

เอกสารแนบท้าย ๒

ข้อกำหนดรายละเอียดทางเทคนิค

ของระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงาน
แสงอาทิตย์บนทุ่นลอยบนผิวน้ำ





บทที่ 1 สารบัญ

๑.	คุณสมบัติแผงเซลล์แสงอาทิตย์.....	๒
๒.	คุณสมบัติเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Grid Connected Inverter).....	๓
๓.	โครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์และฟูลออยบนผิวน้ำ.....	๕
๔.	โครงสร้างรองรับระบบไฟฟ้าของระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์	๗
๕.	อุปกรณ์ป้องกันและปลดวงจรระบบไฟฟ้าทางด้านไฟฟ้ากระแสตรง.....	๘
๖.	อุปกรณ์ป้องกันและปลดวงจรระบบไฟฟ้าทางด้านไฟฟ้ากระแสสลับ.....	๙
๗.	สายไฟฟ้า.....	๑๐
๘.	ท่อร้อยสายไฟฟ้า.....	๑๑
๙.	สายดิน.....	๑๑
๑๐.	กล่องรวมสาย (Array Box).....	๑๒
๑๑.	ตู้อุปกรณ์ควบคุมทางไฟฟ้า.....	๑๒
๑๒	ระบบการตรวจวัด (MONITORING).....	๑๓



ข้อกำหนดรายละเอียดทางเทคนิคของระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ แบบทุ่นลอยบนผิวน้ำ

1.1 คุณสมบัติแผงเซลล์แสงอาทิตย์

๑.๑ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดมีกรอบ (Frame) ทุกแผงต้องระบุเครื่องหมายการค้า รุ่น และ ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด

๑.๒ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (PV Module) ต้องมีพิกัดกำลังไฟฟ้าเอาต์พุตไม่น้อยกว่า ๔๕๐ Wp ต่อแผง ที่มีเงื่อนไขการทดสอบมาตรฐาน STC (Standard Test Conditions) ความเข้มแสงอาทิตย์ (Irradiance Condition) ๑,๐๐๐ วัตต์/ตารางเมตร ณ อุณหภูมิแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ๒๕ องศาเซลเซียส

๑.๓ แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกซิลิกอน (Crystalline Silicon) ต้องเป็นยี่ห้อ รุ่นที่ได้รับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. ๖๑๒๑๕-เล่ม ๑ (๑)-๒๕๖๑ และ มอก. ๒๕๘๐ เล่ม ๒-๒๕๖๒ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในประเทศไทย การต่อเซลล์ลงจากรายในเป็นแบบอนุกรม-ขนาน ผลิตจากโรงงานที่ขึ้นทะเบียนกับสำนักส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (สสว)

๑.๔ Module Efficiency ต้องไม่น้อยกว่า ๒๐%

๑.๕ Output Power Tolerance ไม่น้อยกว่า ๐ ถึง ๕ W

๑.๖ Temperature Coefficient of Power ไม่น้อยกว่า -๐.๓๕% ต่อองศาเซลเซียส เมื่อทดสอบที่สภาวะ STC (Standard Test Condition; TCPmpp) ที่มีค่าความเข้มแสงอาทิตย์ ๑,๐๐๐ วัตต์/ตารางเมตร ณ อุณหภูมิแผงเซลล์ ๒๕ องศาเซลเซียส

๑.๗ Maximum Load Capacity ไม่น้อยกว่า ๕,๔๐๐ นิวตัน/ตารางเมตร

๑.๘ ด้านหลังแผงเซลล์แสงอาทิตย์ติดตั้งกล่องต่อสายไฟฟ้า (Junction box) ที่มีการปิดผนึกหรือมีฝาปิดล็อกอย่างมั่นคง สามารถทนต่อสภาพอากาศและสภาพแวดล้อมได้ดีด้วยมาตรฐานการป้องกันไม่น้อยกว่า IP๖๗ และต้องมีวัสดุป้องกันการซึมเข้าของน้ำ ภายในกล่องสายไฟต้องมีขั้วต่อสายไฟที่มั่นคงแข็งแรงทนทานต่อสภาวะการใช้งานภายนอกอาคารได้ โดยการประกอบขั้วต่อสายกล่องต่อสายไฟฟ้า (Junction box)

๑.๙ แผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นแบบ Double glass ขนาด ๒ มิลลิเมตร ประกบด้านหน้าและหลัง และเคลือบด้วย Ethylene Vinyl Acetate :EVA หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่า เพื่อป้องกันความชื้น

๑.๑๐ กรอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องทำจากวัสดุที่ทำจากโลหะปลอดสนิม (Clear anodized aluminum) มีความมั่นคงแข็งแรงทนทานต่อสภาพแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศได้ดี มีความสูงของขอบเฟรมไม่มากกว่า ๓๕ มิลลิเมตร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันปัญหาจากแรงลมยก (Wind Load) ที่จะมีผลต่อโครงสร้าง

๑.๑๑ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทุกแผงที่นำมาประกอบภายในระบบ จะต้องไม่ผ่านการใช้งานมาก่อน และอยู่ในสภาพเรียบร้อย และจะต้องได้รับรองคุณภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไม่น้อยกว่า ๑๐ ปี (Product



Warranty) และรับประกันการผลิตไฟฟ้าไม่น้อยกว่า ๘๐% (Linear Performance Warranty) ไม่น้อยกว่า ๒๕ ปี จากเจ้าของผลิตภัณฑ์

๑.๑๒ ต้องมีสำเนาใบรับรอง (Certificate) ระบุการได้รับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์ที่ออกให้โดย Certification Body (CB) แสดงประกอบ หรือมีรายงานผลการทดสอบ (Test Report) ตามมาตรฐานที่ออกให้โดยห้องปฏิบัติการทดสอบที่ได้รับรองมาตรฐาน มอก. ๑๗๐๒๕ หรือห้องปฏิบัติการทดสอบที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO/IEC ๑๗๐๒๕ General Requirement for the Competence of Testing and Calibration Laboratories หรือหน่วยงานที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคให้การรับรอง หรือสำเนามาตรฐานที่ออกโดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

