มาตรฐานศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

มศอ. ๑๐๑๑-๒๕๖๕

NECTEC STANDARD

NTS 1011-2565

การตรวจสอบความพร้อมใช้ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผ่านการใช้งานแล้ว

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

หน่วยงานในกำกับ กระทรวงอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

NECTEC

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

มาตรฐานศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

National Electronics and Computer Technology Center Standard

การตรวจสอบความพร้อมใช้ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผ่านการใช้งานแล้ว

INSPECTION OF USED PHOTOVOLTAIC MODULE AVAILABILITY

มศอ. ๑๐๑๑ - ๒๕๖๕

NTS 1011 - 2565

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

ธันวาคม ๒๕๖๕

NECTEC

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

ประกาศศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
เรื่อง กำหนดมาตรฐานศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
การตรวจสอบความพร้อมใช้ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผ่านการใช้งานแล้ว

ตามที่ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ได้ดำเนินการพัฒนาร่างมาตรฐานศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ การตรวจสอบความพร้อมใช้ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ที่ผ่านการใช้งานแล้ว และเสนอคณะกรรมการวิชาการด้านมาตรฐานแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อพิจารณาร่างมาตรฐานดังกล่าวในคราวการประชุมครั้งที่ ๕-๕/๒๕๖๕ เมื่อวันพฤหัสบดีที่ ๑ กันยายน ๒๕๖๕ ต่อมาคณะกรรมการได้พิจารณารับรองร่างมาตรฐานดังกล่าวนั้น โดยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์ เป็นที่เรียบร้อยแล้วเมื่อวันที่ ๒๕ ตุลาคม ๒๕๖๕

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติจึงประกาศกำหนดมาตรฐานศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ การตรวจสอบความพร้อมใช้ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผ่านการใช้งานแล้ว รายละเอียดปรากฏตามเอกสารแนบท้ายประกาศฉบับนี้

ทั้งนี้ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

ประกาศนี้ใช้ลายมือชื่ออิเล็กทรอนิกส์ซึ่งมีผลใช้บังคับได้

ประกาศ ณ วันที่ ๑๔ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๕

(นายชัย วุฒิวิวัฒน์ชัย)
ผู้อำนวยการ
ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

คณะกรรมการวิชาการ

ประธาน

นายธีรยุทธ์ เจนวิทยา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

กรรมการ

นายมานิตย์ สีแป้น	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
นางนุชนาถ สุพรรณศรี	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
-	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
นายทองคำ ปิยธีรวงศ์	สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน
นายชาตรี ลิ้มผ่องใส	สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน
นายเรืองฤทธิ์ หนิแหนะ	ศูนย์ทดสอบผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
นายวิรยุทธ รังหอม	
นายพงศ์พัฒน์ พันธุ์เพียร	สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
นายสันติภพ จันทร์บุญนะ	
นางสาวบุษบา แซ่ลิ้ม	สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
นางสาวศรนรินทร์ แสงคะนอง	
นายคำสิทธิ์ แก้วทอง	
นายวีระเดช เตชะไพบูลย์	กลุ่มอุตสาหกรรมพลังงานหมุนเวียน
นายธีระพล ติรวศิน	กลุ่มอุตสาหกรรมการจัดการเพื่อสิ่งแวดล้อม
นายพลกฤต กล่ำเครือ	สมาคมผู้ประกอบการและช่างพลังงานแสงอาทิตย์
นายสมชาย โรจน์อัศวเสถียร	สมาคมอุตสาหกรรมเซลล์แสงอาทิตย์ไทย
นายภาณุ ถนอมวรสิน	
นายวุฒิพงศ์ สุพนธนา	
นายฐิตินันท์ สิงหา	สำนักงานคณะกรรมการคุ้มครองผู้บริโภค
นายวิชชุ ศรีทอง	การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
นายเอกดนัย เขียวมา	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
นายภีวัช ทันตานุวัฏฏ์	
นายไพบูลย์ ไตรตั้งวงศ์	การไฟฟ้านครหลวง
นายธนพล ทองปาน	

นางสาวอมรรัตน์ ลิ้มมณี ศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

นายทวีวัฒน์ กระจ่างสังข์

กรรมการและเลขานุการ

นายสมเดช แสงสุรศักดิ์ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

นายกมล เอื้อชินกุล

คณะทำงาน

ที่ปรึกษา

นายชัย วุฒิวิวัฒน์ชัย	ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
นางสาวสุมิตรา จรสโรจน์กุล	ศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ
นายศรัณย์ สัมฤทธิ์เดชขจร	ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

คณะทำงาน ด้านวิชาการ

นายพิจักษ์ เพิ่มประเสริฐ	ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
นางสาวธัญลักษณ์ ยิ้มย่อง	ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
นายถิรเจต พันพาไพร	ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
นายสุรพงษ์ แซ่เจียม	ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
นางสุภรณ์ เหมือนหนู	ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
๑. ขอบข่าย	๑
๒. เอกสารอ้างอิง	๒
๓. บทนิยาม	๓
๔. ลักษณะทั่วไป	๓
๕. การทดสอบ	๔
๖. การประเมินชั้นสมรรถนะ	๑๐
๗. รายงานผลการทดสอบ	๑๒
ภาคผนวก ก.	๑๔
ภาคผนวก ข.	๑๗
ภาคผนวก ค.	๑๘
ภาคผนวก ง.	๔๑
บรรณานุกรม	๔๘

บทนำ

การสนับสนุนให้มีการใช้พลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกส่งผลให้มีการส่งเสริมและการเติบโตในการใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อการผลิตพลังงานไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องในประเทศไทย แผงเซลล์แสงอาทิตย์ซึ่งเป็นอุปกรณ์สำคัญในการสร้างพลังงานไฟฟ้าที่ผ่านการใช้งาน มีประเด็นด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ต้องคำนึงถึง จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผ่านการใช้งานจนเสื่อมสภาพ ประสิทธิภาพตกลง หรือหมดอายุการใช้งาน และจำเป็นต้องรื้อถอน โดยเฉพาะแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้การผลิตกระแสไฟฟ้าในโรงไฟฟ้าของภาครัฐและเอกชนที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก อาจทำให้เกิดของเสียจำนวนมหาศาลขึ้นหากไม่ได้รับการจัดการอย่างถูกหลักวิชาการ โดยทั่วไป การรื้อถอนแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะกระทำเป็นชุดหรือเรียกว่าสตริง (ประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์หลายแผงต่ออนุกรมกัน) ในคราวเดียวกัน ซึ่งอาจมีแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เสื่อมสภาพ ประสิทธิภาพตกลง หรือหมดอายุใช้งานจริง ๆ ปะปนกันไป

ทั้งนี้ คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงานได้จัดทำคู่มือประมวลหลักการปฏิบัติ (Code of Practice : CoP) สำหรับผู้ประกอบกิจการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์จากเทคโนโลยีแผงโฟโตโวลเทอิก สำหรับใช้อ้างอิงเพื่อจัดการในส่วนที่เกี่ยวข้องไว้ให้แล้ว อย่างไรก็ตาม ยังขาดรายละเอียดวิธีการตรวจสอบความพร้อมใช้ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งหากมีการตรวจสอบด้วยวิธีการและเกณฑ์การยอมรับเพื่อนำมาใช้งานต่อที่เหมาะสม ก็จะช่วยคัดกรองแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ยังมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ยอมรับที่กำหนด (ดีเพียงพอ) เพื่อนำมาใช้งานต่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ด้วยเหตุนี้จึงได้กำหนดมาตรฐานนี้ขึ้นสำหรับทดสอบและประเมินคุณภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้เป็นในแนวทางเดียวกัน เพื่อใช้อ้างอิงต่อไป

มาตรฐานนี้กำหนดขึ้นโดยอาศัยข้อมูลจากผู้ทำ ผู้ใช้ และเอกสารต่อไปนี้ เป็นแนวทาง

มาตรฐานศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
การตรวจสอบความพร้อมใช้ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผ่านการใช้งานแล้ว

๑. ขอบข่าย

๑.๑ ทั่วไป

มาตรฐานนี้ครอบคลุมคุณลักษณะที่ต้องการ วิธีการทดสอบ สำหรับประเมินคุณภาพและสมรรถนะ ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผ่านการใช้งานแล้ว ทั้งที่รื้อถอนแล้วรอนำไปใช้งานใหม่ หรืออยู่ระหว่างการใช้งาน ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “แผงเซลล์”

๑.๒ ข้อยกเว้น

มาตรฐานนี้ไม่ครอบคลุม

- แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้การรวมแสงอาทิตย์ (concentrated sunlight)
- แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เป็นส่วนประกอบและไม่ได้ทำงานเป็นฟังก์ชั่นหลักของบริภัณฑ์

๑.๓ ข้อกำหนดเพิ่มเติม

อาจต้องมีข้อกำหนดเพิ่มเติม สำหรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ในสิ่งแวดล้อมพิเศษ นอกเหนือจากการใช้งานภาคพื้นดิน

๒. เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิงต่อไปนี้ ถือเป็นส่วนหนึ่งของข้อกำหนดในมาตรฐานนี้ สำหรับเอกสารอ้างอิงที่ระบุปี ให้ใช้อ้างอิงเฉพาะฉบับนั้นเท่านั้น ส่วนเอกสารอ้างอิงที่ไม่ได้ระบุปี ให้ใช้ฉบับล่าสุดที่ประกาศ (รวมทั้งฉบับแก้ไข)

มอก. 61215 - เล่ม 1 (1)	แผงเซลล์แสงอาทิตย์ภาคพื้นดิน - คุณสมบัติการออกแบบและรับรองแบบ เล่ม1 (1) ข้อกำหนดเฉพาะสำหรับการทดสอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกซิลิคอน
มอก. 61215 - เล่ม 1 (2)	แผงเซลล์แสงอาทิตย์ภาคพื้นดิน - คุณสมบัติการออกแบบและรับรองแบบ เล่ม1 (2) ข้อกำหนดเฉพาะสำหรับการทดสอบ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบางแคดเมียมเทลลูไรด์ (CdTe)
มอก. 61215 เล่ม 1(3)	แผงเซลล์แสงอาทิตย์ภาคพื้นดิน - คุณสมบัติการออกแบบและรับรองแบบ เล่ม 1(3) ข้อกำหนดเฉพาะสำหรับการทดสอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ชนิดฟิล์มบางอะมอร์ฟัสซิลิคอน
มอก. 61215 เล่ม 1(4)	แผงเซลล์แสงอาทิตย์ภาคพื้นดิน - คุณสมบัติการออกแบบและรับรองแบบ เล่ม 1(4) ข้อกำหนดเฉพาะสำหรับการทดสอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบาง Cu(In,Ga)(S,Se)2
มอก. 61215 เล่ม 2	แผงเซลล์แสงอาทิตย์ภาคพื้นดิน - คุณสมบัติการออกแบบและรับรองแบบ เล่ม 2 ขั้นตอนการทดสอบ
มอก. 2580 เล่ม 1	คุณสมบัติด้านความปลอดภัยของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เล่ม 1 ข้อกำหนดสำหรับการสร้าง
มอก. 2580 เล่ม 2	คุณสมบัติด้านความปลอดภัยของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เล่ม 2 ข้อกำหนดสำหรับการทดสอบ
IEC 60891	Procedures for temperature and irradiance corrections to measured I-V characteristics of crystalline silicon photovoltaic (PV) devices
IEC 60904-1	Photovoltaic devices - Part 1: Measurements of photovoltaic current voltage characteristics
IEC TS 61836	Solar photovoltaic energy systems – Terms, definitions and symbols
IEC 60068-1	Environmental testing - Part 1: General and guidance

IEC 60904-1 Photovoltaic devices - Part 1: Measurement of photovoltaic current-voltage characteristics

IEC 60904-7 Photovoltaic devices - Part 7: Computation of the spectral mismatch correction for measurements of photovoltaic devices

