



ภาคผนวก ข

ข้อกำหนดทางวิชาการมาตรฐานและคุณสมบัติอุปกรณ์ที่ใช้ติดตั้ง

## ภาคผนวก ข

### ข้อกำหนดทางเทคนิค

#### คุณสมบัติด้านเทคนิคของระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนทุ่นลอยน้ำ

สำหรับมาตรฐานอุปกรณ์ให้ใช้มาตรฐานอุปกรณ์ตาม ข้อกำหนดทางเทคนิคที่ระบุ และตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หากผู้ผลิตเสนอมาตรฐานอื่นต้องสามารถจำแนกว่าเป็นมาตรฐานของประเทศ ผู้ผลิตวัสดุหรืออุปกรณ์เฉพาะอย่างซึ่งเป็นที่พิสูจน์ได้ว่า วัสดุและอุปกรณ์นั้นๆ มีคุณภาพเทียบเท่า หรือ เหนือกว่ามาตรฐานที่ใช้ดังกล่าว

ผู้เสนอราคาต้องส่งแบบที่แสดงรายละเอียดของอุปกรณ์ที่จัดหาทั้งหมด ซึ่งรวมถึงแบบ Catalog แบบ Specification แบบ Layout แบบ Manual การ operation & maintenance แบบ Schematic/Wiring diagram หรือแบบอื่นๆตามมาตรฐานของผู้ผลิต หรือตามที่ บริษัท ไฮมีเดีย เทคโนโลยี จำกัด ร้องขอเพิ่มเติม โดยอุปกรณ์ดังกล่าวทางบริษัทฯ ขอสงวนสิทธิ์หากมีการปรับเปลี่ยนเพื่อให้สอดคล้องกับความเหมาะสมของสภาพหน้างานและข้อกำหนดที่เปลี่ยนแปลงของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในทุกกรณี โดยมีรายละเอียดอุปกรณ์หลักที่ทางผู้เสนอราคาจัดหาดังนี้

#### 1.1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์

##### 1.1.1 ขอบเขตงาน

ผู้เสนอราคาต้อง จัดหา แผงเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อติดตั้งบนทุ่นลอยน้ำ พร้อมอุปกรณ์ประกอบให้ครบถ้วนสมบูรณ์จนสามารถทำงานได้

##### 1.1.2 คุณสมบัติทั่วไป

เป็นแผงเซลล์แสงอาทิตย์ประเภท Double Glass ชนิด Monocrystalline Silicon ขนาดไม่น้อยกว่า 400 Wp ต่อแผง มีรายละเอียดคุณลักษณะและเงื่อนไขการทดสอบดังนี้

- แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ทุกแผงต้องเป็นยี่ห้อและรุ่นที่มีค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดเหมือนกัน
- เป็นแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ชนิด double glass และได้รับรองคุณสมบัติ ตามมาตรฐาน IEC 61215 และ IEC 61730 หรือเทียบเท่า
- แผงเซลล์ฯ เป็นชนิดโมโนคริสตัลไลน์ (Monocrystalline silicon) มีขนาดกำลังผลิตไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 350 วัตต์สูงสุด (Wp) ต่อแผง ที่สภาวะ Standard test condition, STC (ค่าความเข้ม แสงอาทิตย์ 1,000 W/m<sup>2</sup>, อุณหภูมิแผงเซลล์ฯ 25°C, Air mass 1.5)
- มีค่า Maximum System voltage ไม่น้อยกว่า 1,000 Vdc
- มีแผงเซลล์แสงอาทิตย์ สำหรับสำรอง
- ด้านหลังของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ติดตั้งขั้วต่อสาย (Terminal box) ที่มีการปิดผนึก และติดตั้งสายไฟฟ้ามารวมแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อย่างมั่นคง แข็งแรง ทนต่อสภาพ อากาศและสภาวะแวดล้อมได้ดี หรือติดตั้งกล่องต่อสายไฟฟ้า (Junction box) ที่มี ขั้วต่อสายไฟที่ติดตั้งภายในกล่องอย่างมั่นคง แข็งแรง ทนต่อสภาพอากาศและสภาวะ แวดล้อมได้ดี และมีฝาที่ปิด



คือกล่องสามารถป้องกันฝุ่นและละอองน้ำ และการซึมเข้า ของน้ำได้ (ไม่น้อยกว่า IP rating 65) และมีอายุการใช้งานยาวนานเทียบเท่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์

- แผงเซลล์แสงอาทิตย์รับประกันคุณภาพอย่างน้อย 25 ปี หากแผงเซลล์ฯ มีการชำรุด หรือเสียหายซึ่งเกิดจากการใช้งานตามข้อกำหนดของแผงเซลล์ ผู้เสนอราคาจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบทางด้านค่าใช้จ่ายและทำการเปลี่ยนแผงให้ใหม่เพื่อให้ระบบกลับมาอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ตามปกติ

#### 1.1.3 รายละเอียดคุณสมบัติ

1. Type of Solar Cell	C-Si
2. Structure of PV Module	Double Glass
3. Output power per Module	ไม่น้อยกว่า 350 Wp
4. Spare Modules	15 Module
5. Module Efficiency	> 16.0 %
6. Output power tolerance per module from certificate	0 ~ +5 W
7. By pass diode	Included
8. Frame	Frameless/Frame
9. Operating temperature	20 °C ~ 70 °C
10. Maximum System Voltage	≥1,000 Vdc
11. IV-curve test report at 1,000 W/m <sup>2</sup> A AM1.5, 25C	To be submitted
12. Output cable	6 mm <sup>2</sup> with water- proof connector
13. Junction Box	≥IP rating 65

#### 1.1.4 Warranty of power output

แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ต้องผลิตกำลังไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 97.5% ของกำลังไฟฟ้า สูงสุด (wp) ภายใต้ สภาวะ STC ในปีแรก และลดลง 0.5% ต่อปี โดยในปีที่ 25 กำลังไฟฟ้าต้องไม่ต่ำกว่า 85% ของกำลังไฟฟ้าสูงสุด

#### 1.1.5 เงื่อนไขการตรวจรับ

1. Type Test Certificated ที่ได้รับจาก ศูนย์ทดสอบที่ได้รับมาตรฐาน ISO/IEC 17025 หรือเทียบเท่า General requirements for the competence of testing and calibration laboratories หรือเทียบเท่า Tier 1

2. Visual Inspection แผงอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน

3. Installation and Operation/Maintenance Manual (ถ้ามี)



## 1.2 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า ( Inverter)

### 1.2.1 คุณสมบัติทั่วไป

เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า ชนิด 3 เฟส แบบ Grid Connected (Central Inverter) ต้องเป็น ยี่ห้อและรุ่นที่ได้รับการรับรองตามมาตรฐาน IEC 61727 Photovoltaic (PV) Systems -Characteristics of the utility interface และมาตรฐาน IEC 62116 Test procedure of islanding prevention measures for utility-interconnected หรือ เทียบเท่า และต้องเป็นผลิตภัณฑ์/รุ่น ที่ระบุอยู่ในบัญชีรายชื่อผลิตภัณฑ์ อินเวอร์เตอร์ที่มีผลทดสอบเป็นไปตามข้อกำหนดการ เชื่อมต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) โดย แนบรายงานผลการทดสอบ (Test Report ที่ออกให้โดยห้องปฏิบัติการทดสอบที่ได้รับรองมาตรฐาน ISO/IEC 17025 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories

### 1.2.2 รายละเอียดคุณสมบัติ

1. Type of Inverter	Grid Connected
2. Rated AC power per unit	>30 kilowatts
3. Total Power	>210 kilowatts
4. DC Input Voltage	
- MPPT Voltage range	200 – 1000 VDC
5. Maximum Allowable Voltage	>1000 Vdc
6. Line Voltage	
- Voltage	230V/400V+N+PE
- Phase	Three phase
- Frequency	50 Hz + 5%
7. Power factor	0.9 leading to 0.9 lagging
8. Total Harmonic Distortion (current)	<3 %
9. Overall Efficiency	>98 %
10. Protection system	
- Under/Over Voltage (DC and AC)	Yes
- Under/Over Frequency	Yes
- Anti-Islanding operation	Yes
- DC Reverse-Polarity Protection	Yes
11. Operating Temperature range	0°C to +60°C
12. Degree of Protection	IP65
13. Topology	Transformer less
14. AC Connection	Waterproof Terminal



15. DC Connection	MC 4 Compatible or Amphenol H4
16. Daily kWh, Accumulate kWh, Present time and storage daily output power energy data, not less than 100 days	Yes
17. Data Communication port with Data Acquisition System	Yes (Modbus TCP/IP)
18. Relative humidity(non-condensing)	0-100%
19. Operation manual	Yes
20. Instruction Installation manual	Yes
21. Service Maintenance manual	Yes
22. Recommend Spare parts (Please Submitted list breakdown)	Include

### 1.3 หม้อแปลง (Main Transformer)

#### 1.3.1 คุณสมบัติทั่วไป

หม้อแปลง (Main Transformer) ต้องเป็นยี่ห้อและรุ่นที่ได้รับการรับรองตามมาตรฐาน IEC0076 หรือ เทียบเท่า

#### 1.3.2 รายละเอียดคุณสมบัติ

1. Type	Vegetable oil immersed, on float installation in weather-proof cable terminal box.
2. Rated power	2,000 kVA
3. Rated frequency	50 Hz
4. Neutral grounding	Yes
5. Number of phases	3
6. Number of windings	3
7. Rated voltages	
- HV1 windings	22 kV
- LV1 windings	400 V
- Taps of HV windings	±2x2.5% Off-circuit
- Vector group	Dyn11
- Type of cooling	ONAN
- Impedance voltage	Approx. 4%



- |  |  |
|--|--|
| 8. ระบบป้องกันถังน้ำมันหม้อแปลง<br>(Main Transformer Tank) | - Pressure relief valve<br>- Temp winding alarm/trip<br>- Oil temp alarm/trip<br>- Oil level alarm |
|--|--|

1.3.1 Lighting arrester (surge arrester), for 22 kV system with

Standard	IEC 60099-4 or ANSI/IEEE C62.11 หรือเทียบเท่า
Type	Metal Oxide
Maximum rated voltage (Ur)	21 kV
Rated frequency	50 Hz
Nominal discharge current	10 kA
Maximum residual voltage (wave 8/20us) At 10kA discharge current	2.85 Ur
High impulse current	100 kA
Class	Class 2 or equivalent

1.4 Ring main unit

14.1 คุณสมบัติทั่วไป

ตัวตู้ Ring main unit (RMU) เป็นชนิด Outdoor type พร้อม Enclosure ตัวผู้เสนอราคา ต้องผ่าน มาตรฐาน IEC 62271หรือเทียบเท่า ตัวตู้เป็นแบบ Floor mount type ตั้งใน Substation ของนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ตัวตู้ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ตัดต่อชนิด Circuit breaker type และ Disconnect or พร้อม Protection relay ป้องกัน Feeder ไปยังหม้อแปลง ตัว RMU จะต้อง มี Compartment สำหรับติดตั้ง อุปกรณ์ CT, VT เพื่อที่จะแสดงผลวัดค่า Parameter ต่างๆ ทางไฟฟ้า ตัวตู้ได้รับการออกแบบให้ผ่านการ ทดสอบ Internal arc proof

1.4.2 รายละเอียดคุณสมบัติ

1.4.2.1 Rating ของอุปกรณ์

ตู้ Ring main unit จะต้อง มี Rating ของอุปกรณ์ ดังนี้

- |                                       |            |
|---------------------------------------|------------|
| 1. Rated Voltage                      | 24 kV      |
| 2. Rated Frequency                    | 50 Hz      |
| 3. Number of phase                    | 3          |
| 4. Rated current busbar               | min. 400 A |
| 5. Rated current circuit breaker      | min. 200 A |
| 6. Rated short-time withstand current | min. 16 KA |
| 7. Rated peak withstand current       | min. 40 KA |





8. Rated duration of short circuit	min 1 sec.
9. Rated insulation level	
- One-minute power frequency	50 kV (rms)
- Impulse withstand voltage	125 kV
10. Degree of protection of enclosure	min. IP 55

#### 1.4.2.2 อุปกรณ์ตัดต่อ

##### 1) Circuit breaker

ตัวอุปกรณ์ Circuit breaker เป็น Type SF6 หรือ Vacuum circuit breaker ติดตั้งในตู้ RMU ตัว Circuit breaker หน้าตู้สามารถกดปุ่ม Open Circuit breaker และสามารถรองรับการทำ Remote operation ในการ Close, open circuit breaker ได้ Auxiliary power สำหรับ motor ให้สามารถใช้ไฟ AC ในการ Operating ตัว Circuit breaker จะต้องมีการ Interlock กับตัว Earthling Switch ตัว Terminal NO, NC ต้องออกแบบให้สอดคล้องกับสัญญาณที่ส่งให้ระบบ Control และจัดให้มี Spare terminal NO, NC ของตัว Circuit breaker

##### 2) Disconnecter

ตัวตู้จัดให้มี Disconnecter ตาม Single line diagram สำหรับงานบำรุงรักษา โดยมี Rating ของอุปกรณ์อ้างอิงจาก Circuit breaker พร้อมทำ Interlock กับตัว Circuit breaker

#### 1.4.2.3 Protection and Metering

ระบบ Protection relay ไม่ต้องใช้ไฟจากภายนอก Function ใน Protection relay ประกอบด้วยดังนี้

- Instantaneous phase and earth fault over current
- Time delay phase and earth fault overcurrent
- Trip circuit supervision

ระบบ Metering ใช้ Multimeter สามารถวัดค่าพลังงาน ตัวอย่างเช่น MW,MVar, MWh, MVarh, Current, Voltage, Hz, Power factor, etc.

#### 1.4.2.4 Earthing switch

ตัว Earthing Switch ให้มีพร้อมในตัว Ring main unit สามารถทำ manual operation ได้ ตัว Earthing Switch ต้องทำ interlock กับตัว circuit breaker พร้อมทั้งจัดเตรียม Padlocking ของ Earthing Switch ค่า Short circuit rating ต้องไม่น้อยกว่าของ Circuit breaker

#### 1.4.2.5 Indication and Measuring

ตัว RMU จัดให้มี Voltage indicator ที่หน้าตู้ อุปกรณ์ Protection relay และ Metering จะต้องติดที่หน้าตู้เพื่อแสดงค่า Parameter ต่างๆ

#### 1.4.2.6 Control

สัญญาณต่างๆที่ต้อง Interface กับระบบ Control ที่ห้อง Control room ไม่น้อย



กว่า list ดังเช่น

1. Circuit breaker signal command Closed, Open and status feedback On, OFF, Fault
2. Earthing switch status feedback On, OFF
3. Protection relay Communication: Modbus TCP/IP
4. Metering: Communication: Modbus TCP/IP
5. RMU SF6 alarm

#### 1.5 Main Distribution Board (MDB)

##### 1.5.1 คุณสมบัติทั่วไป

เป็นตู้ชนิด Outdoor Type สามารถป้องกันฝุ่นละอองและน้ำเข้าภายในตู้ตู้ได้ ได้รับการรับรองคุณภาพตามมาตรฐาน IEC 61439-1 หรือเทียบเท่า

##### 1.5.2 รายละเอียดคุณสมบัติ

###### 1.5.2.1 ตู้ MDB

- |  |            |
|--|------------|
| 1) Rated voltage                             | ≥660 VAc   |
| 2) Input (จาก Inverter และ Distribution Box) |            |
| - พิกัดกระแส Busbar                          | ≥500 A     |
| 3) Output (ไปยัง Transformer)                |            |
| - พิกัดกระแส                                 | ≥1000 A    |
| 4) อุณหภูมิที่ทนได้                          | upto 45 °C |

###### 1.5.2.2 Main Circuit Breaker

###### 1) Air Circuit Breaker

- |                  |                            |
|------------------|----------------------------|
| - มาตรฐาน        | IEC 60947-2 หรือ เทียบเท่า |
| - จำนวน Pole     | 3                          |
| - พิกัดกระแส     | ≥1000 A                    |
| - Amp Trip (AT)  | ≥1000 A                    |
| - Amp Frame (AF) | ≥1000 A                    |

###### 2) Molded Case Circuit Breaker

###### 2.1) จากด้าน Inverter

- |                  |                           |
|------------------|---------------------------|
| - มาตรฐาน        | IEC 60947-2 หรือเทียบเท่า |
| - จำนวน Pole     | 3                         |
| - พิกัดกระแส     | ≥500 A                    |
| - Amp Trip (AT)  | ≥500 A                    |
| - Amp Frame (AF) | ≥500 A                    |





## 2.2) จากด้าน AC Distribution Board

- มาตรฐาน IEC 60947-2 หรือเทียบเท่า
- จำนวน Pole 3
- พิกัดกระแส  $\geq 30$  A
- Amp Trip (AT)  $\geq 30$  A
- Amp Frame (AF)  $\geq 30$  A

### 1.5.2.3 Protection and Metering

- Protection and Metering ให้เป็นไปตามแบบ Drawing TTN-FPV-EE-001

## 1.6 Distribution Box

### 1.6.1 คุณสมบัติทั่วไป

เป็นผู้ชนิด Outdoor Type สามารถป้องกันฝุ่นละอองและน้ำเข้าภายในตู้ตู้ได้ ได้รับการรับรองคุณภาพตามมาตรฐาน IEC 60439-1 หรือเทียบเท่า

