

ข้อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะ

ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อสนับสนุนการปฏิบัติการกิจของหน่วยปฏิบัติการทหารเรือ

1. วัตถุประสงค์

ต้องการจัดซื้อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อสนับสนุนการปฏิบัติการกิจของหน่วยปฏิบัติการทหารเรือ จำนวน 28 ระบบ ประกอบด้วยระบบขนาด 1,500 วัตต์ จำนวน 6 ระบบ ระบบขนาด 1,000 วัตต์ จำนวน 9 ระบบ และระบบขนาด 500 วัตต์ จำนวน 13 ระบบ

2. ข้อกำหนดทั่วไป

อุปกรณ์ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อสนับสนุนการปฏิบัติการกิจของหน่วยปฏิบัติการทหารเรือ จะต้องเป็นของใหม่ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน มีรายละเอียดดังนี้

ก. รายละเอียดเฉพาะของอุปกรณ์ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาด 1,500 วัตต์ จำนวน 6 ระบบ มีรายละเอียดดังนี้

ก.1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ จำนวน 1 ชุดต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

ก.1.1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นชนิดผลึก (Crystalline silicon) มีขนาดกำลังผลิตไฟฟ้าสูงสุดไม่ต่ำกว่า 100 Wp ต่อแผง ที่สภาวะ Standard test condition, STC (ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ $1,000 \text{ W/m}^2$ อุณหภูมิแผงเซลล์ 25°C , Air mass 1.5)

ก.1.2 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทุกแผงของแต่ละระบบต้องเป็นยี่ห้อและรุ่นที่มีค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดเหมือนกัน

ก.1.3 ชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องมีขนาดกำลังไฟฟ้าสูงสุดรวมไม่น้อยกว่า 1,500 วัตต์ต่อระบบ

ก.1.4 มีค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด V_{oc} ของแผงเซลล์ฯ ไม่น้อยกว่า $20 V_{dc}$ แรงดันไฟฟ้าที่กำลังไฟฟ้าสูงสุด V_{mp} ไม่น้อยกว่า 17.0 V ที่สภาวะ STC

ก.1.5 มีค่า Maximum system voltage ไม่น้อยกว่า $600 V_{dc}$

ก.1.6 มีกรอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์(Frame) เป็นโลหะที่แข็งแรง ไม่เป็นสนิมและทนทานต่อสภาพแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศได้ดี

ก.1.7 ด้านหลังของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ติดตั้งขั้วต่อสาย (Terminal box) ที่มีการปิดผนึก และติดตั้งสายไฟฟ้ามาพร้อมแผงเซลล์ฯ อย่างมั่นคง แข็งแรง หรือติดตั้งกล่องต่อสายไฟฟ้า (Junction box) ที่มีขั้วต่อสายไฟฟ้าติดตั้งภายในกล่องอย่างมั่นคง แข็งแรง และมีฝาที่ปิดล็อกกล่องสามารถป้องกันฝุ่นและละอองน้ำ

ก.1.8 เป็นแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ได้รับการรับรองตามมาตรฐาน IEC 61215 Crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules-Design qualification and type approval หรือได้รับการรับรอง

มาตรฐาน มอก. 1843 โดยมีเอกสารแสดงการได้รับการรับรองมาตรฐาน (Certificated) ดังกล่าว แสดงประกอบการพิจารณา

ก.1.9 เป็นแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน IEC 61730 Photovoltaic (PV) module safety qualification หรือ มอก. 2580 โดยมีเอกสารแสดงการได้รับการรับรองมาตรฐาน (Certificated) หรือมีรายงานแสดงผลการทดสอบ (Test report) ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานดังกล่าว แสดงประกอบการพิจารณา

ก.1.10 เป็นแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน มอก. 9001 หรือได้รับ ISO 9001 แสดงประกอบการพิจารณา

ก.2 โครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จำนวน 1 ชุดต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

ก.2.1 เสาของชุดโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นท่อเหล็กประเภท BS-M มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว และชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน (Hot dip galvanizing) ตามมาตรฐาน ASTM

ก.2.2 วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ต้องเป็นเหล็กเคลือบสังกะสี หรือเป็นวัสดุอื่นที่มีความแข็งแรงและมีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่า

ก.2.3 ส่วนประกอบโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ต้องสามารถถอดออกเป็นชิ้นส่วนและประกอบได้อย่างสะดวก และติดตั้งชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทำมุมเอียงกับแนวนอน 15-20 องศา

ก.2.4 ชุดโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ต้องติดตั้งบนตอม่อคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยพื้นบนของเสาตอม่อต้องมีรูปแบบที่รองรับน้ำหนักและแรงลมของเสาโครงสร้างฯ ได้อย่างมั่นคง แข็งแรง

ก.2.5 วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้จับยึดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และใช้ยึดชุดโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จะต้องมีความเหมาะสมและเป็นวัสดุที่ทำจากสแตนเลส (Stainless steel)

ก.2.6 กำหนดให้ชุดโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ หลังจากติดตั้งชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ต้องสามารถรับน้ำหนักและสามารถต้านทานต่อแรงลมปะทะที่มีความเร็วไม่ต่ำกว่า 20 เมตร ต่อวินาที

ก.3 อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ จำนวน 1 เครื่องต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

ก.3.1 มีคุณสมบัติสามารถป้องกัน Over charge battery

ก.3.2 มีคุณสมบัติสามารถป้องกัน Lightning surge

ก.3.3 มีพิกัดแรงดันไฟฟ้าด้านเข้าสูงสุด (Maximum Voltage) ไม่ต่ำกว่าค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุด (V_{mp}) ของชุดแผงเซลล์ฯ ที่สภาวะ Standard test condition, STC

ก.3.4 มีพิกัดกระแสไฟฟ้าด้านเข้าสูงสุด (Maximum current) ไม่ต่ำกว่าค่ากระแสจ่ายออกสูงสุด (I_{mp}) ของชุดแผงเซลล์ฯ ที่สภาวะ Standard test condition, STC

ก.3.5 มีอุปกรณ์หรือวงจรป้องกันความเสียหายเนื่องจากกระแสไฟฟ้าย้อนกลับจากชุดแบตเตอรี่ เมื่อวงจรด้าน Input ของอุปกรณ์ฯ อยู่ในสถานะเปิดวงจร (Open circuit)

ก.3.6 แรงดันไฟฟ้าขาออก (Output voltage) สามารถประจุไฟฟ้าเข้าชุดแบตเตอรี่ได้ และระดับค่าแรงดันประจุปกติ Nominal voltage เป็นระดับเดียวกันกับแรงดันขาเข้าปกติ (Nominal input voltage) ของอินเวอร์เตอร์

ก.3.7 มีหลอดสัญญาณ LED หรือจอ LCD แสดงสถานะการทำงาน

ก.3.8 มีระบบปรับสถานะการประจุโดยอัตโนมัติ เช่น Boost charge หรือ Bulk charge, Float charge เป็นต้น

ก.3.9 มีฟังก์ชันตัดวงจรการจ่ายกระแสไฟฟ้าของแบตเตอรี่ (Low voltage cut off) โดยอัตโนมัติที่ระดับแรงดันขั้วชุดแบตเตอรี่เฉลี่ย 1.8-1.9 V/cell และมีฟังก์ชันต่อวงจรการจ่ายกระแสไฟฟ้าของแบตเตอรี่คืนกลับ (Reconnect voltage) โดยอัตโนมัติ ที่ระดับแรงดันขั้วชุดแบตเตอรี่เฉลี่ย 2.0 – 2.1 V/cell

ก.3.10 มีหน้าจอแบบ LCD หรือแบบอื่นที่สามารถแสดงข้อมูลแบบตัวเลข ประกอบด้วย ค่าพลังงานไฟฟ้าประจุแบตเตอรี่แบบสะสม (Accumulated DC kWh) ค่าแรงดันไฟฟ้าชั่วขณะ (Real time DC Volt) และค่ากระแสไฟฟ้าชั่วขณะ (Real time DC Ampere) ในขณะที่อุปกรณ์ทำงานประจุแบตเตอรี่

ก.3.11 ได้รับมาตรฐาน ISO 9001/2000

หากอุปกรณ์ควบคุมฯ ไม่สามารถทำงานตามข้อกำหนด ก.3.9 และ ก.3.10 ผู้เสนอราคาต้องเสนอเครื่องมือหรืออุปกรณ์เพิ่มที่สามารถทำงานได้จริงตามเงื่อนไขดังกล่าวมาด้วย

ก.4 อินเวอร์เตอร์ จำนวน 1 เครื่องต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

ก.4.1 เป็นชนิดอิสระ Stand Alone Inverter, 1 Phase 2 wires และเป็นแบบที่มี Output transformer

ก.4.2 แรงดันไฟฟ้าขาเข้า Nominal input voltage เป็นชนิด 24 V_{dc} หรือ 48 V_{dc}

ก.4.3 แรงดันไฟฟ้าขาออก Nominal output voltage เป็นชนิด 220 V_{ac} 50 Hz

ก.4.4 Output voltage regulation ไม่เกิน 5% ที่ Steady state load

ก.4.5 ฮาร์มอนิกของแรงดัน Total harmonic distortion (THDv) ไม่เกิน 4% เมื่อจ่ายภาระไฟฟ้าที่ 0.8 Lagging power factor

ก.4.6 พิกัดขนาดจ่ายกำลังไฟฟ้าต่อเนื่อง (Continuous power) ไม่น้อยกว่า 1.5 kVA หรือ 1.5 kW

