดตั้งระบบ หรือการซ่อมแซม บำรุงรักษา

2) ติดต่อว่าจ้างหน่วยงานเอกชนดำเนินการ โดย

(1) องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นประสานการดำเนินการร่วมกับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

(2) องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นดำเนินการติดต่อผู้ว่าจ้างโดยตรงในการดำเนินการทั้งหมด

อย่างไรก็ตามในอนาคตหากชุมชนมีความเจริญขึ้น หรือมีปัจจัยอื่นที่เอื้ออำนวยต่อการขยายเขตระบบจำหน่ายไฟฟ้าด้วยวิธีปักเสาพาดสาย รวมทั้งการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคมีความพร้อมทางด้านงบประมาณ ประชาชนดังกล่าวก็มีโอกาสได้รับการขยายเขตไฟฟ้าด้วยวิธีปักเสาพาดสายเช่นเดียวกัน ดังนั้น จึงเป็นหน้าที่ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่จะเป็นผู้พิจารณาวางแผนการใช้ไฟฟ้าของพื้นที่ที่ตนดูแลรับผิดชอบเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการ รวมถึงต้องพิจารณาวางแผนสำหรับอนาคตของชุมชน ว่าจะสามารถพัฒนาจนมีศักยภาพพอที่จะลงทุนด้านระบบไฟฟ้าเองได้หรือไม่หากไม่มีงบอุดหนุนจากรัฐบาล รวมทั้งการพิจารณาเลือกระบบผลิตกระแสไฟฟ้าที่เหมาะสมกับชุมชนและงบประมาณที่มี รวมถึงการประสานงานกับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคในการติดต่อให้เข้าไปปักเสาพาดสายติดตั้งระบบไฟฟ้าให้กับชุมชนต่อไป ทั้งนี้งบประมาณค่าใช้จ่ายสำหรับโครงการขึ้นกับจำนวนระบบที่ติดตั้ง

5.2.3 การบริหารการเงิน

กรณีเงินที่ใช้ในการบริหารระบบมีไม่เพียงพอ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นอาจเลือกวิธีการตั้งกองทุน โดยองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นสนับสนุนเงินเริ่มแรกจำนวนหนึ่ง และให้สมาชิกผู้ใช้ไฟฟ้าร่วมในการออกเงินรายละเท่าๆ กัน เพื่อตั้งเป็นกองทุนบริหารจัดการระบบไฟฟ้าหรือวิธีการอื่นเพื่อนำเงินจัดตั้งกองทุนไปใช้ในการบริหารจัดการดูแลรักษาระบบฯ ต่อไป

5.2.4 การพัฒนาระบบการบริหารจัดการการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ต้องมีการวางแผนพัฒนาระบบบริหารจัดการด้านต่างๆ เพื่อความสะดวกในการบริหารจัดการทั้งด้านการจัดเก็บค่าบำรุง การรับแจ้งซ่อม การจัดซื้อจัดจ้าง อันจะทำให้ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์มีความยั่งยืน

ข้อมูลประกอบในการจัดทำแผน

1) ข้อมูลด้านผู้ใช้ไฟฟ้า
2) ข้อมูลด้านการจัดเก็บชำระค่าบำรุงของสมาชิกผู้ใช้ไฟฟ้า
3) ข้อมูลด้านการแจ้งซ่อมระบบและอุปกรณ์เซลล์แสงอาทิตย์

4) ข้อมูลด้านสังคมและเศรษฐกิจของชุมชน เช่น รายได้ของประชาชนในพื้นที่ รายรับขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

5) ความต้องการใช้ไฟฟ้าของชุมชน

องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ควรจัดทำฐานข้อมูลเบื้องต้นเพื่อนำมาประกอบในการพิจารณาจัดทำแผนพัฒนาระบบไฟฟ้าของชุมชนต่อไป อีกทั้งควรพิจารณาว่าในชุมชนมีพลังงานทดแทนอื่นที่สามารถนำมาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้หรือไม่

ภาคผนวก ก

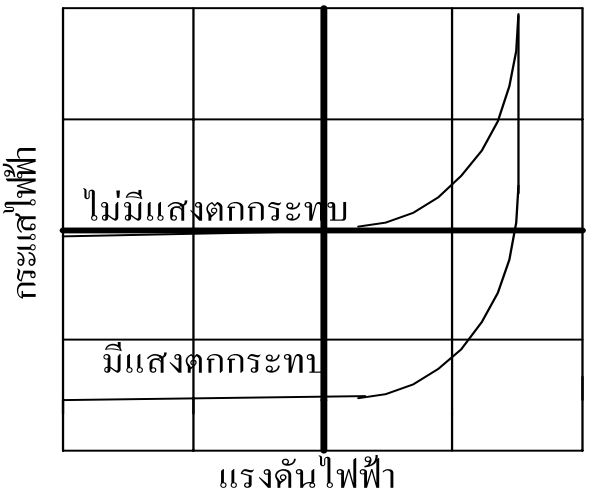
- อุปกรณ์หลักในระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

อุปกรณ์หลักในระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

1. แผงเซลล์แสงอาทิตย์

1.1 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์

ลักษณะโครงสร้างหลักของเซลล์แสงอาทิตย์จะมีรอยต่อของซิลิกอนชนิดเอ็นกับซิลิกอนชนิดพี (P-N Junction) ซึ่งมีลักษณะเหมือนกับไดโอดโดยทั่วๆ ไป ดังนั้นคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์จึงมีลักษณะเหมือนคุณสมบัติทางไฟฟ้าของไดโอดทุกประการ



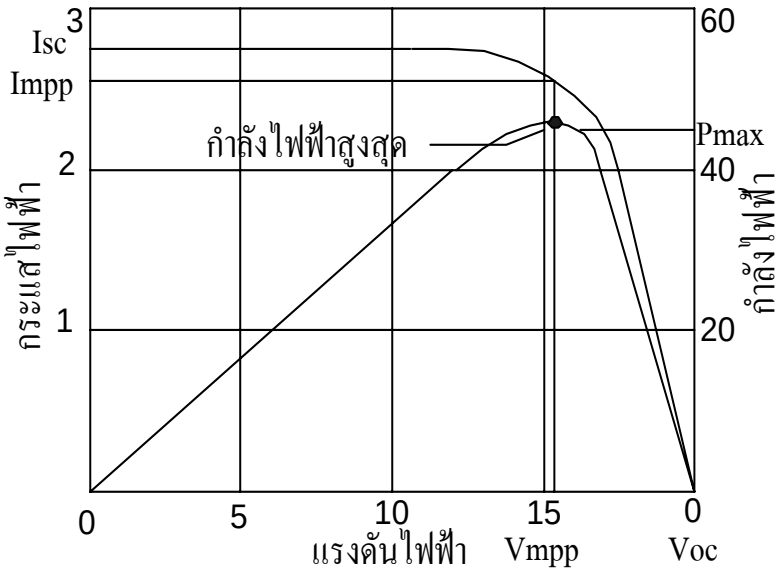
รูปที่ ก-1 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์

จากรูปที่ ก-1 เส้นประแสดงคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ขณะที่อยู่ในสภาพไม่มีแสงตกกระทบ ซึ่งมีคุณสมบัติเหมือนไดโอดทั่วไป เมื่อมีแสงตกกระทบที่ผิวด้านบนของเซลล์แสงอาทิตย์ที่เป็นซิลิกอนชนิดเอ็นจะมีแสงบางส่วนถูกดูดกลืนโดยเนื้อสาร แต่จะมีแสงส่วนใหญ่ผ่านไปยังรอยต่อระหว่างซิลิกอนชนิดเอ็นกับซิลิกอนชนิดพี ส่งผลให้เกิดการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ ทำให้เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าขึ้นภายในสารกึ่งตัวนำ เมื่อต่อสายไฟฟ้าเข้ากับขั้วอิเลคโตรดไปยังวงจรภายนอกจะทำให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าขึ้นในวงจร

ขนาดของกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร จะขึ้นอยู่กับขนาดของความเข้มรังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบบนเซลล์แสงอาทิตย์ และพื้นที่ของเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีแสงมาตกกระทบ ส่วนขนาดของแรงดันไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางไฟฟ้าของสารกึ่งตัวนำที่นำมาผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ โดยปกติเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผลิตจากซิลิกอนมีแรงดันไฟฟ้าประมาณ 0.5 V /cell

คุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์สามารถแสดงได้ในรูปของคุณสมบัติทางกระแส-แรงดัน (I-V Curve) การกำหนดคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์จะต้องกำหนดที่ **สภาวะมาตรฐานคือ ที่ความเข้มรังสีอาทิตย์ 1000 W/m^2 ดัชนีมวลอากาศ (Air-mass) 1.5 และที่อุณหภูมิของเซลล์ 25° C**

ดังแสดงในรูปที่ ก-2

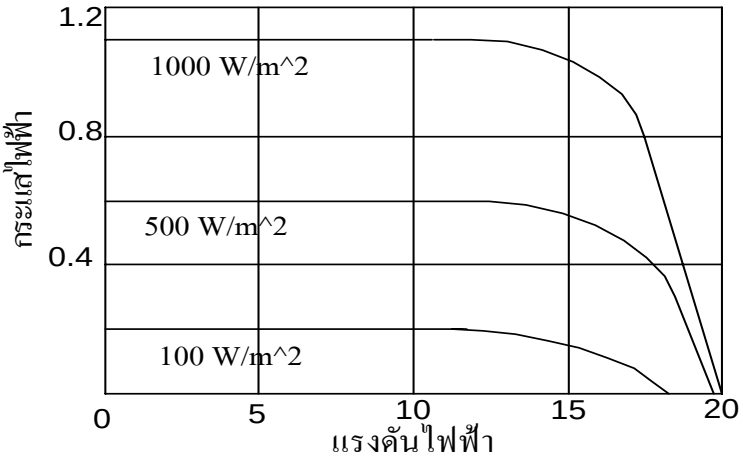


รูปที่ ก-2 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับแรงดันไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์

1.2 ตัวแปรที่มีผลต่อคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์

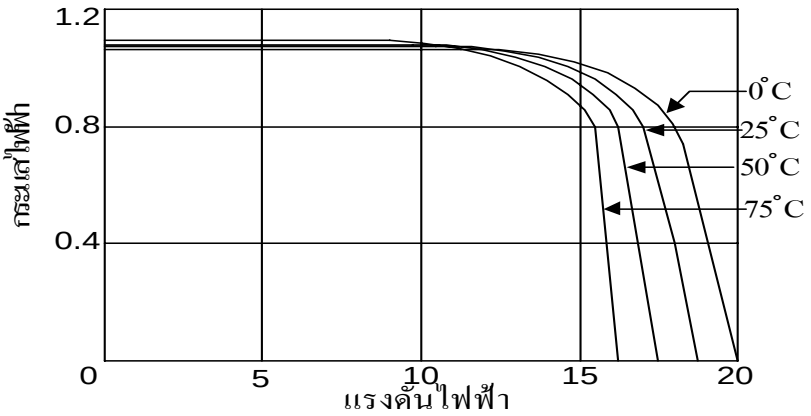
ในการวิเคราะห์คุณสมบัติทางไฟฟ้าจะต้องคำนึงถึงตัวแปร ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ ดังนี้

1) ความเข้มรังสีอาทิตย์ เนื่องจากเซลล์แสงอาทิตย์ขณะทำงานต้องมีแสงมาตกกระทบให้อิเล็กตรอนภายในสารกึ่งตัวนำได้รับพลังงานสูงพอที่จะทำให้เกิดอิเล็กตรอนอิสระและโฮลขึ้น ดังนั้นถ้าหากแสงที่ตกกระทบสารกึ่งตัวนำมีค่าความเข้มสูงมากหรือปริมาณความหนาแน่นของโฟตอนสูง ก็จะทำให้เกิดคู่พาหะอิเล็กตรอนอิสระกับโฮลเป็นจำนวนมาก ผลที่ได้จะทำให้ปริมาณกระแสไฟฟ้ามีค่าสูงขึ้นด้วยดังแสดงในรูปที่ ก-3



รูปที่ ก-3 ผลของความเข้มรังสีอาทิตย์ต่อแรงดันและกระแสไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์

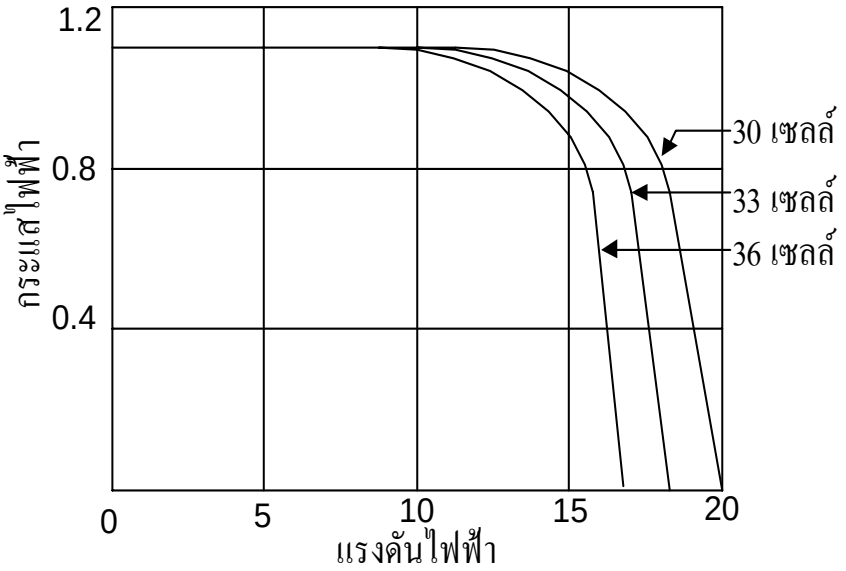
2) อุณหภูมิเซลล์ ในการนำเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกไปใช้งานจริงเซลล์แสงอาทิตย์จะต้องได้รับความร้อนจากรังสีอาทิตย์ด้วย ดังนั้นเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไปจะทำให้คุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์เปลี่ยนไปด้วยดังรูปที่ ก-4



รูปที่ ก-4 ผลของอุณหภูมิต่อแรงดันและกระแสไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์

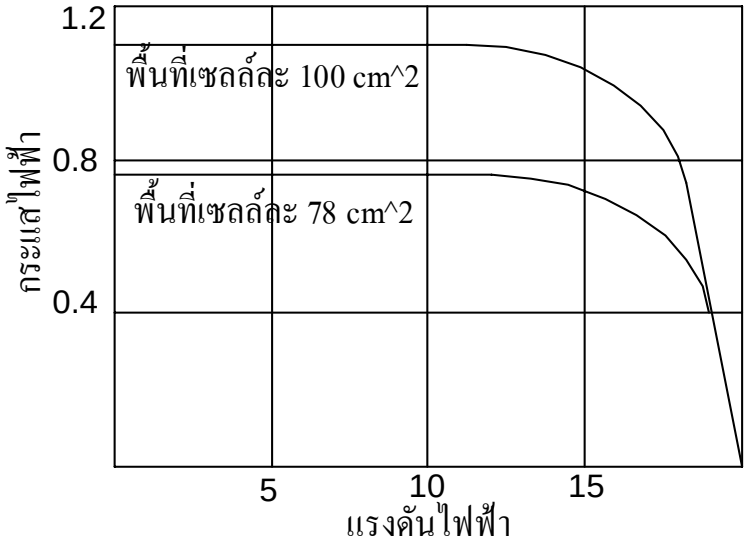
3) จำนวนเซลล์ โดยปกติเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผลิตขึ้นจากซิลิกอนจะมีแรงดันไฟฟ้าประมาณ 0.5V/cell ในการนำเซลล์ไปใช้งานจะต้องนำเซลล์มาต่อกันในลักษณะอนุกรมเพื่อเพิ่มแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดให้สูงขึ้น

ถ้ามีการต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าเข้ากับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีจำนวนเซลล์มากกว่ากระแสไฟฟ้าที่ได้ก็จะมากกว่าการต่อเข้ากับแผงที่มีจำนวนเซลล์น้อยกว่า



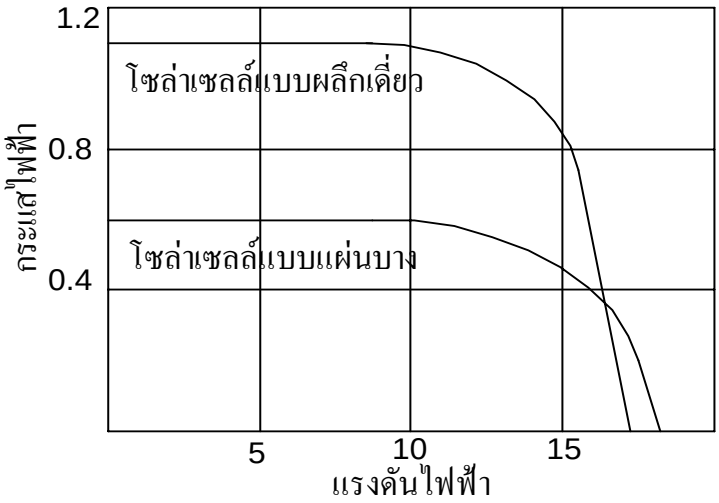
รูปที่ ก-5 ผลของจำนวนเซลล์ต่อคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์

4) พื้นที่เซลล์ กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์นอกจากขึ้นอยู่กับความเข้มรังสีอาทิตย์แล้ว ยังขึ้นอยู่กับพื้นที่ของเซลล์ที่มีแสงตกกระทบอีกด้วย



รูปที่ ก-6 ผลของพื้นที่เซลล์ต่อคุณสมบัติของเซลล์แสงอาทิตย์

5) ประเภทของเซลล์แสงอาทิตย์ เซลล์แสงอาทิตย์แต่ละประเภทที่มีใช้งานในปัจจุบัน มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าต่างกันไปดังแสดงในรูปที่ ก-7 ที่ความเข้มรังสีอาทิตย์และอุณหภูมิเดียวกันเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยวจะผลิตกระแสไฟฟ้าได้สูงกว่าเซลล์แสงอาทิตย์แบบแผ่นบาง แต่แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดของเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยวจะน้อยกว่าเซลล์แสงอาทิตย์แบบแผ่นบาง