๓. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

๓.๑ กำลังไฟฟ้าที่ STC (Standard Test Condition Power) หมายถึง ค่ากำลังไฟฟ้าที่ได้รับจากแผงเซลล์เมื่อได้รับความเข้มรังสีอาทิตย์ (Irradiance) 1 000 W/m² ที่อุณหภูมิ 25 °C

๓.๒ ตัวอย่างทดสอบ (Equipment Under Test; EUT) หมายถึง แผงเซลล์ที่ดำเนินการทดสอบ

๓.๓ ค่าสัดส่วนสมรรถนะของแผงเซลล์ หมายถึง ค่าที่แสดงถึงความสามารถในการผลิตไฟฟ้าจริงของแผงเซลล์เทียบกับที่ระบุในฉลาก

๓.๔ อัตราการเสื่อมสภาพของแผงเซลล์ หมายถึง ค่าที่แสดงถึงเปอร์เซ็นต์ความเสื่อมหรือความถดถอยของสมรรถนะการทำงานของแผงเซลล์ในระยะเวลา ๑ ปี

๔. ลักษณะทั่วไป

๔.๑ แผงเซลล์ที่จะนำมาทดสอบ ควรทราบข้อมูลพื้นฐาน ดังต่อไปนี้

- ข้อมูลเกี่ยวกับเจ้าของแผง เช่น ชื่อ ที่อยู่ ผู้ติดต่อ เลขที่ใบอนุญาต วันที่เริ่มซื้อขายไฟฟ้า (Commercial Operation Date: COD)
- ข้อมูลเกี่ยวกับแผงเซลล์ เช่น ผู้ผลิต ผู้จำหน่าย ชนิดแผงเซลล์ ค่ากำลังไฟฟ้า STC ที่ระบุในฉลาก
- ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้งาน เช่น สถานที่ติดตั้ง อายุการใช้งาน สภาพการใช้ ปัญหาที่พบ
- ข้อมูลอื่นๆ เช่น การรับประกัน ประวัติการบำรุงรักษา

๔.๒ ในการทดสอบ หากจำเป็นต้องติดตั้ง รื้อถอน ให้ทำตามมาตรฐานหรือข้อแนะนำของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

หมายเหตุ ตัวอย่างเอกสารข้อแนะนำ/มาตรฐาน เช่น

- คู่มือแนวทางการปฏิบัติการรื้อถอนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งในการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย (สำหรับโรงงาน) ของ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน
- คู่มือประมวลหลักการปฏิบัติ (Code of Practice : CoP) สำหรับผู้ประกอบกิจการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์จากเทคโนโลยีแผงโฟโตโวลเทอิก ของ คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน

๕. การทดสอบ

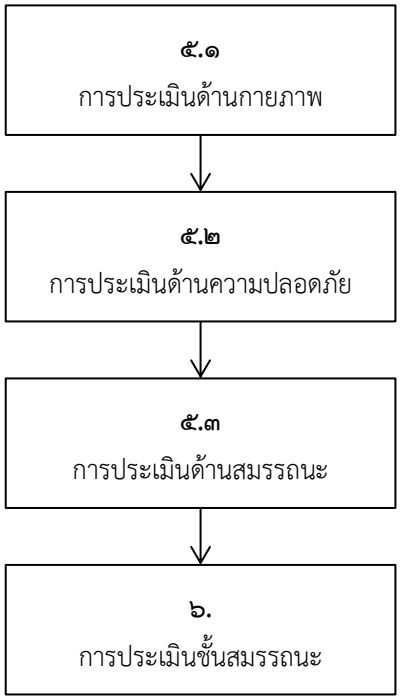
ก่อนทำการทดสอบ ให้ตรวจสอบความสะอาดของแผงเซลล์ กรณีที่สกปรก ให้ทำความสะอาดด้วยน้ำสะอาดและสารทำความสะอาดที่เหมาะสมกับพื้นผิวของแผงเซลล์ ด้วยฟองน้ำหรือผ้าที่ไม่ทำให้เกิดรอยขัดถู แล้วล้างออกโดยปล่อยให้น้ำไหลผ่านพื้นผิวของตัวอย่างทดสอบ จากนั้นเช็ดให้แห้งด้วยผ้าสะอาด

กรณีที่แผงเซลล์ถูกเก็บไว้ในพื้นที่ที่ไม่มีแสงสว่างเป็นระยะเวลามากกว่า ๑ เดือน แนะนำให้วางแผงเซลล์ภายใต้แสงอาทิตย์ (ธรรมชาติหรือเทียม) โดยมีเงื่อนไขการรับพลังงานรังสีอาทิตย์ตามประเภทแผงเซลล์ ดังนี้

- แผงชนิดผลึกซิลิคอนให้รับพลังงานรังสีอาทิตย์อย่างน้อย 1 วัน หรือ 5 kWh/m2
- แผงชนิดฟิล์มบาง Cu(In,Ga)(S,Se)2 ให้รับพลังงานรังสีอาทิตย์อย่างน้อย 2 วัน หรือ 10 kWh/m2
- แผงชนิดฟิล์มบางแคดเมียมเทลลูไรด์ (CdTe) ให้รับพลังงานรังสีอาทิตย์อย่างน้อย 4 วัน หรือ 20 kWh/m2
- แผงชนิดฟิล์มบางอะมอร์ฟัสซิลิคอนให้รับพลังงานรังสีอาทิตย์อย่างน้อย 8 วัน หรือ 43 kWh/m2

หมายเหตุ ควรพิจารณาดำเนินการตามย่อหน้าข้างต้นก่อนการทดสอบตามข้อ ๕.๓

ทดสอบแผงเซลล์ตามลำดับ ดังแสดงไว้ในรูปที่ ๑ ในหัวข้อย่อยแต่ละหัวข้อตามมาตรฐานนี้ กระบวนการทดสอบ และความเข้มงวด รวมทั้งการวัดค่าเริ่มต้นและค่าสุดท้ายตามที่จำเป็น ดังรายละเอียดที่แสดงไว้ในข้อ ๕.๑



รูปที่ ๑ ลำดับการทดสอบแผงเซลล์

๕.๑ การประเมินด้านกายภาพ

ให้ประเมินสภาพความสมบูรณ์ของแผงเซลล์ ด้วยการตรวจพินิจส่วนประกอบของแผงเซลล์แต่ละส่วนตามรายละเอียดที่ให้ไว้ในภาคผนวก ก. โครงสร้างของแผงเซลล์

โดยใช้แนวทางการตรวจตามที่ให้ไว้ใน ภาคผนวก ข. แนวทางการตรวจพินิจข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นกับแผงเซลล์

๕.๑.๑ ขั้นตอนการประเมิน

ตรวจพินิจแผงเซลล์แต่ละแผงอย่างระมัดระวัง ภายใต้การส่องสว่างไม่น้อยกว่า 1 000 Lux เพื่อหาร่องรอยความเสียหาย ในแต่ละส่วนประกอบของแผงเซลล์ทั้งหมด ๑๐ ส่วน และให้คะแนนการตรวจพินิจ แต่ละส่วนประกอบของแผงเซลล์ ตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ ๑ โดยอ้างอิงแนวทางการประเมินทางกายภาพของส่วนประกอบแผงเซลล์ ตามภาคผนวก ข. และอ้างอิงตัวอย่างความบกพร่อง ตามภาคผนวก ก.

๕.๑.๒ การให้คะแนนการประเมิน

ให้คะแนนการตรวจพินิจ แต่ละส่วนประกอบของแผงเซลล์ ตามเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนดไว้ในตารางที่ ๑

ตารางที่ ๑ การตรวจสอบและเกณฑ์การให้คะแนนส่วนประกอบของแผงเซลล์

ส่วนประกอบของแผงเซลล์	**ร่องรอยความเสียหายที่ต้องตรวจสอบ**	**เกณฑ์ที่ให้ (คะแนนที่ได้)**			
		ดี (1)	**พอใช้ (0.75)**	**ค่อนข้างแย่ (0.5)**	**แย่ (0)**
1. ซูปเปอร์สเตรด (superstrate) หรือกระจกด้านหน้า	รอยแตก รอยร้าว รอยขีดข่วน คราบที่เช็ดไม่ออก	ไม่พบรอยขีดข่วน คราบที่เช็ดไม่ออก หรือพบร่องรอย ⩽10%	พบรอยขีดข่วน คราบที่เช็ดไม่ออก >10% แต่ ⩽25%	พบรอยขีดข่วน คราบที่เช็ดไม่ออก >25% แต่ ⩽50%	พบร่องรอยความเสียหาย >50% หรือตรวจพบรอยแตกและ/หรือรอยร้าวที่เห็นอย่างชัดเจน
2. เซลล์ (cell)	รอยแตก รอยแยก การเปลี่ยนสี การลอกล่อนของเนื้อฟิล์มบนตัวแผงเซลล์ รอยน้ำตาล รอยดำ รอยไหม้	ไม่พบร่องรอยความเสียหาย หรือพบร่องรอยความเสียหาย ⩽10%	พบร่องรอยความเสียหาย >10% แต่ ⩽25%	พบร่องรอยความเสียหาย >25% แต่ ⩽50%	พบร่องรอยความเสียหาย >50% หรือตรวจพบรอยไหม้ ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดจุดร้อน (hot spot) ขณะใช้งาน

3.วัสดุผนึกหรือวัสดุห่อหุ้ม (encapsulant) เช่น อีวีเอ (Ethylene Vinyl Acetate: EVA)	ฟองอากาศ การบวม การเปลี่ยนสี เช่น ขึ้นเหลือง ขึ้นน้ำตาล	ไม่พบร่องรอยความเสียหาย หรือพบร่องรอยความเสียหาย ⩽10%	พบร่องรอยความเสียหาย >10% แต่ ⩽50%	พบร่องรอยความเสียหาย > 50% แต่ ⩽75%	พบร่องรอยความเสียหาย >75%
4. ขั้วไฟฟ้า (บัสบาร์ (busbar) และเส้นกริด (grid line))	รอยไหม้ รอยสนิม การหลุดล่อนจากตัวเซลล์ การเปลี่ยนสี รอยหอยทาก (snail tails)	ไม่พบร่องรอยความเสียหาย หรือพบร่องรอยความเสียหาย ⩽10%	พบร่องรอยความเสียหาย >10% แต่ ⩽50%	พบร่องรอยขีดข่วน และ/หรือคราบที่เช็ดไม่ออก >50% แต่ ⩽75%	พบรอยขีดข่วน และ/หรือคราบที่เช็ดไม่ออก >75%
5.กรอบแผง (frame)	รอยบิด รอยแตก รอยแนว รอยสนิม การหลุด	ไม่พบร่องรอยความเสียหาย หรือพบร่องรอยความเสียหาย ประเภท รอยสนิม รอยแนว	พบร่องรอยความเสียหาย ประเภทรอยบิด รอยแตก	พบร่องรอยความเสียหาย กรอบไม่ยึดติดแน่น สามารถขยับได้	พบร่องรอยความเสียหาย ประเภทการหลุด
6.วัสดุกันซึม (sealant) บริเวณกรอบแผง ด้านหน้า/หลัง	การหลุดล่อนของวัสดุกันซึมบริเวณกรอบแผง การประเมินสภาพประเมินได้จากร่องรอยความเสียหาย	ไม่พบร่องรอยความเสียหาย	พบการหลุดล่อนของวัสดุกันซึม ⩽25%	พบการหลุดล่อนของวัสดุกันซึม >25% แต่ ⩽50%	พบการหลุดล่อนของวัสดุกันซึม >50%
7.ซับสเตรด (substrate) หรือแบคชีท (backsheet)	รอยบวม ฟองอากาศ รอยไหม้	ไม่พบร่องรอยความเสียหาย หรือพบร่องรอยความเสียหาย ⩽10%	พบร่องรอยความเสียหาย >10% แต่ ⩽25%	พบร่องรอยความเสียหาย > 25% แต่ ⩽50%	พบร่องรอยความเสียหาย >50%
8.กล่องต่อสาย (junction box)	รอยสนิม รอยผุ รอยถูกงัดแงะ หลุดหลวม รอยแตก รอยร้าว	ไม่พบร่องรอยความเสียหาย	พบการหลุดล่อนของวัสดุกันซึม แต่ไม่พบรอยสนิม รอยผุ	พบการหลุดล่อนของวัสดุกันซึม รอยสนิม รอยผุ รอยถูกงัดแงะ	กล่องต่อสายไม่อยู่ในสภาพที่ปิดได้