### 1.6.2 รายละเอียดคุณสมบัติ

#### 1.6.2.1 Distribution Box

- 1) Rated voltage  $\geq 660$  Vac
- 2) Incoming circuit breaker
  - พิกัดกระแส Busbar  $\geq 50$  A
- 3) อุณหภูมิทนได้ up to 45 °C

#### 1.6.2.2 Circuit Breaker

- 1) Molded case circuit breaker
  - มาตรฐาน IEC 60947-2 หรือเทียบเท่า
  - จำนวน Pole 2
  - พิกัดกระแส  $\geq 32$  A
  - Amp Trip (AT)  $\geq 32$  A
  - Amp Frame (AF)  $\geq 32$  A
- 2) Miniature circuit breaker
  - มาตรฐาน IEC 60947-2 หรือเทียบเท่า
  - จำนวน Pole 3
  - พิกัดกระแส  $\geq 10$  A
  - Amp Frame (AF)  $\geq 10$  A
  - จำนวน Outgoing MCB  $\geq 8$  A

#### 1.6.2.3 Protection and Metering



- Protection

มีอุปกรณ์ Detect leakage current

### 1.7 Array box

#### 1.7.1 คุณสมบัติทั่วไป

ต้องเป็นยี่ห้อและรุ่นที่ได้รับการรับรองคุณภาพตามมาตรฐาน IEC 61439-1 หรือเทียบเท่า

#### 1.7.2 รายละเอียดคุณสมบัติ

##### 1. Input (จาก PV Strings)

- จำนวน Input ≥10 input
- จำนวน DC Fuse ≥10 ตัว
- พิกัดกระแส Input ≥10 A

##### 2. จำนวน Output (ไปยัง Inverter)

- พิกัดกระแส Output ≥100 A

##### 3. DC Surge Arrester

- ชนิด Type 2
- กระแสฟ้าผ่าสูงสุด ≥40 kA

##### 4. พิกัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

≥1000 Vdc

##### 5. Degree of Protection

IP55

##### 6. อุณหภูมิที่สามารถทนได้

up to 45 °C

##### 7. ความชื้นสัมพัทธ์

5-95%

##### 8. อุปกรณ์มาตรฐาน

- Monitoring ของกระแสและแรงดันของแต่ละ String มี
- Communication Port มี (Modbus TCP/IP)

### 1.8 เครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS)

#### 1.8.1 คุณสมบัติทั่วไป

เครื่องสำรองไฟฟ้า Uninterruptible Power Supplies (UPS) Type True online double conversion ออกแบบเป็น rack mountable 19inch วางไว้ในตู้ Rack เดียวกับ ของ Server, Controller ที่ห้อง Control room 1ชุด และวางในตู้ Marshalling Panel ที่ อยู่บน Floating เพื่อจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ภายในตู้ 1ชุด ตัว UPS จะออกแบบใช้สำหรับ ระบบ Control and monitoring เพื่อใช้สำรองไฟในขณะที่ไฟฟ้าเกิดขัดข้อง ใช้แบตเตอรี่ ภายในแบบ Maintenance free sealed lead-acid ผ่านการรับรองตามมาตรฐาน IEC62040 หรือเทียบเท่า

#### 1.8.2 รายละเอียดคุณสมบัติ

##### 1.8.2.1 Parameter ของอุปกรณ์

- 1. Capacity 1000 VA
- 2. Input voltage 1 phase 230 V (+/- 20%)

3. Output voltage 1 phase	230 V (Configurable 220/240V)
4. Frequency	50 Hz (+/- 5%)
5. Operating ambient temperature	0-40 deg, C.
6. Output wave form type	Sine Wave

#### 1.8.2.2 Function

ฟังก์ชันพื้นฐานของ UPS มีดังต่อไปนี้

1. ระบบป้องกันไฟกระชาก และป้องกันแรงดัน Surge, Spike
2. ปรับแรงดันไฟฟ้าอัตโนมัติ
3. Auto transfer กลับมาใช้ไฟหลัก เมื่อสภาวะระบบไฟเข้าสู่ปกติ

#### 1.8.2.3 Monitoring

หน้าจอแสดงผล UPS เป็นแบบ LCD สามารถแสดงข้อมูลต่างๆดังเช่น

- สถานะไฟฟ้า เช่น VA, Watt, Current, Voltage, Hz, Energy
- สถานะแบตเตอรี่
- การเปลี่ยนแบตเตอรี่
- มีเสียงสัญญาณเตือนหากเกิดสิ่งผิดปกติ
- จอ LCD สามารถค้นหาสาเหตุถึงสิ่งผิดปกติ
- อยู่ในสถานะโหมดจ่ายไฟหลัก หรือ จ่ายไฟสำรอง

### 1.9 อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า

#### 1.9.1 คุณสมบัติทั่วไป

สายไฟที่ใช้ในงานโครงการทั้งหมด ให้ใช้สายไฟที่มีคุณสมบัติดังหัวข้อ 1.9.2 ผู้เสนอราคาจะต้อง รับผิดชอบปริมาณสายไฟ รางสายไฟ ท่อร้อยสาย อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ โดยประเมินจากระยะทางของสายไฟตามแบบ Layout ของโครงการ โดยระยะประมาณสายไฟ Cable, Cable Trays, Conduits and Accessories เป็นงานจ้างเหมารวมทั้งหมด ขนาดสายไฟ รางสายไฟ ท่อร้อยสาย ใช้ ตามที่กำหนดในหัวข้องานติดตั้ง หรือ ที่กำหนดไว้ในแบบ Single line diagram ทั้งนี้อุปกรณ์ที่ใช้ใน โครงการต้องผ่านมาตรฐานอุตสาหกรรม

#### 1.9.2 รายละเอียดคุณสมบัติ

##### 1) คุณสมบัติสายไฟ (Cable)

- DC Low Voltage Photovoltaic Power cable: Cable shall be voltage rating 1.5/1.5 kVdc or above, stranded tinned copper conductor class 5 in according to IEC 60228 or equivalent. Cable insulation shall be cross-linked with halogen free, low smoke, flame retardant. Cable outer sheath shall be cross-linked with halogen free, low smoke, flame



- retardant, and sunlight ( UV) resistant according to EN 50618 or equivalent. Cables shall be in accordance with EN50618 or equivalent.
- AC Medium Voltage Power Cable (22 kV service) สายไฟจะต้องเป็น 12/20 (24) kvac, stranded copper, cross-linked polyethylene (XLPE) insulated with a tough flame retardant; polyvinyl chloride (PVC) jacketed.
  - AC Low Voltage Power Cable 600/1000 Vac: สายไฟจะต้องเป็น stranded copper; cross-linked polyethylene (XLPE) หรือ polyvinyl chloride (PVC) insulated with a tough flame retardant; polyvinyl chloride ( PVC) jacketed.
  - Control Cable 600/1000 Vac สายไฟจะต้องเป็น shield multi-conductor as required, stranded copper; cross- linked polyethylene ( XLPE) หรือ polyvinyl chloride (PVC) insulated with a tough flame retardant; metallic tape shield, polyvinyl chloride (PVC) jacketed.
  - Instrument Cable 500 Vac สาย cable จะต้องเป็น shield multi-conductor as required, stranded copper, polyvinyl chloride (PVC) insulated with a tough flame retardant; metallic tape shield, polyvinyl chloride (PVC) jacketed.
  - Lighting and small power 600/ 1000 Vac สาย cable จะต้องเป็น Copper conductor with PVC insulated with a tough flame retardant.
  - Cable for other special circuits shall be as recommended by manufacturer with approve by PEA
  - Fiber optic cable shall be of multiple fiber cores ( Min- Max 12- 24 core/ each), central strength member, loose tube, PE inner sheath, armoring, PE outer sheath, complying with IEC standard. Fiber optic cable shall be single mode, single sheath non-metallic type.
  - Ground cable shall be insulated Soft drawn copper, Class B stranding with green/yellow colored polyvinyl chloride insulation, UL 83, type THW or equivalent
  - Ground cable install in underground area shall be Bare Soft drawn copper, tinned, Class B stranding, ASTM B8.

## 2) คุณสมบัติรางสายไฟและท่อร้อยสาย (Cable tray and Conduits)

รางสายไฟกำหนดให้เป็นแบบ Hot-dip galvanized รางสายไฟภายนอกจัดให้มี

Cover ครอบทุกๆรางความหนาไม่ต่ำกว่า 2 mm. ความสูง 100 mm. โดยสาย Power และ Control ในส่วนที่ไม่ได้เดินในท่อ HDPE จะเดินใน Cable tray แบบ Ladder type สำหรับสาย Instrument ในส่วนที่ไม่ได้เดินในท่อ HDPE จะเดินใน Cable tray แบบ Perforated type สาย Fiber optic จะเดินแยกในท่อ HDPE ขนาดไม่ต่ำกว่า Dia. 1 inch. ท่อ HDPE ที่ใช้ในโครงการต้องมีคุณสมบัติ UV resistant สามารถใช้กับงาน Underground ได้

### 3) อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ

อุปกรณ์ Accessories สำหรับงานเดินสายทั้งหมด ยกตัวอย่างเช่น ข้อต่อ ข้อต่อยึด บุษชิง ข้องอ ตัวจับยึด วัสดุสิ้นเปลือง อื่นๆ เพื่อใช้สำหรับงาน สายไฟ, รางสายไฟ, ท่อร้อยสาย รวมถึง Support ต่างๆ เพื่อให้สามารถติดตั้งอุปกรณ์เป็นไปตาม สัญญาของโครงการ การเลือกใช้อุปกรณ์ Accessories ต้องเหมาะสมและทนต่อสภาพแวดล้อมที่ติดตั้ง ไม่ก่อให้เกิดสนิม ในส่วนข้อต่อสายไฟระหว่างแผงโซลาร์เซลล์ให้ใช้ ชนิด MC4 หรือดีกว่า ทนน้ำได้ และได้รับการรับรองจากมาตรฐานสากล

### 1.10 อุปกรณ์แสงสว่าง

- Visible range: 22 km
- Degree of Protection: 2 IP 55
- Operating time: 2 8 hours darkness
- Operation mode: Dusk to dawn automatically (Built-in photocell)

## 2. คุณสมบัติด้านเทคนิคและรายละเอียดงาน อุปกรณ์ตรวจวัด และระบบควบคุม

### 2.1 สถานีตรวจวัดสภาพอากาศ (Weather Station)

#### 2.1.1 คุณสมบัติทั่วไป

สถานีตรวจวัดสภาพอากาศจะต้องสามารถตรวจวัดค่าของสภาพอากาศต่างๆ ที่จุดติดตั้งได้แบบ Real time รวมถึงสามารถประมวลผลและส่งสัญญาณข้อมูลเพื่อแสดงผลและ นำไปวิเคราะห์ร่วมกับ ระบบ Floating Solar Power Plant ได้

สถานีตรวจวัดสภาพอากาศ จะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ประมวลผลและชุดเครื่องมือวัด อุปกรณ์ประมวลผลติดตั้งไว้ ภายในตู้ rack ห้องควบคุมรฟ.นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ชุดเครื่องมือวัดติดตั้งบนท่อนลอยน้ำสำหรับ แผงโซลาร์เซลล์จำนวน 2 ท่อนโดยติดตั้งชุดละ 1 ชุด ในตำแหน่งที่เหมาะสมและสะดวกในการ ดูแลรักษา

ชุดเครื่องมือวัดจะต้องมีแหล่งพลังงานของตนเองและระบบพลังงานสำรอง สำหรับแต่ละตำแหน่งติดตั้งเพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างอิสระ

การส่งข้อมูลจากเครื่องมือวัดสภาพอากาศ จากท่อนลอยน้ำ นี้ให้ใช้วิธีส่งผ่านระบบไร้สายตามมาตรฐาน IEC62591 หรือเทียบเท่า มายัง Wireless gateway



ข้อมูลจากการวัดสภาพอากาศจะถูกนำมาใช้วิเคราะห์เพื่อพยากรณ์กำลังการผลิตไฟฟ้าของ Floating Solar Power Plant ตามสภาพอากาศจริงโดยใช้เครื่องมือทางสถิติและแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ การคำนวณดังกล่าวจะทำให้ทราบถึงค่าความสูญเสียจาก mismatch, อุณหภูมิ, สายเคเบิล, inverter, หม้อแปลง และจากอุปกรณ์อื่น ๆ โดยทำการรวบรวมข้อมูลจากแต่ละตำแหน่งติดตั้งได้แก่ Solar Radiation, ความเร็วลม, อุณหภูมิ และ ความชื้น

ข้อมูลสำหรับการแสดงผลที่หน้าจอ HMI ที่ติดตั้งภายในห้องควบคุมจะต้องแสดงผลในลักษณะของภาพ graphic , กราฟ, ตาราง, แผนที่, MS Excel ตามความเหมาะสม เพื่อให้สามารถนำไปใช้งานร่วมกับระบบปฏิบัติการ Windows ได้

## 2.1.2 รายละเอียดคุณสมบัติ

### 2.1.2.1 อุปกรณ์วัดความเข้มแสงอาทิตย์ (Pyranometer)

Amount	1 set/PV Floating area
Spectral range	310 to 2800 nm
Sensitivity	5 to 15 $\mu\text{V}/\text{W}/\text{m}^2$
Response time	<18s (95%), < 6s (63%)
Non-linearity	2.5% (0 to 1000 $\text{W}/\text{m}^2$ )
Operating temperature	-40 to 80 $^{\circ}\text{C}$
Field of view	180 $^{\circ}$
Irradiance	0 to 1400 $\text{W}/\text{m}^2$
Temperature dependence	-10 to 40 $^{\circ}\text{C}$ +5%
Non stability change/year	<1%
Housing material	Anodized aluminum body Calibrated at field by comparison to a reference Pyranometer according to ISO 9847:1992

### 2.1.2.2 เครื่องวัดอุณหภูมิอากาศ

Amount	1 Set/PV Floating area
Type	RTD
Radiation Shield	Included (For block the direct solar ray affecting sensors) with Natural ventilation
Mounting adapts to	U- bolt and mounting arm assembly a variety of pole diameters
Plate Material	Span aluminum
Temperature range	-20 $^{\circ}\text{C}$ to 100 $^{\circ}\text{C}$
Temperature accuracy	$\pm 0.5$ $^{\circ}\text{C}$



Linearity	±0.1% of full scale
Stability	<0.5 °C per Year
Signal output	4-20 mA transmitter
2.1.2.3 เครื่องวัดอุณหภูมิแผง Pw	
Amount	1 sets/PV Floating area (PV panel and back of PV module)
Type	RTD
Insulation	Silicone rubber
Temperature range	50 to 220 °C
Lead wires	AWG 26, PTFE or Polyimide insulated
2.1.2.4 เครื่องวัดความชื้น	
Amount	1 sets of solid-state probe/ PV floating area (one probe under PV cell, another probe at same lever of PV module)
Humidity sensor range	0-100% or better Accuracy ±5% at 0-45°C or better
Signal output	4-20 mA transmitter
2.1.2.5 เครื่องวัดความเร็วลม แบบ 3 Cup anemometer	
- มีช่วงความเร็วลมที่วัดได้ 0.2 - 40 เมตรต่อวินาที	
- มีความแม่นยำ (Accuracy) เท่ากับ 2% ของช่วงวัด (Full scale) หรือดีกว่า	
- ผลิตจากวัสดุ Anodized Aluminum หรือ Stainless Steel	
- Output cu pulse/frequency	

## 2.2 Control and Monitoring system

### 2.2.1 ขอบเขตงาน

ระบบ control และ monitoring เป็นส่วนสำคัญที่ทำหน้าที่ควบคุม ดูแล ติดตาม และสั่งการ Floating Solar Power Plant ให้ทำงานได้อย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพ การ ออกแบบระบบจะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของ Floating Solar Power Plant และระบบที่เกี่ยวข้อง ความผิดพลาดของอุปกรณ์ใดๆ ที่เกิดขึ้น จะต้องไม่ส่งผลให้ระบบที่เกี่ยวข้องเกิดความอันตราย จะต้องมีการป้องกันความผิดพลาดที่สามารถเกิดขึ้นได้ และ ส่งสัญญาณเตือนไปยังผู้ใช้งานระบบให้รับทราบถึงปัญหา

มาตรฐานวัสดุและอุปกรณ์ของระบบไฟฟ้าและระบบควบคุม การออกแบบและการ ติดตั้ง จะต้องเป็นตามมาตรฐานและข้อกำหนด ซึ่งกำหนดขึ้นโดยหน่วยงานหรือสถาบัน ดังต่อไปนี้ NEMA, NPFA, ASME, ASHRAE, ISA, ANSI, IEEE, EEI มาตรฐานอื่นๆ ซึ่งเป็น มาตรฐานของประเทศผู้ผลิตวัสดุหรืออุปกรณ์ เฉพาะอย่างซึ่งเป็นที่พิสูจน์ได้ว่า วัสดุและอุปกรณ์นั้นๆมีคุณภาพเทียบเท่า หรือเหนือกว่ามาตรฐานที่ใช้ดังกล่าว