ก.4.7 Maximum surge power ไม่น้อยกว่า 2 เท่าของพิกัดกำลังไฟฟ้าต่อเนื่อง

ก.4.8 รูปสัญญาณแรงดันไฟฟ้า Output เป็นชนิด Real sine wave หรือ Pure sine wave

ก.4.9 ประสิทธิภาพไม่น้อยกว่า 90% ที่พิกัดกำลังไฟฟ้าสูงสุด (Full load)

ก.4.10 มีระบบป้องกัน Over load, Short circuit, Over input voltage

ก.4.11 ได้รับมาตรฐาน ISO 9001/2000

ก.4.12 มีตู้เหล็กขนาดที่เหมาะสม เพื่อสำหรับติดตั้งอินเวอร์เตอร์

ก.5 แบตเตอรี่ จำนวน 1 ชุดต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

ก.5.1 เป็นชนิด Stationary vented lead acid (VLA) มีค่าแรงดันขั้วปกติ (Nominal voltage) 2 V/Cell

ก.5.2 มีค่าความจุพลังงานไฟฟ้ารวมไม่น้อยกว่า 18 kWhต่อลูก โดยคำนวณจากที่ค่าอัตราการคายประจุ 100 ชั่วโมง แรงดันสุดท้าย 1.8 v/Cell ที่อุณหภูมิอากาศ 20° C (หากแรงดันระบบมีค่า 24 V ค่าความจุ capacity มีค่าไม่น้อยกว่า 833 Ahต่อลูก หรือแรงดันระบบมีค่า 48 V ค่าความจุ capacity จะต้องไม่น้อยกว่า 416 Ahต่อลูก)

ก.5.3 แผ่น Plate ที่ขั้วบวกเป็นแบบ Tubular

ก.5.4 Cycle life ไม่น้อยกว่า 4,000 ครั้ง ที่ค่า DOD 20% โดยมีกราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง Cycle life และ DOD ของรุ่นแบตเตอรี่ที่เสนอ หรือเอกสารรับรองจากผู้ผลิต

ก.5.5 Self discharge rate ไม่เกิน 3% ต่อเดือน ที่อุณหภูมิแวดล้อม 20 °C หรือไม่เกิน 5% ต่อเดือน ที่อุณหภูมิแวดล้อม 30 °C หรือเอกสารรับรองจากผู้ผลิต

ก.5.6 ตัวถังแบตเตอรี่ (Container) ผลิตจากวัสดุโปร่งแสงที่แข็งแรงทนทาน และสามารถมองเห็น ระดับน้ำกรดที่อยู่ภายในแบตเตอรี่ได้ชัดเจน

ก.5.7 มีเครื่องหมายบอกระดับน้ำกรดที่ระดับสูงสุด (Max) และระดับต่ำสุด (Min)

ก.5.8 มีอุปกรณ์ตรวจวัดค่าความถ่วงจำเพาะน้ำกรดแบตเตอรี่ (Hydrometer) จำนวน 1 ชุดต่อระบบ

ก.5.9 มีน้ำกลั่นสำหรับเติมแบตเตอรี่ จำนวนไม่น้อยกว่า 30 ลิตรต่อระบบ

ก.5.10 มีชุดขาตั้งสำหรับรองรับชุดแบตเตอรี่ ทำด้วยโลหะหรือวัสดุที่แข็งแรง

ก.6 อุปกรณ์ป้องกันคลื่นไฟฟ้ากระชอก (Surge protector) จำนวน 1 เครื่องต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

ก.6.1 เป็นชนิดที่ใช้กับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 1 phase 220 V_{ac} 50 Hz

ก.6.2 พิกัดแรงดันไฟฟ้าใช้งานระหว่าง 190-260 V_{ac} หรือดีกว่า

ก.6.3 สามารถป้องกันคลื่นไฟฟ้ากระชอกแบบ Transient และแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำในสายตัวนำ เนื่องจากฟ้าผ่า ที่กระแสไฟฟ้าสูงสุดไม่น้อยกว่า 20 kA ที่รูปคลื่นมาตรฐาน 8/20 μSec

ก.6.4 มีคุณสมบัติการป้องกันหรือระบุ Mode of protection ต้องสามารถป้องกัน Phase กับ Ground (L-G), Neutral กับ Ground (N-G) Phase กับ Neutral (L-N)

ก.6.5 มีหลอดไฟสัญญาณ LED หรือจอ LCD แสดงสถานะภาพการทำงานในสภาวะปกติและสภาวะผิดปกติ

ก.6.6 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติ หรือผลิตตามมาตรฐาน ANSI/IEEE C62.41-1991 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

ก.7 เซอร์กิตเบรกเกอร์ มีรายละเอียดดังนี้

ก.7.1 เซอร์กิตเบรกเกอร์ ด้านไฟฟ้ากระแสตรง มีรายละเอียดดังนี้

ก.7.1.1 เป็นชนิด Mold case circuit breaker 2 Poles 1 Phase 220-240 V 50 Hz

ก.7.1.2 มีพิกัดกระแสไฟฟ้า 63 A มีพิกัดกระแส I_c ไม่น้อยกว่า 10 kA จำนวน 3 ตัวต่อระบบ

ก.7.1.3 มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 898 หรือ IEC 947-2

ก.7.2 เซอร์กิตเบรกเกอร์ ด้านไฟฟ้ากระแสสลับ มีรายละเอียดดังนี้

ก.7.2.1 เป็นชนิด Mold case circuit breaker 2 Poles 1 Phase 220-240 V 50 Hz

ก.7.2.2 มีพิกัดกระแสไฟฟ้า 20 A มีพิกัดกระแส I_c ไม่น้อยกว่า 10 kA จำนวน 1 ตัวต่อระบบ

ก.7.2.3 มีพิกัดกระแสไฟฟ้า 16 A มีพิกัดกระแส I_c ไม่น้อยกว่า 10 kA จำนวน 3 ตัวต่อระบบ

ก.7.2.4 มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 898 หรือ IEC 947-2

ก.8 ตู้ควบคุมทางไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด ต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

ก.8.1 เป็นตู้โลหะขนาดไม่น้อยกว่า 50x50 เซนติเมตร ความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ทาสีกันสนิม มีช่องระบายความร้อนพร้อมทั้งหีวที่แข็งแรง ด้านหลังตู้สามารถยึดติดตั้งกับโครงเหล็ก

ก.8.2 ด้านหน้าตู้เป็นฝาเปิด-ปิด มีตัวล็อกฝา ฝาปิดเป็นช่องที่มีสัดส่วนเหมาะสมสำหรับติดตั้ง
เครื่องวัดทางไฟฟ้า

ก.8.3 ภายในตู้ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ อุปกรณ์ป้องกันคลื่นไฟฟ้ากระชอก เซอร์คิต
เบรกเกอร์ เครื่องวัดทางไฟฟ้า และ Socket coupling plugs

ก.9 เครื่องวัดทางไฟฟ้า มีรายละเอียดดังนี้

เป็นชนิด Moving coil ขนาด 96x96 มิลลิเมตร และมีค่า Accuracy class 2.0 หรือดีกว่า ได้รับการ
รับรองหรือผลิตตามมาตรฐาน DIN หรือ JIS หรือ IEC หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า ประกอบด้วย

ก.9.1 DC Voltmeter ขนาด Scale 0-100 V จำนวน 1 เครื่องต่อระบบ

ก.9.2 DC Ammeter ขนาด Scale 0-60 A จำนวน 1 เครื่องต่อระบบ

ก.9.3 AC Voltmeter ขนาด Scale 0-300 V จำนวน 1 เครื่องต่อระบบ

ก.9.4 AC Ammeter ขนาด Scale 0-30 A จำนวน 1 เครื่องต่อระบบ

ก.10 Socket coupling plugs (Male พร้อม Female) จำนวน 4 ชุดต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

ก.10.1 เป็นชนิดเต้ารับ เต้าเสียบใช้ต่อสายไฟฟ้ากลางทางแบบสามขา หรือ 3 Pin

ก.10.2 มีฝาปิดล็อกสามารถป้องกันเต้ารับและเต้าเสียบเลือนหลุด

ก.10.3 มีพิกัดทนกระแสไฟฟ้าต่อเนื่อง ไม่น้อยกว่า 16 A ที่แรงดัน 220 V_{ac} 50 Hz

ก.10.4 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติ ตามมาตรฐาน IEC 309 และมีระดับการป้องกันสิ่งรบกวนได้ตาม
มาตรฐาน IEC 60529 ที่ระดับ Index of Protection, IP 67

ก.11 ชุดไฟฟ้าแสงสว่าง ประกอบด้วย

ก.11.1 หลอดไฟฟ้า จำนวน 10 ชุดต่อระบบ มีรายละเอียด ดังนี้

ก.11.1.1 เป็นหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 14 วัตต์ ขั้วหลอดชนิด E27

ก.11.1.2 มีบัลลาสต์อยู่ภายใน

ก.11.1.3 ได้รับการมาตรฐาน มอก.

ก.11.2 มีขั้วสำหรับใส่หลอดไฟ จำนวน 10 ชุดต่อระบบ

ก.11.3 สายไฟชนิด VCT ขนาด 2x1.5 mm² ความยาว 15 เมตร พร้อมปลั๊กเสียบตัวผู้ 3 ขา จำนวน
10 ชุดต่อระบบ

ก.11.4 สวิตช์เดี่ยว แบบเคลื่อนย้ายได้ สำหรับเปิดปิดหลอดไฟ จำนวน 10 ชุดต่อระบบ

ก.11.5 ปลั๊กพ่วง จำนวน 6 ชุดต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

ก.11.5.1 ชนิดล้อยเหล็กสามารถเก็บม้วนสายไฟ เคลื่อนย้ายได้

ก.11.5.2 มีสายไฟฟ้า ชนิด VCT ขนาด 3x2.5 mm² ความยาว 30 เมตร ได้มาตรฐาน มอก.