	ความเสียหายของวัสดุกันซึม		รอยถูกงัดแงะ หลุดหลวม รอยแตก หรือรอยร้าว	หลุดหลวม รอยแตก หรือรอยร้าว แต่กล่องต่อสายยังอยู่ในสภาพที่ปิดได้	
9.ขั้วต่อ (connector)	การหลุดหลวม วัสดุเสื่อมสภาพ การแตก การผิดรูป	ไม่พบร่องรอยความเสียหาย	พบวัสดุเสื่อมสภาพ แต่ไม่พบการหลุดหลวม การแตกและ/หรือการผิดรูปของขั้วต่อ	พบวัสดุเสื่อมสภาพ การหลุดหลวม การแตกและ/หรือการผิดรูปแต่ไม่เห็นตัวนำด้านในและยังสามารถใช้เชื่อมต่อได้	พบวัสดุเสื่อมสภาพ การหลุดหลวม การแตกและ/หรือการผิดรูปจนเห็นตัวนำด้านในหรือไม่สามารถใช้เชื่อมต่อได้
10.สายเคเบิล (cable)	วัสดุเสื่อมสภาพ ฉนวนฉีกขาด สายเคเบิลหลุด สายเคเบิลขาด	ไม่พบร่องรอยความเสียหาย	พบวัสดุเสื่อมสภาพ แต่สายเคเบิลยังไม่พบร่องรอยความเสียหาย	พบร่องรอยความเสียหาย แต่ยังไม่เห็นตัวนำด้านในสายเคเบิลยังไม่หลุด หรือขาด	พบวัสดุเสื่อมสภาพ สายเคเบิลหลุดหรือขาด หรือส่วนตัวนำเสียหาย
หมายเหตุ ๑ กรณีแผงเซลล์ไม่มีส่วนประกอบส่วนใดส่วนหนึ่งตามที่ระบุในตาราง การพิจารณาให้คะแนนของส่วนประกอบดังกล่าว ให้อยู่ในเกณฑ์ ดี หมายเหตุ ๒ เกณฑ์การให้คะแนน เป็นเปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับขนาดพื้นที่โดยประมาณ					

คำนวณคะแนนแผงเซลล์จากคะแนนส่วนประกอบของแผงเซลล์ทั้งหมดตามสมการคะแนนแผงเซลล์ โดยใช้ค่าถ่วงน้ำหนักที่กำหนดไว้ในตารางที่ ๒

คะแนนแผงเซลล์ = คะแนนส่วนประกอบของแผงเซลล์ x ค่าถ่วงน้ำหนักส่วนประกอบของแผงเซลล์

หมายเหตุ คะแนนแผงเซลล์มีค่าไม่เกิน ๑๐๐ (คะแนนเต็ม)

ตารางที่ ๒ ค่าถ่วงน้ำหนักส่วนประกอบของแผงเซลล์

No.	ส่วนประกอบของแผงเซลล์	น้ำหนักในการให้คะแนน (%)
๑	ซูปเปอร์สเตรดหรือกระจกด้านหน้า	๑๐
๒	เซลล์	๒๐
๓	วัสดุผนึกหรือวัสดุห่อหุ้ม	๑๐
๔	ขั้วไฟฟ้า (บัสบาร์ และเส้นกริด)	๑๕
๕	กรอบแผง	๕
๖	วัสดุกันซึมบริเวณกรอบแผงด้านหน้า/หลัง เช่น ซิลิโคน	๕
๗	ซับสเตรดหรือแบคชีท	๑๕
๘	กล่องต่อสาย	๑๐
๙	ขั้วต่อ	๕
๑๐	สายเคเบิล	๕
รวม		๑๐๐

๕.๑.๓ ข้อกำหนด

คะแนนแผงเซลล์ต้องมากกว่า ๕๐ คะแนน และต้องไม่มีส่วนประกอบของแผงเซลล์ตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ ๒ ได้ ๐ คะแนน หากไม่เป็นไปตามข้อกำหนดข้างต้นให้บันทึกผลและหยุดการทดสอบ

๕.๒ การประเมินด้านความปลอดภัย

เพื่อประเมินความปลอดภัยในการติดตั้ง ใช้งานของแผงเซลล์ ให้ทดสอบตามหัวข้อ ดังต่อไปนี้

๕.๒.๑ การทดสอบกระแสไฟฟ้ารั่วขณะเปียก

เพื่อตรวจสอบคุณสมบัติของฉนวนของแผงเซลล์ในภาวะการทำงานขณะเปียก ระหว่างส่วนที่นำไฟฟ้ากับกรอบหรือส่วนประกอบอื่นที่เชื่อมต่อกับแผงเซลล์และตรวจพิสูจน์ว่าความชื้นจากฝน หมอก หรือน้ำค้างไม่สามารถเข้าถึงส่วนที่เป็นวงจรไฟฟ้าของแผงเซลล์ ที่ซึ่งอาจจะเป็นสาเหตุของการกัดกร่อน ความผิดพร่องลงดิน หรือความไม่ปลอดภัย

๕.๒.๑.๑ เครื่องทดสอบ

ก. แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงชนิดจำกัดกระแสไฟฟ้าที่สามารถให้แรงดันไฟฟ้าได้ 500 V หรือเท่ากับแรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่กำหนดของระบบของแผงเซลล์แล้วแต่ค่าใดมากกว่า

ข. เครื่องวัดความต้านทานฉนวน

๕.๒.๑.๒ ขั้นตอนการทดสอบ

ก. บันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นเริ่มต้น

ข. ฉีดหรือราดน้ำสะอาดให้เปียกทั่วทั้งแผงเซลล์

ค. ลัดวงจรขั้วต่อด้านนอกของแผงเซลล์ และต่อเข้ากับขั้วบวกของเครื่องวัดความต้านทานฉนวน

ง. ต่อส่วนโลหะที่เป็นกรอบของแผงเซลล์ เข้ากับขั้วลบของเครื่องวัดความต้านทานฉนวน กรณีตัวอย่างทดสอบไม่มีกรอบหรือมีกรอบที่ไม่ได้ทำจากวัสดุที่นำไฟฟ้า ให้หุ้มโลหะเปลวนำไฟฟ้า รอบขอบและด้านหลัง ต่อโลหะเปลวกับขั้วลบของเครื่องวัดความต้านทานฉนวน

จ. เริ่มการทดสอบแผงเซลล์ที่ระดับแรงดันไฟฟ้า 0 V ปรับเพิ่มระดับแรงดันไฟฟ้าด้วยอัตราไม่มากกว่า 500 V/s จนได้ระดับแรงดันไฟฟ้าที่ 500 V หรือได้ระดับแรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่กำหนดของระบบ คงระดับแรงดันไฟฟ้านี้ไว้เป็นเวลา 2 นาที และหาค่าความต้านทานฉนวน

ฉ. ปรับลดแรงดันไฟฟ้าเป็น 0 V และลัดวงจรไฟฟ้าขั้วต่อของเครื่องทดสอบเพื่อคายประจุไฟฟ้าที่เกิดในแผงเซลล์

ช. ปลดการลัดวงจร และปลดเครื่องวัดความต้านทานฉนวนออกจากแผงเซลล์

ซ. บันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นเมื่อสิ้นสุดการทดสอบ

๕.๒.๑.๓ ข้อกำหนด

แผงเซลล์ที่มีพื้นที่น้อยกว่า 0.1 m2 ค่าความต้านทานฉนวนต้องไม่น้อยกว่า 400 M**Ω** กรณีแผงเซลล์มีพื้นที่มากกว่า 0.1 m2 ความต้านทานฉนวนคูณพื้นที่ของแผงเซลล์ต้องไม่น้อยกว่า 40 M**Ω**·m2 จึงผ่านการทดสอบ สามารถดำเนินการประเมินในหัวข้อต่อไปได้

๕.๓ การประเมินด้านสมรรถนะ

เพื่อประเมินสมรรถนะของแผงเซลล์

๕.๓.๑ การหากำลังไฟฟ้าสูงสุด

เพื่อหากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่แผงเซลล์สามารถผลิตได้

๕.๓.๑.๑ เครื่องทดสอบ

ก. แหล่งกำเนิดแสง (แสงอาทิตย์ธรรมชาติ หรือแสงอาทิตย์เทียมระดับ BBA หรือดีกว่า ต้องมีคุณลักษณะตามที่กำหนดใน IEC 60904-9)

ข. แท่นยึดที่เหมาะสมสำหรับตัวอย่างทดสอบในระนาบปกติที่แสงแผ่มา

ค. เครื่องวัดกราฟความสัมพันธ์กระแส - แรงดัน ต้องเป็นไปตามที่กำหนดใน IEC 60904-1

๕.๓.๑.๒ วิธีการทดสอบ

หาลักษณะ กระแส-แรงดันไฟฟ้าของแผงเซลล์ตาม IEC 60904-1 ตามภาวะความเข้มรังสีอาทิตย์และอุณหภูมิตามที่กำหนดไว้เป็นชุด (แนะนำช่วงของอุณหภูมิระหว่าง 25 °C ถึง 50 °C และความเข้มรังสีอาทิตย์ระหว่าง 700 W/m2 ถึง 1 100 W/m2) โดยใช้แสงอาทิตย์ธรรมชาติหรือแสงอาทิตย์เทียมระดับ BBA หรือระดับที่ดีกว่า ตาม IEC 60904-9 ในกรณีที่แผงเซลล์ถูกออกแบบเพื่อใช้งานในช่วงภาวะที่แตกต่างจากภาวะข้างต้น การทดสอบลักษณะ กระแส-แรงดันไฟฟ้า สามารถทำได้ในที่ภาวะอุณหภูมิและความเข้มรังสีอาทิตย์ที่คาดว่าจะใช้งานจริง

สำหรับแผงเซลล์แบบเชิงเส้น (ตามที่กำหนดไว้ใน IEC 60904-10) การปรับแก้ภาวะอุณหภูมิและความเข้มรังสีอาทิตย์สามารถทำได้ตาม IEC 60891 เพื่อให้ได้ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด ในภาวะที่ใกล้เคียงเงื่อนไขมาตรฐาน (อุณหภูมิแผงเซลล์ 25 °C ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 1 000 W/m2)

หมายเหตุ แผงเซลล์แบบไม่เป็นเชิงเส้น (ตามที่กำหนดไว้ใน IEC 60904-10) การวัดต้องดำเนินการภายใต้ความเข้มรังสีอาทิตย์ที่กำหนด ±5% และอุณหภูมิที่กำหนด ±2 °C อย่างไรก็ตาม ควรทำให้มั่นใจว่าได้วัดกำลังไฟฟ้าสูงสุดในแต่ละแผงเซลล์ ในภาวะที่อุณหภูมิและความเข้มรังสีอาทิตย์ใกล้เคียงกันมากที่สุด

๖. การประเมินชั้นสมรรถนะ

ให้ประเมินชั้นสมรรถนะของแผงเซลล์จากค่าสัดส่วนสมรรถนะของแผงเซลล์ และอัตราการเสื่อมสภาพของแผงเซลล์

๖.๑ คำนวณค่าสัดส่วนสมรรถนะของแผงเซลล์จากสมการ ต่อไปนี้
เพื่อประเมินสมรรถนะของแผงเซลล์

$$N_{power} = \frac{P_m}{P_{m(label)}} \times 100$$

เมื่อ

N_{power} คือ ค่าสัดส่วนสมรรถนะของแผงเซลล์ มีหน่วยเป็น %
P_m คือ ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ STC จากการทดสอบ มีหน่วยเป็น W
$P_{m(label)}$ คือ ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ STC ตามระบุในฉลาก มีหน่วยเป็น W