รูปที่ ก-7 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละประเภท

2. ขนาดสายไฟที่เหมาะสมกับระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

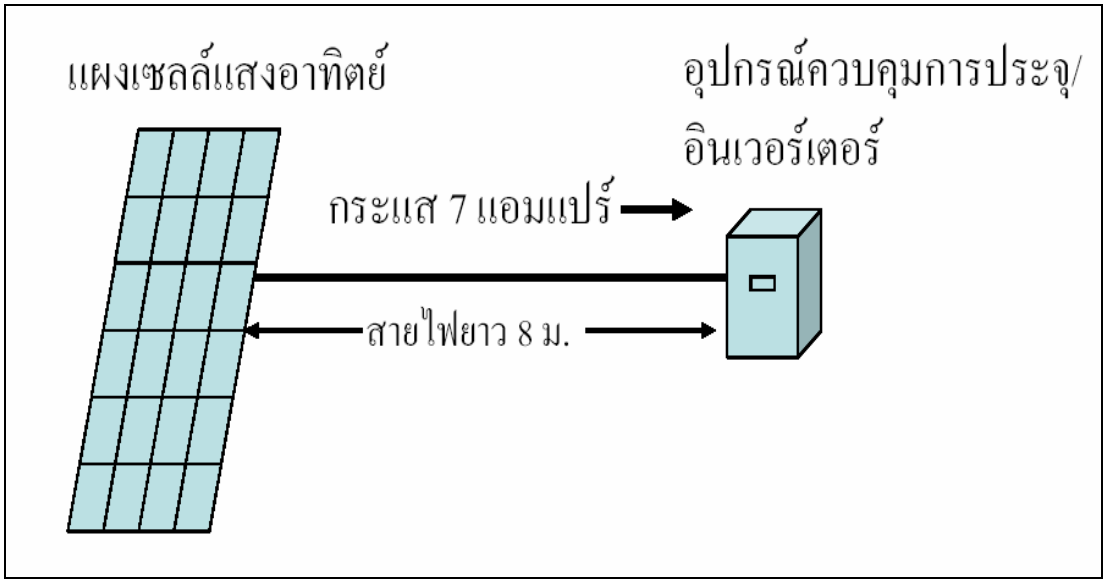
เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านสายไฟ แรงดันไฟฟ้าจะสูญเสียไปบางส่วนเนื่องจากความต้านทานของสายไฟ ความต้านทานนี้เป็นส่วนที่ต้องคำนึงถึงในระบบไฟฟ้าทุกระบบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบแรงดันไฟฟ้าต่ำ เช่น ระบบไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ เช่น ถ้ามีการสูญเสียแรงดันไฟฟ้าไป 2 โวลต์ ในระบบไฟฟ้า 240 โวลต์ เมื่อคิดเป็นสัดส่วนแล้วจะพบว่าสูญเสียแรงดันไปเพียง 1 %

แต่ถ้าสูญเสียแรงดันไป 2 โวลต์ ในระบบไฟฟ้า 12 โวลต์ ก็จะเท่ากับสูญเสียแรงดันไปถึง 17 % ดังนั้น ในระบบที่มีแรงดันไฟฟ้าต่ำเรื่องการสูญเสียแรงดันจากความต้านทานในสายไฟเป็นเรื่องที่ต้องคำนึงถึง

ปริมาณแรงดันที่สูญเสียในสายไฟขนาดหนึ่งๆ นั้น ขึ้นกับจำนวนของสายไฟ และความยาวของสายไฟ

โดยทั่วๆ ไป มาตรฐานกำหนดให้เกิดความสูญเสียแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 5 % ดังนั้นในระบบไฟฟ้า 12 โวลต์ จะต้องออกแบบให้ไฟฟ้าตกไม่เกิน 0.6 โวลต์ ตารางที่ ก-1 จะให้ข้อมูลขนาดของสายไฟที่เหมาะสม

ตัวอย่างเช่น



รูปที่ ก-8 การคำนวณขนาดของสายไฟ

ในรูปที่ ก-8 แผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ 7 แอมแปร์ที่แรงดัน 12 โวลต์ ในช่วงที่แสงแดดดี สายไฟที่เชื่อมจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไปยังเครื่องควบคุมการประจุมีความยาว 8 เมตร

เมื่อดูจากตารางที่ผ่านมาพบว่า เมื่อใช้สายไฟทองแดงขนาด 1.5 ตารางมิลลิเมตร แรงดันไฟฟ้าสูญเสียในสายไฟระยะ 100 เมตร เมื่อมีกระแสไฟฟ้า 7 แอมแปร์ คือ ประมาณ 15 โวลต์ แต่ถ้าต้องการเดินสายไฟเพียงแค่ 8 เมตร ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจะมีแรงดันสูญเสีย 8/100 * 15 = 1.2 โวลต์ ซึ่งมากกว่าค่าแรงดันสูญเสียที่ต้องการ 0.6 โวลต์ ถึง 2 เท่า อย่างไรก็ตามมักพบว่ามีการใช้สายไฟชนิดนี้อยู่บ่อยครั้ง

จากตารางที่ ก-1 ถ้าใช้สายไฟขนาด 2.5 ตารางมิลลิเมตร แรงดันสูญเสียในระบบจะเท่ากับ 8/100*9.46 หรือ 0.8 โวลต์ ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับค่าที่ต้องการและอาจจะสามารถใช้ได้ แต่มีข้อแม้ว่าต้องไม่เดินสายไฟในระยะที่ไกลมากขึ้น

ตารางที่ ก-1 ขนาดสายไฟที่เหมาะสม

แรงดันไฟฟ้าสูญเสียในสายไฟ ระยะ 100 เมตร			
แรงดันที่สูญเสีย (แอมแปร์)	**ขนาดของสายไฟ (มม.^{2})**		
	1.5	2.5	4.0
0.1	0.21	0.14	0.08
0.2	0.43	0.27	0.17
0.3	0.64	0.41	0.25
0.4	0.86	0.54	0.34
0.5	1.07	0.68	0.42
0.6	1.29	0.81	0.51
0.7	1.50	0.95	0.59
0.8	1.72	1.08	0.68
0.9	1.93	1.22	0.76
1.0	2.15	1.35	0.85
2.0	4.29	2.70	1.69
3.0	6.44	4.05	2.54
4.0	8.58	5.41	3.38
5.0	10.73	6.76	4.23
6.0	12.87	8.11	5.08
7.0	15.02	9.46	5.92
8.0	17.16	10.81	6.77
9.0	19.31	12.16	7.62
10.0	21.45	13.51	8.46

3. แบตเตอรี่

3.1 ลักษณะแบตเตอรี่และโครงสร้าง

การผลิตแบตเตอรี่ในระดับอุตสาหกรรม เป็นลักษณะอุตสาหกรรมที่ใช้วัสดุที่เป็นพิษและมีของเสียที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม โดยทั่วไปแล้ว จะทำเป็นลักษณะผลิตเชิงปริมาณที่ประกอบด้วยกระบวนการหลายกระบวนการ หลังจากประกอบเป็นแบตเตอรี่แล้ว ยังต้องทำการประจุ และคายประจุก่อน ที่จะส่งแบตเตอรี่ถึงลูกค้า

โรงงานผลิตแบตเตอรี่จะมีรายละเอียดของโครงสร้างแบตเตอรี่มากมายแตกต่างกัน แต่จะมีลักษณะส่วนประกอบพื้นฐานที่เหมือนกัน ดังที่จะกล่าวถึงต่อไป

1) เซลล์ เซลล์เป็นส่วนประกอบพื้นฐานทางไฟฟ้าเคมีในแบตเตอรี่ ประกอบด้วยขั้วอิเล็กโทรดสองขั้ว ที่เป็นขั้วบวกและขั้วลบ และมีแผ่นกั้น แยกขั้วทั้งสองไม่ให้ชิดกัน จุ่มอยู่ในสารละลายอิเล็กโตรไลท์ และใส่อยู่ในกล่องภาชนะที่ปิดมิดชิด ในแบตเตอรี่แบบตะกั่วกรด เซลล์ 1 เซลล์จะมีแรงดันไฟฟ้า 2.1 โวลต์ ดังนั้นถ้าต่อเซลล์ 6 เซลล์อนุกรมกัน ก็จะได้แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์

2) วัสดุทำปฏิกิริยา (Active material) เป็นวัตถุดิบที่ใช้ทำขั้วบวกและขั้วลบของแบตเตอรี่ และทำปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ไฟฟ้าเคมี ปริมาณของวัสดุทำปฏิกิริยาในแบตเตอรี่ ขึ้นอยู่กับความจุของแบตเตอรี่ ในแบตเตอรี่ชนิดตะกั่วกรด วัสดุทำปฏิกิริยาในขั้วบวกคือตะกั่ว อ๊อกไซด์ (PbO_2) แผ่นตะกั่วแบบพรุนในขั้วลบ (Pb) ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับสารละลายอิเล็กโตรไลท์ชนิดกรดซัลฟุริค (H_2SO_4)

3) สารละลายอิเล็กโตรไลท์ ทำหน้าที่เป็นตัวกลางนำไฟฟ้า เกิดการไหลของกระแสในขณะที่มีการถ่ายเทอิออนระหว่างขั้วทั้งสองผ่านเพลท ในแบตเตอรี่แบบตะกั่วกรด สารละลายอิเล็กโตรไลท์จะเป็นกรดซัลฟุลิคเจือจาง อาจอยู่ในรูปของของเหลว (Flooded) เจล หรืออาจดูดกลืนในวัสดุใยแก้วในแบตเตอรี่แบบนิเกิลแคดเมียม สารอิเล็กโตรไลท์จะใช้สารละลายอัลคาไลน์ของโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์และน้ำ ในแบตเตอรี่ที่ใช้สารละลายแบบของเหลวทั้งหมด (Flooded types) จะต้องมีการเติมน้ำเป็นช่วงๆ ขณะใช้งาน เพื่อเป็นการทดแทนน้ำที่สูญเสียไปในช่วงที่มีการประจุเกินและเกิดก๊าซซิ่ง เมื่อเติมน้ำเข้าไปต้องใช้น้ำกลั่นหรือน้ำกรองที่กรองแร่ออกแล้ว (de-mineralized) เท่านั้น ถ้ามีการปนเปื้อนเข้าไปจากน้ำที่เติม จะทำให้แบตเตอรี่หมดอายุเร็วกว่ากำหนด

4) กริด (Grid) ในแบตเตอรี่แบบตะกั่วกรด ส่วนใหญ่แล้วกริดจะทำจากตะกั่วอัลลอยด์ เป็นโครงสำหรับพยุงวัสดุทำปฏิกิริยาในขั้วต่างๆ และกริดนี้ทำหน้าที่นำไฟฟ้าด้วยสารอัลลอยด์ที่นิยมมาทำเพิ่มความแข็งแรงของขั้วตะกั่วคือ สารแอนติโมนี และแคลเซียม และสารเหล่านี้จะมีผลต่อประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ เช่น มีผลต่อประสิทธิภาพของรอบการใช้งาน และการเกิดก๊าซซิ่ง เป็นต้น ลักษณะของกริดขึ้นกับลักษณะของขั้วเซลล์ว่าเป็นแบบแผ่นบาง หรือแบบแท่ง

5) เพลท (Plate) ขั้วเพลทเป็นโครงสร้างพื้นฐานของแบตเตอรี่ ประกอบด้วยโครงสร้างกริดและวัสดุทำปฏิกิริยา บางทีเรียกขั้วอิเล็กโทรด โดยทั่วๆ ไปประกอบด้วยเพลทบวกและเพลทลบ โดยจะนำมาต่อกันแบบขนานกับขั้วด้านบนของเพลทเพื่อแยกเป็นขั้วบวกและลบ ความหนาของกริดและเพลทจะเป็นตัวบ่งชี้ลักษณะการนำไปใช้งาน ว่าสามารถคายประจุได้มากหรือน้อย ในแบตเตอรี่ที่ใช้กับรถยนต์ (SLI) จะใช้เพลทแบบบาง เนื่องจากเป็นการทำให้มีพื้นที่ผิวของการทำปฏิกิริยาสูงสุด ทำให้รับและปล่อยกระแสสูงในเวลาสั้นๆ ได้ แต่ไม่หนาและมีความทนทานเท่ากับชนิดที่มีการคายประจุมาก เพลทแบบหนาจะนำไปใช้กับแบตเตอรี่ที่มีการคายประจุมาก เช่นในรถยกไฟฟ้า รถไฟฟ้าในสนามกอล์ฟ และรถไฟฟ้าอื่นๆ เพลทแบบหนาจะยอมให้มีการคายประจุที่กระแสสูงในช่วงเวลานานได้ โดยที่ลักษณะของวัสดุทำปฏิกิริยาไม่เสียหาย ทำให้อายุการใช้งานนานกว่าแบตเตอรี่ที่มีเพลทแบบบาง

6) แผ่นกั้น (Separator) แผ่นกั้นมีลักษณะเป็นฉนวนที่เป็นรูพรุน ทำหน้าที่กั้นระหว่างเพลทขั้วบวกและเพลทขั้วลบในแบตเตอรี่ ไม่ให้ขั้วทั้งสองสัมผัสกันและเกิดการลัดวงจรทางไฟฟ้า แต่อนุญาตให้สารอิเล็กโตรไลท์ ทะลุผ่าน เพื่อให้มีการแลกเปลี่ยนอิออนระหว่างขั้วทั้งสองแผ่นกั้นนี้ อาจทำจากยาง พลาสติก หรือใยแก้ว ในบางกรณีแผ่นกั้นจะมีลักษณะเป็นซองหุ้มเพลท เพื่อป้องกันการลัดวงจรด้านล่างของเพลทด้วย

7) Eliment คือกลุ่มของเพลทบวก เพลทลบ ที่ต่อกันเข้ากับขั้วบวกและขั้วลบ และมีแผ่นกั้น เป็นส่วนของวัสดุที่ทำแบตเตอรี่ แต่ไม่นับรวมภาชนะบรรจุ

8) ขั้วไฟฟ้า (Terminal posts) ขั้วไฟฟ้าเป็นส่วนโลหะที่โผล่ด้านนอกของภาชนะบรรจุ มีขั้วบวกและขั้วลบ เซลล์แสงอาทิตย์และภาระทางไฟฟ้าจะต่อที่ขั้วนี้ ในแบตเตอรี่แบบตะกั่วกรด ขั้วไฟฟ้านี้จะทำจากตะกั่วหรือตะกั่วอัลลอยด์ หรืออาจเป็นสแตนเลส หรือทองแดงชุบสแตนเลส เพื่อเพิ่มความแข็งแรงและลดการกัดกร่อน สำหรับแบตเตอรี่แบบเติมน้ำกลั่น ต้องทำ

ความสะอาดขั้วนี้เป็นระยะ และควรมีการขันสกรูที่ยึดระหว่างแบตเตอรี่เป็นประจำ เพราะอาจคลายตัวแล้วทำให้เกิดการสูญเสียที่จุดต่อได้

9) ช่องระบายอากาศระหว่างเซลล์ ในแบตเตอรี่แบบเติมน้ำกลั่น ขณะที่กำลังประจุ จะมีก๊าซเกิดขึ้น ต้องทำการระบายก๊าซสู่บรรยากาศ ผ่านทางช่องระบายอากาศระหว่างเซลล์นี้ การสูญเสียน้ำจากเหตุการณ์ดังกล่าวจึงหลีกเลี่ยงไม่ได้ และต้องมีการกำหนดช่วงเวลาที่เหมาะสมเพื่อเติมน้ำกลั่น ให้ระดับสารละลายอิเล็กโตรไลท์เท่าเดิม ในแบตเตอรี่แบบแห้ง (seals or valve-regulated battery) ช่องระบายนี้จะออกแบบเพื่อการลดความดัน โดยจะปิดในสภาวะปกติ แต่เมื่อความดันภายในเพิ่มขึ้นจะเปิดโดยอัตโนมัติ ซึ่งมักเกิดในช่วงที่ประจุเกิน หรือใช้งานในที่อุณหภูมิสูง

แบตเตอรี่ปัจจุบันมีฝาปิดช่องระบายอากาศแบบป้องกันการระเบิด โดยก๊าซที่เกิดในแบตเตอรี่จะระบายผ่านถ่านกรอง เป็นการออกแบบเพื่อลดการเสียหายจากการระเบิดของก๊าซที่เกิดขึ้น

10) ภาชนะบรรจุ โดยทั่วไปภาชนะบรรจุจะทำจากพลาสติกแข็งหรือยางใน ภาชนะจะประกอบด้วย ส่วนประกอบทั้งหมดและสารอิเล็กโตรไลท์ ต้องปิดสนิท ถ้าเป็นภาชนะบรรจุแบบใส จะทำให้สามารถมองเห็นระดับสารละลายภายใน ลักษณะของเพลทได้

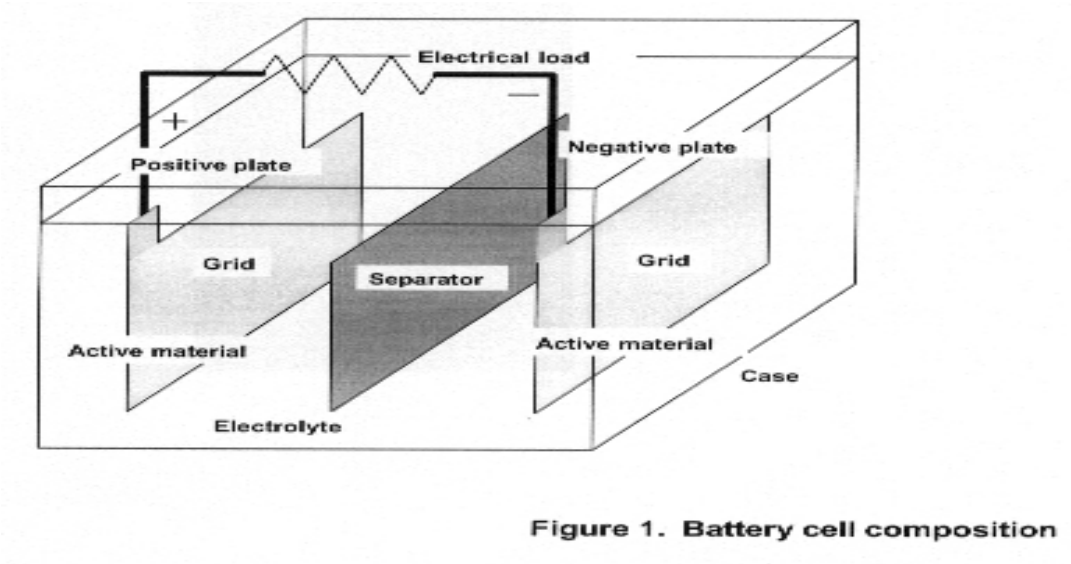


Figure 1. Battery cell composition

รูปที่ ก-9 ลักษณะโครงสร้างของแบตเตอรี่

3.2 ปฏิกิริยาเคมีของแบตเตอรี่ตะกั่ว-กรด

เมื่อพิจารณารูปที่ ก-9 ในสภาวะที่แบตเตอรี่ได้รับการประจุเต็ม เพลทบวกจะเป็นตะกั่วไดออกไซด์ (PbO_2) และเพลทลบจะเป็น ตะกั่ว (Pb) และสารอิเล็กโตรไลท์เป็นสารละลายกรดซัลฟุริกเจือจาง เมื่อต่อภาระทางไฟฟ้าเพื่อใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ กระแสจะไหลจากแบตเตอรี่และวัสดุทำปฏิกิริยาจะเปลี่ยนเป็น ตะกั่วซัลเฟต ($PbSO_4$)

