

รายละเอียดประกอบแบบก่อสร้าง

หมวดที่ 3 งานระบบไฟฟ้าและระบบสื่อสาร

โครงการก่อสร้างอาคารอุทยานวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ภาคเหนือ
เพื่อเป็นศูนย์กลางขับเคลื่อนธุรกิจนวัตกรรม BCG
สำหรับระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคเหนือ
(RSP North BCG Innovation Headquarter for NEC)

สารบัญ

| | | |
|------|---|----|
| 1. | หมวดที่ 3 งานวิศวกรรมไฟฟ้า..... | 6 |
| 1.1 | รายละเอียดข้อกำหนดทั่วไป (GENERAL SPECIFICATION)..... | 6 |
| 1.2 | ขอบเขตของงาน (SCOPE OF WORK) | 14 |
| 2. | หมวดงานไฟฟ้า..... | 17 |
| 2.1 | หม้อแปลงไฟฟ้า (POWER TRANSFORMER) | 17 |
| 2.2 | MAIN DISTRIBUTION BOARD (MDB) | 18 |
| 2.3 | DISTRIBUTION BOARD, PANEL BOARD, LOAD CENTER | 20 |
| 2.4 | สายไฟฟ้า (CABLE AND WIRE)..... | 21 |
| 2.5 | ท่อร้อยสายไฟฟ้า..... | 23 |
| 2.6 | รางร้อยสาย (WIRE WAYS)..... | 25 |
| 2.7 | กล่องต่อสายและกล่องดึงสาย (JUNCTION BOXES, OUTLET AND PULL BOXES)..... | 26 |
| 2.8 | ดวงโคมไฟฟ้า | 28 |
| 2.9 | สวิตช์และเต้ารับ (SWITCHES & RECEPTACLE)..... | 30 |
| 2.10 | ระบบสายดิน (GROUNDING SYSTEM)..... | 31 |
| 2.11 | ระบบป้องกันฟ้าผ่า (LIGHTNING PROTECTION SYSTEM)..... | 32 |
| 2.12 | เครื่องมือวัดและอุปกรณ์ประกอบ (INDICATING METER AND ACCESSORIES) | 32 |
| 2.13 | CAPACITOR AND CONTROLLER..... | 33 |
| 2.14 | CONTACTOR & STARTER | 34 |
| 2.15 | ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Fire Alarm System)..... | 34 |
| 2.16 | วัสดุ (Material)..... | 36 |
| 2.17 | การติดตั้ง (Installation)..... | 39 |
| 2.18 | การทดสอบระบบ (Commissioning)..... | 39 |
| 2.19 | เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง | 39 |

| | | |
|------|--|-----|
| 2.20 | ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (Close Circuit Televisions system)..... | 48 |
| 2.21 | อุปกรณ์ป้องกันเสิร์จ (SUGE PROTECTION)..... | 56 |
| 2.22 | รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะหลอดไฟฟ้า LED พร้อมติดตั้ง..... | 59 |
| 2.23 | เงื่อนไขทั่วไป | 61 |
| 2.24 | มาตรวัดแบบดิจิตอล (DIGITAL METER)..... | 62 |
| 2.25 | เครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า (Power Quality Meter)..... | 63 |
| 2.26 | บัสเวย์ (BUSWAY)..... | 67 |
| 2.27 | ระบบบริหารจัดการพลังงาน (ENERGY MANAMENT SYSTEM)..... | 69 |
| 2.28 | ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและไฟแสดงทางออกฉุกเฉิน (EMERGENCY LIGHT AND EMERGENCY EXIT SIGN LIGHT SYSTEM) | 78 |
| 2.29 | ระบบควบคุมการเข้า-ออก (Access Control System) | 80 |
| 2.30 | AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS)..... | 85 |
| 2.31 | ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ (SOLAR ENERGY POWER)..... | 86 |
| 3. | ระบบเสียงและภาพ (AUDIO AND VISUAL SYSTEM)..... | 92 |
| 3.1 | ไมโครโฟน | 92 |
| 3.2 | เครื่องผสมสัญญาณเสียง และเครื่องปรับแต่งสัญญาณเสียง..... | 95 |
| 3.3 | ลำโพงและชุดแขวนลำโพง..... | 98 |
| 3.4 | คอมพิวเตอร์สำหรับควบคุม | 103 |
| 3.5 | อุปกรณ์เสริมอื่นๆ..... | 104 |
| 3.6 | งานระบบภาพ..... | 107 |
| 3.7 | ชุดประชุมออนไลน์..... | 120 |
| 3.8 | มาตรฐานการติดตั้งและการรับประกัน | 124 |
| 3.9 | งานระบบแสงสว่างบนเวที..... | 125 |
| 4. | ระบบคอมพิวเตอร์ (COMPUTER SYSTEM) | 128 |

| | | |
|------|--|-----|
| 4.1 | รายละเอียดและข้อกำหนด | 128 |
| 4.2 | สาย FIBER OPTIC..... | 128 |
| 4.3 | สาย UTP | 128 |
| 4.4 | RJ45 FEMALE CONNECTOR | 129 |
| 4.5 | COMPUTER SWITCH RACK..... | 129 |
| 4.6 | เครื่องสำรองไฟฟ้า..... | 130 |
| 4.7 | อุปกรณ์เครือข่ายหลัก (Core Switch)..... | 130 |
| 4.8 | อุปกรณ์กระจายสัญญาณ (Edge Switch L3)..... | 131 |
| 4.9 | อุปกรณ์กระจายสัญญาณ (Edge Switch L2)..... | 132 |
| 4.10 | อุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย (Access Point)..... | 133 |
| 4.11 | มาตรฐานงานติดตั้ง และงานเดินสายสื่อสารคอมพิวเตอร์..... | 133 |
| 5. | บัญชีรายการอุปกรณ์มาตรฐาน | 135 |
| 5.1 | หม้อแปลงไฟฟ้า | 135 |
| 5.2 | LOW VOLTAGE EQUIPMENT..... | 135 |
| 5.3 | โคมไฟฟ้า | 136 |
| 5.4 | ระบบคอมพิวเตอร์, ระบบสื่อสารภายในและระบบโทรศัพท์ | 137 |
| 5.5 | ระบบเสียงประกาศ | 137 |
| 5.6 | ระบบเสียงห้องประชุม | 138 |
| 5.7 | ระบบภาพ..... | 138 |
| 5.8 | แสงสว่างบนเวที | 139 |
| 5.9 | ระบบควบคุมอัตโนมัติ..... | 139 |
| 5.10 | ระบบโทรศัพท์นวงจรปิด..... | 139 |
| 5.11 | ระบบพลังงานแสงอาทิตย์..... | 139 |
| 5.12 | HIGHT VOLTAGE EQUIPMENT | 140 |

รายการประกอบแบบ
โครงการก่อสร้างอาคารอุทยานวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ภาคเหนือเพื่อเป็นศูนย์กลางขับเคลื่อนธุรกิจนวัตกรรม BCG
สำหรับระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคเหนือ (RSP North BCG Innovation Headquarter for NEC)

หมวดที่ 3 งานวิศวกรรมไฟฟ้า

1.1 รายละเอียดข้อกำหนดทั่วไป (GENERAL SPECIFICATION)

1.1.1 นิยาม

“ผู้ว่าจ้าง” หมายถึง ผู้มีอำนาจดำเนินการจ้างในนามของ “เจ้าของงาน” และมีความหมายรวมถึงตัวแทนของผู้ว่าจ้าง คือ สถาปนิก วิศวกร ผู้ควบคุมงาน และผู้อื่นที่ผู้ว่าจ้างแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนของตน

“ผู้รับจ้าง” หมายถึง ผู้มีอำนาจดำเนินการรับจ้างในนามของ “ผู้รับงาน” และมีความหมายรวมถึงพนักงานผู้แทนของผู้รับจ้าง ซึ่งได้รับการแต่งตั้งจากผู้รับจ้างเพื่อปฏิบัติงานนี้

“งาน” หมายถึง วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ แรงงาน และการปฏิบัติงานตามสัญญา

“แบบ” หมายถึง แบบแปลนที่แนบท้ายสัญญา รวมถึงแบบที่จัดทำเพิ่มเติม และรายการประกอบแบบนี้ โดยผู้ว่าจ้าง และ/หรือ ผู้รับจ้าง จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบในการปฏิบัติงานตามสัญญา

1.1.2 มาตรฐาน

หมายถึง มาตรฐานต่างๆ ที่อ้างถึงหรือกำหนดไว้ในแบบ และรายละเอียดประกอบแบบนี้โดยให้ยึดถือตามมาตรฐานฉบับล่าสุด ในวันที่ลงนามในสัญญาเป็นมาตรฐานอ้างอิง หากไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ และ ทำการติดตั้ง

1.1.3 ระบบไฟฟ้าทั้งหมด

ตามกฎและมาตรฐานฉบับล่าสุดที่อ้างถึงฉบับใดฉบับหนึ่งในเรื่อง ที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

| | | |
|------|---|--|
| NEC | - | NATIONAL ELECTRICAL CODE |
| NEMA | - | NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION |
| IEC | - | INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION |
| UL | - | UNDERWRITERS LABORATORIES |
| ANSI | - | AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE |
| ASA | - | AMERICAN STANDARD ASSOCIATION |
| IEEE | - | INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEER |
| JIS | - | JAPAN INDUSTRIAL STANDARD |
| DIN | - | DEUTSCHE INDUSTRIE NORM |
| EIT | - | ENGINEERING INSTITUTE OF THAILAND |
| MEA | - | METROPOLITAN ELECTRICITY AUTHORITY |
| PEA | - | PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY |
| NFPA | - | NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION |

| | | |
|------|---|-----------------------------------|
| FM | - | FACTORY MANUAL |
| IES | - | ILLUMINATION ENGINEERING SOCIETY |
| TISI | - | THAI INDUSTRIAL STANDARD INSTITUT |

- 1.1.4 วัสดุและอุปกรณ์ไฟฟ้าวัสดุและอุปกรณ์ไฟฟ้าที่นำมาติดตั้งจะต้องเป็นของใหม่
- 1.1.5 ผู้รับจ้างจะต้องรับทราบ และปฏิบัติตามข้อกำหนดอื่น ๆ ที่ทางโครงการมีไว้สำหรับการปฏิบัติงาน และอาจไม่นำมากล่าวไว้ในที่นี้
- 1.1.6 ผู้รับจ้างสัญญาว่าจะไม่นำงานทั้งหมด หรือส่วนหนึ่งส่วนใด ไปให้ผู้อื่นรับจ้างช่วงโดยไม่ได้รับอนุญาต เป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ว่าจ้าง และการอนุญาตจากผู้ว่าจ้างให้ถือว่า ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบงานที่ได้จ้างผู้รับจ้างช่วงไปนั้นทุกประการ
- 1.1.7 การเปลี่ยนงาน การเพิ่ม หรือลดงาน
1. ผู้ว่าจ้างมีสิทธิสั่งเปลี่ยนงาน เพิ่มงาน หรือลดงานลงจากที่ได้กำหนดตามสัญญาได้โดยเปลี่ยนราคาไปตามราคาต่อหน่วยที่ผู้รับจ้างได้เสนอไว้แล้ว ในกรณีที่ไม่มีราคาต่อหน่วย จะพิจารณาโดยวิธีตกลงราคากับ ผู้ว่าจ้าง การเปลี่ยนงาน การเพิ่ม หรือลดงาน จะทำได้ต่อเมื่อได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ว่าจ้างแล้วเท่านั้น
 2. ในกรณีที่มีความจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงแบบไฟฟ้า ผู้รับจ้างจะต้องส่งแบบให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความเห็นชอบก่อน และเมื่อได้รับอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรแล้วจึงดำเนินการได้
- 1.1.8 ผู้ปฏิบัติงานและพนักงานของผู้รับจ้าง
1. ผู้รับจ้างต้องเสนอชื่อวิศวกรผู้รับรับผิดชอบโครงการ รายชื่อผู้ร่วมปฏิบัติงาน รายชื่อบัญชีผลงานของผู้รับจ้าง และ/หรือ ผู้รับจ้างช่วง เพื่อให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อนเสมอ
 2. ผู้รับจ้างจะต้องมีวิศวกรไฟฟ้าในสาขาไฟฟ้ากำลัง ซึ่งสามารถปฏิบัติงานได้ตามอำนาจหน้าที่ที่กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติวิชาชีพวิศวกรรม เพื่อเป็นผู้รับผิดชอบในการควบคุมและปฏิบัติงานให้เป็นไปตามแบบ และรายละเอียดให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ และวิศวกรไฟฟ้าจะต้องลงนามรับรองในเอกสารส่งมอบงานด้วย
 3. ผู้รับจ้างต้องมีช่างไฟฟ้าที่ชำนาญงาน โดยเฉพาะสำหรับการติดตั้งงานทางไฟฟ้าในแต่ละระบบและพนักงานเพียงพอในการปฏิบัติงานให้เสร็จ ตามความต้องการของผู้ว่าจ้าง
 4. ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่ออุบัติเหตุ อันตราย หรือความเสียหายใดๆ อันเกิดแก่ชีวิต และทรัพย์สินของผู้ปฏิบัติงาน และพนักงานของผู้รับจ้างเอง

1.1.9 การปฏิบัติงาน

1. ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติงานตามที่กำหนดทั้งในแบบพิมพ์ และในรายละเอียดประกอบแบบนี้ ถึงแม้ว่าบางรายการได้แสดงไว้ในแบบพิมพ์ แต่ไม่กำหนดไว้ในรายละเอียดประกอบแบบ หรือมีกำหนดไว้ในรายละเอียดประกอบแบบแต่ไม่แสดงไว้ในแบบพิมพ์ก็ตาม ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามนั้นๆ ทั้งหมด เหมือนกับว่าได้มีการแสดงและกำหนดไว้ทั้งสองแห่ง งานและอุปกรณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องและจำเป็นต้องทำหรือจัดหา เพื่อให้งานเสร็จสมบูรณ์ ถูกต้อง และปลอดภัยตามมาตรฐานต่างๆ ที่นำมาอ้างอิง ถึงแม้ว่าไม่ได้แสดงไว้ในแบบพิมพ์และรายละเอียด และ/หรือ รายการวัสดุอุปกรณ์ของผู้ว่าจ้างก็ตาม ผู้รับจ้างจะต้องทำให้ถูกต้องและครบถ้วนโดย ไม่มีเงื่อนไขใดๆ ทั้งสิ้น
2. ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งระบบไฟฟ้าทั้งหมดที่แสดงอยู่ในแบบ และกำหนดอยู่ในรายละเอียดประกอบแบบหมวดนี้ หากต้องมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขวัสดุอุปกรณ์ และงานเพื่อให้วัสดุอุปกรณ์ และงานเป็นไปตามแบบและข้อกำหนด ผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนแปลงเพิ่มเติมในระหว่างระยะเวลารับประกัน โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น
3. ผู้รับจ้างจะต้องส่งแผนงานที่จะใช้ในการปฏิบัติงาน ให้กับผู้ว่าจ้าง ภายในสิบห้าวัน หลังจากลงนามในสัญญา โดยแผนงานที่เสนอจะต้องแยกส่วนของงานที่จะปฏิบัติให้ชัดเจน เหมาะสม และละเอียดตามสมควร และต้องแจ้งจำนวนพนักงานของผู้รับจ้างที่จะใช้ในแต่ละส่วน และ/หรือ แต่ละช่วงเวลาของงานกำกับไว้ด้วย และในระหว่างการปฏิบัติงานหากต้องมีการเปลี่ยนแปลงแผนงานไม่ว่าจะเป็นเฉพาะส่วนหรืองานทั้งหมด ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบ ก่อนถึงวันกำหนดที่จะขอเปลี่ยนแปลงแผนงานไม่น้อยกว่าสิบห้าวันเพื่อขอความเห็นชอบก่อน และการเปลี่ยนแปลงแผนงาน จะทำได้ต่อเมื่อได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ว่าจ้างแล้วเท่านั้น
4. ผู้รับจ้างต้องจัดทำกำหนดการ นำวัสดุและอุปกรณ์เข้ามายังสถานที่ติดตั้ง และต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบล่วงหน้า อย่างน้อยสิบห้าวัน และผู้รับจ้างจะต้องประสานงานกับผู้ว่าจ้างอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย

1.1.10 แบบพิมพ์ และรายละเอียดประกอบแบบ

1. แบบพิมพ์ และรายละเอียดประกอบแบบทั้งหมดนี้ ถือว่าเป็นกรรมสิทธิ์โดยชอบของวิศวกรผู้ออกแบบห้ามมิให้ผู้ใดคัดลอกโดยวิธีใดๆ และ/หรือ นำไปใช้ประโยชน์ในงานอื่นใด นอกจากจะได้รับอนุญาตจากวิศวกรผู้ออกแบบแล้วเท่านั้น

2. ในกรณีที่แบบพิมพ์ และรายละเอียดขัดแย้งกัน และ/หรือ กรณีที่ผู้รับจ้างมีความจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงจากแบบและรายละเอียด ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบเป็นลายลักษณ์อักษรทันที เพื่อให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความเห็นชอบก่อน หากผู้รับจ้างได้ดำเนินการไปก่อนได้รับอนุญาต ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้ผู้รับจ้างแก้ไขงานนั้นๆ ให้ถูกต้องโดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมด โดยทั่วไปหากแบบพิมพ์และรายละเอียดกำหนดไว้ ไม่ตรงกัน ให้ยึดถือแบบเป็นหลัก
3. ตำแหน่ง ดวงโคมไฟฟ้า เตารับไฟฟ้า เตารับโทรศัพท์ เตารับสายสัญญาณโทรศัพท์ และเตารับสายสัญญาณระบบสื่อสารอื่น ๆ ฯลฯ ที่แสดงในแบบเป็นตำแหน่งโดยประมาณ ผู้รับจ้างต้องกำหนดตำแหน่งให้เหมาะสม โดยปรึกษากับผู้ว่าจ้างก่อนทำการติดตั้ง และผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งแก้ไขตำแหน่งจากแบบ ได้ตามสมควรโดยไม่มีการเพิ่มค่าจ้างแต่ประการใด
4. ส่วนงานที่ไม่ได้แสดงรายละเอียดไว้ในแบบ ผู้รับจ้างต้องทำแบบรายละเอียดส่งให้ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนพิจารณาเห็นชอบก่อน และเมื่อได้รับอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรแล้ว จึงดำเนินการได้

1.1.11 มาตรฐานของวัสดุอุปกรณ์

1. วัสดุและอุปกรณ์ไฟฟ้าที่นำมาติดตั้งต้องผ่านการรับรองจากสถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ เช่น มอก. , UL, FM. เป็นต้น และต้องมีมาตรฐานเดียวกันกับที่อ้างอิงถึงรายละเอียดประกอบแบบนี้
2. วัสดุและอุปกรณ์ไฟฟ้าที่นำมาติดตั้งจะต้องส่งตัวอย่างให้ผู้ว่าจ้าง หรือผู้แทนพิจารณาเห็นชอบก่อน และเมื่อได้รับอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรแล้วจึงสามารถนำมาใช้ได้
3. ในการกำหนดรายละเอียดวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ แบบพิมพ์ และในรายละเอียดประกอบแบบนี้ โดยอาจกล่าวอ้างถึง เครื่องหมายการค้า และ/หรือผู้ผลิตภัณฑดังกล่าวก็ดี มิได้หมายความว่าผู้รับจ้างจะต้องใช้อุปกรณ์ที่ระบุได้ดังกล่าวมาติดตั้งเสมอไป สำหรับกรณีที่ผู้รับจ้างต้องการใช้วัสดุอุปกรณ์เทียบเท่าอุปกรณ์ที่กล่าวอ้างถึง หรือนอกเหนือจากมาตรฐานที่ระบุไว้ ผู้รับจ้างต้องพิสูจน์ และชี้แจงให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความยินยอมก่อน
4. ในกรณีที่ผู้ว่าจ้างเห็นว่า วัสดุ และอุปกรณ์ที่นำมาใช้ มีคุณสมบัติไม่ดีเท่าที่กำหนด หรือแสดงไว้ในแบบและรายละเอียดประกอบแบบนี้ ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะไม่ยอมให้นำมาใช้ในงานนี้ และในกรณีที่ผู้ว่าจ้างมีความเห็นว่าควรส่งให้สถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ ทำการทดสอบ คุณสมบัติเพื่อเปรียบเทียบกับคุณสมบัติที่กำหนดไว้ในแบบ และรายละเอียดประกอบแบบ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ดำเนินการให้โดยทันที และต้องเป็นผู้ชำระค่าใช้จ่ายต่างๆ ทั้งหมด

- 1.1.12 การเห็นชอบ การให้ความยินยอม หรือการอนุมัติใดๆ เกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ วิธีและแนวทางการติดตั้ง และ/หรือ ตำแหน่งการติดตั้ง หรือข้อเสนอใดๆ ของผู้รับจ้าง ให้ถือว่าเป็นการรับรู้ของผู้ว่าจ้าง และ/หรือ ตัวแทนของผู้ว่าจ้างในขณะนั้นเท่านั้น และยังคงถือว่าผู้รับจ้างต้องรับภาระและ

ความรับผิดชอบเต็มที่ในเรื่องความถูกต้องตามหลักวิชาการ ความสมบูรณ์ของวัสดุอุปกรณ์ และงานที่ต้องปฏิบัติให้เป็นไปตามที่กำหนดทั้งในแบบพิมพ์ และในรายละเอียดประกอบแบบ รวมทั้งความรับผิดชอบต่อความเสียหายต่อบุคคล หรือทรัพย์สิน ถึงแม้ว่าผู้ว่าจ้าง และ/หรือ ตัวแทนของผู้ว่าจ้างได้มีการกระทำตามนัดดังกล่าวแล้วข้างต้น จนกว่าจะส่งมอบงาน และ/หรือ พันธะระยะเวลาการรับประกันคุณภาพ

- 1.1.13 วัสดุและอุปกรณ์ซึ่งผู้รับจ้างจัดหาและงานที่เสร็จแล้ว ถือว่าเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้ว่าจ้างทั้งสิ้น และผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเต็มที่ เกี่ยวกับการบำรุงรักษา ความเสื่อมสภาพ สูญหาย ถูกทำลาย และ/หรือความเสียหายใด ๆ จนกว่าผู้ว่าจ้างจะได้รับมอบงานที่แล้วเสร็จ
- 1.1.14 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการขนส่งเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ เข้ามายังสถานที่ติดตั้ง จนถึงสถานที่ติดตั้งใช้งานจริง โดยผู้รับจ้างเป็นผู้ชำระค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งหมด รวมทั้งผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อความเสียหาย และ/หรือ ความล่าช้าอันเกิดจากการขนส่งวัสดุอุปกรณ์นั้นทุกประการ
- 1.1.15 แบบก่อสร้าง (SHOP DRAWING)
 1. ผู้รับจ้างต้องส่งแบบก่อสร้างอย่างน้อย 4 ชุด ให้ผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนการติดตั้งอย่างน้อย 30 วัน
 2. แบบก่อสร้างต้องมาตรฐานกระดาษการเขียนแบบและสัญลักษณ์เดียวกันกับต้นแบบ
 3. แบบก่อสร้างต้องแสดงรายละเอียดต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับระบบไฟฟ้า และรายละเอียดอื่น ๆ ซึ่งเกี่ยวข้องกับงานก่อสร้างอาคาร หรือผู้รับจ้างรายอื่นๆ
 4. แบบก่อสร้างต้องมีรายละเอียดการติดตั้งของวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้
 5. การติดตั้งสายไฟฟ้าแรงสูง ตู้สวิตช์เกียร์ไฟฟ้าแรงสูง (ถ้ามี) และหม้อแปลงไฟฟ้า
 6. การติดตั้งสายไฟฟ้าแรงต่ำ ตู้สวิตช์เกียร์ไฟฟ้าแรงต่ำ แผงสวิตช์อัตโนมัติย่อย เครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉิน (ถ้ามี) และอุปกรณ์ประกอบทั้งหมด
 7. การติดตั้งและแนวการเดินทางสายไฟฟ้า แนวท่อร้อยสายไฟฟ้า แนวรางเดินสายไฟฟ้า แนวการเดินทางเดินบัสเวย์ ฯลฯ รวมทั้งวิธีการติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าวทั้งหมด
 8. การติดตั้งดวงโคมไฟฟ้า สวิตช์ไฟฟ้า และเต้ารับไฟฟ้าทั้งหมด
 9. รายละเอียดของวงจรต่างๆ ตามความจำเป็น เช่น วงจรระบบควบคุมอัตโนมัติต่างๆ
 10. รายละเอียดของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการติดตั้ง เช่น ขนาด ความหนา การจับยึด รวมทั้งรายละเอียดเกี่ยวกับตำแหน่งของการติดตั้ง หรือคุณสมบัติอื่นๆ
 11. รายละเอียดอุปกรณ์ และการติดตั้ง ของระบบการต่อลงดิน และระบบป้องกันฟ้าผ่า

12. รายละเอียดอุปกรณ์ และการติดตั้ง ของระบบโทรศัพท์ ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบเสียง ระบบสัญญาณโทรทัศน์ ระบบสื่อสารภายในฯลฯ ที่มีการแสดงไว้ในแบบพิมพ์ และรายละเอียดประกอบแบบนี้

1.1.16 แบบตามที่สร้างจริง (ASBUILT DRAWING)

1. ผู้รับจ้างต้องส่งแบบพิมพ์ของแบบตามที่สร้างจริงอย่างน้อย 3 ชุด รวมทั้งแบบต้นฉบับเขียนลงในกระดาษไข จำนวน 1 ชุด และไฟล์แบบทั้งหมดคัดลอกลงใน CD-ROM จำนวน 3 ชุด โดยเป็นแบบแสดงแผนผัง ตำแหน่งของวัสดุอุปกรณ์ รวมทั้งวิธีการติดตั้ง และแนวการติดตั้งตามทีก่อสร้างจริง รวมทั้งส่วนที่แก้ไขเปลี่ยนแปลงจากแบบก่อสร้างที่รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้าง ในระหว่างการติดตั้งจริง แบบตามที่สร้างจริง ต้องใช้มาตรฐานกระดาษ การเขียนแบบ และสัญลักษณ์เดียวกันกับแบบก่อสร้าง
2. แบบตามที่สร้างจริงต้องมีวิศวกร ลงนามรับรองความถูกต้องและส่งมอบงาน และผู้รับจ้างต้องส่งแบบตามที่สร้างจริงให้กับผู้ว่าจ้างภายใน 30 วัน นับจากวันทำงานนั้นแล้วเสร็จ

1.1.17 การใช้พลังงานไฟฟ้าชั่วคราว และอุปกรณ์ชั่วคราวอื่นๆ

1. ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน การใช้งาน การติดตั้ง และการทดสอบที่เกี่ยวข้อง กับการต่อสายไฟฟ้า สายโทรศัพท์ และท่ออื่น ๆ รวมทั้งมาตรวัดชั่วคราวต่าง ๆ เพื่อใช้ในงานก่อสร้างที่ระบุใน แบบพิมพ์ และ/หรือ ระบุในรายละเอียดประกอบแบบนี้
2. ผู้รับจ้างต้องดำเนินการติดตั้งระบบไฟฟ้าชั่วคราว สำหรับใช้ในการก่อสร้าง รวมทั้งการติดตั้ง โคมไฟฟ้าชั่วคราว ตามจุดต่าง ๆ ที่ผู้ว่าจ้างกำหนดให้ ตามความจำเป็นในการปฏิบัติงาน หรือความจำเป็นในการตรวจสอบงานของผู้ว่าจ้าง รวมทั้งความปลอดภัยในการทำงานของส่วนรวม ซึ่งค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบไฟฟ้าชั่วคราว และดวงโคมไฟฟ้าชั่วคราว อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

1.1.18 การฝึกอบรม

1. ผู้รับจ้างต้องจัดการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ควบคุม และรักษาเครื่องของผู้ว่าจ้าง ให้มีความรู้ความสามารถในการใช้งาน และการบำรุงรักษา ก่อนส่งมอบงาน
2. ผู้รับจ้างต้องจัดหาช่างผู้ชำนาญเฉพาะแต่ละระบบ สำหรับระบบต่างๆ มาช่วยเดินเครื่อง และควบคุมเครื่อง เป็นระยะเวลา 7 วันติดต่อกัน หลังจากวันส่งมอบงาน

1.1.19 การบริการ

1. ผู้รับจ้างต้องจัดหาช่างผู้ชำนาญเฉพาะแต่ละระบบไว้สำหรับ การตรวจซ่อมแซม บำรุงรักษา เครื่องและอุปกรณ์ของระบบต่างๆ ให้อยู่ในสภาพการใช้งานได้ดีเป็นประจำทุกๆ 1 เดือน ภายในระยะเวลา 1 ปี รวมอย่างน้อย 12 ครั้ง
2. การตรวจซ่อมบำรุงรักษาเครื่องแต่ละครั้ง ผู้รับจ้างต้องทำรายงานผลการตรวจสอบอุปกรณ์ ทุกชิ้น เสนอต่อผู้ว่าจ้าง ภายใน 7 วัน นับจากวันที่ให้บริการ
3. ในกรณีที่ผู้ว่าจ้างมีความจำเป็นต้องใช้บริการฉุกเฉิน นอกเวลาปกติ ผู้รับจ้างต้องรับบริการ โดยไม่ชักช้า
4. ผู้รับจ้างต้องจัดหาช่างผู้ชำนาญเฉพาะแต่ละระบบ ไว้สำหรับการตรวจซ่อมแซม บำรุงรักษา เครื่องและอุปกรณ์ของระบบต่างๆ ให้อยู่ในสภาพการใช้งานได้ดี สำหรับการใช้งานในปีที่ 2 เป็นประจำทุก 3 เดือน ภายในระยะเวลา 1 ปี รวมอย่างน้อย 4 ครั้ง และผู้รับจ้างต้องทำ รายงานผลการตรวจสอบอุปกรณ์ทุกชิ้น เสนอต่อผู้ว่าจ้าง ภายใน 7 วัน นับจากวันที่ ให้บริการ

1.1.20 การทดสอบ

1. ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบระบบไฟฟ้า และระบบสื่อสารทั้งหมด โดยที่ค่าใช้จ่ายในการ ทดสอบทั้งหมด รวมทั้งอุปกรณ์ที่ต้องจัดหาหรือติดตั้งเพิ่มเติมสำหรับการทดสอบ อยู่ใน ความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง
2. สำหรับระบบไฟฟ้ากำลัง ให้วิศวกรไฟฟ้าของผู้รับจ้างทำการตรวจสอบ และจัดทำรายงาน ผลการตรวจสอบ คุณภาพการฉนวน (INSULATION) ขนาดแรงดันไฟฟ้า และขนาดกระแส ไฟฟ้าของแต่ละวงจร พร้อมทั้งให้วิศวกรไฟฟ้าของผู้รับจ้างลงนามรับรองผล การตรวจสอบ และให้ถือว่ารายงานผลการตรวจสอบนี้ เป็นเอกสารสำคัญสำหรับการส่งมอบงานด้วย
3. สำหรับระบบสื่อสาร ให้วิศวกรไฟฟ้าของผู้รับจ้างทำการตรวจสอบ และจัดทำรายงานผล การตรวจสอบคุณภาพสัญญาณ (NOISE LEVEL) ขนาดสัญญาณ ฯลฯ ของอุปกรณ์แต่ละจุด พร้อมทั้งให้วิศวกรไฟฟ้าของผู้รับจ้างลงนามรับรองผลการตรวจสอบ และให้ถือว่ารายงาน ผลการตรวจสอบนี้เป็นเอกสารสำคัญสำหรับการส่งมอบงานด้วย
4. ให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบค่าความต้านทานฉนวน ของระบบการรับและจ่ายพลังงานไฟฟ้า จากการไฟฟ้าโดยใช้เครื่องวัดค่าความต้านทานฉนวนไฟฟ้าแบบกระแสตรง 1000 โวลท์ แล้วบันทึกผลการทดสอบเพื่อรายงานให้กับผู้ว่าจ้าง ก่อนที่ผู้รับจ้างจะทำการทดสอบการรับ และจ่ายพลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้าต่อไป

5. ให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบ การรับและจ่ายพลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้า โดยให้ทำการป้อนพลังงานไฟฟ้าให้กับระบบไฟฟ้าแรงสูง และระบบไฟฟ้าแรงต่ำของอาคาร โดยที่อุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมด รวมทั้งรีเลย์และอุปกรณ์ตัดตอนอัตโนมัติต่างๆ ต้องปรับแต่งและติดตั้งเหมือนกับสภาพการใช้งานตามปกติ ซึ่งอุปกรณ์ทุกชิ้นต้องทำงานได้ตามปกติเป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 48 ชั่วโมง จึงถือว่าใช้งานได้
6. ให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ รวมทั้งดวงโคม โดยการเปิดหรือจ่ายไฟฟ้าทิ้งไว้ต่อเนื่องกันเป็นเวลา 24 ชั่วโมง และสำหรับเต้ารับไฟฟ้าทุกจุด
7. ให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบฉนวนไฟฟ้าของสายป้อน และสายไฟของวงจรร้อยทุกจุด โดยการปลดปลายสายทั้งสองข้างออกจากโหนด และแหล่งจ่ายไฟฟ้าแล้ววัดค่าฉนวน โดยใช้เครื่องวัดค่าความต้านทานฉนวนไฟฟ้า แบบกระแสตรง 500 โวลต์ เป็นเวลาต่อเนื่องกัน 30 วินาที แล้วบันทึกผลการทดสอบเพื่อรายงานให้กับผู้ว่าจ้าง ค่าความต้านทานฉนวนระหว่างสายกับสาย และสายกับสายดิน ต้องไม่ต่ำกว่า 1.0 เมกะโอห์ม
8. ให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบค่ากระแสของสายป้อน และสายไฟของวงจรร้อย โดยการเปิดหรือจ่ายไฟของโหนดทั้งหมดของวงจร แล้วทำการวัดค่ากระแสไฟฟ้า โดยใช้เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าแบบคล้อง (CLAMP ON AMPMETER) แล้วบันทึกผลการทดสอบเพื่อรายงานให้กับผู้ว่าจ้าง
9. ให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบค่าความต้านทานของระบบการต่อลงดิน โดยใช้เครื่องวัดค่าความต้านทานของดิน แล้วบันทึกผลการทดสอบเพื่อรายงานให้กับผู้ว่าจ้าง
10. ให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบการทำงานของระบบเสอากาศโทรทัศนรวม โดยการวัดค่าสัญญาณที่เต้ารับสัญญาณทั้งหมด แล้วบันทึกผลการทดสอบเพื่อรายงานให้กับผู้ว่าจ้าง
11. ให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบการทำงานของระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบเสียง และระบบโทรศัพท์ รวมทั้งระบบสื่อสารอื่นๆ ตามที่ผู้ว่าจ้างเห็นสมควร