## ข้างต้น

Floating Solar Power Plant และระบบที่เกี่ยวข้องทั้งหมดจะถูกควบคุมและสั่ง การจาก Operator Interface Station (OIS) ที่ห้องควบคุมโรงไฟฟ้านิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ผ่าน ระบบสื่อสารที่ใช้มาตรฐาน Protocol IEC 61850 หรือ IEC 60870-5-104 หรือ Modbus TCP/IP หรือ Fast Ethernet หรือ เทียบเท่า และมีการส่งข้อมูลเข้า Web Server ผ่าน มาตรฐาน Protocol OPC DA

อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้จะต้องเป็นรุ่นใหม่ล่าสุดจากผู้ผลิต และสามารถทำงานร่วมกับ Microsoft Windows Operating System ได้

อุปกรณ์สื่อสาร, ตัวแปลงสัญญาณ, อุปกรณ์วัดสภาพอากาศ ที่วางบนทุ่น PW floating จะต้องเป็นรุ่นที่มีความทนทานสูงต่อความชื้น ความร้อน และภาวะไม่มีแหล่ง พลังงาน (power supply loss) จะต้องมีแหล่งสำรองพลังงานของตนเอง โดยใช้ solar cell หรือดีกว่าและตัวเก็บพลังงานให้เพียงพอต่อการส่งสัญญาณในช่วงเวลากลางวันและ สำรองเพียงพอให้อุปกรณ์วัดและสื่อสารบนทุ่น PV floating โดยมีวัตถุประสงค์ให้เริ่มต้น และมีความ พร้อมในการทำงานก่อนการทำงานของชุด inverter อย่างน้อย 10 นาที เพื่อ พร้อมเก็บข้อมูลและแสดงผลทันทีเมื่อ inverter ทำงาน และเมื่อหมดแสงแล้วอุปกรณ์ สื่อสารจะหยุดทำงานได้เมื่อ inverter หยุดทำงานไปแล้วอย่างน้อย 10 นาที

อุปกรณ์สื่อสาร, ตัวแปลงสัญญาณ, อุปกรณ์วัดสภาพอากาศและอื่นๆ ที่ติดตั้งบน floating ต้องออกแบบให้ลดการดูแลรักษา และทนทานต่อการ on-off ทุกวัน และ ออกแบบให้สามารถเลือกได้ โดยให้ เริ่มต้นและหยุดทำงานได้เองตามการตั้งค่าโดยไม่ต้องใช้ operator หรือให้ operator สั่งเริ่มและหยุดการทำงาน

สายไฟหรือสายสัญญาณของระบบควบคุมต้องแยก conduit กับ สายไฟฟ้า DC หรือ AC ผู้เสนอราคาจะต้องออกแบบและจัดส่งรายละเอียดในการออกแบบระบบควบคุมและการคำนวณการใช้พลังงานของอุปกรณ์สื่อสารและอื่นๆ

ระบบ control และ monitoring นี้จะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดการเชื่อมต่อ (grid Code) ด้วย

### 2.2.2 รายละเอียดคุณสมบัติ

อุปกรณ์ที่ใช้ในงานในระบบ control และ monitoring เป็นไปตาม control Configuration

- PLC ประกอบด้วย Controller, power supply, or module communication interface และ อุปกรณ์อื่นๆ
- Operator Interface Station (OIS)ประกอบด้วย จอมอนิเตอร์
- Engineering Work Station (EMS) Laptop
- Executive Information System (EIS)
- Inverter Floating Signal (PLC's Remote I/O ประกอบด้วย DI 16 channel, DO 8 channel และ AI 4 channel)
- 4G Router with Mobile SIM Card



- Antenna outdoor lightning arrestor for 4G router
- Outdoor Wireless Access Point ให้เพียงพอต่อ การกระจายสัญญาณสำหรับอุปกรณ์ทั้งหมดบนฟลุต
- Wireless gateway (แยกสัญญาณระหว่าง PV Floating แต่ละชุด)
- Remote Omni-Antenna for wireless gateway inuou wireless gateway พร้อมชุดติดตั้ง (Mounting bracket, Sealant tape, Cable พร้อม adaptor หัว-ท้าย, Lightning arrestor)
- อุปกรณ์ส่งสัญญาณ Dry Contact
- อุปกรณ์ส่งสัญญาณ 4-20 mA แบบไร้สายสำหรับเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ วัดสภาพอากาศ
- Fast Ethernet Switch 16 channel
- Media converter (RJ45/Optic) 1 / 1 core vasana FOC
- RS-232 RS-485/RS-422 to Ethernet (RJ-45) converter
- RS-485 to Wireless Converter
- (1 ชุดต่อหนึ่ง array box) สำหรับ ดึงข้อมูลจาก array box or combiner box ไปที่ Inverter floating
- อุปกรณ์ตรวจวัดสภาพอากาศและเครื่องมือวัด PV Floating area
- Server rack ตู้ติดตั้งในห้อง control roomติดตั้งใน ห้อง control room
- Floating Marshalling cabinet และ accessories
- Power Supply และสำรองสำหรับจ่ายพลังงานให้อุปกรณ์ระบบควบคุม เครื่องมือวัด และอุปกรณ์สื่อสาร ต้องมีให้ครอบคลุมและเพียงพอกับอุปกรณ์ ทั้งหมด ที่ PW Floating area
- Software license และคู่มือทั้งหมด

### 2.2.3 การเชื่อมต่อเพื่องานควบคุมและการสื่อสารข้อมูล

การเชื่อมต่อเป็นไปตามแบบ Control Configuration

- PV floating - Inverter floating: ส่งสัญญาณไร้สาย ผ่าน Wi-Fi เพื่อส่งสัญญาณไร้สายจาก array box และเครื่องมือวัดสภาพอากาศ บน PV floating มาที่ตู้ marshalling ที่ inverter floating
- Inverter floating - ห้องควบคุม (CCR): สายใยแก้วนำแสง (FOC) เพื่อส่งสัญญาณผ่านสายใยแก้วนำแสงจากตู้ marshalling บน inverter floating มายังตู้ server rack ที่ห้องควบคุม (CCR)
- Switchyard area - ห้องควบคุม (CCR): สายสัญญาณ (Hardwired)และสายใยแก้วนำแสง (FOC) เพื่อส่งสัญญาณสถานะและสัญญาณควบคุมของอุปกรณ์ไฟฟ้าจากตู้ (RMU ของเดิม) ผ่านสายสัญญาณ



Hard wired และสถานะมาตรวัดไฟฟ้า (Metering) ผ่านสายใยแก้วนำแสง

#### 2.2.4 การควบคุมและแสดงผล

- สามารถเชื่อมต่อกับเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าและนำข้อมูลมาแสดงผลได้
- สามารถเก็บข้อมูลทั้งหมดเพื่อจัดทำรายงานในภายหลังได้
- สามารถเชื่อมต่อกับเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าและนำข้อมูลมาแสดงผลบน Operator Interface System (OIS) ได้
- Graphic Display แสดงสถานะการทำงานและสภาวะ (Healthy) ของอุปกรณ์ไฟฟ้า, อุปกรณ์สื่อสาร, อุปกรณ์แปลงสัญญาณ, อุปกรณ์วัดสภาพอากาศ และเครื่องมือวัด ต่างๆ ที่อยู่บน PV floating, Inverter floating, Switchyard ตามที่ได้ระบุตัวอุปกรณ์ ไว้ในเอกสารนี้ ตาม ข้อกำหนดของ กฟผ.
- สามารถเก็บข้อมูลทั้งหมดเพื่อจัดทำรายงานในภายหลังได้
- ข้อมูลที่จัดเก็บไว้ให้อยู่ในรูปแบบ Microsoft Office เช่น MS excel, pdf เป็นต้น
- สามารถรับส่งข้อมูลและแสดงผลผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของ ไฮมีเดีย ได้
- ข้อมูลที่แสดงผลสำหรับผู้บริหารจะต้องสามารถนำไปแสดงผลบน Web Server ของ ไฮมีเดีย จะต้องเป็นแบบ Real Time ผ่าน Web Browser และ mobile application
- ระบบเก็บข้อมูลติดตั้งภายในอาคารห้องควบคุม
- สามารถเก็บข้อมูลทั้งหมดไว้ใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 1 ปี
- สามารถสั่งพิมพ์เพื่อจัดทำรายงานได้ หรือจัดทำรายงานในภายหลังได้
- มี sampling rate สามารถปรับได้ตั้งแต่ 1 - 15 นาทีต่อครั้ง
- สามารถหยุดการเก็บข้อมูลช่วงเวลากลางคืนได้

#### 2.2.5 ข้อมูลที่ใช้ควบคุมการทำงาน

- Command breaker close, open (SWYD area)
- Status breaker closed, opened (SWYD area)
- Ring main unit status on, off, fault (SWYD area)
- Earthling switch status on, off
- Protection status ด้วยการสื่อสารผ่านโปรโตคอล Modbus TCP/IP
- Metering status ด้วยการสื่อสารผ่านโปรโตคอล Modbus TCP/IP
- ACB closed, opened (Inverter floating area)
- POM metering (Inverter floating area)
- Link Health Monitoring

#### 2.2.6 ข้อมูลที่เก็บและสามารถแสดงผลจากเครื่องมือวัดต่างๆ

- Array box monitoring (string individual current, common voltage, internal temperature, health of surge protection, position of disconnect or switch)
- ค่ากระแสและแรงดันด้านกระแสตรงของแต่ละ String
- ค่ากระแสและแรงดันด้านกระแสสลับของเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแต่ละตัว
- ค่าพลังงานที่ผลิตได้ต่อวัน และพลังงานสะสม (kWh) ทั้ง AC และ DC
- ข้อมูลที่ออกจาก Array Box
- PR ratio
- ข้อมูลสภาพอากาศจากเครื่องมือตรวจวัดสภาพอากาศที่แต่ละ PV Floating area
  - I. ค่ารังสีดวงอาทิตย์ (W/m<sup>2</sup>)
  - II. ค่าพลังงานรังสีแสงอาทิตย์ (kWh/m<sup>2</sup>)
  - III. ค่าอุณหภูมิแผงเซลล์แสงอาทิตย์
  - IV. ค่าอุณหภูมิอากาศ
  - V. ค่าความชื้น
  - VI. ค่าความเร็วและทิศทางลม
- ข้อมูลลดการปล่อย CO2 รายวันและสะสม
- ข้อมูลแสดงเป็นกราฟรายงานค่าพลังงานที่ผลิตได้ต่อวัน
- ข้อมูลแสดงเป็นกราฟรายงานค่าพลังงานที่ผลิตได้ต่อเดือน
- ข้อมูลแสดงเป็นกราฟรายงานค่าพลังงานที่ผลิตได้ต่อปี
- ข้อมูลชนิด Real time บอกสถานะอุปกรณ์บน Diagram และการทำงานของระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ตามตามเอกสาร Drawing no. TN-FPV-KK-002

#### 2.2.7 เงื่อนไขการตรวจรับ

ผู้เสนอราคาจะต้องดำเนินการทดสอบระบบและส่วนประกอบต่าง ๆ อย่างสมบูรณ์ ครบถ้วน การทดสอบดังกล่าวนี้จะต้องประกอบด้วย

- Factory Routine Test
- Site Test
- Visual Inspection อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน
- Installation and Operation/Maintenance Manual
- Electrical operation of all equipment to ensure that all parts operate properly via HMI graphic display
- Plant operation sequence test from HMI
- Alarm and recording function test
- All Control network test,



- Fiber optic cable continuity test
- Wi-Fi Signal and wireless data transmission
- Binding of Radio to a network
- Continuity and polarity tests on all coils and circuits,
- Power supply and storage
- Monitoring information via HMI,
- EIS function, monitoring via mobile phone and web browser

#### 2.2.8 รายละเอียดการตรวจรับ

- จะต้องมีการทดสอบเซ็นเซอร์ เครื่องแปลงกำลัง เครื่องแปลงสัญญาณและเครื่องมือวัดทั้งหมดตามความจำเป็นเพื่อแสดงให้เห็นว่าอุปกรณ์ต่างๆ มีประสิทธิภาพและคุณสมบัติ การทำงานตามที่ระบุไว้ ผู้เสนอราคาจะต้องจัดส่งหนังสือรับรองของเครื่องมือวัดทั้งหมดให้แก่การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยเพื่อขอรับการอนุมัติ
- จะต้องมีการตรวจสอบอุปกรณ์ต่างๆ ด้วยสายตาเพื่อเป็นการทวนสอบว่าอุปกรณ์เหล่านี้มีคุณลักษณะเป็นไปตามข้อมูลจำเพาะที่เกี่ยวข้อง
- ผู้เสนอราคาจะต้องทำการตรวจสอบและทดสอบการทำงานทั้งหมดของระบบควบคุมอย่าง สมบูรณ์ครบถ้วน
- จะต้องมีการตรวจสอบการทำงานของระบบควบคุมอัตโนมัติผ่านทางแผงควบคุม และ เครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ควบคุมดังต่อไปนี้:
  - I. ระบบอัตโนมัติแต่ละระบบจะต้องมีการทดสอบเหมือนสถานการณ์จริงเพื่อยืนยันว่าระบบมีลำดับการทำงานและการปิดล๊อคโดยอัตโนมัติอย่างถูกต้อง ระเบียบ ขั้นตอนสำหรับแต่ละระบบหรือแต่ละระบบย่อยจะต้องสอดคล้องตรงกันระหว่าง ของผู้เสนอราคาและของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยก่อนที่จะมีการดำเนินการ ตรวจสอบดังกล่าว
  - II. จะต้องทำการทดสอบการทำงานของระบบควบคุมแบบ open-loop ของแต่ละ ไดรฟ์และแยกแต่ละระบบ โดยการทดสอบนี้จะต้องดำเนินการจากห้องควบคุม และประสานงานไปยังศูนย์ควบคุมกลาง โดยจะต้องมีการทดสอบการทำงานของแต่ละ Loop จากระบบอัตโนมัติใดๆ โดยการตั้งสถานการณ์ให้อยู่ในสถานะที่ โรงไฟฟ้ากำลังทำงาน
  - III. ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบระบบและส่วนประกอบทั้งหมดโดยสมบูรณ์ ครบถ้วน ทั้งที่โรงงานและในพื้นที่บริษัทตามข้อมูลจำเพาะมาตรฐานที่เกี่ยวข้องเพื่อ พิจารณากำหนดประสิทธิภาพและคุณสมบัติการทำงานของ



ระบบ และเพื่อ พิจารณาว่าคุณสมบัติของระบบมีความสอดคล้องตามข้อกำหนดทั้งหมดหรือไม่ ทั้งนี้ เว้นแต่จะมีการกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น

- IV. ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเครื่องมือและอุปกรณ์ทั้งหมดที่จำเป็นสำหรับการทดสอบก่อน การทดสอบ และจะต้องมีการออกบันทึกการทดสอบและลงลายมือโดยทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง
- V. จะต้องออกบันทึกการทดสอบแยกสำหรับเครื่องมือ อุปกรณ์ แผงควบคุม หรือ อุปกรณ์อื่นๆ ที่ได้รับการทดสอบแต่ละอัน
- VI. จะต้องระบุข้อมูลการทดสอบที่ได้ดำเนินการไปแล้วทั้งหมดและผลการทดสอบ เหล่านั้นไว้ในบันทึกการทดสอบด้วย

## 2.3 Programmable Logic Controller (PLC)

### 2.3.1 คุณสมบัติทั่วไป

- ระบบควบคุมการทำงานของ Floating Solar Power Plant จะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 61131-3 หรือเทียบเท่า ประกอบด้วยส่วนควบคุมและแสดงผล มี Engineering tools พร้อมโปรแกรมแบบ Licensed เพื่อใช้ในการจัดการและแก้ไขระบบ จะต้อง สามารถเก็บสำรองข้อมูล และสามารถ Restore ได้ และรองรับการเชื่อมต่อผ่านเคเบิล รวมถึงการแสดงผลในรูปเอกสารเพื่อจัดเก็บ และจะต้องมีการจัดอบรมการใช้งานระบบ เพื่อให้ ไฮมีเดีย สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามที่กำหนด
- ใช้การควบคุมจาก Programmable Logic Controller (PLC) ที่สภาวะการทำงานปกติ ภาระการทำงานจะต้องไม่เกิน 60% ของความสามารถที่รองรับได้และหน่วยความจำ ทั้งหมด
- การเชื่อมต่อของระบบควบคุมจะถูกเชื่อมต่อกับ Floating Solar Power Plant แบบ Single Point โดยสามารถควบคุมแรงดัน, ความถี่, กำลังงานจริง, กำลังงานรีแอกทีฟ, Power Factor และ Ramp Rate เพื่อนำมาใช้จัดการให้ระบบสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าที่สามารถเชื่อมต่อกับ grid ได้โดยมีความเชื่อถือได้และมีประสิทธิภาพสูงสุด
- การควบคุมและแสดงผลค่าต่าง ๆ ของ Floating Solar Power Plant จะต้องสามารถแสดงผลและตอบสนองต่อคำสั่งจาก Remote Control Station

### 2.3.2 รายละเอียดคุณสมบัติ

- Programmable Logic Controller (PLC) จะต้องเป็น High-Speed Microprocessor based โดยสามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์ในระบบควบคุมตามที่กำหนดไว้ รวมทั้งอุปกรณ์ทั้งหมดที่จำเป็นสำหรับการติดตั้ง การส่งมอบและการบำรุงรักษา/ซ่อมแซม ต้อง มีหนังสือรับรองจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศ ว่ามีศูนย์บริการหลังการขายในประเทศไทย และ