๖.๒ คำนวณอัตราการเสื่อมสภาพของแผงเซลล์จากสมการ ต่อไปนี้

$$DR = \frac{\frac{(P_{m(label)} - P_m)}{P_{m(label)}}}{Module\ age} \times 100$$

เมื่อ

DR คือ อัตราการเสื่อมสภาพของแผงเซลล์ มีหน่วยเป็น %/y

Module age คือ อายุของแผงเซลล์ (นับตั้งแต่เริ่มใช้งานจนถึงปัจจุบัน) มีหน่วยเป็น y

หมายเหตุ y คือ ปี และเศษของปีให้คำนวณจากจำนวนวันหารด้วย 365

๖.๓ การแบ่งระดับชั้นสมรรถนะของแผงเซลล์

การแบ่งระดับชั้นสมรรถนะของแผงเซลล์ แสดงไว้ในตารางที่ ๓ ดังนี้

ตารางที่ ๓ ระดับชั้นสมรรถนะของแผงเซลล์

ระดับ	ค่าสัดส่วนสมรรถนะ (%)	อัตราการเสื่อมสภาพของแผงเซลล์ (%/y)
ดีพิเศษ*	≥ 97	< 0.01
4	> 80	< 0.8
3	> 80	≥ 0.8
2	> 65 แต่ ⩽ 80	ไม่ต้องพิจารณา
1	> 50 แต่ ⩽65	ไม่ต้องพิจารณา
0	⩽ 50	ไม่ต้องพิจารณา
หมายเหตุ ๑ แผงที่ติดตั้งใช้งานไม่เกิน ๑ ปี ควรอยู่ในระดับดีพิเศษ หมายเหตุ ๒ กรณีแผงเซลล์มีอายุการใช้งานไม่เกิน ๕ ปี และมีอัตราการเสื่อมสภาพของแผงเซลล์มากกว่า 2 %/y ไม่แนะนำให้นำไปใช้งานต่อ		

๗. รายงานผลการทดสอบ

๗.๑ การประเมินด้านสมรรถนะ

การออกรายงานผลการทดสอบให้ทำตามรายละเอียดในข้อ ๗.๒ การออกฉลากให้ทำตามรายละเอียดในข้อ ๗.๓

๗.๒ การออกรายงานผลการทดสอบ อย่างน้อยต้องประกอบไปด้วยข้อมูลดังต่อไปนี้

๑) ข้อมูลการทดสอบเป็นส่วนที่บอกรายละเอียดของการทดสอบ ต้องระบุข้อมูลการทดสอบที่จำเป็นอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- ชื่อและที่อยู่ของหน่วยงานผู้ดำเนินการทดสอบ
- สถานที่ทดสอบ
- ชื่อผู้ทดสอบ
- วันเวลาที่ดำเนินการทดสอบ
- สภาพแวดล้อมของการทดสอบ เช่น อุณหภูมิ ความเข้มรังสีอาทิตย์

๒) รายละเอียดของตัวอย่างทดสอบ ได้แก่

- ตราสินค้า (brand) / ตราสัญลักษณ์ (logo) รุ่นอ้างอิง หมายเลขประจำเครื่อง (ถ้ามี)
- กำลังไฟฟ้า STC ที่ระบุในฉลาก
- อายุการใช้งาน กรณีไม่ทราบให้ใช้วันที่ผลิตแทนได้
- แหล่งที่มาของแผงเซลล์

๓) รายละเอียดของรูปแบบการจัดวาง ติดตั้งตัวอย่างในขณะทำการทดสอบ และรูปถ่าย (ถ้ามี)

๔) ผลการทดสอบแต่ละหัวข้อ

๕) ระดับชั้นสมรรถนะของแผงเซลล์

๗.๓ การแสดงฉลาก

สำหรับแผงเซลล์ที่ผ่านการทดสอบ ได้ระดับตั้งแต่ 0 ขึ้นไป ควรแสดงเครื่องหมาย โดยเครื่องหมาย หรือข้อความแสดงรายละเอียดต่อไปนี้เป็นภาษาไทยที่ถูกต้องอ่านได้ง่าย ชัดเจน และติดแน่น

๑) ชื่อหน่วยงานที่ดำเนินการทดสอบ

๒) หมายเลขหรือข้อความแสดงลำดับการทดสอบ

๓) เครื่องหมายหรือข้อความที่แสดงว่าผ่านการทดสอบ และระดับที่ได้รับจากการทดสอบ

๔) วันเดือนปี เวลา และสถานที่ทดสอบ

๕) กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่แผงเซลล์ทำได้

๖) ระดับแรงดันไฟฟ้าสูงสุดของระบบ

๗) เครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ที่แสดงการผ่านการใช้งานแล้ว

กรณีแผงเซลล์ไม่ผ่านการทดสอบ สามารถแสดงเครื่องหมายไม่ผ่านการทดสอบได้

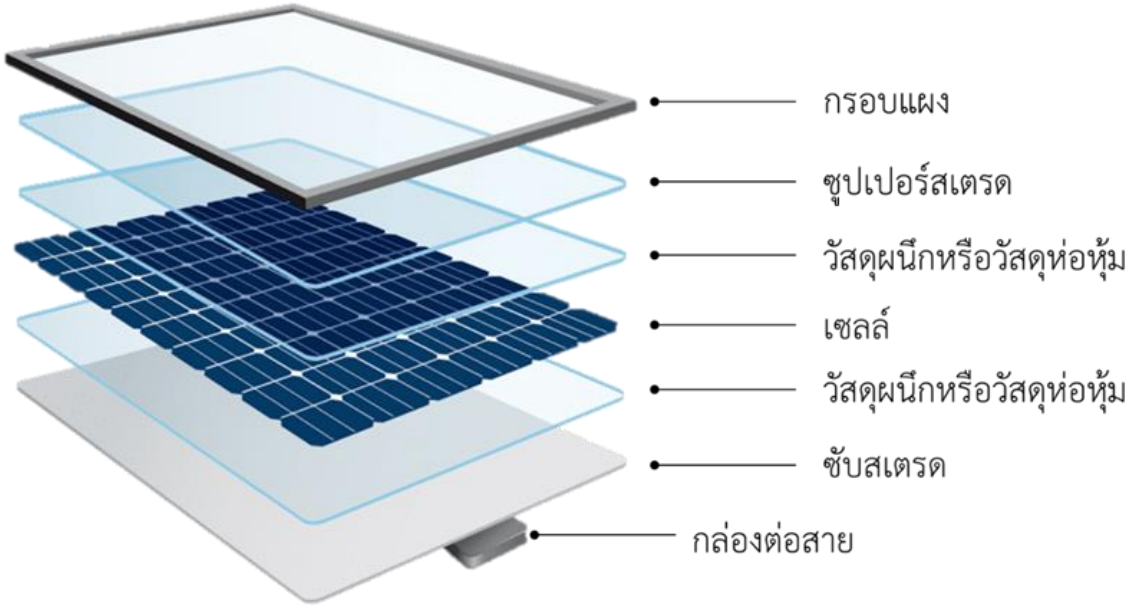
ภาคผนวก ก.

โครงสร้างของแผงเซลล์

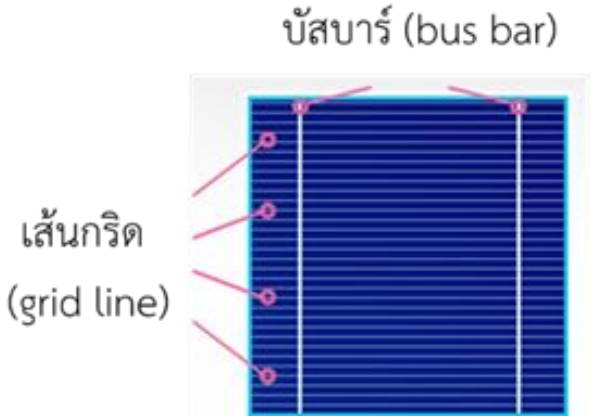
(ข้อแนะนำ)

(ข้อ ๕.๑)

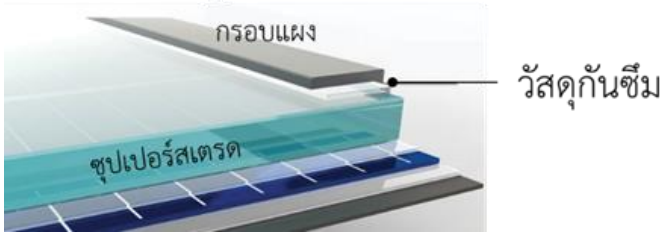
โครงสร้างของแผงเซลล์มีส่วนประกอบ ดังแสดงไว้ในรูปที่ ก.๑ ก.๒ ก.๓ และ ก.๔



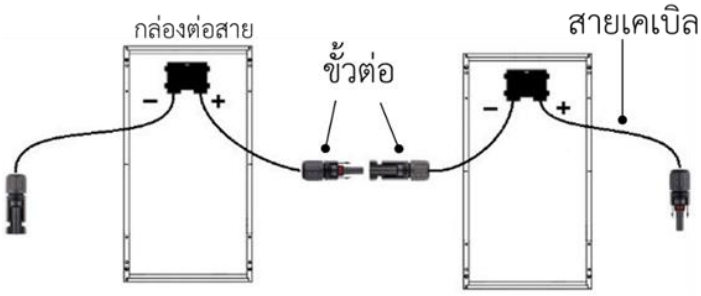
รูปที่ ก.๑ โครงสร้างของแผงเซลล์



รูปที่ ก.๒ ส่วนขั้วไฟฟ้า (บัสบาร์และเส้นกริด)



รูปที่ ก.๓ ส่วนวัสดุกันซึม บริเวณกรอบแผง



รูปที่ ก.๔ ส่วนขั้วต่อและสายเคเบิลด้านหลังแผง

ก.๑ ซูปเปอร์สเตรดหรือกระจกด้านหน้า หมายถึง วัสดุพื้นผิวด้านหน้าของแผงเซลล์

ก.๒ เซลล์ หมายถึง โฟโตวอลเทอิกเซลล์ (photovoltaic cell) ซึ่งเป็นอุปกรณ์พื้นฐานที่สุดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

หมายเหตุ ในการใช้งานระบบจ่ายไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ โฟโตวอลเทอิกเซลล์ อาจถูกเรียกเป็น โซลาร์โฟโตวอลเทอิกเซลล์ (solar photovoltaic cell) หรือ เซลล์แสงอาทิตย์ (solar cell) ได้ด้วย

ก.๓ วัสดุผนึกหรือวัสดุห่อหุ้ม หมายถึง วัสดุที่ห่อหุ้มเซลล์ เพื่อป้องกันเซลล์จากความชื้นและทำหน้าที่ประสานผนึกแผงให้ชั้นซูปเปอร์สเตรด เซลล์ และซับสเตรดติดกัน

ก.๔ ขั้วไฟฟ้า (บัสบาร์และเส้นกริด) หมายถึง เส้นเมทัลลิเซชัน (metallisation line) ที่มีพื้นที่หน้าตัดมากกว่าเส้นกริดเชื่อมต่อกับเส้นกริด และตั้งใจที่จะนำกระแสไฟฟ้าไปยังสายไฟหรือริบบอนที่เชื่อมต่อเซลล์กับเซลล์อื่น

ก.๕ กรอบแผง หมายถึง กรอบด้านนอกรอบแผงที่เสริมความแข็งแรงให้กับแผง

ก.๖ วัสดุกันซึม หมายถึง วัสดุอุดรอยต่อเพื่อป้องกันการรั่วซึมหรือกันน้ำ กันความชื้นเข้าแผงเซลล์ บริเวณกรอบแผงด้านหน้า/หลัง เช่น ซิลิโคน