1.1.21 การส่งมอบงาน

1. ผู้รับจ้างต้องจ่ายกระแสไฟฟ้า เพื่อเดินเครื่อง และทดสอบอุปกรณ์ต่างๆ ให้อยู่ในสภาพการใช้งานเต็มที่เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมงติดต่อกัน
2. ผู้รับจ้างต้องปรับแต่งอุปกรณ์สำหรับระบบไฟฟ้า และระบบสื่อสาร ให้มีขนาดเหมาะสมกับสภาพการใช้งานทั้งในปัจจุบัน และการเปลี่ยนแปลงในอนาคต โดยให้มีความเหมาะสมกับสถานที่และความต้องการ อันได้แก่ การปรับแต่งความสมดุลของโหนด การปรับแต่งแรงดันของระบบ การปรับแต่งการป้องกันการใช้กระแสเกินและการลัดวงจร การปรับแต่งคุณภาพของสัญญาณสื่อสารต่างๆ ทั้งนี้ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้น

3. ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบ เครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ ตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนดให้ทดสอบ จนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจ และแน่ใจว่าเครื่อง วัสดุและอุปกรณ์เหล่านั้น สามารถทำงานได้ดี ถูกต้องตามแบบ และข้อกำหนดทุกประการ
4. ผู้รับจ้างต้องส่งเอกสาร และสิ่งของดังต่อไปนี้ ในวันส่งมอบงาน
5. แบบสร้างจริง
6. รายงานผลการตรวจสอบระบบไฟฟ้ากำลัง
7. รายงานผลการตรวจสอบระบบสื่อสาร
8. รายการระยะเวลาการตรวจสอบระบบต่างๆ ในระยะเวลาการรับประกัน
9. หนังสือคู่มือการใช้ และบำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์เครื่องมือพิเศษที่จำเป็น สำหรับการปรับแต่ง และซ่อมบำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์ ซึ่งได้จากผู้ผลิตเครื่อง และอุปกรณ์นั้นๆ
10. อะไหล่ และวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ตามที่ระบุไว้ในแบบ และรายละเอียดประกอบแบบนี้
11. ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการทดสอบเครื่องฯลฯ เพื่อการตรวจรับมอบงาน

1.2 ขอบเขตของงาน (SCOPE OF WORK)

- 1.2.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ได้กำหนดไว้ในแบบและรายการ ตลอดจน วัสดุและอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็นในการติดตั้งระบบไฟฟ้านี้ รวมถึง แรงงาน เครื่องมือ สถานที่เก็บของ ไฟฟ้าแสงสว่างและไฟฟ้ากำลังชั่วคราว นักร้านชั่วคราวที่จำเป็นต้องใช้ เพื่อให้งานติดตั้งระบบไฟฟ้าเสร็จสมบูรณ์
- 1.2.2 ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการปกเสापาดสาย ติดตั้งสายเคเบิลแรงสูง หม้อแปลงไฟฟ้า และติดต่อประสานงาน กับการไฟฟ้าส่วนท้องถิ่นเพื่อขยายเขต ตลอดจนถึงการติดตั้งมิเตอร์ไฟฟ้าแรงสูง โดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบค่าธรรมเนียมและค่าใช้จ่ายทั้งหมด
- 1.2.3 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการประสานงานกับการไฟฟ้าส่วนท้องถิ่น โดยจัดทำและพิมพ์แบบตาม ที่การไฟฟ้าท้องถิ่นต้องการ เพื่อใช้ในการตรวจสอบ และขออนุญาตติดตั้งระบบไฟฟ้าของอาคาร โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบในค่าใช้จ่ายต่างๆ
- 1.2.4 ผู้รับจ้างจะต้องประสานงานกับผู้รับจ้างก่อสร้าง และผู้รับจ้างงานอื่น ๆ โดยผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการเจาะช่อง ซ่อมช่องที่เจาะ และงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องนั้นทั้งหมด เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหาย และเกิดความล่าช้าขึ้น
- 1.2.5 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งระบบสายป้อน ไปยังอุปกรณ์ของระบบสุขาภิบาล, ระบบลิฟท์ โดยสาร และระบบอื่นๆ ที่ต้องใช้กระแสไฟฟ้า เพื่อให้ระบบต่างๆ นั้นสามารถใช้งานได้

- 1.2.6 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำฐานคอนกรีต สำหรับแผงสวิตช์จ่ายไฟหลัก (MAIN DISTRIBUTION BOARD :MDB , EMDB) หรือตามตำแหน่งที่ได้กำหนดไว้ในแบบ
- 1.2.7 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้ง แผงสวิตช์จ่ายไฟหลัก แผงสวิตช์จ่ายไฟรอง แผงเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า (ตามมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ) สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ สวิตช์ตัดตอน แผงเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าประจำห้องพักรวม สายป้อน ท่อร้อยสาย รางเดินสาย พร้อมทั้งวัสดุ อุปกรณ์ประกอบ ให้ครบถ้วน ตามที่ได้ขออนุมัติแก้ไขเพิ่มเติมจากแบบ จนแล้วเสร็จสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์
- 1.2.8 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้ง ตู้สาขาโทรศัพท์ แผงต่อสายโทรศัพท์รวม (MDF) แผงต่อสายโทรศัพท์ประจำชั้น ท่อร้อยสายโทรศัพท์ รางเดินสายโทรศัพท์ สายโทรศัพท์ เตารับโทรศัพท์ รวมถึงอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็น สำหรับระบบโทรศัพท์ของอาคาร จนแล้วเสร็จสามารถใช้งานได้ อย่างสมบูรณ์
- 1.2.9 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งระบบเสาอากาศรวม (MATV SYSTEM) พร้อมทั้งเตารับสัญญาณโทรทัศน์ ตามที่กำหนดไว้ในแบบ จนแล้วเสร็จสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์
- 1.2.10 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์สำหรับระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ทั้งหมดของอาคาร ตามที่กำหนดไว้ในแบบ จนแล้วเสร็จสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์
- 1.2.11 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์สำหรับระบบการต่อลงดิน และระบบล่อฟ้าของอาคาร รวมทั้ง การเชื่อมสายนำลงดิน (DOWN CONDUCTOR) เข้ากับโครงสร้าง และอุปกรณ์อื่นๆ ของอาคารที่จำเป็นตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบและรายละเอียดประกอบแบบนี้
- 1.2.12 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้ง อุปกรณ์สำหรับระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน ทั้งหมดของอาคาร ตามที่กำหนดไว้ในแบบจนแล้วเสร็จสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้ง ดวงโคมไฟฟ้า สวิตช์ไฟฟ้า เตารับไฟฟ้า เตารับโทรศัพท์ เตารับสายสัญญาณโทรทัศน์ เตารับสายสัญญาณระบบสื่อสารอื่นๆ พร้อมทั้งอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ทั้งหมดของอาคาร ตามที่ กำหนดไว้ในแบบ จนแล้วเสร็จสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์
- 1.2.13 ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ รวมทั้งระบบสื่อสาร ที่ได้กำหนดไว้ ในแบบ ตามวิธีการที่ได้กำหนดไว้ในรายละเอียดประกอบแบบนี้ และจัดทำรายงานการทดสอบ ให้แก่ผู้ว่าจ้าง

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบก่อสร้าง (SHOP DRAWING) ตามขนาดมาตราส่วนในแบบของผู้ว่าจ้าง ยกเว้น กรณีที่ต้องการแสดงรายละเอียดให้ชัดเจนขึ้น เพื่อเสนอขออนุมัติจากผู้ว่าจ้างอีก 3 ชุด เพื่อใช้ในการควบคุมงาน

- 1.2.14 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบตามก่อสร้างจริง (ASBUILT DRAWING) ตามขนาดมาตราส่วนในแบบก่อสร้างที่ได้รับการอนุมัติ ให้กับผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนที่ได้รับมอบหมาย ภายใน 30 วัน นับจากวันที่งานนั้นๆ แล้วเสร็จ และให้ผู้รับจ้างส่งแบบตามก่อสร้างจริงให้ผู้ว่าจ้างอีก จำนวน 3 ชุด หลังจากงานติดตั้งระบบไฟฟ้า และระบบอื่นๆ เสร็จสมบูรณ์ทั้งหมดผู้ว่าจ้างจึงจะชำระเงินงวดสุดท้ายให้ตามเงื่อนไขการชำระเงิน
- 1.2.15 ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันคุณภาพของวัสดุ และอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิด เป็นระยะเวลา 2 ปี หลังจากวันตรวจรับงานครั้งสุดท้ายในระยะเวลาประกันนี้ ถ้าหากวัสดุหรืออุปกรณ์ใดชำรุดใช้งานไม่ได้ ผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนแปลงแก้ไขให้ใช้งานได้ โดยถูกต้องตามหลักวิชา และผู้รับจ้างจะต้องเสียค่าใช้จ่ายทั้งหมด สำหรับหลอดไฟฟ้าแบบมีไส้ให้ผู้รับจ้างรับประกันเป็นระยะเวลา 90 วัน สำหรับหลอดไฟฟ้าแบบอื่นให้ผู้รับจ้างรับประกันตามระยะเวลาของ AVERAGE LIFE TIME
- 1.2.16 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอะไหล่ และเครื่องมือบำรุงรักษา พร้อมทั้งหนังสือคู่มือการใช้งาน และการบำรุงรักษามอบให้แก่ผู้ว่าจ้างก่อนวันตรวจทดสอบเพื่อรับมอบงาน

ในระหว่างระยะเวลาประกัน ผู้รับจ้างต้องมีหลักทรัพย์วางค้ำประกันไว้ โดยมีจำนวนเงินตามที่ตกลงกันระหว่าง ผู้ว่าจ้างและผู้รับจ้าง โดยผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะนำมาใช้จ่ายได้ ในกรณีที่ผู้รับจ้างไม่ปฏิบัติตามเงื่อนไขการรับประกัน

2. หมวดงานไฟฟ้า

2.1 หม้อแปลงไฟฟ้า (POWER TRANSFORMER)

เป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐาน (STANDARD PRODUCT) จากโรงงาน ซึ่งผลิตอุปกรณ์นี้เป็นประจำ และ
ออกแบบผ่านการทดสอบตามมาตรฐานของ NEMA, ANSI, VDE, TIS และของการไฟฟ้าฯ

2.1.1 เป็นชนิด HERMETICALLY SEALED

2.1.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งรายงานทดสอบคุณสมบัติต่างๆ ของอุปกรณ์รวมทั้ง IMPULSE TEST จาก
โรงงานผู้ผลิต และผ่านการรับรองจากการไฟฟ้าฯ ให้กับวิศวกร

2.1.3 รายละเอียดทางเทคนิค

| | |
|---------------------------------|----------------------|
| - RATING | ตามแบบ kVA. |
| - PRIMARY VOLTAGE | ตามแบบ kV. |
| - SECONDARY VOLTAGE | 230/400 VOLTAGE |
| - PRIMARY CONNECTION | DELTA |
| - SECONDARY CONNECTION | STAR – GROUNDED |
| - FREQUENCY | 50 Hz. |
| - PRIMARY TAPS | $\pm 2 \times 2.5\%$ |
| - AMBIENT TEMPERATURE | 40 ° C |
| - PRIMARY AND SECONDARY WINDING | COPPER |
| - TEMPERATURE RISE | 60 ° C |
| - IMPEDANCE | ตามแบบ |
| - BIL | 125 kV. |
| - COOLING | NATURAL AIR COOLED |

2.1.4 อุปกรณ์ประกอบ

- 1) OIL DRAIN VALVE
- 2) PRESSURE RELIEF DEVICE
- 3) THERMOMETER

2.1.5 จะต้องมี NAME PLATE ทำด้วยโลหะติดกับอุปกรณ์ แสดงขนาด และรายละเอียดต่างๆ พร้อม
ชื่อโรงงานผู้ผลิตผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ SHOP DRAWINGS ของหม้อแปลง และวิธีการจัดเรียง
ตำแหน่งหม้อแปลงร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ ตามความเหมาะสมกับสถานที่ ตลอดจนการเข้าสายแรง
สูง และแรงต่ำ เพื่อขอความเห็นชอบจากการไฟฟ้า และ/หรือ วิศวกร

- 2.1.6 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ NEUTRAL GROUNDING แยกต่างหากจาก EQUIPMENT GROUND ไปยัง GROUND ROD ขนาด 5/8 นิ้ว ยาวไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร ชนิด COPPER CLAD STEEL ส่วนขนาดของสาย GROUND ให้ดูจากแบบ

2.2 MAIN DISTRIBUTION BOARD (MDB)

- 2.2.1 ตัวตู้รวม หมายถึงตู้ MAIN ของ EMERGENCY ด้วย (ถ้ามี)
- 2.2.2 เป็นตู้ซึ่งสามารถผลิตและประกอบขึ้นได้ภายในประเทศ โดยเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานจากโรงงานซึ่งผลิตอุปกรณ์นี้เป็นประจำ และออกแบบผ่านการทดสอบตามมาตรฐานของ IEC ANSI, การไฟฟ้านครหลวงหรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เป็นผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบ ทดสอบ ประกอบตามมาตรฐาน IEC 61439-1/2
- 1) ได้รับ Certificate จากสถาบัน VOLTA หรือ ASEFA หรือ KEMA หรือ ASTA หรือ CESI หรือ NEMA หรือ VDE หรือ DEKRA หรือ LOVAG และ ACAE
 - 2) มีผลการทดสอบตรงตามมาตรฐานที่กำหนดทุกรายการ
 - 3) โรงงานผู้ผลิต จะต้องได้มาตรฐาน ISO 9001:2015 หรือ ที่เกี่ยวข้อง
 - 4) กรณีที่โรงงานผลิตตู้ที่ไม่ใช่เจ้าของผลิตภัณฑ์ ต้องมีหนังสือแต่งตั้งการเป็นผู้ผลิตภายใต้ลิขสิทธิ์ โดยตรงจากเจ้าของผลิตภัณฑ์โดยตรง (Original Manufacturer licensee) ครบทุกผลิตภัณฑ์ทั้งตู้ชนิดสวิตช์บอร์ดไฟฟ้าแรงดันต่ำ
- 2.2.3 ผู้รับจ้างต้องจัดส่งรายละเอียดของอุปกรณ์ ที่ติดตั้งอยู่ภายในตัวตู้ทุกชั้นซึ่งได้มาตรฐาน ULNEMA, ANSI, IEC, DIN, TIS เพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง
- 2.2.4 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ SHOP DRAWINGS ขนาดของตู้ การจัดเรียงอุปกรณ์ภายในตู้ทุกชั้นอย่างละเอียด ตำแหน่งของตู้ที่จัดวางภายในห้องเครื่อง เพื่อขออนุมัติก่อนการดำเนินการประกอบตู้และติดตั้ง
- 2.2.5 รายละเอียดทางเทคนิคของตู้
- 1) โครงสร้างตัวตู้ประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กและโครงเหล็ก ชุบด้วยกรรมวิธี HOT DIP GALVANIZED หรือ ELECTROLYTIC ZINC PLATED ทั้งหมด
 - 2) ความหนาเหล็กโครงตู้ ไม่น้อยกว่า 2 มม.
 - 3) ความหนาของเหล็กแผ่นทำตู้ ไม่น้อยกว่า 2 มม.
 - 4) พ่นสีกันสนิมหนึ่งชั้นและสีภายนอกอีก 2 ชั้น

2.2.6 รายละเอียดทางเทคนิคของอุปกรณ์ภายในตู้

- 1) 600 VOLTS AC MAXIMUM 50 HZ. THREE PHASE FOUR WIRES 100% NEUTRAL WITH 25% GROUND BAR
- 2) หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นขนาดของ CIRCUIT BAEAKER และ BUS BARS จะต้องมิต่ำกว่าค่ากระแสตามที่แสดงไว้ในแบบ มี HEAT RISE TEST ที่จุดต่อเชื่อม ณ จุดใดๆ ภายในตู้ต้องไม่เกิน 50 OC จาก AMBIENT TEMPERATURE ตามมาตรฐาน UL 67
- 3) ตัวตู้และอุปกรณ์ภายในตู้ทั้งหมด จะต้องมิต่ำกว่าค่ากระแส SHART CIRCUIT ไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ในแบบ หรือใน LOAD SCHEDULE
- 4) BUS BARS เป็นชนิดทองแดง มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% จะต้องประกอบ และยึดด้วย INSULATOR SUPPORTอย่างแข็งแรง สามารถต้านทานกระแสลัดวงจร ไม่น้อยกว่าค่ากระแสลัดวงจรของขนาด MAIN CIRCUIT BREAKER หรือดูจาก LOAD SCHEDULE
- 5) ขนาดของ BUS BARS ต้องไม่เล็กกว่า 1000 AMPS. ต่อพื้นที่หน้าตัดของทองแดงหนึ่งตารางนิ้ว โดยมี AMPACITY ไม่น้อยกว่า 125% ของค่ากระแส FULL LOAD ทั้งหมด และห้ามมิให้ลดขนาดช่วงใดช่วงหนึ่งตลอดความยาวของ MAIN BUS BARS
- 6) หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น CIRCUIT BREAKER ขนาดต่ำกว่า 1600 AMPS. ให้เป็นแบบ FIXED TYPE MANUAL OPERATED MOLDED CASE ADJUSTABLE TRIP
- 7) หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น CIRCUIT BREAKER ขนาด 1600 – 2500 AMPS. ให้เป็นแบบ SOLID STATE TRIP MANUAL OPERATED MOLDED CASE
- 8) หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น CIRCUIT BREAKER ขนาดเกินกว่า 2500 AMPS. ให้เป็นแบบ AIR CIRCUIT BREAKER, ELECTRICAL OPERATED
- 9) MAIN CIRCUIT BREAKER ของ MDB ต้องประกอบด้วย PHASE PROTECTION, UNDER VOLTAGE, OVER VOLTAGE พร้อมด้วย LONG AND SHORT TIME DELAY
- 10) ขนาด INTERRUPTING CAPACITY ของ CIRCUIT BREAKER ทุกตัว ให้ดูรายละเอียดจาก LOAD SCHEDULE

หากมิได้กำหนดขนาดของตู้ไว้ ผู้รับจ้างจะต้องทำตู้ให้มีขนาดเพียงพอ ต่อการเชื่อมต่อสายจาก CIRCUIT BREAKER และต้องมี SAFETY BARRERS ภายในตู้พร้อมช่องใส่ CIRCUIT DIRECTORY ชนิดติดตั้งถาวรภายในตู้

2.3 DISTRIBUTION BOARD, PANEL BOARD, LOAD CENTER

ข้อกำหนดทางเทคนิค (TECHNICAL SPECIFICATION)

- 2.3.1 แผงสวิตช์ DB-DISTRIBUTION BOARD จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับของโรงงานผลิต MDB ได้มาตรฐานตามบริษัทผู้ผลิต ส่วนแผงสวิตช์ LOAD CENTER จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานของโรงงาน ซึ่งเป็นผู้ผลิตเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) ที่ผู้รับจ้างขออนุมัติใช้ในการติดตั้งงานระบบไฟฟ้าของโครงการ หรือเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับเซอร์กิตเบรกเกอร์ของอาคารที่ใช้อยู่ในกรณีที่เป็นการปรับปรุงระบบไฟฟ้า หรืองานปรับปรุงต่อเติมอาคาร
- 2.3.2 แผงสวิตช์ต้องผลิตขึ้นและมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC หรือ NEMA ผ่านการทดสอบ โดยมีหนังสือรับรองผลการทดสอบจากโรงงานผู้ผลิต
- 2.3.3 แผงสวิตช์ต้องสามารถซ่อมบำรุงรักษาได้สะดวก โดยฝาด้านหน้าติดบานพับเพื่อให้เปิดออกได้ง่าย ตัวแผงสวิตช์ต้องมีการระบายอากาศและป้องกันไม่ให้ฝุ่น แมลง หรือหนูเข้าไปข้างในได้ ตลอดจนสามารถป้องกันความชื้นแก่อุปกรณ์ภายในได้เป็นอย่างดี
- 2.3.4 อุปกรณ์ในแผงสวิตช์ต้องเป็นชนิดหรือผลิตภัณฑ์เดียวกัน เพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งเซอร์กิตเบรกเกอร์ ต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับที่ใช้ในแผงจ่ายไฟฟ้าหลัก เพื่อให้มีการทำงานที่สัมพันธ์ (Co-ordination) กันเป็นระบบได้ดี
- 2.3.5 แผงสวิตช์เป็นแบบมีเมนเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Main Circuit Breaker Type) หรือเป็นแบบไม่มีเมนเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Main Lug Type) โดยจำนวนเฟส จำนวนช่อง พิกัดกระแสสูงสุด (AF) กระแสตัด (AT) และวิสัยสามารถตัดกระแส (IC) จะต้องไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในแบบ และ/หรือ ที่กำหนดในตารางโหลด
- 2.3.6 แผงสวิตช์ต้องพ่นสีเทาอ่อนหรือสีที่กำหนดไว้ในแบบ และอบแห้งทั้งภายนอกและภายในอย่างน้อย 2 ชั้น หลังจากผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมแล้ว
- 2.3.7 ด้านในของฝาหน้าของแผงสวิตช์ต้องมีตารางแสดงรายละเอียดของวงจรติดไว้ และมีป้ายชื่อของแผงสวิตช์ติดอย่างแน่นหนาที่ด้านหน้าของแผงสวิตช์ทุกแผง โดยป้ายชื่อให้ทำจากแผ่นพลาสติก ซึ่งเมื่อทำการแกะสลักตัวอักษรตามชื่อของแผงสวิตช์แล้ว จะเห็นได้ชัดเจนโดยไม่ต้องใช้สี หรือใช้ป้ายชนิดอื่นตามที่ผู้ว่าจ้างยินยอม
- 2.3.8 เซอร์กิตเบรกเกอร์ให้ใช้แบบกล่องหุ้มหล่อ (Molded Case) สามารถตัดกระแสเกินเนื่องจากความร้อน (Thermal Over Current Trip) และตัดกระแสลัดวงจรทันที (Instantaneous Magnetic Short Circuit Trip) ได้ มีพิกัดกระแสสูงสุด (AF) กระแสตัด (AT) และวิสัยสามารถตัดกระแส (IC) ไม่ต่ำกว่าที่ได้กำหนดในแบบ และ/หรือ ที่กำหนดในตารางโหลด

- 2.3.9 เซอร์กิตเบรกเกอร์ให้ใช้แบบเสียบเข้า (Plug-in) หรือขันเกลียวเข้า (Bolt-on) และต้องสามารถใส่หรือถอดออกได้โดยไม่ต้องเลื่อนหรือถอดตัวอื่นออก เซอร์กิตเบรกเกอร์ทุกตัวต้องสามารถแสดงสถานะเปิด (On) ปิด (Off) และตัด (Trip) ได้อย่างชัดเจน
- 2.3.10 ถ้าไม่ได้กำหนดเป็นอย่างอื่นให้ติดตั้งแผงสวิตช์ลอยกับผนัง โดยใช้สลักเกลียวแบบปลอกเหล็ก (Expansion Bolt) ยึดติดกับผนัง และติดตั้งสูงจากพื้น 1.40 ม. (จากกึ่งกลางแผงถึงระดับพื้น)
- 2.3.11 ส่วนบนของแผงสวิตช์ต้องอยู่ห่างจากเพดานที่ติดไฟได้ไม่น้อยกว่า 0.90 เมตร และหากเป็นเพดานไม่ติดไฟหรือมีแผ่นกั้นที่ไม่ติดไฟระหว่างแผงสวิตช์กับเพดาน ส่วนบนของแผงสวิตช์และเพดานต้องมีระยะห่างไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร
- 2.3.12 แผงสวิตช์ต้องติดตั้งในสถานที่แห้ง เข้าถึงได้ และควบคุมได้โดยบุคคลที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องเท่านั้น เมื่อติดตั้งในสถานที่เปียกหรือนอกอาคารต้องมีเครื่องห่อหุ้ม (กล่องหรือตู้) ที่ทนสภาพอากาศนอกจากแผงสวิตช์จะเป็นชนิดที่ออกแบบไว้สำหรับติดตั้งภายนอกอาคารได้ แผงสวิตช์ซึ่งอยู่ในสถานที่ที่มีวัตถุติดไฟได้ง่าย ต้องติดตั้งในตำแหน่งที่แผงสวิตช์จะไม่ทำให้เกิดเพลิงไหม้ต่อวัตถุติดไฟข้างเคียง
- 2.3.13 การติดตั้งแผงสวิตช์ในสถานที่เปียกชื้น ต้องมีการป้องกันไม่ให้ความชื้นหรือน้ำเข้าไปในแผงได้ และต้องติดห่างจากผนังหรือพื้นรองรับไม่น้อยกว่า 5 มิลลิเมตร ถ้าติดตั้งในสถานที่เปียกต้องเป็นแบบทนสภาพอากาศ (Weatherproof)
- 2.3.14 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ SHOP DRAWINGS ตำแหน่งการติดตั้งตลอดจนการจัดแนว CONDUIT หรือ RACE WAY อื่นๆ เพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง

2.4 สายไฟฟ้า (CABLE AND WIRE)

ข้อกำหนดทางเทคนิค (TECHNICAL SPECIFICATION)

- 2.4.1 สายไฟทั้งหมดที่นำมาใช้ติดตั้งต้องมีตัวนำเป็นทองแดง และเป็นไปตามมาตรฐานสายไฟฟ้าของมอก. 11-2553 หรือ IEC ผลิตขึ้นโดยผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ และยอมรับ โดยทั่วไปให้ใช้สายพิกัดแรงดัน 450/750 โวลต์ ฉนวนใช้กับอุณหภูมิไม่เกิน 70 และ 90 องศาเซลเซียส ยกเว้นกรณีที่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ในแบบพิมพ์ หรือตารางโหลด (LOAD SCHEDULE)
- 2.4.2 ระบบสีของสายไฟฟ้าให้ใช้ดังนี้
- | | |
|------------|----------------------------|
| PHASE L1 | สีน้ำตาล |
| PHASE L2 | สีดำ |
| PHASE L3 | สีเทา |
| NEUTRALN | สีฟ้า |
| GROUND GR. | สีเขียว หรือเขียวแถบเหลือง |

- 2.4.3 สายไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นเพียงสีเดียวให้หาสีที่สายไฟ หรือพันเทป หรือติดเครื่องหมายที่สายไฟฟ้าทุกแห่งที่มีการต่อสาย และต่อเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยสีที่กำหนดข้างต้น
- 2.4.4 สายไฟฟ้าที่ใช้เดินใต้ดิน ไม่ว่าจะโดยการร้อยท่อ หรือฝังดินโดยตรง ต้องเป็นสายที่มีเปลือกนอกหนาเป็นพิเศษที่ผลิตขึ้นสำหรับเดินใต้ดิน (มีชื่อทางการค้าว่า NYY.) ยกเว้นกรณีที่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ในแบบพิมพ์ หรือตารางโหลด (LOAD SCHEDULE)
- 2.4.5 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น สายไฟทั้งหมดต้องเป็นสายเดี่ยว (SINGLE CONDUCTOR) มีฉนวนหุ้มทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 750 VOLTS และทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 70 C
- 2.4.6 ขนาดของสายไฟที่กำหนดไว้เป็นตารางมิลลิเมตรทั้งหมด และห้ามใช้สายไฟที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตร ยกเว้นสาย CONTROL ซึ่งต้องไม่เล็กกว่า 1.5 ตารางมิลลิเมตร
- 2.4.7 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ขนาดของสายไฟให้ดูได้จาก LOAD SCHEDULE
- 2.4.8 ห้ามตัดต่อสายไฟฟ้าในแผงสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ การตัดสายไฟฟ้าจะต้องทำในกล่องต่อสายเท่านั้น และต้องพันทับด้วยเทปพันสายให้มีฉนวนเทียบเท่าสายไฟฟ้า สำหรับสายขนาด 10 ตร.ม หรือเล็กกว่า ต้องต่อสายโดยใช้ WIRE NUT สำหรับสายขนาด 16 ตร.มม. หรือใหญ่กว่า ต้องต่อสายโดยใช้ SOLDERLESS WIRE CONNECTOR ชนิดใช้เครื่องมือกลัด และใช้ HEAT SHRINK TUBE หุ้มรอยต่อสาย
- 2.4.9 สายไฟฟ้าที่เดินเข้าไปในแผงสวิตช์ตัดตอน แผงสวิมม. หรือใหญ่กว่าตู้ หรืออุปกรณ์อื่น จะต้องจัดให้เป็นระเบียบ โดยใช้เชือกหรือสายรัด ผูกหรือรัดไว้เป็นหมวดหมู่ และสายไฟฟ้าจะต้องมีความยาวเหลือไว้เพียงพอที่จะย้ายตำแหน่งในแผงสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ
- 2.4.10 สายเคเบิลแรงสูงต้องเป็นสายเส้นเดียวตลอด ห้ามตัดต่อสายระหว่างทาง
- 2.4.11 การต่อสายเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้า ที่ใช้ขั้วต่อแบบมีหัวสกรูยึดสาย จะต้องใส่ TERMINAL ชนิดใช้เครื่องมือกลัด (ใช้ CABLE LUG แบบบีบ) และหุ้มด้วย HEAT SHRINK TUBE ทุกแห่ง
- 2.4.12 หัวต่อสายที่อยู่ในที่เปียกชื้นอยู่เสมอต้องหล่อหุ้มด้วยสาร SCOTCHAST, SIEMEN PROTOLIN หรือ EPOXY อื่นๆ ที่มีคุณภาพเทียบเท่า
- 2.4.13 การดึงสายไฟฟ้าผ่านท่อร้อยสาย ต้องกระทำหลังจากที่วางท่อร้อยสาย กล่องต่อสาย กล่องดึงสาย และอุปกรณ์ต่างๆ เสร็จเรียบร้อยแล้วเท่านั้น ห้ามไม่ให้เตรียมโดยร้อยสายล่วงหน้าอย่างเด็ดขาด
- 2.4.14 การดึงสายควรใช้อุปกรณ์ช่วยในการดึงสาย ซึ่งออกแบบโดยเฉพาะ เพื่อใช้กับงานดึงสายไฟภายในท่อ และ ต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์ดังกล่าวด้วย
- 2.4.15 ในการดึงสายไฟฟ้าอาจใช้สารหล่อลื่นเพื่อช่วยลดความฝืดได้ โดยสารหล่อลื่นต้องเป็นชนิดที่ผู้ผลิตสายไฟแนะนำไว้เท่านั้น

- 2.4.16 การติดตั้งสายไฟฟ้าทุกขนาดจะต้องกระทำอย่างระมัดระวัง รัศมีของการติดตั้งสายจะต้องเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตสายไฟฟ้า หรือ ตาม วสท., NEC
- 2.4.17 ปลายทั้งสองข้างของสายไฟฟ้า หรือเคเบิล ต้องมีการป้องกันความชื้นจากภายนอก สำหรับสายไฟฟ้าขนาดใหญ่กว่า 25 ตร.มม. ให้ใช้ HEAT SHRINK TUBING
- 2.4.18 สายไฟฟ้าสำหรับวงจรเต้ารับไฟฟ้า และสายที่ต่อแยกเข้าเต้ารับไฟฟ้า ให้ใช้สายพิกัดแรงดัน 750 โวลต์ ฉนวนใช้กับอุณหภูมิไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส ขนาดไม่ต่ำกว่า 4 ตร.มม. ยกเว้นกรณีที่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ในแบบพิมพ์ หรือตารางโหลด (LOAD SCHEDULE)
- 2.4.19 สายไฟฟ้าสำหรับต่อแยกไปยังดวงโคมแต่ละดวง ให้ใช้สายพิกัดแรงดัน 750 โวลต์ ฉนวนใช้กับอุณหภูมิไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส ขนาดไม่ต่ำกว่า 2.5 ตร.มม. ยกเว้นกรณีที่ได้กำหนดไว้ เป็นอย่างอื่น ในแบบพิมพ์ หรือตารางโหลด (LOAD SCHEDULE)
- 2.4.20 สายไฟฟ้าภายในดวงโคมแต่ละดวง ให้ใช้สายพิกัดแรงดัน 750 โวลต์ ฉนวนใช้กับอุณหภูมิไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส ขนาดไม่ต่ำกว่า 1.0 ตร.มม. ยกเว้นกรณีที่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น

2.5 ท่อร้อยสายไฟฟ้า

- 2.5.1 ท่อร้อยสายไฟฟ้าแบบโลหะต้องเป็นชนิดเหล็กอบสังกะสีโดยกรรมวิธี HOT- DIPPED ผิวภายในเรียบ ปราศจากตะเข็บ และท่อร้อยสายแบบบอโลหะต้องทำด้วยวัสดุพีวีซี ซึ่งผลิตขึ้นเพื่อใช้งานทางไฟฟ้าโดยเฉพาะ
- 2.5.2 ท่อร้อยสายไฟฟ้าจาก PANEL BOARD แต่ละชั้นไปยังตู้ MDB ให้ใช้วิธีเดินท่อร้อยสายลอยเกาะผนังของอาคารภายในช่องเดินระบบไฟฟ้า ด้วยท่อร้อยสายแบบบาง (EMT) หรือท่อร้อยสายแบบหนา (IMC OR RSC) ตามที่กำหนดไว้ในแบบ และ/หรือตารางโหลด
- 2.5.3 ท่อร้อยสายซึ่งฝังดิน ฝังในคอนกรีต หรือในที่โล่งซึ่งจำเป็นต้องมีระบบกันน้ำ ต้องใช้ท่อชนิด RIGID STEEL METALLIC CONDUIT (RSC) หรือท่อชนิด INTERMEDIATE METALLIC CONDUIT (IMC.) ตามที่กำหนดไว้ในแบบ และ/หรือตารางโหลด สำหรับท่อร้อยสาย ซึ่งซ่อนในฝ้าเพดานให้ใช้ท่อชนิด ELECTRICAL METALLIC TUBING (EMT) สำหรับท่อร้อยสายซึ่งเดินในผนังซึ่งไม่ได้เทด้วยคอนกรีต ให้ใช้ท่อชนิด INTERMEDIATE METALLIC CONDUIT (IMC) และอนุญาตให้ใช้ท่อชนิด ELECTRICAL METALLIC TUBING (EMT) ได้ โดยเชื่อมต่อท่อร้อยสายแบบ EMT ที่ใช้ในกรณีนี้จะต้องเป็นชนิดกันน้ำสำหรับท่อร้อยสายซึ่งต่อเข้ากับอุปกรณ์ที่มีความสั่นสะเทือนหรือในที่อื่นๆ ซึ่งไม่สามารถใช้ท่อร้อยสายดังกล่าวข้างต้นได้ให้ใช้ท่อชนิด FLEXIBLE CONDUIT สำหรับท่อร้อยสายอโลหะ (PVC) อนุญาตให้ใช้ได้ ในกรณีทีระบุไว้ในแบบ หรือในกรณีที่ได้รับการยืนยันจากผู้ออกแบบว่ามีความปลอดภัยเพียงพอ