๑.๑๓ ต้องมีเอกสารระบุว่าการทดสอบ PID ตามมาตรฐาน IEC TS ๖๒๘๐๔-๑ : ๒๐๑๕

๑.๑๔ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่นำมาใช้ในโครงการต้องผลิตจากโรงงานผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์อย่างต่อเนื่องไม่น้อยกว่า ๕ ปี โดยแนบเอกสารหลักฐานประกอบ

๑.๑๕ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานในหน่วยงานภาครัฐไม่ต่ำกว่า ๕ ปี โดยมีหนังสือรับรองจากหน่วยงานภาครัฐ

๑.๑๖ โรงงานผู้ผลิตต้องได้รับการรับรองมาตรฐานแรงงานไทย มรท.๘๐๐๑ โดยแนบเอกสารหลักฐานประกอบ

๑.๑๗ ต้องมีเอกสารรับรองจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ หรือมีมาตรฐานรับรองว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถติดตั้งกับระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนผิวน้ำได้

๑.๑๘ ผู้รับจ้างจะต้องเสนอผลการทดสอบของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่จะดำเนินการติดตั้งในระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ โดยจะต้องมีผลการทดสอบคุณสมบัติของแผงเซลล์อาทิตย์อย่างน้อย ดังนี้

- a) ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด (Pmpp) ไม่น้อยกว่า ๖๐๐ วัตต์
- b) ค่าแรงดันไฟฟ้าเปิดวงจร (Voc) ไม่น้อยกว่า ๔๑.๗๐ V
- c) ค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุด (Impp) ไม่น้อยกว่า ๑๔.๒๐ A
- d) ค่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจร (Isc) ไม่น้อยกว่า ๑๘.๒๐ A

โดยจะต้องทดสอบจากโรงงานหรือห้องปฏิบัติการซึ่งต้องเป็นหน่วยงานที่ พพ. พิจารณาแล้วเชื่อถือได้

1.2 คุณสมบัติเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (GRID CONNECTED INVERTER)

๑.๑๙ คุณสมบัติเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ String

๑.๑๙.๑ เป็นอินเวอร์เตอร์แบบ String Inverter

๑.๑๙.๒ เป็นอินเวอร์เตอร์ชนิดต่อร่วมกับระบบไฟฟ้า (Grid Connected Inverter)

๑.๑๙.๓ เป็นอินเวอร์เตอร์ที่ผ่านการขึ้นทะเบียนและสามารถใช้ในระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ ตามประกาศของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (ขึ้นอยู่กับสถานที่ติดตั้ง) ตามหัวข้อ “รายชื่อผลิตภัณฑ์



อินเวอร์เตอร์ที่ผ่านการทดสอบตามข้อกำหนดสำหรับอินเวอร์เตอร์ที่ใช้ในระบบผลิตไฟฟ้าประเภทเชื่อมต่อกับโครงข่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้”

๑.๑๙.๔ เป็นยี่ห้อและรุ่นที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน IEC ๖๑๗๒๗ Photovoltaic (PV) systems- Characteristics of the utility interface และได้รับการรับรองมาตรฐาน IEC ๖๒๑๑๖ Test procedure of islanding prevention measures for utility-interconnected photovoltaic inverters หรือเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC ๖๑๗๒๗ และ IEC ๖๒๑๑๖ โดยต้องแนบรายงานผลการทดสอบประกอบการขออนุมัติใช้วัสดุอุปกรณ์

๑.๑๙.๕ ต้องมีสำเนาใบรับรอง (Certificate) การได้รับรองตามมาตรฐานที่ออกให้โดย Certification Body (CB) แสดงประกอบ หรือมีรายงานผลการทดสอบ (Test Report) ตามมาตรฐานดังกล่าวที่ออกให้โดยห้องปฏิบัติการทดสอบที่ได้รับรองมาตรฐาน มอก.๑๗๐๒๕ หรือห้องปฏิบัติการทดสอบที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO/IEC ๑๗๐๒๕ General requirement for the competence of testing and calibration laboratories หรือหน่วยงานทดสอบอื่นใดที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคยอมรับ

๑.๑๙.๖ ทางด้านไฟฟ้ากระแสตรงขาเข้า (DC Input) มีคุณสมบัติ ดังนี้

- สามารถรับกระแสสูงสุดขาเข้า (Max Input Current) ไม่น้อยกว่า ๔๐ แอมป์
- สามารถรับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขาเข้า (Max Input Voltage) ไม่น้อยกว่า ๑,๑๐๐ โวลต์
- แรงดันไฟฟ้าขาเข้า (Rated DC Input Voltage) ไม่น้อยกว่า ๖๐๐ โวลต์
- กำลังไฟฟ้าขาเข้า (Rated DC Input Power) ไม่น้อยกว่า ๑,๐๐๐ กิโลวัตต์
- Night Power Consumption ไม่เกิน ๒ วัตต์
- มีระบบติดตามจุดที่ให้กำลังผลิตสูงสุด (MPPT ; Maximum Power Point Tracking) อย่างน้อย ๑ MPPT

๑.๑๙.๗ ทางด้านไฟฟ้ากระแสสลับขาออก (AC Output) มีคุณสมบัติ ดังนี้

- สามารถส่งกำลังไฟฟ้าสูงสุดขาออก (Max AC Power) ไม่น้อยกว่า ๑๐๐ กิโลวัตต์
- แรงดันไฟฟ้าขาออก (Rated AC Output Voltage) แบบ ๓ เฟส, ๕๐ Hz.
- กระแสสูงสุดขาออก (Rated Output Current) ไม่น้อยกว่า ๑๔๐ แอมป์
- ฮาร์มอนิกส์ (Total Harmonic Distortion) ไม่เกิน ๓ เปอร์เซ็นต์