ก.๗ ซับสเตรดหรือแบคชีท หมายถึง วัสดุพื้นผิวด้านหลังของโมดูลแผงเซลล์ หรือวัสดุพื้นฐานที่ใช้ผลิตเซลล์

หมายเหตุ ๑ ซับสเตรดโดยทั่วไปจะเรียกว่าแบล็กชีท

หมายเหตุ ๒ เกี่ยวกับเซลล์ผลึก (crystalline cell) ซับเสตรด คือ เวเฟอร์เซมิคอนดักเตอร์ที่เซลล์ก่อตัวขึ้น

หมายเหตุ ๓ เกี่ยวกับเซลล์ฟิล์มบาง (thin film cell) ซับเสตรด คือ วัสดุรองรับ เช่น แก้วหรือสแตนเลสซึ่งติดฟิล์มบาง

ก.๘ กล่องต่อสาย หมายถึง กล่องหุ้มปิดหรือป้องกันวงจรที่มีการเชื่อมต่อทางไฟฟ้า

ก.๙ ขั้วต่อ หมายถึง อุปกรณ์เชื่อมต่อไฟฟ้าประกอบด้วยขั้วต่อที่เป็นเต้าเสียบและเต้ารับ เพื่อสะดวกในการเชื่อมสายไฟของแผงเซลล์แสงอาทิตย์เข้าด้วยกัน

ก.๑๐ สายเคเบิล หมายถึง สายไฟที่เชื่อมต่อระหว่างกล่องต่อสายและส่วนขั้วต่อ

ก.๑๑ เส้นเมทัลลิเซชัน หมายถึง ตัวนำโลหะที่อยู่บนด้านหน้าและด้านหลังของเซลล์ เพื่อใช้นำกระแสไฟฟ้าที่กำเนิดจากเซลล์

ก.๑๒ เส้นกริด หมายถึง เส้นเมทัลลิเซชัน ที่รวบรวมกระแสไฟฟ้าจากพื้นผิวของสารกึ่งตัวนำของเซลล์

ภาคผนวก ข.

แนวทางการตรวจพินิจข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นกับแผงเซลล์

(ข้อแนะนำ)

(ข้อ ๕.๑)

การทดสอบเพื่อประเมินสภาพความสมบูรณ์ของแผงเซลล์ด้านกายภาพในมาตรฐานนี้ เป็นการตรวจพินิจสภาพความบกพร่องต่าง ๆ ที่เกิดกับแผงเซลล์ ดังนี้

ก. มีพื้นผิวภายนอก แตกร้าว หรือฉีกขาด รวมถึง ซูปเปอร์สเตรดหรือกระจกด้านหน้า ซับสเตรดหรือแบคชีท กรอบ แผงเซลล์ และกล่องต่อสาย

ข. มีพื้นผิวภายนอกโค้ง หรือบิดเบี้ยว รวมถึง ซูปเปอร์สเตรด ซับสเตรด กรอบแผงเซลล์และกล่องต่อสาย ที่มีผลให้การติดตั้ง ความปลอดภัย และสมรรถนะของแผงเซลล์เสื่อมสภาพลง

ค. มีเปอร์เซ็นต์การแพร่กระจายของรอยร้าวในเซลล์

ง. มีฟองอากาศหรือเกิดการลอกล่อนที่ก่อให้เกิดแนวต่อเนื่องระหว่างส่วนใด ๆ ของวงจรไฟฟ้ากับขอบแผงเซลล์

จ. สูญเสียความสมบูรณ์ทางกล มีผลให้การติดตั้ง ความปลอดภัย และสมรรถนะของแผงเซลล์เสื่อมลง

ฉ. มีความผิดพร่องของการต่อภายในหรือรอยต่อ

ช. มีเซลล์ในแผงเซลล์สัมผัสกัน หรือสัมผัสกับกรอบเซลล์แสงอาทิตย์

ซ. มีการเหนียวเหนอะ (tacky) ของผิวหน้าพลาสติก

ฌ. มีการต่อไฟฟ้าผิดพร่อง เผยให้เห็นส่วนตัวนำไฟฟ้า

การตรวจพินิจให้ดำเนินการตรวจทีละส่วนของแผงเซลล์ ตามลำดับ ได้แก่ ซูปเปอร์สเตรดหรือกระจกด้านหน้าเซลล์ วัสดุผนึกหรือวัสดุห่อหุ้ม เช่น อีวีเอ ขั้วไฟฟ้า (บัสบาร์และเส้นกริด) กรอบแผง วัสดุกันซึมบริเวณกรอบแผงด้านหน้า/หลัง ซับสเตรดหรือแบคชีท กล่องต่อสาย ขั้วต่อ สายเคเบิล โครงสร้างส่วนประกอบแผงเซลล์ หลักเกณฑ์การให้คะแนนส่วนประกอบแต่ละส่วนของแผงเซลล์ เป็นไปดังตารางที่ ข.๑

ตารางที่ ข.๑ หลักเกณฑ์การให้คะแนนส่วนประกอบของแผงเซลล์

สภาพของส่วนประกอบ	เกณฑ์ที่ให้	คะแนนที่ได้
อยู่ในสภาพดีสมบูรณ์หรือเกือบสมบูรณ์	ดี	1
มีตำหนิหรือความเสียหายเล็กน้อยในลักษณะที่ยอมรับได้	พอใช้	0.75
มีตำหนิหรือเสียหายบางส่วนอย่างชัดเจน	ค่อนข้างแย่	0.5
มีตำหนิหรือเสียหายบางส่วนอย่างชัดเจนและมีแนวโน้มชำรุดสูง	แย่	0

ภาคผนวก ค.

ตัวอย่างความบกพร่องและแนวทางการประเมินด้านกายภาพของส่วนประกอบแผงเซลล์

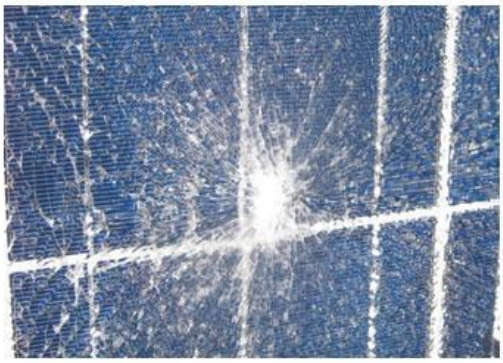
(ข้อแนะนำ)

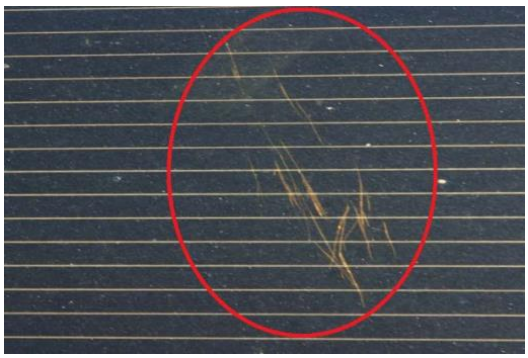
(ข้อ ๕.๑.๑)

ค.๑ ตัวอย่างความบกพร่องของส่วนประกอบแผงเซลล์

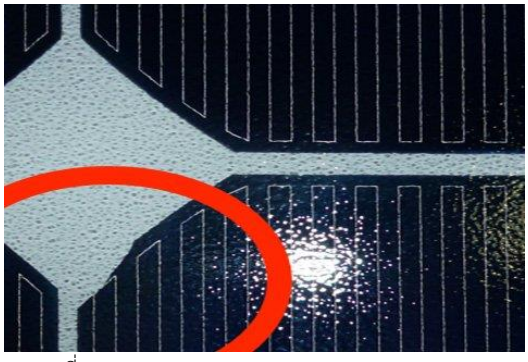
ตัวอย่างความบกพร่องของส่วนประกอบแผงเซลล์ส่วนต่าง ๆ แสดงไว้ ดังต่อไปนี้

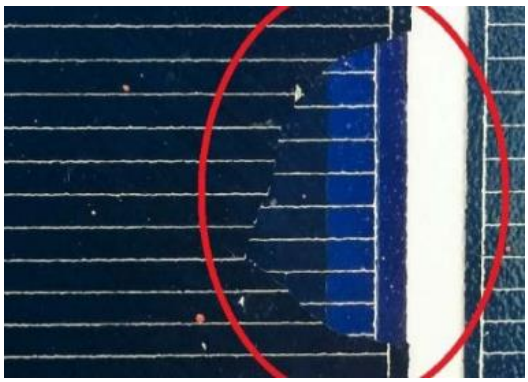
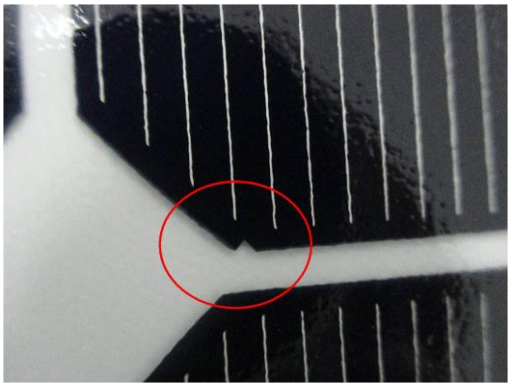
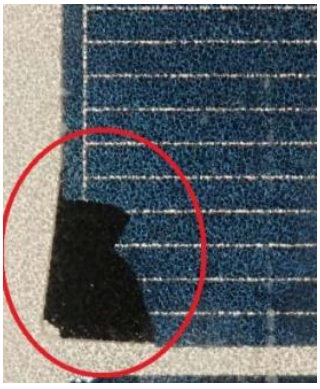
ค.๑.๑ ตัวอย่างภาพความบกพร่องของซูปเปอร์สเตรด

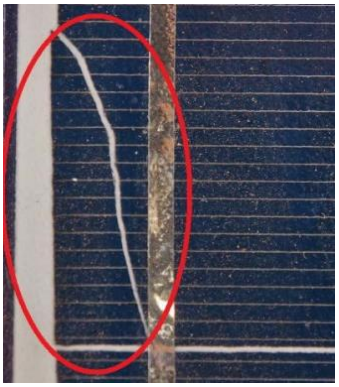
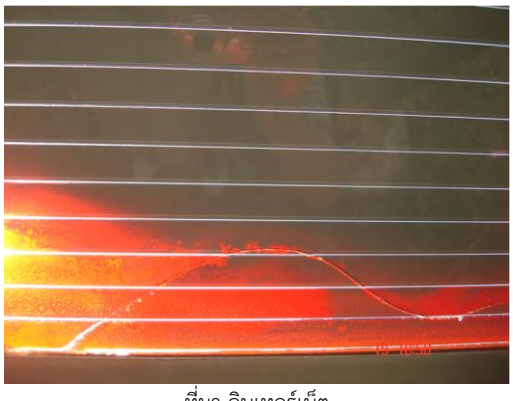
ลักษณะข้อบกพร่อง	ภาพตัวอย่าง
ค.๑.๑.๑ ซูปเปอร์สเตรดที่มีรอยแตกร้าว รอยร้าว กระจายตัวไปทั่วทั้งแผงเซลล์	 ที่มา https://www.saurenergy.com
ค.๑.๑.๒ ซูปเปอร์สเตรดที่มีรอยแตก รอยร้าว ที่บางส่วนของแผงเซลล์	 ที่มา อินเทอร์เน็ต