- 2.5.4 ก่อนติดตั้งท่อร้อยสายต้องทำความสะอาด ทั้งภายในและภายนอก ให้เรียบร้อย ปลายของท่อต้องทำให้หมดความคมด้วยเครื่องมือลบคม (REAMER)
- 2.5.5 การวางท่อร้อยสายให้พยายามติดตั้งให้ขนานหรือตั้งฉาก กับผนังและตัวอาคาร
- 2.5.6 กรณีที่จำเป็นต้องดัดงอท่อร้อยสาย ต้องใช้เครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อการนี้โดยเฉพาะ และรัศมีการดัดโค้งท่อต้องเป็นไปตามกฎของ NEC ท่อร้อยสายที่เสียรูปและไม่เป็นไปตามที่ระบุ ห้ามนำมาใช้ในการติดตั้ง
- 2.5.7 ท่อร้อยสายต้องยึดติดกับกล่องต่อสาย กล่องดึงสาย และแผงสวิตช์อัตโนมัติ สำหรับท่อชนิดหนา ให้ใช้ LOCK NUT และ BUSHING สำหรับท่อชนิดบางให้ใช้ COMPRESSION TYPE CONNECTOR และท่อร้อยสายต้องยึดหรือแขวนกับโครงสร้างให้มั่นคงแข็งแรง ห้ามใช้กล่องดึงสายเป็นตัวรับน้ำหนัก
- 2.5.8 ท่อ SLEEVE สำหรับท่อร้อยสายที่เดินทะลุผ่านเพดาน และผนัง จะต้องทำด้วยวัสดุชนิดเดียวกันกับท่อร้อยสายไฟฟ้าในส่วนนั้น และท่อ SLEEVE ใดไม่ใช้งานต้องอุดด้วยคอนกรีต
- 2.5.9 ท่อร้อยสายที่เดินใต้ผิวดินต้องหุ้มด้วยฟลีนทึบให้ทั่วอย่างน้อย 2 เที้ยว และเทปูนกลบ
- 2.5.10 การต่อท่อร้อยสายชนิดบางต้องใช้ COMPRESSION COUPLING สำหรับท่อชนิดหนาให้ใช้ข้อต่อชนิดเกลียว และต้องใช้ ELECTRICAL PIPE JOINT COMPOUND ทาที่เกลียวก่อนใส่ข้อต่อเพื่อให้ระบบท่อร้อยสายมีการเชื่อมต่อกันทางไฟฟ้า
- 2.5.11 ท่อร้อยสายที่เดินลอยทั้งภายในฝ้าเพดาน และเดินลอยติดผนังหรือเพดาน ให้หุ้มสีคาดไว้ที่ท่อทุกระยะ 1 เมตร ด้วยสีที่กำหนดในรายละเอียดประกอบแบบนี้
- 2.5.12 ขนาดท่อร้อยสายที่กำหนดไว้ในแบบพิมพ์ และ/หรือตารางโหลด เป็นขนาดขั้นต่ำ ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบความถูกต้องของขนาดท่อ เพื่อให้สามารถร้อยสายไฟฟ้าได้ หากขนาดท่อร้อยสายเล็กไปหรือไม่ถูกต้อง ผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนและแก้ไขให้ถูกต้อง ทั้งนี้โดยถือว่าผู้รับจ้างได้เสนอราคาสำหรับท่อร้อยสายที่ถูกต้องไว้แล้ว จึงไม่มีการเพิ่มเงินในการเปลี่ยนแปลงแก้ไขขนาดท่อร้อยสายอีก
- 2.5.13 ตัวยึด (SUPPORT) และตัวแขวน (HANGER) ของท่อร้อยสาย รางร้อยสาย หรืออื่นๆ ให้ใช้แบบเหล็กอาบสังกะสี (GALVANIZED STEEL) ทั้งหมด

2.6 รางร้อยสาย (WIRE WAYS)

ข้อกำหนดทางเทคนิค (TECHNICAL SPECIFICATION)

- 2.6.1 รางร้อยสายต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานจากผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ
- 2.6.2 รางร้อยสายทำจากเหล็กหนาอย่างน้อย 1.6 มม. รางร้อยสายและอุปกรณ์ประกอบ ต้องผลิตขึ้นโดยวิธีป้องกันสนิม ฉาบสีแล้วอบแห้ง หรืออบด้วยสังกะสี รางร้อยสายและอุปกรณ์ประกอบ ต้องออกแบบให้ประกอบเข้ากันได้ โดยที่หมุนเกลียว/สลักเกลียวต่างๆ ต้องเรียบกับผนังของรางร้อยสายไม่มีส่วนมีคมที่จะทำให้สายไฟฟ้าเสียหาย
- 2.6.3 รางร้อยสายต้องยึดให้มั่นคง โดยให้มีที่รองรับหรือที่ยึด รางร้อยสายในแนวนอนให้มีที่รองรับ ห่างกันไม่เกิน 1.50 เมตร นอกจากเป็นรางร้อยสายแบบที่อนุญาตให้มีที่รองรับห่างกันมากกว่านี้ได้ แต่ไม่เกิน 3.00 เมตร รางร้อยสายในแนวตั้ง ให้ยึดห่างกันไม่เกิน 4.50 เมตร และที่ยึดรางร้อยสายนี้จะต้องมีจุดเชื่อมต่อรางร้อยสายระหว่างจุดยึดไม่เกิน 1 จุด ท่อร้อยสายหรือทางเดินสายอื่นๆ ที่นำมาต่อกับรางร้อยสายไม่ถือว่าเป็นตัวยึดรางร้อยสาย รางร้อยสายต้องเป็นของที่มีสภาพดี ไม่มีสนิมเกิดขึ้นตลอดช่วงระยะเวลาก่อสร้างและรับประกันหากมีสนิมเกิดขึ้น ผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนใหม่ด้วยรางร้อยสายที่มีสภาพและคุณภาพดี
- 2.6.4 ปลายของรางร้อยสายถ้าไม่มีการเดินสาย ต้องปิดด้วยแผ่นท้ายรางร้อยสาย ซึ่งผลิตขึ้นจากผู้ผลิตรางร้อยสายนั้น
- 2.6.5 รางร้อยสายที่ติดตั้ง จะต้องติดตั้งให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้า และรางร้อยสายต้องต่อลงดินทุกจุดที่มีการเชื่อมรางร้อยสาย ต้องมีสายดินทองแดงเชื่อม (BONDING) ระหว่างรางร้อยสายทุกท่อนที่นำมาเชื่อมต่อกัน ทางเดินสายที่ต่อออกจากรางร้อยสายต้องเป็นโลหะ และต้องติดตั้งให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้ากับรางร้อยสาย ถ้าทางเดินสายที่ต่อออกจากรางร้อยสายเป็นท่อโลหะ (PVC) ต้องใช้สายดินเพื่อให้เกิดความต่อเนื่องทางไฟฟ้าด้วย
- 2.6.6 สายไฟฟ้าภายในรางร้อยสายแต่ละส่วน ต้องมีจำนวนไม่เกิน 30 เส้น โดยไม่ต้องนับรวมสายไฟฟ้าที่มีกระแสไฟฟ้าไหลเพียงชั่วคราว และสายดิน
- 2.6.7 ขนาดของรางร้อยสายที่กำหนดไว้ในแบบพิมพ์ และ/หรือ ตารางโหลด เป็นขนาดขั้นต่ำ ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบความถูกต้องของรางร้อยสาย เพื่อให้สามารถร้อยสายไฟฟ้าได้ตามมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ หากขนาดรางร้อยสายเล็กไปหรือไม่ถูกต้อง ผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนและแก้ไขให้ถูกต้อง ทั้งนี้โดยถือว่าผู้รับจ้าง ได้เสนอราคาสำหรับขนาดรางร้อยสายที่ถูกต้องไว้แล้ว จึงไม่มีการเพิ่มเงินในการเปลี่ยนแปลงแก้ไขขนาดของรางร้อยสายอีก

- 2.6.8 พื้นที่หน้าตัดทั้งหมดของสายไฟฟ้าทุกเส้นภายในรางร้อยสายแต่ละส่วนต้องไม่เกิน 20% ของพื้นที่หน้าตัดภายในของรางร้อยสายไฟฟ้าที่ใช้ นั้น หากขนาดรางร้อยสายที่กำหนดในแบบเล็กไปหรือไม่ถูกต้อง ผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนและแก้ไขให้ถูกต้อง
- 2.6.9 หากมีการต่อสายไฟฟ้าภายในรางร้อยสาย จะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อน และจะต้องต่อสายเฉพาะบริเวณที่สามารถเข้าถึงได้เท่านั้น
- 2.6.10 การเดินสายไฟฟ้าภายในรางเดินสาย จะต้องจัดสายที่เดินไปกับพื้นรางให้รวมกันเป็นกลุ่มอย่างเป็นระเบียบสำหรับโหนดแต่ละกลุ่ม
- 2.6.11 การเดินสายไฟฟ้าภายในรางเดินสายที่ไม่ได้อยู่ในแนวนอน จะต้องยึดสายที่เดินไปกับพื้นรางให้มั่นคง

2.7 กล่องต่อสายและกล่องดึงสาย (JUNCTION BOXES, OUTLET AND PULL BOXES)

ข้อกำหนดทางเทคนิค (TECHNICAL SPECIFICATION)

- 2.7.1 กล่องต่อสายและกล่องดึงสายต้องเป็นชนิด เหล็กอาบสังกะสีทั้งภายในและภายนอก หนาไม่น้อยกว่า 1.2 มม. และชนิดโลหะหล่อยึดติดกับท่อด้วยเกลียวในกรณีที่ต้องมีระบบกันน้ำ และเป็นไปตามมาตรฐานของ NEC ตามหัวข้อที่ 370 และ 373
- 2.7.2 กล่องดึงสาย (PULL BOX) ต้องเป็นแบบกล่องเหล็กพับ มีฝาปิดยึดติดด้วยสกรู และต้องผ่านขบวนการป้องกันสนิม และพ่นสีเทา อย่างน้อย 3 ครั้ง หรือตามที่ระบุในแบบ รวมทั้งต้องผ่านการลอบคมเพื่อป้องกันการบาดสายไฟฟ้า มีความหนาของเหล็กไม่น้อยกว่า 1.6 มม.
- 2.7.3 กล่องต่อสาย และกล่องดึงสาย ต้องมีขนาดและปริมาตรตามกฎของ NEC โดยให้ยึดถือจากขนาดและจำนวนของสายไฟฟ้าที่มีการต่อสาย และสายไฟฟ้าที่ดึงผ่าน เป็นหลัก
- 2.7.4 กล่องต่อสายสำหรับโคมไฟต้องใช้กล่องขนาด 4 นิ้วชนิดแปดเหลี่ยม กล่องต่อสายสำหรับเต้ารับและสวิตช์ต้องใช้กล่องขนาด 4X2.5 นิ้ว หรือ 4X4 นิ้ว โดยขึ้นอยู่กับจำนวนของเต้ารับและสวิตช์ที่ใช้ กล่องต่อสายสำหรับสวิตช์จำนวนมากต้องใช้ตามที่ผู้ผลิตสวิตช์แนะนำ
- 2.7.5 กล่องต่อสายและกล่องดึงสาย ต้องติดตั้งตามลักษณะการใช้งาน เช่น ติดตั้งซ่อนในฝ้า ติดตั้งฝังเรียบฝ้าผนัง เป็นต้น และต้องสามารถเข้าไปตรวจซ่อมและบำรุงรักษาได้โดยง่าย
- 2.7.6 กล่องต่อสายและกล่องดึงสายที่ติดตั้งซ่อนในฝ้าเพดานและติดตั้งลอยต้องยึดตรึงให้แข็งแรงห้ามใช้ท่อเป็นตัวรับน้ำหนัก
- 2.7.7 รูของกล่องดึงสายที่ไม่ใช้งาน ต้องปิดให้เรียบร้อย
- 2.7.8 กล่องต่อสายและกล่องดึงสายที่ติดตั้งซ่อนในฝ้าเพดานและติดตั้งลอยต้องยึดตรึงให้แข็งแรงห้ามใช้ท่อเป็นตัวรับน้ำหนัก

- 2.7.9 ก่อสร้างสาย สำหรับระบบไฟฟ้า และโทรศัพท์ ที่ติดตั้งบนพื้น ให้ใช้กล่องโลหะหล่อที่ผลิตขึ้น สำหรับงานทางไฟฟ้า ขนาดประมาณ 4X4X1 ½ นิ้ว โดยมี FLOOR PLATE ทำด้วยทองเหลือง หรือ อะลูมิเนียมแข็ง มีฝาругกลางแบบเกลียวขนาด ¾ นิ้ว สำหรับใส่ FLOOR FITTING ชนิดต่างๆ ได้
- 2.7.10 ก่อสร้างสาย สำหรับระบบไฟฟ้า และโทรศัพท์ ที่ติดตั้งบนพื้น ให้ใช้กล่องโลหะหล่อที่ผลิตขึ้น สำหรับงานทางไฟฟ้า ขนาดประมาณ 4X4X1 ½ นิ้ว โดยมี FLOOR PLATE ทำด้วยทองเหลือง หรือ อะลูมิเนียมแข็ง มีฝาругกลางแบบเกลียวขนาด ¾ นิ้ว สำหรับใส่ FLOOR FITTING ชนิดต่างๆ ได้
- 2.7.11 ก่อสร้างสายที่ติดตั้งนอกอาคาร ต้องใช้ชนิดทนสภาวะอากาศภายนอก ทำด้วยอะลูมิเนียม หรือ เหล็กหล่อผาครอบมียางอัดรอบ หรือทำให้กันน้ำและฝนเข้าได้
- 2.7.12 ก่อสร้างสาย และกล่องตั้งสายทุกกล่อง ต้องต่อลงดินตามมาตรฐานของ NEC
- 2.7.13 ก่อสร้างสาย และกล่องตั้งสายทั้งหมด ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ไม่มีสนิมเกิดขึ้น ตลอดช่วง ระยะเวลาก่อสร้างหากมีสนิมเกิดขึ้น ผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนใหม่ด้วยของที่มีสภาพและคุณภาพดี
- 2.7.14 การต่อท่อร้อยสายเข้ากับ ก่อสร้างสายและกล่องตั้งสาย ต้องประกอบด้วย LOCK NUT และ BUSHING รวมทั้งอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็น
- 2.7.15 การต่อท่อร้อยสายเข้ากับ ก่อสร้างสายและกล่องตั้งสาย ต้องประกอบด้วย LOCK NUT และ BUSHING รวมทั้งอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็น
- 2.7.16 ก่อสร้างสายของวงจรไฟฟ้าปกติ ต้องแยกต่างหากจาก ก่อสร้างสายของวงจรไฟฟ้าฉุกเฉินและ วงจรไฟฟ้าสำรอง
- 2.7.17 ก่อสร้างสาย และกล่องตั้งสายทุกกล่อง ต้องทาสีทั้งภายนอกและภายใน ด้วยรหัสสีที่กำหนด สำหรับอุปกรณ์การเดินสาย โดยกำหนดสีตาม วสท. หรือเบื้องต้น ดังนี้ คือ
- | | |
|-------------------------------|-----------|
| ระบบไฟฟ้าปกติ | สีส้ม |
| ระบบไฟฟ้าฉุกเฉินและไฟฟ้าสำรอง | สีเหลือง |
| ระบบโทรศัพท์ | สีเขียว |
| ระบบโทรศัพท์รวม | สีน้ำเงิน |
| ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ | สีแดง |
- หมายเหตุ: ให้ผู้รับจ้างนำเสนอผู้ควบคุมงานเลือกตามความเหมาะสม

2.8 ดวงโคมไฟฟ้า

ข้อกำหนดทางเทคนิค (TECHNICAL SPECIFICATION)

ดวงโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ ต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ ซึ่งผลิตขึ้น และทดสอบแล้วว่า ใช้งานได้ตามมาตรฐาน มอก. BS, VDE, NEMA, JIS และมาตรฐานที่ผู้ว่าจ้างยอมรับ

- 2.8.1 ตำแหน่งดวงโคมที่แสดงในแบบเป็นตำแหน่งโดยประมาณ ผู้รับจ้างจะต้องกำหนดตำแหน่งให้เหมาะสมกับฟ้าเพดานหรือปรึกษากับผู้ว่าจ้างก่อนทำการติดตั้งและผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งแก้ไขตำแหน่งจากแบบ หรือส่วนที่ดำเนินการติดตั้งไปแล้ว ได้ตามสมควร โดยไม่มีการเพิ่มค่าจ้างแต่ประการใด
- 2.8.2 ดวงโคมแต่ละดวงต้องมีกล่องต่อสายติดตั้งต่างหาก ห้ามใช้ดวงโคมเป็นทางเดินของสายวงจรย่อยไปจ่ายไปยังจุดอื่นๆ
- 2.8.3 กรณีที่ต้องการแขวนโคมให้ใช้ก้านแขวนโคมหรือสายห้อย ซึ่งมีสปริงหรือสกรูปรับระดับของดวงโคมได้สะดวก
- 2.8.4 ดวงโคมแบบติดตั้งในฝ้า ให้ใช้ท่อร้อยสายอ่อน (FLEXIBLE CONDUIT) ต่อจากกล่องต่อสายไปยังดวงโคมแต่ละดวง และห้ามวางน้ำหนักดวงโคม ลงบนโครงฝ้า หรือแผ่นฝ้าเพดานโดยตรง ต้องใช้ก้านเหล็กแบบปรับระดับได้เป็นตัวรับน้ำหนักของดวงโคม โดยยึดก้านเหล็กปรับระดับกับเพดานที่เป็นปูน
- 2.8.5 ดวงโคมที่ติดตั้งภายนอกอาคาร ต้องเป็นชนิดทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ (WEATHER PROOF) หรือ IP 55 และผลิตตามมาตรฐานของ BS, VDE หรือ NEMA อย่างใดอย่างหนึ่ง
- 2.8.6 ดวงโคมที่ติดตั้งในสถานที่อันตราย เช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองซึ่งมีการเก็บน้ำมัน จะต้องเป็นดวงโคมที่มีหลอดไฟฟ้าชนิดที่ไม่มีสตาร์ทเตอร์เท่านั้น โดยเป็นหลอดไฟฟ้าชนิด REPID START FLUORESCENT หรือหลอด PREHEAT FLUORESCENT ที่ใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์เท่านั้น
- 2.8.7 ดวงโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบที่นำมาติดตั้ง ต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน รวมทั้งอุปกรณ์ต่างๆ ต้องสามารถหาซื้อได้ง่าย เพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษา
- 2.8.8 การยึดดวงโคมกับผนังและเพดานที่เป็นปูน ต้องยึดให้มั่นคงแข็งแรง ด้วย LEAD ANCHOR และสกรู และในกรณีที่ดวงโคมมีน้ำหนักมาก ให้ยึดด้วย EXPANSION BOLT ที่เหมาะสม
- 2.8.9 ดวงโคมสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ต้องมีชนิดและขนาดตามที่กำหนดไว้ในแบบ ความหนาของเหล็กที่ใช้ทำโคมต้องไม่น้อยกว่า 0.8 มม. ตัวโคมต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม, ฟันสีกันสนิม โดยใช้แผ่นสะท้อนแสงชนิด ALUMINIUM ที่มีสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงรวมไม่ต่ำกว่า 95 % ทั้งหมด ยกเว้นกำหนดไว้เป็นอย่างหนึ่งในแบบพิมพ์

- 2.8.10 ดวงโคมสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ จะต้องมีส่วนหลอดชนิด HEAVY DUTY, SPRING LOADED หรือ ROTARY LOCKED ตาม มาตรฐานของ NEMA, VDE, JIS ตามแบบที่ผู้ว่าจ้างอนุมัติให้ใช้
- 2.8.11 บัลลาสต์ต้องติดตั้งให้เรียบร้อย โดยไม่สามารถมองเห็นบัลลาสต์จากด้านล่างของดวงโคมได้ และจะต้องสามารถถ่ายเทความร้อนออกจากตัวบัลลาสต์ได้ดี เพื่อไม่ให้อุณหภูมิของบัลลาสต์สูงเกินขีดจำกัดในขณะใช้งาน บัลลาสต์ที่ใช้จะต้องไม่มีเสียงรบกวนจากการสั่นของแกนเหล็กของบัลลาสต์ บัลลาสต์ต้องเป็นชนิดที่มีค่าความสูญเสียต่ำ (LOW LOSSES BALLAST) และเป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตที่ได้รับการรับรองจาก มอก. และเป็นผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ ซึ่งผลิตขึ้นและทดสอบแล้วว่า ใช้งานได้ตามมาตรฐานที่ผู้ว่าจ้างยอมรับ
- 2.8.12 หลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยทั่วไปกำหนดให้ใช้หลอดชนิด PREHEAT, DAY LIGHT ยกเว้นกำหนดเป็นอย่างอื่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ ต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตที่ได้รับการรับรองจาก มอก. และเป็นผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ ซึ่งผลิตขึ้นและทดสอบแล้วว่าใช้งานได้ตามมาตรฐานที่ผู้ว่าจ้างยอมรับ คาปาซิเตอร์ สำหรับการปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ ต้องเป็นชนิด DRY METALLIZED PLASTIC ตามมาตรฐาน VDE หรือ IEC และมีตัวต้านทานคร่อมสำหรับการปล่อยประจุ
- 2.8.13 หลอดไฟแอลอีดี (LED) ให้เป็นไปตาม มอก. 1955-2551 (เฉพาะผลิตภัณฑ์ LED) LM79, LM80
- 2.8.14 สายไฟฟ้าภายในดวงโคมแบบฟลูออเรสเซนต์ ให้ใช้สายหุ้มฉนวน ชนิดอุณหภูมิใช้งาน 70 องศาเซลเซียส หรือชนิด IEC 01 และมีขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่เล็กกว่า 1.0 ตร.มม.
- 2.8.15 ดวงโคมสำหรับหลอดอินแคนเดสเซนต์ ต้องมีฐานหลอดเป็นแบบชนิดเกลียว และหลอดอินแคนเดสเซนต์ ต้องเป็นชนิดที่ใช้กับแรงดัน 220 โวลต์ หลอดเป็นชนิดใส หรือฝ้า ตามแบบที่ผู้ว่าจ้างกำหนด
- 2.8.16 สายไฟฟ้าภายในดวงโคมแบบอินแคนเดสเซนต์ ให้ใช้สายหุ้มฉนวน ชนิดอุณหภูมิใช้งาน 105 องศาเซลเซียสและมีขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่เล็กกว่า 1.0 ตร.มม.
- 2.8.17 สำหรับดวงโคมฉุกเฉิน ประกอบด้วย ดวงโคม, แบตเตอรี่ พร้อมอุปกรณ์อัดไฟเข้าแบตเตอรี่ แบบอัตโนมัติและอุปกรณ์เปิดดวงโคมเมื่อไฟฟ้าดับ ดวงโคมต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 35 วัตต์หรือความสว่างตามมาตรฐาน จำนวน 2 หลอด แบตเตอรี่ใช้เป็นแบบ SEALED LEAD ACID ใช้งานได้ไม่ต่ำกว่า 2 ชม. รวมทั้งสามารถตรวจสอบ และซ่อมบำรุง หรือเปลี่ยนแบตเตอรี่ทางด้านหน้า โดยไม่ต้องรื้อถอนชุดดวงโคม หรืออุปกรณ์ที่ติดตั้งออกจากตำแหน่ง
- 2.8.18 ดวงโคมไฟป้ายทางออกฉุกเฉิน ประกอบด้วย ดวงโคม, แบตเตอรี่ พร้อมอุปกรณ์อัดไฟเข้าแบตเตอรี่ แบบอัตโนมัติ และอุปกรณ์เปิดดวงโคมเมื่อไฟฟ้าดับ แบตเตอรี่ ใช้เป็นแบบ SEAL LEAD ACID ใช้งานได้ไม่ต่ำกว่า 2 ชม.

2.9 สวิตช์และเต้ารับ (SWITCHES & RECEPTACLE)

- 2.9.1 เป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐาน (STANDARD PRODUCT) จากโรงงานที่ผลิตอุปกรณ์นี้เป็นประจำ และ
ออกแบบผ่านการทดสอบมาตรฐานของ UL, JIS หรือ VDE
- 2.9.2 สวิตช์และเต้ารับทุกตัวจะต้องติดตั้งอยู่ภายใน OUTLET BOX
- 2.9.3 แผงสวิตช์รวมที่ติดตั้ง อยู่ภายในบริเวณเดียวกันเกินกว่า 6 ตัว ผู้รับจ้างต้องเสนอแบบ SHOP
DRAWINGS ให้วิศวกรอนุมัติก่อนการดำเนินการติดตั้ง
- 2.9.4 รายละเอียดทางเทคนิค
 - 1) หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น สวิตช์ทุกตัวต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 15 AMPS. 250 VOLTS หรือ
มีขนาดไม่น้อยกว่า 125% ของ LOAD ที่ควบคุมโดยสวิตช์นั้น
 - 2) หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น เต้ารับทุกตัวต้องมีขนาด ไม่น้อยกว่า 16 AMPS. 250 VOLTS
เป็นแบบที่ใช้ขา เสียบกลม และแบน (UNIVERSAL TYPE) และมีรูกลมที่ 3 สำหรับสาย
GROUND โดยต่อสาย GROUND เข้ากับ CONDUIT BUSHING หรือ OUTLET BOX ในกรณีที่ไม่
มีสายดิน
- 2.9.5 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น เต้ารับหรือสวิตช์ที่กันน้ำ หรือติดตั้งอยู่กลางแจ้ง จะต้องมีฝากันน้ำ
- 2.9.6 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นเต้ารับพื้นต้องเป็นแบบ ปิด-เปิด ฝาเต้ารับด้วยการกดปุ่ม (POP -
UP)
- 2.9.7 หากมิได้กำหนดเป็นอย่างอื่น FLOOR JUNCTION BOX ให้เป็นชนิดฝาเกลียวทองเหลือง พร้อม
ปะเก็นยางกันน้ำ
- 2.9.8 ระดับความสูงในการติดตั้ง หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ติดตั้งที่ระดับความสูงจากพื้นถึง
กึ่งกลาง BOX ดังนี้
 - 1) 1.20 เมตร สำหรับสวิตช์
 - 2) 0.25 เมตร สำหรับเต้ารับติดผนังทั่วไป
 - 3) 0.90 เมตร สำหรับเต้ารับ COUNTER
 - 4) หรือกำหนดเป็นอย่างอื่นเช่น H100=1.00 เมตร
- 2.9.9 ผู้รับจ้างจะต้องสำรองเต้ารับและสวิตช์ ส่งมอบให้กับผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงานอย่างละ 20 ชุด
- 2.9.10 ผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่าง วัสดุ อุปกรณ์ทั้งหมด เพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง

2.10 ระบบสายดิน (GROUNDING SYSTEM)

ข้อกำหนดทางเทคนิค (TECHNICAL SPECIFICATION)

2.10.1 ระบบสายดินทั้งหมดประกอบด้วยระบบต่าง ๆ ดังนี้

- 1) SYSTEM GROUND
- 2) EQUIPMENT GROUND
- 3) LIGHTNING ARRESTER GROUND

2.10.2 ระบบสายดินทั้งหมดในข้อ 12.1 ให้เป็นไปตามมาตรฐาน วสท. ฉบับล่าสุด อุปกรณ์หลักประกอบด้วย

- 1) BARE COPPER WIRE ชนิด STRAND ขนาดของสายตาม NEC TABLE 250-95
- 2) GROUND ROD ชนิด COPPER CLAD STEEL ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5/8 นิ้ว ความยาวไม่น้อยกว่า 10 ฟุต ตอกลงต่ำกว่าระดับดิน ไม่น้อยกว่า 2 ฟุต

2.10.3 การต่อสายGROUNDในจุดที่อยู่ใต้ดินให้ต่อแบบTHERMAL WELDED(CAD WELD) ให้แน่นหนา คงทนถาวร

2.10.4 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้ง GROUNDING สำหรับอุปกรณ์หลักต่างๆ ทั้งหมด เช่น

- 1) HV. CUBICLES
- 2) TRANSFORMER
- 3) MAIN AND SUBDISTRIBUTION BOARD
- 4) PANEL BOARD
- 5) MOTOR
- 6) อุปกรณ์สื่อสาร (แยกต่างหากออกจากระบบไฟฟ้า)

2.10.5 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ขนาดของสาย BARE COPPER สำหรับ GROUNDING ทั้งหมด ต้องมีความบริสุทธิ์ของทองแดง ไม่น้อยกว่า 98%

2.10.6 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ SHOP DRAWINGS ของระบบ GROUNDING ทั้งหมดของโครงการ โดยระบุขนาดของสาย GROUND, GROUNDING LOOP, ตำแหน่ง GROUND ROD และ อุปกรณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องและตัวอย่างวัสดุ อุปกรณ์ส่งขออนุมัติก่อนการติดตั้ง

2.10.7 ค่าความต้านทานของระบบ GROUNDING ต้องไม่เกิน 5 OHM.

2.11 ระบบป้องกันฟ้าผ่า (LIGHTNING PROTECTION SYSTEM)

- 2.11.1 ระบบป้องกันฟ้าผ่า ของโครงการได้ออกแบบไว้ป้องกันอันตรายอันจะเกิดขึ้นแก่ทรัพย์สินหรือบุคคลอันอาจเกิดขึ้นจากฟ้าผ่า
- 2.11.2 เป็นระบบ CONVENTIONAL TYPE โดยมีรายละเอียด ตามแบบแปลน และข้อกำหนดนี้
- 2.11.3 อุปกรณ์หลักของระบบประกอบด้วย
- 1) หัวล่อฟ้า (AIR TERMINAL)
 - 2) BARE COPPER BAR หรือCOPPER WIRE หรือAluminum TAPE สำหรับสายนำลงดิน
 - 3) EARTHING
 - 4) CONNECTOR & SUPPORT
- 2.11.4 BARE COPPER WIRE ส่วนที่เดิน EXPOSE จะต้องเดินร้อยอยู่ในท่อ PVC
- 2.11.5 สายนำลงดินให้เดินโดยมีจุดหักโค้งน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้
- 2.11.6 EARTHING ต้องประกอบด้วยแท่ง GROUND RODหรือ COPPER PLATE ฝังอยู่ในดินลึกไม่น้อยกว่า 0.60 ม. และมีค่าความต้านทานไม่มากกว่า 10 OHMS.