ปฏิกิริยาที่เซลล์ตะกั่ว-กรด สมการต่อไปนี้ จะอธิบายปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีที่เกิดขึ้นที่เซลล์ของแบตเตอรี่แบบตะกั่ว-กรด ในช่วงที่คายประจุ ทิศทางของปฏิกิริยาเกิดจากซ้ายไปขวา ในช่วงที่ทำการประจุปฏิกิริยาจะเกิดในทิศทางตรงข้ามคือจากซ้ายไปขวา

ปฏิกิริยาที่อิเล็กโทรดเพลทบวก

$$PbO_2 + 4H^+ + 2e^- \Leftrightarrow Pb^{2+} + 2H_2O$$

$$Pb^{2+} + SO_4^{2-} \Leftrightarrow PbS_4$$

ปฏิกิริยาที่อิเล็กโทรดเพลทลบ

$$Pb \Leftrightarrow Pb^{2+} + 2e^-$$

$$Pb^{2+} + SO_4^{2-} \Leftrightarrow PbS_4$$

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นโดยรวม

$$PbO_2 + Pb + 2H_2SO_4 \Leftrightarrow 2PbSO_4 + 2H_2O$$

ขณะที่แบตเตอรี่คายประจุ วัสดุทำปฏิกิริยาคือ PbO_2 และ Pb ในเพลทบวกและลบจะทำปฏิกิริยารวมตัวกับกรดซัลฟุริก และรวมตัวเป็น $PbSO_4$ และน้ำ เมื่อมีการประจุเต็มทั้งเพลทบวกและลบจะเป็นสารชนิดเดียวกันคือ $PbSO_4$ และกรดซัลฟุริกเปลี่ยนไปเป็นน้ำ การเจือจางของอิเล็กโตรไลท์นี้ นับว่าเป็นช่วงสำคัญในเทอมของความถ่วงจำเพาะของสารอิเล็กโตรไลท์ และจุดเยือกแข็งซึ่งจะอธิบายในตอนต่อไป

3.3 คุณสมบัติของความถ่วงจำเพาะ (specific gravity)

นิยามของ ***ความถ่วงจำเพาะ*** คือ อัตราส่วนของความหนาแน่นของสารละลายต่อความหนาแน่นของน้ำ ทำการวัดโดยเครื่องไฮโดรมิเตอร์ โดยนิยามแล้ว น้ำบริสุทธิ์จะมีความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 1 ในแบตเตอรี่แบบตะกั่วกรด สารละลายอิเล็กโตรไลท์เป็นส่วนผสมระหว่างกรดซัลฟุริกกับน้ำ ในสภาวะที่ประจุเต็ม สารละลายอิเล็กโตรไลท์จะมีปริมาณกรดซัลฟุริค ประมาณ 36% โดยน้ำหนัก หรือ 25% โดยปริมาณความถ่วงจำเพาะของสารละลายในแบตเตอรี่นี้ มีความสัมพันธ์กับสภาวะของการประจุ และขึ้นกับความเข้มข้นของสารอิเล็กโตรไลท์ที่ออกแบบใช้งาน และอุณหภูมิ

ในสภาวะประจุเต็มสำหรับแบตเตอรี่แบบเติมน้ำกลั่น ค่าความถ่วงจำเพาะของสารละลายอิเล็กโตรไลท์จะมีค่าอยู่ในช่วง 1.250 ถึง 1.280 ที่อุณหภูมิ 27 $^{\circ}$C หมายความว่า ความหนาแน่นของสารอิเล็กโตรไลท์มีค่า 1.250 และ 1.280 เท่าของน้ำบริสุทธิ์ เมื่อแบตเตอรี่ คายประจุ ก๊าซไฮโดรเจน และอิออนซัลเฟต ที่เกิดจากกรดซัลฟุริก จะทำปฏิกิริยากับวัสดุ ทำปฏิกิริยาที่เพลทบวกและลบ เพื่อเป็นตะกั่วซัลเฟต ทำให้ค่าความถ่วงจำเพาะของสารละลายลดลง ถ้าแบตเตอรี่คายประจุมาก สารอิเล็กโตรไลท์จะเจือจางจนไม่มีอิออนจากสารละลาย ที่จุดนี้แบตเตอรี่จะคายประจุจนหมด และสารละลายอิเล็กโตรไลท์ก็จะเป็นน้ำธรรมดาและมีความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 1

กรดซัลฟุริกเข้มข้นมีจุดเยือกแข็งที่ต่ำมากคือน้อยกว่า –50 $^{\circ}$C ขณะที่น้ำมีจุดเยือกแข็งสูงกว่า คือ 0 $^{\circ}$C ดังนั้นจุดเยือกแข็งของสารละลายอิเล็กโตรไลท์จึงมีค่าสูงหรือต่ำ ขึ้นกับความถ่วงจำเพาะขณะนั้น ในกรณีที่แบตเตอรี่กำลังคายประจุ ค่าความถ่วงจำเพาะลดลง ทำให้จุดเยือกแข็งสูงขึ้น ความสัมพันธ์ระหว่างความถ่วงจำเพาะ และอุณหภูมิจุดเยือกแข็งของกรดซัลฟุริกแสดงดังตารางที่ ก-2

ตารางที่ ก-2 แสดงคุณสมบัติและจุดเยือกแข็งของกรดซัลฟุริก

ความถ่วงจำเพาะ	H_2SO_4 (Wt%)	H_2SO_4 (Vol%)	อุณหภูมิจุดเยือกแข็ง (^{o} C)
1.000	0.0	0.0	0
1.050	7.3	4.2	-3.3
1.100	14.3	8.5	-7.8
1.150	20.9	13.0	-15
1.200	27.2	17.1	-27
1.250	33.4	22.6	-52
1.300	39.1	27.6	-71

3.4 ปรากฏการณ์ซัลเฟชัน (Sulfation)

ปัญหาที่มักพบในแบตเตอรี่ตะกั่วกรดบ่อยๆ คือปรากฏการณ์ซัลเฟชัน มีผลทำให้ความจุสูงสุดของแบตเตอรี่ลดลงอย่างถาวร ดังนั้นขณะใช้งานต้องระวังไม่ให้เกิดปรากฏการณ์นี้

ภายใต้เงื่อนไขสภาวะการใช้งานปกติ ในขณะคายประจุชั้นของตะกั่วซัลเฟตที่เกิดขึ้นที่เพลทจะมีเนื้อละเอียด ดังนั้นจะมีช่องว่างจำนวนมากรอบๆ ชิ้นตะกั่วซัลเฟต ที่สารละลายจะเข้าไปทำปฏิกิริยากับวัสดุทำปฏิกิริยาทั้งตะกั่วไดอ๊อกไซด์และตะกั่ว เมื่อตะกั่วซัลเฟตที่เกิดขึ้นรวมตัวกันและเป็นผลึกใหญ่ขึ้นเรียกปรากฏการณ์ซัลเฟชัน จะทำให้เกิดปัญหากับแบตเตอรี่เนื่องจากผลึกขนาดใหญ่ไม่สามารถคืนรูปเป็นตะกั่วและตะกั่วไดอ๊อกไซด์ในช่วงประจุได้

ปรากฏการณ์ซัลเฟชันจะเกิดขึ้นเมื่อมีการใช้งานแบตเตอรี่ดังนี้

1) ปล่อยให้เซลล์คายประจุนานโดยไม่มีการประจุกลับ
2) มีการประจุเพียงบางส่วนแล้วนำมาใช้งาน เป็นระยะเวลานาน
3) ใช้งานแบตเตอรี่อย่างต่อเนื่องในสภาวะอุณหภูมิสูงกว่า 45 ^{o} C
4) ปล่อยให้สารละลายอิเล็กโตรไลท์ในแบตเตอรี่มีความเข้มข้นสูง หรือเมื่อสารละลายมีระดับต่ำกว่าระดับล่าง แล้วไม่เติมน้ำกลั่นเป็นเวลานาน

เมื่อเกิดสภาวะตามเงื่อนไขดังกล่าวมาแล้วพร้อมกันมากกว่า 2 สภาวะขึ้นไป ปรากฏการณ์ซัลเฟชันจะเกิดเร็วมากขึ้น

เหตุการณ์ที่บ่งชี้ว่าเกิดปรากฏการณ์ซัลเฟชันแล้ว คือ เมื่อทำการประจุแบตเตอรี่ แรงดันจะสูงผิดปกติ เหมือนกับแบตเตอรี่ได้รับการประจุเต็ม ในขณะที่วัดค่าความถ่วงจำเพาะแล้ววัดได้เทียบกับสภาวะการประจุยังไม่เต็ม เมื่อเกิดเหตุการณ์นี้ วิธีการใช้แบตเตอรี่ทำได้โดยการประจุด้วยกระแสต่ำๆ และแบตเตอรี่จะมีความจุสูงสุดลดลงอย่างถาวร

วิธีการป้องกันปรากฏการณ์ซัลเฟชันดีที่สุด คือ การประจุแบตเตอรี่ให้เต็ม เพื่อให้ตะกั่วซัลเฟตเปลี่ยนรูปหมด ในการใช้งานแบบคายประจุมาก (deep cycle) บริษัทผู้ผลิตมักให้คำแนะนำว่าจะต้องประจุแบตเตอรี่ให้เต็มทันทีเมื่อใช้แบตเตอรี่ถึงจุดความจุต่ำสุด เมื่อนำมาใช้งานกับระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ไม่สามารถทำเช่นนี้ได้ เพราะการคายประจุมากเกิดจากกรณีท้องฟ้าไม่มีแสงแดดต่อเนื่องกันหลายวัน วิธีการป้องกัน จึงต้องมีการลดการใช้ไฟฟ้า เพื่อลดการดึงพลังงานออกจากแบตเตอรี่ หรือทำการถอดแบตเตอรี่ออกไปประจุที่อื่น

นอกจากนั้นในระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ยังมีวิธีลดการเกิดปรากฏการณ์ซัลเฟชันได้ โดยการเลือกออกแบบระบบให้ระบบเซลล์แสงอาทิตย์สามารถประจุแบตเตอรี่ได้เต็ม โดยใช้เงื่อนไขแสงแดดเฉลี่ยของเดือนที่มีแสงแดดน้อยที่สุด แต่ในระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานสามารถประจุด้วยแหล่งพลังงานชนิดอื่น เพื่อลดปัญหาดังกล่าว ถ้าจะให้ได้ผลดี ต้องจัดทำตารางการประจุแบบ equalization และทำอย่างสม่ำเสมอ

อัตราการเกิดซัลเฟชันจะขึ้นอยู่กับลักษณะของเซลล์ คุณภาพของเพลท และวัตถุประสงค์ในการใช้งาน วัสดุทำปฏิกิริยาต่างๆ จะถูกออกแบบให้ลดอัตราการเกิดซัลเฟชัน แต่ไม่สามารถหยุดปรากฏการณ์นี้ได้ ในสภาวะแวดล้อมที่อุณหภูมิสูงกว่า 30° C จะใช้สารละลายความเข้มข้นต่ำ (tropical electrolyte) นอกจากจะลดการเกิดซัลเฟชันแล้วยังช่วยลดความเสียหายที่เกิดกับโครงสร้างของขั้วบวกของแบตเตอรี่ด้วย

3.5 ปรากฏการณ์แบ่งชั้นของสารละลาย (Stratification)

ปรากฏการณ์แบ่งชั้นของสารละลาย จะเกิดกับแบตเตอรี่แบบเติมน้ำกลั่น โดยความถ่วงจำเพาะของสารอิเล็กโตรไลท์จะไม่เท่ากันตลอด ด้านล่างจะมีค่ามากกว่าด้านบน เกิดขึ้นจากการประจุไม่สมบูรณ์ไม่เกิดก๊าซซึ่งในช่วงที่ประจุเต็ม ทำให้สารละลายไม่เกิดการเคลื่อนที่ผสมกันอย่างทั่วถึง ผลของปรากฏการณ์นี้ จะทำให้แผ่นเพลทด้านล่างของแบตเตอรี่ ที่สัมผัสกับความ

เข้มข้นสูงผุกร่อนได้เร็ว ขณะที่ด้านบนยังมีลักษณะดีอยู่ ส่งผลให้อายุและความจุของแบตเตอรี่ลดลง แบตเตอรี่ที่มีความจุมากและมีลักษณะรูปทรงสูง มักจะเกิดปัญหาการแบ่งชั้นของสารละลายเมื่อประจุด้วยกระแสต่ำ การป้องกันปรากฏการณ์นี้คือ การทำการประจุ แบบ equalization เป็นระยะเวลาที่แน่นอน

3.6 คุณสมบัติเชิงสมรรถนะของแบตเตอรี่

นิยามและความหมาย

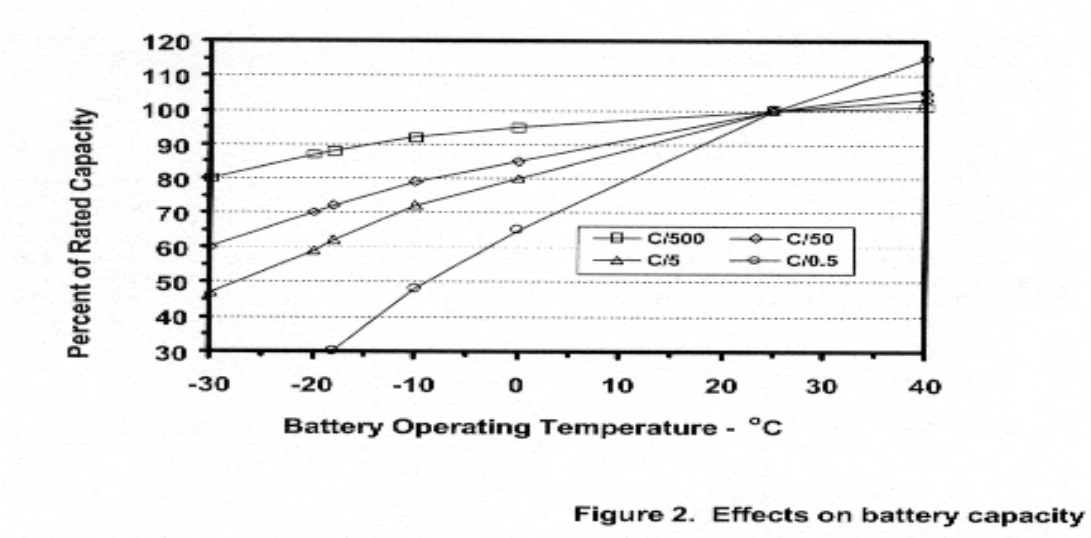
1) แอมแปร์ชั่วโมง (Ah)

เป็นหน่วยพื้นฐานในการวัดความจุของแบตเตอรี่ โดยใช้วิธีการคายประจุด้วยกระแสคงที่แล้วจับเวลาเป็นชั่วโมงจนใกล้จะคายประจุหมด ความจุแอมแปร์ชั่วโมง ได้จากการนำค่ากระแสคูณกับเวลาเป็นชั่วโมง ตัวอย่างเช่น แบตเตอรี่ความจุ 80 AH หมายความว่าแบตเตอรี่ลูกนั้นสามารถจ่ายไฟกระแสตรงคงที่ 8 แอมแปร์ได้นาน 10 ชั่วโมงหรือ 4 แอมแปร์ได้นาน 20 ชั่วโมง

2) ความจุ (capacity)

ในทางปฏิบัติการวัดความจุของแบตเตอรี่ ยังขึ้นกับขนาดของกระแสที่คายประจุ หรือความเร็วในการใช้งานแบตเตอรี่ ถ้ากระแสที่คายประจุเพิ่มขึ้น ความจุแบตเตอรี่ที่ใช้งานได้จริงจะลดลง ในการกำหนดคุณลักษณะการลดลงของความจุแบตเตอรี่แบบนี้ จะมีการเขียนกำกับความจุของแบตเตอรี่ด้วยอัตราส่วนของความจุต่อเวลา เช่น แบตเตอรี่ขนาดความจุ 30AH ที่ C/10 หรือ C_{10} หมายถึงแบตเตอรี่สามารถคายประจุ 3 แอมแปร์ในเวลา 10 ชั่วโมง (C/10 หรือ C_{10} หมายถึงขนาดของกระแสที่คายประจุ ในที่นี้คือ 30/10 = 3 แอมแปร์) ในแบตเตอรี่ลูกเดียวกัน เมื่อเปลี่ยนเป็น C/5 ความจุจะลดลง

สาเหตุที่เมื่อแบตเตอรี่คายประจุด้วยกระแสต่ำ มีความจุมากกว่ากระแสสูง เนื่องจากมีเวลาที่สารละลายอิเล็กโตรไลท์ จะเข้าไปทำปฏิกิริยากับเพลทลึกกว่า ทำให้เกิดปฏิกิริยามากขึ้น พลังงานไฟฟ้าที่ได้ก็จะมากตามไปด้วย แต่การซึมของสารละลายเข้าไปในเพลทยิ่งลึกอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ก็จะลดลง ดังนั้นอัตราการคายประจุจึงมีความสำคัญต่อทั้งความจุของแบตเตอรี่และอายุการใช้งาน



รูปที่ ก-10 ผลของอุณหภูมิต่อความจุใช้งานของแบตเตอรี่

แบตเตอรี่บางชนิดวัดความจุเป็นกิโลวัตต์ชั่วโมง (kWh) ซึ่งเป็นผลคูณระหว่างความจุแอมแปร์ชั่วโมง และแรงดันปกติของแบตเตอรี่ และหารด้วย 1000 เช่น แบตเตอรี่ 12 V 100 AH มีความจุเท่ากับ 12x100/1000 = 1.2 kWh เป็นต้น