รับรองว่ามีอะไหล่ให้บริการ ในรุ่นที่เสนอมา เป็นระยะเวลา ไม่น้อยกว่า 10 ปี ซึ่ง ไฮมีเดีย สามารถตรวจสอบได้

- PLC จะต้องได้รับการออกแบบให้สามารถติดต่อประสานกับระบบควบคุมอื่นๆได้ผ่านทางหน่วยติดตั้งภายใน (built-in module) หรือหน่วยสื่อสาร (communication module)
- PLC จะต้องสอดคล้องกับมาตรฐานอุตสาหกรรมสากลโดยจะต้องมีความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้าในระดับสูง (high electromagnetic compatibility) ซึ่งสอดคล้องตามมาตรฐาน IEC 801 หรือเทียบเท่า และจะต้องทำการทดสอบ ในขณะที่เปิดประตู
- PLC สามารถทนต่ออุณหภูมิโดยรอบในระดับที่ยอมรับได้สูงสุด 60 องศาเซลเซียส ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 5-95% และมีความต้านทานสูงต่อแรงกระชาก (shock) และการสั่นสะเทือน
- PLC มีระบบตรวจสอบตัวเองอย่างละเอียด รวมทั้งสามารถแสดงสถานะของส่วนประกอบทั้งหมดได้อย่างชัดเจนตามที่คุณควบคุมร้องขอผ่านทางอุปกรณ์ (engineering/operator workstation) และต้องรับประกันค่าเวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซม (MTTR) จะน้อยกว่า 30 นาที และค่า Mean Time Between Failure (MTBF) จะต้อง มากกว่า 400,000 ชั่วโมง
- หน่วย CPU จะต้องเป็นแบบ Plug-in และจะต้องมีส่วนการตรวจสอบตัวเองแบบถาวรด้วย หน่วย CPU นี้จะต้องไม่ทำงานในอัตรามากกว่า 60% ของความจุที่มีอยู่
- PLC จะต้องมีความจำแบบภายใน (Internal Build-in) สำหรับแบบ RAM (Integrated RAM) ไม่น้อยกว่า 1.4MB และหน่วยความจำแบบรวม (Integrated User Memory) จะต้อง มีขนาดขั้นต่ำที่ 32 Mbytes เพื่อให้ใช้กับงานซอฟต์แวร์ประยุกต์และ จัดเก็บข้อมูล นอกจากนี้ต้องสามารถเพิ่มและสำรองข้อมูลได้ด้วย หน่วยความจำย่อย PLC แต่ละอันจะต้อง มีแบตเตอรี่เป็นของตัวเอง และในกรณีที่แรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่อยู่ในระดับต่ำจะต้องมีการแสดงให้เห็นที่ด้านหน้าของ PLC ด้วย
- มีความเร็วในการประมวลผลต่อคำสั่งการทำงานขั้นต่ำหรือดีกว่า ดังนี้
  - I. สัญญาณสำหรับสั่งการอุปกรณ์ตัดตอนไฟฟ้ามัมีระยะเวลาประมวลผล 50 ms
  - II. สัญญาณสำหรับวงจรควบคุมมีระยะเวลาประมวลผล 150 ms
- กรณีที่ไฟฟ้าดับ จะต้องสามารถ Restart ระบบได้ โดยยังสามารถใช้ค่า Operating Parameters เดิม ทั้งนี้เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง
- โปรแกรม PLC สามารถรองรับกับการใช้งานบนระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows เพื่อใช้ในการสร้างและแก้ไขโปรแกรม โดยต้องสามารถทำได้ทั้งในแบบ On-Line และ Off-Line
- โปรแกรมสามารถรองรับมาตรฐานการเขียนโปรแกรม IEC 61131-3 หรือเทียบเท่าจำนวน 5 ภาษาได้แก่ Ladder Diagram (LD), Structure Text (ST), Function Block Diagram (FBD), Instruction List (IL) และ Sequential Function Chart (SFC)



- แรงดันไฟฟ้าสัญญาณขาเข้าแบบไดนาไมคัล (DI) จะต้องใช้ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 24 โวลต์หน่วย อินพุตจะต้องทนต่อสัญญาณรบกวน และแรงดันไฟฟ้าสัญญาณภายนอก (external signal voltage) จะต้องแยกออกจากแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ภายใน (internally used voltages) ได้อย่างสมบูรณ์ แต่ละหน่วยอินพุตเหล่านี้จะต้องมีระบบป้องกันแรงดันไฟฟ้า เกิน (Opto-Isolator)
- ช่วงแรงดันไฟฟ้าขาเข้าที่เป็นสัญญาณไดนาไมคัล “0” จะต้องอยู่ในช่วง 30 ถึง +4 โวลต์ (ไฟฟ้ากระแสตรง) ส่วนแรงดันไฟฟ้าขาเข้าที่เป็นสัญญาณไดนาไมคัล “1” จะต้องอยู่ในช่วง +13 ถึง +30 โวลต์ (ไฟฟ้ากระแสตรง)
- กระแสไฟฟ้าขาเข้าสูงสุดจะต้องไม่น้อยกว่า 5 มิลลิแอมป์ (ที่แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 24 โวลต์) โดยจะต้องแสดงสถานะกระแสไฟฟ้าขาเข้าด้วยไฟแอลอีดีที่ส่วนหน้าของแต่ละหน่วย
- หน่วยของสัญญาณขาเข้า (input) จะต้องมีการ timestamp ภายใน 1 มิลลิวินาที เพื่อบันทึก ค่าเหตุการณ์ (Event) ในการวิเคราะห์เหตุการณ์ (Diagnostic) โดย Synchronize กับ GPS time (Master clock) ที่มีอยู่เดิม
- แรงดันไฟฟ้าสัญญาณขาออกแบบไดนาไมคัล (DO) จะต้องใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 24 โวลต์ โดยแรงดันไฟฟ้าขาออกแบบไดนาไมคัลนี้จะต้องได้รับการป้องกันไฟฟ้ลัดวงจรและ และแรงดันไฟฟ้าสัญญาณภายนอก (external signal voltage) จะต้องแยกออกจากแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ภายใน (internally used voltages) ได้อย่างสมบูรณ์
- กระแสไฟฟ้าขาออกสำหรับเอาต์พุตไดนาไมคัล จะต้องมีความอย่างน้อยที่ 0.5 มิลลิแอมป์ 24 โวลต์ (ที่แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง) โดยจะต้องแสดงสถานะกระแสไฟฟ้าขาออกด้วยแอลอีดี ที่ส่วนหน้าของแต่ละหน่วย
- จัดหาระบบการป้องกันแรงดันไฟฟ้าเกินสำหรับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่เกิดขึ้นจากการ สลับของโหลดชนิดเหนี่ยวนำ และมี surge protection
- สัญญาณขาเข้าแบบอนาล็อก (AI) จะเป็นตามมาตรฐาน 4-20 มิลลิแอมป์ อยู่ในช่วง 0-100% สัญญาณขาออกอนาล็อกจะต้องแยกจากสัญญาณอื่น ๆ นอกจากนี้จะต้องแยกกราวด์ (ground) ออกจากกันเพื่อหลีกเลี่ยงสัญญาณผิดพลาดที่เกิดจาก Ground Loop
- การแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล (Digital/Analog Conversion) จะต้องมีความละเอียดต่ำสุดที่ 12 บิต (bits) เพื่อให้มี accuracy น้อยกว่า 0.1 เปอร์เซ็นต์
- หน่วยอินพุต/เอาต์พุต (I/O module) จะต้องสามารถถอดและใส่โดยไม่ต้องปิดชุดจ่ายไฟ (Hot Swap) ได้
- การเชื่อมต่อระบบ (PLC Network Communication) ต้องสามารถเชื่อมต่อกับ Operator Workstation หรือ Human Machine Interface (HMI) ที่ติดตั้งอยู่ที่ ห้องควบคุมนิคม



อุตสาหกรรม โดยใช้ Ethernet Communication Module เพื่อใช้ใน ติดต่อสื่อสารแบบ Protocol TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol)

## 2.4 Operator Interface Station (OIS)

### 2.4.1 คุณสมบัติทั่วไป

- Operator Interface Station (OIS) จะถูกติดตั้งที่ห้องควบคุม 1 ชุด และสามารถแสดงผลข้อมูลแบบ real-time และส่งข้อมูลติดต่อกับชุดควบคุม floating solar power plant โดยแสดงผลเป็นภาษาอังกฤษ หน่วยแสดงผลเป็น S1 Unit และสามารถทำงานได้ ตลอด 24 ชั่วโมง จำเป็นต้องมีการป้องกันการเข้าถึงด้วยรหัสผ่าน และมี User login และ รหัสผ่านอย่างน้อย 5 ชั้นเพื่อการเข้าถึงการควบคุม
- OIS จะแสดงผลการ Control และ monitoring รวมถึง alarm ในรูปแบบของกราฟิก ตัวเลข กราฟ ชาร์ต และอื่น ๆ ที่หน้าจอ (display) แบบ real-time โดยล่าช้าไม่เกิน 2 วินาที หน้าจอจะแบ่งแสดงผลตามประเภทข้อมูลและอุปกรณ์ เช่น ระบบและอุปกรณ์ ควบคุม เช่น Control Sequence, ข้อมูลสภาพอากาศ, PLC, VOpint และค่าวัดจาก Metering ระบบ และอุปกรณ์สื่อสาร เช่น Ethernet Switch, Wireless Gateway, Router และสถานะ Communication Network ระบบการผลิตไฟฟ้า เช่น ค่ากำลังการผลิต ค่าแรงดัน และค่ากระแสไฟฟ้า รวมถึงระบบข้อมูลผู้บริหาร และระบบ auxiliary และอื่น ๆ ทางบริษัท มีสิทธิ์ในแก้ไขข้อมูลและเพิ่มเติมหน้าจอแสดงผลได้สูงสุด 20 หน้าจอเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนและมีประสิทธิภาพต่อการนำไปใช้งาน
- อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ต้องเป็น industrial grade และออกแบบไว้เป็นแบบ workstation รุ่นใหม่ล่าสุดที่มีออกจำหน่าย

### 2.4.2 รายละเอียดคุณสมบัติ

Processor	Quad Core Intel® Xeon® Processor 3.5 GHz
Physical Memory	8 GB DDR4 ECC
Graphic Card	3D graphic card with DVI/DP interface
Hard Drive	1 TB, 7200 RPM Hard Drive, SATA 6Gb/s
Monitor	one (1) set of 24 inch IPS monitor with LED backlight, resolution 1920 x 1200, Adjustable Stand, DVI/DP Interface or better
Network Interface	Interface to Ethernet bus
Other	CD/DVD writer, USB Optical mouse, standard Keyboard
Software	Lasted Microsoft Windows Server operating

system, Antivirus software, Personal firewall and other software required to complete OIS function

## 2.5 ระบบบริหารจัดการข้อมูล (Executive Information System)

### 2.5.1 คุณสมบัติทั่วไป

- ระบบบริหารจัดการข้อมูล เป็นระบบฐานข้อมูลกลางในลักษณะระบบเปิด (SQL Database System) เพื่อสนับสนุนช่องทางการเข้าถึงตั้งแต่ระดับปฏิบัติงานจนถึงระดับ ผู้บริหาร รองรับทั้งกระบวนการเชิงคุณภาพ เช่น การวิเคราะห์ข้อมูลผ่านทางเครื่องมือการค้นหา (Search) บนระบบ Web Based และ Mobile application ไม่จำกัดจำนวน ผู้ใช้งาน เพื่อแสดงข้อมูลกระบวนการผลิตในปัจจุบัน และย้อนหลัง รวมถึงการวิเคราะห์ แนวโน้ม (Trend Plot) ของข้อมูลกระบวนการผลิต ของหน่วยการผลิตต่าง ๆ พร้อมกัน ในเวลาเดียว ตามแต่ละชนิดของข้อมูล อาทิเช่น Min, Max, Average, Snap Shot และ เงื่อนไขทั้งหมดสามารถนำมาสร้างเป็นรูปแบบการค้นหา (Search Template) และ รูปแบบของกราฟได้ (Trend Plot Template) สนับสนุนรองรับกระบวนการเชิงปริมาณ เช่น การกรอกข้อมูล การรวบรวมการจัดรูปแบบให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ ผ่านทาง เครื่องมือการดึงข้อมูลตามกำหนดช่วงเวลาของกระบวนการผลิต (Specific Data Tool) และระบบ Excel Real-time Add-in เพื่อติดต่อกับระบบฐานข้อมูลกลางในแบบ Real-time และรองรับการคำนวณที่ซับซ้อน ระบบต้องสนับสนุนการจัดทำรายงานต่าง ๆ เช่น รายงานประจำวัน, รายงานด้านการผลิตประจำเดือน, รายงานสะสม และรายงาน ข้อมูลต่าง ๆ ที่ทั้งหน่วยงานภายในและภายนอกต้องการ รวมถึงรายงานแบบสะสมไตรมาส ครึ่งปี และรายงานประจำปี หรือสะสมตั้งแต่เริ่มต้นโครงการ
- ผู้ผลิตระบบ EIS ต้องมีตัวแทนจำหน่ายและให้บริการอยู่ในประเทศไทย เมื่อได้รับแจ้ง ปัญหาสามารถมาดูแลบำรุงรักษาระบบได้ภายใน 1 วันทำการ

### 2.5.2 รายละเอียดคุณสมบัติ

- ระบบ EIS ประกอบด้วยเซิร์ฟเวอร์ จำนวน 1 ชุด (Web and Database server) ชนิด ติดตั้งในตู้ Rack ขนาด 19 นิ้ว พร้อมจอ LED แบบเลื่อนพับเก็บได้ เม้าส์ คีย์บอร์ด พร้อมซอฟต์แวร์ OPC DA Client เพื่อเชื่อมต่อกับ OPC DA Server ดึงข้อมูลปัจจุบัน จาก operation server เพื่อดึงข้อมูลมาเก็บไว้ในรูป MS SQL database ผู้ใช้งานสามารถป้อนข้อมูลหรือดึงข้อมูลจาก excel ไฟล์
- Web and Database server เชื่อมต่อกับ Network ที่ห้องควบคุมโรงไฟฟ้า นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด





Processor:	One (1) Intel Xeon E5-2623 v4 2.6GHz
Physical Memory:	32 GB RDIMM, 2400MT/s
Storage controller:	PERC H730 RAID Controller, 2GB NV Cache
RAID standard:	RAID 5
Hard Drive:	5 x 1.2TB SAS
Power Supply:	Hot plug redundant power supply
Network interface:	Ethernet bus
Fan:	Hot plug redundant cooling fan
Other:	CD/DVD RW, USB Optical mouse, standard keyboard
Software:	OPC DA Client, Microsoft SQL Server, MS office professional, Adobe Acrobat and anti-virus software, EIS application and mobile software

## 2.6 Engineering Work Station (EWS)

### 2.6.1 คุณสมบัติทั่วไป

Engineering Work Station มีหน้าที่ปรับแต่งและแก้ไขการทำงานของ Operator Interface Station (OIS) มีซอฟต์แวร์ที่อนุญาตให้ operator สามารถแก้ไข graphic display, tag, database, alarm management, event list, trends, logs และอื่น ๆ ได้ ในส่วนของระบบควบคุม PLC และ Communication Network ซอฟต์แวร์ต้องเป็นแบบ graphic based ที่สามารถแก้ไขเพิ่มเติมและปรับแต่งส่วนควบคุมได้ โดยไม่สร้างผลกระทบ กับระบบควบคุมเดิม operator จะต้องสามารถปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ และค่า Set point ของอุปกรณ์

### 2.6.2 รายละเอียดคุณสมบัติ

Engineering Work Station (EWS) เป็น laptop computer ยี่ห้อเดียวกันกับ Operator Workstation เพื่อการทำงานที่เข้ากันได้ อุปกรณ์จะต้องรองรับการใช้งานเชิงอุตสาหกรรมพร้อมด้วยซอฟต์แวร์แบบ developer รุ่นใหม่ล่าสุดที่สามารถรองรับการอัปเดต เพิ่มเติมได้

Programing tools:	ซอฟต์แวร์สำหรับปรับตั้งค่าและตรวจสอบ inverter, ระบบ Protection
Connection Port:	1 Gigabit Ethernet network, USB 3.0, 2.0, HDMI, VGA, Native RS232, RJ-45

## 2.7 Operation Server

### 2.7.1 คุณสมบัติทั่วไป

- อุปกรณ์สำหรับ Server เช่น จอ monitor และคีย์บอร์ด จะต้องรองรับการทำงานเชิงอุตสาหกรรม เพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง





- ประสิทธิภาพการทำงานของ CPU สูงสุดเมื่อเดินเครื่อง จะต้องไม่เกิน 60% ของขีดจำกัดการทำงานสูงสุดของ CPU
- Server จะต้องมีการ redundant hard-disks (RAID 1) ที่สามารถเก็บข้อมูลการทำงานทั้งหมดได้อย่างน้อยเป็นระยะเวลา 5 ปี
- จอ monitor แบบ LCD ขนาด 19 นิ้ว พร้อมคีย์บอร์ด VM Switch และ touch pad
- Software และ Hardware แสดงผลในภาษาอังกฤษ ที่สามารถทำงานบน Windows Operating System และรองรับการเชื่อมต่อมาตรฐาน Ethernet และ TCP/IP protocol ได้
- มี Uninterrupted Power Supply (UPS) สำหรับจ่ายพลังงานสำรอง
- OPC DA Server  
ระบบ Control และ Monitoring จะ interface แบบ real-time รองรับได้อย่างน้อย 2,500 license tags และมีความปลอดภัยในการโอนย้ายข้อมูลแบบ DCOM สำหรับทั้ง server และ client
- HDSR Function  
ข้อมูลทั้งหมด (point data, alarm) ใน operation server database จะต้องถูก สามารถเรียกใช้งานได้อัตโนมัติ โดยจะเก็บข้อมูลแบบ open database format เช่น SQL สามารถเก็บได้อย่างน้อย 2,500 license tags เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 5 ปี ข้อมูล จะถูกสำรองไว้ที่ optical disk ซึ่งจะต้องมีเทคโนโลยีที่ใหม่ล่าสุด และมีความจุสูงสุดใน ท้องตลาด การเก็บข้อมูลต้องมีการระบุช่วงเวลาและชื่ออย่างชัดเจน การเคลื่อนย้ายข้อมูล ใดๆ จะต้องไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงาน
- Data Logging  
ค่าที่ได้จากการทำงานของ Floating Solar Power Plant เช่น พลังงานที่ผลิต, ค่า แรงดัน, ค่ากระแส, อุณหภูมิและสภาพอากาศ การเปลี่ยนแปลงสถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้า และ อุปกรณ์สื่อสาร และสัญญาณควบคุมจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบ จะต้องถูกเก็บรวม รวมไว้ที่ Operation Server โดยมีเวลาจาก Master Clock เป็นตัวระบุ Time stamp (SOE, Sequence of Event)  
การบันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น (SOE) แบ่งตามประเภทข้อมูลดังนี้
  1. Alarm
  2. Warning
  3. Fault, Trip
  4. Equipment status, Changing statusและให้แสดงค่าเหตุการณ์และการวิเคราะห์เป็นรายงานบน HMI และมีขั้นตอนการ



บริหารจัดการ Alarm (Alarm management) อย่างชัดเจนข้อมูลจะถูกรักษาและจัดเก็บไว้เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 5 ปี โดยจะต้องสามารถดึง ออกมาแสดงผล (HDSR) ผ่าน HMI และรองรับกับ MS Excel หรือ PDF เพื่อทำการจัดเก็บในรูปแบบเอกสารได้

## 2.8 รายละเอียดคุณสมบัติ

Processor	2 x Ten Core Intel® Xeon® E5 V4 Processor 2.2 GHz
Physical Memory	16 GB ECC type and at normal server operation shall consume not more than 30% of installed memory
Hard Drive	At least 2 x 2TB, 7.2K RPM Hard Drive with RAID 1 Configuration
Power Supply	Hot plug redundant power supply
Network Interface	Dual interface to Ethernet bus
Fan	Hot plug redundant cooling fan
Other	Rack mounted KVM, CD/DVD writer
Software	Lasted Microsoft Windows server operating system, Antivirus software, Personal firewall and other software required to complete function of the server

## 2.9 Firewall

### 2.9.1 คุณสมบัติทั่วไป

ระบบ Control และ Monitoring จะต้องมีการ Firewall ป้องกันระบบที่เชื่อมต่อกับ เครือข่ายภายนอก เพื่อความปลอดภัยของข้อมูล

### 2.9.2 รายละเอียดคุณสมบัติ

เป็น Firewall ที่มี Configuration แบบ DMZ และสามารถทำงานร่วมกับ ระบบปฏิบัติการ (OS) Microsoft Windows ได้ 2.10 4G Router

### 2.10.1 คุณสมบัติทั่วไป

4G Router มีหน้าที่เป็นตัวรับและส่งข้อมูลระหว่าง 4G และชุดควบคุมให้มีประสิทธิภาพผ่านคลื่นความถี่และระบบ Cellular ของผู้ให้บริการเครือข่าย ซึ่งจะถูกติดตั้ง ที่ 4G Router สำหรับ inverter และชุดควบคุมสำหรับแผงโซลาร์เซลล์ จะต้องมีการรับรองความปลอดภัยจาก UL และการรับรองระดับสัญญาณรบกวนจาก EN เป็นอย่างน้อย

### 2.10.2 รายละเอียดคุณสมบัติ

Type	Multiband Omni Directional type
------	---------------------------------



Frequency Range	806 to 960 MHz and 1710 to 2170 and 2300-2600 MHZ
Minimum Power Rate	20 Watt
Connector	TNC male
Operation Length	Minimum 15 Ft

## 2.11 Antenna for 4G router

### 2.11.1 Outdoor Indoor Antenna

#### - คุณสมบัติทั่วไป

Outdoor antenna lightning arrestor เป็นเสาสัญญาณ 3G/4G แบบ lightning arrestor เพื่อการใช้งานแบบภายนอกอาคาร ตัว arrestor จะตัดสัญญาณฟ้าผ่า แบบ In line quarter-wave ด้วยวงจรกรองความถี่สูง และจะต้องทำงานร่วมกับ antenna แบบ Multi Omni directional ได้ การเชื่อมต่อลงดินเป็นแบบ Bulkhead Equipment Grounding Conductor การใช้งานเชิงอุตสาหกรรม และต้องไม่มีการบำรุงรักษาตลอดการใช้งาน

#### - รายละเอียดคุณสมบัติ

Type	Inline quarter-wave arrestor with integrated high-pass filter type
Frequency Range	800 to 2600 MHZ
Maximum Insertion Loss	0.2 dB
Maximum RF Power Rate	20 Watt
Connector	TNC male (Protected side) and TNC female (Antennafacing)
VSWR	<1.22:1 (806 to 2200 MHz)
Return Loss	>26 dB
Nominal impedance	50 ohms
Surge Protection	10 KA single and 5 KA multiple strikes (8/20 microsec test pulse)
Operating Temperature	-40°C to 85°C
Protection Rating	IP67
Cable	20 m Coaxial cable LMR400 with BNC Connector
Enclosure	Light weight, UV resistant

## 2.12 Outdoor Wireless Access Point



### 2.12.1 คุณสมบัติทั่วไป

Wireless Access point มีหน้าที่รับ และกระจายสัญญาณจาก 4G Router ที่ติดตั้งตำแหน่ง Inverter floating เพื่อเพิ่มความเข้มและกระจายสัญญาณให้ครอบคลุมตำแหน่ง รองรับเทคโนโลยี Wireless HART ที่ติดตั้งอุปกรณ์ไร้สายบน PW floating ทั้งสองชุด โดย ติดตั้งที่ floating ละอย่างน้อย 1 ชุด โดยที่เป็นอุปกรณ์สำหรับติดตั้งภายนอกอาคาร และรองรับการใช้งานเชิงอุตสาหกรรม

### 2.12.2 รายละเอียดคุณสมบัติ

Network Interface	10/ 100/ 1000 BASE- T Ethernet, autosensing (RJ-45), Fiber SFP
Oprating Temperature	-40 to 55°C (-40 to 131°F) plus Solar Loading
Storage temperature	-50 to 85°C (-58 to 185°F)
Humidity	0-100% (condensing)
Wind resistance	- Up to 100 MPH sustained winds - Up to 165 MPH wind gusts
Environmental Ratings	- IP67 - NEMA Type 4X
Antenna Gain	- External Dual Band Omnidirectional Antennas: 4 dBi (2.4 GHz), 7 dBi (5 GHz) - External 2.4 GHz Omnidirectional Antennas: 5 dBi
Frequency range	2.405 to 2.475 GHz (802.15.4 radio)
Maximum Number of Nonoverlapping Channels	- 2.4 GHz 802.11b/g: 20 MHz: 3 802.11n: 20 MHz: 3 - 5GHz 802.11a: 20 MHz: 19 802.11n: 20 MHz: 19,40 MHz: 11
802.11n Capabilities	- 2 x 3 multiple-input multipleoutput (MIMO) with two spatial streams - Legacy beamforming - 20- and 40-MHz channels -PHY data rates up to 300 Mbps - Packet aggregation: A-MPDU (Tx/Rx), A-MSDU (Tx/Rx) - 802.11 dynamic frequency selection (DFS) - Cyclic shift diversity (CSD) suppor 802.15.4 Dual Purpose Radio - 802.15.4 radios with diversity receivers (1 Tx, 2 Rx)



	- Radio diversity helps to improve the packet transmission reliability compared to single radio solution
	- Designed to meet ISA100 Wireless and WirelessHART Specifications
	- External I receiver for receiving secure network keys from IrDA-compatible device
Data Rates Supported	802.11a: 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, and 54 Mbps 802.11g: 1, 2, 5.5, 6, 9, 11, 12, 18, 24, 36, 48, and 54 Mbps
Power Supply	100-240 VAC, 47-63 Hz or 12 VDC
Compliance	- 802.11i, Wi-Fi Protected Access (WPA2), WPA - MAC address filtering
Safety	UL 60950, CAN/CSA-C22.2 No. 60950, IEC 60950 หรือเทียบเท่า

## 2.13 อุปกรณ์ Wireless Gateway

### 2.13.1 คุณสมบัติทั่วไป

มีหน้าที่บริหารจัดการเครือข่ายไร้สายแบบ Self-Organizing ตามมาตรฐาน IEC 62591 หรือเทียบเท่า และทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่ออุปกรณ์เครื่องมือวัดไร้สาย ตามมาตรฐาน IEC 62591 หรือเทียบเท่า จาก PW Floating เข้ากับระบบควบคุม PLC

### 2.13.2 รายละเอียดคุณสมบัติ

- สามารถรองรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์เครื่องมือวัดไร้สายได้ไม่ต่ำกว่า 25 อุปกรณ์ ที่ Update rate ไม่ต่ำกว่า 5 วินาที
- รองรับ Data Update Rate ของอุปกรณ์เครื่องมือวัดไร้สายต่ำสุด 1วินาที
- มีเสาอากาศชนิดติดตั้งภายนอกความยาวไม่เกิน 10 เมตร ทั้งนี้ต้องไม่ทำให้การรับส่งสัญญาณและการ Update สัญญาณมีประสิทธิภาพลดลง แต่ความแรงสัญญาณต้องไม่เกิน 100 mW ตามข้อกำหนดของ กสทช.
- มีระบบบริหารจัดการและแก้ปัญหา Wireless Network ได้โดยผ่านทาง web Browser
- มีการรองรับการเชื่อมต่อกับ PLC ด้วย Protocol ดังต่อไปนี้คือ Modbus RTU ผ่าน RS-485, Modbus TCP ผ่าน Ethernet OPC และรองรับ HART IP
- การทำหรือแก้ไข Data Configuration และอื่น ๆ ต้องสามารถทำผ่านทาง Web browser ได้
- อุปกรณ์เชื่อมต่อ และอุปกรณ์เสริมต่าง ๆ ต้องติดตั้งใน Enclosure พร้อม Wiring และพร้อมใช้งานกับ AC Power Supply 110-240 VAC 50 Hz



- มี Ingress Protection Rating ไม่ต่ำกว่า NEMA 4X หรือ IP66
- เป็นการติดตั้งแบบ DIN Rail

## 2.14 Remote Omni-Antenna for wireless gateway

### 2.14.1 คุณสมบัติทั่วไป

เสาสัญญาณสำหรับรับ-ส่งคลื่นสัญญาณจาก wireless Gateway โดยจะต้องมีพื้นที่ คลื่นครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด ซึ่งประกอบด้วย ฟันลายนํ้าสำหรับ Inverter, ฟันลายนํ้า สำหรับ PV และมีชุด Lightning arrestor ป้องกันฟ้าผ่า ส่วนประกอบ ทำจากวัสดุที่รองรับการใช้งานเชิงอุตสาหกรรม

### 2.14.2 รายละเอียดคุณสมบัติ

- เป็นเสาอากาศชนิดติดตั้งภายนอกความสูงไม่เกิน 10 เมตร ทั้งนี้ต้องไม่ทำให้การรับส่งสัญญาณและการ Update สัญญาณมีประสิทธิภาพลดลง
- สามารถทำงานร่วมกับ Wireless Gateway ได้ หรือมีอีทีเอ/ผู้ผลิตเดียวกัน
- มีการส่งสัญญาณที่เป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐาน IEC 62591 หรือเทียบเท่า
- ใช้คลื่นวิทยุความถี่สูงสุดไม่เกินข้อกำหนดของ กสทช.

## 2.15 อุปกรณ์ส่งสัญญาณ 4-20 mA แบบไร้สาย

### 2.15.1 คุณสมบัติทั่วไป

มีหน้าที่รับสัญญาณ 4-20 mA จากอุปกรณ์ชนิดอื่นเพื่อส่งต่อสัญญาณในแบบไร้สาย

### 2.15.2 รายละเอียดคุณสมบัติ

- มี input อย่างน้อย 4 input แต่ละ input สามารถปรับตั้งให้รับสัญญาณ 4-20 mA, Thermocouple, RTD, Volt และ Ohm ได้ และสามารถติดต่อกับอุปกรณ์ HART Handheld Communicator ได้
- มีความผิดพลาด (Accuracy) ไม่มากกว่า +/- 0.01 mA สำหรับ input ชนิด 4-20 Ma
- Output เป็นแบบไร้สาย ทำงานที่ความถี่ 2.4 GHz ตามมาตรฐาน IEC 62591หรือ เทียบเท่า พร้อมเสาอากาศแบบปรับทิศทางได้
- Data Update Rate สามารถปรับตั้งได้ตั้งแต่ 4 วินาที ถึง 60 วินาที อุปกรณ์ต้องทำงานด้วย Battery โดยมีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 6 ปี คิดที่ Update Rate 60 วินาที
- มี Ingress Protection Rating ไม่ต่ำกว่า NEMA 4X หรือ IP66
- มีอุปกรณ์เสริมสำหรับติดตั้งกับเสาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว (2-inches, U-bolt for pipe mounting)

## 2.16 อุปกรณ์ส่งสัญญาณ Dry Contact แบบไร้สาย

### 2.16.1 คุณสมบัติทั่วไป

มีหน้าที่รับสัญญาณ Dry Contact จากอุปกรณ์ Circuit Breaker เพื่อส่งสัญญาณในแบบไร้สาย





### 2.16.2 รายละเอียดคุณสมบัติ

- Discrete input เป็นชนิด Dual input ซึ่งแยกอิสระต่อกัน ได้แก่ Single /Dual SPST dry contacts, Single SPDT dry contacts leak detection
- มีค่า Switching threshold ขณะที่ Switch อยู่ในสถานะ Open >100 K Ohm และสถานะ Closed < 5 K Ohm
- Output เป็นแบบ Wireless ทำงานที่ความถี่ 2.4 GHz ตามมาตรฐาน IEC 62591 หรือเทียบเท่า พร้อมเสาอากาศแบบปรับทิศทางได้ (PBT/PC integrated Omnidirectional antenna)
- Data Update Rate สามารถปรับตั้งได้ตั้งแต่ 4 วินาที ถึง 60 วินาที
- อุปกรณ์ต้องทำงานด้วย Battery โดยมีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 6 ปี คิดที่ Update Rate 60 วินาที
- มี Ingress Protection Rating ไม่ต่ำกว่า NEMA 4X หรือ IP66/67
- วัสดุตัวเรือนทำจาก low-copper aluminum, Paint – Polyurethane
- Terminal block กับ Power module packแยกส่วนกัน (Dual Compartment)
- มีอุปกรณ์เสริมสำหรับติดตั้งกับเสาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว (2-inches, U-bolt for pipe mounting)

### 2.17 RS-232/RS-485/RS-422 to Ethernet Converter

#### 2.17.1 คุณสมบัติทั่วไป

Ethernet Converter จะต้องรองรับการแปลงสัญญาณจาก RS-232, RS-485 และ RS-422 เป็น Ethernet อุปกรณ์จะต้องรองรับการใช้งานเชิงอุตสาหกรรม

#### 2.17.2 รายละเอียดคุณสมบัติ

Power Supply	220 VAC Built-in
	RS-232
Connection	D-Type 9 pin connector
	RS-42 485 Isolated
Connection	4 Terminal Block
Loading	Support 32 Terminal Block
Transmission	RS-232 side: 15 m
	RS-422/485 side: 1 KM
Baud Rate	4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200
Data Bits	7, 8
Stop Bit	1, 2



Parity	None, Odd, Even
Flow	None, Xon, Xoff, Hardware Ethernet Port
Standard	Accord 10 Base-T/100
Protocol	ARP, UDP, TCP, ICMP, DHCP and IP
Working Format	UDP, TCP (Client) and TCP (Server)
Data Rates	300 – 115,200 bps
Rate	10/100/1000 Mbps, Full-duplex or halfduplex
Transmission	100 m
Connector	RJ45 (10 Base-T) Ethernet

## 2.18 RS-485 to Wireless converter

### 2.18.1 คุณสมบัติทั่วไป

RS-485 to Wireless Converter เป็นตัวแปลงสัญญาณจาก Modbus/RS-485 ส่งผ่านคลื่นวิทยุไป Wireless Gateway แบบไร้สาย มีระบบป้องกันแรงดันเกิน (Surge Protection) มีการป้องกันการรบกวนจากการเชื่อมต่อกับ Inductive และ Capacitive ติดตั้งภายใน Combiner box มาตรฐานการป้องกัน IP54 หรือดีกว่าอุปกรณ์จะต้องรองรับ การใช้งานเชิงอุตสาหกรรม