๑.๑๙.๘ ความปลอดภัย มีคุณสมบัติ ดังนี้

- กระแสไฟฟ้าด้านขาเข้าต้องมีระบบ String Fault Monitoring แสดงตำแหน่งที่เกิดความผิดพลาด และมีอุปกรณ์ป้องกันต่าง ๆ ประกอบด้วย อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอก (DC Surge Protection) เป็น Type II
- มีหน้าจอแสดงการทำงานของ Grid Inverter
- เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า มีน้ำหนักไม่เกิน ๑๐๐ กิโลกรัม





d) เสียงรบกวน (Noise emission) ไม่เกิน ๙๐ เดซิเบล

e) ประสิทธิภาพเฉลี่ยไม่น้อยกว่า ๙๘.๕ %

๑.๑๙.๙ สภาพแวดล้อมในการทำงาน

a) สามารถทำงานได้ในช่วงอุณหภูมิ -๒๕ องศาเซลเซียส ถึง +๖๐ องศาเซลเซียส

b) ระบบป้องกันน้ำและฝุ่นไม่น้อยกว่า IP๖๖

c) มีระบบระบายอากาศแบบพัดลม

d) มีระดับการป้องกัน (Protection Rating) IP๖๕ หรือ ดีกว่า

๑.๑๙.๑๐ มีจอ LED หรือ LCD Display ที่สามารถแสดงค่าได้อย่างน้อย ดังต่อไปนี้

a) Volt AC Status

b) Volt DC Status

c) Frequency

d) Internet Connection Status

๑.๑๙.๑๑ มีระบบป้องกันความผิดปกติของระบบไฟฟ้า ดังนี้

a) Over/Under Voltage

b) Over/Under Frequency Protection

c) Anti-Islanding ตามข้อกำหนดของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

๑.๑๙.๑๒ มีความสามารถในการสื่อสารข้อมูลด้วยการเชื่อมต่อผ่าน Port มาตรฐานเป็นอย่างน้อย ดังนี้

a) RS๔๘๕ ไม่น้อยกว่า ๑ ชุด

b) Ethernet (LAN) ไม่น้อยกว่า ๑ ชุด

๑.๑๙.๑๓ เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการรับประกัน (Warranty) จากผู้ผลิตไม่น้อยกว่า ๑๐ ปี จากเจ้าของผลิตภัณฑ์ และมีหลักฐานหรือหนังสือรับรองจากผู้แทนจำหน่ายอย่างถูกต้อง

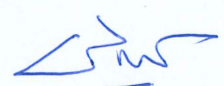
๒. โครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์และทุ่นลอยน้ำ ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

๒.๑ ทุ่นลอยน้ำต้องเป็นทุ่นที่ออกแบบเพื่อใช้ติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำ โดยเฉพาะ

๒.๒ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐาน DIN๑๐๕๕, AS/NZS ๑๑๗๐, JIS C ๘๙๕๕:๒๐๑๑

๒.๓ ทุ่นลอยน้ำต้องทำจากวัสดุ HDPE หรือ PP หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่า โดยต้องระบุอย่างชัดเจน ใน Catalog โดยต้องแนบ Catalog เพื่อประกอบการพิจารณา

๒.๔ วัสดุที่ใช้ทำทุ่นลอยน้ำจะต้องไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อแหล่งน้ำ วัสดุที่ใช้ต้องเหมาะสมที่จะใช้ในบรรยากาศและสภาพแวดล้อมทางน้ำ มีเสถียรภาพและสีสวยงาม ทนต่อการกัดกร่อนได้ (Anti-Corrosion), ทนรังสีอัลตราไวโอเลต (Anti-UV Aging) และไม่มีผลกระทบจากน้ำทะเล



(Sea Water), สารเคมี (Chemicals), ยา (Pharmaceuticals), จาระบี (Grease), และสิ่งมีชีวิตในน้ำ รวมไปถึงสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

๒.๕ ทุ่นลอยน้ำ (Floating) จะต้องทำจากวัสดุที่จะต้องสามารถทนรังสีอัลตราไวโอเลต (Anti-UV) ทั้งอุณหภูมิสูงและต่ำและผ่านการทดสอบทางด้านเครื่องกลที่เกี่ยวข้อง อย่างน้อย ดังนี้

๒.๕.๑ การทดสอบแรงดึง (Tensile)

๒.๕.๒ ความทนทานต่อแรงกระแทก (Impact Resistance), ความทนทานต่อการยืดออก (Elongation)

๒.๕.๓ ความต้านทานต่อการแตกร้าวเนื่องจากความเค้น (Stress cracking Resistance)

๒.๖ ทุ่นลอยน้ำต้องสามารถต้านแรงลมปะทะที่มีความเร็วอย่างน้อย ๓๐ เมตร/วินาที ได้

๒.๗ ส่วนประกอบโครงสร้าง สามารถถอดเป็นชิ้นส่วนและประกอบได้อย่างสะดวกแบบ Modular Type

๒.๘ วัสดุที่เป็นแคลมป์ (Clamp) ทำจาก Aluminum Anodized (AL๖๐๐๕-T๕) หรือเทียบเท่า

๒.๙ ทุ่นลอยน้ำที่รองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ต้องสามารถรองรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า ๒๕๐ กิโลกรัม/ตารางเมตร และทุ่นลอยน้ำที่เป็น Walkway สำหรับการบำรุงรักษา ต้องสามารถรองรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า ๑๕๐ กิโลกรัม/ตารางเมตร

๒.๑๐ อุปกรณ์จับยึดทุ่น ต้องเป็น Zinc-Nickle Alloy และ PP เทียบเท่าหรือดีกว่า

๒.๑๑ อายุการใช้งานของระบบทุ่นลอยน้ำ ต้องไม่น้อยกว่า ๒๕ ปี โดยจะต้องมีเอกสารรับรองจากผู้ผลิต