3) Cut Off Voltage เป็นแรงดันไฟฟ้าต่ำสุดที่ระบบแบตเตอรี่ยอมให้มีได้ขณะคายประจุ ถ้าต่ำกว่านี้จะมีการเสียหายถาวร ไม่สามารถเก็บพลังงานในแบตเตอรี่ต่อไปได้ โดยค่านี้จะกำหนดเฉพาะเจาะจงที่อัตราการคายประจุต่างๆ กัน บริษัทผู้ผลิตจะเป็นผู้กำหนดแรงดันต่ำสุดหรือแรงดันสุดท้ายของการคายประจุคู่กับอัตราการคายประจุ ถ้าใช้แรงดันต่ำสุดดังกล่าวกับอัตราการคายประจุที่แตกต่างไป ความจุแบตเตอรี่จะสูงกว่า สำหรับอัตราการคายประจุที่ต่ำกว่า

4) Cycle เมื่อประจุแบตเตอรี่จนเต็ม นำไปใช้งานแล้วนำกลับมาประจุใหม่จนเต็มอีกครั้งหนึ่งเรียกรอบการใช้งาน ในการใช้งานมีรอบการใช้งานสองลักษณะคืองานที่มีการคายประจุน้อย (shallow cycle) และงานที่มีการคายประจุมาก (deep cycle) การจะใช้งานแบตเตอรี่แบบไหนนั้นขึ้นกับลักษณะของเซลล์ และส่วนใหญ่ไม่ใช้คายประจุจนหมด ในการใช้งานที่มีการคายประจุมาก มักมีการคายประจุมากกว่า 50 % ต่อรอบการใช้งานขึ้นไป

5) การคายประจุ (Discharge) คือกระบวนการที่แบตเตอรี่คายประจุไฟฟ้าออกมา กำหนดในรูปของกระแสการคายประจุ หรืออัตราการคายประจุ สำหรับแบตเตอรี่แบบตะกั่วกรด คือปฏิกิริยาที่ตะกั่ว ตะกั่วไดอ๊อกไซด์ และกรดซัลฟุริก เปลี่ยนเป็นตะกั่วซัลเฟตและน้ำ

6) การประจุ (Charge) คือกระบวนการที่แบตเตอรี่ประจุไฟฟ้า กำหนดในรูปของกระแสประจุ หรืออัตราการประจุ สำหรับแบตเตอรี่แบบตะกั่วกรด คือปฏิกิริยาที่ตะกั่วซัลเฟตและน้ำเปลี่ยนเป็นตะกั่ว ตะกั่วไดอ๊อกไซด์ และกรดซัลฟุริก

7) Rate of Charge/Discharge คืออัตราส่วนของความจุต่อเวลาเป็นชั่วโมง เช่น แบตเตอรี่ขนาดความจุ 30AH ที่ C/10 หรือ C_{10} หมายถึงแบตเตอรี่สามารถคายประจุ 3 แอมแปร์ในเวลา 10 ชั่วโมง (C/10 หรือ C_{10} หมายถึงขนาดของกระแสที่คายประจุ ในที่นี้คือ 30/10 = 3 แอมแปร์) ในแบตเตอรี่ลูกเดียวกัน เมื่อเปลี่ยนเป็น C/5 ความจุจะลดลง

8) Negative (-) เป็นจุดที่มีความต่างศักดิ์ต่ำ ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงหรือขั้วลบของแบตเตอรี่ หมายถึงตำแหน่งอิเล็กโทรดที่อิเล็กตรอนไหลออกมาเมื่อมีการคายประจุ

9) Positive (+) เป็นจุดที่มีความต่างศักดิ์สูง ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงหรือขั้วบวกของแบตเตอรี่ หมายถึงตำแหน่งอิเล็กโทรดที่อิเล็กตรอนหรือกระแสไหลเมื่อมีการประจุ

10) Open Circuit Voltage คือแรงดันที่แบตเตอรี่อยู่ในสภาวะสมดุล ไม่มีการประจุ หรือไม่มีการคายประจุ แรงดันนี้จะขึ้นกับลักษณะการออกแบบแบตเตอรี่ ความถ่วงจำเพาะและอุณหภูมิ

11) คุณสมบัติในสภาวะการประจุแบตเตอรี่

วิธีการและขั้นตอนการประจุแบตเตอรี่ มีหลายลักษณะ สำหรับระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ วิธีการประจุแบตเตอรี่แต่ละชนิด มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวิธีการที่กำหนดมาโดยบริษัทผู้ผลิตแบตเตอรี่ การประจุแบบต่างๆ สามารถอธิบายได้ดังนี้

(1) Bulk or Normal Charge เป็นการประจุแบบปกติในช่วงเริ่มต้นของรอบการประจุ โดยสามารถทำการประจุได้ที่อัตราต่างๆ กัน ที่ทำให้แรงดันของแบตเตอรี่ยังไม่ถึงแรงดันก๊าซซิ่ง การประจุแบบนี้ จะทำให้ความจุแบตเตอรี่เพิ่มขึ้นถึงประมาณ 80-90% ของความจุทั้งหมด

(2) Float or Finishing Charge เมื่อทำการประจุแบตเตอรี่จนใกล้จะเต็ม วัสดุทำปฏิกิริยาส่วนใหญ่เปลี่ยนแปลงไปเป็นรูปแบบเริ่มต้นเกือบหมดแล้ว หลังจากนั้น ต้องมีการควบคุมอาจจะเป็นกระแสหรือแรงดันที่จะทำการประจุต่อไป เพื่อป้องกันไม่ให้มีการประจุเกินเข้าแบตเตอรี่ การประจุแบบนี้มักทำที่อัตราการประจุต่ำถึงกลาง

(3) Equalizing Charge บางครั้งเรียก refreshing charge เป็นการประจุด้วยกระแสคงที่ ที่แรงดันสูง เพื่อให้เซลล์แต่ละเซลล์ได้รับการประจุเท่าเทียมกัน ในขณะที่ทำการประจุแบบนี้ เซลล์ที่มีสภาวะการประจุเต็มแล้วจะเกิดก๊าซ ในขณะที่เซลล์ที่ยังไม่เต็มจะได้รับการประจุให้เต็ม การประจุแบบนี้ทำเพื่อบำรุงรักษาระบบเป็นช่วงเวลาที่แน่นอน สำหรับแบตเตอรี่ที่ใช้งานรายวันที่มีการคายประจุมาก ควรทำการประจุแบบ Equalizing Charge 1-2 สัปดาห์ต่อครั้ง

12) คุณสมบัติในสภาวะการคายประจุ

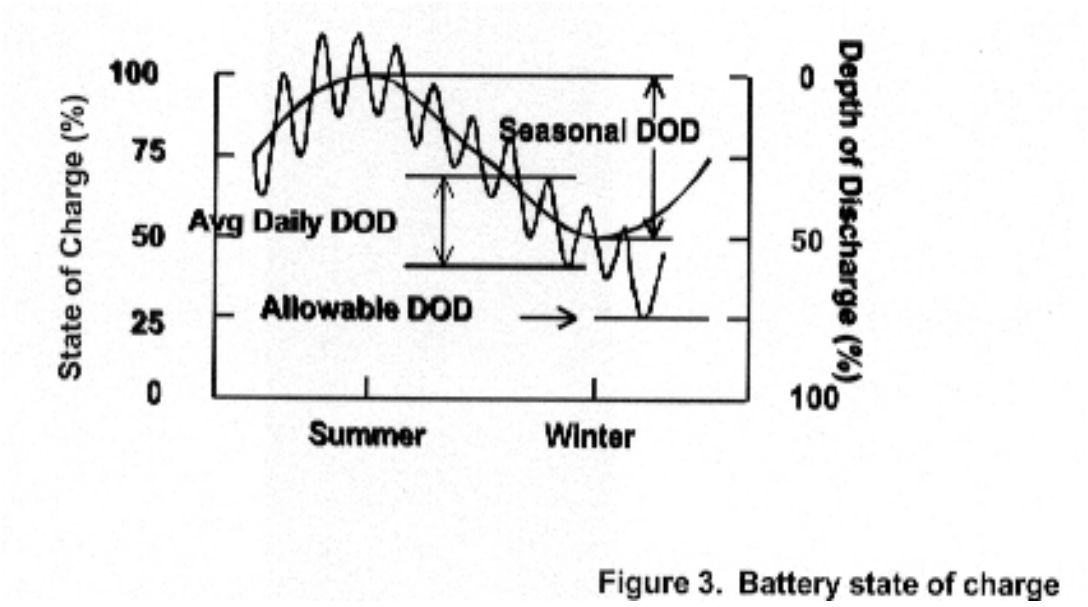
(1) Depth of Discharge (DOD) คือเปอร์เซ็นต์ของความจุแบตเตอรี่ที่ถูกใช้งานออกไป หรือคายประจุออกไป เปรียบเทียบกับความจุทั้งหมด มีปริมาณ DOD สองปริมาณที่ใช้อธิบายในระบบเซลล์แสงอาทิตย์ คือ

ก. Allowable DOD หรือ **Maximum DOD** เป็นค่าเปอร์เซ็นต์ของความจุที่มากที่สุดที่ยอมให้มีการใช้งานได้ ถ้ามีการใช้งานเกินค่านี้แล้ว แบตเตอรี่ลูกนั้นจะไม่สามารถนำกลับมาประจุใช้งานได้อีก โดยทั่วไปจะกำหนดโดยแรงดัน cut off โดยทั่วไปในระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระพารามิเตอร์ที่สะท้อนค่า maximum DOD คือค่าพิกัดแรงดันต่ำสุด (LVD) แต่อย่างไรก็ตามค่า maximum DOD นี้สามารถกำหนดตามฤดูกาลได้ โดยขึ้นกับลักษณะพลังงานแสงอาทิตย์ อุณหภูมิแวดล้อม และลักษณะของการใช้ภาระทางไฟฟ้า

ข. Average Daily DOD เป็นปริมาณพลังงานที่ยอมให้มีการจ่ายออกจากแบตเตอรี่ได้ภายใน 1 วัน โดยกำหนดจากค่าเฉลี่ยรายวันของภาระทางไฟฟ้าปริมาณนี้จะสัมพันธ์กับการออกแบบจำนวนวันที่ต้องการเก็บพลังงานไว้ใช้งานถ้าไม่มีการประจุกลับจากแหล่งพลังงานเลย (Autonomy day)

(2) Stage of Charge (SOC) สถานะของการคายประจุ เป็นค่าที่บอกความจุของแบตเตอรี่ในแต่ละเวลาที่ใช้งาน มีค่าเป็นอัตราส่วนระหว่างความจุของแบตเตอรี่ในขณะนั้นต่อความจุของแบตเตอรี่เมื่อประจุเต็ม เช่น แบตเตอรี่มี SOC 100 % หมายความว่าแบตเตอรี่อยู่ใน

สถานะประจุเต็ม แบตเตอรี่มี SOC 50 % หมายความว่ามีความจุเหลืออยู่ 50 % รูปที่ ก-11 แสดงการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของแบตเตอรี่ SOC และ DOD



รูปที่ ก-11 การเปลี่ยนแปลงของ SOC และ DOC ตามฤดูกาล

13) Autonomy โดยทั่วไปจะนิยามคือจำนวนวันที่จะเก็บพลังงานไว้ให้เพียงพอใช้งาน ในระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ จะหมายถึง ช่วงเวลาที่แบตเตอรี่ที่ประจุเต็มแล้วสามารถจ่ายให้กับภาระทางไฟฟ้าของระบบ เมื่อไม่มีพลังงานประจุกลับจากระบบเซลล์แสงอาทิตย์เลย สำหรับระบบเซลล์แสงอาทิตย์ทั่วๆ ไป ช่วงเวลาดังกล่าวอยู่ระหว่าง 2-6 วัน ขึ้นอยู่กับการออกแบบ ยิ่งออกแบบเวลา Autonomy นาน ขนาดของแบตเตอรี่ที่ใช้ก็จะเพิ่มขึ้น

14) การคายประจุด้วยตัวเอง (Self Discharge Rate) เมื่อทำการประจุแบตเตอรี่จนเต็ม และปล่อยไว้โดยไม่มีการต่อไปใช้งาน จะมีการคายประจุในตัวเอง อัตราการคายประจุด้วยตัวเองจะกำหนดเป็นเปอร์เซนต์ของความจุทั้งหมดในช่วงเวลา 1 เดือน การคายประจุด้วยตัวเองนี้ขึ้นกับความยากง่ายในการเกิดก๊าซที่เพลทเมื่อมีการประจุเกิน และจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิแวดล้อมสูงขึ้น

15) อายุการใช้งานแบตเตอรี่ (Battery Lifetime) อายุการใช้งานแบตเตอรี่คือช่วงเวลาที่ความจุของแบตเตอรี่เมื่อประจุเต็มลดลงจากความจุเต็มของแบตเตอรี่ใหม่ 80 % โดยการลดลงนั้นเกิดขึ้นทั้งจากจำนวนรอบการใช้งาน และอายุของเซลล์

ในบางรอบการใช้งาน วัสดุทำปฏิกิริยาจะหลุดออกจากอิเล็กโทรด และจมลงด้านล่างของภาชนะบรรจุ เมื่อวัสดุแยกออกมาจากอิเล็กโทรด วัสดุนั้นจะไม่สามารถคืนรูปเหมือนเดิมได้ส่งผลให้ความจุของแบตเตอรี่ลดลงได้เช่นเดียวกัน จำนวนรอบของการใช้งานก่อนที่ความจุเต็มจะลดลงเหลือ 80 % เรียกอายุของเซลล์ (cell life) อายุของเซลล์นี้จะขึ้นกับลักษณะการคายประจุ ขนาดของกระแสที่คายประจุ และอุณหภูมิ

ในการใช้งานบางงาน เซลล์ไม่ได้มีการใช้งานเป็นรอบบ่อยๆ เช่นในระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน แบตเตอรี่จะได้รับการประจุเต็มตลอดเวลา จนกระทั่งถึงเวลาฉุกเฉินจึงมีการคายประจุ ความจุเต็มของแบตเตอรี่ชนิดนี้จะลดลงตามอายุการใช้งาน ดังนั้นจึงเรียกอายุของการใช้งานแบตเตอรี่แบบนี้เป็นอายุตามปฏิทิน (calendar life) หรืออายุสแตนบาย (standby life) โดยมีหน่วยเป็นปี อายุตามปฏิทินนี้ จะขึ้นกับอุณหภูมิ และวิธีการเก็บรักษาแบตเตอรี่

ในเซลล์บางชนิด แบตเตอรี่จะสามารถใช้งานได้นานเท่าอายุปฏิทินของแบตเตอรี่ ก็ต่อเมื่อมีการใช้งานแบบที่มีการคายประจุน้อยเท่านั้น ดังนั้นจะไม่สามารถใช้ไฟฟ้าเท่ากับความจุของแบตเตอรี่ทั้งหมดได้ เวลาที่กล่าวถึงความจุแบตเตอรี่จึงมักกล่าวถึงความจุสองลักษณะคือ ความจุทั่วไป (nominal capacity) และความจุที่ใช้งานจริง (usable capacity)

16) Temperature Effects สำหรับแบตเตอรี่ที่เป็นเซลล์ไฟฟ้าเคมีทั่วไปแล้ว การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิจะมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ เช่นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 10 ^{o}C เพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า ซึ่งเป็นผลให้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่ลดลงเป็นสองเท่าเช่นกัน และนอกจากนั้นอุณหภูมิสูงยังมีผลในการเร่งการสึกหรอของเพลทบวก เนื่องมาจากผลของการเกิดก๊าซซิ่ง และการสูญเสียน้ำ ส่วนอุณหภูมิต่ำมีผลทำให้อายุการใช้งานนานขึ้น แต่อย่างไรก็ตามทำให้ความจุลดลงในแบตเตอรี่แบบตะกั่วกรด

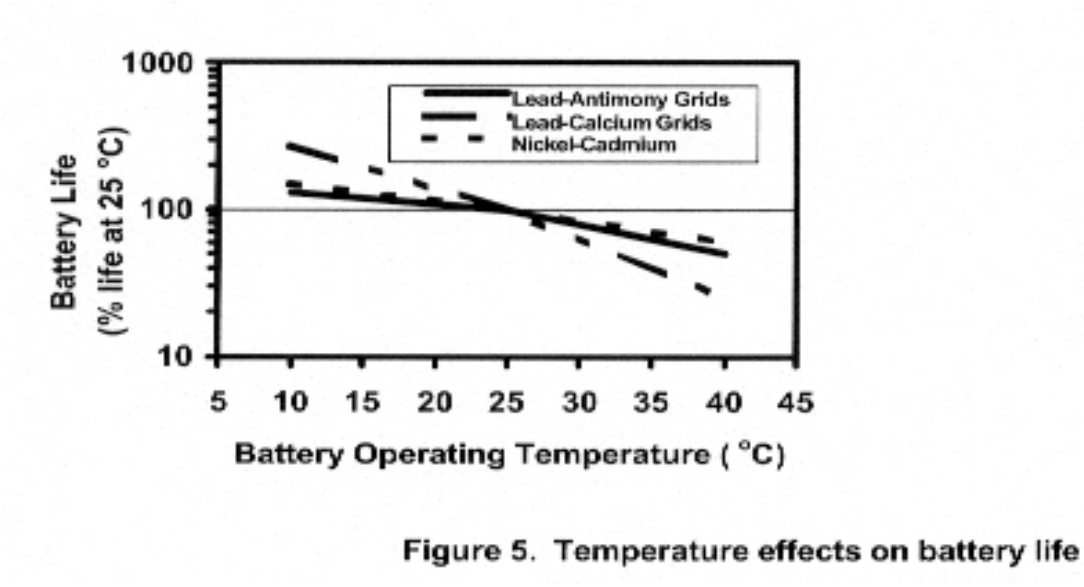


Figure 5. Temperature effects on battery life

รูปที่ ก-12 ผลของอุณหภูมิต่ออายุการใช้งานของแบตเตอรี่

17) Effects of Discharge Rates ความจุเต็มของแบตเตอรี่จะลดลง เมื่อมีการใช้งานแบตเตอรี่ที่อัตราการคายประจุสูงขึ้น อัตราการคายประจุสูงนี้ มีผลต่อแรงดันไฟฟ้าขณะที่ไม่มีโหลด จะมีค่าต่ำกว่าการใช้อัตราการคายประจุต่ำกว่า บางครั้งอาจส่งผลถึงการเลือกจุดแรงดันต่ำสุดที่จะตัดภาระทางไฟฟ้าออก ในแรงดันแบตเตอรี่ค่าเดียวกัน

18) การเกิดก๊าซซิ่ง และปฏิกิริยาเมื่อมีการประจุเกิน เซลล์ของแบตเตอรี่เมื่อได้รับการประจุเต็ม วัสดุทำปฏิกิริยาในอิเล็กโทรด เปลี่ยนรูปจากสภาวะการคายประจุเป็นสภาวะการประจุเต็มทั้งหมด ถ้ายังทำการประจุต่อไป จะเกิดปฏิกิริยาเคมีอื่นขึ้นแทนที่อิเล็กโทรด