### 2.18.2 รายละเอียดคุณสมบัติ

Power Supply	10 to 30 VDC
Operator mode	Master/Repeater/Slave
Operating Temperature	-40°C to 85°C
Serial Communication	RS-485
Antenna Interface	SMA-R
Frequency	2.4 GHz ISM Band
Radio Range	สูงสุด 3.2 กิโลเมตร (ระยะ Line-of-Sight) หรือสามารถทะลุผ่านแผง PV แบบ Polycrystalline จำนวน 15 แผง ได้อย่างน้อย 150 เมตร
Wireless Network	MESH

## 2.19 Media Converter

### 2.19.1 คุณสมบัติทั่วไป

Media Converter จะต้องเป็นประเภท Single Strand และ Single-mode Fiber มีหน้าที่แปลงสัญญาณระหว่าง Ethernet และ Fiber optic cable ให้สามารถทำงานร่วมกัน ได้ โดยจะต้องสามารถแปลงสัญญาณ 10/100/1000 Base-T หรือ 10/100/1000 Base-T ที่เชื่อมต่อกับ 1000Base-LXinterface และจะต้องประกอบด้วยพอร์ต Ethernet Down Link (J-45) และสล็อต mini GBIC หรือ GBIC สำหรับ



พอร์ต Optical SFP Gigabit Uplink ซึ่งขึ้นอยู่กับารเชื่อมต่อของ Fiber-optic (LC/SC/ST/FC)  
ส่วนประกอบของอุปกรณ์ ทั้งหมดจะต้องรองรับการใช้งานเชิงอุตสาหกรรม

#### 2.19.2 รายละเอียดคุณสมบัติ

Power Supply	48 VDC
Operating Temperature	0°C to 40°C
Type	Single Strand and Single-mode Fiber
Supported Standard	10Base-T (IEEE802. 3) , 100Base-TX (IEEE802.3u), 1000Base-T (IEEE802.3ab), and 1000Base-SX/LX (IEEE802.3z)
Wavelength	Tx: 1310 nm/Rx: 1550 nm, Tx:1550 nm/Rx: 1310 nm
Operation Length	Extend to transmit optical signal over FOC with at least 10 KM
RJ-45 Port	Supporting auto- negotiation auto MI/MDIX function
Operation Mode	Supporting Full Duplex Mode
LED Indication	- Link Status - Power Status
Certification	At least one well-known international standard or Institute

#### 2.20 Ethernet Switch

##### 2.20.1 รายละเอียดคุณสมบัติ

Hardware	
Installation Cabinet	19" rack-mounted type
Power Supply Type	220 VAC or 48 VDC depend on the availability of power supply source and needed PEA approve before procured and delivered.
Power Supply Mode	Redundant power supply with active/ active or active/ standby Mode)
Reliability Standard	FCC and UL standards or FCC and EN standards
Features	
Protocol for multicast management	Providing IGMPV3 Snooping
Version of IP Address	Providing IPV4 and IPV6



Rate Control	Providing Rate Limiting Feature
The maximum number of link	not less than 8 link per one group, aggregation, The aggregation group not less than 24 groups
Minimum MAC address	At least 16,000 MAC address
Protocol Standard	Shall be complied the following standards <ul style="list-style-type: none"><li>- IEEE 802.1x: Network login user authentication</li><li>- IEEE 802.3: CSMA/CD</li><li>- IEEE 802.3u: Fast Ethernet</li><li>- IEEE 802.3x: Flow control on full duplex operation</li><li>- IEEE 802.1d: Spanning Tree Protocol</li><li>- IEEE 802.1p: Class of Service (COS) Prioritization. The number of CoS is required not less than 8 queues</li><li>- IEEE 802.1q: VLAN Tagging. Each interface port shall be able to be configured as a VLAN trunk complied by this switching standard</li></ul>
<u>Port Densities</u>	
Number of RJ45 ports according to	not less than 24 ports 10/100/1000 Base-T Ethernet standard with auto-sensing
Number of SFP and SFP+ slots of	not less than 2 slots of SFP and 2 optical fiber port slots of SFP+ Performance
Switching fabric	not less than 88 Gbps
Forwarding rate	not less than 41.6 Mpps
DRAM, Flash memory	not less than 256 MB, not less than 128 MB
VLAN ID of the switch	not less than 4,000 VLANS
the active VLAN of the switch	not less than 1,000 entries
Security and Management	
Switch Management	Web-based management via Web Browser, Telnet , Command Line Interface, SSH, FTP/TFTP, SNMPv3



Display

Display the network, able to interoperate elements of the switch at least UP/DOWN status and alarm indication

## 2.21 Power Supply

### 2.21.1 คุณสมบัติทั่วไป

Power Supply มีหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายพลังงานให้อุปกรณ์ไฟฟ้า และอุปกรณ์สื่อสาร ทั้งหมดตามแต่ความต้องการพลังงานไฟฟ้าที่แสดงบนรายละเอียด (Specification) ของแต่ละอุปกรณ์ แหล่งจ่ายพลังงานจะต้องสามารถจ่ายพลังงานได้อย่างต่อเนื่อง มีระบบสำรอง พลังงานในกรณีที่ระบบจ่ายพลังงานหลักไม่สามารถจ่ายพลังงานให้แก่อุปกรณ์ได้ มีมาตรฐาน การป้องกันหรือสิ่งห่อหุ้มอย่างน้อย IP54 หรือดีกว่า และเป็นวัสดุที่รองรับการใช้งานเชิงอุตสาหกรรม

### 2.21.2 รายละเอียดคุณสมบัติ

Power Supply จะถูกติดตั้งที่ PV Floating ทั้งสองชุด มีตำแหน่งติดตั้งที่เหมาะสม สำหรับอุปกรณ์ระบบควบคุมและอุปกรณ์สื่อสารที่ใช้งาน มีแรงดันและกระแสที่รองรับกับ อุปกรณ์ที่เชื่อมต่อ

## 2.22 Marshalling Cabinet

### 2.22.1 คุณสมบัติทั่วไป

เป็นตู้มาตรฐานอุตสาหกรรม ติดตั้งไว้บน inverter floating ใช้สำหรับเป็นตัวพัก สายสัญญาณ และ fiber optic ที่มาจาก PV floating เพื่อเดินสายไปยังห้องควบคุมของ โรงไฟฟ้านิวเคลียร์มาบตาพุด รวมถึงเป็นตัวสำหรับติดตั้งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น Wireless gateway, Fast Ethernet Switch, 4G Router, grounding มี door switch, มีไฟแสงสว่าง ภายในตู้ มีเต้ารับ 220 VAC, มีสัญญาณเตือนส่งไปหน้าจอ HMI เพื่อเตือนเมื่อประตูตู้เปิด

### 2.22.2 รายละเอียดคุณสมบัติ

วัสดุ

แผ่นโลหะที่ใช้เป็นวัสดุจะต้องมีความหนาไม่น้อย กว่า 2 มิลลิเมตร ติดตั้งภายนอกอาคาร มีหลังคาตู้ตามมาตรฐาน ติดตั้งนอกอาคาร มีระดับการป้องกัน อย่างน้อย IP 65 ติดตั้งฮีตเตอร์เพื่อลดปัญหาด้านความชื้น มีโครงสร้างยึดตามตำแหน่งติดตั้ง มีช่องระบายอากาศ

สี

RAL 7032 หรือสี RAL 7036 สำหรับพื้นผิวด้าน นอกและสี RAL1021สำหรับพื้นผิวด้านใน

ป้ายชื่อ

ป้าย Name plate และระบุ wiremark cable ชัดเจน

พื้นที่ใช้งาน

ต้องมีพื้นที่ว่างเพื่ออย่างน้อย 10 % ของพื้นที่ที่ใช้ งานสามารถเปิดประตูได้ทั้งด้านหน้าและ ด้านหลัง มีด้ามจับพร้อมกุญแจล็อก มี door Switch และแสงสว่างภายในตู้ สายไฟเข้าด้านล่าง ตู้สายไฟเข้าด้านล่างโดยยกฐานสูงขึ้น

ให้มีระยะ โค้งเพียงพอสำหรับสายสัญญาณและ Fiber optic

จุดพักสาย

มี terminal มาตรฐานสำหรับพักสายสัญญาณ มี Patch panel สำหรับแยกสาย Fiber optic

## 2.23 Server rack

### 2.23.1 คุณสมบัติทั่วไป

สำหรับติดตั้ง Operation Server, อุปกรณ์วัดสภาพอากาศ, Fast Ethernet switch, PLC, Patch panel, media converter, Web and Database server and monitor และอุปกรณ์ระบบสื่อสารต่าง ๆ มีได้รับมาตรฐาน, grounding, door switch, terminal พักสาย และ พัดลมระบายอากาศเพื่อจัดการพื้นที่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ติดตั้ง ภายในห้องควบคุมโรงไฟฟ้านิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด

### 2.23.2 รายละเอียดคุณสมบัติ

เป็น rack พร้อมจอ LED ขนาด 19 นิ้ว แบบใช้งานเชิงอุตสาหกรรม มีเมาส์ และ คีย์บอร์ดแบบลิ้นชัก ในกรณีที่มีมากกว่า 1 rack ให้มีจอมอนิเตอร์ วางสำหรับคีย์บอร์ดและจอแยกกันสำหรับแต่ละ rack

วัสดุ	มี Galvanized steel เป็นโครงวัสดุจะต้องมีความหนา ไม่น้อย กว่า 2 มิลลิเมตร
ขนาด	กว้าง 600 มม. ลึก 800 มม. สูงไม่น้อยกว่า 2000 มม. ไม่รวมขาติดตั้งภายในอาคาร มีโครงฐานยึดตามตำแหน่งติดตั้ง มีช่องระบาย ความร้อนได้ดี และใส่แผ่นกรองอากาศ ติดตั้งพัดลมระบายอากาศด้านบน (มีสวิทช์เปิด-ปิดได้)
มาตรฐานรองรับ	ANSI/EIA RS-310-D, DIN41494, IEC60297-1, IEC60297-2, BS5954 Part : 2 หรือเทียบเท่า
ป้ายชื่อ	ป้าย Name plate และระบุ wiremark cable ชัดเจน
พื้นที่ใช้งาน	ต้องมีพื้นที่ว่างเพื่ออย่างน้อย 10 % ของพื้นที่ที่ใช้งาน สามารถเปิดประตูได้ทั้งด้านหน้าและ ด้านหลัง มีด้ามจับพร้อมมกุญแจล็อก สายไฟเข้าด้านล่างตู้สายไฟเข้าด้านล่างโดยยกฐานสูงขึ้นให้ มีระยะโค้งเพียงพอสำหรับสายสัญญาณและ Fiber optic
จุดพักสาย	มี terminal มาตรฐานสำหรับพักสายสัญญาณ มี Patch panel สำหรับแยกสาย Fiber optic มีได้รับ 230 VAC พร้อมสวิทช์ปิด-เปิด จำนวนอย่างน้อย 8 ช่อง

## 3. คุณสมบัติด้านเทคนิคและรายละเอียดประกอบของตู้หล่อเย็น และระบบยึดโยง

- สำหรับมาตรฐานอุปกรณ์ของตู้หล่อเย็น และระบบยึดโยง ให้ใช้มาตรฐานอุปกรณ์ตามข้อกำหนดทางเทคนิคที่ระบุ และตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หากผู้ผลิตเสนอมาตรฐานอื่น ต้องสามารถ



จำแนกว่าเป็นมาตรฐานของประเทศผู้ผลิตวัสดุหรืออุปกรณ์เฉพาะอย่างซึ่งเป็นที่พิสูจน์ได้ว่า วัสดุและอุปกรณ์นั้นๆ มีคุณภาพเทียบเท่า หรือเหนือกว่ามาตรฐานที่ใช้ดังกล่าว

- ผู้เสนอราคาต้องส่งแบบที่แสดงรายละเอียดของอุปกรณ์ที่จัดหาทั้งหมด ซึ่งรวมถึงแบบ Catalog แบบ Specification แบบ Layout แบบ Maunatการ operation&maintenance หรือแบบอื่นๆตามมาตรฐานของผู้ผลิต

### 3.2.1 มาตรฐานอ้างอิง

มาตรฐานทั่วไปที่ระบุในรายการประกอบเอกสารข้อกำหนดฉบับนี้ให้ยึดถือฉบับที่ออกล่าสุด โดยใช้อ้างอิงเฉพาะในส่วนของงานต่างๆ ที่เกี่ยวกับงานวิศวกรรมโยธา มีดังนี้

- มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยวิธีกำลัง โดย คณะอนุกรรมการ มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีกำลัง วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์
- ข้อกำหนดมาตรฐานวัสดุและการก่อสร้างสำหรับโครงสร้างคอนกรีต โดย คณะทำงาน ข้อกำหนดมาตรฐานวัสดุและการก่อสร้างสำหรับโครงสร้างคอนกรีต วิศวกรรมสถาน แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์
- มาตรฐานสำหรับอาคารเหล็กรูปพรรณ โดย คณะอนุกรรมการสาขา โครงสร้างเหล็ก วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม: มอก. (ฉบับที่เกี่ยวข้อง)
- American Society for Testing Material: ASTM (ฉบับที่เกี่ยวข้อง)
- Japanese Industrial Standard: JIS (ฉบับที่เกี่ยวข้อง)
- American Concrete Institute: ACI (ฉบับที่เกี่ยวข้อง)
- American Institute of Steel Construction: AISC (ฉบับที่เกี่ยวข้อง)

### 3.2.2 รายละเอียดอุปกรณ์ระบบยึดโยง

#### 3.2.2.1 งานสมอคอนกรีตเสริมเหล็ก, ท่อนคอนกรีตเสริมเหล็ก

ผู้เสนอราคาจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะงาน ตลอดจนแรงงานและสิ่งอื่นใดที่จำเป็น สำหรับงานคอนกรีต หมายถึงการทำงานคอนกรีตสำหรับงานระบบยึดโยง ซึ่งต้องเสร็จสมบูรณ์ตามแบบและรายการก่อสร้างอย่างเคร่งครัด รวมทั้งเป็นไปตาม ข้อกำหนดและสภาวะต่างๆ ของสัญญา หากมิได้ระบุในแบบและ/หรือรายการละเอียดต่างๆเกี่ยวกับบ่อค้ำอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กและงานคอนกรีตทั้งหมดให้ถือ ปฏิบัติตาม “มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก” ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย หรือมาตรฐานโครงสร้างคอนกรีต ของสถาบันคอนกรีตอเมริกัน ส่วนผสมคอนกรีตผสมเสร็จ

#### i. ปูนซีเมนต์

จะต้องเป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์มีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ มอก.15 : มาตรฐานปูนซีเมนต์ปอร์ต

แลนด์ ให้ใช้ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ซึ่งเป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา ผู้เสนอราคา สามารถใช้วัสดุปอซโซลาน (Pozzolan) เช่น Fly Ash เป็นส่วนผสมเพื่อเพิ่ม ความตึบแน่นให้กับงานระบบยึดโยงได้ โดยส่วนผสมจะต้องได้รับอนุมัติจาก ไฮมีเดีย ก่อน

ii. น้ำ

น้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตจะต้องสะอาด ปราศจากสารต่างๆ เช่น น้ำมัน กรด ต่าง อินทรีย์วัตถุ หรือสารอื่นใด ที่จะเป็นอันตรายต่อคอนกรีต หรือเหล็กเสริมห้ามใช้ น้ำจากคูคลอง หรือแหล่งอื่นใดก่อนได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้คุม งาน ส่วนน้ำสำหรับบ่มคอนกรีตนั้น สามารถใช้น้ำที่คุณภาพต่ำกว่าได้ แต่ทั้งนี้ ต้องเป็นน้ำสะอาด ไม่ปนเปื้อนน้ำมัน กรดหรือเกลือที่เป็นอันตรายต่อคอนกรีตได้ เช่น การกัดกร่อนผิวหน้าของคอนกรีต เป็นต้น

iii. มวลรวมหยาบ

หินหรือกรวดจะต้องสะอาด ปราศจากดิน ผุ่นหรือผงปูน แข็งแกร่ง ไม่เปราะ หรือแตกง่าย ไม่ฝุ่น มีส่วนคละและความแข็ง ตามมาตรฐาน ASTM มีขนาดไม่ ใหญ่กว่า 40 มิลลิเมตร และไม่โตกว่า 1/5 ของด้านในที่แคบที่สุดของแบบหล่อและต้องไม่โตกว่า 3/4 ของช่องห่างระหว่างเหล็กเสริมแต่ละเส้น

iv. มวลรวมละเอียด

ให้ใช้ทรายน้ำจืดธรรมชาติ มีลักษณะเม็ดแกร่ง สะอาด ไม่มีต่าง กรดหรือเกลือ เจือปนอยู่ ปราศจากฝุ่น อินทรีย์สารและสิ่งเจือปน อื่นๆ ต้องมีความคงตัว ไม่ทำ ปฏิกิริยากับปูนซีเมนต์ มีขนาดคละที่เหมาะสม มีค่าโมดูลัสความละเอียด (Fineness Modulus) อยู่ระหว่าง 2.50-3.20

v. สารเคมีผสมเพิ่ม

สำหรับงานคอนกรีต ยอมให้ใช้สารผสมเพิ่มชนิดเพิ่มความสามารถของคอนกรีต ได้ โดยใช้ตามคำแนะนำของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด นอกจากที่กล่าวมาแล้วนี้ ห้าม ใช้สารผสมเพิ่มชนิดอื่นหรือปูนซีเมนต์ที่ผสมสารต่างๆ นอกจากได้รับอนุมัติจาก ไฮมีเดีย ก่อน จึงสามารถดำเนินการได้ ซึ่งผู้เสนอราคาต้องทำการทดสอบคุณสมบัติของ คอนกรีตหรือสารผสมเพิ่มตามที่ ไฮมีเดีย ต้องการ และต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเอง ทั้งหมด