ก.11.5.3 มีเต้ารับคู่(with ground) จำนวน 2 ตัว พร้อมสวิตช์ และฟิวส์

ก.11.5.4 มีปลั๊กเสียบตัวผู้ สำหรับเสียบกับ Socket coupling plug (Female) มีรายละเอียด

เป็นไปตามข้อ ก.10

ก.12 ชุดอุปกรณ์ซ่อมบำรุง จำนวน 1 ชุดต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

ก.12.1 ชุดคีมงานไฟฟ้าผลิตจากเหล็ก ประกอบด้วย คีมอเนกประสงค์ 1 อัน คีมปากเฉียงหรือคีมปอกสายไฟ 1 อัน และคีมปากแหลม 1 อัน

ก.12.2 ไขควงสลักด้าม ความยาวไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว ผลิตจากโลหะ ชนิดปลายแบนและปลายแฉก จำนวน 1 อัน

ก.12.3 ไขควงงานไฟฟ้า ความยาวไม่น้อยกว่า 8 นิ้ว จำนวน 2 อัน ประกอบด้วย ไขควงแบบปลายแฉก 1 อัน และไขควงแบบปลายแบน 1 อัน

ก.12.4 ไขควงทดสอบไฟฟ้า มีพิกัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ ไม่น้อยกว่า 400 V จำนวน 1 อัน

ก.12.5 ค้อนงานช่างไฟฟ้า จำนวน 1 อัน

ก.12.6 ชุดประแจปากตายผลิตจากโลหะ จำนวนไม่น้อยกว่า 10 ตัว มีขนาดความกว้างเล็กสุดตั้งแต่ 6 มิลลิเมตร ขึ้นไป

ก.12.7 เครื่องวัดไฟฟ้า Digital multimeter จำนวน 1 เครื่อง

ก.12.8 มีกล่องโลหะหรือกล่องพลาสติกแข็ง ชนิดมีหูหิ้ว สำหรับใส่อุปกรณ์ข้างต้น

ก.13 สายไฟฟ้า มีรายละเอียดดังนี้

ก.13.1 สายไฟฟ้า ชนิด 0.6/1 KV CV

ก.13.1.1 ขนาด 4 mm^2 ความยาวรวม 20 เมตรต่อระบบ

ก.13.1.2 ขนาด 10 mm^2 ความยาวรวม 30 เมตรต่อระบบ

ก.13.2 มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 60502

ข. รายละเอียดเฉพาะของอุปกรณ์ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาด 1,000 วัตต์ จำนวน 9 ระบบ มีรายละเอียดดังนี้

ข.1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ จำนวน 1 ชุดต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

ข.1.1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นชนิดผลึก (Crystalline silicon) มีขนาดกำลังผลิตไฟฟ้าสูงสุดไม่ต่ำกว่า 100 Wp ต่อแผง ที่สภาวะ Standard test condition, STC (ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ $1,000 \text{ W/m}^2$ อุณหภูมิแผงเซลล์ 25°C , Air mass 1.5)

ข.1.2 แผงเซลล์ฯ ทุกแผงของแต่ละระบบต้องเป็นยี่ห้อและรุ่นที่มีค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดเหมือนกัน

ข.1.3 ชุดแผงเซลล์ฯ ต้องมีขนาดกำลังไฟฟ้าสูงสุดรวมไม่น้อยกว่า 1,000 วัตต์

ข.1.4 มีค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด V_{oc} ของแผงเซลล์ฯ ไม่น้อยกว่า $20 V_{dc}$ แรงดันไฟฟ้าที่กำลังไฟฟ้าสูงสุด V_{mp} ไม่น้อยกว่า 17.0 V ที่สภาวะ STC

ข.1.5 มีค่า Maximum system voltage ไม่น้อยกว่า $600 V_{dc}$

ข.1.6 มีกรอบแผงเซลล์ฯ (Frame) เป็นโลหะที่แข็งแรง ไม่เป็นสนิมและทนทานต่อสภาพแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศได้ดี

ข.1.7 ด้านหลังของแผงเซลล์ฯ ติดตั้งขั้วต่อสาย (Terminal box) ที่มีการปิดผนึก และติดตั้งสายไฟฟ้า มาพร้อมแผงเซลล์ฯ อย่างมั่นคง แข็งแรง หรือติดตั้งกล่องต่อสายไฟฟ้า (Junction box) ที่มีขั้วต่อสายไฟที่ติดตั้งภายใน กล่องอย่างมั่นคง แข็งแรง และมีฝาที่ปิดล็อกกล่องสามารถป้องกันฝุ่นและละอองน้ำ

ข.1.8 เป็นแผงเซลล์ฯ ที่ได้รับการรับรองตามมาตรฐาน IEC 61215 Crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules-Design qualification and type approval หรือได้รับการรับรองมาตรฐาน มอก. 1843 โดยมีเอกสารแสดงการได้รับการรับรองมาตรฐาน (Certificated) ดังกล่าว แสดงประกอบการพิจารณา

ข.1.9 เป็นแผงเซลล์ฯ ที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน IEC 61730 Photovoltaic (PV) module safety qualification หรือ มอก. 2580 โดยมีเอกสารแสดงการได้รับการรับรองมาตรฐาน (Certificated) หรือมีรายงาน แสดงผลการทดสอบ (Test report) ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานดังกล่าว แสดงประกอบการพิจารณา

ข.1.10 เป็นแผงเซลล์ฯ ที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน มอก. 9001 หรือได้รับ ISO 9001 แสดง ประกอบการพิจารณา

ข.2 โครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จำนวน 1 ชุดต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

ข.2.1 เสาของชุดโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นท่อเหล็กประเภท BS-M มีขนาดเส้น ผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว และชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน (Hot dip galvanizing) ตามมาตรฐาน ASTM

ข.2.2 วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ต้องเป็นเหล็กเคลือบสังกะสี หรือเป็นวัสดุ อื่นที่มีความแข็งแรงและมีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่า

ข.2.3 ส่วนประกอบโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ต้องสามารถถอดออกเป็นชิ้นส่วนและ ประกอบได้อย่างสะดวก และติดตั้งชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทำมุมเอียงกับแนวนอน 15-20 องศา

ข.2.4 ชุดโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ต้องติดตั้งบนตอม่อคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยพื้นบน ของเสาตอม่อต้องมีรูปแบบที่รองรับหน้าแปลนล่างของเสาโครงสร้างฯ ได้อย่างมั่นคง แข็งแรง

ข.2.5 วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้จับยึดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และใช้ยึดชุดโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์ แสงอาทิตย์ จะต้องมีความเหมาะสมและเป็นวัสดุที่ทำจากสแตนเลส (Stainless steel)

ข.2.6 กำหนดให้ชุดโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ หลังจากติดตั้งชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ต้องสามารถรับน้ำหนักและสามารถต้านทานต่อแรงลมปะทะที่มีความเร็วไม่ต่ำกว่า 20 เมตร ต่อวินาที

ข.3 อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ จำนวน 1 เครื่องต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

ข.3.1 มีคุณสมบัติสามารถป้องกัน Over charge battery

ข.3.2 มีคุณสมบัติสามารถป้องกัน Lightning surge

ข.3.3 มีพิกัดแรงดันไฟฟ้าด้านเข้าสูงสุด (Maximum Voltage) ไม่ต่ำกว่าค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุด (Vmp) ของชุดแผงเซลล์ฯ ที่สภาวะ Standard test condition, STC

ข.3.4 มีพิกัดกระแสไฟฟ้าด้านเข้าสูงสุด (Maximum current) ไม่ต่ำกว่าค่ากระแสจ่ายออกสูงสุด (Imp) ของชุดแผงเซลล์ฯ ที่สภาวะ Standard test condition, STC

ข.3.5 มีอุปกรณ์หรือวงจรป้องกันความเสียหายเนื่องจากกระแสไฟฟ้าย้อนกลับจากชุดแบตเตอรี่ เมื่อ วงจรด้าน Input ของอุปกรณ์ฯ อยู่ในสถานะเปิดวงจร (Open circuit)

ข.3.6 แรงดันไฟฟ้าขาออก (Output voltage) สามารถประจุไฟฟ้าเข้าสู่ชุดแบตเตอรี่ได้ และระดับค่าแรงดันประจุปกติ Nominal voltage เป็นระดับเดียวกันกับแรงดันขาเข้าปกติ (Nominal input voltage) ของอินเวอร์เตอร์

ข.3.7 มีหลอดสัญญาณ LED หรือจอ LCD แสดงสถานะการทำงาน

ข.3.8 มีระบบปรับสถานะการประจุโดยอัตโนมัติ เช่น Boost charge หรือ Bulk charge, Float charge เป็นต้น

ข.3.9 มีฟังก์ชันตัดวงจรการจ่ายกระแสไฟฟ้าของแบตเตอรี่ (Low voltage cut off) โดยอัตโนมัติที่ระดับแรงดันเข้าสู่ชุดแบตเตอรี่เฉลี่ย 1.8-1.9 V/cell และมีฟังก์ชันต่อวงจรการจ่ายกระแสไฟฟ้าของแบตเตอรี่คืนกลับ (Reconnect voltage) โดยอัตโนมัติ ที่ระดับแรงดันเข้าสู่ชุดแบตเตอรี่เฉลี่ย 2.0 – 2.1 V/cell