๒.๑๒ การออกแบบระบบทุ่นลอยน้ำและระบบยึดทุ่นลอยน้ำ ต้องสามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำ จากระดับน้ำต่ำสุดจนถึงระดับน้ำสูงสุดได้

๒.๑๓ การออกแบบการจัดวางสายไฟและทุ่นสายไฟต้องคำนึงถึงความปลอดภัยในการทำงานและการบำรุงรักษาระบบด้วย

๒.๑๔ ระบบทุ่นลอยน้ำต้องสามารถต้านแรงลมและคลื่นได้ ในขณะที่เกิดเหตุการณ์ดังกล่าว แผงเซลล์อาทิตย์ต้องไม่เกิดการชนกันเสียหายหรือเกิดอันตรายต่อกล่องเดินสาย (Array Box)

๒.๑๕ ระบบทุ่นลอยน้ำจะต้องสามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงทิศทางลมและระดับน้ำ

๒.๑๖ หลังจากเซ็นสัญญาผู้รับจ้างจะต้องทำการสำรวจหน้างาน ออกแบบทุ่นทางเดิน (walkway) ทุ่นสายไฟ และระบบยึดโยงทุ่นลอยน้ำ

๒.๑๗ การยึดทุ่นลอยน้ำเข้าด้วยกันจะต้องออกแบบการยึดโดยเฉพาะ เพื่อไม่ให้เกิดการหลุดหลวมและการเลื่อนไถลระหว่างการใช้งาน

๒.๑๘ ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมแผนงานโครงการ การออกแบบ การกำหนดโครงสร้างและขนาดการต่อทุ่นลอยน้ำ และข้อมูลจำเป็นอื่น ๆ เพื่อให้แน่ใจว่า การออกแบบระบบทั้งหมด การผลิต การติดตั้ง การทดสอบ (Commissioning) และการส่งมอบงาน (Handover) ถูกต้องตามที่ผู้ว่าจ้างยอมรับได้



๓. โครงสร้างรองรับระบบไฟฟ้าของระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ (๒๒ kV) ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

โครงสร้างรองรับระบบไฟฟ้า ๒๒ kV ของระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ จะต้องมียุทธศาสตร์เป็นแพหรือทุ่นลอยที่รองรับน้ำหนักของระบบทั้งหมดได้อย่างปลอดภัย ต้องติดตั้งให้แข็งแรงและปลอดภัยเป็นไปตามหลักวิศวกรรมไฟฟ้า

๓.๑ ขนาดของแพหรือทุ่นลอย

- กรณีแพหรือทุ่นลอยที่สามารถลากจูงได้ จะต้องออกแบบขนาดเหมาะสมตามมาตรฐานของการจัดเรียงอุปกรณ์ไฟฟ้า
- กรณีแพหรือทุ่นลอยซึ่งจอดอยู่กับที่ (ไม่เคลื่อนที่) ต้องมีการจ้ำยัดให้แข็งแรง

๓.๒ วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างรองรับระบบไฟฟ้าแบบลอยน้ำจะต้องไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อแหล่งน้ำ วัสดุที่ใช้ต้องเหมาะสมที่จะใช้ในบรรยากาศและสภาพแวดล้อมทางน้ำ ทนต่อการกัดกร่อนได้ (Anti-Corrosion), ทนรังสีอัลตราไวโอเลต (Anti-UV Aging) และไม่มีผลกระทบจากน้ำทะเล (Sea Water), สารเคมี (Chemicals), ยา (Pharmaceuticals), จาระบี (Grease), และสิ่งมีชีวิตในน้ำ

๓.๓ กรณีใช้เหล็กทำโครงสร้างจะต้องมีความหนาไม่ต่ำกว่า ๓ มิลลิเมตรหรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติคล้ายคลึงกัน

๓.๔ อายุการใช้งานของโครงสร้างรองรับระบบไฟฟ้าแบบลอยน้ำต้องไม่น้อยกว่า ๒๕ ปี โดยจะต้องมีเอกสารรับรองจากทางผู้ผลิต

๓.๕ การออกแบบโครงสร้าง ต้องสามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำจากระดับน้ำต่ำสุดจนถึงระดับน้ำสูงสุดได้

๓.๖ การออกแบบโครงสร้างรองรับระบบไฟฟ้าทุ่นลอยจะต้องมีช่องเปิดปิดที่ผิวน้ำได้ และให้ผูปฏิบัติงานลงไปตรวจดูได้สะดวก

๓.๗ การออกแบบการจัดวางระบบไฟฟ้าต้องคำนึงถึงความปลอดภัยในการทำงานและการบำรุงรักษาระบบด้วย

๓.๘ โครงสร้างจะต้องเป็นไปตามเกณฑ์ระยะกราบพื้นน้ำ วัดจากขอบบนสูงสุดของแพหรือทุ่นลอย ถึงระดับน้ำต้องไม่น้อยกว่า ๓๐ เซนติเมตร เมื่อบรรทุกเต็มที่

๓.๙ โครงสร้างรองรับระบบไฟฟ้าแบบลอยน้ำต้องสามารถต้านแรงลมและคลื่นได้

๓.๑๐ การยึดโครงสร้างรองรับระบบไฟฟ้าแบบลอยน้ำเข้าด้วยกันจะต้องออกแบบการยึดโดยเฉพาะอย่างน้อย ๔ แห่ง (กราบละ ๒ แห่ง) เพื่อไม่ให้เกิดการหลุดหลวมและการเลื่อนไถลระหว่างการใช้งาน

๓.๑๑ ทางเดินรอบโครงสร้างรองรับระบบไฟฟ้าแบบลอยน้ำจะต้องมีการติดตั้งราวกันตก ที่มีความแข็งแรงมากเพียงพอ เพื่อป้องกันอันตรายจากการตกน้ำ ความสูงไม่ต่ำกว่า ๑ เมตร