ผู้เสนอราคาต้องส่งรายการคำนวณส่วนผสมคอนกรีต (Mix Design Report) ที่จะใช้ใน การหล่อคอนกรีตทุกรายการอย่างน้อย 15 วัน ให้ ไฮมีเดีย พิจารณาเห็นชอบก่อน จึงจะนำไปใช้ในการก่อสร้างได้ ทั้งนี้ต้องมีวิศวกรโยธาของผู้เสนอราคาหรือของ บริษัทผู้ผลิต คอนกรีตลงนามรับรองด้วย โดยจะต้องผสมอัตราส่วนระหว่าง ปูนซีเมนต์ ผสม มวลรวมหยาบ มวลรวมละเอียด และน้ำ ให้ได้ คอนกรีตที่มีกำลัง อัตราตรงตามที่กำหนดไว้ในแบบ ทั้งนี้ต้องใช้ Water Cement Ratio ไม่เกิน 0.60

คุณสมบัติของคอนกรีต

i. กำลังอัดของคอนกรีต

กำลังอัดของคอนกรีต หากไม่ได้ระบุไว้เป็นพิเศษ ให้ใช้กำลังอัด คอนกรีตของแท่ง ตัวอย่างคอนกรีตรูปทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร เมื่ออายุคอนกรีต 28 วัน ไม่น้อยกว่าค่าดังต่อไปนี้

ค่ากำลังอัดต่ำสุดของคอนกรีต

ค่ากำลังอัดขั้นต่ำคอนกรีตที่อายุ 28 วัน ( กิโลกรัม / ตารางเซนติเมตร )	280
ปริมาณปูนซีเมนต์ขั้นต่ำในคอนกรีตหนึ่งหน่วยปริมาตร ( กิโลกรัม / ลูกบาศก์เมตร )	330

ii. การยุบตัว (SLUMP TEST)

การยุบตัวของคอนกรีต ให้ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C-143 เรื่อง “วิธี ทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต” โดยมีค่าการยุบตัว 7.5\*2.5 เซนติเมตร หาก ผู้เสนอราคา ต้องการใช้คอนกรีตชนิด พิเศษ ที่มีความลื่นไหลตัวได้ดี (Flow Concrete) ให้ผู้เสนอราคา รายการคำนวณออกแบบส่วนผสม (Mix Design) พร้อมผลการ ทดสอบกำลังรับแรงหรือคุณสมบัติอื่นๆ เพื่อให้ ไฮมีเดีย พิจารณา อนุมัติก่อน ดำเนินการ

iii. อุณหภูมิของคอนกรีต

อุณหภูมิของคอนกรีตขณะทำการหล่อต้องไม่สูงเกิน 40 องศา เซลเซียส ในกรณีนี้ อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย ณ บริเวณสถานที่หล่อ

คอนกรีตของวันที่ทำการหล่อ คอนกรีตสูงเกิน 35 องศาเซลเซียส ผู้เสนอราคาต้องดำเนินการลดอุณหภูมิของวัสดุผสม คอนกรีต โดยการฉีดพ่นน้ำเย็นลงในกองวัสดุรวมหยาบและวัสดุรวมละเอียดก่อนนำมาใช้ หรือจัดหาน้ำเย็นเพื่อใช้ในการผสมคอนกรีต หรือทำ หลังคาบังแดดคลุมกองวัสดุ ตลอดจนหาทางป้องกันอย่าให้เครื่องผสมหรือยัง เกือบปูนซีเมนต์ และอุปกรณ์ต่างๆ ถูกแสงแดดโดยตรง หรือทำการหล่อคอนกรีต ในเวลากลางคืน หรือใช้กรรมวิธีหลายอย่างประกอบกัน หลังจากหล่อคอนกรีต ไปแล้วนั้น ความร้อนภายในของคอนกรีตต้องไม่สูงกว่า 70 องศาเซลเซียส หรือมี ความแตกต่างของอุณหภูมิคอนกรีตบริเวณผิวและแกนกลางมากกว่า 20 องศา เซลเซียส เพื่อป้องกันการแตกร้าวอันเนื่องมาจากความแตกต่างทางอุณหภูมิ

iv. การผสมคอนกรีต

คอนกรีตสำหรับงานระบบยึดโยง กำหนดให้ใช้คอนกรีตผสมเสร็จเท่านั้น การผสมและการขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จให้ปฏิบัติตาม “บทกำหนดสำหรับคอนกรีต ผสมเสร็จ” (ASTM C-94) และ ห้ามนำคอนกรีตที่ก่อตัวแล้วมาผสมต่อเป็นอัน ขาด และคอนกรีตที่ผสมทิ้งไว้เกิน 45 นาที ห้ามนำมาใช้ ไม่ว่ากรณีใดๆ จะเติม น้ำในระหว่างการขนส่งไม่ได้

v. การบ่มคอนกรีต

หลังจากหล่อคอนกรีตแล้ว และคอนกรีตอยู่ในระยะกำลังแข็งตัว ผู้เสนอราคาจะต้อง ป้องกันคอนกรีตนั้น ให้พ้นจากอันตรายที่อาจเกิดจากแสงแดด ฝน การบรรทุก น้ำหนัก การเสียดสี และจะต้องรักษาให้ชื้นต่อเนื่องกันเป็นเวลาอย่างน้อย 7 วัน โดยวิธีคลุมด้วยกระสอบหรือผ้าใบเปียก, ชังน้ำ หรือโดยวิธีอื่นที่เหมาะสมตามที่ผู้คุมงานเห็นชอบ ผู้เสนอราคาสามารถเสนอวิธีการบ่มเพื่อให้สอดคล้องกับงานติดตั้งได้โดยต้องกำหนดระยะเวลาและวิธีการบ่มต่อ ไฮมีเดีย เพื่อพิจารณาก่อนดำเนินการ

vi. การซ่อมผิวที่ชำรุด

ห้ามปะซ่อมผิวคอนกรีตที่ชำรุดทั้งหมดก่อนที่ ไฮมีเดีย จะได้พิจารณา หากผู้เสนอราคาทำ การปะซ่อมก่อน ผู้คุมงานมีสิทธิสั่งการให้ผู้เสนอราคาสกัด รื้อถอนส่วนนั้นออกแล้ว จัดทำใหม่แทน โดยเป็นค่าใช้จ่ายของผู้เสนอราคา ในกรณีโพรงใหญ่ หรือลึกมาก

และ ไฮมีเดีย มีความเห็นว่า อาจเกิดอันตรายต่อ ระบบยึดโยงได้  
อาจสั่งให้ทุบทิ้งแล้วสร้างขึ้นใหม่ โดยผู้เสนอราคาจะต้องเป็นผู้ออก  
ค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งสิ้น

การทดสอบคอนกรีตให้ผู้เสนอราคาเก็บตัวอย่างและบ่มตัวอย่างในสถานที่  
หล่อคอนกรีต โดยทำการทดสอบกำลังอัดจากตัวอย่างคอนกรีตรูปทรงกระบอกที่ได้อายุแล้ว เพื่อหาค่าเฉลี่ย  
กำลังอัด ประสิทธิภาพของคอนกรีต โดยแบ่งตัวอย่างทรงกระบอกที่เกิดจากการหล่อคอนกรีตทุกๆ 25 ลูกบาศก์เมตร  
โดยแบ่งออกเป็น 2 ชุด ชุดละ 3 ตัวอย่าง ชุดที่ 1 ทดสอบเมื่อคอนกรีตมีอายุ 7 วัน ชุดที่ 2 เมื่ออายุครบ 28 วัน  
หากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าคอนกรีตมีความแข็งแรงไม่พอ จะต้องทุบคอนกรีตนั้นทิ้งแล้วหล่อใหม่ โดยผู้  
เสนอราคา เป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น

การทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM C.39

- i. คอนกรีตที่หล่อแล้วจะยอมรับได้ต่อเมื่อผลการทดสอบแต่งตัวอย่าง  
คอนกรีตทดลองมาตรฐานที่เก็บมาทั้ง 3 ตัวอย่าง เมื่ออายุ 28 วัน  
นั้น ค่าหน่วยน้ำหนัก ของคอนกรีตที่นำไปทดสอบต้องมีค่าไม่น้อย  
กว่า 2,350 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์ เมตร และมีค่ากำลังตรงตามข้อ  
ใดข้อหนึ่งใน 2 ข้อ ต่อไปนี้
  - a. กำลังอัดของแต่ละคอนกรีตแต่ละก้อนต้องไม่ต่ำกว่าที่  
กำหนดไว้ใน ค่ากำลังอัดต่ำสุดของคอนกรีต
  - b. ถ้าก้อนใดก้อนหนึ่ง มีกำลังอัดต่ำกว่าที่กำหนดไว้ใน แล้ว  
กำลังอัดเฉลี่ยของทั้ง 3 ก้อนนั้นต้องสูงกว่าที่กำหนดไว้ไม่  
น้อยกว่า ร้อยละ 5 และผลต่างของ กำลังอัดของก้อนที่มี  
กำลังต่ำสุดกับค่าที่กำหนดไว้ต้องไม่เกินร้อยละ 10 ของ  
ค่าที่กำหนดไว้

ในกรณีที่ทดสอบค่าของกำลังคอนกรีตเมื่ออายุ 7 วัน ค่ากำลังอัด  
ของแต่ละก้อน จะต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของค่าที่กำหนดเมื่ออายุครบ 28 วัน อย่างไรก็ตามการ พิจารณา  
ตัดสินกำลังคอนกรีตขั้นสุดท้าย คือเมื่อก้อน คอนกรีตอายุครบ 28 วันเป็นเกณฑ์

- ii. การทดสอบหาค่าแรงอัดประสิทธิภาพของตัวอย่างคอนกรีตมาตรฐานนั้น  
ผู้เสนอราคาจะต้องส่งผลการทดสอบมาให้ ไฮมีเดีย ทำการ  
พิจารณาผลการทดสอบ ค่าใช้จ่ายในการทดสอบนี้ผู้เสนอราคา  
จะต้องเป็นผู้ออกเองทั้งสิ้น

#### งานเหล็กเสริมคอนกรีต

ผู้เสนอราคาจะต้องใส่เหล็กเสริมในโครงสร้างคอนกรีตตามที่แสดงไว้ในแบบหรือสั่งโดย วิศวกร  
ควบคุมงาน ผู้เสนอราคาจะต้องเป็นผู้จัดหาเหล็กเสริมเอง ต้องเป็นเหล็กเส้น เหนียว และเป็นเหล็กเส้นใหม่ที่ไม่



เคยใช้งานมาก่อน ต้องมีผิวสะอาด ปราศจาก สนิม หรือน้ำมัน จับเกาะ เส้นตรงไม่คดงอ ผู้เสนอราคาต้องนำส่ง เอกสารรายละเอียด คุณสมบัติของเหล็กเสริมคอนกรีตให้ ไฮมีเดีย พิจารณาก่อน หากเอกสารที่ผู้เสนอราคา นำเสนอมานั้นไม่เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด ถือว่าเหล็กเสริมคอนกรีตชุด ดังกล่าวใช้ไม่ได้ ผู้เสนอราคาต้อง ขนย้ายเหล็กเส้นที่มีคุณภาพต่ำกว่ามาตรฐานทั้งหมด ออกจากสถานที่หล่อคอนกรีตทันที ไฮมีเดีย มีสิทธิ์จะสั่ง ไม่ให้ใช้เหล็กในงวดที่ตรวจ พบและผู้เสนอราคาจะต้องจัดหามาเปลี่ยนใหม่ให้มีคุณภาพดี โดยค่าใช้จ่ายเป็น ของผู้เสนอราคา เอง เหล็กที่ ไฮมีเดีย ตรวจสอบและยินยอมให้ใช้เท่านั้นจึงจะสามารถนำไปใช้ได้

#### คุณสมบัติเหล็กเสริมคอนกรีต

เหล็กเสริมต้องเป็นเหล็กเส้นเหนียว ไม่มีสนิมกัดกร่อนหรือน้ำมันจับเกาะ มีความตรงไม่คดงอและ ต้องเป็นชนิดเดียวกับที่ระบุในแบบ ตามละเอียดดังนี้

- i. เหล็กเส้นกลมธรรมดาที่ใช้เป็นเหล็กเส้นกลมผิวเรียบ (Round Bar) ชั้นคุณภาพไม่ต่ำกว่า SR24 และมีคุณสมบัติ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.202543 หรือ ฉบับล่าสุด โดยมีกำลังรับแรงดึงที่จุดครากไม่น้อยกว่า 2,400 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
- ii. เหล็กเส้นข้ออ้อย (Deformed Bar) ที่ใช้เป็นเหล็กเส้นชั้น คุณภาพไม่ต่ำกว่า SD40 หรือตามแต่ระบุในแบบรูปและ รายการละเอียดเฉพาะกรณีไป โดยมี คุณสมบัติตาม มาตรฐานผลิตภัณฑ์ มอก.24-2548 หรือฉบับล่าสุด โดยมี กำลังรับแรงดึงที่จุดครากไม่น้อยกว่า 4,000 กิโลกรัมต่อ ตารางเซนติเมตรการตัดและการประกอบเหล็กเสริม คอนกรีต
  - i. วิธีการตัดหรือการประกอบเหล็กเสริม จะต้องไม่ทำให้ เหล็กชำรุดเสียหายหรือเกิดการยึดตัวของเหล็กจากการ บิดโค้งงอเหล็ก
  - ii. การตัดและการงอเหล็กเสริม จะต้องไม่ตัดหรืองอเหล็ก โดยใช้ความร้อน หากต้องกระทำด้วยวิธีดังกล่าวต้องแจ้ง หรือได้รับความเห็นชอบจาก ไฮมีเดีย ก่อนทุกครั้ง
  - iii. การงอเหล็กเสริม หากในแบบไม่ได้ระบุถึงรัศมีของการงอ เหล็ก ให้ถือเกณฑ์กำหนดดังนี้
    - ส่วนที่งอเป็นครึ่งวงกลม โดยมีส่วนยื่นต่อออกไป จากแนววงกลมนี้ไม่น้อยกว่า 5 เท่าของขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง แต่ไม่น้อยกว่า 6 เซนติเมตร



- ส่วนที่งอเป็นมุมฉาก โดยมีส่วนยื่นต่อออกไปถึงปลายสุดของเหล็กอีกอย่างน้อย 12 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กนั้น

#### การเรียงเหล็กเสริม

- I. ก่อนเรียงเหล็กเข้าที่จะต้องทำความสะอาดเหล็กให้ปราศจากฝุ่น สนิมขุม สะเก็ดหรือวัสดุเคลือบต่าง ๆ ที่จะทำให้การยึดเหนี่ยว (Bonding) ระหว่างเหล็กเสริมกับคอนกรีตเสียได้
- II. เหล็กเส้นต้องวางในตำแหน่งที่กำหนดอย่างถูกต้อง ประณีต และมั่นคง ไม่เคลื่อนที่ไปสู่ตำแหน่งอื่นในระหว่างเทคอนกรีต โดยเฉพาะตรงบริเวณช่วงต่อที่สำคัญๆ ควรใช้ลวดเหล็กอ่อนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.9 มิลลิเมตรมัดหรือยึดให้มั่นคง หรือหากจำเป็นก็อาจใช้เหล็กเสริมพิเศษช่วยในการติดตั้งได้
- III. ที่จุดตัดกันของเหล็กเสริมทุกแห่งต้องผูกให้แน่นด้วยลวดผูกเหล็ก โดยพันสองรอบและพับปลายลวดเข้าในส่วนที่จะเป็นเนื้อคอนกรีตภายใน
- IV. ต้องวางลูกหนูน (Spacer) ให้ห่างกันเป็นช่วงๆ อย่างเหมาะสมเพื่อให้มีความหนาของระยะหุ้มคอนกรีต (Covering) ตามต้องการ โดยลูกหนูนที่ติดกับแบบหล่อควรทำจากคอนกรีตหรือมอร์ต้า หรือวิธีอื่นใดซึ่ง ไซมีเดียได้เห็นชอบก่อนดำเนินการ

#### การต่อเหล็กเสริม

- i. ในรอยต่อแบบทาบ ระยะทาบต้องไม่น้อยกว่า 48 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเหล็กเส้น ในกรณีของเหล็กเส้นกลมธรรมดา และ 36 เท่า สำหรับเหล็กข้ออ้อยโดยให้ผูกมัดด้วยลวดผูกเหล็ก
- ii. การต่อเหล็กเสริมโดยวิธีการเชื่อม ต้องให้กำลังของรอยเชื่อมที่ได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 125 ของกำลังของเหล็กเสริมนั้นๆ โดยก่อนเริ่มงานเหล็กจะต้องทำการ ทดสอบกำลังของรอยต่อเชื่อมโดยสถาบันของทางราชการที่เชื่อถือได้ พร้อม ส่งผลการทดสอบจำนวน 3 ชุด ต่อ ไซ