2.12 เครื่องมือวัดและอุปกรณ์ประกอบ (INDICATING METER AND ACCESSORIES)

- ข้อกำหนดทางเทคนิค (TECHNICAL SPECIFICATION)
- 2.12.1 เป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐาน (STANDARD PRODUCT) จากโรงงานที่ผลิตอุปกรณ์นี้เป็นประจำ
- 2.12.2 เป็น METER แบบทรงกลมหรือสี่เหลี่ยมที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ไม่น้อยกว่า 100 มม.
- 2.12.3 เป็นชนิด LINEAR SCALES แบบฝั่งเรียบ
- 2.12.4 เหมาะสำหรับติดตั้งเข้ากับ PANEL BOARD หรือ SWITCH BOARD
- 2.12.5 AC. KILOWATT HOUR METER เป็นแบบ ROTATING FIELD COMPENSATION CLASS 2.0
- 2.12.6 CURRENT TRASFORMER RATIO x 5A.
- 2.12.7 POTENTIAL TRANSFORMER ตามความเหมาะสม
- 2.12.8 ผู้รับจ้างต้องส่งตัวอย่าง METER และอุปกรณ์ทั้งหมด รวมหมายถึง CT, PT SELECTOR SWITCH, PUSH BUTTON SWITCH, PILOTLAMP และอื่นๆ เพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง
- 2.12.9 มาตรวัดแบบดิจิตอล (DIGITAL METER)
- 1) ความต้องการทั่วไป เครื่องมือวัดต้องเป็นแบบดิจิตอลและสามารถทำงานได้เป็นอย่างดี ใช้สำหรับวัดค่าทางไฟฟ้า ภายใต้เงื่อนไข ดังต่อไปนี้:

- 2) มาตรฐาน เครื่องมือวัดดิจิทัลต้องผลิตและรับรองจากมาตรฐานสากลคุณภาพจากยุโรปหรืออเมริกาและตามมาตรฐานการทดสอบความแม่นยำ (ACCURACY) จาก UL OR IEC:
- ACTIVE ENERGY CLASS : IEC62053-22 CLASS 0.5S
- REACTIVE ENERGY CLASS : IEC62053-24 CLASS 2
- 3) มาตรฐาน ควบคุมการจ่ายไฟ (DISTRIBUTION BOARD) มาตรฐานควบคุมการจ่ายไฟที่ใช้สำหรับแผงสวิตช์จ่ายไฟควรมีลักษณะและคุณสมบัติ ดังต่อไปนี้:
- การแสดงผล (ไม่น้อยกว่า) 96 X 96 WITH BACKLIT LCD SCREEN. PERCENT
 - CURRENT BAR-GRAPH.
 - การรับกระแสจาก CT ปรับ SECONDARY CT ได้ทั้ง 1A และ 5A
 - การทนกระแสเกิน CONTINUOUS 20A, 10S/HR50A, 1S/HR 500A
 - การรับแรงดันจากแหล่งจ่าย แรงดัน L-L 50...650VAC, แรงดัน L-N 20...400VAC
 - ย่านความถี่ 45-65 HZ
 - POWER SUPPLY ที่ต้องการ ALTERNATING VOLTAGE 110 ... 400 VAC \pm 10 %
 - อุณหภูมิการใช้งาน 10... + 70 °C
 - ความชื้นสัมพัทธ์ 95%
 - การแสดงค่า HARMONIC INDIVIDUAL HARMONIC 3RD, 5TH, 7TH..UP TO 25ST
 - (UP TO 31ST VIA RS485) THD U, THD I
 - MEMORY 256 KB
 - ค่าความแม่นยำ (ACCURACY) CLASS 0.5S (ACCORDING TO IEC 62053-22)

2.13 CAPACITOR AND CONTROLLER

- 2.13.1 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐาน (STANDARD PRODUCT) จากโรงงานซึ่งผลิตอุปกรณ์นี้เป็นประจำและออกแบบผ่านการทดสอบตามมาตรฐานของ UL, IEC หรือ VDE
- 2.13.2 จุดประสงค์เพื่อแก้ POWER FACTOR
- 2.13.3 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นจะต้องเป็นแบบ CENTRALIZED AUTOMATIC POWER FACTOR CORRECTION
- 2.13.4 ส่วนประกอบของอุปกรณ์หลัก มีดังนี้
- 2.13.5 POWER FACTOR CONTROLLER

2.13.6 POWER CAPACITOR BANK

2.13.7 MAGNETIC CONTACTOR

2.13.8 HRC FUSE

2.13.9 รายละเอียดข้อกำหนดทางเทคนิค ของ CAPACITOR

- 1) POWER CAPACITOR ตามที่ระบุในแบบ KVAR
- 2) RATED VOLTAGE 3 Ø, 400 VOLTS
- 3) CONTROL VOLTAGE 230 VOLTS
- 4) NO. OF SWITCHING 6 STAGES
- 5) RATIO OF SWITCHING 1:1:1:1:1:1 STAGES
- 6) TEMPERATURE -10° TO +45° C

2.14 CONTACTOR & STARTER

2.14.1 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐาน (STANDARD PRODUCT) จากโรงงานซึ่งผลิตอุปกรณ์นี้เป็นประจำ และออกแบบผ่านการทดสอบตามมาตรฐานของ MENA, UL หรือ IEC

2.14.2 จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ล่าสุด โดยมีรายละเอียดข้อกำหนดทางเทคนิคดังนี้

2.14.3 STARTER เป็นแบบ MAGNETIC ACROSS THE LINE

2.14.4 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ENCLOSURE เป็นแบบ GENERAL PURPOSE

2.14.5 ตัว CONTACT เป็นแบบ DOUBLE BREAK SILVER ALLOY

2.14.6 รายละเอียดจำนวน POLE และขนาด AMPERE หรือ HORSEPOWER ให้ดูจากแบบ

2.14.7 PHASE VOTAGE: 230 VOLTS สำหรับ SINGLE PHASE และ 415 VOLTS สำหรับ THREE PHASE

2.14.8 FREQUENCY 50 HZ.

2.14.9 CONTROL VOLTAGE สำหรับ MAGNETIC COIL 230 VOLTS, 1 PHASE, 50 HZ.

2.15 ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Fire Alarm System)

ข้อกำหนดทางเทคนิค (TECHNICAL SPECIFICATION)

2.15.1 ความต้องการทั่วไป (General Requirement)

- 1) การติดตั้งระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ให้เป็นไปตามมาตรฐาน วสท. 2002/43, NEC Article 760, NFPA 72A และ NFPA 72E และคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์ในระบบ โดยให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากโรงงานเดียวกัน เป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อนและเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้ UL LISTED

- 2) ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ต้องเป็นระบบ MULTIPLEX SYSTEM หรือ ADDRESSABLE SYSTEM โดยใช้ INPUT/OUTPUT MODULE ในการแปลงสัญญาณเข้าสู่รูปแบบการ WIRING แบบ SUPERVISORY ZONES, CLASS B
- 3) ระบบสัญญาณของ INPUT MODULE (MONITOR MODULE) และ OUTPUT MODULE (CONTROL MODULE) จะต้องเป็นแบบ MULTIPLEX WIRING
- 4) การรับประกันสินค้า
 - รับประกันคุณภาพสินค้า 1 ปี
 - รับประกันการสำรองอะไหล่สำหรับซ่อมบำรุงรักษาระบบไม่น้อยกว่า 5 ปี โดยโรงงานผู้ผลิตออกเอกสารให้สำหรับโครงการที่ขออนุมัติใช้งาน

2.15.2 ขอบเขตของงาน (Scope of work)

- 1) ผู้รับจ้างต้องติดตั้งระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ และทดสอบระบบจนสามารถใช้งานได้ตามตำแหน่งและจำนวนที่ปรากฏในแบบ ซึ่งระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้จะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ดังต่อไปนี้
 - ตู้ควบคุม Fire Alarm Control Panel C/W Battery Backup and Charger
 - แผงแสดงผลเพลิงไหม้ Graphic Annunciator
 - อุปกรณ์แจ้งสัญญาณแบบระบุตำแหน่ง Intelligent Analog Devices
 - อุปกรณ์ตรวจจับควัน Smoke Detectors
 - อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน Heat Detectors
 - อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ Manual Pull Stations
 - อุปกรณ์แจ้งเหตุ Audible/Visible Notification Appliance (such as : Bells, Horns, Horns Strobes Light)
 - อุปกรณ์อื่นๆที่ระบุในแบบ
- 2) ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเดินสายร้อยท่อ (Conduit and Wiring System) รวมทั้งประสานงานและเดินสายสัญญาณเพื่อรับหรือส่งสัญญาณกับระบบอื่นที่เกี่ยวข้องให้ใช้งานได้อย่างสมบูรณ์

2.15.3 การทำงานของระบบ (System Operation)

- 1) การทำงานของระบบ Pre signal คือเมื่อวงจรเริ่มสัญญาณได้รับสัญญาณเพลิงไหม้จากอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณ หรือจาก Manual Station ระบบจะแสดงข้อความระบุตำแหน่งหรือโซนที่เกิดเหตุบนจอ LCD พร้อมแสดงสัญญาณ Alarm เป็นไฟสีแดงและมีเสียงเตือนที่ตู้ควบคุมดังและระบบจะส่งสัญญาณไปที่หลอดไฟของตู้แสดงผลเพลิงไหม้ (Graphic Annunciator) จนกว่าจะมีเจ้าหน้าที่กดปุ่มหยุดเสียง Alarm Silence ไฟสัญญาณ Alarm สีแดงจะอยู่แต่เสียงสัญญาณที่ตู้

Control จะเจ็บบลง และหลอดไฟแสดงโซนที่เกิดเหตุที่ตู้ควบคุมจะยังคงติดค้างอยู่ หากเกิดเหตุเพลิงไหม้ขึ้นในโซนใหม่สัญญาณเสียงจะกลับมาเตือนซ้ำอีกครั้ง

- 2) ถ้าไม่มีการกดปุ่ม Alarm Silence ภายในเวลา 0-3 นาทีซึ่งสามารถตั้งได้ ระบบจะส่งแจ้งสัญญาณเตือนไปยังโซนหรือชั้นที่เกิดเหตุ อาจรวมทั้งโซนที่ใกล้เคียงนั้นสามารถโปรแกรมได้รวมทั้งสามารถตั้งเวลาในแต่ละช่วงได้(Sequence) หลังจากนั้นอีก0-3 นาทีซึ่งสามารถตั้งได้ถ้ายังไม่มีการกดปุ่ม Alarm Silence ระบบจะส่งสัญญาณเตือนไปทั่วทั้งอาคาร (General Alarm) รวมทั้งส่งสัญญาณไปที่ระบบพัดลมอัดอากาศและระบบลิฟต์
- 3) สัญญาณเตือนจะประกอบด้วยสัญญาณเสียง(Audible signal)และสัญญาณแสง(Visible signal) (ถ้าหากมีระบุในแบบ) การหยุดเสียงสัญญาณเตือนทำได้โดยการกดปุ่ม Alarm Silence เสียงสัญญาณจะเจ็บบลง
- 4) เมื่อเกิดปัญหาในเรื่องของสายสัญญาณ คือสายขาด, สายวงจรรั่วลงดิน, ไฟเมนดับ, ไฟแบตเตอรี่ต่ำรวมทั้งแผงวงจรควบคุมชำรุด ให้แสดงสัญญาณ Trouble เป็นไฟสีเหลืองพร้อมทั้งมีเสียงเตือนที่ตู้ควบคุมดัง จนกว่าจะมีเจ้าหน้าที่กดปุ่มหยุดเสียง Panel Silence ไฟสัญญาณ Trouble สีเหลืองจะติดอยู่แต่เสียงสัญญาณจะเจ็บบลง โดยเจ้าหน้าที่สามารถทราบสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นได้จากข้อความระบุตำแหน่งหรือโซนที่เกิดเหตุบนจอ LCD ในกรณีที่ระบบได้รับการแก้ไขปัญหาเรียบร้อยแล้ว ตู้ควบคุมจะ Reset ระบบให้กลับสู่สภาวะปกติอัตโนมัติ โดยไม่จำเป็นต้องกดปุ่มReset ที่ตู้ควบคุมอีกครั้ง
- 5) ในกรณีที่มี Computer Display เมื่อเกิดการตรวจจับเหตุเพลิงไหม้ได้ จอ Monitor จะแสดงแผนผังของอาคารเฉพาะจุดที่เกิดเหตุโดยอัตโนมัติ

2.16 วัสดุ (Material)

2.16.1 ตู้ควบคุม Fire Alarm Control Panel

ประกอบด้วยแผงควบคุม เป็นระบบ Addressable Analog System รองรับอุปกรณ์ได้จำนวนไม่น้อยกว่า 96 Address Detectors และ Address Modules ต่อ Loop และสามารถขยายได้ไม่น้อยกว่า 2 Loops การทำงานควบคุมด้วย CPU, Power Supply 24Vdc, Battery Charger /Battery Back up ชนิด Seal Lead – Acid สามารถจ่ายไฟได้ในสภาวะปรกติไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นแล้วในสภาวะแจ้งเหตุเพลิงไหม้ไม่น้อยกว่า 15 นาที โปรแกรมเก็บไว้ใน Memory EPROM ข้อมูลไม่หายในกรณีที่ไฟดับ แผงควบคุมทั้งหมดบรรจุในกล่องเหล็กประกอบสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิตซึ่งผ่านการป้องกันสนิมและสีเคลือบอย่างดี มีกุญแจล็อกค้ำหน้า ป้องกันผู้ไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้อง ระบบต้องมีความสามารถอย่างน้อย ดังนี้

- 1) ตรวจสอบสายวงจรโซนได้ตลอดเวลา (Supervised Circuit)
 - 2) รองรับการเดินสายสัญญาณได้ทั้งแบบ Class A หรือ Class B ตามที่กำหนดในโปรแกรม
 - 3) มีสัญญาณแจ้ง Alarm, Trouble, Alarm Silence, Trouble Silence, AC Power
 - 4) Fail, Battery Trouble และ Ground Fault แสดงเป็นแสงและเสียงเตือนที่ตู้ควบคุม
 - 5) มีปุ่มกด Reset, Panel Silence, Alarm Silence, Drill
 - 6) มี Common Alarm Relay และ Common Trouble Relay
- 2.16.2 อุปกรณ์ต่อเชื่อมสัญญาณ (Initiating Devices และ Indicating Devices)
- 1) Monitor Module เป็นแบบ Addressable สามารถตั้ง Address ได้พร้อมทั้งมี LED เพื่อ แจ้งสถานะ Alarm หรือ Trouble
 - 2) Control Module เป็นแบบ Addressable สามารถตั้ง Address ได้พร้อมทั้งมี LED เพื่อแจ้งสถานะ
- 2.16.3 แผงแสดงผลเพลิงไหม้ (Graphic Annunciator)
- 1) Computer Display เป็นแบบแสดงผลผ่านระบบ Computer สามารถแสดงตำแหน่งเกิดเหตุผ่านทางจอ Monitor และสามารถควบคุมระบบผ่านทาง Computer ได้ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้เป็นแบบ Personal Computer CPU รุ่นใหม่ล่าสุดในขณะนั้น จอ Monitor ขนาดไม่น้อยกว่า 17 นิ้ว
 - 2) Mimic Annunciator เป็นแผนภาพแสดงโซนที่เกิดเหตุทำจากแผ่นอลูมิเนียมมอดโนโตซ์เป็นรูปแบบอาคารและประกอบด้วย
 - หลอดไฟสีเขียวแสดง Power On
 - หลอดไฟสีแดงแสดงโซนที่เกิดเหตุเพลิงไหม้
 - Test Lamp Switch เพื่อทำการทดสอบการทำงานของหลอดไฟทุกดวง
- 2.16.4 อุปกรณ์ตรวจจับ (Automatic Sensor)
- 1) Smoke Detector Addressable (ตามระบุในแบบ)เป็นอุปกรณ์ตรวจจับควันแบบ Intelligent Photoelectric Smoke Detector ตรวจจับควันด้วยลำแสงที่อยู่ภายในอุปกรณ์ เป็นแบบ Addressable สามารถตั้ง Address ได้ พร้อมทั้งมี LED 2 ดวง เพื่อแจ้งสถานะ
 - 2) Heat Detector Addressable (ตามระบุในแบบ) เป็นแบบ Intelligent Heat Detector เป็นอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนแบบ Fixed Temp หรือ Fixed Temp with Rate of Rise (ตามกำหนดในแบบ) เป็นแบบ Addressable สามารถตั้ง Address ได้พร้อมทั้งมี LED 2 ดวง เพื่อแจ้งสถานะ

- 3) Optical Smoke Detectors เป็นอุปกรณ์ตรวจจับควันที่ใช้ลำแสงที่อยู่ภายในอุปกรณ์เป็นตัวตรวจจับ อุปกรณ์สามารถทำงานได้ในสภาพอุณหภูมิ -10 องศาเซลเซียสถึง +50 องศาเซลเซียส ความชื้น 20%-95% RH อุปกรณ์ตรวจจับควันเป็นแบบ Simple twist and lock กับฐานซึ่งมี Terminal แบบสกรูสำหรับเข้าสายสัญญาณและสามารถต่อพ่วง Remote LED ได้ที่ฐาน มีหลอดไฟ LED แสดงการทำงานขณะเกิด Alarm
 - 4) Smoke Beam Detector เป็นอุปกรณ์ ตรวจจับควัน แบบแสงติดตั้งในโครงหลังคา อุปกรณ์ประกอบด้วย อุปกรณ์ส่งแสงและรับแสง หลักการทำงานคือเมื่อมีควันไฟเคลื่อนผ่านลำแสง Beam ระหว่างตัวรับและตัวส่ง จะทำให้อุปกรณ์ตรวจจับควันไฟทำงาน ระยะห่างในการตรวจจับ ระหว่างตัวรับและตัวส่งสามารถติดตั้งห่างกันได้ไม่น้อยกว่า 100 เมตร
 - 5) Combination Type Heat Detectors เป็นชนิดที่มีการทำงาน 2 ลักษณะคือ ทำงานเมื่ออัตราการเพิ่มของอุณหภูมิเกิน 15 F(9C) ต่อนาที (Rate of Rise Temperature) เป็นแบบ self-restoring และเมื่ออุณหภูมิสูงเกิน 135 F (57 C) (Fixed Temperature) การติดตั้งใช้หมุนล็อกบนฐานพลาสติก
 - 6) Fixed Temperature Heat Detector เป็นชนิดที่ทำงานตามอุณหภูมิที่กำหนด โดยเมื่อตรวจจับความร้อนแล้ว อุณหภูมิถึงจุดที่กำหนดแล้ว อุปกรณ์จะทำงานทันที (อุณหภูมิที่กำหนดตามแบบ)
- 2.16.5 อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ Manual Pull Stations
- 1) Manual Station Addressable เป็นแบบ Intelligent Devices แบบ Single Action ทำด้วยพลาสติกหรือ โลหะอลูมิเนียมพร้อม Switch และมีแท่งแก้วหรือพลาสติกด้านหน้าป้องกันการดึงหรือกดได้ง่ายในสภาวะปกติ และเป็นแบบ Addressable สามารถตั้ง Address ได้
 - 2) Manual Pull Station เป็นแบบ Single Action ทำด้วยพลาสติกหรือโลหะอลูมิเนียมพร้อม Switch อยู่ภายในเป็นตัวส่งสัญญาณแจ้งเหตุ ตัวกล่องเป็นสีแดง มีแท่งแก้วหรือพลาสติกด้านหน้าป้องกันการดึงหรือกดได้ง่ายในสภาวะปกติ
 - 3) Manual Break Glass Station เป็นแบบ Single Action ตัวกล่องสีแดงมีแผ่นกระจกด้านหน้า จะทำงานเมื่อมีบุคคลทุบกระจกให้แตก
- 2.16.6 อุปกรณ์ส่งสัญญาณแจ้งเหตุ
- 1) Horns and Strobes ใช้ไฟ 24 Vdc ความดังของ Horn ไม่น้อยกว่า 85 dB(peak) ที่ 24 Vdc และ ในส่วนของ Strobe เป็นชนิด 24Vdc
 - 2) Alarm Bell เป็นแบบระฆัง (Bell) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 6 นิ้ว ทำงานด้วยไฟ DC 24 Volt

2.17 การติดตั้ง (Installation)

- 2.17.1 ให้ติดตั้งแผงควบคุมรวมของระบบสัญญาณแจ้งเตือนเพลิงไหม้ พร้อมทั้งแบตเตอรี่และเครื่องอัดในแผงควบคุมรวมของอาคาร ตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบ
- 2.17.2 สายไฟฟ้าให้ใช้สาย มอก.11 ชนิด 75 องศาเซลเซียส 250 โวลท์ ขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 ตารางมิลลิเมตร สำหรับวงจรสัญญาณแจ้งเตือนเพลิงไหม้ และขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตร สำหรับวงจรแจ้งเหตุ สายให้ใช้สายสีตามระบบสีที่เหมาะสม และต้องมีป้ายรหัสติดทุกจุดที่มีการต่อสายเข้าแผงหรือต่อสายระหว่างทาง สายให้ร้อยในท่อร้อยสายตามที่กำหนดตลอด เมื่อติดตั้งแล้วต้องมีการทดสอบสายขาด และสายลัดวงจร เพื่อแก้ไขให้ดีขึ้นก่อนจะเข้าสายที่ตู้ควบคุมรวม
- 2.17.3 ให้ผู้รับจ้างกำหนดขนาดและจำนวนสายต่างๆตามคำแนะนำของผู้ผลิต สายให้ร้อยในท่อ EMT หรือ IMC ตลอด นอกจากกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ขนาดท่อให้กำหนดตามประกาศกระทรวงมหาดไทย ว่าด้วยความปลอดภัยทางด้านไฟฟ้า
- 2.17.4 ตำแหน่งที่แน่นอนของ Detectors, Manual Stations, Horns with Strobe และอุปกรณ์อื่นๆที่เกี่ยวข้อง อาจมีการเปลี่ยนแปลงระหว่างก่อสร้าง

2.18 การทดสอบระบบ (Commissioning)

การทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐาน UL หรือ วสท. และตามที่คุณควบคุมงานเห็นสมควร ผู้รับจ้างต้องทำการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้าง ให้รู้ถึงวิธีการใช้งานระบบและวิธีบำรุงรักษา รวมทั้งจัดทำคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาให้ด้วย

2.19 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง

ข้อกำหนดทางเทคนิค (TECHNICAL SPECIFICATION)

2.19.1 ความต้องการทั่วไป

- 1) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นแบบที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลเป็นต้นกำลัง ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องเป็นรุ่นล่าสุดที่ผู้ผลิตทำขึ้น จำหน่าย ประกอบโดยโรงงาน ที่ได้รับการแต่งตั้งจากผู้ผลิตเครื่องยนต์ และเป็นผลิตภัณฑ์ของประเทศสหรัฐอเมริกา หรือยุโรป หรือญี่ปุ่น ผลิตภัณฑ์มาตรฐาน Cummins Power Generation, Mitsubishi หรือเทียบเท่า
- 2) พิกัดกำลังที่ระบุ หมายถึง กำลังที่ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามารถจ่ายได้เป็นอย่างต่ำ โดยที่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ประกอบต่างๆ เข้ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแล้ว และโดยที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ติดตั้งอยู่ที่สถานที่ติดตั้งตามแบบ โดยอ้างอิงที่อุณหภูมิโดยรอบ 40 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50 เปอร์เซ็นต์ มี Power factor 0.8 Lagging

- 3) ผู้เสนอชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องให้ข้อมูลสำหรับการพิจารณาอย่างน้อยดังนี้
- แบบของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า พร้อมด้วยความต้องการต่างๆ ในการสร้างฐานเครื่อง
 - คำบรรยายรายละเอียดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ให้ระบุพิกัดกำลังของเครื่องชุดที่เสนอด้วย ถ้าคำบรรยายรวมถึงเครื่องหลายแบบรวมกัน ให้ชี้เฉพาะถึงเครื่องแบบที่เสนอให้ชัดเจน
 - แบบและคำบรรยายของอุปกรณ์ประกอบที่เสนอมา พร้อมกับชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
 - ตารางแสดงข้อมูลของเครื่องยนต์ ประกอบด้วยข้อมูลอย่างน้อยดังนี้
 - (1) ชื่อเครื่องยนต์ และประเทศผู้ผลิต
 - (2) จำนวนกระบอกสูบ
 - (3) ขนาดของกระบอกสูบ (มม)
 - (4) ช่วงชัก (มม)
 - (5) ปริมาตรของเครื่องยนต์ (ลบ.ซม)
 - (6) BMEP at Rated kw Output
 - (7) ชื่อผู้ผลิตชนิดของ Generator และประเทศผู้ผลิต
 - (8) พิกัดกำลัง (kVA) ของ Generator
 - (9) ชนิดของ Exciter

2.19.2 ข้อกำหนดสำหรับเครื่องยนต์ดีเซล

- 1) ต้องเป็นเครื่องยนต์แบบ 2 หรือ 4 จังหวะ จุดระเบิดด้วยความร้อนจากแรงอัด ใช้น้ำมันดีเซลแบบที่มีจำหน่ายทั่วไปในประเทศไทยเป็นเชื้อเพลิง มีมลภาวะต่ำ (low emissions) สามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของโหลดได้รวดเร็ว (fast response to load change)
- 2) แรงม้าของเครื่องยนต์ต้องไม่ต่ำกว่า 1.5 แรงม้าต่อกิโลวัตต์ ที่สถานที่ติดตั้งและอุณหภูมิโดยรอบตามที่กำหนดโดยต้องส่ง Curve หรือ Parameter แสดงลักษณะการทำงานที่ผู้ผลิตเครื่องยนต์รับรองแล้วว่า ใช้สำหรับการใช้ผลงานสำรองของเครื่องยนต์นั้นๆ มาด้วย
- 3) ความเร็วของเครื่องยนต์ขณะจ่าย Load เต็มพิกัด ต้องอยู่ระหว่าง 1000-1500 RPM
- 4) ระบบควบคุมความเร็วของเครื่องยนต์ (Governor) ต้องเป็นแบบ Electrical Load Sensing (Microprocessor control with electrical actuator) ติดตั้งสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิตหรือเป็นชุดเดียวกับเครื่องยนต์ ทั้งนี้ต้องควบคุมรอบของเครื่องยนต์เพื่อให้ความถี่ของกระแสไฟฟ้าที่จ่ายออกอยู่ระหว่าง 50 เฮิร์ตซ์ + - 0.25% ในกรณีที่ใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองมากกว่า 1 เครื่อง และระบุว่าจะมีการต่อขนานเข้าด้วยกันจะต้องมีชุด Synchronizer ใช้เพื่อการต่อขนานด้วย

- 5) ระบบเชื้อเพลิง ในระบบต้องมีเครื่องกรองน้ำมันแบบเปลี่ยนไส้ได้ ติดตั้งตามตำแหน่งที่เข้าบำรุงรักษาได้ สะดวก ระบบเชื้อเพลิงต้องมีอุปกรณ์สำหรับกักน้ำที่อาจจะปนอยู่ในน้ำมันเชื้อเพลิง อุปกรณ์นี้ต้องถ่ายน้ำที่กักไว้ทิ้งได้ โดยอัตโนมัติ
- 6) ในระบบหล่อลื่นต้องมีเครื่องกรองน้ำมันหล่อลื่นติดตั้งไว้ในที่ๆ บำรุงรักษาได้สะดวก เครื่องกรองต้องมี Bypassทำงานด้วยสปริงเพื่อให้ น้ำมันหล่อลื่นไหลผ่านได้ ถ้าไส้กรองตัน
- 7) การกรองอากาศต้องมีเครื่องกรองอากาศ ที่จะใช้กับเครื่องยนต์อย่างน้อย 1 ชุด เครื่องกรองอากาศอาจจะ เป็นแบบแห้งหรือแบบมีน้ำมัน (Oil Bath) ก็ได้
- 8) ระบบสำหรับติดเครื่องยนต์ต้องเป็นแบบทำงานได้ทั้งโดยอัตโนมัติและ Manual โดยใช้แบตเตอรี่ขนาด 24 โวลต์
- 9) แบตเตอรี่และระบบประจุไฟให้แบตเตอรี่
 - แบตเตอรี่ให้ใช้แบบ Lead-Acid ขนาด 24 โวลต์ เป็นแบบที่จัดหาในประเทศไทยได้ แบตเตอรี่ต้องมีความจุพอที่จะใช้ติดเครื่องยนต์ได้อย่างน้อย 4 ครั้ง โดยสามารถสตาร์ทแต่ละครั้งใช้เวลาไม่น้อยกว่า 10 วินาที และหยุดพัก 7 วินาที โดยไม่ต้องประจุไฟใหม่ และพร้อมกันนั้นยังสามารถใช้งานได้กับระบบอัตโนมัติ ระบบควบคุม ระบบเตือน และ/หรือระบบอื่นๆ
 - ระบบประจุไฟให้แบตเตอรี่ ต้องเป็นระบบอัตโนมัติ ใช้วงจร Solid State ประจุไฟด้วยแรงดันคงที่สามารถประจุไฟให้แบตเตอรี่ได้เต็มโดยเร็วตามสมควรแต่ไม่เกิน 12 ชั่วโมง ระบบประจุไฟให้แบตเตอรี่ต้องเป็นแบบใช้ไฟ 220 โวลต์ 1 เฟส 50 เฮิร์ตซ์ และต้องมีโวลต์ มิเตอร์ แอมมิเตอร์ สวิตช์ และฟิวส์ติดตั้งมาด้วย
- 10) เครื่องวัดประจำเครื่องยนต์ ที่แผนควบคุมของเครื่องยนต์ต้องมีเครื่องวัดอย่างน้อย ดังนี้
 - เครื่องวัดอุณหภูมิ น้ำ
 - เครื่องวัดอุณหภูมิ และเครื่องวัดแรงดันของน้ำมันหล่อลื่น
 - เครื่องวัดรอบของเครื่องยนต์
 - นาฬิกาจับเวลาแสดงเวลารวม ที่เครื่องยนต์ทำงาน
- 11) ระบบระบายความร้อน จะต้องมียระบบระบายความร้อนจัดมาพร้อมเสร็จกับเครื่องยนต์ โดยมีขนาดพอที่จะไม่ทำให้เครื่องยนต์ร้อนเกินกำหนดในขณะที่ทำงาน และจ่ายไฟเต็มตามที่ตามปกติในสถานที่ตั้งและอุณหภูมิโดยรอบตามที่ระบุสำหรับเครื่องยนต์นั้นๆ ในกรณีที่ใช้ระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ หม้อน้ำ และพัดลมอาจจะ เป็นแบบที่ติดอยู่กับเครื่องหรือเป็นแบบติดตั้งแยกกันตามที่กำหนดในแบบ ในกรณีหม้อน้ำและพัดลมที่ติดตั้งแยกจากเครื่องยนต์ถ้าหากเครื่องสูบน้ำในเครื่องมีขนาดไม่เพียงพอ จะต้องจัดหาเครื่องสูบน้ำที่ขับด้วยเครื่องยนต์ ซึ่งมีขนาดเพียงพอมาด้วย และพัดลมต้องขับด้วยมอเตอร์แบบ Totally

Enclosed ใช้ไฟ 380 โวลต์ 3 เฟส ให้ผู้เสนอเครื่องยนต์กำหนดหรือแนะนำน้ำยาที่ใช้เติมในน้ำระบายความร้อน เพื่อกันการผุกร่อนมาด้วย

- 12) ระบบไอเสีย จะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ระงับเสียงหรือหม้อเก็บเสียง เพื่อลดเสียงลงจนถึงระดับที่ใช้ได้กับบริเวณที่อยู่อาศัยคือระดับเสียงไม่เกิน 85 dBA หรือตามที่กำหนด ระบบไอเสียต้องออกแบบให้แรงดันสะท้อนกลับไปสู่เครื่องยนต์ไม่เกินกว่าที่ผู้ผลิตเครื่องยนต์แนะนำ หรือกำหนดไว้ การออกแบบและเลือกใช้วัสดุในส่วนที่มีการสั่นสะเทือนและ/หรือมีการยึดตัวเนื่องจากความร้อน ต้องใช้วัสดุที่ป้องกันหรือลดการสั่นสะเทือนและต้องมีวิธีการป้องกันการเสียหายของระบบไอเสียเนื่องจาก การยึดตัวจากความร้อนที่อุณหภูมิสูงจนถึง 600 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ต้องมีจุดระบายน้ำที่กั้นตัวออกจากระบบไอเสียด้วย
- 13) แผงควบคุมเครื่องยนต์จะต้องมีระบบอัตโนมัติเพื่อควบคุม และเพื่อทำให้เกิดเสียงและ/หรือไฟเตือนที่แผงควบคุมเครื่องหรือที่แผงอื่นตามที่กำหนดในกรณีต่างๆ ดังนี้
 - เครื่องควบคุมดับเครื่องยนต์ในกรณีแรงดันน้ำมันเครื่องต่ำ
 - เครื่องควบคุมดับเครื่องยนต์ในกรณีอุณหภูมิของน้ำระบาย ความร้อนสูงเกิน (ถ้าเป็นเครื่องยนต์ระบายความร้อนด้วยน้ำ) หรือปริมาณน้ำสำหรับระบายความร้อนน้อยกว่าปกติ หรือสายพานขาด
 - เครื่องควบคุมดับเครื่องยนต์ในกรณีอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นของเครื่องยนต์สูงกว่าปกติ
 - เครื่องควบคุมดับเครื่องยนต์ในกรณีความเร็วของเครื่องยนต์สูงเกิน
 - เครื่องควบคุมส่งสัญญาณเตือนในกรณีระดับน้ำมันเชื้อเพลิงต่ำกว่าที่กำหนดและ/หรือหมดถัง
 - เครื่องควบคุมดับเครื่องยนต์ในกรณีระบบ over crank
- 14) ฐานเครื่องและส่วนที่ยึดติดกับอาคารของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองต้องมีฐานเป็นโครงเหล็กเหมาะที่จะติดตั้งบนฐานคอนกรีต และต้องมีที่รองป้องกันการสั่นสะเทือนแบบสปริง จัดมาพร้อมเพื่อติดตั้งระหว่างฐานโครงเหล็กและพื้นคอนกรีตส่วนใดๆ ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองหรืออุปกรณ์ประกอบที่มีการสั่นสะเทือนที่ต้องยึดติดกับตัวอาคาร จะต้องใช้วัสดุหรือวิธีการเพื่อลดการสั่นสะเทือนจนได้ระดับที่วิศวกรยอมรับ

2.19.3 ข้อกำหนดสำหรับ Generator

- 1) Generator ต้องมีพิกัดกำลังตามที่ระบุเป็นเครื่องจ่ายไฟระบบ 380/220 โวลต์ (หรือ 400/230 โวลต์) 3 เฟส 4 สายตามที่กำหนด
- 2) ลักษณะการสร้าง Generator จะต้องได้รับการออกแบบให้เป็นแบบที่ทนทานต่อสภาวะอากาศของประเทศไทยกันน้ำที่หยดหรือกระเซ็นได้และเป็นแบบใช้สนามแม่เหล็กเคลื่อนที่เพลาของ Generator จะต้องทำให้มีสมดุลงได้จนถึงความเร็ว 125% ของพิกัดความเร็วของเครื่อง

Generator ต้องมีลักษณะกะทัดรัด และเหมาะสำหรับการใช้งานหนักจนวนที่ใช้ใน Stator และ Rotor ให้ใช้ Class B และ Class F ตามลำดับหรือดีกว่าลักษณะของขดลวดสนามแม่เหล็กต้องประกอบด้วยขดลวด Amortisseur เพื่อประโยชน์เมื่อต้องใช้ Generator ทำงานแบบต่อขนาน ระบบ Excitation ของ Generator อาจจะใช้แบบที่ติดตั้งรวมอยู่บนเพลลาของ Rotor และใช้ Diode ประกอบหรือจะใช้แบบวงจร Solid State จ่ายไฟผ่าน Slip Rings ก็ได้ อุปกรณ์ควบคุมแรงดันไฟฟ้าให้ติดตั้งไว้ที่ข้างๆ Generator โดยมีที่ครอบแบบกันน้ำหยดหรือกระเซ็นได้ Generator ต้องมี Restate สำหรับปรับแรงดันไฟฟ้าได้สูงต่ำกว่าพิกัดแรงดันไฟฟ้าอย่างน้อย 10 % โดยติดตั้งมาพร้อมเสร็จกับเครื่อง

- 3) Generator จะต้องมียุทธวิธีปรับแรงดันไฟฟ้าอัตโนมัติ ระหว่างที่เดินตัวเปล่ากับเมื่อมี Load ตามพิกัด เพื่อให้อยู่ระหว่าง + - 2% ของพิกัดแรงดันไฟฟ้า ในภาวะที่ Generator ทำงานในสภาพปกติ (Steady State) แรงดันไฟฟ้าจะเปลี่ยนแปลงได้ไม่เกิน 1 Cycle ต่อวินาทีเมื่อมี Load เพิ่มขึ้นทันทีภายใน 90% ของ Rated load แรงดันของ Generator จะตกได้ไม่เกิน 20% ของพิกัดแรงดันไฟฟ้า ถ้ากล่าวไว้ในที่อื่นว่าใช้สำหรับระบบคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ หรือ อุปกรณ์อื่นที่มีลักษณะการใช้ไฟคล้ายกันแรงดันจะต้องตกได้ไม่เกิน 10 % ของพิกัดแรงดันไฟฟ้า และแรงดันที่ตกนี้ต้องเพิ่มขึ้นสู่ระดับเดิมภายใน 1.5 วินาที ความสม่ำเสมอคงที่ทางด้านความถี่ ระหว่างที่เดินตัวเปล่ากับเมื่อจ่าย Rated Load จะต้องเป็นไปตามความสามารถในการทำงานของเครื่องควบคุมความเร็วของเครื่องยนต์เมื่อ Load ของ Generator เพิ่มขึ้นทันทีภายใน 90% ของ Load ตามพิกัดความถี่ของ Generator จะต้องกลับคืนสู่ค่าปกติภายใน 5 วินาที

2.19.4 อุปกรณ์ควบคุมและอุปกรณ์ประกอบ

- 1) แผงควบคุมของ Generator/Alternator เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องเป็นแบบติดตั้งหรือติดตั้งกับพื้นหรือติดตั้งกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แผงควบคุมต้องประกอบด้วย อุปกรณ์และเครื่องวัด ตามที่ระบุไว้ เช่น เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้า เครื่องวัดกระแสไฟฟ้า เครื่องวัดความถี่ Selector Switch และสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ เป็นต้น ในแผงควบคุมนี้ให้รวมชุดของวงจรที่ใช้ในการติดเครื่องเข้าไว้ด้วย
- 2) ระบบอัตโนมัติสำหรับติด/ดับเครื่องยนต์อุปกรณ์และวงจรนี้ใช้สำหรับติดเครื่องต้องทำไว้ให้หมุนเครื่องยนต์ และพักสลับกันโดยหมุนได้ 4 ครั้งและพัก 3 ครั้ง หรือตามที่ผู้ว่าจ้างยินยอม ระบบติดเครื่องยนต์อัตโนมัติในส่วนที่อยู่ในแผงควบคุม ต้องมีตำแหน่งให้เลือกใช้งาน 3 ตำแหน่ง คือ Automatic, Off และ Manual ในระบบที่กล่าวนี้ ต้องมีไฟเตือน (ทำงานด้วยไฟตรง 24 โวลต์) ซึ่งจะติดเมื่อได้หมุนเครื่องยนต์ 4 ครั้งแล้วและเครื่องไม่ติด นอกจากนี้จะต้องมีระบบเสียงเตือน ซึ่งจะทำงานเมื่อเครื่องยนต์ดับเพราะการทำงานของระบบป้องกันเครื่องยนต์