ข.3.10 มีหน้าจอแบบ LCD หรือแบบอื่นที่สามารถแสดงข้อมูลแบบตัวเลข ประกอบด้วย ค่าพลังงานไฟฟ้าประจุแบตเตอรี่แบบสะสม (Accumulated DC kWh) ค่าแรงดันไฟฟ้าชั่วขณะ (Real time DC Volt) และค่ากระแสไฟฟ้าชั่วขณะ (Real time DC Ampere) ในขณะอุปกรณ์ทำงานประจุแบตเตอรี่

ข.3.11 ได้รับมาตรฐาน ISO 9001/2000

หากอุปกรณ์ควบคุมฯ ไม่สามารถทำงานตามข้อกำหนด ข.3.9 และ ข.3.10 ผู้เสนอราคาต้องเสนอเครื่องมือหรืออุปกรณ์เพิ่มที่สามารถทำงานได้จริงตามเงื่อนไขดังกล่าวมาด้วย

ข.4 อินเวอร์เตอร์ จำนวน 1 เครื่องต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

ข.4.1 เป็นชนิดอิสระ Stand Alone Inverter, 1 Phase 2 wires และเป็นแบบที่มี Output transformer

ข.4.2 แรงดันไฟฟ้าขาเข้า Nominal input voltage เป็นชนิด 24 V_{dc} หรือ 48 V_{dc}

ข.4.3 แรงดันไฟฟ้าขาออก Nominal output voltage เป็นชนิด 220 V_{ac} 50 Hz

ข.4.4 Output voltage regulation ไม่เกิน 5% ที่ Steady state load

ข.4.5 ฮาร์มอนิกของแรงดัน Total harmonic distortion (THDv) ไม่เกิน 4% เมื่อจ่ายภาระไฟฟ้าที่ 0.8 Lagging power factor

ข.4.6 พิกัดขนาดจ่ายกำลังไฟฟ้าต่อเนื่อง (Continuous power) ไม่น้อยกว่า 1 kVA หรือ 1 kW

ข.4.7 Maximum surge power ไม่น้อยกว่า 2 เท่าของพิกัดกำลังไฟฟ้าต่อเนื่อง

ข.4.8 รูปสัญญาณแรงดันไฟฟ้า Output เป็นชนิด Real sine wave หรือ Pure sine wave

ข.4.9 ประสิทธิภาพไม่น้อยกว่า 90% ที่พิกัดกำลังไฟฟ้าสูงสุด (Full load)

ข.4.10 มีระบบป้องกัน Over load, Short circuit, Over input voltage

ข.4.11 ได้รับมาตรฐาน ISO 9001/2000

ข.4.12 มีคู่มือลักษณะที่เหมาะสม เพื่อสำหรับติดตั้งอินเวอร์เตอร์

ข.5 แบตเตอรี่ จำนวน 1 ชุดต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

ข.5.1 เป็นชนิด Stationary vented lead acid (VLA) มีค่าแรงดันขั้วปกติ (Nominal voltage) 2 V/Cell

ข.5.2 มีค่าความจุพลังงานไฟฟ้ารวมไม่น้อยกว่า 12 kWhต่อระบบ โดยคำนวณจากที่ค่าอัตราการคายประจุ 100 ชั่วโมง แรงดันสุดท้าย 1.8 V/Cell ที่อุณหภูมินี้้การต 20 °C (หากแรงดันระบบมีค่า 24 V ค่าความจุ capacity จะต้องมืค่าไม่น้อยกว่า 556 Ahต่อลูก หรือแรงดันระบบมีค่า 48 V ค่าความจุ capacity จะต้องมืค่าไม่น้อยกว่า 278 Ahต่อลูก)

ข.5.3 แผ่น Plate ที่ขั้วบวกเป็นแบบ Tubular

ข.5.4 Cycle life ไม่น้อยกว่า 4,000 ครั้ง ที่ค่า DOD 20% โดยมีกราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง Cycle life และ DOD ของรุ่นแบตเตอรี่ที่เสนอ หรือเอกสารรับรองจากผู้ผลิต

ข.5.5 Self discharge rate ไม่เกิน 3% ต่อเดือน ที่อุณหภูมิแวดล้อม 20 °C หรือไม่เกิน 5% ต่อเดือน ที่อุณหภูมิแวดล้อม 30 °C หรือเอกสารรับรองจากผู้ผลิต

ข.5.6 ตัวถังแบตเตอรี่ (Container) ผลิตจากวัสดุโปร่งแสงที่แข็งแรงทนทาน และสามารถมองเห็นระดับน้ำกรดที่อยู่ภายในแบตเตอรี่ได้ชัดเจน

ข.5.7 มีเครื่องหมายบอกระดับน้ำกรดที่ระดับสูงสุด (Max) และระดับต่ำสุด (Min)

ข.5.8 มีอุปกรณ์ตรวจวัดค่าความถ่วงจำเพาะน้ำกรดแบตเตอรี่ (Hydrometer) จำนวน 1 ชุดต่อระบบ

ข.5.9 มีน้ำกลั่นสำหรับเติมแบตเตอรี่ จำนวนไม่น้อยกว่า 30 ลิตรต่อระบบ

ข.5.10 มีชุดขาตั้งสำหรับรองรับชุดแบตเตอรี่ ทำด้วยโลหะหรือวัสดุที่แข็งแรง

ข.6 อุปกรณ์ป้องกันคลื่นไฟฟ้ากระชอก (Surge protector) จำนวน 1 เครื่องต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

ข.6.1 เป็นชนิดที่ใช้กับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 1 phase 220 V_{ac} 50 Hz

ข.6.2 พิกัดแรงดันไฟฟ้าใช้งานระหว่าง 190-260 V_{ac} หรือดีกว่า

ข.6.3 สามารถป้องกันคลื่นไฟฟ้ากระชอกแบบ Transient และแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำในสายตัวนำเนื่องจากฟ้าผ่า ที่กระแสไฟฟ้าสูงสุดไม่น้อยกว่า 20 kA ที่รูปคลื่นมาตรฐาน 8/20 μSec

ข.6.4 มีคุณสมบัติการป้องกันหรือระบุ Mode of protection ต้องสามารถป้องกัน Phase กับ Ground (L-G), Neutral กับ Ground (N-G) Phase กับ Neutral (L-N)

ข.6.5 มีหลอดไฟสัญญาณ LED หรือจอ LCD แสดงสถานะภาพการทำงานในสภาวะปกติและสภาวะผิดปกติ

ข.6.6 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติ หรือผลิตตามมาตรฐาน ANSI/IEEE C62.41-1991 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

ข.7 เซอร์กิตเบรกเกอร์ มีรายละเอียดดังนี้

ข.7.1 เซอร์กิตเบรกเกอร์ ด้านไฟฟ้ากระแสตรง มีรายละเอียดดังนี้

ข.7.1.1 เป็นชนิด Mold case circuit breaker 2 Poles 1 Phase 220-240 V 50 Hz

ข.7.1.2 มีพิกัดกระแสไฟฟ้า 63 A มีพิกัดกระแส I_c ไม่น้อยกว่า 10 kA จำนวน 3 ตัวต่อระบบ

ข.7.1.3 มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 898 หรือ IEC 947-2

ข.7.2 เซอร์กิตเบรกเกอร์ ด้านไฟฟ้ากระแสสลับ มีรายละเอียดดังนี้

ข.7.2.1 เป็นชนิด Mold case circuit breaker 2 Poles 1 Phase 220-240 V 50 Hz

ข.7.2.2 มีพิกัดกระแสไฟฟ้า 20 A มีพิกัดกระแส I_c ไม่น้อยกว่า 10 kA จำนวน 1 ตัวต่อระบบ

ข.7.2.3 มีพิกัดกระแสไฟฟ้า 16 A มีพิกัดกระแส I_c ไม่น้อยกว่า 10 kA จำนวน 3 ตัวต่อระบบ

ข.7.2.4 มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 898 หรือ IEC 947-2

ข.8 ตู้ควบคุมทางไฟฟ้า จำนวน 1 ชุดต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

ข.8.1 เป็นตู้โลหะขนาดไม่น้อยกว่า 50x50 เซนติเมตร ความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ทาสีกันสนิม มีช่องระบายความร้อนพร้อมทั้งหุ้ที่แข็งแรง ด้านหลังตู้สามารถยึดติดตั้งกับโครงเหล็ก

ข.8.2 ด้านหน้าตู้เป็นฝาเปิด-ปิด มีตัวล็อกฝา ฝาตัดเป็นช่องที่มีสัดส่วนเหมาะสมสำหรับติดตั้งเครื่องวัดทางไฟฟ้า

ข.8.3 ภายในตู้ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ อุปกรณ์ป้องกันคลื่นไฟฟ้ากระชอก เซอร์กิตเบรกเกอร์ เครื่องวัดทางไฟฟ้า และ Socket coupling plugs

ข.9 เครื่องวัดทางไฟฟ้า มีรายละเอียดดังนี้

เป็นชนิด Moving coil ขนาด 96x96 มิลลิเมตร และมีค่า Accuracy class 2.0 หรือดีกว่า ได้รับการรับรองหรือผลิตตามมาตรฐาน DIN หรือ JIS หรือ IEC หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า ประกอบด้วย

ข.9.1 DC Voltmeter ขนาด Scale 0-100 V จำนวน 1 เครื่องต่อระบบ

ข.9.2 DC Ammeter ขนาด Scale 0-60 A จำนวน 1 เครื่องต่อระบบ

ข.9.3 AC Voltmeter ขนาด Scale 0-300 V จำนวน 1 เครื่องต่อระบบ

ข.9.4 AC Ammeter ขนาด Scale 0-30 A จำนวน 1 เครื่องต่อระบบ

ข.10 Socket coupling plugs (Male พร้อม Female) จำนวน 4 ชุดต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

ข.10.1 เป็นชนิดเต้ารับ เต้าเสียบใช้ต่อสายไฟฟ้ากลางทางแบบสามขา หรือ 3 Pin

ข.10.2 มีฝาปิดล็อกสามารถป้องกันเต้ารับและเต้าเสียบเลื่อนหลุด

ข.10.3 มีพิกัดทนกระแสไฟฟ้าต่อเนื่อง ไม่น้อยกว่า 16 A ที่แรงดัน 220 V_{ac} 50 Hz

ข.10.4 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติ ตามมาตรฐาน IEC 309 และมีระดับการป้องกันสิ่งรบกวนได้ตามมาตรฐาน IEC 60529 ที่ระดับ Index of Protection, IP 67

ข.11 ชุดไฟฟ้าแสงสว่าง ประกอบด้วย

ข.11.1 หลอดไฟฟ้า จำนวน 10 ชุดต่อระบบ มีรายละเอียด ดังนี้

ข.11.1.1 เป็นหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 14 วัตต์ ขั้วหลอดชนิด E27

ข.11.1.2 มีบัลลาสต์อยู่ภายใน

ข.11.1.3 ได้รับการมาตรฐาน มอก.