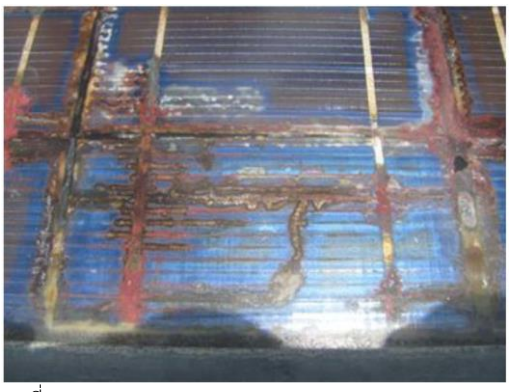
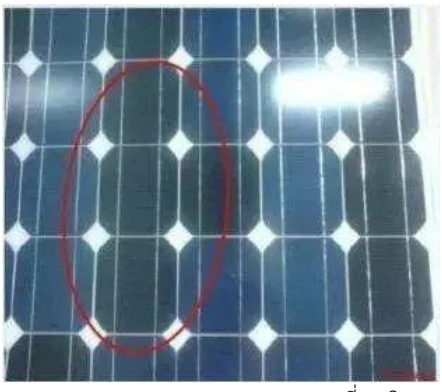
ลักษณะข้อบกพร่อง	ภาพตัวอย่าง
ค.๑.๑.๓ ซูปเปอร์สเตรดที่มีรอยขีดข่วน	 ที่มา https://www.engineeringforchange.org/wp-content/uploads/2017/09/Solar-PV-Product-Visual-Inspection-Guide.pdf
ค.๑.๑.๔ ซูปเปอร์สเตรดที่มีคราบติดแน่นที่เช็ดไม่ออกหรือทำความสะอาดไม่ได้	 ที่มา อินเทอร์เน็ต

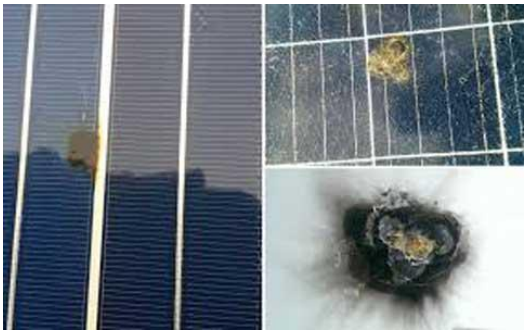
ค.๑.๒ ตัวอย่างความบกพร่องของเซลล์

ลักษณะข้อบกพร่อง	ภาพตัวอย่าง
ค.๑.๒.๑ เซลล์ที่มีการแตก (หรือบิ่น)	 ที่มา https://sinovoltaics.com/solar-basics/solar-panel-pv-quality-testing-5-common-defects-to-avoid/

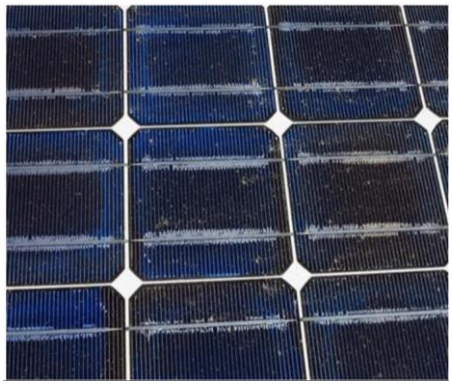
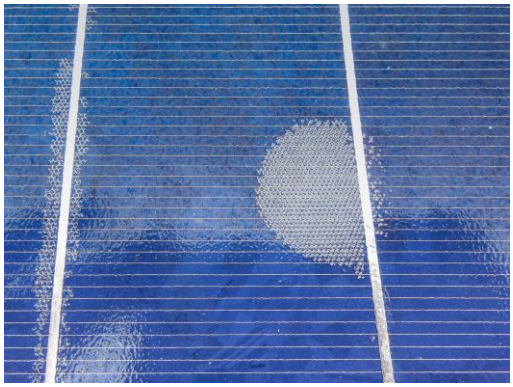
ลักษณะข้อบกพร่อง	ภาพตัวอย่าง
ค.๑.๒.๑ เซลล์ที่มีการแตก (หรือบิ่น) (ต่อ)	 ที่มา https://www.engineeringforchange.org/wp-content/uploads/2017/09/Solar-PV-Product-Visual-Inspection-Guide.pdf
	 ที่มา https://www.planergia.pl/post/co-sie-moze-przydarzyc-modulom-pv-1635
	 ที่มา https://www.engineeringforchange.org/wp-content/uploads/2017/09/Solar-PV-Product-Visual-Inspection-Guide.pdf

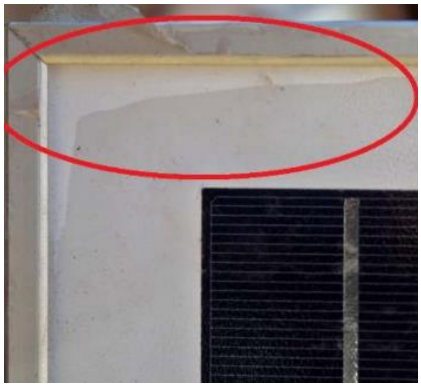
ลักษณะข้อบกพร่อง	ภาพตัวอย่าง
ค.๑.๒.๒ เซลล์ที่มีรอยแยก	 ที่มา https://www.engineeringforchange.org/wp-content/uploads/2017/09/Solar-PV-Product-Visual-Inspection-Guide.pdf
	 ที่มา https://www.engineeringforchange.org/wp-content/uploads/2017/09/Solar-PV-Product-Visual-Inspection-Guide.pdf
ค.๑.๒.๓ เซลล์ที่มีการเปลี่ยนสี	 ที่มา อินเทอร์เน็ต

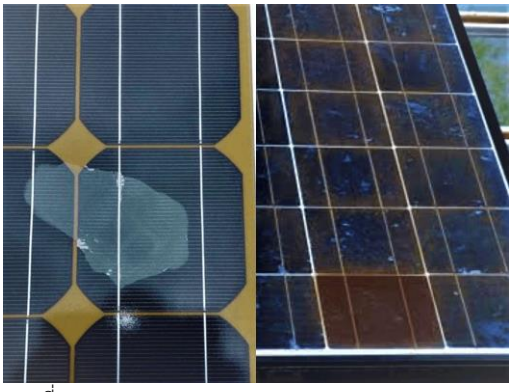
ลักษณะข้อบกพร่อง	ภาพตัวอย่าง
ค.๑.๒.๓ เซลล์ที่มีการเปลี่ยนสี (ต่อ)	 ที่มา https://www.researchgate.net/publication/304286614_Evaluation_of_PV_module_field_performance
	 ที่มา อินเทอร์เน็ต
	 ที่มา อินเทอร์เน็ต สีของเซลล์ไม่สม่ำเสมอ มีการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัด

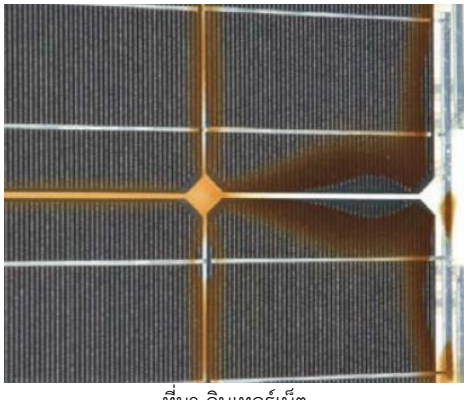
ลักษณะข้อบกพร่อง	ภาพตัวอย่าง
ค.๑.๒.๔ เซลล์ที่มีการลอกล่อนของเนื้อฟิล์มบนตัวเซลล์	 ที่มา Report IEA-PVPS T13-01:2014 Review of Failures of Photovoltaic Modules
ค.๑.๒.๕ เซลล์ที่มีรอยน้ำตาล รอยดำ รอยไหม้	 ที่มา https://perthsolarservices.com.au/solar-power-systems/solar-panel-maintenance/
	 ที่มา http://www.gutachten.streib.de/bilder/index.html
ค.๑.๒.๖ เซลล์ที่มีเศษซากตกค้างอยู่	 ที่มา https://sinovoltaics.com/quality-control/5-solar-panel-quality-defects-can-detect/

ค.๑.๓ ตัวอย่างความบกพร่องของวัสดุผนึกหรือวัสดุห่อหุ้ม

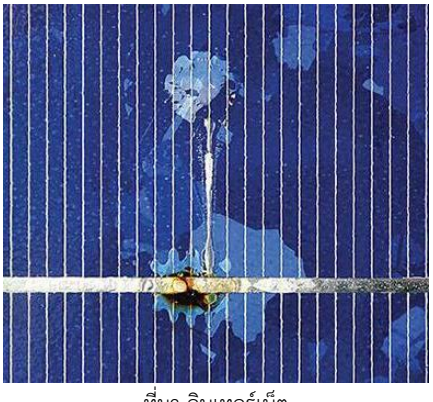
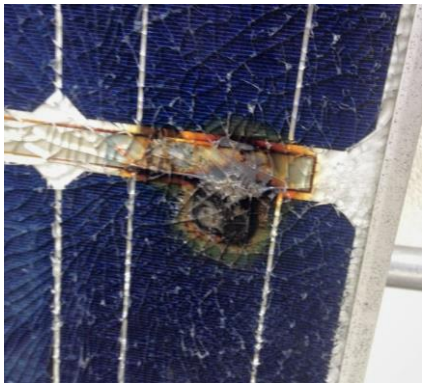
ลักษณะข้อบกพร่อง	ภาพตัวอย่าง
ค.๑.๓.๑ วัสดุผนึกหรือวัสดุห่อหุ้มที่มีฟองอากาศแทรกอยู่ด้านใน	 ที่มา https://perthsolarservices.com.au/solar-power-systems/solar-panel-maintenance/
	 ที่มา https://www.semanticscholar.org/paper/Assessing-the-causes-of-encapsulant-delamination-in-Wohlgemuth-Hacke/bbc53a307fe53cbc58fd2e23ab5da9f7cc61e638
	 ที่มา https://jinkosolar.eu/files/jinko/download/Jinko Solar Claim Guideline 2.0.pdf

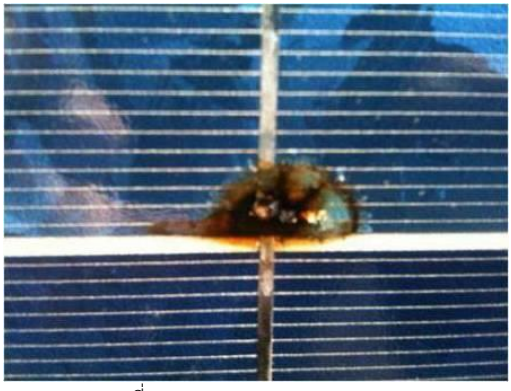
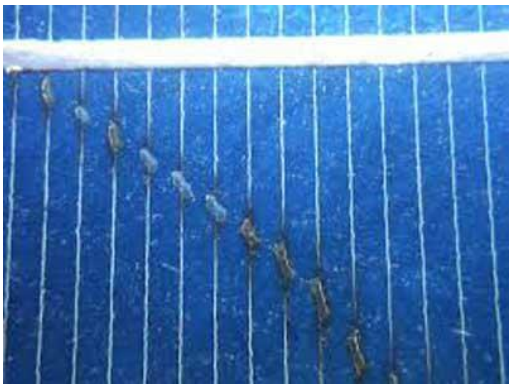
ลักษณะข้อบกพร่อง	ภาพตัวอย่าง
ค.๑.๓.๑ วัสดุผนึกหรือวัสดุห่อหุ้มที่มีฟองอากาศแทรกอยู่ด้านใน (ต่อ)	 ที่มา https://www.engineeringforchange.org/wp-content/uploads/2017/09/Solar-PV-Product-Visual-Inspection-Guide.pdf
	 ที่มา อินเทอร์เน็ต
ค.๑.๓.๒ วัสดุผนึกหรือวัสดุห่อหุ้มที่มีการบวม	 ที่มา อินเทอร์เน็ต