- 3) อุปกรณ์เตือนเมื่อเกิด Alternator Fault จะต้องมียุอุปกรณ์เพื่อตรวจ Ground Fault ตั้งแต่ภายใน Generator จนถึงสวิตช์ตัดตอนอันแรกภายนอกเครื่อง เมื่ออุปกรณ์ดังกล่าวตรวจพบว่ามี Ground Fault จะทำให้เกิดสัญญาณเตือนโดยแสงหรือเสียง หรือทั้งสองอย่างตามที่กำหนด แหล่งที่แจ้งสัญญาณแสง/เสียงให้ติดตั้งไว้ที่แผงควบคุม Alternator นอกจากนี้จะกำหนดเป็นอย่างอื่น สัญญาณเตือนเมื่อเกิด Ground Fault นี้ปิดได้โดยวิธี Manual
- 4) อุปกรณ์สำหรับใช้งานเมื่อไฟปกติดับชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองต้องมีอุปกรณ์ที่ใช้ทำงานร่วมกับชุด Automatic Transfer Switch ซึ่งมีรายละเอียดตามที่กล่าวในข้อกำหนดนี้ โดยที่เมื่อใช้งานร่วมกันแล้วสามารถต่อไฟจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองเข้าใช้แทนไฟปกติได้ตามเวลาอย่างช้าตามที่กำหนด แต่ไม่เกิน 10 วินาที พร้อมกับทำหน้าที่อื่นๆ ตามที่กำหนดได้ทุกประการ ผู้เสนอชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองต้องนำข้อกำหนดของชุด Automatic Transfer Switch มาพิจารณาเพื่อจัดอุปกรณ์ในข้อนี้ให้ครบ
- 5) การป้องกันวงจรควบคุม วงจรเตือน และเครื่องวัดวงจรควบคุม วงจรเตือน และเครื่องวัด ต้องมีการป้องกัน เช่น ใช้ฟิวส์ที่เพียงพอ
- 6) มีระบบควบคุมและป้องกัน ตรวจจับการเกิดการผิดปกติภายใน Alternator เช่น การเกิดกระแสเกินภายในตัวเองของ Alternator ระบบควบคุมและป้องกันนี้จะตัดการผลิตกระแสก่อนถึงจุดที่จะทำให้ Alternator เสียหาย
- 7) สัญญาณเตือนนอกเหนือจากที่ระบุไว้ในที่อื่น ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองต้องมีสัญญาณเตือนเสียงหรือให้แลเห็นได้อย่างน้อยดังนี้
 - ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองไม่ทำงาน
 - ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองกำลังจ่าย load
 - เครื่องประจุแบตเตอรี่ไม่ทำงาน
 - อุปกรณ์สำหรับติดเครื่องยนต์ไม่ทำงาน

2.19.5 การติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง

การติดตั้งและการปรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และอุปกรณ์ประกอบให้ทำตามที่กำหนดในแบบและตามที่ผู้ผลิตแนะนำ ในกรณีที่จะต้องมีการปรับตำแหน่งในการติดตั้งบ้างเล็กน้อยจากแบบ เพื่อให้ได้ลักษณะการใช้งานที่ดีขึ้น ผู้รับจ้างต้องไม่คิดค่าจ้างเพิ่มเติม ถ้ามีอุปกรณ์ที่ต้องจะติดตั้งไว้เพื่อใช้ในการบำรุงรักษา เช่น รอก ให้ถือว่าเป็นอุปกรณ์ประกอบและผู้รับจ้างต้องติดตั้งด้วย โดยไม่คิดค่าจ้างเพิ่มเติม

- 1) ถังน้ำมันทุกชนิดที่กำหนดให้ใช้ต้องสามารถบรรจุน้ำมันดีเซลได้ตามปริมาตรที่กำหนด ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส และต้องมีปริมาณถังเหลือพอสำหรับการขยายตัวของน้ำมันทุกระดับอุณหภูมิที่อาจเกิดขึ้น ถังน้ำมันใต้ดิน และถังน้ำมันภายนอกอาคาร ในการทำถังให้ทำความสะอาดด้วยวิธีพ่นทราย ก่อนการพ่นสีรองพื้นและพ่นสีอีพ็อกซีทั้งด้านในและนอกถัง
- 2) ให้ทำฐานคอนกรีตเสริมเหล็กขนาดหนาไม่น้อยกว่า 100 มม. ซึ่งสามารถรับน้ำหนักและความสั่นสะเทือนได้เพียงพอสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าละเครื่องยนต์ หม้อน้ำ เครื่องสูบน้ำมัน และแผงควบคุม ฐานคอนกรีต ให้ทำสี่ชนิดอีพ็อกซี
- 3) ขนาดและความโค้งงอของท่อไอเสีย ต้องคำนวณโดยเมื่อติดตั้งแล้วแรงดันไอเสียที่สะท้อนกลับไปสู่เครื่องยนต์ต้องไม่เกินที่ผู้ทำเครื่องยนต์กำหนดท่อไอเสียให้ใช้ท่อเหล็กดำ Schedule 40 หรือดีกว่า หม้อเก็บเสียงและท่อไอเสียส่วนที่อยู่ในอาคาร และที่ตำแหน่งที่อาจสัมผัสได้ทั้งในและนอกอาคารให้หุ้มด้วยฉนวนไฟเบอร์กลาสชนิดแข็งหรือ Rock Wool แล้วหุ้มด้วยแผ่นอลูมิเนียมหนาไม่น้อยกว่า 0.5 มม. ส่วนที่อยู่นอกอาคารต้องกันน้ำเข้าได้ดี การติดตั้งท่อไอเสียต้องทำเพื่อการยึดและหดของท่อไอเสียที่จะเกิดขึ้นได้ที่อุณหภูมิสูงถึง 600 องศาเซลเซียส การต่อหม้อเก็บเสียงกับท่อไอเสียให้ต่อผ่านท่ออ่อนยาวอย่างน้อย 300 มม. หม้อเก็บเสียงให้ติดตั้งใกล้เครื่องยนต์เท่าที่จะทำได้ และเมื่อช่องระบายไอเสียอยู่ไกลออกไปมาก จะต้องติดตั้งหม้อเก็บเสียงตามที่ต้องการ ของท่อไอเสียอีก โดยต้องทำให้ลดระดับเสียงลงได้จนถึงระดับที่เหมาะสมกับบริเวณที่อยู่อาศัย
- 4) ท่อน้ำมัน ให้ใช้ท่อเหล็กดำ ด้านนอกทาสีกันสนิม และทาห้ด้วยสีชนิดป้องกันน้ำมันได้ สิตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนด ถ้าหากฝังดินให้ทาด้วยสาร Bituminous ส่วนที่ต่อเข้าเครื่องยนต์ ให้ใช้ท่ออ่อนแบบเสริมแรงท่อน้ำมันต้องห่างไม่น้อยกว่า 50 มม. จากพื้นผิวที่ร้อนเกิน 220 องศาเซลเซียส ส่วนของท่อน้ำมันที่เป็นท่ออ่อนต้องทำด้วยวัสดุที่เหมาะสมกับการใช้งานได้ที่อุณหภูมิสูงถึง 220 องศาเซลเซียส
- 5) ท่อน้ำสำหรับใช้ติดตั้งหม้อน้ำแบบตั้งแยกนอกอาคาร ให้ใช้ท่อเหล็กออบสังกะสีตาม มอก. 26-2526 ประเภทที่ 1หรือดีกว่า ส่วนที่ฝังดินให้ทาด้วยสาร Bituminous
- 6) ท่อลมสำหรับเครื่องระบายความร้อนด้วยอากาศ ต้องมีท่อลมเข้า-ออกมีขนาดตามที่จำเป็น ปลายท่อลมต้องมีมุ้งลวดกันแมลง ท่อให้ทำด้วยแผ่นเหล็กออบสังกะสีขนาดหนา ที่ปิด/เปิดช่องทางเข้าและ/หรือออกจะทำเป็นแบบ Balanced หรือ Solenoid Operated ก็ได้
- 7) การติดตั้งหม้อน้ำแบบติดกับตัวเครื่อง หรือแบบติดแยกข้างผนังด้านนอกต้องมีตะแกรงกันนก และมีบานเกล็ดอัตโนมัติหรือกล่องเหล็กครอบช่อง เพื่อกันน้ำฝนเข้าได้

2.19.6 การทดสอบ

ถ้าในสัญญาไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น การทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองจะทำตามข้อกำหนดและวิธีการดังนี้

- 1) ค่าใช้จ่ายในการทดสอบ ผู้รับจ้างจะเป็นผู้จัดหาและรับผิดชอบค่าใช้จ่ายสำหรับน้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันหล่อลื่น น้ำ แรงงาน เครื่องมือ อุปกรณ์ และ/หรือวัสดุอื่นๆ เพื่อใช้ในการทดสอบได้ตามที่กำหนด
- 2) ตลอดการทดสอบ ให้บันทึกข้อมูลต่อไปนี้ไว้ ทุกๆ 15 นาที ในช่วงการทดสอบ
 - อัตราการจ่ายไฟ (กิโลวัตต์)
 - แรงดันไฟ (โวลต์)
 - ความเร็วของเครื่องยนต์ (รอบต่อนาที)
 - อุณหภูมิของน้ำมันหล่อลื่น (องศาเซลเซียส)
 - อุณหภูมิของน้ำยาเข้าและออก (องศาเซลเซียส)
 - อุณหภูมิของไอเสียของแต่ละกระบอกสูบ (องศาเซลเซียส)
 - อุณหภูมิห้อง (องศาเซลเซียส)
- 3) การเดินเครื่องเพื่อทดสอบ ให้ทำตามลำดับติดต่อกันไป ดังนี้
 - เดินเครื่องโดยจ่ายไฟประมาณ 10% Rated Load 20 นาที ระหว่างเวลา 20 นาที นี้ ให้ปรับ อุปกรณ์ เครื่องวัด เครื่องควบคุม ทุกอย่างและตรวจดูให้แน่ใจว่าทำงานปกติ
 - เดินเครื่องโดยจ่ายไฟ 50% Rated Load 30 นาที
 - เดินเครื่องโดยจ่ายไฟ 100% Rated Load 60 นาที
 - เดินเครื่องโดยจ่ายไฟ 110% Rated Load 30 นาที

(สำหรับเครื่องที่เป็น Prime Rating) ตลอดเวลาที่ทดสอบนี้ ค่าต่างๆ ตามข้อ 2.17.49 จะต้องได้ตามที่ผู้ผลิตระบุไว้ถ้ามีข้อใดผิดปกติ ผู้รับจ้างต้องปรับเครื่องหรือแก้ไขจนกว่าจะใช้การได้ตามปกติ
- 4) หลังจากเดินเครื่องทดลองจ่ายไฟแล้ว ให้ทดสอบระบบที่ใช้เพื่อการเตือนหรือเพื่อป้องกันเครื่องยนต์ดังนี้
 - ค่อยๆ เพิ่มความเร็วเครื่องยนต์ขึ้น แล้วอ่านค่าความเร็วของเครื่องยนต์ขณะที่ระบบควบคุมความเร็วเกินทำงาน
 - เพิ่มอุณหภูมิหล่อเย็นเครื่องยนต์ให้ร้อนขึ้นเรื่อย ๆ แล้วอ่านค่าขณะที่ระบบเตือนน้ำอุณหภูมิสูงเกินทำงาน

- ดับเครื่องยนต์ อ่านค่าแรงดันของน้ำมันเครื่อง ขณะที่ระบบเตือน แรงดันน้ำมันต่ำทำงาน ค่าต่างๆ ที่อ่านได้จะต้องตรงตามที่ตั้งไว้ หรือตรงกับที่ผู้ผลิตเครื่องยন্ত্রระบุ ถ้ามีค่าใดผิดปกติ ผู้รับจ้างต้องปรับหรือแก้ไขให้ถูกต้อง
- 5) ผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้กำหนดวันและเวลา ที่จะทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในการทดสอบอนุญาตให้ใช้ระบบไฟฟ้าที่ติดตั้งเรียบร้อยแล้วเป็น Load ได้ หากมีเพียงพอ และหากไม่พอ ให้ผู้รับจ้างจัดหา Dummy Load ขนาด 110% ของ Rated Load มาใช้ในการทดสอบโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ จากผู้ว่าจ้าง
- 6) เมื่อทดสอบเสร็จและผู้ว่าจ้างตรวจรับงานแล้ว ผู้รับจ้างต้องเติมน้ำมันให้เต็มถึงทุกถัง ตามความจุของถังที่ระบุไว้ในแบบ

2.19.7 ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

- 1) ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องมีการควบคุมความดังของเสียง (Sound Reduction) โดยให้มีความดังของเสียงไม่เกิน 85 dBA วัดที่ระยะ 1 เมตร จากนอกห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไม่ว่าจะวัดจากด้านใด ระบบระบายอากาศต้องติดตั้งพัดลมขนาดไม่เล็กกว่าที่ระบุในแบบ แต่ต้องทำให้สามารถระบายอากาศ ได้เพียงพอ เพื่อรักษาอุณหภูมิ ในห้องขณะเดินเครื่องไม่ให้เกิดประมาณ 45 องศาเซลเซียส
- 2) ผนังด้านในทุกด้านยกเว้นส่วนที่เป็นช่องลม ให้บุด้วยแผ่นใยหินชนิดแข็ง (Mineral Fiber Mat) ความหนาแน่นอย่างน้อย 80 kg/m ที่ความหนา 50 มม. แล้วบุด้วยแผ่นใยแก้วชนิดอ่อน (Glass Fiber Coated) หนา 0.08 มม. เพื่อป้องกันใยหลุดปลิว โดยยึดเข้ากับผนังหรือเพดาน เป็นระยะห่างกันประมาณ 20 ซม.
- 3) ติดตั้ง Air Inlet and Outlet Sound Attenuators ที่ช่องลมเข้า ช่องลมออกของเครื่องยนต์ และช่องลมออกของพัดลมระบายอากาศ Attenuators ที่ใช้ ต้องเป็นชนิดที่ทำได้มาตรฐานสากล เหมาะสมกับเครื่องยนต์ที่ใช้
- 4) กรอบประตู ให้ใช้กรอบเหล็กอาบสังกะสีพ่นสีอบความร้อน บานประตูเป็นเหล็กอาบสังกะสีพ่นสีอบความร้อนแผ่นเหล็กมีความหนาเพียงพอ ในบานประตูระหว่างแผ่นเหล็กทั้งสองด้าน ใส่ใยหินชนิดแข็ง เพื่อกันเสียงออกได้ ที่กรอบบานประตูด้านในใส่ยางรอบ เพื่อกันเสียงออก ประตูนี้จึงให้ทำเป็นประตูกันเสียง (Acoustic Door)
- 5) ผู้ขายและติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องเป็นผู้จัดทำระบบควบคุมความดังของเสียงรวมทั้งประตูและระบบระบายอากาศภายในห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ตามที่ระบุในแบบ ให้สามารถระบายอากาศได้เพียงพอขณะเดินเครื่องต้องรับประกันทำให้อุปกรณ์ทั้งหมดทำงานได้ดีสมบูรณ์ และป้องกันเสียงออกได้ตามที่ระบุ โดยจะต้องจัดทำเพิ่มเติมให้ดีพอโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ เพิ่ม

- 6) แผ่นใยหินให้ใช้ผลิตภัณฑ์ ชนิดทนต่อความร้อนได้ตามมาตรฐาน ASTM E - 84 หรือเทียบเท่า เช่น ของ Keumkang Fiber, Kimm Co Fiber เป็นต้น ส่วนแผ่นใยแก้วต้องเป็นชนิดไม่ติดไฟ ตามมาตรฐาน BS476 หรือเทียบเท่า
- 7) ติดตั้งปั๊มสูบน้ำมันแบบมือหมุนหรือไฟฟ้า สำหรับเติมน้ำมันเข้าถังน้ำมัน โดยปลายท่อสูบน้ำมัน ติดตั้งในตำแหน่งที่รถขนส่งหรือถังน้ำมันสำหรับเติมเข้าถึงได้โดยสะดวก

2.19.8 การใช้งาน การบำรุงรักษา และการรับประกัน

- 1) การทดสอบ ก่อนติดตั้งชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง ผู้รับจ้างต้องส่งใบรับรองการทดสอบจาก โรงงานผู้ผลิตให้แก่ผู้ว่าจ้างหลังจากการติดตั้งแล้วเสร็จ ผู้รับจ้างต้องทดสอบชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สำรองตามรายละเอียดการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง
- 2) การซ่อมและอะไหล่ ผู้รับจ้างต้องมอบอะไหล่สำหรับใช้ในระยะเวลา 1 ปีแรกให้แก่ผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้าง ต้องเป็นผู้แทนจำหน่ายแต่ผู้เดียวในประเทศไทย ทั้งเครื่องยนต์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งชุดซึ่ง ได้รับการแต่งตั้งโดยตรงจากผู้ผลิตในต่างประเทศ มีช่างเครื่องยนต์และเครื่องมือพิเศษเฉพาะของ บริษัทฯเอง มีคลังอะไหล่สำหรับไว้คอยบริการได้ไม่น้อยกว่า 10 ปี พร้อมทั้งจะจัดหาอะไหล่ และ/ หรือมาซ่อมชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองได้ตลอดเวลา
- 3) การบำรุงรักษา ผู้รับจ้างต้องส่งหนังสือคู่มือการใช้งานและการบำรุงรักษา จำนวน 2 ชุดให้แก่ผู้ ว่าจ้าง และต้องจัดเครื่องมือที่ต้องใช้ในการบำรุงรักษาให้ครบ 1 ชุด หนังสือคู่มือต้องแยกกล่าวถึง เครื่องยนต์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ระบบควบคุม ระบบเตือน และอุปกรณ์ประกอบ
- 4) ผู้รับจ้างต้องรับประกันว่าชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองที่จัดหามาเป็นของใหม่ และมีการประกันต่อ การเสียหายตามหลักเกณฑ์มาตรฐานที่ผู้ผลิตกระทำอยู่ ซึ่งต้องไม่น้อยกว่า 1 ปี หรือตามอายุการ ใช้งาน 3600 ชั่วโมง นับแต่วันที่ ผู้ว่าจ้างรับมอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง แล้วแต่จะถึงเวลาใด ก่อน ผู้รับจ้างต้องรับประกันการติดตั้งด้วยเป็นเวลา 1 ปีว่าจะไม่มีการเสียหายทั้งทางด้านวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ และฝีมือช่าง โดยถ้ามีการเสียหาย ผู้รับจ้างต้องซ่อมหรือแก้ไข และรับผิดชอบต่อ ค่าใช้จ่ายสำหรับอะไหล่ ค่าแรง ค่าเดินทางและค่าใช้จ่ายอื่นๆ ทั้งสิ้นงานใดๆที่ผู้รับจ้างต้องทำใน ระหว่างช่วงการรับประกัน จะต้องทำโดยไม่คิดค่าจ้างจากผู้ว่าจ้าง

2.20 ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (Close Circuit Televisions system)

ข้อกำหนดทางเทคนิค (TECHNICAL SPECIFICATION)ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมกับรายละเอียดการจัดการ จัดหา และติดตั้งอุปกรณ์ตามที่แสดงไว้ในแบบ และข้อกำหนดนี้ให้สามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ตามความต้องการของผู้ ว่าจ้าง และผู้รับจ้างต้องจัดการระบบโทรทัศน์วงจรปิด ให้กับโครงการ โดยระบบต่างๆ ต้องสามารถใช้ร่วมกับไฟฟ้า 220 VAC ได้

2.20.1 ระบบจะต้องผลิตโดยโรงงานที่ทำธุรกิจในด้าน CCTV SYSTEM เป็นหลัก มีความรู้ความชำนาญในการออกแบบและผลิตระบบมาเป็นเวลานาน

2.20.2 ผู้จำหน่ายและติดตั้งจะต้องเป็นตัวแทนที่ได้รับการแต่งตั้งโดยตรงจากโรงงานผู้ผลิต

2.20.3 ผู้รับจ้างต้องจัดหา และติดตั้งอุปกรณ์ในระบบดังนี้

- 1) กล้องโทรทัศน์วงจรปิดชนิดโดม ทำงานได้ทั้งกลางวันและกลางคืน (Day Night Camera)
- 2) กล้องโทรทัศน์วงจรปิดชนิดอินฟราเรด ทำงานได้ทั้งกลางวันและกลางคืน (INFRARED CAMERA)
- 3) จอแสดงผลภาพ (Monitor)
- 4) ชุดบันทึกภาพแบบดิจิทัลผ่านระบบเครือข่าย (Network Video Recorder)
- 5) กล้องโทรทัศน์วงจรปิดชนิดเครือข่าย แบบมุมมองคงที่สำหรับติดตั้งภายในสำนักงาน
- 6) คุณสมบัติพื้นฐาน

- มีความละเอียดของภาพสูงสุดไม่น้อยกว่า 1,920x1,080 pixel หรือไม่น้อยกว่า 2,073,600 pixel
- มี frame rate ไม่น้อยกว่า 25 ภาพต่อวินาที (frame per second)
- ใช้เทคโนโลยี Infrared (IR) สำหรับการแสดงภาพในกรณีที่มีค่าความเข้มของแสง 0 LUX ได้
- มีขนาดตัวรับภาพ (Image Sensor) ไม่น้อยกว่า 1/3 นิ้ว
- สามารถตรวจจับความเคลื่อนไหวอัตโนมัติ (Motion Detection) ได้
- สามารถส่งสัญญาณภาพ (Streaming) ไปแสดงได้อย่างน้อย 2 แหล่ง
- สามารถส่งสัญญาณภาพได้ตามมาตรฐาน H.264 เป็นอย่างน้อย
- สามารถใช้งานโปรโตคอล (Protocol) IPv4 ได้เป็นอย่างน้อย
- มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100 Base-T หรือดีกว่า และสามารถ ทำงานได้ตามมาตรฐาน IEEE 802.3af หรือ IEEE 802.3at (Power over Ethernet) ในช่องเดียวกันได้
- สามารถใช้งานกับมาตรฐาน HTTP, "NTP หรือ SNTP", RTSP ได้เป็นอย่างน้อย

7) กล้องโทรทัศน์วงจรปิดชนิดเครือข่าย แบบมุมมองคงที่สำหรับติดตั้งภายนอกสำนักงาน
คุณสมบัติพื้นฐาน

- มีความละเอียดของภาพสูงสุดไม่น้อยกว่า 1,920x1,080 pixel หรือไม่น้อยกว่า 2,073,600 pixel
- มี frame rate ไม่น้อยกว่า 25 ภาพต่อวินาที (frame per second)
- ใช้เทคโนโลยี Infrared (IR) สำหรับการแสดงภาพในกรณีที่มีค่าความเข้มของแสง 0 LUX ได้

- มีขนาดตัวรับภาพ (Image Sensor) ไม่น้อยกว่า 1/3 นิ้ว
- สามารถตรวจจับความเคลื่อนไหวอัตโนมัติ (Motion Detection) ได้
- สามารถแสดงรายละเอียดของภาพที่มีความแตกต่างของแสงมาก (Wide Dynamic Range หรือ Super Dynamic Range หรือ Digital Wide Dynamic Range) ได้
- สามารถส่งสัญญาณภาพ (Streaming) ไปแสดงได้อย่างน้อย 2 แหล่ง
- สามารถส่งสัญญาณภาพได้ตามมาตรฐาน H.264 เป็นอย่างน้อย
- สามารถใช้งานตามโปรโตคอล (Protocol) IPv4 ได้เป็นอย่างน้อย
- มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100 Base-T หรือดีกว่า และสามารถทำงานได้ตามมาตรฐาน IEEE 802.3af หรือ IEEE 802.3at (Power over Ethernet) ในช่องเดียวกันได้
- ตัวกล่องได้มาตรฐาน IP66 หรือติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมสำหรับหุ้มกล่อง (Housing) ที่ได้มาตรฐาน IP66
- สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิ -10 °C ถึง 50 °C เป็นอย่างน้อย
- สามารถใช้งานกับมาตรฐาน HTTP, “NTP หรือ SNTP”, RTSP ได้เป็นอย่างน้อย

2.20.4 จอแสดงผลภาพ (MONITOR)

- 1) LED DISPLAY 55” หรือ ดีกว่า
- 2) RESOLUTION 1920 x 1080 หรือ ดีกว่า
- 3) INPUT HDMI
- 4) อุปกรณ์บันทึกภาพผ่านเครือข่าย (Network Video Recorder) แบบ 8 ช่อง (หรือตามแบบ)
คุณลักษณะพื้นฐาน
 - เป็นอุปกรณ์ที่ผลิตมาเพื่อบันทึกภาพจากกล้องโทรทัศน์วงจรปิดโดยเฉพาะ
 - สามารถบันทึกและบีบอัดภาพได้ตามมาตรฐาน MPEG4 หรือ H.264 หรือดีกว่า
 - ได้รับมาตรฐาน Onvif (Open Network Video Interface Forum)
 - มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวน ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - สามารถทำงานได้ตามมาตรฐาน IEEE 802.3af หรือ IEEE 802.3at (Power over Ethernet) ในช่อง เดียวกันได้ จำนวนไม่น้อยกว่า 8 ช่อง
 - สามารถบันทึกภาพและส่งภาพเพื่อแสดงผลที่ ความละเอียดของภาพสูงสุดไม่น้อยกว่า 1,920x1,080 pixel หรือไม่น้อยกว่า 2,073,600 pixel

- สามารถใช้งานกับมาตรฐาน “HTTP หรือ HTTPS”, SMTP, “NTP หรือ SNTP”, SNMP, RTSP ได้ เป็นอย่างน้อย
- มีหน่วยจัดเก็บข้อมูลสำหรับกล้องวงจรปิดโดยเฉพาะ (Surveillance Hard Disk) ชนิด SATA ขนาด ความจุรวมไม่น้อยกว่า 8 TB
- มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- สามารถใช้งานตามโปรโตคอล (Protocol) IPv4 และ IPv6 ได้
- ต้องมี Software Development Kit (SDK) หรือ Application Programming Interface (API) ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้อง
- สามารถแสดงภาพที่บันทึกจากกล้องโทรทัศน์วงจรปิดผ่านระบบเครือข่ายได้
- ผู้ผลิตต้องได้รับมาตรฐานด้านการบริหารจัดการหรือบริหารงานที่มีคุณภาพ
- อุปกรณ์บันทึกภาพผ่านเครือข่าย (Network Video Recorder) แบบ 16 ช่อง (หรือตามแบบ)
- คุณลักษณะพื้นฐาน
- เป็นอุปกรณ์ที่ผลิตมาเพื่อบันทึกภาพจากกล้องวงจรปิดโดยเฉพาะ
- สามารถบันทึกและบีบอัดภาพได้ตามมาตรฐาน MPEG4 หรือ H.264 หรือดีกว่า
- ได้รับมาตรฐาน Onvif (Open Network Video Interface Forum)
- มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวน ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- สามารถทำงานได้ตามมาตรฐาน IEEE 802.3af หรือ IEEE 802.3at (Power over Ethernet) ในช่อง เดียวกันได้ จำนวนไม่น้อยกว่า 16 ช่อง
- สามารถบันทึกภาพและส่งภาพเพื่อแสดงผลที่ความละเอียดของภาพสูงสุดไม่น้อยกว่า 1,920x1,080 pixel หรือไม่น้อยกว่า 2,073,600 pixel
- สามารถใช้งานกับมาตรฐาน “HTTP หรือ HTTPS”, SMTP, “NTP หรือ SNTP”, SNMP, RTSP ได้ เป็นอย่างน้อย
- มีหน่วยจัดเก็บข้อมูลสำหรับกล้องวงจรปิดโดยเฉพาะ (Surveillance Hard Disk) ชนิด SATA ขนาด ความจุรวมไม่น้อยกว่า 16 TB
- มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- สามารถใช้งานตามโปรโตคอล (Protocol) IPv4 และ IPv6 ได้
- ต้องมี Software Development Kit (SDK) หรือ Application Programming Interface (API) ที่มี ลิขสิทธิ์ถูกต้อง

- สามารถแสดงภาพที่บันทึกจากกล้องโทรทัศน์วงจรปิดผ่านระบบเครือข่ายได้
- ผู้ผลิตต้องได้รับมาตรฐานด้านการบริหารจัดการหรือบริหารงานที่มีคุณภาพ
- อุปกรณ์บันทึกภาพผ่านเครือข่าย (Network Video Recorder) แบบ 32 ช่อง(หรือตามแบบ)
- คุณลักษณะพื้นฐาน
- เป็นอุปกรณ์ที่ผลิตมาเพื่อบันทึกภาพจากกล้องวงจรปิดโดยเฉพาะ
- สามารถบันทึกและบีบอัดภาพได้ตามมาตรฐาน MPEG4 หรือ H.264 หรือดีกว่า
- ได้รับมาตรฐาน Onvif (Open Network Video Interface Forum)
- มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวน ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- สามารถบันทึกภาพและส่งภาพเพื่อแสดงผลที่ความละเอียดของภาพสูงสุดไม่น้อยกว่า 1,920x1,080 pixel หรือไม่น้อยกว่า 2,073,600 pixel
- สามารถใช้งานกับมาตรฐาน “HTTP หรือ HTTPS”, SMTP, “NTP หรือ SNTP”, SNMP , RTSP ได้ เป็นอย่างน้อย
- มีหน่วยจัดเก็บข้อมูลสำหรับกล้องวงจรปิดโดยเฉพาะ (Surveillance Hard Disk) ชนิด SATA ขนาด ความจุรวมไม่น้อยกว่า 32 TB
- มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- สามารถใช้งานตามโปรโตคอล (Protocol) IPv4 และ IPv6 ได้
- ต้องมี Software Development Kit (SDK) หรือ Application Programming Interface (API) ที่มี ลิขสิทธิ์ถูกต้อง
- สามารถแสดงภาพที่บันทึกจากกล้องโทรทัศน์วงจรปิดผ่านระบบเครือข่ายได้
- ผู้ผลิตต้องได้รับมาตรฐานด้านการบริหารจัดการหรือบริหารงานที่มีคุณภาพ

2.20.5 ข้อปฏิบัติเพิ่มเติม

- 1) ในกรณีที่หน่วยงานใดมีความประสงค์จะจัดหากล้องโทรทัศน์วงจรปิดชนิดอื่นและติดตั้งในพื้นที่สาธารณะ ซึ่งไม่ได้อยู่ในเกณฑ์ราคากลางและคุณลักษณะพื้นฐานที่กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม กำหนดไว้ ตามนโยบายของรัฐบาลให้เกิดการบูรณาการการเชื่อมโยงระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด ต้องจัดหาเฉพาะ กล้องโทรทัศน์วงจรปิดชนิดเครือข่ายเท่านั้น
- 2) ในกรณีที่หน่วยงานใดมีเหตุผลความจำเป็นที่จะจัดหากล้องโทรทัศน์วงจรปิดที่ไม่ใช่ชนิดเครือข่ายและติดตั้ง ในพื้นที่สาธารณะ เช่น ในกรณีหน่วยงานมีความจำเป็นต้องจัดซื้อกล้องโทรทัศน์วงจรปิดเพื่อเพิ่มเติมจาก ระบบเดิม หรือเพื่อทดแทนเฉพาะบางจุดที่ชำรุดใช้งานไม่ได้ เป็นต้น ตาม

นโยบายของรัฐบาลให้เกิดการ บูรณาการการเชื่อมโยงระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด ต้องมีระบบที่พร้อมให้กล้องโทรทัศน์วงจรปิดดังกล่าว สามารถเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายได้

- 3) หน่วยงานที่จัดหากล้องโทรทัศน์วงจรปิด ให้กรอกรายละเอียดลงแบบฟอร์มรายงานผลการจัดหาระบบ กล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) และส่งให้กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม เมื่อดำเนินการติดตั้ง แล้วเสร็จ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการบูรณาการระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิดต่อไป และส่งไฟล์อิเล็กทรอนิกส์ ในรูปแบบไฟล์ PDF มาที่ E-mail: cctv@mdes.go.th โดยสามารถดาวน์โหลดแบบฟอร์มได้ที่ URL : <https://mdes.e-office.cloud/d/8dafc408>
- 4) ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิดที่จัดหา ต้องทำการเทียบเวลาโดยอัตโนมัติกับระบบเทียบเวลามาตรฐาน (NTP Server) ที่ได้เทียบเวลากับอุปกรณ์เทียบเวลามาตรฐาน Stratum 1 ที่ให้บริการภายในประเทศไทย ได้แก่สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ (time1.nimt.or.th) กรมอุทกศาสตร์กองทัพเรือ (time.navy.mi.th) หรือศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (clock.nectec.or.th)
- 5) การบันทึกภาพกล้องโทรทัศน์วงจรปิดต้องบันทึกภาพที่ความละเอียดไม่น้อยกว่า 1,920x1,080 pixel หรือไม่น้อยกว่า 2,073,600 pixel ที่มี frame rate ไม่น้อยกว่า 10 ภาพต่อวินาที (frame per second) และต้องมีระยะเวลาบันทึกภาพไม่น้อยกว่า 30 วัน
- 6) การบันทึกภาพกล้องโทรทัศน์วงจรปิดที่ต้องการนำภาพไปวิเคราะห์เฉพาะงาน หน่วยงานควรพิจารณา กำหนดคุณลักษณะเพิ่มเติมของกล้องโทรทัศน์วงจรปิดและอุปกรณ์บันทึกภาพผ่านเครือข่าย ให้เหมาะสม เช่น พื้นที่หน่วยจัดเก็บข้อมูลของอุปกรณ์บันทึกภาพผ่านเครือข่าย ค่าความละเอียดของภาพ ค่าคุณภาพ ของวีดีโอ ค่า frame rate เป็นต้น
- 7) หน่วยงานที่มีความประสงค์จะจัดหาระบบวิเคราะห์ภาพจากกล้องวงจรปิด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด ควรคำนึงถึงค่าความแม่นยำในการตรวจจับวัตถุหรือบุคคล ความถูกต้อง ในการอ่านหรือการรู้จำภาษาไทย ระบบการเชื่อมโยงฐานข้อมูล ระบบการแจ้งเตือน การติดตั้งที่ต้องใช้ ผู้เชี่ยวชาญในการติดตั้งและออกแบบ หรือกำหนดให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) ที่สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม (สมอ.) กำหนด (ถ้ามี)
- 8) กล้องโทรทัศน์วงจรปิดที่มีมุมมองของกล้องเป็นพื้นที่สาธารณะ หมายถึง กล้องที่มีมุมมองเป็นพื้นที่ ที่ประชาชนทั่วไปสามารถเข้าถึงได้ เช่น ถนนสาธารณะ พื้นที่ให้บริการประชาชน และพื้นที่จอดรถสำหรับ ประชาชน เป็นต้น ซึ่งจำเป็นต้องเชื่อมโยงระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิดระหว่างหน่วยงาน ตามนโยบายของ รัฐบาลให้เกิดการบูรณาการการเชื่อมโยงระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด

2.20.6 ข้อเสนอประกอบการศึกษา

- 1) ในการติดตั้งกล่องโทรทัศน์วงจรปิดควรพิจารณาจุดติดตั้งไม่ให้เข้าซ้อนกับจุดติดตั้งของหน่วยงานภาครัฐอื่น
- 2) เกณฑ์ราคากลางนี้เป็นราคาที่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม (7%) แล้วและมีการรับประกันผลิตภัณฑ์เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี
- 3) เกณฑ์ราคากลางนี้เป็นราคาที่ไม่รวมค่าติดตั้งและวัสดุ/อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ เช่น สายสื่อสัญญาณต่าง ๆ หรือ เสาดัดติดตั้งกล่อง เป็นต้น
- 4) คุณสมบัติพื้นฐานตามเกณฑ์ราคากลางนี้เป็นคุณสมบัติขั้นต่ำ (Minimum Requirement) ภายในราคาที่กำหนด ในการจัดซื้อควรกำหนดคุณสมบัติเฉพาะเพิ่มเติมให้ตรงตามความต้องการ
- 5) ควรพิจารณากำหนดคุณสมบัติเพิ่มเติมของอุปกรณ์ที่จัดทำให้สอดคล้องกับความต้องการของหน่วยงาน เช่น ค่า F-stop ค่า IRE หรือสามารถปรับภาพให้มีความคมชัดทั้งกลางวันและกลางคืน เป็นต้น
- 6) ควรพิจารณาจัดหาอุปกรณ์ดังกล่าวข้างต้น จากผู้ผลิตที่ได้รับมาตรฐานด้านระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างเช่น มอก., International Organization for Standardization (ISO) เป็นต้น
- 7) ควรพิจารณาจัดหาอุปกรณ์ดังกล่าวข้างต้น จากผู้ผลิตที่ได้รับมาตรฐานด้านการบริหารจัดการ หรือ บริหารงานที่มีคุณภาพ ตัวอย่างเช่น มอก., International Organization for Standardization (ISO) เป็นต้น
- 8) ในการพิจารณาจัดหาอุปกรณ์ดังกล่าวข้างต้น ให้คำนึงถึงผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในด้านต่าง ๆ เช่น การลดหรือเลิกใช้วัสดุที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Reduction/Elimination of Environmentally Sensitive Materials), การเลือกใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Material Selection), การออกแบบ เพื่อง่ายต่อการจัดการซากเครื่องใช้ที่หมดอายุ (Design for End of Life), การยืดอายุการใช้งาน (Product Longevity/Life Cycle Extension), การอนุรักษ์พลังงาน (Energy Conservation), การบริหารจัดการ ซาก (End of Life Management), สมรรถนะด้านสิ่งแวดล้อมขององค์กร (Corporate Performance) หรือ บรรจุภัณฑ์ (Packaging) เป็นต้น
- 9) ควรพิจารณาจัดหาอุปกรณ์ดังกล่าวข้างต้น ที่ได้รับมาตรฐานด้านการป้องกันการรบกวนของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่จะไปรบกวนอุปกรณ์ ไฟฟ้าอื่น ๆ ตัวอย่างเช่น มอก., Federal Communications Commission (FCC) เป็นต้น

- 10) ควรพิจารณาจัดหาอุปกรณ์ดังกล่าวข้างต้น ที่ได้รับมาตรฐานด้านความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน ตัวอย่างเช่น มอก., Underwriters' Laboratories Inc. (UL), Conformance Europeene (CE), Canadian Standards Association (CSA) เป็นต้น
- 11) มาตรฐานสากลในการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างหน่วยงาน ได้แก่ กล้องที่ได้รับมาตรฐาน Onvif (Open Network Video Interface Forum) และต้องมี Software Development Kit (SDK) หรือ Application Programming Interface (API) เป็นอย่างน้อย
- 12) การตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐาน Onvif สามารถตรวจสอบได้ที่ เว็บไซต์ <https://www.onvif.org/conformant-products/>
- 13) การนำเกณฑ์คุณลักษณะพื้นฐาน ข้อปฏิบัติเพิ่มเติม และข้อเสนอแนะประกอบการพิจารณานี้ไปใช้ในการจัดหาให้พิจารณาจัดทำรายละเอียดที่มีผลิตภัณฑ์สามารถเข้าแข่งขันการเสนอราคาอย่างเป็นธรรมได้อย่างน้อย 3 ผลิตภัณฑ์
- 14) หมายเหตุ ลักษณะการใช้งานของกล้องโทรทัศน์วงจรปิดแต่ละประเภท

| ประเภทของกล้องวงจรปิด | ลักษณะการใช้งาน |
|--|--|
| กล้องโทรทัศน์วงจรปิดสำหรับใช้ในงานรักษาความปลอดภัยทั่วไปและงานอื่นๆ (ไม่ได้ใช้มาตรฐานสากลในการเชื่อมโยงข้อมูล) | |
| กล้องโทรทัศน์วงจรปิดชนิดเครือข่าย แบบมุมมองคงที่สำหรับติดตั้งภายในสำนักงาน | <p>ตรวจจับความเคลื่อนไหวทั่วไป ของบุคคล ภายใน อาคาร และในพื้นที่ที่มีแสงสว่างน้อย</p> <p>รักษาความปลอดภัยของสำนักงาน</p> <p>ตรวจสอบรายละเอียดของ วัตถุ หรือลักษณะทางกายภาพ ของบุคคล เช่น เพศ สีผิว รูปร่าง เสื้อผ้าที่ สวมใส่ เป็นต้น</p> |
| กล้องโทรทัศน์วงจรปิดชนิดเครือข่าย แบบ มุมมอง คงที่สำหรับติดตั้งภายนอกสำนักงาน | <p>ตรวจจับความเคลื่อนไหวทั่วไป ของบุคคล ภายนอก อาคาร และในพื้นที่ที่มีแสงสว่างน้อย</p> <p>รักษาความปลอดภัยของสำนักงาน</p> <p>ตรวจสอบรายละเอียดของ วัตถุ หรือลักษณะทาง กายภาพ ของบุคคล เช่น เพศ สีผิว รูปร่าง เสื้อผ้าที่ สวมใส่ เป็นต้น</p> <p>สามารถติดตั้งใช้งานพื้นที่ภายนอก ในสถานะที่มีฝุ่น และกันฝนกันน้ำ ได้ตามมาตรฐาน IP66</p> |

2.21 อุปกรณ์ป้องกันเสิร์จ (SUGE PROTECTION)

- 2.21.1 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ (SURGE PROTECTION DEVICE) มีคุณสมบัติตามมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่งดังต่อไปนี้ IEC, DIN, IEE, UL, VDE หรือ ANSI
- 2.21.2 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ (SURGE PROTECTION DEVICE) CLASS I + CLASS II สำหรับเมนไฟฟ้าหลักที่จ่ายให้กับอาคารมีคุณสมบัติดังนี้
- 2.21.3 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันขั้นต้น และชั้นกลาง (COARSE AND MEDIUM PROTECTION) ใช้ติดตั้งที่ MAIN DISTRIBUTION BOARD (MDB) ลักษณะอุปกรณ์ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ
- 2.21.4 ARC QUENCHING SPARK GAP (ARRESTER CLASS 1/ B)
- 2.21.5 MOV (ARRESTER CLASS II / C) โดยที่อุปกรณ์ทั้งสองส่วน ทำหน้าที่ดักและกำจัดกระแสฟ้าผ่า (LIGHTNING CURRENT) และแรงดันเสิร์จ (SURGE VOLTAGE) ซึ่งมีการออกแบบเพื่อให้สามารถทนและสามารถดับกระแสไหลตาม (LINE-FOLLOW CURRENT) ซึ่งเกิดหลังจากการทำงานได้ มีรายละเอียดทางเทคนิคดังนี้ (TECHNICAL DATA)
- 2.21.6 IEC CATEGORY / VDE CLASS I + II / B + C
- 2.21.7 NOMINAL VOLTAGE UN 230/400 VAC/50 Hz.
- 2.21.8 ARRESTER RATED VOLTAGE UC > 275 VAC/50 HZ.
- 2.21.9 LIGHTNING TEST CURRENT (10/350 μ s) 50 KA PER PHASE FOR ARRESTER CLASS I/B
- 2.21.10 MAX. DISCHARGE SURGE CURRENT 40A PER PHASE (8/20 μ S) FOR ARRESTER CLASS II/C
- 2.21.11 QUENCHING SHORT CIRCUIT AT UN 50 KA WITHOUT BACKUP FUSE
- 2.21.12 RESPONSE TIME (L-PEN) < 25 NANOSEC/1 MICROSEC
- 2.21.13 PROTECTION LEVEL UP (L-PEN) < 900 V
- 2.21.14 การติดตั้ง ให้ติดตั้ง LIGHTNING CURRENT ARRESTER และ SURGE VOLTAGE ARRSTER ขนานระหว่าง L-PEN ที่ MAIN DISTRIBUTION BOARD (MDB) และให้มี BANK UP FUSE ขนาด 125 A
- 2.21.15 การดำเนินการติดตั้งให้เป็นไปตามกฎการเดินสาย และติดตั้งของการไฟฟ้านครหลวง, การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, หรือมาตรฐานการติดตั้งระบบไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.)
- 2.21.16 ระบบควบคุมเปิด-ปิดไฟแสงสว่างและจัดการพลังงาน (Two wire Remote Management and Control System)
- 2.21.17 ความต้องการทั่วไป

- 2.21.18 ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมรายละเอียดการจัดการจัดหาและติดตั้งตัวอุปกรณ์ ระบบควบคุมและจัดการพลังงาน เพื่อให้ใช้งานได้ สมบูรณ์ตามความต้องการของผู้ว่าจ้าง
- 2.21.19 ผลิตภัณฑ์ที่ใช้จะต้องได้มาตรฐานรับรองจาก AS (Australian Standard) หรือ European Standard
- 2.21.20 ระบบจะต้องสามารถเชื่อมต่อกับระบบอื่นๆ ได้เช่น SCADA, BAS, AMX, Fire Alarm หรือ Security System โดยผ่าน Dry Contact Output หรือ Protocol Standard เช่น BACNet, ModBus หรือ OPC Server/Client เป็นต้น
- 2.21.21 ขอบเขต
- 2.21.22 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ประกอบตามที่ระบุในแบบและที่ระบุตาม ข้อกำหนดนี้
- 2.21.23 ผู้รับจ้างต้องทดสอบการใช้งานของระบบดังกล่าวจนสามารถใช้งานได้ตรงตาม ข้อกำหนดนี้
- 2.21.24 ผู้รับจ้างต้องจัดทำคู่มือการใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบนี้ให้กับผู้ว่าจ้างจำนวน 2 ชุด
- 2.21.25 ผู้รับจ้างต้องจัดการฝึกอบรมพนักงานผู้ดูแลระบบนี้ของผู้ว่าจ้าง ให้รู้วิธีการใช้งานและการบำรุงรักษา
- 2.21.26 ข้อกำหนดทางด้านเทคนิค
- 2.21.27 ระบบต้องสามารถควบคุมได้แบบอิสระ คือ ผ่านแผงสวิตช์รวม สวิตช์ตามจุด หรือ ผ่านทางคอมพิวเตอร์ และต้องสามารถสั่งงานจากสวิตช์ตามจุดได้ เมื่อไม่มีคอมพิวเตอร์ หรือ กรณีคอมพิวเตอร์เกิดขัดข้อง
- 2.21.28 เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ต้องมีคุณสมบัติของเครื่องได้ตามมาตรฐานที่กำหนด (โดยอ้างตามมาตรฐานของผู้ผลิตระบบควบคุมและจัดการพลังงาน)
- 2.21.29 ชุดซอฟต์แวร์ ต้องสามารถทำงานได้อย่างน้อยดังนี้
- 2.21.30 สามารถแสดงภาพ Floor Plan ในแต่ละชั้น หรือ พื้นที่ พร้อมสามารถควบคุมและดูสถานะการเปิด-ปิด ได้
- 2.21.31 สามารถตั้งโปรแกรมเวลาการเปิด-ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าแบบอัตโนมัติได้ไม่น้อยกว่า 10 ช่วงเวลา ในแต่ละวัน
- 2.21.32 สามารถกำหนดปุ่มเปิด-ปิด ได้ตามต้องการ เช่น 1 ปุ่มให้ทำการเปิด-ปิด 1 วงจร (Individual Control) หรือ 1 ปุ่มให้ทำการเปิด-ปิด หลายๆ วงจร (Group Control)
- 2.21.33 การตั้ง Address สามารถโปรแกรม หรือ เปลี่ยนแปลงโปรแกรม ได้จากห้องควบคุมหลัก โดยการโปรแกรมผ่านทาง Computer
- 2.21.34 ระบบต้องมีความเชื่อถือได้ โดยอุปกรณ์ทุกตัวต้องมี CPU Built-in อยู่ภายในและถ้าหาก CPU ตัวหนึ่งตัวใดเสีย หรือ ขัดข้อง จะต้องไม่ทำให้ระบบมีปัญหา หรือ หยุดทำงาน

- 2.21.35 หน่วยความจำที่ใช้ในระบบต้องเป็นแบบ non-volatile memory (EEPROM) เพื่อ
- 2.21.36 รองรับกรณีที่ไฟฟ้าดับ ซึ่งข้อมูลที่ถูกโปรแกรมไว้ในอุปกรณ์จะต้องไม่สูญหาย
- 2.21.37 สวิตช์แต่ละตัวต้องสามารถทำหน้าที่ให้ทำงานอย่างหนึ่งอย่างใดได้ เช่น เป็นสวิตช์เปิด-ปิด (on/off), สวิตช์หรี่ไฟ (Dimming), สวิตช์เปิด-ปิดเป็นกลุ่ม (Group) หรือ สวิตช์หน่วงเวลา (Delay Time) ภายในตัวเดียวกัน เพื่อความยืดหยุ่นในการออกแบบ ติดตั้ง หรือ ใช้งาน
- 2.21.38 ชุดรีเลย์ (Relay Unit)
- 2.21.39 ต้องมีขนาดหน้าสัมผัสทนกระแสไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 10A. หรือ 20A.
- 2.21.40 รีเลย์ต้องสามารถตั้งเงื่อนไขการทำงานเพื่อรองรับกรณีไฟฟ้าดับได้ เช่น กรณีเกิดไฟฟ้าดับแล้ว กลับมารีเลย์ต้องสามารถกำหนดเงื่อนไขได้ว่าจะให้ เปิด หรือ ปิด หรือ คงสถานะเดิม
- 2.21.41 แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply Unit)
- 2.21.42 ทำหน้าที่แปลงไฟจาก 220 VAC เป็น 36 VDC (Safety Extra Low Voltage ; SELV) และจ่ายกระแสไฟให้กับอุปกรณ์ในระบบผ่านทางสาย UTP Cat.5 (โดยลักษณะการต่อขนานลงบนสายสัญญาณ)
- 2.21.43 Power Supply Unit 1 ตัว ต้องสามารถเลี้ยงอุปกรณ์เฉพาะในส่วน C-Bus Input Unit ได้ประมาณ 15 ตัว
- 2.21.44 สายสัญญาณควบคุมที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ ให้ใช้สาย UTP Cat.5 โดยให้เดินแยกท่อกับสายระบบอื่น
- 2.21.45 ระยะทางระหว่างอุปกรณ์ ถึง อุปกรณ์ ต้องสามารถเดินได้ไกลถึง 1,000 เมตร (แต่ถ้าเกินจากที่กำหนดจะต้องออกแบบให้ใช้ Network Bridge เพื่อเพิ่มระยะทาง)
- 2.21.46 ผู้สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ จะต้องมีความหนาของเหล็กไม่น้อยกว่า 1 มม. และ ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม อุปกรณ์ในระบบประกอบด้วย
- 1) ชุดศูนย์ควบคุมกลาง (Centralized Control Switch) ประกอบด้วย
 - 2) คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล 1 ชุด พร้อมซอฟต์แวร์อย่างน้อยดังนี้
 - 3) ระบบปฏิบัติการ (Operating System) สำหรับ Window 98 หรือ Window NT
 - 4) โปรแกรมสำหรับกำหนด Address (C-Bus Installation Software)
 - 5) โปรแกรมสำหรับควบคุมและสั่งการ (Energy Management and Control Software)
 - 6) ชุดติดต่อสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ (PC Interface)
 - 7) แผงควบคุมรีเลย์ และ/หรือ ชุดหรี่ไฟ แต่ละตู้ประกอบด้วย
 - 8) ชุดแหล่งจ่ายไฟ (Power Supply Unit) ถ้ากำหนดให้มี
 - 9) ชุดรีเลย์ (Relay Unit) มีจำนวนตามแบบ

- 10) ชุดหรี่ไฟ (Dimmer Unit) มีจำนวนตามแบบ
- 11) สวิตช์เปิด-ปิดพร้อมหลอด LED (Override Switch with LED) มีจำนวนตาม Relay ซึ่งติดตั้งอยู่
ด้านในของตู้
- 12) ตู้ (Panel)
- 13) สวิตช์ตามจุด (Key Input Unit) จำนวนตามแบบ
- 14) สวิตช์บรรยากาศ (Scene Switch) ถ้ากำหนดให้มี
- 15) ตัวตรวจวัดแสง (Light Level Sensor) ถ้ากำหนดให้มี
- 16) ตัวตรวจจับความเคลื่อนไหว (Occupancy Sensor) ถ้ากำหนดให้มี

2.21.47 การติดตั้งและทดสอบ

- 2.21.48 ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งระบบนี้ตามคำแนะนำของผู้ผลิต ในกรณีอุปกรณ์ประกอบ หรือ การติดตั้ง
อื่นใดที่นอกเหนือจากที่กำหนดไว้ในรายละเอียด ให้ยึดถือแบบอุปกรณ์ประกอบของระบบเป็น
หลัก

2.22รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะหลอดไฟฟ้า LED พร้อมติดตั้ง

คุณลักษณะทางเทคนิค

- 2.22.1 หลอดไฟ LED ชนิด STD 1200 mm ค่ากำลังไฟฟ้าไม่เกิน $18W \pm 10\%$ และมีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่า
ที่กำหนดดังนี้
- 2.22.2 สามารถรองรับแรงดันไฟฟ้าที่ 220 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์
- 2.22.3 มีประสิทธิภาพการส่องสว่าง (Efficiency) 100-120 ลูเมนต่อวัตต์
- 2.22.4 ค่ามุมกระจายแสงของหลอด 180-270 องศา
- 2.22.5 ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power factor) ไม่น้อยกว่า 0.95
- 2.22.6 ค่าความเพี้ยนฮาร์โมนิกทั้งหมดของกระแส (THDi) < 6%
- 2.22.7 ค่าความถูกต้องของสี (CRI) ไม่น้อยกว่า 80
- 2.22.8 อุณหภูมิสี 5500-6000 K \pm 500
- 2.22.9 มีอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชากแรงดัน (Surge Protection) 2 kV และมีวงจรป้องกันการลัดวงจร
- 2.22.10 ช่วงอุณหภูมิขณะทำงาน (Operating temperature) อยู่ระหว่าง 0-45 องศาเซลเซียส
- 2.22.11 ตัวหลอดไฟมีสีขาวขุ่น ทามาจากโพลีคาร์บอเนตและไมนาไฟฟ้า
- 2.22.12 ชุดหลอด LED ต้องมีใบอนุญาตตามมาตรฐาน มอก.1955-2551 (บริษัทที่ส่องสว่างและบริษัท
ที่คล้ายกัน : ชิดจากัดสัญญาณวิทย์)
- 2.22.13 ชนิดขั้วหลอด G13 และขนาด Dimension หลอด ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก.236-2548

- 2.22.14 ชุดหลอด LED ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน RoHS (Restriction of Hazardous Substance)
- 2.22.15 ชุดหลอด LED ต้องผลิตและประกอบจากโรงงานที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001
- 2.22.16 สามารถใช้ทดแทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 ขนาด 36 วัตต์
- 2.22.17 ต้องผ่านมาตรฐานการทดสอบ EMC โดยอ้างอิงตามมาตรฐาน IEC/EN55015, IEC/EN61000-3-2, IEC/EN61000-3-3 และ IEC/EN61547 หรือเทียบเท่า
- 2.22.18 หลอดไฟ LED ต้องผ่านการทดสอบมาตรฐานความปลอดภัยตาม IEC/EN 62776 หรือเทียบเท่า
- 2.22.19 หลอดไฟ LED จะต้องมีการแสดงชื่อผู้ผลิตหรือโรงงานที่ผลิต หรือเครื่องหมายการค้าและรุ่นของผลิตภัณฑ์ให้เห็นอย่างชัดเจนและถาวร
- 2.22.20 หลอดไฟ LED ต้องผ่านการทดสอบทางแสงและทางไฟฟ้าตามมาตรฐาน IES LM-79
- 2.22.21 ผู้เสนอราคาต้องมีใบรับรองการผลิตเม็ด LED พร้อมแนบหนังสือรับรองจากผู้ผลิตเม็ด LED
- 2.22.22 ได้รับเครื่องหมายประหยัดไฟ ฉลากเบอร์ 5 จากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
- 2.22.23 หลอดไฟ LED ชนิด STD 600 mm ค่ากำลังไฟฟ้าไม่เกิน $10W \pm 10\%$ และมีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่าที่กำหนดดังนี้
- 2.22.24 สามารถรองรับแรงดันไฟฟ้าที่ 220 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์
- 2.22.25 มีประสิทธิภาพการส่องสว่าง (Efficiency) 100-120 ลูเมนต่อวัตต์
- 2.22.26 ค่ามุมกระจายแสงของหลอด 180-270 องศา
- 2.22.27 ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power factor) ไม่น้อยกว่า 0.95
- 2.22.28 ค่าความเพี้ยนฮาร์มอนิกทั้งหมดของกระแส (THDi) < 6%
- 2.22.29 ค่าความถูกต้องของสี (CRI) ไม่น้อยกว่า 80
- 2.22.30 อุณหภูมิสี 5500-6000 K \pm 500
- 2.22.31 มีอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชากแรงดัน (Surge Protection) 2 kV และมีวงจรป้องกันการลัดวงจร
- 2.22.32 ช่วงอุณหภูมิขณะทำงาน (Operating temperature) อยู่ระหว่าง 0-45 องศาเซลเซียส
- 2.22.33 ตัวหลอดไฟมีสีขาวยุ่น ทามาจากโพลีคาร์บอเนตและไม้นาไฟฟ้า
- 2.22.34 ชุดหลอด LED ต้องมีใบอนุญาตตามมาตรฐาน มอก.1955-2551 (บริษัทที่ส่องสว่างและบริษัทที่คล้ายกัน : ชิดจาดัดส์ยูนิฟายวิทย์)
- 2.22.35 ชนิดขั้วหลอด G13 และขนาด Dimension หลอด ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก.236-2548
- 2.22.36 ชุดหลอด LED ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน RoHS (Restriction of Hazardous Substance)
- 2.22.37 ชุดหลอด LED ต้องผลิตและประกอบจากโรงงานที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001
- 2.22.38 สามารถใช้ทดแทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 ขนาด 18 วัตต์

- 2.22.39 ต้องผ่านมาตรฐานการทดสอบ EMC โดยอ้างอิงตามมาตรฐาน IEC/EN55015, IEC/EN61000-3-2, IEC/EN61000-3-3 และ IEC/EN61547 หรือเทียบเท่า
- 2.22.40 หลอดไฟ LED ต้องผ่านการทดสอบมาตรฐานความปลอดภัยตาม IEC/EN 62776 หรือเทียบเท่า
- 2.22.41 หลอดไฟ LED จะต้องมีการแสดงชื่อผู้ผลิตหรือโรงงานที่ผลิต หรือเครื่องหมายการค้าและรุ่นของผลิตภัณฑ์ให้เห็นอย่างชัดเจนและถาวร
- 2.22.42 หลอดไฟ LED ต้องผ่านการทดสอบทางแสงและทางไฟฟ้าตามมาตรฐาน IES LM-79
- 2.22.43 ผู้เสนอราคาต้องมีใบรับรองการผลิตเม็ด LED พร้อมแนบหนังสือรับรองจากผู้ผลิตเม็ด LED

2.23 เงื่อนไขทั่วไป

- 2.23.1 รับประกันผลิตภัณฑ์ 5 ปี เบื้องต้นให้ทางผู้ขายสำรองหลอด LED ว่างจำนวน 2% ของจำนวนหลอดทั้งหมดที่ติดตั้ง สำหรับการซ่อมแซมความชำรุดของวัสดุอุปกรณ์ที่ติดตั้ง ผู้ขายจะต้องดำเนินการภายใน 5 วัน นับจากวันที่ได้รับแจ้งจากทางสถาบัน หรือสถาบันจะดำเนินการเปลี่ยนแปลงโดยใช้หลอดไฟที่สำรองไว้ และส่งคืนหลอดที่เสีย ซึ่งผู้ขายจะต้องจัดหาทดแทนให้มีจำนวนสำรองเท่าเดิม
 - 2.23.2 จะต้องติดตั้งหลอด LED แทนหลอดฟลูออเรสเซนต์เดิมของสถาบันฯ และต้องถอด ballast และ Starter รวมทั้งหลอดเดิมออกให้เรียบร้อย
 - 2.23.3 ผู้ขายจะต้องรับซื้อวัสดุที่ได้จากการรีไซเคิลหลอดไฟฟ้าเดิม ที่สถาบันไม่ประสงค์จะใช้งานตามราคาตลาด หรือกรณีที่ไม่สามารถรับซื้อได้ ผู้ขายจะต้องขนย้ายและนำไปกำจัดโดยต้องแนบเอกสารโรงงานที่ได้รับใบอนุญาตตามหลักเกณฑ์การกำจัดวัสดุที่มีพิษตามประกาศกรมควบคุมมลพิษ มาพร้อมกับเอกสารเสนอราคา พร้อมใบรับรองยินยอมจากโรงงานที่จะรับหลอดไฟของเดิมที่รีไซเคิลไปทำลายตามกระบวนการของโรงงานที่ได้รับมาตรฐานดังกล่าว
 - 2.23.4 ผู้ขายต้องรับผิดชอบกรณีที่ทำขั้วหลอดไฟที่ทำการเปลี่ยนเสียหาย
 - 2.23.5 การต่อสายต้องใช้ข้อต่อหรือไวร์นัท
 - 2.23.6 ผู้เสนอราคาต้องแนบรายงานผลการทดสอบเฉพาะแบบ (Type Test Reports) ของหลอดไฟฟ้า LED ว่ามีคุณสมบัติเป็นไปตามข้อ 4.1, ข้อ 4.2 จากห้องปฏิบัติการของราชการ หรือห้องปฏิบัติการภายใต้การกำกับของรัฐ หรือห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองความสามารถตามมาตรฐานเลขที่ มอก. 17025 หรือห้องทดสอบที่ได้มาตรฐาน ISO/IEC17025
- เม็ด LED (LED Chip) มีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 40,000 ชั่วโมง ซึ่งยังคงค่าลักษณะการส่องสว่างอยู่ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 พร้อมแนบเอกสารรับรองผลการทดสอบค่าความส่องสว่างตามมาตรฐาน IES LM-80 และคำนวณ

อายุตามมาตรฐาน IES TM-21 จากผู้ผลิตเม็ด LED ได้แก่ Nichia หรือ Cree หรือ Lumi led หรือ LG หรือ Osram หรือเทียบเท่า

2.24 มาตรฐานวัดแบบดิจิตอล (DIGITAL METER)

2.24.1 ความต้องการทั่วไป

เครื่องมือวัดต้องเป็นแบบดิจิตอลและสามารถทำงานได้เป็นอย่างดี ใช้สำหรับวัดค่าทางไฟฟ้า ภายใต้เงื่อนไข ดังต่อไปนี้:

1) มาตรฐาน

- เครื่องมือวัดดิจิตอลต้องผลิตและรับรองจากมาตรฐานสากลคุณภาพจากยุโรปหรืออเมริกา และตามมาตรฐานการทดสอบความแม่นยำ (Accuracy) จาก UL or IEC

Active Energy Class : IEC62053-22 Class 0.5S

Reactive Energy Class : IEC62053-24 Class 2

2) มาตรฐานวัดแบบดิจิตอลสำหรับแผงสวิตช์จ่ายไฟ (Distribution Board) ควรมีลักษณะและคุณสมบัติ ดังต่อไปนี้

- การแสดงผล 96 x 96 with Backlit LCD screen. PERCENT CURRENT BAR-GRAPH.
- การรับกระแสจาก CT ปรับ Secondary CT ได้ทั้ง 1A และ 5A
- การทนกระแสเกิน Continuous 20A, 10s/hr50A, 1s/hr 500A
- การรับแรงดันจากแหล่งจ่าย แรงดัน L-L 50...650VAC
แรงดัน L-N 20...400VAC
- ย่านความถี่ 45...65 Hz
- Power Supply ที่ต้องการ Alternating voltage 110 ... 400 VAC
± 10 %
- อุณหภูมิการใช้งาน 10 ... + 70 °C
- ความชื้นสัมพัทธ์ 95%
- การแสดงค่า Harmonic Individual Harmonic 3rd, 5th,
7TH..UP TO 25ST
(UP TO 31ST VIA RS485) THD U, THD I
- Memory 256 kB
- ค่าความแม่นยำ (Accuracy) Class 0.5S
(ACCORDING TO IEC 62053-22)

2.25 เครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า (Power Quality Meter)

คุณสมบัติตามรายการดังต่อไปนี้

2.25.1 มาตรฐานความปลอดภัย

- 1) IEC 61010-1 (ข้อกำหนดความปลอดภัยสำหรับการตรวจวัดทางไฟฟ้า)
- 2) IEC 61010-2-30 (ข้อกำหนดความปลอดภัยเฉพาะสำหรับการตรวจวัดทางไฟฟ้า)
- 3) IEC 62052-11 (การทดสอบและเงื่อนไขการทดสอบสำหรับมิเตอร์ไฟฟ้า)
- 4) IEC 62052-31 (ข้อกำหนดความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์สำหรับมิเตอร์ไฟฟ้า)

2.25.2 มาตรฐานความสามารถในการทนแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Immunity)

- 1) IEC 61000-4-2 (การทดสอบการคายประจุไฟฟ้าสถิต)
- 2) IEC 61000-4-3 (การทดสอบความสามารถในการทนการแผ่รังสีสนามแม่เหล็ก)
- 3) IEC 61000-4-4 (การทดสอบความสามารถในการทนแรงดันทรานเซียนท์)
- 4) IEC 61000-4-5 (การทดสอบความสามารถในการทนแรงดันเสิร์จ)
- 5) IEC 61000-4-6 (การทดสอบความสามารถในการทนการเหนี่ยวนำจากแม่เหล็กไฟฟ้าผ่านสายตัวนำ)
- 6) IEC 61000-4-7 (การทดสอบการวัดฮาร์โมนิกส์และอินเทอร์ฮาร์โมนิกส์)
- 7) IEC 61000-4-8 (การทดสอบความสามารถในการทนสนามแม่เหล็กจากระบบไฟฟ้า)
- 8) IEC 61000-4-11 (การทดสอบความสามารถในการทนต่อแรงดันตก แรงดันไฟฟ้าหายไปชั่วขณะ และแรงดันไฟฟ้าเปลี่ยนแปลง)
- 9) IEC 61000-4-12 (การทดสอบความสามารถในการทนต่อคลื่นแกว่งที่ถูกลบวงจร)

2.25.3 มาตรฐานการปล่อยแม่เหล็กไฟฟ้า

- 1) IEC 61000-3-2 (ขีดจำกัดในการปล่อยกระแสฮาร์โมนิกส์ สำหรับอุปกรณ์ขนาดน้อยกว่า 16 แอมแปร์ต่อเฟส)
- 2) IEC 61000-3-3 (ขีดจำกัดที่ทำให้เกิดแรงดันกระเพื่อมและการแปรเปลี่ยนของแรงดันในระบบจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำ สำหรับอุปกรณ์ขนาดน้อยกว่า 16 แอมแปร์)

2.25.4 มาตรฐานการตรวจวัด

- 1) IEC 61000-4-30, Edition 2, Class S รับรองโดยสถาบันที่น่าเชื่อถือ
- 2) IEC 62053-22, Class 0.2S รับรองโดยสถาบันที่น่าเชื่อถือ
- 3) IEC 62053-23, Class 2S รับรองโดยสถาบันที่น่าเชื่อถือ
- 4) IEC 62053-24, Class 0.5S
- 5) IEC/EN 61557-12

2.25.5 มาตรฐานการสื่อสาร

- 1) IEC 61850 รับรองโดยสถาบันที่น่าเชื่อถือ
- 2) เครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า (Power Quality Meter) ควรจะมีคุณสมบัติตามรายการดังต่อไปนี้
 - 1) เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานร่วมกับซอฟต์แวร์ StruxureWare Power Monitoring Expert หรือ Power SCADA Expert ได้โดยไม่ต้องดัดแปลงใดๆ
 - 2) ช่องรับแรงดันไฟฟ้าขาเข้า
 - 3) มีช่องรับแรงดันไฟฟ้าขาเข้า ไม่น้อยกว่า 3 ช่องรับ และช่องรับกระแสไฟฟ้าขาเข้า ไม่น้อยกว่า 4 ช่องรับ
 - 4) สามารถรองรับแรงดันไฟฟ้า ได้ถึง 347 VLN/600 VLL (UL) และ 400 VLN/690 VLL (IEC)

2.25.6 แรงดันไฟฟ้าใช้งาน

- 1) 90 V AC ถึง 415 V AC +/- 10% (45 ถึง 65 Hz), 90 V AC ถึง 120 V AC +/- 10% (400 Hz) หรือ 120 V DC ถึง 300 V DC +/- 10%
- 2) สามารถทำงานต่อเนื่องได้แม้ว่าแหล่งจ่ายไฟขาดหายไป 10 รอบคลื่น โดยที่ยังสามารถตรวจจับเหตุการณ์ต่าง ๆ ในขณะที่แหล่งจ่ายไฟขาดหายไป