มีเดีย เพื่อพิจารณาก่อนดำเนินการ ซึ่งผู้เสนอราคาต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น

- iii. ที่หน้าตัดใดๆ จะมีรอยต่อของเหล็กเสริมเกินร้อยละ 25 ของจำนวนเหล็กเสริมทั้งหมดไม่ได้

#### ระยะหุ้มค่าที่สุดสำหรับเหล็กเสริมในคอนกรีต

กรณีที่มีได้แสดงไว้ในแบบรายละเอียด ให้ใช้ระยะค่าที่สุดสำหรับเหล็กเสริมในคอนกรีตจากผิวไม้แบบถึงผิวนอกเหล็กเสริมอย่างน้อย 7.5 ซม. หรือได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานในสภาวะแวดล้อมที่มีการกัดกร่อนหรือที่ต้องสัมผัสกับสภาวะรุนแรงอื่นๆ ต้องเพิ่ม ระยะหุ้มเหล็กเสริมให้เหมาะสม และให้พิจารณาถึงการป้องกันคอนกรีต โดยเพิ่ม ความหนาแน่นและลดความพรุนของคอนกรีตหรือหาวิธีป้องกันอื่นๆที่เหมาะสม การเก็บรักษาเหล็กเสริมคอนกรีต

ต้องเก็บเหล็กเส้นเสริมคอนกรีตไว้เหนือพื้นดินและอยู่ภายในโรงคลุม หรืออาคารให้ เรียบร้อย เพื่อป้องกันการเกิดสนิมและการเปื้อนจากสิ่งสกปรกและควรหุ้มเหล็ก เสริมด้วยระยะห่างระหว่างหมอนหนุนที่เหมาะสม เพื่อป้องกันการเคลื่อนย้ายไปใช้ งานหรือง่ายต่อการตรวจสอบ และต้องเก็บเหล็กเสริมแยกตามขนาด และตามชนิด ของกำลังของเหล็กเสริม และเมื่อจัดเรียงเหล็กเสริมเข้าที่พร้อมเทคอนกรีตแล้ว เหล็กเสริมนั้นๆ ต้องสะอาดปราศจากฝุ่น น้ำมัน สี สนิมขุมหรือสะเก็ดใดที่อาจมีผลต่อแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเหล็กเสริมและคอนกรีต

#### 3.2.2.2 อุปกรณ์ประกอบระบบยึดโยง

##### รายละเอียดคุณสมบัติ

- i. เชือกยึดโยงแบบยืดหยุ่น (Elastic Mooring Line)  
ไฮมีเดีย จะเป็นผู้จัดหาวัสดุชนิดนี้ให้ผู้เสนอราคาโดยผู้เสนอราคา ดำเนินงานการติดตั้งให้เป็นไปตามข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์นั้นๆ
- ii. เชือกยึดโยงแบบทั่วไป (Conventional Mooring Line)  
ผู้เสนอราคาต้องจัดหาเชือกยึดโยงที่มี คุณภาพสูง ทนทานต่อแสงยูวี ยึดตัวน้อย ทนต่อ การเสียดสี ทำจากเส้นใยโพลีเอสเตอร์แรงดึงสูง ที่มีคุณสมบัติสอดคล้องกับ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หรือเทียบเท่า
  - เส้นผ่าศูนย์กลาง (Diameter) ไม่น้อยกว่า 18 มิลลิเมตร
  - Minimum Tensile Strength 3,000 กิโลกรัม

##### อุปกรณ์ประกอบระบบยึดโยง (Mooring System Component)

อุปกรณ์ที่ใช้งานในระบบยึดโยง เช่น สเก็น (Shackle), ห่วงสำหรับร้อยเชือกยึดโยงชนิดฝังในคอนกรีต, ห่วงร้อยเชือกยึดโยง (Mooring Ring) ผลิตจากวัสดุเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel) คุณภาพสูง เกรด 304 (SUS 304) หรือเทียบเท่า

#### 4. งานติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า

- อุปกรณ์ไฟฟ้าที่วางอยู่บนท่อนให้ผู้เสนอราคาออกแบบให้สายไฟเข้าด้านล่างของอุปกรณ์ อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่วางอยู่บนท่อน Inverter ให้ออกแบบมี Support รองรับ และเดินสายไฟเข้าที่ด้านล่างของตู้ ทั้งนี้ อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆต้องมีการ seal อุปกรณ์ป้องกันไม่ให้น้ำเข้า
- ผู้เสนอราคาจะต้องส่งแบบคำนวณขนาดอุปกรณ์ไฟฟ้าตามขอบเขตงาน รวมถึงคำนวณขนาดสายไฟ จำนวน Core สายไฟ หรือคำนวณค่าอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการเดินสายไฟให้ทางบริษัท ไฮมีเดีย เทคโนโลยี จำกัดพิจารณา โดยใช้ขนาดตาม Drawing TTN-FPV-EE-001 เป็นขั้นต่ำของการเลือกใช้ขนาดสายไฟ ขนาดท่อ รางเดินสายไฟ รวมถึงอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องอื่นๆ หากผู้เสนอราคาขอเปลี่ยนแปลงขนาดต้องได้รับการยินยอมจากบริษัท ไฮมีเดีย เทคโนโลยี จำกัดโดย
- ผู้เสนอราคาต้องออกแบบระบบ Grounding ตามขอบเขตของโครงการตามตาม NEC standard และมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของประเทศไทย (EIT standard) ฉบับล่าสุด หรือมาตรฐานอื่นๆที่เทียบเท่า โดยอิงข้อกำหนดตาม Drawing TTN-FPW-EE-001, ITN-FPV-EE-002 พร้อมเสนอให้บริษัท ไฮมีเดีย เทคโนโลยี จำกัด พิจารณาก่อนดำเนินการ
- ผู้เสนอราคาต้องออกแบบและระบุค่า Setting ต่างๆของอุปกรณ์ตามขอบเขตงานโครงการ ในส่วน Setting ของระบบ Protection ให้มีรายละเอียดการคำนวณและมีการทำ Coordination ระหว่างอุปกรณ์ ต่างๆให้มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ

#### 4.1 มาตรฐานอ้างอิง

- งานติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า ให้เป็นไปตาม NEC standard และมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของประเทศไทย (EIT standard) ฉบับล่าสุด หรือมาตรฐานอื่นๆที่เทียบเท่า ผู้เสนอราคาจะต้องทำการ ติดตั้งอุปกรณ์ที่อยู่ในขอบเขตงานให้ครบถ้วน โดยให้ผู้เสนอราคาติดตั้งอิงจากแบบ Drawing TTNFPV-EE-001 และแบบ TTN-FPV-EE-002 รวมถึงอุปกรณ์อื่นๆ เพื่อให้สามารถจ่ายไฟจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไปยังจุดเชื่อมต่อของ 22 kV existing substation

#### 4.2 งานติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์

- ติดตั้ง เซลล์แสงอาทิตย์บนท่อนลอยน้ำ พร้อมอุปกรณ์ประกอบให้ครบถ้วนสมบูรณ์ ทั้งนี้ อ้างอิงสภาวะ STC (Standard Test Condition)

#### 4.3 งานติดตั้งสายไฟ รางสายไฟ ท่อร้อยสาย อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ

##### 4.3.1 งานลากสาย Power ที่ Floating

- งานลากสายพร้อมเข้าสายที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ใช้สายขนาด 2\* 1C-4 sq.mm. สาย Ground ขนาด 10-2.5 sq.mm. 1.5/1.5 kvdc. สายไฟที่เชื่อมต่อระหว่างแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้ใช้หัวต่อชนิด MC4 หรือดีกว่า ทนน้ำได้ และ ได้รับการรับรองจากมาตรฐานสากล



- งานลากสายพร้อมเข้าสายจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ไปยัง Array box ใช้สายขนาด 2 \* 1-4 sq.mm. สาย Ground ขนาด 10-2.5 sq.mm. 1.5/1.5 kVdc. เดินในท่อ Corrugated HDPE Dia. 1/2 inch.
  - งานลากสายพร้อมเข้าสายจาก Array box ไปยัง Inverter ใช้สายขนาด 2\* 10-50 Sq.mm. สาย Ground ขนาด 10-16 sq.mm. 1.5/1.5 kVdc. เดินในท่อ Corrugated HDPE Dia. 1-1/4 inch.
  - งานลากสายพร้อมเข้าสายจาก Inverter ไปยัง Main distribution board ใช้สายขนาด 2 \* 3C-150 sq.mm. สาย Ground ขนาด 1-35 sq.mm. เดินบน Cable tray
  - งานลากสายพร้อมเข้าสายจาก Main distribution board ไปยัง Distribution box ใช้สายขนาด 4C-16 sq.mm. สาย Ground ขนาด 10-6 sq.mm. เดินในท่อ Corrugated HDPE Dia. 1-1/4 inch.
  - งานลากสายพร้อมเข้าสายจาก Distribution box ไปยังตู้ Marshalling box ใช้สายขนาด 20-2.5 sq.mm. สาย Ground ขนาด 10-2.5 sq.mm. เดินในท่อ Corrugated HDPE Dia. 1-1/4 inch.
  - งานลากสายพร้อมเข้าสายจาก Distribution box ไปยัง Weather station ใช้สายขนาด 2C-2.5 sq.mm. สาย Ground ขนาด 12.5 sq. mm. เดินในท่อ Corrugated HDPE Dia. 1-1/4 inch.
  - งานลากสายพร้อมเข้าสายจาก Main distribution board ไปยัง Transformer ใช้สายขนาด 4\* 4C-185 sq.mm. สาย Ground ขนาด 1C-95 sq.mm. เดินในท่อ Corrugated HDPE Dia 8 inch.
- 4.3.2 งานลากสาย Power จาก Floating ไปยัง Ring main unit ที่ Substation
- งานลากสายพร้อมเข้าสายจาก Transformer ไปยัง Ring main unit (RMU) ใช้สายขนาด 3C-50 sq.mm. 12/20 (24)KV สาย Ground ขนาด 50 sq.mm. ช่วงขึ้นไปยังบนฝั่งเดินในท่อ Corrugated HDPE ไปยังเขต 22kV Existing Substation ทั้งนี้ให้เสนอแบบที่แสดง Cross Section และวิธีการฝังสาย Power พร้อมทั้ง ติดตั้งเครื่องหมายแสดงแนวสายไฟ
  - หลังจากเดินผ่านแนวรั้วให้ขึ้นสายไปยัง Cable tray ขนาดความกว้าง Cable Tray 300 mm. พร้อม Cover วังเกาะ Support ตามแนวแนวรั้วของนิคมอุตสาหกรรม มาบตาพุด จากนั้นเดินสายเข้า Cable trench ที่อยู่ใน Substation ช่วงการเดินสายที่ต้องมีการ หลบสิ่งกีดขวางให้ผู้เสนอราคาจัดเตรียมอุปกรณ์พร้อมติดตั้งเพื่อให้งานเดินสายเสร็จ สมบูรณ์ไปจนถึงเข้าสายที่ RMU

- งานลากสายพร้อมเข้าสายจาก RMU ไปยัง ตู้ Existing 24kV switchgear panel ใช้สายขนาด 3C-50 sq.mm. 12/20 (24)kw

#### 4.3.3 งานลากสาย Power และ Control ในห้อง Control room

- งานลากสาย Power จาก Existing source ไปยังตู้ Rack ของระบบ Control ใช้สายขนาด 2C-4 sq.mm. สาย Ground ขนาด 10-2.5 sq.mm. เดินสายตาม Raceway ในห้อง หรือจัดหาอุปกรณ์ประกอบการเดินสายเพิ่ม (ถ้าจำเป็น)
- งานลากสายและเข้าสาย Power, LAN, ground, Fiber optic พร้อม patch panel ภายในตู้ Server Rack
- งานลากสาย Power จาก ตู้ Rack ของระบบ Control ไปยังโต๊ะ Operator desk ของระบบ Control ใช้สายขนาด 2C-4 sq.mm. สาย Ground ขนาด 10-2.5 sq.mm. เดินสายตาม Race way ในห้อง หรือจัดหาอุปกรณ์ประกอบการเดินสายเพิ่ม (ถ้าจำเป็น) เพื่อไปติดตั้ง Universal Receptacle ชนิด 3 ขา 3 ช่อง ไว้ที่ Control desk จำนวน 1 จุดสำหรับ อุปกรณ์ Computer
- งานลากสายและเข้าสาย LAN ระหว่างแต่ละอุปกรณ์ไปยัง Fast Ethernet Switch ทั้งที่เป็น Plant bus และ Information bus รวมถึง ระหว่าง Fast Ethernet Switch ของ Information bus ไปยัง Network Switch ของเดิมของโรงไฟฟ้า

#### 4.3.4 งานลากสาย Control และ Power สำหรับอุปกรณ์ Control ที่ Floating

- งานลากสายพร้อมเข้าสาย Fiber Optic จาก Array box ไปยังตู้ Marshalling box เดินในท่อ HDPE Dia 1 inch. ในกรณีในระบบ wireless ไม่สามารถนำเข้ามาใช้ในการส่งข้อมูลจาก Array box มาสู่ wireless gateway ได้
- งานลากสายพร้อมเข้าสาย Fiber optic หรือสาย LAN จาก Inverter ไปยังตู้ Marshalling box Lulu Cable tray
- งานลากสายพร้อมเข้าสาย Fiber optic จาก Main distribution board ไปยัง Marshalling box เดินใน Cable tray
- งานลากสายพร้อมเข้าสาย Fiber optic จาก Weather Station ไปยัง Marshalling box เดินในท่อ HDPE Dia 1 inch. ซึ่งจะต้องมีสาย Fiber optic ในกรณีที่ผลการทดสอบระบบ wireless แล้วพบว่าระบบ wireless ไม่สามารถนำเข้าใช้งานได้ สมบูรณ์ต่อเนื่องเป็นปกติ
- งานลากสายพร้อมเข้าสาย power, LAN ระหว่าง Wireless gateway มาที่ Fast Ethernet Switch ซึ่ง Fast Ethernet Switch จะติดตั้งภายในตู้ Marshalling รวมถึงงานลากสายและเข้าสาย Power, LAN, Fiber optic พร้อม patch panel ภายในตู้ Marshalling





- งานลากสายพร้อมเข้าสาย power, LAN ระหว่าง 4G router มาที่ Fast Ethernet Switch ซึ่ง Fast Ethernet Switch จะติดตั้งภายในตู้ Marshalling

4.3.5 งานลากสายพร้อมเข้าสาย CWS ขนาด 7C-1.5 sq.mm. จาก Main distribution board ไปยัง Marshalling box เดินใน Cable tray

- งานลากสายพร้อมเข้าสาย CWS ขนาด 7C-1.5 sq.mm. จาก Transformer ไปยัง Marshalling box เดินในท่อ HDPE Dia 1 inch.
- งานลากสายพร้อมเข้าสาย power สำหรับชุดตรวจวัดสภาพอากาศ กรณีที่ระบบจ่ายไฟของชุดตรวจวัดสภาพอากาศ ไม่ผ่านการทดสอบ ให้ใช้งานได้ต่อเนื่องสมบูรณ์ เป็นปกติ

4.3.6 งานลากสาย Control จาก Floating ไปยัง Control room

งานลากสายพร้อมเข้าสาย Fiber optic จากตู้ Marshalling box ไปยังตู้ Server Rack ที่ห้อง Control room เดินในท่อ HDPE Dia 1 inch, ช่วงการเดินสายที่ต้องมีการหลบสิ่ง กีดขวางให้ผู้รับจ้างจัดเตรียมอุปกรณ์พร้อมติดตั้ง รวมถึงป้ายหรือปลอกสาย เขียนแสดงให้เห็นชัดว่าเป็นท่อสำหรับFiber optic cable เพื่อให้งานเดินสายเสร็จสมบูรณ์ไปจนถึง เข้าสายที่ตู้ Rack

4.3.7 งานลากสาย Control จาก RMU ไปยัง Control room

- งานลากสายพร้อมเข้าสาย CWS ขนาด 5C-1.5 sq.mm. และ 7C-1.5 sq.mm. จาก RMU ไปยัง ตู้ Rack เดินใน Cable trench ภายใน Substation ออกจาก Substation เดินในท่อ Conduit ขนาด dia 1-1/2 inch. ตามแนวเดินรางสายไฟ
- งานลากสายพร้อมเข้าสาย Fiber optic จาก RMU ไปยัง ตู้ Rack เดินใน Cable trench ภายใน Substation ออกจาก Substation เดินในท่อ Conduit ขนาด dia 1-1/2 inch. ตามแนวเดินรางสายไฟ

4.3.8 งานลากสาย Auxiliary power สำหรับอุปกรณ์ RMU และ Switchyard Marshalling panel

- งานลากสายพร้อมเข้าสายไปยังอุปกรณ์ Auxiliary power สำหรับอุปกรณ์ RMU สำหรับชุดควบคุม วงจร On/Of circuit breaker และ สำหรับอุปกรณ์ Switchyard Marshalling panel โดย ไฮมีเดียจะแจ้งตำแหน่งแหล่งจ่ายไฟใน Existing 22kw substation