ข.11.2 มีขั้วสำหรับใส่หลอดไฟ จำนวน 10 ชุดต่อระบบ

ข.11.3 สายไฟชนิด VCT ขนาด 2x1.5 mm² ความยาว 15 เมตร พร้อมปลั๊กเสียบตัวผู้ 3 ขา จำนวน 10 ชุดต่อระบบ

ข.11.4 สวิตช์เดี่ยว แบบเคลื่อนย้ายได้ สำหรับเปิดปิดหลอดไฟ จำนวน 10 ชุดต่อระบบ

ข.11.5 ปลั๊กพ่วง จำนวน 6 ชุดต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

ข.11.5.1 ชนิดล้อยเหล็กสามารถเก็บม้วนสายไฟ เคลื่อนย้ายได้

ข.11.5.2 มีสายไฟฟ้า ชนิด VCT ขนาด $3 \times 2.5 \text{ mm}^2$ ความยาว 30 เมตร ได้มาตรฐาน มอก.

ข.11.5.3 มีเต้ารับคู่(with ground) จำนวน 2 ตัว พร้อมสวิตช์ และฟิวส์

ข.11.5.4 มีปลั๊กเสียบตัวผู้ สำหรับเสียบกับ Socket coupling plug (Female) มีรายละเอียด

เป็นไปตามข้อ ข.10

ข.12 ชุดอุปกรณ์ซ่อมบำรุง จำนวน 1 ชุดต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

ข.12.1 ชุดคีมงานไฟฟ้าผลิตจากเหล็ก ประกอบด้วย คีมอเนกประสงค์ 1 อัน คีมปากเฉียงหรือคีมปอกสายไฟ 1 อัน และคีมปากแหลม 1 อัน

ข.12.2 ไขควงสลักด้าม ความยาวไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว ผลิตจากโลหะ ชนิดปลายแบนและปลายแฉก จำนวน 1 อัน

ข.12.3 ไขควงงานไฟฟ้า ความยาวไม่น้อยกว่า 8 นิ้ว จำนวน 2 อัน ประกอบด้วย ไขควงแบบปลายแฉก 1 อัน และไขควงแบบปลายแบน 1 อัน

ข.12.4 ไขควงทดสอบไฟฟ้า มีพิกัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ ไม่น้อยกว่า 400 V จำนวน 1 อัน

ข.12.5 ค้อนงานช่างไฟฟ้า จำนวน 1 อัน

ข.12.6 ชุดประแจปากตายผลิตจากโลหะ จำนวนไม่น้อยกว่า 10 ตัว มีขนาดความกว้างเล็กสุดตั้งแต่ 6 มิลลิเมตร ขึ้นไป

ข.12.7 เครื่องวัดไฟฟ้า Digital multimeter จำนวน 1 เครื่อง

ข.12.8 มีกล่องโลหะหรือกล่องพลาสติกแข็ง ชนิดมีหูหิ้ว สำหรับใส่อุปกรณ์ข้างต้น

ข.13 สายไฟฟ้า มีรายละเอียดดังนี้

ข.13.1 สายไฟฟ้า ชนิด 0.6/1 KV CV

ข.13.1.1 ขนาด 4 mm^2 ความยาวรวม 20 เมตรต่อระบบ

ข.13.1.2 ขนาด 10 mm^2 ความยาวรวม 30 เมตรต่อระบบ

ข.13.2 มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 60502

ค. รายละเอียดเฉพาะของอุปกรณ์ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาด 500 วัตต์ จำนวน 13 ระบบ มีรายละเอียดดังนี้

ค.1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ จำนวน 1 ชุดต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

ค.1.1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นชนิดผลึก (Crystalline silicon) มีขนาดกำลังผลิตไฟฟ้าสูงสุดไม่ต่ำกว่า 100 Wp ต่อแผง ที่สภาวะ Standard test condition, STC (ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ $1,000 \text{ W/m}^2$ อุณหภูมิแผงเซลล์ 25°C , Air mass 1.5)

ค.1.2 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทุกแผงของแต่ละระบบต้องเป็นยี่ห้อและรุ่นที่มีค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดเหมือนกัน

ค.1.3 ชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องมีขนาดกำลังไฟฟ้าสูงสุดรวมไม่น้อยกว่า 500 วัตต์ต่อระบบ

ค.1.4 มีค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด V_{oc} ของแผงเซลล์ฯ ไม่น้อยกว่า $20 V_{dc}$ แรงดันไฟฟ้าที่กำลังไฟฟ้าสูงสุด V_{mp} ไม่น้อยกว่า 17.0 V ที่สภาวะ STC

ค.1.5 มีค่า Maximum system voltage ไม่น้อยกว่า $600 V_{dc}$

ค.1.6 มีกรอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์(Frame) เป็นโลหะที่แข็งแรง ไม่เป็นสนิมและทนทานต่อสภาพแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศได้ดี

ค.1.7 ด้านหลังของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ติดตั้งขั้วต่อสาย (Terminal box) ที่มีการปิดผนึก และติดตั้งสายไฟมาพร้อมแผงเซลล์ฯ อย่างมั่นคง แข็งแรง หรือติดตั้งกล่องต่อสายไฟฟ้า (Junction box) ที่มีขั้วต่อสายไฟที่ติดตั้งภายในกล่องอย่างมั่นคง แข็งแรง และมีฝาที่ปิดล็อกกล่องสามารถป้องกันฝุ่นและละอองน้ำ

ค.1.8 เป็นแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ได้รับการรับรองตามมาตรฐาน IEC 61215 Crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules-Design qualification and type approval หรือได้รับการรับรองมาตรฐาน มอก. 1843 โดยมีเอกสารแสดงการได้รับการรับรองมาตรฐาน (Certificated) ดังกล่าว แสดงประกอบการพิจารณา

ค.1.9 เป็นแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน IEC 61730 Photovoltaic (PV) module safety qualification หรือ มอก. 2580 โดยมีเอกสารแสดงการได้รับการรับรองมาตรฐาน (Certificated) หรือมีรายงานแสดงผลการทดสอบ (Test report) ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานดังกล่าว แสดงประกอบการพิจารณา

ค.1.10 เป็นแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน มอก. 9001 หรือได้รับ ISO 9001 แสดงประกอบการพิจารณา

ค.2 โครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จำนวน 1 ชุดต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

ค.2.1 วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ต้องเป็นเหล็กเคลือบสังกะสี หรือวัสดุอื่นที่มีความแข็งแรงและมีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่า

ค.2.2 ส่วนประกอบโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ต้องสามารถพับเก็บและเคลื่อนย้ายได้อย่างสะดวก เมื่อติดตั้งแล้วต้องมีความแข็งแรง สามารถรับน้ำหนักแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และสามารถต้านทานต่อแรงลมปะทะที่มีความเร็วไม่ต่ำกว่า 20 เมตรต่อวินาที ชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องทำมุมเอียงกับระนาบ 15-20 องศา

ค.2.3 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ยึดจับแผงเซลล์แสงอาทิตย์และใช้ยึดโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะต้องมีขนาดที่เหมาะสมและเป็นวัสดุที่ทำจากสแตนเลส (Stainless Steel)

ค.3 อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ จำนวน 1 เครื่องต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

ค.3.1 มีอุปกรณ์ หรือวงจรป้องกันการเกิด Over Charge

ค.3.2 มีอุปกรณ์ หรือวงจรป้องกัน Transient voltage อยู่ภายในหรือแยกต่างหาก

ค.3.3 มีพิกัดกระแสไม่น้อยกว่า 30 A และมีแรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสมกับการประจุแบตเตอรี่

ค.3.4 มีหลอดสัญญาณ LED แสดงสถานะการทำงานของอุปกรณ์

ค.3.5 สามารถตัดการใช้ไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ได้เมื่อแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ลดลงถึงระดับ 11.70 V (ในขณะมีโหลด)

ค.3.6 ได้รับมาตรฐาน ISO 9001/2000

ค.4 อินเวอร์เตอร์ จำนวน 1 เครื่องต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

ค.4.1 เป็นชนิด Stand alone 1 Phase, 2 Wires และเป็นระบบที่มี Output transformer มีพิกัดกำลังไฟฟ้าต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 500 W