2.25.7 สภาวะแวดล้อม

- 1) อุณหภูมิใช้งานปกติ -25 ถึง 70 °C (-13 ถึง 158 °F).
- 2) สามารถติดตั้งที่สภาวะแวดล้อมระดับความสูง 3000 เมตร(9843 ฟุต) ความชื้นสัมพัทธ์ 5% - 95% โดยไม่ควบแน่น (จนถึงอุณหภูมิจุดน้ำค้างที่ 37 °C) การป้องกันมลภาวะระดับ 2

2.25.8 ค่าจากการตรวจวัด

- 1) แรงดัน: ระหว่างสาย (L-L) ต่อเฟส , ระหว่างสาย (L-L) เฉลี่ยสามเฟส , ระหว่างสายและนิวทรอล (L-N) ต่อเฟส, ระหว่างสายและนิวทรอล (L-N) เฉลี่ยสามเฟส และ แรงดันไม่สมดุล (Unbalance)
- 2) กระแส:ต่อเฟส, นิวทรอล (จากการตรวจวัด), เฉลี่ยสามเฟส และกระแสไม่สมดุล (Unbalance)
- 3) กำลังไฟฟ้า:กำลังงานไฟฟ้าจริง (kW) (ต่อเฟส,รวม 3 เฟส), กำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ (kVAr) (ต่อเฟส ,รวม 3 เฟส), กำลังไฟฟ้าปรากฏ (kVA) (ต่อเฟส,รวม 3 เฟส)
- 4) ค่าตัวประกอบกำลัง: ค่า True PF (ต่อเฟส, รวม 3 เฟส), ค่า Displacement PF (ต่อเฟส, รวม 3 เฟส)
- 5) พลังงาน: พลังงานสะสม (kWh, kVARh, kVAh), ผลต่างพลังงานที่เพิ่มขึ้น (kWh, kVARh, kVAh)
- 6) ต่ำสุด/สูงสุด: สามารถแสดงค่าสูงสุดต่ำสุด ของทุกพารามิเตอร์ที่ถูกวัดได้

2.25.9 ค่าจากการคำนวณ

- 1) การคำนวณทางคณิตศาสตร์ การบวก การลบ การคูณ การหาร เลขยกกำลัง ค่าสมบูรณ์ รากที่สอง ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ยรากที่สอง ค่ารวม ผลบวกของค่ายกกำลังสอง, ปรับค่าบวก/ลบ, การปิดตัวเลขขึ้น, การปิดตัวเลขลง, การหาค่าเศษเหลือ, เลขชี้กำลัง, ค่า PI
 - 2) ฟังก์ชันตรีโกณมิติ COS, SIN, TAN, ARCCOS, ARCSIN, ARCTAN, LN, LOG10
 - 3) ฟังก์ชันตรรกศาสตร์; =, =>, <=, <>, <, >, AND, OR, NOT, IF
 - 4) ฟังก์ชันเชิงเส้นของ Thermocouple ; Type J, Type K, Type R, Type RTD, Type T.
 - 5) การแปลงหน่วยของอุณหภูมิ; oC เป็น oF, oF เป็น oC
- 2.25.10 การตรวจจับสัญญาณ (Sampling)
- 1) ตรวจจับค่าต่อเนื่อง 256 ค่าต่อหนึ่งรูปคลื่น
- 2.25.11 คุณภาพไฟฟ้า
- 1) สามารถตรวจจับรูปคลื่น (Waveform Capture) ในทุกๆช่องแรงดันไฟฟ้าขาเข้าและช่องกระแสไฟฟ้าขาเข้า
 - 2) สามารถตรวจจับแรงดันไฟฟ้าตกและแรงดันไฟฟ้าเกินชั่วขณะ (Sag/Swell) ในระดับครึ่งรูปคลื่น (Half-cycle Basis)
 - 3) สามารถตรวจจับทิศทางของเหตุการณ์ผิดปกติทางไฟฟ้า (Directional Disturbance Detection)
- 2.25.12 หน่วยความจำ
- 1) ต้องมีหน่วยความจำชนิด Non-volatile อย่างน้อย 384 MB
 - 2) เมื่อมีการสูญเสียแหล่งจ่ายไฟอย่างกะทันหันยังสามารถจัดเก็บข้อมูลสำคัญและข้อมูลค่าไฟได้
 - 3) เก็บรักษาข้อมูลทั้งหมดในหน่วยความจำเป็นระยะเวลา 15 ปี โดยไม่มีแหล่งจ่ายไฟ
 - 4) สัญญาณนาฬิกาแบบเรียลไทม์ (RTC) พร้อมแบตเตอรี่สำรอง เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างน้อย 7 ปี โดยไม่มีแหล่งจ่ายไฟ เมื่อเริ่มใช้งานครั้งแรก และ 10 ปี ถ้ายังไม่มีการใช้งาน
 - 5) สามารถติดตั้งแบตเตอรี่ทำงานได้ โดยไม่ต้องมีการถอดเครื่องวัด
 - 6) การบันทึกเวลาในเหตุการณ์: ความละเอียดของเวลาควรอยู่ที่ระดับ 1 มิลลิวินาที
 - 7) เวลาที่บันทึกสามารถซิงโครไนซ์ได้ในช่วง +/- 1 มิลลิวินาที (โดยใช้ GPS Serial Input หรือ IRIG-B Digital Input).
 - 8) ช่วงเวลาในการตอบสนองเพื่อบันทึกเหตุการณ์ไม่ควรมากกว่า 1/2 รูปคลื่น (8.3 มิลลิวินาที สำหรับระบบ 60 เฮิร์ต, 10 มิลลิวินาที 50 เฮิร์ต) สำหรับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว และ 1 วินาทีสำหรับเหตุการณ์อื่นๆ
 - 9) มีความสามารถในการรองรับการบันทึกไม่น้อยกว่า 50 รายการที่ไม่เกี่ยวเนื่องกัน

2.25.13 การแจ้งเตือน

- 1) ในการแจ้งเตือนแต่ละครั้ง สามารถประเมินได้พร้อมกันไม่ต่ำกว่า 65 จุด ใน 1 วินาที หรือในครึ่งรูปคลื่น โดยผู้ใช้สามารถเลือกได้
- 2) ความละเอียดในระดับมิลลิวินาที สำหรับการบันทึกในแต่ละรายการ
- 3) สามารถเริ่มต้นการบันทึกข้อมูลจากการแจ้งเตือน

2.25.14 พอร์ตการสื่อสาร

- 1) มีพอร์ต Ethernet 10/100 Switch (มีสองพอร์ตใช้ในเน็ตเวิร์คเดียวกัน)
- 2) รองรับโปรโตคอล RSTP (Rapid Spanning Tree Protocol)
- 3) สถาปัตยกรรมแบบ Daisy Chain Loop (Redundant Upstream Network Connections)
- 4) มี Gateway Ethernet to RS-485 ในตัว
- 5) มีพอร์ต Serial RS-485.
- 6) โปรโตคอลการสื่อสาร
- 7) รองรับโปรโตคอล Ethernet (Multiple, Concurrent Connections)
- 8) Modbus TCP, ION TCP, IEC61850, DNP 3.0 TCP, NTP / SNTP (การปรับเทียบเวลา).
- 9) 24.15.2 รองรับโปรโตคอล Serial
- 10) Modbus RTU, ION, DNP 3.0

2.25.15 I/O พอร์ต

- 1) มีพอร์ต 27 สัญญาณขาเข้าแบบดิจิทัล (Digital Input) ที่ความละเอียด 1 มิลลิวินาที
 - รองรับสัญญาณ Unmodulated IRIG-B สำหรับการปรับเทียบเวลา
- 2) รองรับการขยายช่องสัญญาณขาเข้าและขาออกสำหรับดิจิทัล (Digital I/O) และอนาล็อก (Analog I/O) ได้ถึง 4 โมดูลสำหรับการติดตั้งหน้างาน โดยไม่จำเป็นต้องเพิ่มแหล่งจ่ายไฟ

2.25.16 การแสดงผลหน้าเว็บ

- 1) แสดงข้อมูลคุณภาพไฟฟ้า
- 2) แสดงข้อมูลตามแบบเรียลไทม์และข้อมูลย้อนหลัง (แบบตารางและแบบกราฟฟิก)
- 3) แสดงข้อมูลฮาร์โมนิกส์รายอันดับจนถึงลำดับที่ 63
- 4) แสดงเฟสเซอร์ไดอะแกรม
- 5) แสดงกราฟแนวโน้ม (Trend) ของแรงดัน, กระแส, ความถี่และกำลังไฟฟ้า
- 6) แสดงหน้าเว็บที่ผู้ใช้กำหนดขึ้นเอง เป็นข้อมูลจากเครื่องมือวัดตัวหลักและ/หรือข้อมูลที่ถูกรวบรวมผ่านทาง Modbus Master ของเครื่องวัด.

2.25.17 ส่วนหน้าจอแสดงผล

- 1) แสดงผลแบบสี สามารถเป็นลักษณะที่ติดมาพร้อมตัวเครื่องวัดหรือแยกออกจากตัวเครื่องวัด
- 2) แสดงผลหลายภาษา เช่น ภาษาอังกฤษ ฝรั่งเศส สเปน เยอรมัน อิตาลี โปรตุเกส รัสเซีย และจีน หรือภาษาอื่นๆ นอกเหนือจากนี้

2.26 บัสเวย์ (BUSWAY)

ข้อกำหนดทางเทคนิค (TECHNICAL SPECIFICATION)

2.26.1 มาตรฐาน

มาตรฐานวิธีการติดตั้ง การผลิต รวมถึงการรองรับบัสเวย์ และอุปกรณ์ประกอบต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 61439-6 : 2012 BUSBAR TRUNKING SYSTEM (BUSWAY) และโรงงานผู้ผลิตต้องได้รับการตรวจสอบรับรองการรักษาคุณภาพการผลิตทุกปี (YEARLY INSPECTION BY KEMA KEUR) พร้อมทั้งแนบ CERTIFICATE ผลการทดสอบทุกพิกัดกระแสที่เสนอให้กับโครงการ เพื่ออนุมัติก่อนส่งผลิต

2.26.2 ข้อกำหนดทั่วไป

- 1) บัสเวย์ทั้งชนิด FEEDER และ/หรือ PLUG-IN ที่ใช้ต้องประกอบด้วยบัสบาร์ที่ทำด้วยทองแดงหรืออลูมิเนียม ตามที่กำหนดในแบบ อยู่ในกล่องหุ้มปิด (TOTALLY ENCLOSED NON-VENTILATED HOUSING) เพื่อป้องกันฝุ่น และความเสียหายทางกล
- 2) ท่อน (SECTION) ของบัสเวย์ทั้งชนิด PLUG-IN และ FEEDER สามารถติดตั้งโดยต่อกัน หรือสลับแทนกันได้ (INTERCHANGEABLE) โดยไม่ต้องมีอุปกรณ์พิเศษช่วย การติดตั้งต้องใช้ท่อนที่มีความยาวมาตรฐานให้มากที่สุด และใช้ท่อนที่มีความยาวพิเศษตามที่จำเป็น เพื่อเป็นไปตามสภาพของสถานที่ติดตั้ง
- 3) บัสเวย์ที่ติดตั้งในแนวนอนต้องมีที่รองรับ (HANGER) ทุกระยะไม่เกิน 1.5 เมตร และไม่เกิน 4.8 เมตร ในแนวดิ่ง
- 4) บัสเวย์ที่ติดตั้งภายนอกอาคารต้องเป็นชนิดกันน้ำ (WEATHER PROOF) โดยมีระดับการป้องกันน้ำไม่น้อยกว่า IP66 พร้อมติดตั้ง CANOPY และบัสเวย์ที่ติดตั้งภายในอาคารจะต้องมีระดับการป้องกันน้ำไม่น้อยกว่า IP55 บัสเวย์ที่ติดตั้งทะเล่พื้น หรือผนังกันไฟต้องมีวัสดุกันไฟลาม (FIRE STOP, FIRE BARRIER) ติดตั้ง ปลายของบัสเวย์ทั้งหมดต้องมีฝาครอบปิด (END CAP)
- 5) บัสเวย์ต้องติดตั้งในสถานที่ที่ได้พิจารณาแล้วว่า ไม่เกิดความเสียหายทางกายภาพแก่บัสเวย์ จุดต่อ (JOINT) ต่างๆ ของบัสเวย์ต้องสามารถเข้าไปบำรุงรักษาได้
- 6) บัสเวย์ทั้งชนิด FEEDER และ PLUG ต้องเป็นแบบ 3P 5W 100%N WITH 50% INTERNAL GROUND BAR

- 7) อุณหภูมิของบัสเวย์ขณะใช้งานเต็มพิกัด (RATED LOAD CURRENT) ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 61439-6: 2012 BUSBAR TRUNKING SYSTEM (BUSWAY)
- 8) BUSDUCT จะต้องมีการติดตั้ง THERMAL INDICATOR เพื่อใช้ในการตรวจสอบอุณหภูมิเบื้องต้นของ BUSDUCT
- 9) บัสเวย์ จะต้องทดสอบ TEMPERATURE RISE ตามมาตรฐาน IEC 61439-6 ทั้งในแนว VERTICAL และ HORIZONTAL
- 10) แรงดันไฟฟ้าตก (VOLTAGE DROP)
- 11) แรงดันไฟฟ้าตก (VOLTAGE DROP) ของบัสเวย์มีค่าไม่มากกว่า 3.9 VOLT สำหรับแบบ FEEDER และ สำหรับแบบ PLUG-IN มีค่าไม่มากกว่า 2.0 VOLT
- 12) การทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจร
- 13) บัสเวย์ทุกชนิด และทุกขนาดต้องทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจร ได้ไม่น้อยกว่าตามที่ระบุในแบบ

2.26.3 คุณสมบัติ

- 1) บัสบาร์ (BUSBAR)
 - บัสบาร์ ต้องทำด้วยทองแดง (98%) CONDUCTIVITY) หรืออลูมิเนียม (55% CONDUCTIVITY)
 - บัสบาร์ทั้งชนิดทองแดง และชนิดอลูมิเนียมต้องเคลือบตีบุก หรือเงิน ด้วยไฟฟ้า โดยหุ้มฉนวน CLASS B ชนิด EPOXY (130 องศาเซลเซียส) หรือดีกว่า ตลอดความยาวของบัสบาร์ ยกเว้นส่วนที่เป็นหน้าสัมผัส
- 2) กล่อง (HOUSING)
 - กล่องหุ้มของบัสเวย์ต้องทำมาจาก EXTRUDED ALUMINUM เพื่อป้องกันการผุกร่อนที่เกิดเนื่องจากความชื้นอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบบัสเวย์ ต้องผ่านการเคลือบเพื่อป้องกันการผุกร่อน
 - กล่องหุ้มบัสเวย์ต้องปิดสนิท โดยที่อากาศไม่สามารถเข้าออกได้ เพื่อป้องกันการสะสมของฝุ่นละออง
 - บัสเวย์แบบ PLUG-IN ท่อนมาตรฐานจะต้องมีช่องเปิดสำหรับนำกระแสไปใช้งาน เป็นชนิดฝาปิดอย่างน้อย 3 ช่องต่อความยาว 10 ฟุต หรือตามความเหมาะสมของการติดตั้งจริง
- 3) จุดต่อ (JOINT)
 - จุดต่อสำหรับบัสเวย์ให้ใช้สลักเกลียวชนิด SINGLE BOLT TYPE ร้อยทะลุผ่านบัสเวย์
 - จุดต่อของบัสเวย์ต้องสามารถปรับระยะได้ไม่น้อยกว่า +/- 0.5 นิ้ว
 - การขัน และการตรวจสอบความตึงของสลักเกลียว สามารถทำจากด้านหน้าได้ โดยที่ไม่ต้องดับไฟบัสเวย์ แต่ละช่วงสามารถถอดออกได้ โดยไม่ต้องรื้อถอนช่วงอื่น ๆ

4) ช่องเดิน (PLUG-IN-OPENING)

- ช่องเปิดของบัสเวย์ต้องมีอุปกรณ์รองรับที่แข็งแรงพอจะรับกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้ การติดตั้งที่รองรับ (HANGER) สำหรับบัสเวย์ชนิด PLUG-IN ต้องไม่กีดขวาง หรือปิดบังช่องเปิดของบัสเวย์ ถึงแม้ว่าช่องเปิดนั้น ๆ จะไม่มี PLUG-IN-UNIT มาต่อด้วย

5) PLUG-IN-UNIT

- PLUG-IN UNIT ต้องเป็นชนิด และขนาดตามที่กำหนดในแบบ และต้องมีอุปกรณ์ป้องกันอยู่ภายใน
- -PLUG-IN-UNIT ต้องเป็นชนิดที่ตัวกล่องสามารถต่อลงดิน ก่อนที่จะสัมผัสกันของแผ่นสายเฟส เพื่อความปลอดภัยของผู้ทำงาน
- -PLUG-IN-UNIT ต้องมีอุปกรณ์ป้องกันการใส่ หรือการถอด ในขณะที่สวิตช์อยู่ในตำแหน่ง ON และต้องสามารถล็อกกุญแจฝากล่อง เพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องมาเปิดฝากล่อง
- PLUG-IN-UNIT ต้องมีอุปกรณ์ป้องกันการเปิดฝา ในขณะที่เซอร์กิตเบรกเกอร์อยู่ในตำแหน่ง ON และ ต้องมีอุปกรณ์ป้องกันไม่ให้สับสวิตช์เข้า ในขณะที่เปิดฝายอยู่
- PLUG-IN-UNIT ต้องเป็นชนิดที่มีการปลด และต่อวงจรแบบ QUICK-MAKE, QUICK-BREAK โดยใช้ HOOK STICK

2.26.4 การติดตั้งและการรับประกัน

บัสเวย์ที่ติดตั้งในโครงการ จะต้องมึผลงานการติดตั้งภายในประเทศมาแล้วไม่น้อยกว่า 10 ปีและจะต้องมีการรับประกันผลิตภัณฑ์อย่างน้อย 2 ปี

2.27ระบบบริหารจัดการพลังงาน (ENERGY MANAMENT SYSTEM)

2.27.1 โปรแกรมระบบบริหารจัดการพลังงาน (The Energy and Power Management Software – EPMS) ต้องมีความสามารถในการวิเคราะห์หา (ก) ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (Energy Performance) (ข) ระดับความสามารถในการจ่ายไฟ คุณภาพไฟฟ้า และความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้า (Power Availability, Quality and Reliability) และ (ค) ประสิทธิภาพของระบบอย่างยั่งยืน (Sustainability Performance) ทั้งนี้ยังต้องมีความสามารถ ดังนี้

- 1) การตรวจวัดแบบเรียลไทม์ (Real-time Monitoring)
- 2) การจัดการและแจ้งเตือนเมื่อเกิดเหตุผิดปกติ (Alarm and Event Management)
- 3) การวิเคราะห์หาต้นทุนค่าพลังงาน (Energy Cost Analysis)
- 4) การวิเคราะห์และแสดงผลค่ากำลังงาน ค่าพลังงาน และประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (Data Analytics and Visualization)

- 5) โปรแกรมต้องสามารถแสดงระบบบริหารจัดการพลังงานได้อย่างเหมาะสม
- 6) การตรวจสอบพลังงาน (Energy review)
- 7) การกำหนดค่าพลังงานฐาน (Energy baseline)
- 8) การกำหนดตัวชี้วัดประสิทธิภาพพลังงาน (Energy performance Indicators)
- 9) การตรวจสอบ การตรวจวัด และการวิเคราะห์ (Monitoring, measurement and analysis)
- 10) การใช้เป็นข้อมูลในการทบทวนโดยฝ่ายบริหาร (Management review)
- 11) โปรแกรมต้องสามารถขยายขนาดได้ในอนาคต และสามารถรองรับโปรแกรมประยุกต์อื่นได้ด้วย (Application Module)

2.27.2 โปรแกรมระบบบริหารจัดการพลังงาน – การตรวจวัดแบบเรียลไทม์ (Real Time Monitoring)

- 1) โปรแกรมต้องสามารถแสดงภาพกราฟฟิคทางด้านเทคนิค สำหรับผู้เชี่ยวชาญ เช่น ผู้ดูแลระบบ วิศวกรไฟฟ้า ผู้จัดการด้านพลังงาน ผู้จัดการโรงงาน และต้องสามารถแสดงค่าพลังงานอื่นๆ กระแส แรงดัน พลังงานทั้งแบบแอกทีฟ รีแอกทีฟ กำลังทั้งแบบแอกทีฟและรีแอกทีฟ ค่าพลังงานปรากฏ ค่าประกอบกำลัง และสามารถตรวจวัดและควบคุมระบบไฟฟ้าได้ด้วย
- 2) โปรแกรมต้องสามารถเชื่อมโยงจากภาพกราฟฟิคไปยังอุปกรณ์ตรวจวัดเพื่อแสดงค่าที่วัดได้เพียงผู้ใช้กดที่ mouse เพียงครั้งเดียว
- 3) โปรแกรมต้องสามารถสร้างรูปภาพของ Single Line Diagram, แผนผังโรงงาน แบบแปลนพื้นที่ รวมถึงรูปจำลองอื่นๆ ในระบบไฟฟ้าได้
- 4) โปรแกรมต้องสามารถจัดการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบได้ เช่น การตั้งค่า การดึงภาพรูปคลื่น เป็นต้น
- 5) โปรแกรมต้องสามารถจัดการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบได้ เช่น การตั้งค่า การดึงภาพรูปคลื่น เป็นต้น
- 6) โปรแกรมต้องยอมให้โปรแกรมควบคุมอื่นต่อผ่านไปยังอุปกรณ์ในระบบได้ แม้ว่าอุปกรณ์นั้นไม่ได้ใช้งานอยู่ก็ตาม
- 7) โปรแกรมต้องสามารถสร้างตารางเปรียบเทียบคู่กันแบบ REAL TIME ได้ดังนี้
 - แสดงตารางเปรียบเทียบค่าที่อ่านได้จากอุปกรณ์ จากค่าพลังงานวันก่อนและค่าการใช้พลังงานขณะนั้น
 - ยอมให้ผู้ใช้สร้าง ปรับแต่ง เลือกการแสดงค่าฟังก์ชันตามที่มีให้เลือกในโปรแกรมได้ โดยไม่ต้องมีโปรแกรมอื่นใดมาช่วย ต้องสามารถแสดงค่าของอุปกรณ์ที่มีอยู่จริงและอุปกรณ์เสมือน (VIRTUAL) ได้

- 7) ต้องสามารถนำออกข้อมูลแบบตารางนี้ไปยังโปรแกรม EXCEL ได้
- 8) การแสดงเส้นกราฟแนวโน้ม : โปรแกรมต้องสามารถแสดงกราฟแนวโน้มแบบ REAL TIME ของค่าพลังงานหรือค่าอื่นใดก็ตามที่วัดได้จากมิเตอร์ หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้า หรือตู้จ่ายไฟของระบบ MV/LV โดยกราฟแนวโน้มต้องมีความสามารถดังนี้
 - สามารถกำหนดสเกลได้แบบอัตโนมัติหรือแบบกำหนดเอง
 - สามารถขยายหรือย่อกราฟเพื่อแสดงส่วนที่สนใจได้
 - สามารถแสดงรายละเอียดของช่วงข้อมูลที่น่าสนใจเพื่อหาสาเหตุของปัญหาที่สนใจ
 - สามารถแสดงค่าของหน่วยที่ต่างกันได้ในรูปแบบกราฟ 2 แกน
 - สามารถแสดงค่าการคำนวณค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุดของกราฟแนวโน้มได้
 - สามารถกำหนดเกณฑ์ขั้นสูงหรือขั้นต่ำเพื่อเปรียบเทียบกับค่าจริงที่วัดได้
 - สามารถกำหนดแถบของค่าข้อมูลและแสดงให้เห็นขีดเมื่อค่าที่วัดได้มีค่าออกนอกแถบนี้
 - สามารถเปรียบเทียบค่าในปัจจุบันกับค่าในอดีตที่สัมพันธ์กันได้
 - สามารถนำออกข้อมูลในรูปแบบ CSV หรือ EXCEL ได้
 - สามารถแสดงกราฟแนวโน้มใน WEB BROWSER หรืออุปกรณ์พกพาได้
 - สามารถบันทึกกราฟแนวโน้มที่สร้างไว้แล้วเพื่อใช้ในอนาคตได้
 - สามารถแสดงกราฟแนวโน้มนี้ไปให้ผู้ใช้คนอื่นได้
 - สามารถแสดงกราฟแนวโน้มนี้ได้หลายกราฟในหน้าจอเดียวกัน และสามารถขยายกราฟที่ต้องการให้เต็มหน้าจอได้

2.27.3 โปรแกรมระบบบริหารจัดการพลังงาน – การแจ้งเตือนและการวิเคราะห์เหตุการณ์

- 1) โปรแกรมต้องมีการแสดงผลเป็น DASHBOARD บน WEB BROWSER
- 2) ผู้ใช้งานสามารถสร้าง ปรับแต่ง และดูข้อมูล ผ่านทาง WEB BROWSER โดยไม่ต้องมีโปรแกรมอื่นมาช่วยอีก
- 3) ผู้ใช้สามารถสร้าง DASHBOARD ได้เองโดยเลือก GADGETS มาวาง เพื่อแสดงค่าต่างๆ ดังนี้
 - รูปภาพจาก WEB อื่นๆ
 - ค่าการใช้พลังงาน
 - ค่าต้นทุนพลังงาน
 - การเปรียบเทียบการใช้พลังงาน
 - การปล่อยก๊าซ CO2
 - กราฟแนวโน้มc

- 4) ระบบต้องสามารถแสดงการนำเสนอแบบอัตโนมัติได้ เมื่อมี DASHBOARDS หลายๆ หน้า โดยกำหนดระยะเวลาได้
- 5) ระบบต้องสามารถสร้างการนำเสนอแบบอัตโนมัติของ DASHBOARD ได้ไม่จำกัด
- 6) โปรแกรมต้องสามารถจัดทำรายงานบน WEB BROWSER ได้
- 7) ระบบต้องจัดทำรายงานแสดงค่าข้อมูลในอดีตในรูปแบบที่กำหนดไว้ได้
- 8) ระบบต้องจัดทำรายงานของข้อมูลทั้งที่เป็นอุปกรณ์ที่มีอยู่จริงและอุปกรณ์เสมือนได้
- 9) ผู้ใช้งานสามารถสร้าง ปรับแต่ง และดูข้อมูล ผ่านทาง WEB BROWSER
- 10) ระบบต้องมีตัวอย่างรายงานสำเร็จรูปในเรื่อง
 - ค่าพลังงาน
 - LOAD PROFILE
- 11) ระบบต้องสามารถบันทึกข้อมูลออกได้ในรูปแบบของ HTML, PDF, TIFF, EXCEL หรือ XML
- 12) ระบบต้องสามารถรายงานผลอัตโนมัติไปยัง E-MAIL หรือเครื่องพิมพ์ตามแต่ที่กำหนดไว้ได้
- 13) ระบบต้องสามารถรายงานผลอัตโนมัติเมื่อเกิดกรณีที่ตั้งเงื่อนไขกำหนดไว้ เช่น เมื่อเกิดความผิดปกติของระบบไฟฟ้า
- 14) ระบบต้องมีความสามารถ
 - ปรับแต่งรายงาน เช่น สี รูปภาพ โลโก้ ได้อย่างสะดวก
 - เพิ่มรายงานที่มีความซับซ้อนได้
- 15) ระบบต้องมีความสามารถในการแสดงผลเกี่ยวกับ การอนุรักษ์พลังงาน Energy Awareness ดังนี้
 - แสดงข้อมูลการใช้พลังงานของ ระบบไฟฟ้าและระบบท่อต่าง ๆ (WAGES)
 - กำหนดค่าฐานได้ (BASELINES)
 - เปรียบเทียบการใช้พลังงานของแต่ละหน่วยงานได้
 - ตรวจสอบวัดการใช้พลังงานเปรียบเทียบกับค่าเป้าหมายได้
- 16) ระบบต้องช่วยสร้าง ENERGY AWARENESS โดยมีความสามารถดังนี้
 - ปรับแต่งรายงาน เช่น สี รูปภาพ โลโก้ ได้อย่างสะดวก
 - เพิ่มรายงานที่มีความซับซ้อนได้

2.27.4 โปรแกรมต้องมีความสามารถในการแจ้งเตือน ดังนี้

- 1) หน้าต่างแจ้งเตือนต้องแสดงการแจ้งเตือนที่ยังไม่รับรู้ (Active Alarm) โดยสามารถมองเห็นได้ทันทีเมื่อผู้ใช้เข้ามาใช้ระบบ
- 2) แสดงจำนวนของการแจ้งเตือนที่ยังไม่รับรู้ โดยจำแนกตามระดับของความสำคัญเป็น มาก ปานกลาง และน้อย

- 3) แสดงการแจ้งเตือนแบบเสียง และปิดเสียงแจ้งเตือนได้
- 4) สามารถให้ผู้รับรู้การแจ้งเตือนตามระดับสิทธิ์ของผู้ใช้
- 5) สามารถจัดเรียง และจัดกลุ่มการแจ้งเตือนได้
- 6) สามารถตั้งค่าการแจ้งเตือน เป็นระดับ สูง กลาง ต่ำ ได้
- 7) สามารถแสดงการแจ้งเตือนให้ผู้ใช้ได้ตามเงื่อนไขของการแจ้งเตือน
- 8) ให้นำต่างแสดงการแจ้งเตือนปัจจุบันเป็นหน้าต่างที่ Active

2.27.5 โปรแกรมต้องมีระบบการแจ้งเตือน ดังนี้

- 1) การแจ้งเตือนนั้นต้องสามารถกำหนดผู้รับตามความเหมาะสมได้ โดยผ่านทาง email หรือ SMS ระบบการแจ้งเตือนต้องมีความสามารถ ดังนี้
 - ตั้งค่าการแจ้งเตือน
 - แจ้งการเตือนผ่านทาง email หรือ SMS
 - กำหนดตารางเวลาการแจ้งเตือนได้
 - ทำการตั้งค่าการแจ้งเตือนต่างๆ ทาง web browser ได้
 - เมื่อเกิดการแจ้งเตือนซ้ำๆกัน ระบบต้องสามารถจัดรวมกลุ่มการแจ้งเตือนกันได้
- 2) วิธีการส่งข้อความแจ้งเตือน
 - Email
 - SMS ทางมือถือ
 - Simple Network Management Protocol (SNMP)

2.27.6 โปรแกรมระบบบริหารจัดการพลังงาน – การแสดงผลและการวิเคราะห์ข้อมูล

- 1) โปรแกรมต้องมีการแสดงผลเป็น Dashboard บน Web Browser
- 2) ผู้ใช้งานสามารถสร้าง ปรับแต่ง และดูข้อมูล ผ่านทาง Web Browser โดยไม่ต้องมีโปรแกรมอื่นมาช่วยอีก
- 3) ผู้ใช้สามารถสร้าง Dashboard ได้เองโดยเลือก Gadgets มาวาง เพื่อแสดงค่าต่างๆ ดังนี้
 - รูปภาพจาก Web อื่นๆ
 - ค่าการใช้พลังงาน
 - ค่าต้นทุนพลังงาน
 - การเปรียบเทียบการใช้พลังงาน
 - การปล่อยก๊าซ CO2
 - กราฟแนวโน้ม

- 4) ระบบต้องสามารถแสดงการนำเสนอแบบอัตโนมัติได้ เมื่อมี Dashboards หลายๆ หน้า โดยกำหนดระยะเวลาได้
- 5) ระบบต้องสามารถสร้างการนำเสนอแบบอัตโนมัติของ Dashboard ได้ไม่จำกัด
- 6) โปรแกรมต้องสามารถจัดทำรายงานบน Web Browser ได้
- 7) ระบบต้องจัดทำรายงานแสดงค่าข้อมูลในอดีตในรูปแบบที่กำหนดไว้ได้
- 8) ระบบต้องจัดทำรายงานของข้อมูลทั้งที่เป็นอุปกรณ์ที่มีอยู่จริงและอุปกรณ์เสมือนได้
- 9) ผู้ใช้งานสามารถสร้าง ปรับแต่ง และดูข้อมูล ผ่านทาง Web Browser
- 10) ระบบต้องมีตัวอย่างรายงานสำเร็จรูปในเรื่อง
 - ค่าพลังงาน
 - Load Profile
- 11) ระบบต้องสามารถบันทึกข้อมูลออกได้ในรูปแบบของ HTML, PDF, TIFF, Excel หรือ XML
- 12) ระบบต้องสามารถรายงานผลอัตโนมัติไปยัง Email หรือเครื่องพิมพ์ตามแต่ที่กำหนดไว้ได้
- 13) ระบบต้องสามารถรายงานผลอัตโนมัติเมื่อเกิดกรณีที่ตั้งเงื่อนไขที่กำหนดไว้ เช่น เมื่อเกิดความผิดปกติของระบบไฟฟ้า
- 14) ระบบต้องมีความสามารถ
 - ปรับแต่งรายงาน เช่น สี รูปภาพ โลโก้ ได้อย่างสะดวก
 - เพิ่มรายงานที่มีความซับซ้อนได้
- 15) ระบบต้องมีความสามารถในการแสดงผลเกี่ยวกับ การอนุรักษ์พลังงาน Energy Awareness ดังนี้
 - แสดงข้อมูลการใช้พลังงานของ ระบบไฟฟ้าและระบบท่อต่าง ๆ (WAGES)
 - กำหนดค่าฐานได้ (Baselines)
 - เปรียบเทียบการใช้พลังงานของแต่ละหน่วยงานได้
 - ตรวจสอบวัดการใช้พลังงานเปรียบเทียบกับค่าเป้าหมายได้
- 16) ระบบต้องช่วยสร้าง Energy Awareness โดยมีความสามารถดังนี้
 - แสดงค่าการใช้พลังงาน ในรูปแบบกราฟเส้นกราฟแท่ง พาย Dashboard
 - จัดลำดับการใช้พลังงานตามแต่ละหน่วยงานได้
 - แปลงค่าหน่วยของการใช้พลังงานในรูปแบบต่าง ๆ ให้เป็นค่าหน่วยมาตรฐานได้
 - แสดงให้เห็นค่าการใช้พลังงานในหน่วยมาตรฐาน เช่น ต่อกำลังไฟฟ้า ต่อหน่วยการผลิต
 - ระบบต้องมีตัวอย่างรายงานสำเร็จรูปในเรื่อง Energy Awareness

17) การใช้พลังงาน Energy Usage

- รวบรวมและเปรียบเทียบการใช้พลังงานจากหลายหน่วยงาน ในกราฟเดียวกัน ทั้งแบบกราฟแท่ง กราฟเส้น กราฟพาย
- รวบรวมและเปรียบเทียบการใช้พลังงานจากหลายหน่วยงานเทียบกับตามช่วงเวลา รายวัน รายสัปดาห์ รายเดือน จัดลำดับการใช้พลังงาน ตามหน่วยงานเปรียบเทียบการใช้พลังงาน