ปฏิกิริยาหนึ่งที่เกิดขึ้นคือปฏิกิริยาแยกน้ำทำให้เกิดก๊าซ เรียกการเกิดก๊าซซิ่ง เนื่องจากมีฟองอากาศเกิดขึ้นที่ผิวของอิเล็กโทรด โดยฟองออกซิเจนจะเกิดที่ผิวเพลทขั้วบวก และไฮโดรเจนเกิดที่ผิวเพลทขั้วลบ

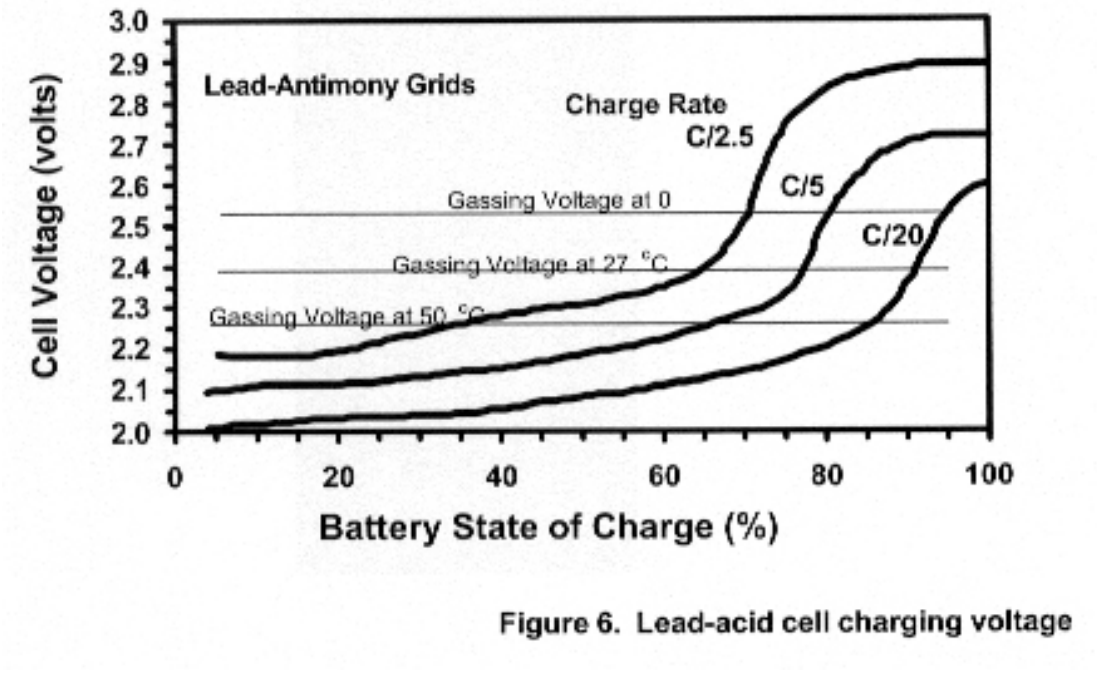
การเกิดก๊าซซิ่งแบบช้าๆ ไม่ทำให้เกิดความเสียหายต่อเซลล์ แต่การเคลื่อนที่ของฟองก๊าซแบบช้าๆ กลับทำให้เกิดประโยชน์ เนื่องจากฟองก๊าซจะทำให้เกิดการผสมกันของสารละลายอิเล็กโตรไลท์ ไม่ให้เกิดการแยกชั้นความเข้มข้น (stratification)

ถ้ายังมีการเกิดก๊าซอย่างต่อเนื่อง สารละลายอิเล็กโตรไลท์จะมีความเข้มข้นสูงขึ้นและระดับของสารละลายจะลดลง ดังนั้นต้องเติมน้ำกลั่นลงไปเพื่อป้องกันไม่ให้สารละลายลดลงต่ำกว่าตำแหน่งต่ำสุด

ยังมีปฏิกิริยาเคมีอื่นๆ ที่เกิดช่วงสภาวะการประจุเกินคือ การแยกตัวของโครงสร้างอิเล็กโทรด ปฏิกิริยานี้จะรุนแรงมากกว่าการเกิดก๊าซ เพราะวัสดุที่แยกตัวไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาผันกลับได้

ดังนั้นในการประจุแบตเตอรี่แบบตะกั่วกรด จึงมีความต้องการระบบควบคุมการประจุ เพื่อป้องกันการเสียหายที่เกิดขึ้น บางครั้งการป้องกันการประจุเกินจากระบบเซลล์แสงอาทิตย์จะใช้วิธีออกแบบระบบเซลล์แสงอาทิตย์ให้มีแรงดันพอดีกับการประจุแบตเตอรี่ ในบางกรณีก็ใช้ระบบควบคุมการประจุเฉพาะ ระบบการควบคุมการประจุนั้นจะควบคุมทั้งการประจุเกิน และการดึงพลังงานออกไปใช้ไม่ให้มากเกินไปจนแบตเตอรี่ไม่สามารถประจุพลังงานกลับเข้าไปได้

19) แรงดันควบคุมในช่วงการประจุเกินและการเกิดก๊าซซิ่ง แรงดันควบคุมในช่วงประจุเกิน คือแรงดันสูงสุดที่อุปกรณ์ควบคุม ยอมให้มีการประจุแบตเตอรี่จนเกิดก๊าซได้ ถ้าแรงดันแบตเตอรี่เกินจุดนี้ อุปกรณ์ควบคุมจะทำการตัดระบบเซลล์แสงอาทิตย์ออกไป เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดก๊าซมากขึ้น ดังนั้นการเลือกแรงดันควบคุมสูงสุดนี้ ก็จะมีความสำคัญต่อระบบโดยรวม ถ้าเลือกแรงดันควบคุมต่ำเกินไป อาจทำให้แบตเตอรี่ได้รับการประจุไม่เต็ม แต่ถ้าเลือกสูงเกินไปอาจทำให้เกิดการประจุเกินได้



รูปที่ ก-13 แรงดันควบคุมในช่วงการประจุเกินและการเกิดก๊าซซิ่ง ของแบตเตอรี่ตะกั่ว-กรด

การเกิดก๊าซในขณะประจุ ไม่ได้เกิดจากแรงดันที่ประจุอย่างเดียว ยังเกิดจากอุณหภูมิของสารละลายอิเล็กโตรไลท์และอัตราการประจุด้วย โดยเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นแรงดันที่เกิดก๊าซจะต่ำลง

จากรูปที่ 6 ที่อุณหภูมิ 27 ° C และอัตราการประจุ C/20 แรงดันการเกิดก๊าซประมาณ 2.35 V ต่อเซลล์ และมี SOC เกือบ 90 % เมื่อเพิ่มอัตราการประจุเป็น C/5 ที่อุณหภูมิ 27 ° C แรงดันการเกิดก๊าซ ประมาณ 2.35 V ต่อเซลล์ และมี SOC ลดลงเป็น 75 % และเมื่ออุณหภูมิลดลงเป็น 0 ° C แรงดันการเกิดก๊าซ ประมาณ 2.5 V ต่อเซลล์ หรือ 15 V ในแบตเตอรี่ 12 V และมี SOC เพิ่มขึ้นเป็น 80 % ดังนั้นในอุปกรณ์ควบคุมการประจุที่ดีจะมีการปรับแก้อุณหภูมิเพื่อให้ได้จุดควบคุมที่ถูกต้องด้วย

ตารางที่ ก-3 ข้อแนะนำการเลือกแรงดันควบคุมในการประจุ

แรงดันควบคุมที่ 25° C	ชนิดของแบตเตอรี่			
	แบตเตอรี่ตะกั่วกรดแบบเติมน้ำกลั่น	แบตเตอรี่ตะกั่วแคลเซียมแบบเติมน้ำกลั่น	แบตเตอรี่ตะกั่วกรดแบบซีล Valve regulate	แบตเตอรี่นิเกิลแคดเมียมแบบเติมน้ำกลั่น
สำหรับระบบ 12 โวลต์	14.4-14.8	14.0-14.4	14.0-14.4	14.5-15.0
ต่อเซลล์	2.40-2.47	2.33-2.40	2.33-2.40	1.45-1.50

3.7 การบำรุงรักษาแบตเตอรี่

ความต้องการการบำรุงรักษาแบตเตอรี่ จะมีมากหรือน้อยในระบบ ขึ้นกับการออกแบบและลักษณะการประยุกต์ใช้งาน โดยการบำรุงรักษานี้ รวมไปถึงการทำความสะอาดภาชนะบรรจุ สายไฟ ขั้วต่อไฟฟ้า การขันเกลียวยึดให้แน่น การเติมน้ำกลั่น และการทดสอบสมรรถนะของแบตเตอรี่เป็นระยะๆ การทดสอบสมรรถนะจะประกอบไปด้วย การบันทึกความถ่วงจำเพาะ อุณหภูมิของเซลล์ แรงดันของเซลล์ หรือการทดสอบความจุ การวัดแรงดันและกระแสขณะทำการประจุก็สามารถใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการดูอาการผิดปกติของระบบได้ นอกจากนั้น อุปกรณ์ต่างๆ ที่มีในระบบ เช่น ระบบระบายอากาศ ระบบดับเพลิง และระบบรักษาความปลอดภัยอย่างอื่นก็ควรจะได้รับการกำหนดในเรื่องของการบำรุงรักษาระบบด้วย

อุปกรณ์ในการทดสอบแบตเตอรี่ การวิเคราะห์จุดบกพร่อง หรืออาการเสียหายของแบตเตอรี่ในระบบผลิตไฟฟ้าแบบอิสระนั้น เป็นแนวทางเบื้องต้นที่ผู้ใช้งานหรือผู้ดูแลแบตเตอรี่ต้องเข้าใจและสามารถทำได้ หัวข้อนี้จะอธิบายเครื่องมือที่จำเป็นสองชนิดที่ควรมีในระบบเพื่อทำการตรวจสอบระบบแบตเตอรี่เบื้องต้น

- **ไฮโดรมิเตอร์** เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดความถ่วงจำเพาะของสารละลายอิเล็กโตรไลท์ในแบตเตอรี่ ซึ่งคืออัตราส่วนของความหนาแน่นของสารละลายต่อความหนาแน่นของน้ำ ความถ่วงจำเพาะของสารละลายที่บอกความจุของแบตเตอรี่ได้ถูกต้องจะเป็นการวัดในขณะที่ไม่ได้ต่อภาระทางไฟฟ้า หรืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ประจุ นั่นคือที่สภาวะเปิดวงจร

- **ไฮโดรมิเตอร์** แบบที่ใช้กระเปาะแก้วลอยในสารละลาย จะวัดได้ถูกต้องเมื่ออ่านที่อุณหภูมิ 27 ° C (80 ° F) ถ้าอ่านที่อุณหภูมิค่าอื่น ต้องทำการปรับเทียบอุณหภูมิ โดยทั่วไปจะปรับด้วยแฟกเตอร์ 0.004 ทุกๆ 5.5 ° C (10 ° F) จากจุดอ้างอิง โดยจะต้องเอาไปบวกกับค่าที่อ่านได้เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น และนำไปลบออกจากค่าที่อ่านได้ เมื่ออุณหภูมิต่ำกว่าจุดอ้างอิง
- **อุปกรณ์ทดสอบภาระทางไฟฟ้า** (Load Tester) อุปกรณ์ทดสอบภาระทางไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่ดึงพลังงานไฟฟ้าออกจากแบตเตอรี่เหมือนภาระทางไฟฟ้า และขณะเดียวกันก็ทำการบันทึกแรงดันของแบตเตอรี่ โดยทั่วไปอุปกรณ์นี้ ต้องสามารถดึงพลังงานไฟฟ้าด้วยอัตราการคายประจุสูง ในช่วงเวลาที่กำหนดได้ ประโยชน์ของอุปกรณ์ชนิดนี้คือสามารถนำมาเช็คอาการของแบตเตอรี่ที่กำลังใช้งานอยู่ในระบบ

3.8 ข้อพิจารณาเรื่องความปลอดภัย

เนื่องจากระบบแบตเตอรี่เป็นระบบที่มีอันตรายและภายในบรรจุสารเคมีที่เป็นพิษ รวมทั้งพลังงานไฟฟ้าที่เก็บในแบตเตอรี่ ดังนั้นอาจเกิดอันตรายขณะใช้งานได้ตลอดเวลา ต้องระมัดระวังทั้งในช่วงเวลาขนส่ง และขณะใช้งานแบตเตอรี่ที่มีการนำมาใช้กับระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ ส่วนใหญ่แล้วจะมีขนาดหลายพันแอมป์ เมื่อเกิดการลัดวงจร ดังนั้นจึงต้องมีประกาศเตือนให้ระมัดระวังอันตรายต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นและวิธีการแก้ไข

1) การขนย้ายแบตเตอรี่ เนื่องจากกรดซัลฟุริคที่อยู่ในแบตเตอรี่แบบตะกั่วกรดจะกัดทำลายเสื้อผ้า และทำให้เกิดบาดแผลที่ผิวหนังได้ ดังนั้นเวลาที่ทำการขนย้ายแบตเตอรี่แบบตะกั่วกรดที่เติมน้ำกลั่น ต้องป้องกันร่างกายและเสื้อผ้า โดยในส่วนบุคคลอาจจะสวมชุดที่ทำจากแอปลอน และใส่หน้ากากป้องกันการสูดดมไอกรด เมื่อร่างกายหรือเสื้อผ้าโดนน้ำกรด ต้องรีบเอาน้ำโซดา แอมโมเนีย หรือน้ำล้างทันที ส่วนแบตเตอรี่แบบนิเกิล-แคดเมียมสารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ ทำให้เป็นกลางโดยการเอาน้ำส้ม หรือน้ำสะอาดล้าง ถ้าสารอิเล็กโตรไลท์เกิดอุบัติเหตุกระเด็นเข้าตา ต้องเปิดเปลือกตา และทำความสะอาดอย่างรวดเร็วด้วยน้ำเย็นประมาณสิบห้านาที ถ้ามีดื่มสารอิเล็กโตรไลท์ที่เป็นกรดเข้าไปในร่างกาย ต้องดื่มน้ำหรือนมมากๆ ตามด้วยยาระบายไข่หรือน้ำมันพืช หลังจากนั้นนำส่งโรงพยาบาลโดยเร็ว

2) การป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เมื่อทำการบำรุงรักษาแบตเตอรี่ ผู้ปฏิบัติงานต้องระวังป้องกันตนเอง โดยการใส่ชุดป้องกันเช่นชุดแอปรอน ใส่หน้ากาก หรืออุปกรณ์ป้องกันใบหน้า และถุงมือ เพื่อป้องกันการหกกระเซ็นของน้ำกรด หรือการหายใจเอาไอกรดเข้าร่างกาย

ถ้ากรดซัลฟุริกถูกร่างกายหรือเครื่องนุ่งห่ม ต้องหาน้ำโซดา แอมโมเนีย หรือน้ำล้างออกทันที ในโรงเรือนที่ทำการติดตั้งระบบแบตเตอรี่ ควรมีน้ำฝักบัว และน้ำยาล้างตา หรือถ้าให้ถูกต้องในทางปฏิบัติต้องมีระบบดับเพลิง และก่อนที่จะทำงานกับระบบแบตเตอรี่ควรถอดแหวนเพชรและกำไลข้อมือ รวมทั้งควรใช้เครื่องมือที่มีฉนวนเพื่อป้องการการลัดวงจรขณะทำงาน

3) อันตรายจากการระเบิด ระหว่างใช้งานระบบแบตเตอรี่ อาจเกิดเหตุการณ์ระเบิด เนื่องจากการรวมตัวกันของก๊าซไฮโดรเจนและออกซิเจนได้ ดังนั้นในอาคารที่ติดตั้งแบตเตอรี่ จะต้องไม่ทำให้เกิดประกายไฟ เปลวไฟ การจุดหรือสูบบุหรี่ หรือมีแหล่งกำเนิดประกายไฟต่างๆ ตลอดเวลา และควรจะมีการติดตั้งระบบระบายอากาศทั้งแบบแอคทีพหรือพาสซีพ โดยการจะระบายอากาศเร็วหรือช้าขึ้นกับจำนวนแบตเตอรี่ที่ติดตั้ง และลักษณะการเกิดก๊าซซึ่ง เมื่อจะทำการถอดสายต่อที่ทำการประจุแบตเตอรี่ออกจากแหล่งประจุ ต้องมั่นใจว่าได้ทำการปิดระบบประจุไฟฟ้าแล้ว เพื่อป้องกันการเกิดประกายไฟระหว่างที่ทำการถอด

4) การกำจัดและการรีไซเคิล ระบบแบตเตอรี่เป็นระบบที่มีอันตราย เพราะภายในบรรจุสารเคมีที่เป็นพิษ เช่น ตะกั่ว กรด และพลาสติก ซึ่งมีพิษต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมด้วยเหตุผลนี้เอง จึงมีข้อบังคับเป็นกฎหมายออกมาในเรื่องของการกำหนดแนวทางการกำจัด และการรีไซเคิลแบตเตอรี่ที่หมดอายุ ส่วนใหญ่แล้วแบตเตอรี่เก่าจะถูกส่งกลับไปยังศูนย์รีไซเคิล แต่ในบางกรณี บริษัทผู้ผลิตแบตเตอรี่ จะเสนอแนวทางสำหรับการกำจัดแบตเตอรี่ไว้ให้ลูกค้าที่ตัวแทนจำหน่าย และส่วนใหญ่จะเป็นการรีไซเคิล สำหรับประเทศไทยมีศูนย์รับแลกซื้อแบตเตอรี่เก่าอยู่ตามอำเภอและจังหวัดใหญ่ๆ ทั่วไป

ภาคผนวก ข

- **แบบฟอร์มการแจ้งซ่อมอุปกรณ์ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Home System)**
- **แบบฟอร์มการซ่อมบำรุงระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Home System)**
- **แบบขอใช้ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์**
- **หนังสือ ส่งมอบ-รับมอบ ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์**

แบบฟอร์มการแจ้งซ่อมอุปกรณ์ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Home System)

อบต. .....

เรียน.....(ผู้จัดการ บริษัทฯ).....