๓.๑๒ มีอุปกรณ์ชูชีพติดตั้งไว้ในที่มองเห็นได้ชัดเจนและหยิบใช้ได้สะดวกตามข้อกำหนด



๓.๑๓ มีการติดตั้งอุปกรณ์ดับเพลิงชนิดหัวเคลื่อนที่ได้ ขนาดน้ำหนักไม่น้อยกว่า ๑๐ ปอนด์ จำนวน ๒ เครื่อง

๓.๑๔ จะต้องมีย้ายแสดงจำนวนคนทำงานที่ได้รับอนุญาตให้บรรทุกได้ ตามที่ระบุไว้ในใบอนุญาต ติดไว้บริเวณ ที่ขึ้น-ลงของคนทำงานให้เห็นเด่นชัดทั้ง ๒ ข้าง

๓.๑๕ ผู้รับจ้างจะต้องทำการสำรวจหน้างานและออกแบบโครงสร้างรองรับระบบไฟฟ้าแบบลอยน้ำตามหลักวิศวกรรมไฟฟ้า โดยจะต้องมีวิศวกรระดับสามัญหรือสูงกว่า ในส่วนงานโยธาและไฟฟ้าเซ็นรับรองการออกแบบเสนอต่อผู้ว่าจ้างก่อนพิจารณาดำเนินการ

๓.๑๖ ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมแผนงานโครงการ การออกแบบ การกำหนดโครงสร้างและขนาดการต่อโครงสร้างรองรับระบบไฟฟ้าแบบลอยน้ำ เพื่อให้แน่ใจว่าการออกแบบระบบทั้งหมดถูกต้องตามวิศวกรรมที่ผู้ว่าจ้างยอมรับได้

๓.๑๗ ผู้รับจ้างจะต้องจัดให้มีวิศวกรระดับสามัญ หรือสูงกว่าในส่วนงานโยธาและไฟฟ้าควบคุมการติดตั้งโครงสร้างรองรับระบบไฟฟ้าแบบลอยน้ำ

๔. อุปกรณ์ป้องกันและปลดวงจรระบบไฟฟ้าทางด้านไฟฟ้ากระแสตรง ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

อุปกรณ์ป้องกันและปลดวงจรระบบไฟฟ้าของระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบทุ่นลอยบนผิวน้ำต้องติดตั้งในจำนวนที่เหมาะสมเป็นไปตามหลักวิศวกรรม เป็นระเบียบ แข็งแรง และปลอดภัย

๔.๑ DC Fuse สำหรับป้องกันด้านไฟฟ้ากระแสตรง

๔.๑.๑ ขนาดฟิวส์กระแสไฟฟ้าต่อเนื่องไม่น้อยกว่า ๑.๒๕ เท่าของฟิวส์กระแสสูงสุด (Isc) ของชุดแผงเซลล์

๔.๑.๒ มีฟิวส์กระแสลัดวงจร Isc ไม่ต่ำกว่า ๑.๒๕ เท่าของฟิวส์กระแสสูงสุด Isc ของระบบ

๔.๑.๓ สามารถปลดวงจรไฟฟ้าได้โดยไม่ต้องปลดโหลด

๔.๑.๔ มีฟิวส์แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ไม่ต่ำกว่า ๑.๐๖ เท่าของของแรงดัน Voc ของระบบ

๔.๑.๕ DC Fuse Holder ต้องมี Indicator บอกสถานะการทำงาน

๔.๒ DC Circuit Breaker สำหรับป้องกันและปลดวงจร Inverter ด้านไฟฟ้ากระแสตรง

๔.๒.๑ ออกแบบสำหรับใช้กับไฟฟ้ากระแสตรงสำหรับระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ โดยเฉพาะ

๔.๒.๒ ขนาดฟิวส์กระแสไฟฟ้าต่อเนื่องไม่น้อยกว่า ๑.๒๕ เท่าของฟิวส์กระแสสูงสุด (Isc) ของชุดแผงเซลล์

๔.๒.๓ มีฟิวส์กระแสลัดวงจร Isc ไม่ต่ำกว่า ๑.๒๕ เท่าของฟิวส์กระแสสูงสุด Isc ของระบบ

๔.๒.๔ สามารถปลดวงจรไฟฟ้าได้โดยไม่ต้องปลดโหลด

๔.๒.๕ มีฟิวส์แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ไม่ต่ำกว่า ๑.๐๖ เท่าของของแรงดัน Voc ของระบบ

๔.๒.๖ มี Indicator บอกตำแหน่งหรือสถานะการทำงาน



- ๔.๒.๗ ระดับการป้องกันไม่น้อยกว่า IP๖๕
- ๔.๒.๘ มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC ๖๐๘๙๘ หรือ IEC ๖๐๙๔๗ หรือเทียบเท่า
- ๔.๒.๙ ติดตั้งอยู่ภายในตู้สำหรับอุปกรณ์โดยเฉพาะ แยกจากตู้เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า
- ๔.๓ อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้ากระชอก (PV Surge Protector) ด้านไฟฟ้ากระแสตรง
 - ๔.๓.๑ ออกแบบสำหรับใช้กับไฟฟ้ากระแสตรงสำหรับระบบผลิตไฟฟ้าแสงอาทิตย์โดยเฉพาะ
 - ๔.๓.๒ มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน EN ๕๐๕๓๙-๑๑ หรือเทียบเท่า
 - ๔.๓.๓ ติดตั้งอยู่ภายในตู้สำหรับอุปกรณ์ที่ติดตั้งตามอาคาร หรือติดตั้งภายในเครื่องอินเวอร์เตอร์