ค.4.2 DC input voltage 12 V_{dc} หรือ 24 V_{dc}

ค.4.3 Rated output voltage อยู่ในช่วง 220 V_{ac} +/- 3% 50 Hz

ค.4.4 Maximum surge power ไม่น้อยกว่า 2 เท่า ของพิกัดกำลังต่อเนื่อง

ค.4.5 รูปสัญญาณแรงดันไฟฟ้า Output เป็นชนิด Real sine wave หรือ Pure sine wave

ค.4.6 ประสิทธิภาพไม่น้อยกว่า 80% ที่ Rated power ที่ pf = 1

ค.4.7 มีระบบป้องกัน สำหรับ Overload, short circuit, over temperature

ค.4.8 ได้รับมาตรฐาน ISO 9001/2000

ทั้งนี้ อุปกรณ์ในข้อ ค.3 และ ข้อ ค.4 สามารถรวมอยู่ในตัวเดียวกันได้ (Built-in) แต่คุณสมบัติของอุปกรณ์จะต้องไม่น้อยกว่าข้อกำหนดรายละเอียดที่ได้กำหนดไว้ข้างต้น

ค.5 แบตเตอรี่พร้อมอุปกรณ์แสดงสถานภาพการใช้งาน มีรายละเอียดดังนี้

ค.5.1 แบตเตอรี่ จำนวน 4 ลูกต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

ค.5.1.1 เป็นแบตเตอรี่ ชนิด Lead Acid (ตะกั่ว-กรด) ประเภท Deep Discharge มีขนาดไม่น้อยกว่า 125 Ahต่อลูก แรงดันลูกละ 12 V ณ อัตราการคายประจุ 20 ชั่วโมง (Capacity at C₂₀)

ค.5.1.2 Cycle life ไม่น้อยกว่า 350 ครั้ง ที่ค่า DOD 60%

ค.5.1.3 ได้รับมาตรฐาน มอก. หรือ ISO 9001

ค.5.1.4 มีน้ำกลั่นบริสุทธิ์สำหรับเติมแบตเตอรี่ จำนวน 10 ลิตรต่อระบบ

ค.5.1.5 มีเครื่องวัดความถ่วงจำเพาะของน้ำกรดแบตเตอรี่ จำนวน 1 อันต่อระบบ

ค.5.1.6 มีชุดขาตั้งรองรับชุดแบตเตอรี่ทั้งหมดได้อย่างปลอดภัย

ค.5.2 อุปกรณ์แสดงสถานภาพการใช้งานของแบตเตอรี่ (Battery Status Indicator) จำนวน 1 เครื่องต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

ค.5.2.1 มีลักษณะเป็นกล่องแบบเคลื่อนย้ายได้ โดยมีหลอดสัญญาณ LED จำนวน 12 ดวงเป็นตัวแสดงสถานะการใช้งานของแบตเตอรี่ โดยติดตั้งอยู่ที่ผิวด้านหน้าของกล่องวางเรียงในแนวดิ่งแบ่งเป็น 6 แถว ะ 2 ดวงอยู่ชิดกัน

ค.5.2.2 การทำงานของหลอดสัญญาณ LED จะเป็นไปตามสภาพแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของแบตเตอรี่จากระดับต่ำไประดับสูงขณะใช้งาน มีรายละเอียดดังนี้

- หลอด LED จำนวน 2 คู่ (4 ดวง) อยู่สองแถวล่างสุด โดยคู่ล่างและคู่บนจะเริ่มทำงานเมื่อแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วแบตเตอรี่มีค่าตั้งแต่ $11.5 \pm 1\%$ โวลต์ ขึ้นไป และ $11.8 \pm 1\%$ โวลต์ ขึ้นไป ตามลำดับ และมีอักษรเขียนกำกับว่า “ไฟต่ำ”

- หลอด LED จำนวน 2 คู่ (4 ดวง) อยู่สองแถวกลาง โดยคู่ล่างและคู่บนจะเริ่มทำงานเมื่อแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วแบตเตอรี่มีค่าตั้งแต่ $12.0 \pm 1\%$ โวลต์ ขึ้นไป และ $12.2 \pm 1\%$ โวลต์ ขึ้นไป ตามลำดับ และมีอักษรเขียนกำกับว่า “ไฟปานกลาง”

- หลอด LED จำนวน 2 คู่ (4 ดวง) อยู่สองแถบบนสุด โดยคู่ล่างและคู่บนจะเริ่มทำงานเมื่อแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วแบตเตอรี่มีค่าตั้งแต่ $12.4 \pm 1\%$ โวลต์ ขึ้นไป และ $12.7 \pm 1\%$ โวลต์ ขึ้นไป ตามลำดับ และมีอักษรเขียนกำกับว่า “ไฟเต็ม”

ค.5.2.3 สายไฟที่ต่อระหว่างกล่องอุปกรณ์ฯ และแบตเตอรี่ เพื่อแสดงสถานะแบตเตอรี่เป็นสายไฟฟ้าชนิด VCT มี มอก.11-2531 มีขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า $2 \times 2.5 \text{ sq.mm}$.

ค.5.2.4 มีสวิทช์ควบคุมปิด-เปิดการทำงานของกล่องอุปกรณ์ฯ และมีฟิวส์ป้องกันการลัดวงจร

ค.6 เซอร์กิตเบรกเกอร์ มีรายละเอียดดังนี้

ค.6.1 เซอร์กิตเบรกเกอร์ ด้านไฟฟ้ากระแสตรง มีรายละเอียดดังนี้

ค.6.1.1 เป็นชนิด Mold case circuit breaker 2 Poles 1 Phase 220-240 V 50 Hz

ค.6.1.2 พิกัดกระแสไฟฟ้า 30 A มีพิกัดกระแส I_c ไม่น้อยกว่า 10 kA จำนวน 3 ตัวต่อระบบ

ค.6.1.3 มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 898 หรือ IEC 947-2

ค.6.2 เซอร์กิตเบรกเกอร์ ด้านไฟฟ้ากระแสสลับ มีรายละเอียดดังนี้

ค.6.2.1 เป็นชนิด Mold case circuit breaker 2 Poles 1 Phase 220-240 V 50 Hz

ค.6.2.2 พิกัดกระแสไฟฟ้า 16 A มีพิกัดกระแส I_c ไม่น้อยกว่า 10 kA จำนวน 1 ตัวต่อระบบ

ค.6.2.3 พิกัดกระแสไฟฟ้า 10 A มีพิกัดกระแส I_c ไม่น้อยกว่า 10 kA จำนวน 2 ตัวต่อระบบ

ค.6.2.4 มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 898 หรือ IEC 947-2

ค.7 ตู้ควบคุมทางไฟฟ้า จำนวน 1 ตู้ต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

ค.7.1 เป็นตู้โลหะขนาดไม่น้อยกว่า 30×30 เซนติเมตร ความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ทาสีกันสนิม มีช่องระบายความร้อนพร้อมทั้งหุ้ที่แข็งแรง ด้านหลังตู้สามารถยึดติดตั้งกับโครงเหล็ก

ค.7.2 ด้านหน้าตู้เป็นฝาเปิด-ปิด มีตัวล็อกฝา ฝาปิดเป็นช่องที่มีสัดส่วนเหมาะสมสำหรับติดตั้งเครื่องวัดทางไฟฟ้า

ค.7.3 ภายในตู้ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ อินเวอร์เตอร์ เซอร์กิตเบรกเกอร์ และ Socket coupling plugs

ค.8 เครื่องวัดทางไฟฟ้า มีรายละเอียดดังนี้

เป็นชนิด Moving coil ขนาด 96×96 มิลลิเมตร และมีค่า Accuracy class 2.0 หรือดีกว่า ได้รับการรับรองหรือผลิตตามมาตรฐาน DIN หรือ JIS หรือ IEC หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า ประกอบด้วย

ค.8.1 DC Voltmeter ขนาด Scale 0-100 V จำนวน 1 เครื่องต่อระบบ

ค.8.2 AC Voltmeter ขนาด Scale 0-300 V จำนวน 1 เครื่องต่อระบบ

ค.9 Socket coupling plugs (Male พร้อม Female) จำนวน 4 ชุดต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

ค.9.1 เป็นชนิดเต้ารับ เต้าเสียบใช้ต่อสายไฟฟ้างกลางทางแบบสามขา หรือ 3 Pin

ค.9.2 มีฝาปิดล็อกสามารถป้องกันเต้ารับและเต้าเสียบเลือนหลุด

ค.9.3 มีพิกัดทนกระแสไฟฟ้าต่อเนื่อง ไม่น้อยกว่า 16 A ที่แรงดัน $220 V_{ac}$ 50 Hz

ค.9.4 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติ ตามมาตรฐาน IEC 309 และมีระดับการป้องกันสิ่งรบกวนได้ตาม มาตรฐาน IEC 60529 ที่ระดับ Index of Protection, IP 67

ค.10 ชุดไฟฟ้าแสงสว่าง ประกอบด้วย

ค.10.1 หลอดไฟฟ้า จำนวน 5 ชุดต่อระบบ มีรายละเอียด ดังนี้

ค.10.1.1 เป็นหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 14 วัตต์ ขั้วหลอดชนิด E27

ค.10.1.2 มีบัลลาสต์อยู่ภายใน

ค.10.1.3 ได้รับรองมาตรฐาน มอก.