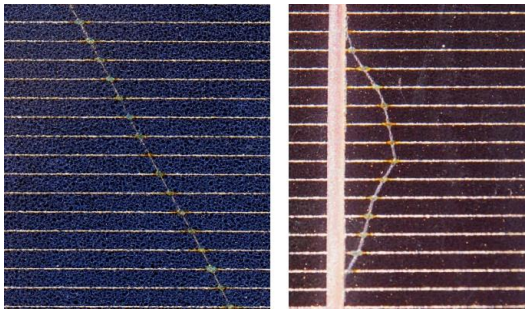
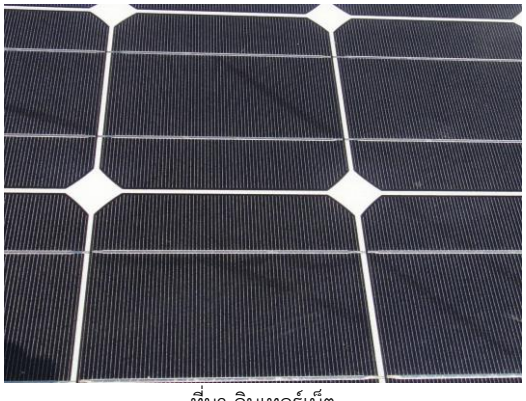
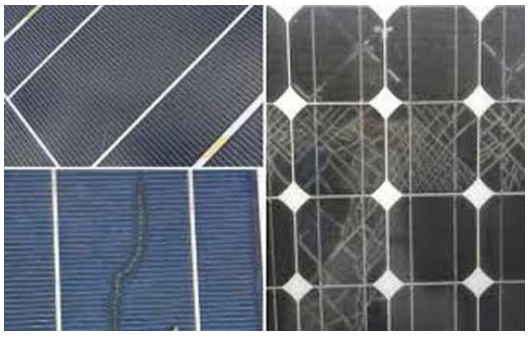
ลักษณะข้อบกพร่อง	ภาพตัวอย่าง
ค.๑.๓.๓ วัสดุผนึกหรือวัสดุห่อหุ้มที่มีการเปลี่ยนสี เช่น ขึ้นเหลือง ขึ้นน้ำตาล	 ที่มา https://www.equinoxsdrones.com/blog/automate-your-solar-panel-inspection-using-ai-powered-drones
	 ที่มา https://www.researchgate.net/publication/304286614_Evaluation_of_PV_module_field_performance
	 ที่มา https://www.saurenergy.com/solar-energy-articles/solar-module-material-manufacturing-process-backsheet-solar-glass-etc

ลักษณะข้อบกพร่อง	ภาพตัวอย่าง
ค.๑.๓.๓ วัสดุผนึกหรือวัสดุห่อหุ้มที่มีการเปลี่ยนสี เช่น ขึ้นเหลือง ขึ้นน้ำตาล (ต่อ)	 ที่มา อินเทอร์เน็ต

ค.๑.๔ ตัวอย่างความบกพร่องของขั้วไฟฟ้า (บัสบาร์และเส้นกริด)

ลักษณะข้อบกพร่อง	ภาพตัวอย่าง
ค.๑.๔.๑ ขั้วไฟฟ้า (บัสบาร์และเส้นกริด) ที่มีรอยไหม้	 ที่มา อินเทอร์เน็ต
	 ที่มา http://www.gutachten.streib.de/bilder/index.html

ลักษณะข้อบกพร่อง	ภาพตัวอย่าง
ค.๑.๔.๑ ขั้วไฟฟ้า (บัสบาร์และเส้นกริด) ที่มีรอยไหม้ (ต่อ)	 ที่มา https://datsolar.com/ lua-chon-tam-pin-mat-troi-nhu-the-nao-de-mang-lai-hieu-suat-cao/
	 ที่มา https://datsolar.com/ lua-chon-tam-pin-mat-troi-nhu-the-nao-de-mang-lai-hieu-suat-cao/
ค.๑.๔.๒ ขั้วไฟฟ้า (บัสบาร์และเส้นกริด) ที่มีรอยสนิม	 ที่มา https://jinkosolar.eu/files/jinko/download/Jinko Solar Claim Guideline 2.0.pdf
ค.๑.๔.๓ ขั้วไฟฟ้า (บัสบาร์และเส้นกริด) ที่มีรอยหอยทาก	 ที่มา https://perthsolarservices.com.au/solar-power-systems/solar-panel-maintenance/

ลักษณะข้อบกพร่อง	ภาพตัวอย่าง
ค.๑.๔.๓ ขั้วไฟฟ้า (บัสบาร์และเส้นกริด) ที่มีรอยหอยทาก (ต่อ)	 ที่มา https://www.engineeringforchange.org/wp-content/uploads/2017/09/Solar-PV-Product-Visual-Inspection-Guide.pdf
	 ที่มา อินเทอร์เน็ต
	 ที่มา https://perthsolarservices.com.au/solar-power-systems/solar-panel-maintenance/

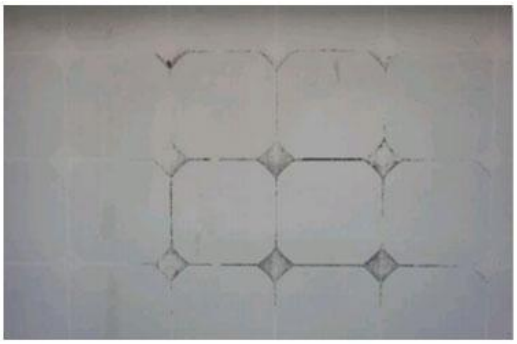
ค.๑.๕ ตัวอย่างความบกพร่องของกรอบแผง

ลักษณะข้อบกพร่อง	ภาพตัวอย่าง
ค.๑.๕.๑ กรอบแผงที่มีรอยบิด	 ที่มา อินเทอร์เน็ต
ค.๑.๕.๒ กรอบแผงที่มีรอยสนิม	 ที่มา อินเทอร์เน็ต
	 ที่มา อินเทอร์เน็ต

ค.๑.๖ ตัวอย่างความบกพร่องของซับสเตรด

กรณีซับสเตรดเป็นวัสดุประเภทเทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic)

ลักษณะข้อบกพร่อง	ภาพตัวอย่าง
ค.๑.๖.๑ ซับเสตรดที่มีรอยบวม	 ที่มา https://www.semanticscholar.org/paper/Assessing-the-causes-of-encapsulant-delamination-in-Wohlgemuth-Hacke/bbc53a307fe53cbc58fd2e23ab5da9f7cc61e638
	 ที่มา https://www.saurenergy.com/solar-energy-articles/solar-module-material-manufacturing-process-backsheet-solar-glass-etc
ค.๑.๖.๒ ซับเสตรดที่มีรอยไหม้	 ที่มา https://www.researchgate.net/publication/304286614_Evaluation_of_PV_module_field_performance

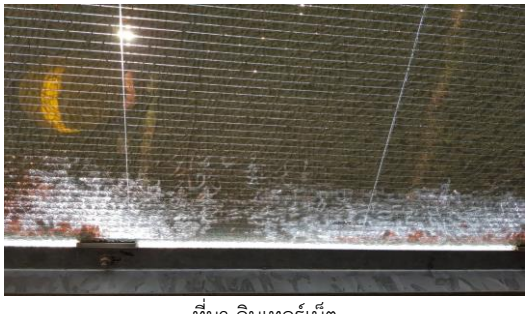
ลักษณะข้อบกพร่อง	ภาพตัวอย่าง
ค.๑.๖.๒ ซับเสตรดที่มีรอยไหม้ (ต่อ)	 ที่มา https://www.saurenergy.com/solar-energy-articles/solar-module-material-manufacturing-process-backsheet-solar-glass-etc
	 ที่มา https://www.engineeringforchange.org/wp-content/uploads/2017/09/Solar-PV-Product-Visual-Inspection-Guide.pdf
	 ที่มา http://www.gutachten.streib.de/bilder/index.html
	 ที่มา http://www.gutachten.streib.de/bilder/index.html

ลักษณะข้อบกพร่อง	ภาพตัวอย่าง
ค.๑.๖.๒ ซับเสตรดที่มีรอยไหม้ (ต่อ)	ที่มา อินเทอร์เน็ต

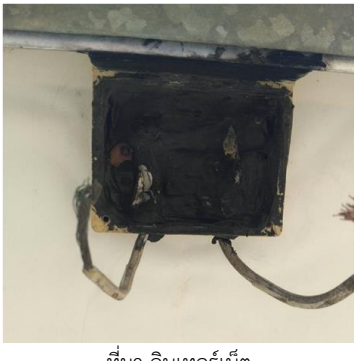
กรณีซับสเตรดเป็นวัสดุประเภทกระจก ร่องรอยความเสียหายจะมีลักษณะเดียวกับซูปเปอร์สเตรด

ลักษณะข้อบกพร่อง	ภาพตัวอย่าง
ค.๑.๖.๓ ซับเสตรดที่ฉลากมีการซีดจาง	ที่มา https://sinovoltaics.com/quality-control/5-solar-panel-quality-defects-can-detect/
ค.๑.๖.๔ ซับเสตรดที่มีการเปลี่ยนสี	ที่มา https://www.engineeringforchange.org/wp-content/uploads/2017/09/Solar-PV-Product-Visual-Inspection-Guide.pdf

ลักษณะข้อบกพร่อง	ภาพตัวอย่าง
ค.๑.๖.๕ ซับสเตรดที่มีรอยแตก	 ที่มา http://www.gutachten.streib.de/bilder/index.html
	 ที่มา อินเทอร์เน็ต
ค.๑.๖.๖ ซับสเตรดที่มีรอยร้าว	 ที่มา อินเทอร์เน็ต
	 ที่มา อินเทอร์เน็ต

ลักษณะข้อบกพร่อง	ภาพตัวอย่าง
ค.๑.๖.๖ ซับสเตรดที่มีรอยร้าว (ต่อ)	 ที่มา อินเทอร์เน็ต
	 ที่มา อินเทอร์เน็ต

ค.๑.๗ ตัวอย่างความบกพร่องของกล่องต่อสาย

ลักษณะข้อบกพร่อง	ภาพตัวอย่าง
ค.๑.๗.๑ กล่องต่อสายที่มีรอยผุ	 ที่มา อินเทอร์เน็ต

ลักษณะข้อบกพร่อง	ภาพตัวอย่าง
ค.๑.๗.๒ กล่องต่อสายที่มีรอยถูกงัดแงะ	 ที่มา อินเทอร์เน็ต
ค.๑.๗.๓ กล่องต่อสายที่วัสดุกันซึมมีความเสียหาย	 ที่มา http://www.gutachten.streib.de/bilder/index.html
ค.๑.๗.๓ กล่องต่อสายที่วัสดุกันซึมมีความเสียหาย (ต่อ)	 ที่มา https://www.engineeringforchange.org/wp-content/uploads/2017/09/Solar-PV-Product-Visual-Inspection-Guide.pdf
ค.๑.๗.๔ กล่องต่อสายที่มีรอยไหม้	 ที่มา อินเทอร์เน็ต

ลักษณะข้อบกพร่อง	ภาพตัวอย่าง
ค.๑.๗.๔ กล่องต่อสายที่มีรอยไหม้ (ต่อ)	 ที่มา อินเทอร์เน็ต