ตามที่.....(บริษัทฯ).....ได้ดำเนินการติดตั้งระบบโซล่าโฮม (Solar Home System) ให้กับครัวเรือนในพื้นที่ ตำบล.....อำเภอ.....จังหวัด..... โดยมีเงื่อนไขการรับประกัน แผงเซลล์ ระยะเวลา 5 ปี, เครื่องประจุแบตเตอรี่ (Charger & Inverter) รับประกัน 3 ปี, แบตเตอรี่ และระบบทั้งหมด รับประกัน 2 ปี นั้น

เนื่องจาก ปัจจุบันพบว่า ระบบโซล่าร์โฮม (Solar Home System) ดังกล่าว ชำรุด จำนวน.....ระบบ ดังนี้

1. ชื่อ.....(เจ้าบ้าน).....นามสกุล.....บ้านเลขที่.....หมู่ที่..... ชื่อหมู่บ้าน.....วันที่ระบบชำรุด..... อาการชำรุดเบื้องต้น
   - ☐ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ อาการชำรุด.....
   - ☐ เครื่องประจุแบตเตอรี่ อาการชำรุด.....
   - ☐ แบตเตอรี่ อาการชำรุด.....
   - ☐ อื่นๆ อาการชำรุด.....

2. ชื่อ.....(เจ้าบ้าน).....นามสกุล.....บ้านเลขที่.....หมู่ที่..... ชื่อหมู่บ้าน.....วันที่ระบบชำรุด..... อาการชำรุดเบื้องต้น
   - ☐ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ อาการชำรุด.....
   - ☐ เครื่องประจุแบตเตอรี่ อาการชำรุด.....
   - ☐ แบตเตอรี่ อาการชำรุด.....
   - ☐ อื่นๆ อาการชำรุด.....

ดังนั้น อบต. .....ในฐานะผู้ดูแลระบบฯ จึงใคร่ขอแจ้งให้ท่านดำเนินการแก้ไขระบบฯ ให้สามารถใช้งานได้ต่อไป ทั้งนี้เมื่อแก้ไขแล้วเสร็จโปรดประสานงานมายัง นาย/นาง/น.ส.....

ลงชื่อผู้แจ้ง

(.....)

เบอร์โทร. .....

แบบฟอร์มการซ่อมบำรุงระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

(Solar Home System)

สัญญาเลขที่.....ผู้รับจ้าง.....

ข้อมูลครัวเรือน

ชื่อ.....(เจ้าบ้าน).....นามสกุล.....บ้านเลขที่.....หมู่ที่.....
ชื่อหมู่บ้าน.....ตำบล.....อำเภอ.....จังหวัด.....
ได้รับการติดตั้งระบบ เมื่อวันที่…….

ข้อมูลการซ่อม

อุปกรณ์ที่ชำรุด	สาเหตุการชำรุด	การแก้ไข
☐ แผงเซลล์แสงอาทิตย์	☐ การใช้งานปกติ	☐ ซ่อม ☐ เปลี่ยน Serial No. ……..
☐ เครื่องประจุแบตเตอรี่	☐ ภัยธรรมชาติ	☐ ซ่อม ☐ เปลี่ยน Serial No. ……..
☐ แบตเตอรี่	☐ แก้ไขระบบ	☐ ซ่อม ☐ เปลี่ยน Serial No. ……..
☐ อื่นๆ	☐ อื่นๆ	☐ ซ่อม ☐ เปลี่ยน

ผลการดำเนินการซ่อม

☐ ได้ตรวจสอบและแก้ไขแล้ว
☐ ไม่อยู่ในข้อตกลงรับประกันคุณภาพ
วันที่ดำเนินการ.....
ผู้ดำเนินการ.....

คำรับรองผลการซ่อม

ได้ตรวจสอบแล้ว
☐ ระบบฯได้รับการแก้ไขแล้วเสร็จ และสามารถใช้งานได้ปกติ
☐ ผู้รับจ้างไม่ดำเนินการแก้ไข เนื่องจากไม่อยู่ในเงื่อนไขการรับประกัน
ลงชื่อเจ้าของครัวเรือน/ผู้อาศัย
.....
(.....)
วันที่.....

รับทราบ
ลงชื่อเจ้าหน้าที่ อบต.
.....
(.....)

(ตัวอย่าง)

แบบขอใช้ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

เขียนที่.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

เรียน .....

ข้าพเจ้า.....อยู่บ้านเลขที่.....หมู่ที่ .....ตำบล.....อำเภอ .....จังหวัด.....เลขประจำตัวประชาชน.....มีความประสงค์จะขอใช้ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ พร้อมอุปกรณ์ จำนวน 1 ชุด จาก.....(ชื่อองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น).....เพื่อใช้ในครัวเรือนของข้าพเจ้า เนื่องจากยังไม่มีไฟฟ้าใช้

ข้าพเจ้าสัญญาว่า จะปฏิบัติ และยินดีให้.....(ชื่อองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น).....ดำเนินการ ดังนี้

1. จะดูแลรักษาระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ พร้อมอุปกรณ์เป็นอย่างดี หากเกิดความเสียหายแก่ระบบดังกล่าว อันเกิดจากความประมาทเลินเล่ออย่างร้ายแรงของข้าพเจ้า หรือบุคคลในครัวเรือน ข้าพเจ้ายินยอมชดใช้ค่าเสียหายให้....(ชื่อองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น).....โดยทันที

2. จะชำระค่าบำรุงสมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้า เดือนละ 50 บาท ทุกเดือนให้กับคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น....(ชื่อองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น)....หากไม่ชำระค่าบำรุงสมาชิกยินดีให้....(ชื่อองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น)....รื้อถอนระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ พร้อมอุปกรณ์ จากครัวเรือนของข้าพเจ้าโดยทันที

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ลงชื่อ.....ผู้ขอ

(.....)

ลงชื่อ.....พยาน

(.....)

ลงชื่อ.....พยาน

(.....)

(ตัวอย่าง)

หนังสือ ส่งมอบ-รับมอบ

ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

ที่ (สถานที่ทำการส่งมอบ)

วันที่.....

ผู้ส่งมอบ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ระหว่าง

ผู้รับมอบ (อบต./เทศบาล).....

อ้างตามระเบียบกระทรวงมหาดไทยว่าด้วย การบริหารจัดการโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2547 ข้อ 5 ให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นรับมอบระบบไฟฟ้าที่ได้ติดตั้งแล้วเสร็จตามโครงการเป็นสินทรัพย์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นโดยถือปฏิบัติตามระเบียบกระทรวงมหาดไทยว่าด้วยการนั้น

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้ติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ให้กับครัวเรือนต่างๆ ในเขตพื้นที่(อบต./เทศบาล)..... เสร็จเรียบร้อยแล้ว จำนวนทั้งสิ้น..... ครัวเรือน โดยมีรายละเอียดดังนี้

หมู่บ้าน.....หมู่ที่.....ตำบล.....อำเภอ.....จังหวัด.....จำนวน.....ครัวเรือน

หมู่บ้าน.....หมู่ที่.....ตำบล.....อำเภอ.....จังหวัด.....จำนวน.....ครัวเรือน

หมู่บ้าน.....หมู่ที่.....ตำบล.....อำเภอ.....จังหวัด.....จำนวน.....ครัวเรือน

รวมทั้งสิ้นจำนวน.....ครัวเรือน

(ตามบัญชีรายชื่อครัวเรือนที่แนบ)

มูลค่าทรัพย์สินครัวเรือนละ .....บาท รวมมูลค่าทรัพย์สินทั้งสิ้น .....บาท
การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจึงขอส่งมอบระบบผลิตไฟฟ้าดังกล่าวให้แก่ (อบต./เทศบาล).....
..... ทั้งนี้ตั้งแต่วันที่.....เป็นต้นไป

(ลงชื่อ).....ผู้ส่งมอบ (ลงชื่อ).....ผู้ส่งมอบ
(.....) (.....)
ตำแหน่ง..... ตำแหน่ง.....

(ลงชื่อ).....พยาน (ลงชื่อ).....พยาน
(.....) (.....)

รายชื่อครัวเรือนที่ติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

ที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคส่งมอบให้แก่.....

อำเภอ ..... จังหวัด .....

ที่	ชื่อ-สกุล	บ้านเลขที่	หมู่ที่	ตำบล	หมายเหตุ

รายละเอียดอุปกรณ์ต่างๆ
ของระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ต่อ 1 ครัวเรือน

1.	แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาด 120 วัตต์	จำนวน	1	แผง
2.	ชุดโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์	จำนวน	1	ชุด
3.	เครื่องชาร์จแบตเตอรี่ & เครื่องแปลงไฟ	จำนวน	1	เครื่อง
4.	แบตเตอรี่	จำนวน	1	ลูก
5.	เซอร์กิตเบรกเกอร์	จำนวน	1	ชุด
6.	ชุดโคมไฟ*	จำนวน	2	ชุด
7.	เต้ารับ	จำนวน	1	ชุด

* ชุดโคมไฟ 1 ชุด ประกอบด้วย

- โคมไฟ (ขาหลอด) 1 ชุด
- หลอดฟลูออเรสเซ็นต์ 10 วัตต์ 1 หลอด
- บาลาสต์อิเล็คโทรนิคส์ 1 ชุด
- สวิทซ์ 1 ชุด

ภาคผนวก ค

- **ระเบียบกระทรวงมหาดไทย ว่าด้วยการบริหารจัดการโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2547**

- **ระเบียบกระทรวงมหาดไทย ว่าด้วยการเงิน การคลัง บัญชีและการพัสดุ โครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2548**

ระเบียบกระทรวงมหาดไทย
ว่าด้วยการบริหารจัดการโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดย
ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น
พ.ศ. 2547

.....

เพื่อให้การบริหารจัดการโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นประโยชน์ต่อประชาชนอย่างทั่วถึงและต่อเนื่องตามแนวทางที่คณะรัฐมนตรีมีมติ เมื่อวันที่ 3 มิถุนายน 2546

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 และมาตรา 88 แห่งพระราชบัญญัติสภาตำบลและองค์การบริหารส่วนตำบล พ.ศ. 2537 มาตรา 69 และมาตรา 77 แห่งพระราชบัญญัติเทศบาล พ.ศ. 2496 มาตรา 6 และมาตรา 76 แห่งพระราชบัญญัติองค์การบริหารส่วนจังหวัด พ.ศ. 2540 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงมหาดไทยจึงออกระเบียบไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ระเบียบนี้เรียกว่า “ระเบียบกระทรวงมหาดไทยว่าด้วยการบริหารจัดการโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2547”

ข้อ 2 ระเบียบนี้ให้ใช้บังคับนับแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ข้อ 3 บรรดาระเบียบ ข้อบังคับ หรือคำสั่งอื่นใดที่ขัดหรือแย้งกับระเบียบนี้ให้ใช้ระเบียบนี้แทน

ข้อ 4 ในระเบียบนี้

“องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น” หมายความว่า องค์การบริหารส่วนตำบล เทศบาล และองค์การบริหารส่วนจังหวัดเฉพาะในเขตสภาตำบล

“โครงการ” หมายความว่า โครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

“ระบบไฟฟ้า” หมายความว่า ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ประกอบด้วย แผงเซลล์แสงอาทิตย์ โครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า แบตเตอรี่ และอุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่

“สมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้า” หมายความว่า ราษฎรที่เข้าร่วมโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

ข้อ 5 ให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นรับมอบระบบไฟฟ้าที่ได้ติดตั้งแล้วเสร็จตามโครงการ เป็นทรัพย์สินขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นโดยถือปฏิบัติตามระเบียบกระทรวงมหาดไทยว่าด้วยการนั้น

ข้อ 6 ให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจัดให้มีหลักฐานการขอใช้ระบบไฟฟ้าจากสมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้า สำหรับเอกสารและหลักฐานประกอบการขอใช้ระบบไฟฟ้า ให้เป็นไปตามที่กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นกำหนด

ข้อ 7 ให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ตั้งคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่นในแต่ละท้องถิ่นหรือแต่ละสภาตำบลแล้วแต่กรณี ประกอบด้วยตัวแทนจากสมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้ามีจำนวนไม่น้อยกว่า 5 คน ทั้งนี้องค์ประกอบของคณะกรรมการและวิธีดำเนินงานเป็นไปตามที่กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นกำหนด

เพื่อประโยชน์ของสมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้า องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นอาจตั้งคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่นมากกว่า 1 คณะได้ โดยต้องกำหนดเขตพื้นที่รับผิดชอบให้ชัดเจนไม่ทับซ้อนกัน

ข้อ 8 ให้คณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น มีอำนาจหน้าที่ ดังนี้

(1) ตรวจสอบสภาพอุปกรณ์ต่างๆ ของสมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้า และระบบไฟฟ้าให้อยู่ในสภาพใช้งานได้

(2) ซ่อมและแก้ไขอุปกรณ์ไฟฟ้าตามที่สมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้าร้องขอ และบันทึกผลการซ่อม/แก้ไขทุกครั้ง

(3) เก็บค่าบำรุงสมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้าตามข้อบัญญัติขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นโดยให้ออกใบเสร็จรับเงิน และจัดทำบัญชีรับ-จ่ายไว้เป็นหลักฐาน โดยนำเข้าบัญชีคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น

(4) ขอรับการสนับสนุนงบประมาณจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น กรณีที่ค่าบำรุงสมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้าไม่เพียงพอต่อการใช้จ่าย

(5) ติดตามผลการใช้งานของสมาชิผู้ใช้ระบบไฟฟ้า และรายงานให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นทราบเป็นลายลักษณ์อักษรทุกๆ 6 เดือน

ข้อ 9 ให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเป็นที่ปรึกษาคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่นมีอำนาจหน้าที่ ดังนี้

(1) ประชุมร่วมกับคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น อย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง

(2) ประสานงานภายในท้องถิ่นทั้งภาครัฐและคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่นเพื่อให้มีไฟฟ้าใช้ในหมู่บ้านอย่างยั่งยืน

(3) ร่วมตรวจสอบการดำเนินงานของคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น ให้ข้อเสนอแนะและร่วมแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับโครงการ

(4) พิจารณาจัดสรรเงินให้กับคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่นตามข้อ 8 (4)

(5) รวบรวมรายงานผลการใช้งานของสมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้าที่คณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่นเสนอ และนำส่งให้กับกรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น

วิธีปฏิบัติเกี่ยวกับการเงิน การคลัง บัญชีและการพัสดุตามระเบียบนี้ ให้เป็นไปตามระเบียบที่กระทรวงมหาดไทยกำหนด

ข้อ 10 สมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้าต้องชำระค่าบำรุงสมาชิกเป็นรายเดือนในอัตราตามที่ระเบียบที่กระทรวงมหาดไทยกำหนดในข้อ 9 ให้กับคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่นโดยไม่ต้องนำส่งเป็นเงินรายได้ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

ข้อ 11 ค่าบำรุงสมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้ารายเดือนให้นำไปใช้จ่ายเป็นค่าบำรุงรักษาระบบไฟฟ้า ตามระเบียบที่กระทรวงมหาดไทยกำหนดในข้อ 9

ในกรณีค่าบำรุงสมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้าไม่เพียงพอต่อการบำรุงรักษาระบบไฟฟ้า ให้คณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่นจัดทำรายละเอียดค่าใช้จ่ายเสนอองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นพิจารณาจัดตั้งงบประมาณเพื่อบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าให้อยู่ในสภาพใช้งานได้โดยตลอด

ข้อ 12 ให้ปลัดกระทรวงมหาดไทยรักษาการตามระเบียบนี้ และให้มีอำนาจตีความวินิจฉัยปัญหาเพื่อดำเนินการให้เป็นไปตามระเบียบนี้

ปลัดกระทรวงมหาดไทยอาจมอบอำนาจตามวรรคหนึ่ง ให้อธิบดีกรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น หรือผู้ว่าราชการจังหวัดได้

ประกาศ ณ วันที่ 2 เมษายน พ.ศ. 2547

ประชา มาลีนนท์

(นายประชา มาลีนนท์)

รัฐมนตรีช่วยว่าการฯ ปฏิบัติราชการแทน

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงมหาดไทย

ระเบียบกระทรวงมหาดไทย
ว่าด้วยการเงิน การคลัง บัญชีและการพัสดุโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้า
โดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น
พ.ศ. ๒๕๔๘

.....