ค.10.2 ขั้วสำหรับใส่หลอดไฟ จำนวน 5 ชุดต่อระบบ

ค.10.3 สายไฟชนิด VCT ขนาด $2 \times 1.5 \text{ mm}^2$ พร้อมปลั๊กเสียบตัวผู้ 3 ขา ความยาว 15 เมตร จำนวน 5 ชุดต่อระบบ

ค.10.4 สวิตช์เดี่ยว แบบเคลื่อนย้ายได้ สำหรับเปิดปิดหลอดไฟ จำนวน 5 ชุดต่อระบบ

ค.10.5 ปลั๊กพ่วง จำนวน 2 ชุดต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

ค.10.5.1 ชนิดล้อยเหล็กสามารถเก็บม้วนสายไฟ และเคลื่อนย้ายได้

ค.10.5.2 มีสายไฟฟ้า ชนิด VCT ขนาด $3 \times 2.5 \text{ mm}^2$ ความยาว 30 เมตร ได้มาตรฐาน มอก.

ค.10.5.3 มีเต้ารับคู่ (with ground) จำนวน 2 ตัว พร้อมสวิตช์ และฟิวส์

ค.10.5.4 มีปลั๊กเสียบตัวผู้ สำหรับเสียบกับ Socket coupling plug (Female) มีรายละเอียด เป็นไปตามข้อ ค.9

ค.11 ชุดอุปกรณ์ซ่อมบำรุง จำนวน 1 ชุดต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

ค.11.1 ชุดคีมงานไฟฟ้าผลิตจากเหล็ก ประกอบด้วย คีมอเนกประสงค์ 1 อัน คีมปากเฉียงหรือคีมปอก สายไฟ 1 อัน และคีมปากแหลม 1 อัน

ค.11.2 ไขควงสลักด้าม ความยาวไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว ผลิตจากโลหะ ชนิดปลายแบนและปลายแฉก จำนวน 1 อัน

ค.11.3 ไขควงงานไฟฟ้า ความยาวไม่น้อยกว่า 8 นิ้ว จำนวน 2 อัน ประกอบด้วย ไขควงแบบปลาย แฉก 1 อัน และไขควงแบบปลายแบน 1 อัน

ค.11.4 ไขควงทดสอบไฟฟ้า มีพิกัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ ไม่น้อยกว่า 400 V จำนวน 1 อัน

ค.11.5 ค้อนงานช่างไฟฟ้า จำนวน 1 อัน

ค.11.6 ชุดประแจปากตายผลิตจากโลหะ จำนวนไม่น้อยกว่า 10 ตัว มีขนาดความกว้างเล็กสุดตั้งแต่ 6 มิลลิเมตร ขึ้นไป

ค.11.7 เครื่องวัดไฟฟ้า Digital multimeter จำนวน 1 เครื่อง

ค.11.8 มิกล่องโลหะหรือกล่องพลาสติกแข็ง ชนิดมีหูหิ้ว สำหรับใส่อุปกรณ์ช่างต้น

ค.12 สายไฟฟ้า มีรายละเอียดดังนี้

ค.12.1 สายไฟฟ้า ชนิด 0.6/1 KV CV

ค.12.1.1 ขนาด 4 mm^2 ความยาวรวม 20 เมตรต่อระบบ

ค.12.1.2 ขนาด 6 mm^2 ความยาวรวม 30 เมตรต่อระบบ

3. ขอบเขตการดำเนินงาน

3.1 ผู้ขายต้องดำเนินการจัดหาอุปกรณ์ตามรายการที่กำหนดในข้อ ก. ข และ ค. ทุกรายการและมีรายละเอียดเป็นไปตามไดอะแกรม รูปที่ 1 – 3 และจัดส่งมอบให้กับหน่วยปฏิบัติการทหารเรือ

3.2 ผู้ขายต้องทดสอบฟังก์ชันการทำงานของระบบว่าสามารถทำงานได้จริงและถูกต้องเป็นไปตามข้อกำหนดและหลักวิชาการ

3.3 ผู้ขายต้องจัดทำเอกสารคู่มือระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ พร้อมแผ่น CD ROM บันทึกข้อมูลเอกสารประกอบการฝึกอบรมฯ ในรูปแบบ Portable document format (PDF) จำนวน 3 ชุดต่อระบบ โดยเนื้อหาของเอกสารอย่างน้อยประกอบด้วย

3.3.1 Single line diagram

3.3.2 รายละเอียดอุปกรณ์แต่ละรายการ ระบุยี่ห้อ รุ่น พร้อมสำเนา Catalogue

3.3.3 หลักการทำงาน ขั้นตอนการใช้งาน

3.3.4 การดูแลบำรุงรักษา และการแก้ไขเบื้องต้น

3.4 ผู้ขายต้องจัดทำเอกสารคู่มือแสดงวิธีการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ จำนวน 3 ชุดต่อระบบ พร้อมจัดทำวีดิทัศน์ (VIDEO PRESENTATION) แสดงการติดตั้งระบบฯ เป็นภาษาไทย พร้อมสำเนาวีดิทัศน์ (ระบบ VCD) จำนวน 3 ชุดต่อระบบ

3.5 ผู้ขายต้องประสานงานจัดฝึกอบรมแก่เจ้าหน้าที่ของหน่วยงานทหารที่รับผิดชอบดูแลระบบฯ และผู้เกี่ยวข้อง

4. การส่งมอบ

ผู้ขายจะต้องส่งมอบของภายใน 180 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา โดยสถานที่ส่งมอบ ได้แก่ ทรภ.3 จังหวัดภูเก็ต

5. การจ่ายเงิน

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน จะจ่ายเงินให้แก่ผู้ขายตามจำนวนระบบและราคาของระบบของแต่ละงวดที่ผู้ขายได้ส่งมอบพัสดุจริง และได้รับการตรวจรับจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุถูกต้องเป็นที่เรียบร้อยแล้ว โดยแบ่งออกเป็น 2 งวด มีรายละเอียดดังนี้

งวดที่ 1 ระบบขนาด 500 วัตต์ จำนวน 13 ระบบ

งวดที่ 2 ระบบขนาด 1,000 วัตต์ จำนวน 9 ระบบและขนาด 1,500 วัตต์ จำนวน 6 ระบบ รวมทั้งสิ้น

15 ระบบ

ทั้งนี้ ผู้ขายสามารถส่งมอบของในงวดที่ 1- งวดที่ 2 งวดใดงวดหนึ่งก่อนก็ได้ หรือผู้ขายสามารถส่งมอบของพร้อมกันทั้ง 2 งวด ในคราวเดียวกันก็ได้

ใบเสนอราคา

โครงการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับฐานปฏิบัติการทางทหาร ปี 2557

(จัดซื้อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อสนับสนุนการปฏิบัติการกิจของหน่วยปฏิบัติการทหารเรือ จำนวน 28 ระบบ)

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อระบบ (บาท)	รวมเป็นเงิน (บาท)
1	ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 500 วัตต์	13	ระบบ		
2	ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 1,000 วัตต์	9	ระบบ		
3	ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 1,500 วัตต์	6	ระบบ		
รวมเป็นเงิน					
ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%					
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น					

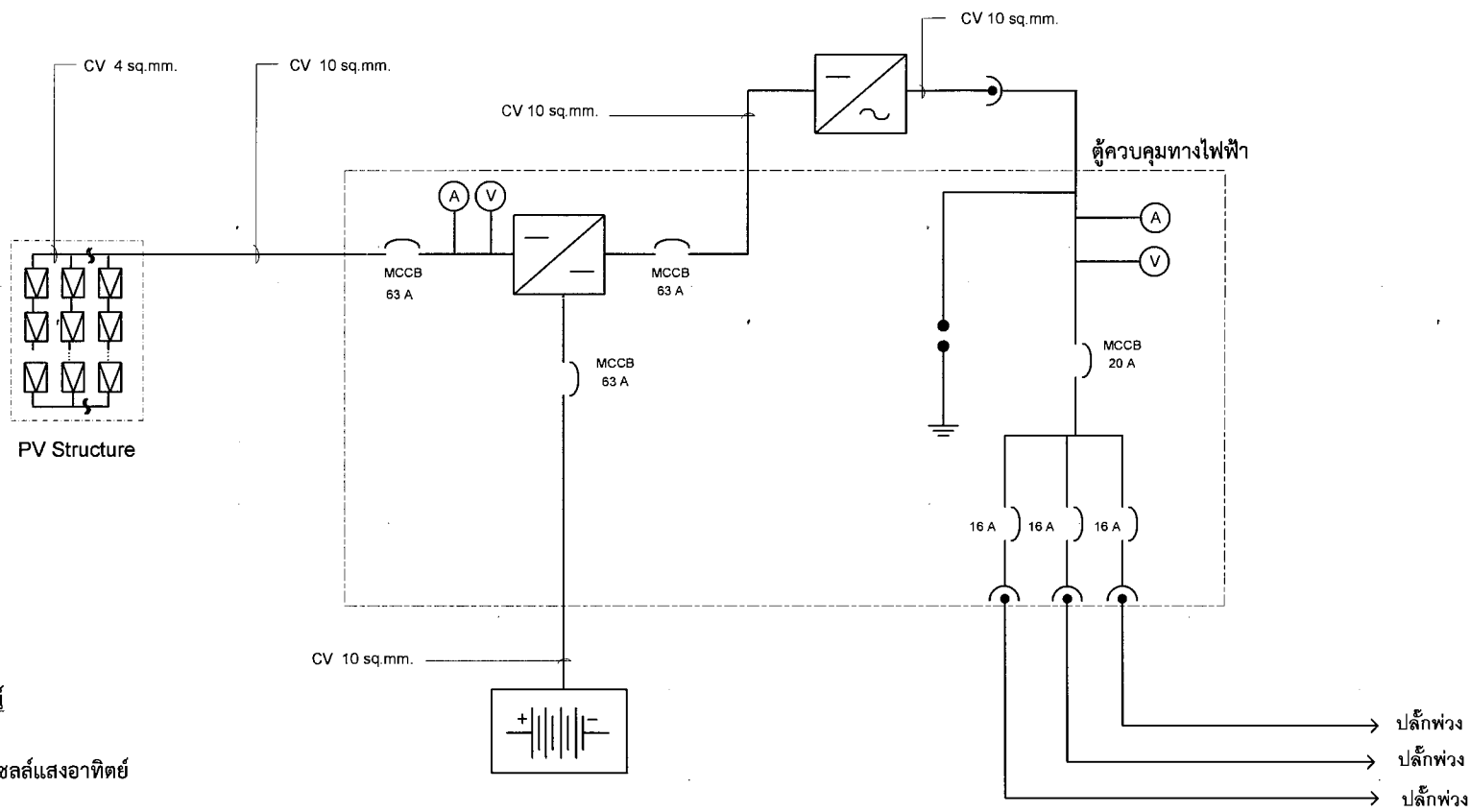
จำนวน (ตัวอักษร)

ลงนาม.....