๕. อุปกรณ์ป้องกันและปลดวงจรระบบไฟฟ้าทางด้านไฟฟ้ากระแสสลับ ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- ๕.๑ AC Circuit Breaker สำหรับป้องกันและปลดวงจร Inverter ด้านไฟฟ้ากระแสสลับ
 - ๕.๑.๑ เป็นชนิด ๓ Poles, ๓ Phases, ๕๐ Hz.
 - ๕.๑.๒ มีพิกัดกระแสลัดวงจร Icu ตามผลการคำนวณ แต่ต้องไม่น้อยกว่า ๑๐ kA
 - ๕.๑.๓ มีพิกัดกระแส Ampere trip : AT ไม่น้อยกว่า ๑.๒๕ เท่าของกระแสพิกัดกระแสจ่ายออกสูงสุดของอินเวอร์เตอร์
 - ๕.๑.๔ สามารถปลดวงจรไฟฟ้าได้โดยไม่ต้องปลดโหลด
 - ๕.๑.๕ มี Indicator บอกตำแหน่งหรือสภาวะการทำงาน
 - ๕.๑.๖ ระดับการป้องกันไม่น้อยกว่า IP๖๕
 - ๕.๑.๗ มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC ๖๐๘๙๘ หรือ IEC ๖๐๙๔๗ หรือเทียบเท่า
 - ๕.๑.๘ ติดตั้งอยู่ภายในตู้สำหรับอุปกรณ์โดยเฉพาะ แยกจากตู้เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า
- ๕.๒ อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้ากระชอก (AC Surge Protector) ด้านไฟฟ้ากระแสสลับ
 - ๕.๒.๑ สำหรับใช้กับระบบไฟฟ้า ๓ Phase, ๕๐ Hz
 - ๕.๒.๒ มีคุณสมบัติการป้องกัน (Mode of protection) ต้องสามารถป้องกันไฟฟ้ากระชอกระหว่าง Phase กับ Phase (L-L), Phase กับ Ground (L-G), Phase กับ Neutral (L-N) และ Neutral กับ Ground (N-G)
 - ๕.๒.๓ Surge arrester class type ๒
 - ๕.๒.๔ Maximum discharge current ๔๐ kA
 - ๕.๒.๕ Response Time: not more than ๒๕ nanoseconds
 - ๕.๒.๖ ติดตั้งอยู่ภายในตู้สำหรับอุปกรณ์ที่ติดตั้งตามอาคาร

๖. สายไฟฟ้า ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- ๖.๑ สายไฟของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไป Array Box



๖.๑.๑ การต่อสายไฟฟ้าระหว่างแผงต้องเป็นที่ใช้งานกับสายไฟชนิด Photovoltaic Cable ที่สามารถทนอุณหภูมิไม่น้อยกว่า 80°C หรือเป็นสายไฟฟ้าประเภท ๐.๖/๑ kV CV ตามมาตรฐาน IEC ๖๐๕๐๒ หรือสายชนิดอื่นที่มีคุณสมบัติดีกว่า สำหรับการเดินสายไฟฟ้ากระแสดตรงที่มีระยะการเดินสายไม่เกิน ๑๐๐ เมตร

๖.๑.๒ เป็นสายไฟฟ้าประเภท ๐.๖/๑ kV CV ตามมาตรฐาน IEC ๖๐๕๐๒ หรือสายชนิดอื่นที่มีคุณสมบัติดีกว่า สำหรับการเดินสายไฟฟ้ากระแสดตรงที่ระยะมากกว่า ๑๐๐ เมตร

๖.๑.๓ สามารถทนแรงดันสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า ๑.๐๖ เท่าของแรงดันเปิดวงจร (Voc) ของระบบ

๖.๑.๔ ด้านไฟฟ้ากระแสดตรง มีความสามารถทนกระแสสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า ๑.๒๕ เท่าของกระแสลัดวงจรของชุดแผงเซลล์ฯ (Isc) ที่สภาวะ STC

๖.๑.๕ สายไฟฟ้าทุกเส้นที่ปลายทั้ง ๒ ด้าน ต้องมีหมายเลขและ/หรือตัวอักษรกำกับ (Wire Mark) เป็นแบบบล็อกสวม ยากแก่การลอกหลุดหาย เช่น Hot Printing

๖.๑.๖ ในการออกแบบจะต้องคำนึงถึงแรงดันตกไม่เกิน ๒%

๖.๒ สายไฟของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไปจาก Array Box ไป อาคารควบคุม

๖.๒.๑ เป็นสายไฟฟ้าประเภท ๐.๖/๑ kV CV ตามมาตรฐาน IEC ๖๐๕๐๒ หรือสายชนิดอื่นที่มีคุณสมบัติดีกว่า สำหรับการเดินสายไฟฟ้ากระแสดตรงที่ระยะมากกว่า ๑๐๐ เมตร

๖.๒.๒ สามารถทนแรงดันสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า ๑.๐๖ เท่าของแรงดันเปิดวงจร (Voc) ของระบบ

๖.๒.๓ ด้านไฟฟ้ากระแสดตรง มีความสามารถทนกระแสสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า ๑.๒๕ เท่าของกระแสลัดวงจรของชุดแผงเซลล์ฯ (Isc) ที่สภาวะ STC

๖.๒.๔ สายไฟฟ้าทุกเส้นที่ปลายทั้ง ๒ ด้าน ต้องมีหมายเลขและ/หรือตัวอักษรกำกับ (Wire Mark) เป็นแบบบล็อกสวม ยากแก่การลอกหลุดหาย เช่น Hot Printing

๖.๒.๕ มีขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่าสายที่ออกจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์

๖.๒.๖ ในการออกแบบจะต้องคำนึงถึงแรงดันตกไม่เกิน ๒%

๖.๓ สายไฟฟ้ากระแสสลับ

๖.๓.๑ เป็นสายไฟฟ้าประเภท ๐.๖/๑ kV CV ตามมาตรฐาน IEC ๖๐๕๐๒ หรือสายชนิดอื่นที่มีคุณสมบัติดีกว่า สำหรับการเดินสายไฟฟ้ากระแสดตรงที่ระยะมากกว่า ๑๐๐ เมตร