เพื่อให้การปฏิบัติเกี่ยวกับการเงิน การคลัง บัญชีและการพัสดุโครงการเร่งรัด ขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเป็นไปด้วยความเรียบร้อย

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๕ และมาตรา ๘๘ แห่งพระราชบัญญัติสภาตำบลและองค์การบริหารส่วนตำบล พ.ศ. ๒๕๓๗ มาตรา ๖๙ และมาตรา ๗๗ แห่งพระราชบัญญัติเทศบาล พ.ศ. ๒๔๙๖ มาตรา ๖ และมาตรา ๗๖ แห่งพระราชบัญญัติองค์การบริหารส่วนจังหวัด พ.ศ. ๒๕๔๐ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงมหาดไทยจึงออกระเบียบไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ระเบียบนี้เรียกว่า “ระเบียบกระทรวงมหาดไทยว่าด้วยการเงิน การคลัง บัญชีและการพัสดุโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. ๒๕๔๘”

ข้อ ๒ ระเบียบนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ข้อ ๓ บรรดาระเบียบ ข้อบังคับ หรือคำสั่งอื่นใดที่ขัดหรือแย้งกับระเบียบนี้ให้ใช้ระเบียบนี้แทน

ข้อ ๔ ในระเบียบนี้

“โครงการ” หมายความว่า โครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

“คณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น” หมายความว่า คณะกรรมการตามระเบียบกระทรวงมหาดไทยว่าด้วยการบริหารจัดการโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. ๒๕๔๗

หมวด ๑
การซื้อการจ้าง

ข้อ ๕ ในการดำเนินการซื้อหรือการจ้างแต่ละครั้ง ให้เป็นอำนาจและหน้าที่ของคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น ตามหลักเกณฑ์ ดังนี้

(๑) ให้กรรมการคนหนึ่งหรือหลายคนที่ได้รับมอบหมายจากคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น เป็นผู้ติดต่อตกลงซื้อหรือจ้างจากผู้ขายหรือผู้รับจ้าง

(๒) ให้คณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่นจัดทำหลักฐานเป็นหนังสือในการซื้อหรือการจ้างแต่ละครั้ง โดยอย่างน้อยให้มีรายการประกอบด้วย วันเดือนปีที่ซื้อหรือการจ้าง รายละเอียดพัสดุที่จะซื้อหรืองานที่จะจ้าง จำนวนเงินซื้อหรือจ้าง วันเริ่มต้นและระยะเวลาสิ้นสุดการจ้าง ระยะเวลาการประกันความชำรุดบกพร่อง ลายมือชื่อผู้ซื้อหรือผู้ว่าจ้างและลายมือชื่อ ผู้ขายหรือผู้รับจ้าง

(๓) ให้ประธานคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น เป็นผู้ลงนามในหนังสือตาม (๒) ในฐานะผู้ซื้อหรือผู้ว่าจ้าง

ข้อ ๖ ให้ประธานคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น ตั้งกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่นอย่างน้อยสามคน เป็นคณะกรรมการตรวจรับพัสดุหรือตรวจการจ้าง เพื่อตรวจรับพัสดุและตรวจการจ้างให้ถูกต้องครบถ้วนตามหลักฐานที่ตกลงกันไว้ โดยลงชื่อไว้เป็นหลักฐาน

ความเห็นชอบของคณะกรรมการตรวจรับพัสดุหรือตรวจการจ้างให้ถือเสียงข้างมาก ถ้ากรรมการบางคนไม่ยอมรับพัสดุให้ทำบันทึกความเห็นไว้ แล้วเสนอให้ประธานคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่นพิจารณาวินิจฉัย

หมวด ๒

การรับเงิน การเบิกจ่ายเงิน การฝากเงิน การถอนเงิน และการเก็บรักษาเงิน

ข้อ ๗ ให้คณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น แต่งตั้งผู้ปฏิบัติงานจากคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่นดังนี้

(๑) ผู้จัดเก็บหรือผู้รับชำระเงิน ให้มีหน้าที่ดังนี้

(ก) จัดทำทะเบียนคุมรายชื่อผู้ชำระค่าบำรุงสมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้า

(ข) จัดเก็บหรือรับชำระเงินค่าบำรุงสมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้า เพื่อนำส่งผู้เก็บรักษาเงิน

(ค) เก็บรักษาใบเสร็จรับเงินจนกว่าจะหมดเล่ม และส่งสำเนาใบเสร็จรับเงินที่ใช้หมดแล้วให้ผู้เก็บรักษาเงิน พร้อมทั้งขอเบิกใบเสร็จรับเงินเล่มใหม่

(๒) ผู้เก็บรักษาเงิน ให้มีหน้าที่ดังนี้

(ก) ตรวจสอบจำนวนเงินที่ผู้จัดเก็บหรือผู้รับชำระเงินนำส่งพร้อมกับหลักฐาน

(ข) ให้บันทึกรายการรับ-จ่ายเงิน ในสมุดคุมรับ-จ่ายเงิน และบัญชี-จ่ายเงิน

(ค) ให้นำเงินที่รับไว้ทุกประเภทฝากธนาคารในบัญชีคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่นอย่างน้อยเดือนละหนึ่งครั้ง

(ง) ให้เก็บรักษาสำเนาใบเสร็จรับเงินไว้ในที่ปลอดภัย

ข้อ ๘ การรับเงินทุกประเภทของโครงการ ให้ดำเนินการดังนี้

(๑) การรับเงินให้รับเป็นเงินสด เช็คที่ธนาคารรับรองหรือดร๊าฟท์ หรือตราสารอย่างอื่นที่ธนาคารรับรอง

(๒) การรับเงิน จะต้องออกใบเสร็จรับเงินให้แก่ผู้นำมาชำระทุกครั้ง

(๓) เมื่อรับเงินแล้ว ให้ผู้จัดเก็บหรือผู้รับชำระเงินนำเงินที่ได้รับพร้อมสำเนาใบเสร็จรับเงินและเอกสารอื่นที่จัดเก็บทั้งหมด ส่งต่อผู้เก็บรักษาเงิน

ข้อ ๙ การถอนเงินฝากให้เป็นอำนาจของกรรมการที่ได้รับแต่งตั้งจำนวนสามคนโดยมีประธานคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่นเป็นประธาน และลงลายมือชื่อร่วมกันอย่างน้อยสองในสาม

ข้อ ๑๐ กรณีที่มีการซื้อหรือจ้าง ให้กรรมการคนใดคนหนึ่งเบิกเงินและนำเงินดังกล่าวไปชำระค่าซื้อหรือจ้างทำของ และให้ส่งหลักฐานการชำระเงินและหรือเงินสดคงเหลือ ให้ผู้เก็บรักษาเงิน

ข้อ ๑๑ ใบเสร็จรับเงินอย่างน้อยจะต้องมีรายการดังนี้

(๑) ชื่อ และสถานที่อยู่ของผู้จัดเก็บหรือผู้รับชำระเงิน

(๒) วันเดือนปีที่รับเงิน

(๓) รายการแสดงการรับเงิน ระบุว่าเป็นค่าอะไร

(๔) จำนวนเงินทั้งตัวเลขและตัวอักษร

(๕) ลายมือชื่อพร้อมทั้งมีตัวบรรจงชื่อและชื่อสกุลของผู้รับเงิน

ข้อ ๑๒ การรับเงินทุกประเภทให้ใช้ใบเสร็จรับเงินเล่มเดียวจนกว่าจะหมดเล่ม

ข้อ ๑๓ ค่าบำรุงสมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้าให้เป็นไปตามอัตราแนบท้ายระเบียบนี้

ข้อ ๑๔ ค่าบำรุงสมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้ารายเดือนหรือรายรับอื่น ให้นำไปใช้จ่ายเป็นค่าบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานอื่นๆ เท่าที่จำเป็น

ข้อ ๑๕ บรรดาแบบพิมพ์ แบบบัญชี ทะเบียนและเอกสารใดๆ ที่ใช้ในการจัดซื้อ จัดจ้าง การรับเงิน การเบิกจ่ายเงิน การฝากเงิน การถอนเงินและการเก็บรักษาเงินให้เป็นไปตามแบบท้ายระเบียบนี้

ข้อ ๑๖ ให้ปลัดกระทรวงมหาดไทยรักษาการตามระเบียบนี้ และมีอำนาจตีความวินิจฉัยปัญหา กำหนดหลักเกณฑ์และวิธีปฏิบัติเพื่อดำเนินการให้เป็นไปตามระเบียบนี้

ปลัดกระทรวงมหาดไทยอาจมอบอำนาจตามวรรคหนึ่งให้อธิบดีกรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นหรือผู้ว่าราชการจังหวัดก็ได้

ประกาศ ณ วันที่ ๑๘ มกราคม พ.ศ. ๒๕๔๘

ประชา มาลีนนท์

(นายประชา มาลีนนท์)

รัฐมนตรีช่วยว่าการฯ ปฏิบัติราชการแทน

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงมหาดไทย

อัตราค่าบำรุงสมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้า
แนบท้ายระเบียบกระทรวงมหาดไทยว่าด้วยการเงิน การคลัง บัญชีและการพัสดุ
โครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. ๒๕๔๘

.....

อัตราค่าบำรุงสมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้า	๕๐ บาทต่อเดือนต่อครัวเรือน

บันทึกข้อตกลงการซื้อขาย

เลขที่..... คณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่นตำบล.....

อำเภอ.....จังหวัด.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

เรียน .....

ด้วยคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่นตำบล.....มีความประสงค์จะซื้อพัสดุจากผู้ขายตามรายการ ดังนี้

เลขที่	รายการ/ขนาด/ลักษณะ	ราคาต่อหน่วย	จำนวนหน่วย	เป็นเงิน
			รวมเป็นเงิน	

ตัวอักษร .....

จึงขอให้ผู้ขายนำพัสดุดังกล่าวไปส่งมอบต่อคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ณ .....

.....ภายในวันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

การซื้อขายตามบันทึกฉบับนี้ ผู้ขายจะต้องประกันความชำรุดบกพร่องของพัสดุเป็นเวลา.....วัน นับถัดจากวันที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุได้รับมอบพัสดุดังกล่าว หากพัสดุเกิดชำรุดบกพร่องหรือขัดข้องอันเนื่องมาจากการใช้งานปกติ ผู้ขายจะต้องจัดการซ่อมแซม

หรือแก้ไขให้อยู่ในสภาพที่ใช้การได้ดีดังเดิมภายใน ๗ วัน นับแต่วันที่ได้รับแจ้งจากคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่นโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น

(ลงชื่อ).....ประธานคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น

(.....)

(ลงชื่อ).....ผู้ขาย

(.....)

(ลงชื่อ).....พยาน

(.....)

(ลงชื่อ).....พยาน

(.....)

บันทึกข้อตกลงการจ้าง

เลขที่..... คณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่นตำบล.....

อำเภอ.....จังหวัด.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

เรียน .....

ด้วยคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่นตำบล.....มีความประสงค์จะจ้างผู้รับจ้างทำงาน.....

.....

ในราคาเป็นเงิน.....บาท (.....) กำหนดแล้วเสร็จภายในวันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

เมื่อคณะกรรมการตรวจการจ้างได้รับมอบงานแล้ว หากมีเหตุชำรุดเสียหายเกิดขึ้นแก่งานจ้างภายในกำหนด.....วัน นับถัดจากวันที่ได้รับมอบงาน ซึ่งเหตุชำรุดเสียหายนั้นเกิดจากความบกพร่องของผู้รับจ้าง การใช้วัสดุไม่ถูกต้องหรือทำไว้ไม่เรียบร้อย หรือทำไม่ถูกต้องตามมาตรฐานแห่งหลักวิชาการ ผู้รับจ้างจะต้องรีบแก้ไขให้เรียบร้อยภายในระยะเวลาที่กำหนด โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น

(ลงชื่อ)..... ประธานคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น

(.....)

(ลงชื่อ)..... ผู้รับจ้าง

(.....)

(ลงชื่อ)..... พยาน

(.....)

(ลงชื่อ)..... พยาน

(.....)

ใบตรวจรับพัสดุหรือการจ้าง

วันที่..... เดือน ..... พ.ศ. .....

เรียน ประธานคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น

ตามที่คณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่นได้ซื้อหรือจ้าง.....
จาก..... ทำงาน .....
.....
ตามบันทึกข้อตกลงซื้อหรือจ้าง เลขที่ .....ลงวันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

บัดนี้ ผู้ขายหรือผู้รับจ้างได้ส่งมอบพัสดุหรืองานจ้าง มีปริมาณและคุณภาพครบถ้วนถูกต้องแล้ว เมื่อวันที่ ..... เดือน.....พ.ศ. ..... และคณะกรรมการตรวจรับพัสดุหรือการจ้างได้ตรวจรับพัสดุหรืองานจ้างไว้ถูกต้องตรงตามข้อตกลงแล้ว ในวันที่ ..... เดือน..... พ.ศ. ..... จึงสมควรจ่ายเงินให้กับผู้ขายหรือผู้รับจ้างต่อไป

(ลงชื่อ).....ประธานกรรมการ
(.....)

(ลงชื่อ).....กรรมการ
(.....)

(ลงชื่อ).....กรรมการ
(.....)

เล่มที่.....

เลขที่.....

ใบเสร็จรับเงิน

บ้านเลขที่……..หมู่ที่.....

ตำบล.....

อำเภอ.....จังหวัด.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

คณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่นโดย.....ได้รับเงินค่า.....

.....

จาก.....

เป็นจำนวนเงิน.....บาท (.....)

โดยได้รับเป็นเงินสด / เช็คที่ธนาคารรับรอง / ดร๊าฟท์ / ตราสารอย่างอื่นที่ธนาคารรับรองไว้เป็นการถูกต้องแล้ว

ลงชื่อ.....ผู้รับเงิน

(.....)

บัญชีรับ-จ่ายเงิน

วันเดือนปี	รายการ	รับ		จ่าย		คงเหลือ		ลายมือชื่อ ผู้รับ-จ่ายเงิน

สมุดคุมการรับ-จ่ายเงิน

วันเดือนปี	รายการ	จำนวนเงิน		ผู้รับเงิน	วันเดือนปีที่รับเงิน	ผู้จ่ายเงิน	หมายเหตุ

รายละเอียดผู้ชำระค่าบำรุงสมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้า

ประจำปี พ.ศ. .....

ที่	ชื่อ-สกุล	จำนวนเงินค่าบำรุงสมาชิก	ชำระเงินประจำเดือน												หมายเหตุ
			ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	

ภาคผนวก ง

- **หนังสือกรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น ที่ มท 0891.2/55938 ลงวันที่ 16 ธันวาคม 2548 เรื่อง การดำเนินการตามระเบียบกระทรวงมหาดไทย ว่าด้วยการบริหารจัดการโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2547**

ที่ มท 0891.2 / 55938 กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น
ถนนราชสีมา ดุสิต กทม. 10300

16 ธันวาคม 2548

เรื่อง การดำเนินการตามระเบียบกระทรวงมหาดไทย ว่าด้วยการบริหารจัดการโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2547

เรียน ผู้ว่าราชการจังหวัด ทุกจังหวัด

อ้างถึง 1. หนังสือกรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น ด่วนที่สุด ที่ มท 0892.4/ว 7059 ลงวันที่ 19 สิงหาคม 2547
2. หนังสือกรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น ที่ มท 0808.4/ว 895 ลงวันที่ 13 พฤษภาคม 2548

สิ่งที่ส่งมาด้วย ตัวอย่างแบบขอใช้ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ จำนวน 1 ฉบับ

ตามที่กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นได้จัดส่งระเบียบกระทรวงมหาดไทย ว่าด้วยการบริหารจัดการโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2547 และระเบียบกระทรวงมหาดไทย ว่าด้วยการเงิน การคลัง บัญชี และการพัสดุ โครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2548 เพื่อให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นถือปฏิบัติ นั้น

กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นพิจารณาแล้วเห็นว่า การปฏิบัติตามระเบียบกระทรวงมหาดไทย ว่าด้วยการบริหารจัดการโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2547 กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นต้องกำหนดรูปแบบเอกสาร หลักฐานประกอบการขอใช้ระบบไฟฟ้าองค์ประกอบของคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น และวิธีดำเนินงาน ตามนัย ข้อ 6. และ 7. ของระเบียบดังกล่าว กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นจึงขอกำหนดเอกสารหลักฐานประกอบการขอ

ใช้ระบบไฟฟ้า องค์ประกอบคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น พร้อมคุณสมบัติกรรมการ และวิธีดำเนินงาน ดังต่อไปนี้

1. เอกสารและหลักฐานประกอบการขอใช้ระบบไฟฟ้า ตามระเบียบกระทรวงมหาดไทยว่าด้วยการบริหารจัดการโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2547 ข้อ 6. ประกอบด้วย

1.1 คำขอใช้ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งกรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นได้จัดทำตัวอย่างแบบคำขอใช้ระบบไฟฟ้าเพื่อให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นนำไปปรับใช้ ซึ่งจัดส่งมาพร้อมนี้ด้วยแล้ว

1.2 สำเนาบัตรประจำตัวประชาชน

1.3 สำเนาทะเบียนบ้าน

2. องค์ประกอบของคณะกรรมการไฟฟ้า ตามระเบียบกระทรวงมหาดไทยว่าด้วยการบริหารจัดการโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2547 ข้อ 7. ประกอบด้วย

2.1 ประธานกรรมการ

2.2 รองประธานกรรมการ

2.3 กรรมการฝ่ายการเงิน

2.4 กรรมการฝ่ายตรวจสภาพอุปกรณ์

2.5 กรรมการและเลขานุการ

โดยให้กรรมการมีคุณสมบัติ ดังนี้

1) มีสัญชาติไทย และมีอายุไม่ต่ำกว่า สิบแปดปีบริบูรณ์

2) มีภูมิลำเนาหรือถิ่นที่อยู่เป็นประจำ และมีชื่ออยู่ในทะเบียนบ้านในหมู่บ้านหรือชุมชนนั้นๆ ติดต่อกันมาแล้วไม่น้อยกว่า 180 วัน

3) จบการศึกษาชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 (เดิม) หรือชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (ปัจจุบัน) หากไม่สามารถสรรหาบุคคลที่มีคุณสมบัติดังกล่าวได้ ให้พิจารณาจากบุคคลที่อ่านออกเขียนได้

4) ไม่เป็นภิกษุ สามเณร นักพรต หรือนักบวช
5) ไม่เป็นผู้วิกลจริต จิตฟั่นเฟือนไม่สมประกอบ ติดยาเสพติดให้โทษ
6) ไม่เป็นบุคคลที่หูหนวกและเป็นใบ้
7) ไม่อยู่ระหว่างต้องคำพิพากษาหรือคำสั่งที่ชอบด้วยกฎหมายให้จำคุกและถูกคุมขังอยู่โดยหมายของศาล หรือคำสั่งที่ชอบด้วยกฎหมาย

สำหรับวิธีการดำเนินงานให้คณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น ดำเนินงานให้เป็นไปตามระเบียบกระทรวงมหาดไทย ว่าด้วยการบริหารจัดการโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2547 และระเบียบกระทรวงมหาดไทย ว่าด้วยการเงินการคลัง บัญชี และการพัสดุโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2548

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

ธวัชชัย ฟักอังกูร

(นายธวัชชัย ฟักอังกูร)

รองอธิบดี ปฏิบัติราชการแทน

อธิบดีกรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น

สำนักส่งเสริมการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคมและการมีส่วนร่วม
ส่วนส่งเสริมการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานทางเศรษฐกิจ
โทร. 0-2241-9000 ต่อ 4116 โทรสาร 0-2241-9000 ต่อ 4102

(ตัวอย่าง)

แบบขอใช้ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

เขียนที่.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

เรียน.....

ข้าพเจ้า.....อยู่บ้านเลขที่.....หมู่ที่.....ตำบล.....อำเภอ.....จังหวัด.....เลขประจำตัวประชาชน.....มีความประสงค์จะขอใช้ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ พร้อมอุปกรณ์ จำนวน 1 ชุด จาก (ชื่อองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น) เพื่อใช้ในครัวเรือนของข้าพเจ้า เนื่องจากยังไม่มีไฟฟ้าใช้

ข้าพเจ้าสัญญาว่า จะปฏิบัติ และยินดีให้ (ชื่อองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น) ดำเนินการดังนี้

1. จะดูแลรักษาระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ พร้อมอุปกรณ์เป็นอย่างดี หากเกิดความเสียหายแก่ระบบดังกล่าว อันเกิดจากความประมาทเลินเล่ออย่างร้ายแรงของข้าพเจ้า หรือบุคคลในครัวเรือน ข้าพเจ้ายินยอมชดใช้ค่าเสียหายให้ (ชื่อองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น) โดยทันที

2. จะชำระค่าบำรุงสมาชิกผู้ใช้ระบบไฟฟ้า เดือนละ 50 บาท ทุกเดือน ให้กับคณะกรรมการไฟฟ้าท้องถิ่น (ชื่อองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น) หากไม่ชำระค่าบำรุงสมาชิก ยินดีให้ (ชื่อองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น) รื้อถอนระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ พร้อมอุปกรณ์ จากครัวเรือนของข้าพเจ้าโดยทันที

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ลงชื่อ.....ผู้ขอ

(.....)