(.....)

วันที่.....

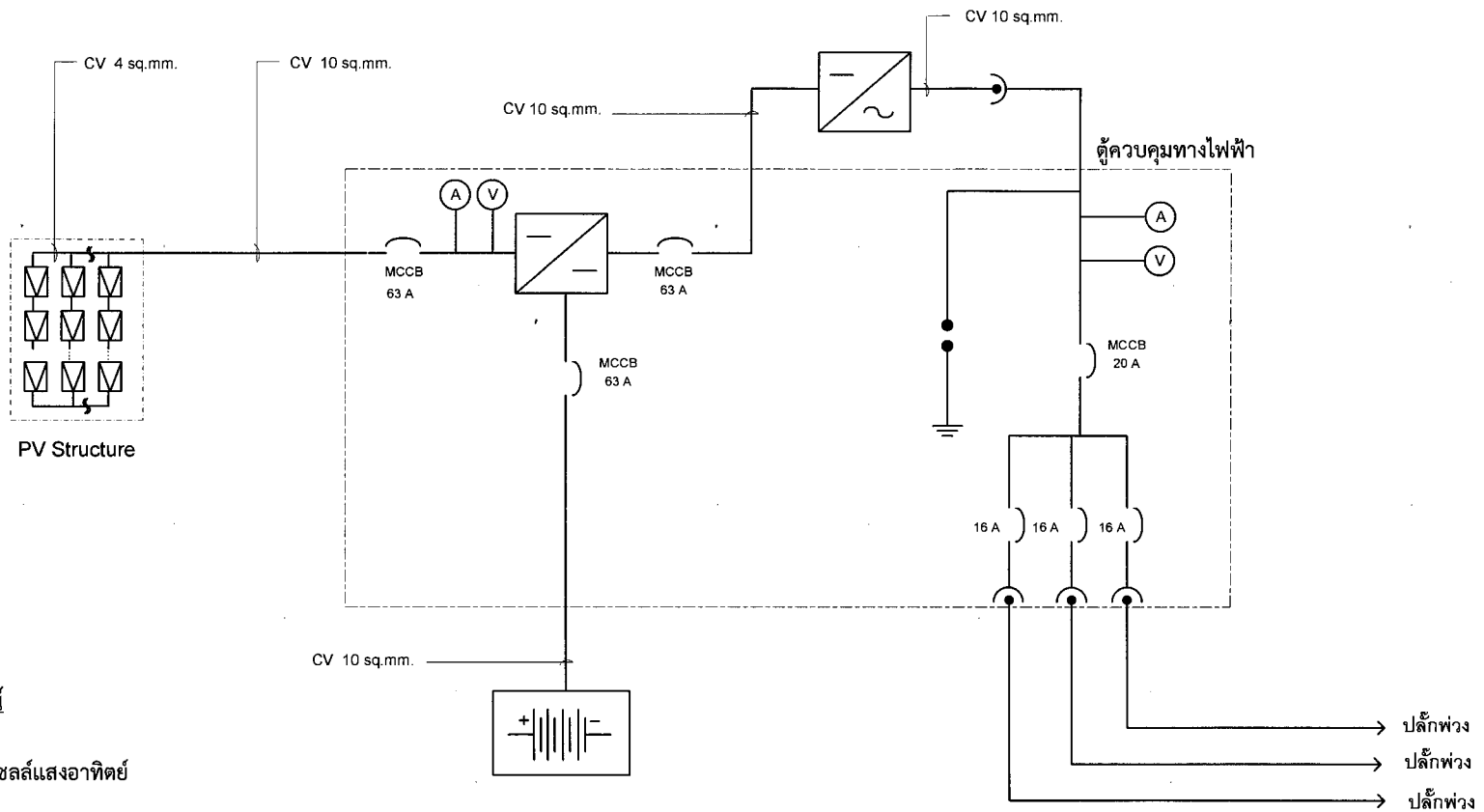
ประทับตรา ห้าง ร้าน บริษัท (ถ้ามี)



สัญลักษณ์

-  แผงเซลล์แสงอาทิตย์
-  ชุดแบตเตอรี่
-  อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่
-  อุปกรณ์แปลงไฟฟ้า
-  circuit breaker
-  Surge protector
-  Socket male & female

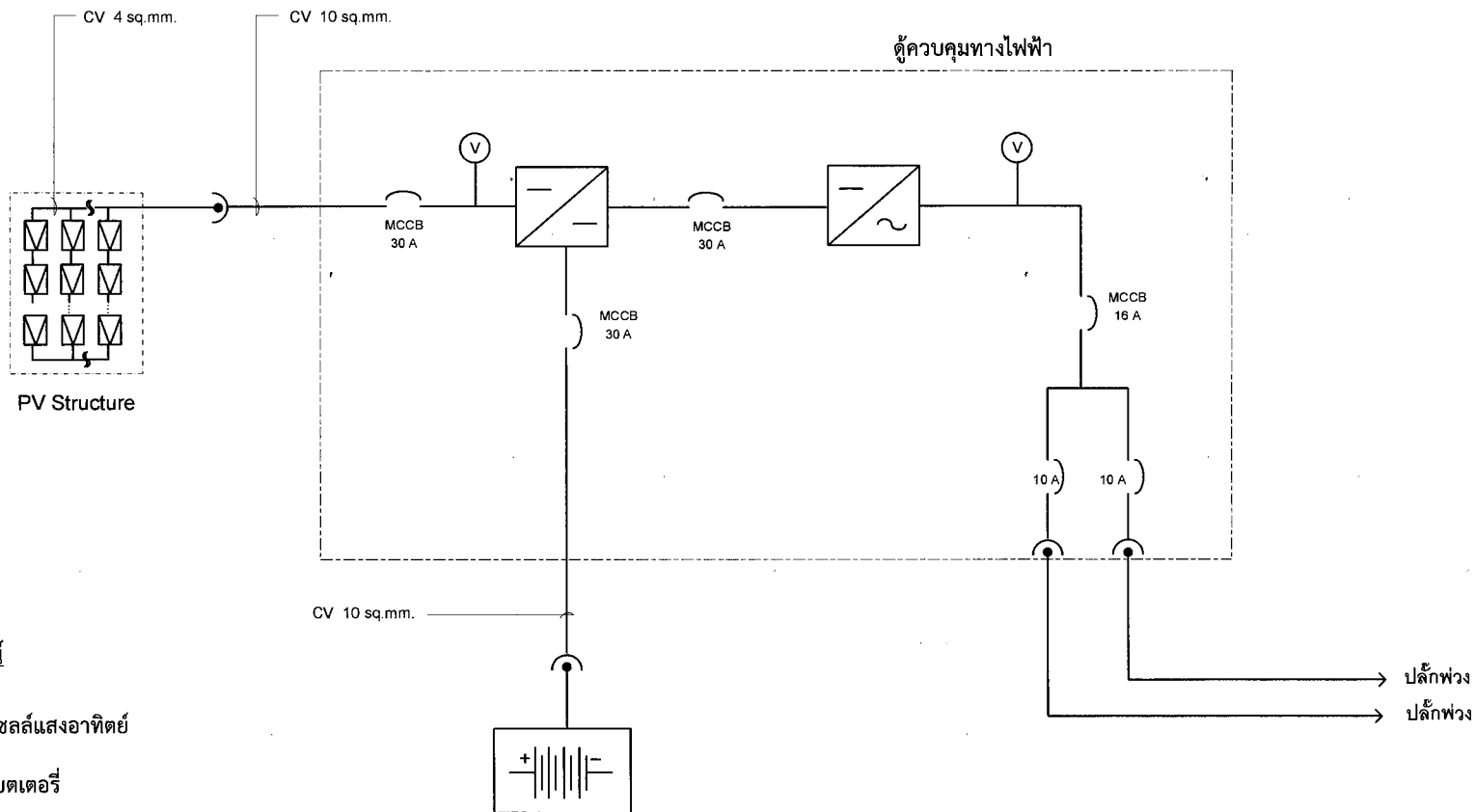
รูปที่ 1 ไดอะแกรมระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 1,500 วัตต์



สัญลักษณ์

-  แผงเซลล์แสงอาทิตย์
-  ชุดแบตเตอรี่
-  อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่
-  อุปกรณ์แปลงไฟฟ้า
-  circuit breaker
-  Surge protector
-  Socket male & female

รูปที่ 2 ไดอะแกรมระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 1,000 วัตต์



สัญลักษณ์

-  แผงเซลล์แสงอาทิตย์
-  ชุดแบตเตอรี่
-  อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่
-  อุปกรณ์แปลงไฟฟ้า
-  circuit breaker
-  Socket male & female

รูปที่ 3 ไดอะแกรมระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 500 วัตต์