๖.๓.๒ มีขนาดทนกระแสสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า ๑.๒๕ เท่าของ กระแสไฟฟ้าสูงสุดของเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า

๖.๓.๓ การเดินสายไฟในอาคาร หากมีจุดต่อเชื่อมหรือจุดแยกสายใด ๆ ต้องต่อหรือแยกสายไฟภายในกล่องรวมสายหรือกล่องแยกสาย ต้องเป็นชนิดที่ติดตั้งภายนอกอาคารทำจากโลหะกันสนิม

๖.๓.๔ มีอุปกรณ์ที่สามารถแยกจุดต่อเข้าใช้งานได้ง่ายและสะดวกในการตรวจสอบ

๖.๓.๕ การเดินสายต้องดำเนินการติดตั้งไว้อย่างเป็นระเบียบถูกต้องตามหลักวิศวกรรมไฟฟ้าให้ดูสวยงามและได้มาตรฐาน วสท. เป็นอย่างน้อย



๗. ท่อร้อยสายไฟฟ้า ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

๗.๑ กรณีเป็นท่อ POLYETHYLENE ต้องเป็นท่อชนิดความหนาแน่นสูง (HIGH DENSITY POLYETHYLENE PIPE, HDPE) ชั้นคุณภาพ PN ๘ หรือดีกว่า และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรอง มอก. ๙๘๒

๗.๒ กรณีเป็นท่อชนิดความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene Pipe, HDPE) แบบลูกฟูก (E-Flex) ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.)

๗.๓ กรณีเป็นท่อโลหะร้อยสายภายในอาคาร ต้องเป็นชนิดท่อโลหะร้อยสายไฟฟ้า EMT หรือดีกว่า กรณีเป็นท่อโลหะร้อยสายภายนอกอาคาร ต้องเป็นชนิดท่อโลหะร้อยสายไฟฟ้า IMC หรือดีกว่า

๗.๔ ท่อร้อยสายไฟ (Conduit) หากต้องทำการตัด ต่อ จะต้องลบคมและทำความสะอาดให้เรียบร้อย

๘. สายดิน

๘.๑ เป็นสายไฟฟ้าประเภท THW หรือสายชนิดอื่นที่มีคุณสมบัติดีกว่า

๘.๒ สายดินของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องมีขนาดต่ำสุดไม่น้อยกว่า ๖ ตารางมิลลิเมตร

๘.๓ ขนาดของสายดินต้องไม่เล็กกว่า ๑๒.๕% ของสายตัวนำประธาน

๘.๔ ในกรณีเดินสายควบถ้ามีสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าให้เดินขนานกันไปในแต่ละท่อสายและให้คำนวณขนาดสายดินจากพิกัดหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันกระแสเกินของวงจรนั้น

๘.๕ ในกรณีเดินสายหลายวงจรในท่อสายเดียวกันแต่ใช้สายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าร่วมกันในท่อสายนั้นให้คำนวณขนาดสายดินจากพิกัดหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันกระแสเกินที่ใหญ่ที่สุดที่ป้องกันสายในท่อสายนั้น

๘.๖ การต่อสายดินเข้ากับกล่องถ้ามีสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าอยู่หลายเส้นแต่ละเส้นต้องต่อถึงกันทางไฟฟ้าเป็นอย่างดีและต้องจัดให้การต่อลงดินมีความต่อเนื่องโดยไม่ขาดตอนแม้ว่าจะถอดหรือปลดวงจรเครื่องประกอบหรือสิ่งอื่นที่รับไฟฟ้าจากกล่องนั้น

๘.๗ ท่อสายที่เป็นโลหะรางเคเบิลเครื่องหุ้มโครงเครื่องประกอบในการติดตั้งและส่วนที่เป็นโลหะอื่น ๆ ที่ไม่ได้เป็นทางเดินของกระแสไฟฟ้าถ้าสิ่งเหล่านี้ทำหน้าที่แทนสายดินต้องมีการต่อถึงกันทางไฟฟ้าและสามารถทนกระแสลัดวงจรใด ๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้

๘.๘ เกลียวและหน้าสัมผัสให้ชุดสวิตช์หรือสิ่งเคลือบอื่น ๆ ที่ไม่เป็นตัวนำไฟฟ้าออกก่อนทำการต่อ เว้นแต่ใช้อุปกรณ์การต่อที่ออกแบบไว้โดยเฉพาะ

๘.๙ มีอุปกรณ์ที่สามารถแยกจุดต่อเข้าใช้งานได้ง่ายและสะดวกในการตรวจสอบ

๙. กล่องรวมสาย (Array Box) ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

๙.๑ เป็นกล่องโลหะ หรือกล่องพลาสติกแข็ง ชนิดใช้งานกลางแจ้ง (Outdoor type)

๙.๒ สามารถป้องกันสิ่งรบกวนตาม Ingress Protection (IP) ที่ระดับ IP ๖๕ หรือดีกว่า



๙.๓ ต้องติดตั้งขั้วต่อสายไฟฟ้าภายในกล่องรวมสายอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ เป็นระเบียบ แข็งแรง และปลอดภัย

๑๐. ตู้อุปกรณ์ควบคุมทางไฟฟ้า ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

๑๐.๑ เป็นตู้โลหะ ทำจากแผ่นเหล็กปลอดสนิม SUS๓๐๔ ความหนาไม่น้อยกว่า ๑.๕ มิลลิเมตร ชัดผิว และพ่นสีฝุ่น ๒ ชั้น โดยสีจะต้องมีผิวแห้งและแข็ง ทนต่อการขีดขีด ทนน้ำมัน และทนความร้อน