ลงชื่อ.....พยาน

(.....)

ลงชื่อ.....พยาน

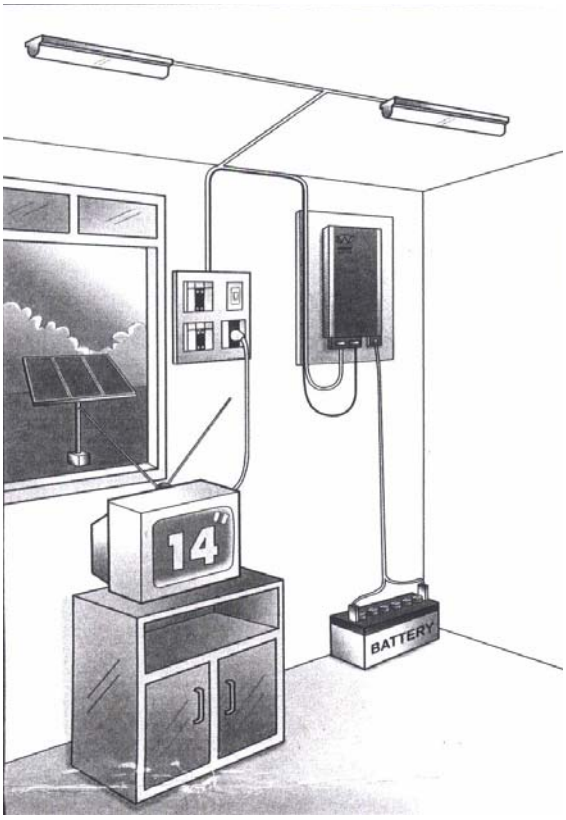
(.....)

ภาคผนวก จ

- **ข้อแนะนำการใช้งานระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์**
- **ข้อห้ามเกี่ยวกับการใช้งานระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์**

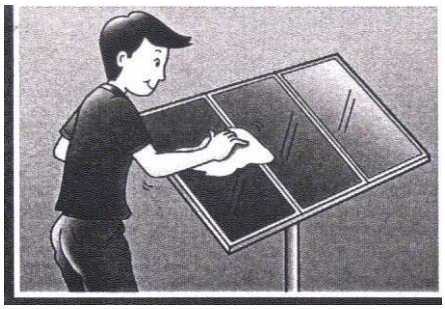
ข้อแนะนำ

การใช้งานระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์



การปฏิบัติในการดูแลแผงพลังงานแสงอาทิตย์

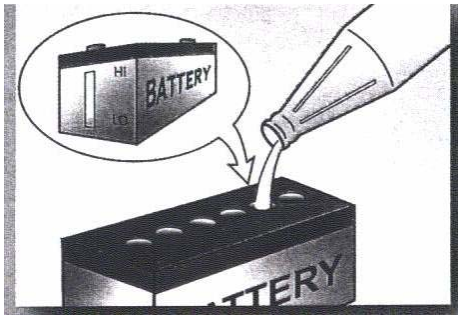
- ***ควรทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ***



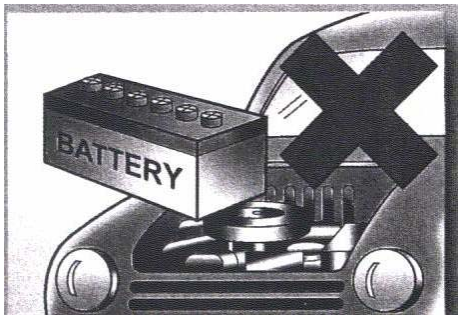
ข้อแนะนำ

การดูแลรักษาแบตเตอรี่

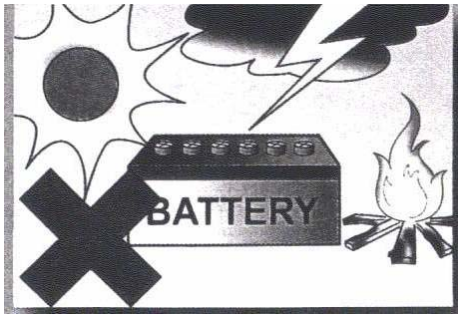
- ***ควรดูแลตรวจเช็คน้ำกลั่นให้อยู่ในระดับที่กำหนด และใช้น้ำกลั่นเติมเท่านั้น***



- ***ห้ามนำไปใช้กับรถยนต์***



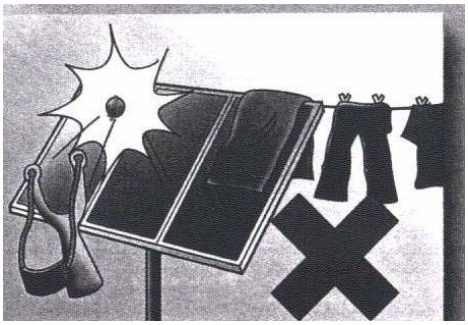
- ***ห้ามถูกแดด, ฝน และความร้อน***



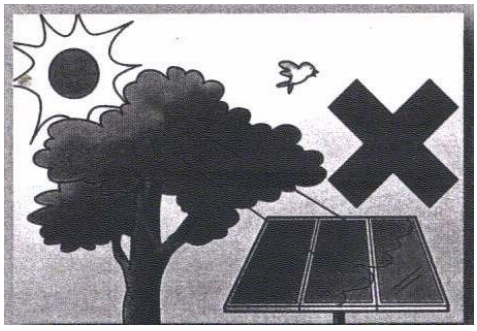
ข้อห้าม / ข้อควรระวัง

การใช้งานเกี่ยวกับแผงพลังงานแสงอาทิตย์

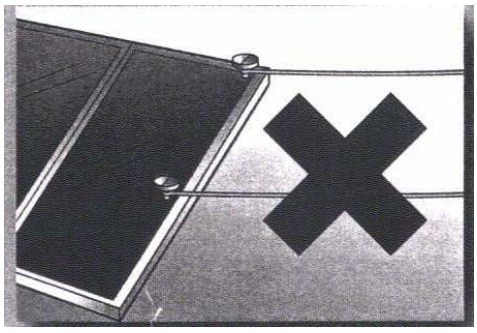
- ***ห้ามตากผ้าบนแผง***



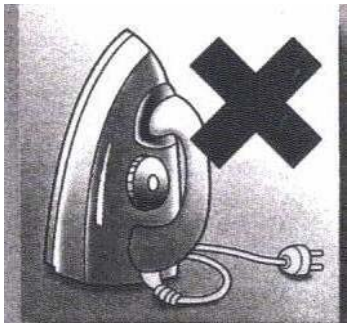
- ***ห้ามให้มีเงาต้นไม้บังแผง***

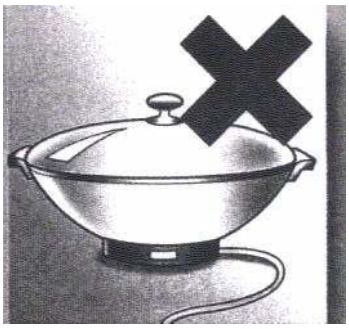


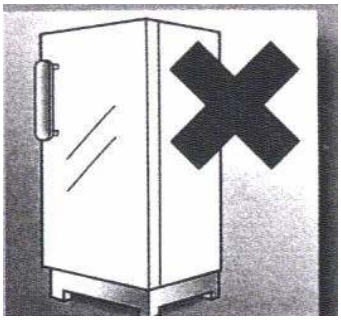
- ***ห้ามนำอุปกรณ์ใดๆ มาผูกยึดแผง***

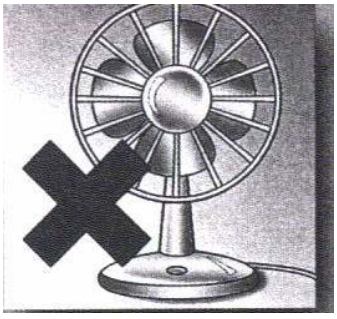


เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ห้ามนำมาใช้เพิ่มเติม เพราะจะทำให้เกิดความเสียหายกับระบบ









คำสั่งกระทรวงมหาดไทย

ที่ 119/2549

เรื่อง แต่งตั้งคณะทำงานพิจารณาร่างมาตรฐานการบริหาร/การบริการสาธารณะ ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

ด้วยในปีงบประมาณ 2549 กระทรวงมหาดไทย โดยกรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น ได้ดำเนินการจัดทำพร้อมทั้งว่าจ้างสถาบันการศึกษา/หน่วยงานที่มีความรู้ ความสามารถจัดทำมาตรฐานการบริหาร/การบริการสาธารณะขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น รวม 23 มาตรฐาน โดยแบ่งคณะทำงานรับผิดชอบออกเป็น 4 คณะ ดังนี้

- คณะทำงานที่ 1 รับผิดชอบ มาตรฐานสะพาน มาตรฐานการบริหารระบบไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ มาตรฐานโรงฆ่าสัตว์ มาตรฐานสถานีขนส่งทางน้ำ มาตรฐานสถานีขนส่งทางบก และมาตรฐานห้องน้ำสาธารณะ
- คณะทำงานที่ 2 รับผิดชอบ มาตรฐานการส่งเสริมการพัฒนาสตรี มาตรฐานการส่งเสริมอาชีพ มาตรฐานการพัฒนาการดำเนินงานด้านเอดส์ มาตรฐานการจัดการที่อยู่อาศัยผู้มีรายได้น้อย มาตรฐานหอพัก และมาตรฐานการคุ้มครองผู้บริโภค
- คณะทำงานที่ 3 รับผิดชอบ มาตรฐานด้านการทะเบียนและการอนุญาต มาตรฐานด้านการเปรียบเทียบปรับ มาตรฐานสุสานและฌาปนสถาน มาตรฐานหอกระจายข่าว และมาตรฐานการดูแลรักษาที่สาธารณประโยชน์
- คณะทำงานที่ 4 รับผิดชอบ มาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อม มาตรฐานการพัฒนาป่าชุมชน มาตรฐานการดูแลโบราณสถาน มาตรฐานการส่งเสริม

ศาสนา วัฒนธรรมและจารีตประเพณีท้องถิ่น มาตรฐานการส่งเสริมการท่องเที่ยว และมาตรฐานการส่งเสริมกีฬา

เพื่อให้มาตรฐานการบริหาร/การบริการสาธารณะขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นดังกล่าวเป็นไปตามระเบียบกฎหมายที่เกี่ยวข้อง และมีความถูกต้อง เหมาะสมสำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นนำไปใช้เป็นคู่มือ/แนวทางในการบริหารจัดการและการจัดบริการสาธารณะตามอำนาจหน้าที่ให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ท้องถิ่นสนองตอบความต้องการและความพึงพอใจของประชาชน จึงแต่งตั้งคณะทำงานพิจารณาร่างมาตรฐานการบริหาร/การบริการสาธารณะขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เพื่อทำหน้าที่พิจารณาเสนอความเห็นและข้อเสนอแนะในการแก้ไขปรับปรุงร่างมาตรฐาน 23 มาตรฐานดังกล่าว ตามบัญชีรายชื่อแนบท้ายคำสั่งนี้

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ 12 เมษายน พ.ศ. 2549

ชัยฤกษ์ ดิษฐอำนาจ
(นายชัยฤกษ์ ดิษฐอำนาจ)
รองปลัดกระทรวง รักษาราชการแทน
ปลัดกระทรวงมหาดไทย

บัญชีรายชื่อคณะทำงานที่ 1

พิจารณาร่างมาตรฐานการบริหารระบบไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

แนบท้ายคำสั่งกระทรวงมหาดไทย ที่ 119/2549 ลงวันที่ 12 เมษายน 2549

1.	รองอธิบดีกรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น (ผู้รับผิดชอบกลุ่มภารกิจด้านการศึกษาวิจัยและการพัฒนาระบบบริหารงานบุคคลท้องถิ่นและมาตรฐานการบริหารงานท้องถิ่น)	ประธานคณะทำงาน
2.	นายกองค์การบริหารส่วนจังหวัดน่าน	คณะทำงาน
3.	นายกเทศมนตรีเมืองพิจิตร	คณะทำงาน
4.	นายกเทศมนตรีเมืองสมุทรสงคราม	คณะทำงาน
5.	นายกเทศมนตรีเมืองหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	คณะทำงาน
6.	นายกเทศมตรีเมืองหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์	คณะทำงาน
7.	นายกเทศมนตรีเมืองท่าข้าม จังหวัดสุราษฎร์ธานี	คณะทำงาน
8.	นายกเทศมนตรีตำบลภูเวียง จังหวัดขอนแก่น	คณะทำงาน
9.	นายกองค์การบริหารส่วนตำบลชัยพฤกษ์ จังหวัดเลย	คณะทำงาน
10.	นายกองค์การบริหารส่วนตำบลบางกอบัว จังหวัดสมุทรปราการ	คณะทำงาน
11.	นายกองค์การบริหารส่วนตำบลหาดท่าเสา จังหวัดชัยนาท	คณะทำงาน
12.	นายกองค์การบริหารส่วนตำบลโพธิ์ไชย จังหวัดขอนแก่น	คณะทำงาน
13.	นายกองค์การบริหารส่วนตำบลห้วยปูลิง จังหวัดแม่ฮ่องสอน	คณะทำงาน
14.	นายกองค์การบริหารส่วนตำบลป่าหุ่ง จังหวัดเชียงราย	คณะทำงาน
15.	นายกองค์การบริหารส่วนตำบลท่าสองยาง จังหวัดตาก	คณะทำงาน
16.	นายกองค์การบริหารส่วนตำบลชมพู จังหวัดพิษณุโลก	คณะทำงาน
17.	นายกองค์การบริหารส่วนตำบลโป่งน้ำร้อน จังหวัดกำแพงเพชร	คณะทำงาน
18.	นายกองค์การบริหารส่วนตำบลโพธิ์ไพศาล จังหวัดสกลนคร	คณะทำงาน
19.	นายกองค์การบริหารส่วนตำบลประสงค์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี	คณะทำงาน
20.	นายกองค์การบริหารส่วนตำบลบาละ จังหวัดยะลา	คณะทำงาน
21.	นายกองค์การบริหารส่วนตำบลบางชัน จังหวัดจันทบุรี	คณะทำงาน

22. นายกองค์การบริหารส่วนตำบลเกาะจันทร์ จังหวัดชลบุรี	คณะทำงาน
23. ท้องถิ่นจังหวัดตราด	คณะทำงาน
24. ท้องถิ่นจังหวัดประจวบคีรีขันธ์	คณะทำงาน
25. ผู้แทนสำนักงานคณะกรรมการการกระจายอำนาจให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น	คณะทำงาน
26. ผู้แทนสมาคมองค์การบริหารส่วนตำบลแห่งประเทศไทย	คณะทำงาน
27. ผู้แทนสำนักส่งเสริมการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และการมีส่วนร่วม	คณะทำงาน
28. ผู้อำนวยการสำนักมาตรฐานการบริหารงานองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น	คณะทำงาน
29. ผู้อำนวยการส่วนมาตรฐานการบริการท้องถิ่น สำนักมาตรฐานการบริหารงานองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น	คณะทำงาน
30. ผู้แทนการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	คณะทำงาน
31. ผู้แทนกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน	คณะทำงาน
32. ผู้แทนสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน	คณะทำงาน
33. ผู้แทนสถาบันพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	คณะทำงาน
34. ผู้แทนบริษัท โซลาร์ตรอน จำกัด (มหาชน)	คณะทำงาน
35. ผู้แทนบริษัท เอกรัฐโซล่าร์ จำกัด	คณะทำงาน

ที่ปรึกษา

1.	นายสมพร	ใช้บางยาง	อธิบดีกรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น
2.	นายธวัชชัย	ฟักอังกูร	รองอธิบดีกรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น
3.	นายวัลลภ	พริ้งพงษ์	รองอธิบดีกรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น
4.	นายวสันต์	วรรณวโรทร	รองอธิบดีกรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น

คณะผู้จัดทำในส่วนของกรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น

1.	นายวสันต์	วรรณวโรทร	รองอธิบดีกรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น
2.	นายอำนวย	ตั้งเจริญชัย	ผู้อำนวยการสำนักมาตรฐานการบริหารงานองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น
3.	ว่าที่ ร.ต.ธานินทร์	ริ้วธงชัย	ผู้อำนวยการส่วนส่งเสริมการบริหารกิจการบ้านเมืองที่ดี
4.	นายวีระศักดิ์	ศรีโสภา	ผู้อำนวยการส่วนมาตรฐานการบริการท้องถิ่น
5.	นางราตรี	รัตนไชย	ผู้อำนวยการส่วนมาตรฐานการบริหารงานท้องถิ่น
6.	นายชัยสิทธิ์	พานิชพงศ์	ผู้อำนวยการส่วนส่งเสริมการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานทางเศรษฐกิจ
7.	นายดุษฎี	สุวัฒวิตยากร	ผู้อำนวยการส่วนส่งเสริมการกระจายอำนาจ
8.	นายอวยชัย	พัศดุรักษา	เจ้าพนักงานปกครอง 7 ว
9.	นายอดิเรก	อุ่นโอสถ	เจ้าพนักงานปกครอง 7
10.	นายวัชรินทร์	จันทเขต	เจ้าหน้าที่วิเคราะห์นโยบายและแผน 6 ว
11.	นายพีรวิทย์	พงค์สุรชีวิน	เจ้าหน้าที่วิเคราะห์นโยบายและแผน 5
12.	นางพีรญา	อาจเอื้อน	เจ้าพนักงานปกครอง 5
13.	นายกิตติธัช	เกิดขวัญ	เจ้าหน้าที่วิเคราะห์นโยบายและแผน 4
14.	นางรัชนี	เหรา	พนักงานบันทึกข้อมูล

คณะผู้จัดทำในส่วนของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

มาตรฐานการบริหารระบบไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

1.	นายมานิตย์	กู้ธนพัฒน์	ประธานคณะอนุกรรมการ
2.	นายพินิจ	ศิริพฤกพงษ์	อนุกรรมการ
3.	นายศุภกร	แสงศรีธร	อนุกรรมการ
4.	นายนิพนธ์	เจ็ดศิริ	อนุกรรมการ
5.	นายวุฒิพงศ์	สุพนธนา	อนุกรรมการ
6.	นายเดชนิยม	ชุมเกษียร	อนุกรรมการ
7.	ดร.ธวัชชัย	สุวรรณคำ	อนุกรรมการ
8.	นายสันติภาพ	ธรรมวิวัฒนุกูร	อนุกรรมการและเลขานุการ
9.	นางสาวสโรชา	มัฌชิโม	หัวหน้าฝ่ายมาตรฐาน ว.ส.ท. ผู้ช่วยเลขานุการ