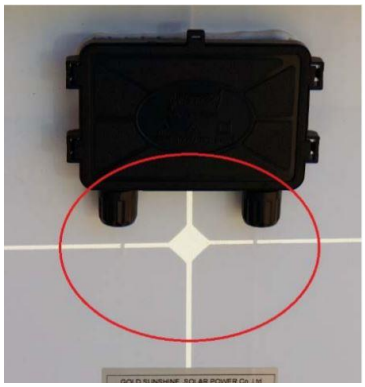
ค.๑.๘ ตัวอย่างความบกพร่องของขั้วต่อ

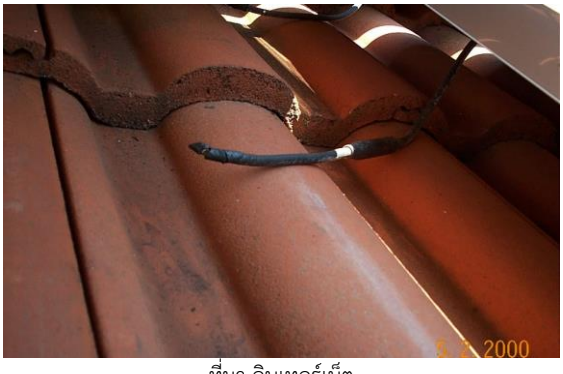
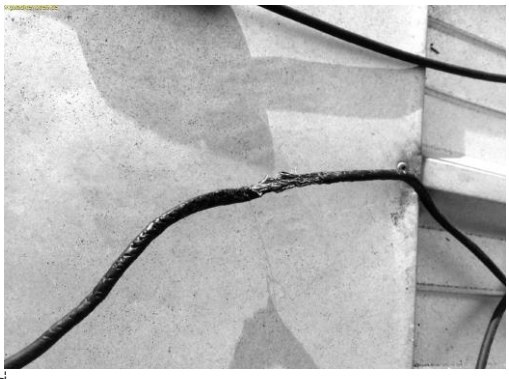
ลักษณะข้อบกพร่อง	ภาพตัวอย่าง
ค.๑.๘.๑ ขั้วต่อที่วัสดุมีการเสื่อมสภาพ และแตก	 ที่มา http://www.gutachten.streib.de/bilder/index.html
ค.๑.๘.๒ ขั้วต่อที่มีการแตก หัก	 ที่มา https://www.planergia.pl/post/co-sie-moze-przydarzyc-modulom-pv-1635

ลักษณะข้อบกพร่อง	ภาพตัวอย่าง
ค.๑.๘.๓ ขั้วต่อที่มีการผิดรูปไปจากเดิม	 ที่มา อินเทอร์เน็ต

ค.๑.๙ ตัวอย่างความบกพร่องของสายเคเบิล

ลักษณะข้อบกพร่อง	ภาพตัวอย่าง
ค.๑.๙.๑ สายเคเบิลที่วัสดุมีการเสื่อมสภาพ	 ที่มา https://www.engineeringforchange.org/wp-content/uploads/2017/09/Solar-PV-Product-Visual-Inspection-Guide.pdf
	 ที่มา http://www.gutachten.streib.de/bilder/index.html

ลักษณะข้อบกพร่อง	ภาพตัวอย่าง
ค.๑.๙.๒ สายเคเบิลที่ฉนวนมีการฉีกขาด	 ที่มา อินเทอร์เน็ต
	 ที่มา อินเทอร์เน็ต
ค.๑.๙.๓ สายเคเบิลที่มีการหลุดหลวม	 ที่มา https://www.engineeringforchange.org/wp-content/uploads/2017/09/Solar-PV-Product-Visual-Inspection-Guide.pdf

ลักษณะข้อบกพร่อง	ภาพตัวอย่าง
ค.๑.๙.๔ แผงเซลล์ที่สายเคเบิลมีการขาด	 ที่มา อินเทอร์เน็ต
	 ที่มา http://www.gutachten.streib.de/bilder/index.html
	 ที่มา อินเทอร์เน็ต
	 ที่มา อินเทอร์เน็ต

ภาคผนวก ง.

ตัวอย่างการประเมินแผงเซลล์

(ข้อแนะนำ)

(ภาคผนวก ง.)

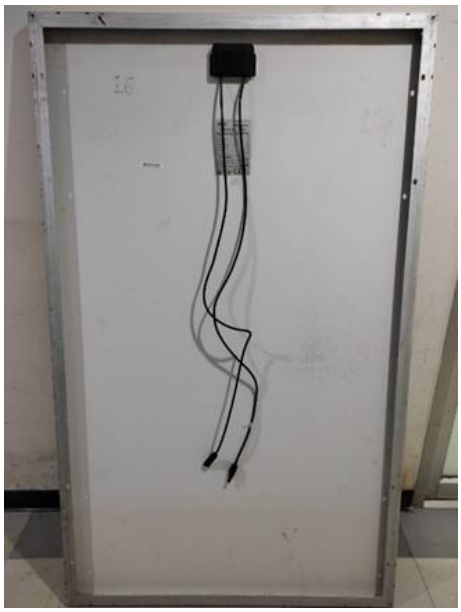
ง.๑ การประเมินด้านกายภาพ

เมื่อตรวจพินิจส่วนประกอบของแผงเซลล์แต่ละส่วน โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาให้คะแนนตามเงื่อนไขที่กำหนดในตารางที่ ๑ ข้อ ๕.๑.๒ ให้คะแนนส่วนประกอบของแผงเซลล์แต่ละส่วนได้ ดังนี้

ส่วนประกอบ	รูปตัวอย่าง	ผลการตรวจพินิจ	คะแนนที่ได้
๑. ซูปเปอร์สเตรด หรือกระจกด้านหน้า		กระจกไม่แตก มีคราบเช็ดไม่ออกไม่ถึงหนึ่งในสี่ของพื้นที่	0.75

ส่วนประกอบ	รูปตัวอย่าง	ผลการตรวจพินิจ	คะแนนที่ได้
๒. เซลล์		ไม่มีรอยไหม้ที่ตัวเซลล์ เซลล์อยู่ในสภาพค่อนข้างสมบูรณ์ สีเซลล์ไม่สม่ำเสมอ แต่ไม่มีปัญหารุนแรง	0.75
๓. วัสดุผนึกหรือวัสดุห่อหุ้ม เช่น อีวีเอ		อีวีเอ ไม่ร่อน ไม่บวม ไม่เปลี่ยนสี อยู่ในสภาพดี	1.0

ส่วนประกอบ	รูปตัวอย่าง	ผลการตรวจพินิจ	คะแนนที่ได้
๔. ขั้วไฟฟ้า (บัสบาร์และเส้นกริด)		ขั้วไฟฟ้า อยู่ในสภาพสมบูรณ์ ไม่มีรอยไหม้ มีส่วนที่เปลี่ยนสีออกเหลืองเล็กน้อย	0.75
๕. กรอบแผง		กรอบอยู่ในสภาพสมบูรณ์	1.0
๖. วัสดุกันซึมบริเวณกรอบแผงด้านหน้า/หลัง	-	กรอบเฟรมอยู่ในสภาพซีลด์ปิดแน่น ไม่มีปัญญาเรื่องวัสดุกันซึม	1.0

ส่วนประกอบ	รูปตัวอย่าง	ผลการตรวจพินิจ	คะแนนที่ได้
๗. ซับสเตรดหรือแบคชีท		แบคชีทอยู่ในสภาพสมบูรณ์ ไม่บวม ไม่มีความผิดปกติ	1.0
๘. กล่องต่อสาย		กล่องต่อสายในสภาพสมบูรณ์ ไม่แตกหัก ไม่มีความผิดปกติ	1.0
๙. ขั้วต่อ		ขั้วต่อ อยู่ในสภาพดี ไม่เสื่อมสภาพ ไม่หลุด ไม่แตกหัก ไม่มีความผิดปกติ	1.0

ส่วนประกอบ	รูปตัวอย่าง	ผลการตรวจพินิจ	คะแนนที่ได้
๑๐. สายเคเบิล		สายเคเบิลอยู่ในสภาพดี ไม่เสื่อมสภาพ ไม่หลุด ไม่แตกหัก ไม่มีความผิดปกติ	1.0

นำค่าถ่วงน้ำหนักส่วนประกอบของแผงเซลล์ ที่กำหนดไว้ในตารางที่ ๒ มาคำนวณคะแนนส่วนประกอบของแผงเซลล์จากการตรวจพินิจ ตามสมการ

คะแนนแผงเซลล์ = คะแนนส่วนประกอบของแผงเซลล์ x ค่าถ่วงน้ำหนักส่วนประกอบของแผงเซลล์ ได้ดังนี้

No.	ส่วนประกอบของแผงเซลล์	น้ำหนักในการให้คะแนน (%)	คะแนนที่ได้ของแต่ละส่วน	คะแนน x ค่าถ่วงน้ำหนัก
1	ซูปเปอร์สเตรดหรือกระจกด้านหน้า	10	0.75	7.50
2	เซลล์	20	0.75	15.00
3	วัสดุผนึกหรือวัสดุห่อหุ้ม เช่น อีวีเอ	10	1.0	10.00
4	ขั้วไฟฟ้า (บัสบาร์ และเส้นกริด)	15	0.75	11.25
5	กรอบแผง	5	1.0	5.00
6	วัสดุกันซึมบริเวณกรอบแผงด้านหน้า/หลัง	5	1.0	5.00
7	ซับสเตรดหรือแบคชีท	15	1.0	15.00
8	กล่องต่อสาย	10	1.0	10.00
9	ขั้วต่อ	5	1.0	5.00
10	สายเคเบิล	5	1.0	5.00
คะแนนแผงเซลล์				**88.75**

รวมคะแนนส่วนประกอบของแผงเซลล์ ได้ **คะแนนแผงเซลล์ = 88.75 คะแนน**

ง.๒ การประเมินด้านความปลอดภัย

ขนาดพื้นที่และความต้านทานฉนวนของแผงเซลล์

- ขนาดพื้นที่ของแผงเซลล์ที่คำนวณได้จากค่ามิติบนฉลาก = 1.64 m^2
- ค่าความต้านทานฉนวนที่วัดได้ = 884 M**Ω**
- คำนวณค่าความต้านทานฉนวนของแผงเซลล์ได้ 884 x 1.64 = 1 450 M**Ω**·m^2

เมื่อพิจารณาตามเงื่อนไข ข้อ ๕.๒.๑.๓ ที่กำหนด แผงเซลล์ที่มีพื้นที่มากกว่า 0.1 m^2 ความต้านทานฉนวนคูณพื้นที่ของแผงเซลล์ต้องไม่น้อยกว่า 40 M$\Omega \cdot m^2$

จึงประเมินได้ว่า แผงเซลล์ผ่านการทดสอบด้านความปลอดภัย สามารถดำเนินการทดสอบในหัวข้อต่อไปได้

ง.๓ การประเมินชั้นสมรรถนะ

การประเมินด้านสมรรถนะของแผงเซลล์

- วัดค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ STC (P_m) ได้ = 225 W
- ฉลากบนแผงเซลล์แสดงค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ STC ($P_{m(label)}$) = 260 W

นำค่า P_m และค่า $P_{m(label)}$ มาคำนวณหาค่าสัดส่วนสมรรถนะของแผงเซลล์ (N_{power}) ด้วยสมการ ข้อ ๖.๑ ได้

$$N_{power} = \frac{225}{260} \times 100 = 87\ \%$$

แผงเซลล์มีอายุการใช้งาน (*Module age*) = 7 ปี

นำค่า P_m ค่า $P_{m(label)}$ และค่า *Module age* มาคำนวณหาอัตราการเสื่อมสภาพของแผงเซลล์ด้วยสมการ ข้อ ๖.๒ ได้

$$DR = \frac{\frac{(260-225)}{260}}{7} \times 100 = 1.92\ \%\ \text{/ปี}$$

จากตัวอย่างการประเมินสมรรถนะพบว่า ค่าสัดส่วนสมรรถนะ 87% และอัตราการเสื่อมสภาพของแผงเซลล์ 1.92 %/y เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ในตารางที่ ๓ ข้อ ๖.๓ จึงประเมินได้ว่าระดับชั้นสมรรถนะของแผงเซลล์อยู่ในระดับ ๓

บรรณานุกรม

มอก. 61215 เล่ม 1: 2561 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ภาคพื้นดิน - คุณสมบัติการออกแบบและรับรองแบบ เล่ม 1 ข้อกำหนดการทดสอบ

IEC 61853-1:2011 Photovoltaic (PV) module performance testing and energy rating - Part 1: Irradiance and temperature performance measurements and power rating

IEC 61853-2:2016 Photovoltaic (PV) module performance testing and energy rating - Part 2: Spectral responsivity, incidence angle and module operating temperature measurements

IEC 61853-3:2018 Photovoltaic (PV) module performance testing and energy rating - Part 3: Energy rating of PV modules

IEC 61853-4:2018 Photovoltaic (PV) module performance testing and energy rating - Part 4: Standard reference climatic profiles

---