๑๐.๒ ด้านหน้าตู้เป็นฝาเปิด-ปิด ๒ ชั้นแบบกันน้ำ ชั้นนอกตัดช่องเป็นกระจกมียางกันน้ำโดยรอบ พื้นฝาชั้นในตัดเป็นช่องที่มีสัดส่วนเหมาะสมสำหรับติดตั้งเครื่องมือแสดงค่าทางไฟฟ้า โดยติดกรอบยางหรือวัสดุอื่น ๆ ที่มีคุณภาพเทียบเท่า หรือดีกว่าที่ขอบฝาตู้ชั้นนอก

๑๐.๓ ติดตั้งเครื่องมือแสดงค่าทางไฟฟ้าบนฝาตู้พร้อมชื่อของเครื่องมือ นั้น ๆ โดยพิมพ์ชื่อบน sticker ชนิดหนาที่ทนต่อการฉีกขาด และติดตั้งให้ครบถ้วนอย่างเป็นระเบียบสวยงาม การต่อต้องยึดด้วยสกรูบน Terminal Box ที่ติดตั้งอย่างเป็นระเบียบ แข็งแรง และปลอดภัย

๑๐.๔ มีระบบล็อคบานประตู โดยจะต้องมีกุญแจสำหรับล็อคบานประตู และจะต้องมียาง Seal ระหว่างบานประตูกับตู้ โดยยางจะต้องวางอยู่ในรางเหล็ก หรือมีการบังคับอย่างอื่น เพื่อป้องกันไม่ให้ยางหลุด หรือเลื่อนไปจากแนวที่ Seal ได้ง่าย

๑๐.๕ มีช่องระบายอากาศที่ผนังด้านข้างทั้งสองด้าน โดยช่องระบายอากาศทุกช่อง จะต้องบุด้วย ตะแกรงรูกลม

๑๐.๖ มีแผ่นฉนวนครีติกใสปิดบังบริเวณจุดเข้าสายไฟฟ้าภายในตู้

๑๑. ระบบการตรวจวัด (MONITORING) บันทึกและแสดงผลการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ แบบทุ่นลอยบนผิวน้ำ

๑๑.๑ อุปกรณ์ตรวจวัดสภาพอากาศของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ประกอบด้วย

๑๑.๑.๑ อุปกรณ์วัดค่าความเข้มแสงอาทิตย์ (PYRANOMETER) เป็นอุปกรณ์วัดค่าความเข้มแสงอาทิตย์แบบ SECONDARY STANDARD หรือ FIRST CLASS โดยมีรายละเอียดดังนี้

a) SECONDARY STANDARD PYRANOMETER

- i. Response Time ≤ 5 s
- ii. Temperature Response $< 1\%$ (-40 to $+80$)
- iii. ระดับการป้องกัน IP๖๗ หรือ ดีกว่า

b) FIRST CLASS PYRANOMETER

- i. Response Time ≤ 18 s
- ii. Temperature Response $< 0.4\%$ (-40 to $+80$)
- iii. ระดับการป้องกัน IP๖๗ หรือ ดีกว่า



๑๑.๑.๒ AMBIENT TEMPERATURE SENSOR

- a) Operating Condition (-๔๐ to +๘๐)
- b) เป็นไปตามมาตรฐาน EN

๑๑.๑.๓ MODULE TEMPERATURE SENSOR

- a) Operating Condition (-๕๐ to +๑๕๐)
- b) เป็นไปตามมาตรฐาน EN

๑๑.๒ อุปกรณ์แสดงผลการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์บนพื้นน้ำ

เครื่องวัดการใช้พลังงานไฟฟ้ากระแสสลับแบบดิจิตอล (Digital AC Power Meter) ของระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ประกอบด้วย Digital Power Meter สำหรับใช้ตรวจวัดค่าทางไฟฟ้าอื่น ๆ แบบ Real time จำนวน ๕ ชุด

โดยอ่านข้อมูลที่วัดได้ทั้งหน้าจอแสดงผลและสามารถส่งข้อมูลที่วัดไปยังจอแสดงผลการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์โดยผ่านระบบสื่อสารข้อมูล พร้อมอุปกรณ์ประกอบที่อาคารส่วนกลางได้ สำหรับการติดตั้งเครื่องวัดการใช้พลังงานไฟฟ้ากระแสสลับแบบดิจิตอล มีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

๑๑.๒.๑ Measurement

- a) Voltage: Line to Neutral per Phase, ๓ Phase Line to Line and Min/Max
- b) Current: Per phase and Min/Max
- c) Power (kVA, kW, kVAR) : Per phase and Total ๓ Phase
- d) Power Factor: Per phase and Total ๓ Phase
- e) Energy (kWh, kVAh, kVARh): Per Phase and Total ๓ Phase
- f) Harmonics: Up to ๓๙ order
- g) Harmonics Distortion: %THD of Voltage and Current
- h) Type of Measurement: True RMS
- i) Frequency measuring range ๑๕ - ๔๔๐ Hz

๑๑.๒.๒ Accuracy

- a) Voltage measurement ๐.๑%
- b) Current measurement ๐.๒%
- c) Active energy (kWh, .../๕A) Class ๐.๒S

๑๑.๒.๓ Nominal Input Voltage: Direct up to ๔๐๐ V Line to Line

๑๑.๒.๔ Input Current: suitable for ๕ A. CT secondary rating

๑๑.๒.๕ Overload for ๑ Sec.: ๑๒๐ A (sinusoidal)

๑๑.๒.๖ Programmable: Both CT and PT Ratio



๑๑.๒.๗ Burden: Not more than ๖ VA

๑๑.๒.๘ Display: LCD or LED Display

๑๑.๒.๙ Communication

a) Port: RS-๔๘๕, Profibus DP, Ethernet ๑๐/๑๐๐ Base-TX (RJ-๔๕ socket)

b) Protocol: Modbus RTU

๑๑.๒.๑๐ Standard Compliance: UL๖๑๐๑๐B-๑, IEC ๖๑๐๑๐-๑, IEC ๖๒๐๕๓-๒๒ etc.

๑๑.๒.๑๑ Safety: Measured Category III, Pollution Degree ๒