18) จัดลำดับการใช้พลังงาน ตามหน่วยงาน

19) เปรียบเทียบการใช้พลังงาน

- จัดกลุ่มการใช้พลังงานของอุปกรณ์ เพื่อหาศักยภาพการประหยัดพลังงาน
- เปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้พลังงานของแต่ละหน่วยงานเทียบกับค่ามาตรฐาน

20) การใช้พลังงานตามเวลาของการใช้ (Time of Use) โดยรวมแต่ละช่วงเวลาและแจ้งเตือนเมื่อมีค่าเกินเป้าหมาย

21) รายงาน Energy Awareness ต้องสามารถ

- ปรับค่าการใช้พลังงาน ให้เป็นค่าหน่วยมาตรฐานได้
- กำหนดช่วงระยะความห่างของข้อมูลได้
- กำหนดช่วงระยะเวลาได้
- กำหนดค่าขั้นต่ำและขั้นสูงได้
- แสดงผลข้อมูลในรูปแบบกราฟแท่ง กราฟเส้น กราฟพาย ได้
- แสดงการแจ้งเตือนเมื่อข้อมูลขาดหายไป

22) โครงสร้างทางเทคนิคของโปรแกรม

- โปรแกรมต้องมีคุณสมบัติ ดังนี้
 - (1) โปรแกรมต้อง Run บน Windows OS
 - (2) สามารถเข้าถึงได้โดยเครื่องลูกข่าย
 - (3) สามารถเข้าผ่านทาง WEB BROWSER ด้วยคอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน หรือแท็บเล็ต เนื่องจากใช้เทคโนโลยีคลาวด์
- การจัดการข้อมูล
 - (1) ใช้ Microsoft SQL เป็นฐานข้อมูล
 - (2) ข้อมูลต่างๆ ของการตั้งค่า เช่น Address ของมิเตอร์, Gateway, SERVERS, ต้องเก็บในฐานข้อมูลของโปรแกรม
- สามารถทำการ Archive ได้โดยอัตโนมัติหรือเมื่อต้องการได้

- สามารถเรียกดูข้อมูลที่ Archive ไปแล้วกลับมาได้
- โปรแกรมสามารถดึงข้อมูลจากอุปกรณ์ในระบบ เพื่อทำการต่อไปนี้ได้
- ดึงข้อมูลที่อยู่ในหน่วยความจำของอุปกรณ์ได้ เช่น ค่าต่างๆ รูปคลื่น การแจ้งเตือน
- ดึงข้อมูลที่อยู่ในหน่วยความจำของอุปกรณ์ได้ ตามที่ถูกโปรแกรมสั่งให้บันทึกไว้
- ดึงข้อมูลที่อยู่ในหน่วยความจำของอุปกรณ์ได้ ตามที่ถูกโปรแกรมสั่งเก็บเมื่อมีการแจ้งเตือน
- พร้อมที่จะบันทึกรูปคลื่นได้ใหม่เมื่อรูปคลื่นเก่าถูกดึงไปเก็บแล้ว
- สามารถจัดเก็บค่าข้อมูลที่ไม่ทราบชนิดที่มาจากอุปกรณ์ในระบบ และจัดการฐานข้อมูลอย่างเหมาะสมโดยที่ผู้ใช้ไม่ต้องสั่งการ

2.27.7 โปรแกรมต้องมีผู้บริหารระบบ เพื่อการจัดการดังต่อไปนี้

- 1) ด้านความปลอดภัย : แบ่งกลุ่มผู้ใช้ตามสิทธิ์ในการเข้าถึง
- 2) ฐานข้อมูล : จัดเก็บสำรอง Archive และตัดแต่งข้อมูล
- 3) อุปกรณ์ : เพิ่ม เปลี่ยนชื่อ ตั้งค่า
- 4) การเชื่อมต่อ : จัดการการเชื่อมต่อตามตารางเวลา การเชื่อมต่อทางโมเด็ม
- 5) เหตุการณ์ผิดปกติ : ตรวจสอบ และจัดการการแจ้งเตือน

2.27.8 โปรแกรมต้องไม่มีการสะดุดในขณะที่มีการทำงานต่างๆ และต้องเชื่อมต่อกันทั้งระบบตลอดเวลา ไม่ว่าจะขณะที่ทำการเพิ่มหรือลดอุปกรณ์ หรือปรับแต่งต่างๆ ในDashboard ตารางหรือรายงาน

2.27.9 โปรแกรมต้องมีการจัดการเกี่ยวกับอุปกรณ์ต่างๆ ต้องสามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์พื้นฐานต่างๆ ได้ อัตโนมัติอย่างน้อย 75 รายการ โดยรวมถึง มิเตอร์ Energy Box, Protection Relay, Circuit Breaker, PLC เป็นต้น

2.27.10 อุปกรณ์พื้นฐาน ต้องมีคุณสมบัติ

- 1) มี Graphic เตรียมพร้อมไว้ให้ สามารถดูข้อมูลแบบ Real Time ข้อมูลที่เก็บบันทึกไว้
- 2) สามารถดูค่าข้อมูลต่างๆ ได้ทันทีโดยไม่ต้องทำการ mapping register ค่าใหม่
- 3) สามารถดึงค่าข้อมูลที่มีในหน่วยความจำ รวมถึงรูปคลื่นโดยไม่ยุ่งยาก
- 4) สามารถตั้งเวลาให้ตรงกันกับเวลาของระบบได้
- 5) โปรแกรมต้องสามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ที่ไม่ใช่อุปกรณ์พื้นฐานได้
- 6) โปรแกรมต้องสามารถจัดการกับอุปกรณ์แบบตรรกะ (Logical Devices) เพื่อจัดการกับ I/O ต่างๆ ได้ และสามารถจัดการอุปกรณ์แบบเป็นกลุ่มได้ เพื่อความสะดวกรวดเร็วโดยไม่ต้องทำทีละรายอุปกรณ์

2.27.11 โปรแกรมต้องรองรับการจัดการแบบลำดับชั้น เช่น รายผู้เช่า/ตู้/วงจร หรือ อาคาร/ชั้น/ห้อง โดยโปรแกรมต้องสามารถรวมข้อมูลจากทุกทีในลำดับชั้นเดียวกันเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงลำดับชั้น ยังต้องสามารถสืบค้นข้อมูลเก่าได้ยอมให้ผู้บริหารระบบแก้ไขชื่อ (แม้ว่าเป็นข้อมูลในอดีต) เพื่อให้แน่ใจว่ารายงานในปัจจุบันถูกต้อง เช่น ค่าการใช้พลังงานเมื่อผู้เช่าย้ายห้องเช่า ขยาย หรือย้ายสถานที่ ในระหว่างรอบบิลนำออกข้อมูลตามลำดับชั้นไปยัง Excelสร้างหรือแก้ไขข้อมูลได้ทั้งลำดับชั้น โดยไม่ต้องทำทีละรายอุปกรณ์

2.27.12 โปรแกรมต้องมีความสามารถในการบูรณาการ ดังนี้

- 1) การจัดการกับอุปกรณ์ที่เป็น Modbus
- 2) สามารถ อ่าน/เขียน ลงใน register ของอุปกรณ์ที่เป็น Modbus เพื่อการควบคุมได้
- 3) สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ Modbus ของผู้ผลิตอื่นได้
- 4) โปรแกรมต้องสามารถถ่ายโอนข้อมูลของอุปกรณ์พื้นฐานได้โดยอัตโนมัติ
- 5) โปรแกรมต้องสามารถเพิ่ม หรือเปลี่ยนแปลงค่า mapping ได้

2.27.13 การจัดการข้อมูล

- 1) โปรแกรมต้องรองรับการขยาย ถ่ายโอน ดึงข้อมูล (Extract, Transform AND LOAD: ETL) ระหว่างฐานข้อมูล หรือระหว่างอุปกรณ์ได้
- 2) โปรแกรมต้องสามารถถ่ายโอนเป็นรูปแบบอื่นได้ เช่น CSV XML เป็นต้น

2.27.14 การจัดการผ่าน Web Browser

- 1) สามารถเชื่อมต่อกับ widget อื่นๆ ได้แบบอย่างง่ายตาย
- 2) สามารถแสดงข้อมูลของ Dashboard ตาราง รายงาน ไปยังที่อื่นโดยใช้ URLS

2.27.15 การบริการผ่าน Web Browser โปรแกรมต้องมีความสามารถเชื่อมต่อระหว่างโปรแกรมด้วยกัน ดังนี้

- 1) Based on SOAP (Simple Object Access Protocol) protocol SPECIFICATION.
- 2) Provide a Web Services Description Language (WSDL), MACHINE-READABLE DESCRIPTION.
- 3) ยอมให้เข้าถึงข้อมูลแบบ Real Time, ข้อมูลในอดีต และข้อมูลการแจ้งเตือนต่างๆ
- 4) ยอมให้ผู้มีอำนาจสามารถรับทราบการแจ้งเตือนได้ผ่าน Web

2.27.16 โปรแกรมต้องสามารถกำหนด Time Zone และภาษาท้องถิ่นได้ เช่น Chinese (Simplified), Chinese (Traditional), English, French, German, Italian, Russian, Spanish, Polish, Czech, and Japanese.

2.27.17 โปรแกรมต้องรองรับเครื่องวิเคราะห์ต่างๆ

2.27.18 ระบบต้องมีเครื่องมือวิเคราะห์ค่า

- 1) สามารถเพิ่มกราฟฟิกรูปของอุปกรณ์เพื่อนำมาสร้าง One-line diagram, แผนผัง แบบจำลองต่าง
- 2) รองรับการวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้า
- 3) บันทึกเหตุการณ์ลงในกราฟ ITIC/CBEMA
- 4) ดึงภาพรูปคลื่นได้เมื่อต้องการ
- 5) แสดงภาพรูปคลื่นได้ ขยายได้ ย่อได้ แสดงค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด สเปกตรัมของฮาร์มอนิกส์ และ
เวกเตอร์เฟสเซอร์ได้
- 6) สามารถเขียนค่า Register ลงในอุปกรณ์ได้เพื่อการควบคุมอื่น ๆ เช่น การตั้งค่าการปิดเปิด การ
ดึงรูปคลื่น
- 7) สามารถสร้างกราฟฟิกรูปของระบบได้โดยไม่จำเป็นต้องเชื่อมต่อกับอุปกรณ์จริงในขณะนั้น

2.27.19 ระบบต้องมีโครงสร้างในการสื่อสารข้อมูล ดังนี้

- 1) รองรับการสื่อสารได้หลากหลายช่องทาง เช่น Ethernet TCP/IP, serial RS-485/RS-232,
และ MODEM DIAL-UP CONNECTIONS
- 2) การกำหนดแอดเดรสแบบ IPv4 และ IPv6 สำหรับการสื่อสารแบบ Ethernet
- 3) สามารถเทียบเวลากับเครือข่าย Ethernet ด้วยความแม่นยำ 16mS หรือดีกว่า
- 4) สามารถสื่อสารกับอุปกรณ์ได้พร้อมกัน แม้ว่าอยู่บนช่องทางที่ต่างกัน
- 5) สามารถขยายได้มากกว่าหนึ่งพันอุปกรณ์
- 6) สามารถดึงข้อมูลจากอุปกรณ์พื้นฐานโดยไม่ต้องปรับแต่งเพิ่มเติม
- 7) สามารถยอมหรือไม่ยอมให้มีข้อมูลซ้ำกันในฐานข้อมูลได้
- 8) สามารถกำหนดช่วงเวลาในการดึงข้อมูลเพื่อจัดการ Bandwidth ของระบบ
- 9) สามารถปลดโมเด็มออกได้เมื่อฐานข้อมูลเป็นปัจจุบันแล้วเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการโทรศัพท์

ในระบบที่มีโมเด็มหลายเครื่อง สามารถกำหนดเฉพาะเจาะจงตัวโมเด็มได้เพื่อความสะดวก

2.28 ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและไฟแสดงทางออกฉุกเฉิน (EMERGENCY LIGHT AND EMERGENCY EXIT SIGN LIGHT SYSTEM)

ข้อกำหนดทางเทคนิค (TECHNICAL SPECIFICATION)

- 2.28.1 ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินจะต้องสามารถให้แสงสว่างได้ในทันทีที่ระบบไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฯ
หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของอาคารเกิดขัดข้อง และสามารถที่จะหยุดทำงานได้ เมื่อระบบไฟฟ้า
กลับคืนเข้าสู่สภาวะปกติ

- 2.28.2 ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและไฟแสดงทางออก สามารถให้แสงสว่างในขณะไฟฟ้าขัดข้องได้ไม่ต่ำกว่า 2 ชั่วโมง
- 2.28.3 ชุดโคมไฟฟ้าแสงสว่างทางออก (EXIT SIGN LIGHT)
- 2.28.4 ป้ายทำด้วยพลาสติกมีตัวอักษรภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษ ที่สามารถสื่อให้เข้าใจและเห็นได้ชัดเจนด้วยสีเรืองแสง โดยตัวอักษรหรือสัญลักษณ์มีสีขาวบนพื้นสีเขียว (SLIM LINE TYPE)
- 2.28.5 ชุดโคมไฟฟ้าทำด้วยเหล็กแผ่นพับ พ่นด้วยสีป้องกันสนิมอย่างดี มีช่องสำหรับระบายอากาศและมีช่องเสียบแผ่นป้าย (SLOT) เพื่อให้แสงสว่างส่องผ่านที่ป้าย
- 2.28.6 ภายในชุดโคมไฟฟ้าประกอบด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์หรือLED ขนาดไม่น้อยกว่า 10 W. 1 หลอด พร้อมมีบัลลาสต์และสตาร์ทเตอร์, DC/AC CONVERTER SWITCH WITH AUTOMATIC CONTACTOR เฉพาะที่ต่อกับชุดโคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินที่มี BATTERY ในตัว
- 2.28.7 ส่องสว่างได้ตลอดเวลาและต้องมี SWITCH ไว้สำหรับทดสอบระบบ
- 2.28.8 ชุดโคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน เป็นแบบที่ใช้หลอดไฟชนิด HALOGEN TYPE ให้ความส่องสว่างไม่ต่ำกว่า 35 W ต่อหลอด
- 2.28.9 ชุด BATTERY เป็นแบบ SEAL LEAD ACID. TYPE 6, 12 หรือ 24 V.DC.
- 2.28.10 CHARGER เป็นแบบ AUTOMATIC SOLID STATE
- 2.28.11 ชุดวงจรป้องกัน
- 2.28.12 มีชุดวงจรป้องกันการใช้งาน BATTERY เกินขนาด
- 2.28.13 มีชุดวงจรป้องกันการเกิดการลัดวงจรจากภายนอก
- 2.28.14 มีชุดวงจรป้องกันไฟ AC.
- 2.28.15 มีชุดวงจรป้องกันการใช้งาน BATTERY ผิดขั้ว
- 2.28.16 มีชุดวงจรป้องกันการใช้ประจุแบตเตอรี่จนหมด (LOW VOLTAGE CUT-OFF)
- 2.28.17 ชุดแสดงผล
- 2.28.18 มีไฟสัญญาณแสดงระดับของ BATTERY (FULLY)
- 2.28.19 มีไฟแสดงสถานะการ CHARGE ของ BATTERY
- 2.28.20 มีไฟแสดงสถานะพร้อมใช้งานของ BATTERY (READY MODE)
- 2.28.21 มีไฟแสดงสถานะของ AC. INPUT
- 2.28.22 ชุดควบคุม มีสวิทช์สามารถควบคุมการเปิด-ปิด และทดสอบการทำงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินได้
- 2.28.23 การติดตั้งสายไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและไฟแสดงทางออก จะต้องติดตั้งในท่อร้อยสายเท่านั้น (ดูรายละเอียดหมวดระบบท่อร้อยสาย) และให้ผู้รับจ้างจัดทำรายการคำนวณค่า

VOLTAGE DROP พร้อมหาขนาดสายของแต่ละวงจร แล้วแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบก่อนดำเนินงาน
ติดตั้งอุปกรณ์

2.28.24 HOUSING สำหรับบรรจุแบตเตอรี่ต้องทำด้วยกล่องเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1 mm พร้อมผ่าน
กรรมวิธีป้องกันสนิมและพ่นสีเคลือบด้วย ENAMEL อย่างน้อย 2 ชั้น

2.29 ระบบควบคุมการเข้า-ออก (Access Control System)

2.29.1 ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมรายละเอียดการจัดหา และติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมประตูเข้า-ออก ตามที่
แสดงไว้ในแบบ และข้อกำหนดนี้สามารถใช้งานได้สมบูรณ์ ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบ
Access Control ณ ตำแหน่งตามที่ระบุในแบบ โดยมีคุณสมบัติตามข้อกำหนดดังนี้

2.29.2 เป็นระบบที่ใช้ในการควบคุมการเข้า-ออกและบริหารจัดการสัญญาณการแจ้งเตือน

2.29.3 เก็บข้อมูลสำหรับการลงเวลาของผู้ถือบัตรและส่งข้อมูลออกไปยังระบบลงเวลา (Time
Attendant System)

2.29.4 ระบบจะต้องผลิตโดยโรงงานที่ทำธุรกิจในด้าน Access Control เป็นหลัก มีความรู้ความชำนาญ
ในการออกแบบและผลิตรระบบมาเป็นอย่างดี

2.29.5 ผู้จำหน่ายและติดตั้งจะต้องเป็นตัวแทนที่ได้รับการแต่งตั้งโดยตรงจากโรงงานผู้ผลิต

2.29.6 รายละเอียดอุปกรณ์ระบบ Access Control

2.29.7 อุปกรณ์ในระบบ Access Control จะต้องประกอบไปด้วยอุปกรณ์ไม่น้อยกว่ารายละเอียด
ดังต่อไปนี้

2.29.8 ซอฟต์แวร์ระบบควบคุมการเข้าออก (Access Control Software)

2.29.9 ชุดควบคุมหลัก (Main Control Panel)

2.29.10 ควบคุมสำหรับ 4 ประตู (4 Door Control Unit)

2.29.11 เครื่องอ่านบัตรแบบมีปุ่มกด (Card Reader with Keypad)

2.29.12 บัตร (Card)

2.29.13 ล็อคไฟฟ้า (Electromagnetic Lock, Drop Bolt, Strike Lock)

2.29.14 2 เครื่องคอมพิวเตอร์

2.29.15 คุณสมบัติซอฟต์แวร์ระบบควบคุมการเข้าออก (Access Control Software)จะต้องมีคุณสมบัติ
อย่างน้อยดังนี้

- 1) สามารถรองรับการทำงานร่วมกับ Microsoft Window โดยมีการทำงานแบบ 32 bit multi-
threaded application และรองรับการทำงานในรูปแบบของ Server-Client Application

และ Multi-User/ Tasking มีรูปแบบฐานข้อมูลชนิด Microsoft SQL โดยสามารถกำหนดให้ User แต่ละ User มีระดับการเข้าถึงข้อมูลในฐานข้อมูลที่ต่างกันได้ (Database Partitioning)

- 2) ฐานข้อมูลของระบบฯจะต้องรองรับการเชื่อมต่อแบบ ODBC (Open Direct Database Connectivity)
- 3) รองรับการสื่อสารบน TCP/IP ในการสื่อสารระหว่าง Application Server, Client Workstations, และ Access Control Panel
- 4) รองรับชุดควบคุมหลักของระบบฯ ได้สูงสุด 128 ชุด
- 5) ระบบฯจะต้องสามารถตรวจสอบและบันทึกเหตุการณ์ของ Card Access, Alarm และ Operator Activity ลงฐานข้อมูลเพื่อเรียกดูในรูปแบบรายงานได้
- 6) รองรับการใช้งานพร้อมกัน 2 Operator Workstations และขยายได้สูงสุด 10 Operator Workstations ต่อ 1 Server
- 7) รองรับฐานข้อมูลของผู้ถือบัตร (Cardholder Database) เริ่มต้นที่ 2,000 ข้อมูลและขยายได้ถึง 65,000 ข้อมูล
- 8) รองรับการทำงานของเครื่องอ่านบัตรได้ 48 เครื่องและขยายได้สูงสุด 4,000 เครื่องต่อ 1 Server
- 9) รองรับการกำหนดสิทธิ์ของ Operator เป็นกลุ่มได้ โดยสามารถแบ่งกลุ่มได้ เช่น Operator ของแต่ละกลุ่มจะสามารถเข้าถึงข้อมูลและกำหนดสิทธิ์ของพนักงานให้กับประตูได้เฉพาะในกลุ่มประตูของตัวเองเท่านั้น และ Operator ที่มีสิทธิ์มากกว่าจะสามารถเข้าถึงข้อมูลประตูได้ทุกกลุ่ม
- 10) กำหนดสิทธิ์การเข้า-ออก (Access Right) ได้ไม่จำกัดในระบบฯ

2.29.16 ข้อมูลของบุคคล จะต้องสามารถใส่ข้อมูลได้อย่างน้อยดังนี้

- 1) ชื่อ นามสกุล
- 2) เลขที่พนักงาน แผนก ที่อยู่และเบอร์ติดต่อ
- 3) สามารถกำหนดเองได้อีกอย่างน้อย 90 ข้อมูล (90 user definable field/ label)
- 4) ระบบสามารถกำหนดให้บุคคลหนึ่งบุคคลมีสิทธิ์การเข้าออกได้มากกว่าหนึ่งสิทธิ์และกำหนดบัตรให้ได้มากกว่า หนึ่งใบ (Multiple Access Right, Access Cards) โดยไม่ต้องมีการเพิ่มเติมฐานข้อมูลของบุคคลฯ นั้น

2.29.17 สามารถนำเข้าแผนผังของสถานที่นั้นๆ ในรูปแบบของ AutoCAD และสามารถใส่ icon ที่แสดงถึง Area/Zones, Cameras, Readers/ Doors, Input-Output Device เป็นต้น พร้อมทั้งสามารถ ควบคุมการทำงานและตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ดังกล่าวผ่าน icon นั้นๆ ได้ รวมถึงถ้ามีเหตุการณ์ เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ icon ของอุปกรณ์ดังกล่าวจะเปลี่ยนรูปแบบไปตามที่กำหนด เช่น เปลี่ยนสี เพื่อให้ Operator รับรู้ได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.29.18 ระบบฯจะต้องสามารถแจ้งเตือนกรณีต่างๆ ที่เกิดขึ้นที่ประตูหรือจุดควบคุมการเข้าอย่างน้อยดังนี้

- 1) ประตูเปิดโดยไม่ได้รับอนุญาต
- 2) มีการใช้งานบัตรที่ไม่ได้รับสิทธิ์
- 3) มีการแจ้งเตือนการเปลี่ยนแปลงสถานะของประตูหนีไฟ
- 4) การกำหนดตารางเวลา (Time Schedule) จะสามารถกำหนดได้ไม่จำกัดโดยสามารถกำหนดให้มี หลายช่วง เวลาในหนึ่งวัน (Multiple Interval per Day) โดยสามารถกำหนดการทำงานของ ตารางเวลาให้กับสิ่ง ต่างๆ ดังนี้
- 5) สิทธิ์การเข้า-ออกในจุดควบคุม
- 6) การทำงานของเครื่องอ่านบัตร เช่น Online/ Offline , การเปลี่ยนโหมดการทำงาน
- 7) การเปิด-ปิดประตู
- 8) การทำงานของ Input/ Output Device
 - สามารถตั้งการ Arm/ Disarm ระบบ Intrusion รวมถึงแบ่ง Partition และ Zone ของอุปกรณ์ แจ้งเตือนการบุกรุกต่างๆ ได้ ผ่านทั้งโปรแกรมบริหารจัดการ และ LCD Keypad ของระบบฯ (ถ้ามี)

2.29.19 ประกอบด้วยระบบตรวจสอบความผิดปกติของระบบฯ (Built-in Diagnostic Management)

ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบการทำงานของระบบฯทั้งในสภาวะปกติและเมื่อเกิดปัญหา

วัสดุอุปกรณ์

2.29.20 ชุดควบคุมหลัก (Main Control Panel)

- 1) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อกับเครื่องควบคุมประตู (Door Control Unit) ทำงานโดย Microprocessor โดยมีการสื่อสารกับ Server แบบ TCP/IP โดยจะ Upload ข้อมูลจาก ฐานข้อมูลกลาง เช่น ชื่อผู้ถือบัตร ตารางเวลา สิทธิ์การเข้าออก เป็นต้น และ Download ข้อมูล เช่น Event Activity, Alarm ให้กับฐานข้อมูลของระบบฯ แบบ Real Time เครื่องควบคุมนี้จะ ทำหน้าที่ ในการตัดสินใจอนุญาตให้มี การเข้า-ออกและการบริหารจัดการสัญญาณ แจ้งเตือน แบบ Full Stand Alone Mode ในกรณีที่มีปัญหาในการ เชื่อมต่อกับ Server และเมื่อระบบฯ กลับเข้าสู่ภาวะปกติ เครื่องควบคุมจะต้องถ่ายเทข้อมูลระหว่างที่ขาดการติดต่อไปยัง Server ได้ อย่างสมบูรณ์ เครื่องควบคุมฯจะต้องรองรับ Ethernet TCP/IP Address โดยใช้มาตรฐาน Encryption Communication แบบ 128 Bits ไปยังเครื่อง Server
- 2) รองรับ Network Interface ที่ความเร็ว 10/100 mbps
- 3) หน่วยความจำไม่น้อยกว่า 1 MB
- 4) รองรับข้อมูลผู้ถือบัตรได้ 50,000 ข้อมูลหรือดีกว่า

- 5) รองรับการบันทึกเหตุการณ์ขณะ Offline ได้ไม่น้อยกว่า 5,000 เหตุการณ์
 - 6) มี Digital Input สำหรับรับสัญญาณเตือนภัย จำนวน 16 อินพุต หรือมากกว่า
 - 7) สามารถต่อกับ Keypad แบบ LCD เพื่อไว้ควบคุมระบบสัญญาณเตือนภัย
 - 8) ควบคุมประตู 4 ประตู (4 Door Control Unit)
 - 9) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ย่อยต่างๆ ในระบบฯ เช่น เครื่องอ่านบัตร ล็อคไฟฟ้า เป็นต้น สามารถทำงานได้ทั้งสำหรับระบบควบคุมการเข้า-ออก (Access Control system) และระบบแจ้งเตือนการบุกรุก (Intrusion System) ในชุดควบคุมเดียวกัน ทำงานโดย Microprocessor โดยมีการสื่อสารกับเครื่องควบคุมหลักแบบ RS485 โดยจะ Upload ข้อมูลจากเครื่องควบคุมหลัก เช่น ชื่อผู้ถือบัตร ตารางเวลา สิทธิการเข้าออก เป็นต้น และ Download ข้อมูล เช่น Event Activity, Alarm ข้อมูลไปเก็บไว้ที่เครื่องควบคุมหลักเพื่อที่จะส่งไปที่ฐานข้อมูลในเครื่อง Server ต่อไป แบบ Real Time เครื่องควบคุมนี้จะทำหน้าที่ ในการตัดสินใจอนุญาตให้มี การเข้า-ออก และการบริหารจัดการสัญญาณ แจ้งเตือนแบบ Full Stand Alone Mode ในกรณีที่มีปัญหาในการ เชื่อมต่อกับ Server และเมื่อระบบฯกลับเข้าสู่ภาวะปกติ เครื่องควบคุมจะต้อง ถ่ายทอดข้อมูลระหว่างที่ขาดการ ติดต่อไปยัง Server ได้อย่างสมบูรณ์
 - 10) รองรับได้ 4 เครื่องอ่านบัตร ทั้งแบบ RS485 และ Wiegand Interface
 - 11) หน่วยความจำไม่น้อยกว่า 1 MB
 - 12) รองรับข้อมูลผู้ถือบัตรได้ 50,000 ข้อมูลหรือดีกว่า
 - 13) ตั้งรูปแบบเวลาได้ที่ 24 Time zone และวันหยุดได้ที่ 24 Holidays
- 2.29.21 เครื่องอ่านบัตรแบบมีปุ่มกด (Card Reader with Keypad)
- 1) มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบ Weigand
 - 2) ใช้คลื่นความถี่ 13.56 MHZ ในการอ่านบัตร
 - 3) สามารถอ่านบัตร iCLASS ได้
 - 4) มี Keypad สำหรับกดรหัส (หรือตามที่ระบุในแบบ)
 - 5) มีแสงและเสียงเพื่อบอกสถานะการทำงานของเครื่องอ่านบัตร
 - 6) ได้มาตรฐานอย่างน้อย UL หรือ CE หรือ C-TICK หรือ FCC บัตร (Card)
 - 7) เป็นบัตรที่ใช้เทคโนโลยีแบบไม่ต้องสัมผัส (Control Less Smart Card)
 - 8) สามารถส่งผ่านข้อมูลด้วยความถี่ 13.56 MHZ
 - 9) การส่งผ่านข้อมูลระหว่างบัตรกับเครื่องอ่านบัตร จะต้องมีความปลอดภัยสูง โดยจะต้องเข้ารหัส 64 Bit ก่อนที่จะส่งผ่านข้อมูล
 - 10) ทำจากวัสดุอย่างดี (PVC laminate)

- 11) มีขนาดเท่ากับบัตรเครดิตมาตรฐาน
- 12) ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงรหัสบัตรหรือทำซ้ำได้ และรับประกันบัตรตลอดอายุการใช้งานจากโรงงานผู้ผลิต
- 13) -เป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานจากประเทศอเมริกา หรือยุโรป
- 14) ล็อคไฟฟ้าแบบแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Lock)
- 15) เป็นแบบแม่เหล็กไฟฟ้า ขนาด 600 lbs.
- 16) สามารถใช้กับแรงดันไฟฟ้า 12 VDC หรือ 24 VDC
- 17) มีอุปกรณ์ตรวจสอบสถานะประตูอยู่ภายในตัวล็อคแม่เหล็กไฟฟ้า
- 18) แบบกลอนไฟฟ้า (Drop Bolt)
- 19) เป็นแบบไม่ทำงานเมื่อตัดกระแสไฟฟ้าแล้ว
- 20) ใช้กับแรงดันไฟฟ้า 12 VDC
- 21) มีอุปกรณ์ตรวจสอบสถานะอยู่ภายในตัว
- 22) ปุ่มกดสำหรับเปิดประตู
- 23) เป็นแบบชนิดไม่ต้องสัมผัส (No Touch) เพียงใช้มือผ่านหน้า Sensor ก็ทำงานทันทีโดยไม่ต้องสัมผัสปุ่ม
- 24) ทำจากวัสดุที่แข็งแรง ทนทาน เช่น Stainless Steel
- 25) มีเครื่องหมายหรือตัวอักษรแสดงถึงการใช้งานสำหรับเปิด-ปิดประตู
- 26) ใช้กับแรงดันไฟฟ้า 12 VDC
- 27) Emergency Door Release
- 28) สามารถเลือกได้ว่าจะติดตั้งแบบลอยหรือฝังในผนัง
- 29) เมื่อกดแล้วสามารถรีเซ็ตให้กลับสู่สภาวะปกติได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนอุปกรณ์ใดๆ
- 30) เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย
- 31) หน่วยประมวลผล (CPU) Intel Core i7 หรือ AMD Ryzen 7 หรือดีกว่า
- 32) หน่วยความจำ (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า ขนาด 4GB หรือมากกว่า
- 33) ฮาร์ดดิสก์ชนิด SATA ขนาด 1TB หรือมากกว่า
- 34) จอชนิด LED ขนาดไม่น้อยกว่า 24 นิ้ว และมีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับตัวเครื่อง
- 35) Network Interface Port ชนิด Gigabit Ethernet ไม่น้อยกว่า 1 port
- 36) เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานในสำนักงาน (Commercial)
- 37) มีระบบปฏิบัติการที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย
- 38) เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีเครื่องหมายการค้า HP , Lenovo หรือ DELL

39) การติดตั้งและทดสอบ

40) ให้เป็นไปตามคำแนะนำจากโรงงานผู้ผลิต และตามกำหนดในแบบ และทดสอบอุปกรณ์ตามหน้าที่ของแต่ละระบบ เพื่อให้แน่ใจได้ว่าระบบทำงานได้อย่างสมบูรณ์ตามต้องการ

2.30 AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS)

เป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐาน (STANDARD PRODUCT) จากโรงงานที่ผลิตอุปกรณ์นี้เป็นประจำ และออกแบบผ่านการทดสอบตามมาตรฐานของ UL หรือ NEMA

2.30.1 AMPERES RATING ขนาดตามที่ระบุในแบบ 3 POLES, 400 VOLTS, 50 HZ., CONTINUOUS DUTY

2.30.2 ชนิดของ CIRCUIT BREAKER SWITCH MECHANISM เป็นแบบ SINGLE SOLINOID OPERATED หรือ GEAR MOTOR OPERATED DOUBLE THROW SWITCH

2.30.3 สามารถทำงานทั้ง AUTOMATIC และ MANUAL ได้โดยมีปุ่ม TEST สำหรับตรวจสอบจำลองสภาพของการไฟฟ้าเกิดขัดข้อง

2.30.4 มีระบบ INTERLOCKED ทั้งแบบ ELECTRICAL และ MECHANICAL เพื่อป้องกันมิให้ตำแหน่ง SWITCH อยู่ที่ NEUTRAL

2.30.5 การทำงานเมื่อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฯ ขัดข้อง โดย VOLTAGE ของ PHASE ใด ต่ำกว่า 80% เป็นเวลา 3 วินาที ชุดควบคุมจะสั่งให้ START เครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉิน ขณะเดียวกันตำแหน่ง SWITCH จะยังอยู่ในตำแหน่งต่ออยู่กับ LOAD ของการไฟฟ้าฯ หลังจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า START แล้วสามารถจ่ายแรงดัน และความถี่ได้ไม่น้อยกว่า 90% ของ RATING ของ GENERATOR หรือไม่เกิน 10 วินาที ตัว TRANSFER SWITCH จึงจะสับเปลี่ยน LOAD ไปยัง LOAD ของ GENERATOR

2.30.6 การทำงานเมื่อไฟฟ้าของการไฟฟ้าฯ กลับคืนสู่สภาพปกติ ชุดควบคุมที่ได้รับสัญญาณว่า เมื่อไฟฟ้ากลับคืนสู่สภาพปกติ ตำแหน่ง SWITCH จะ DELAY อยู่อีก 3-10 นาที จึงจะเปลี่ยน ถ่าย LOAD จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไปยัง LOAD ของการไฟฟ้าฯ

2.30.7 ภายหลังจากตำแหน่ง SWITCH กลับคืนสู่สภาพการรับไฟฟ้าจากไฟฟ้าฯ เรียบร้อยแล้ว เครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะยังคงเดินต่อเนื่องไปอีก 3 – 5 นาที เพื่อ COOL DOWN จากนั้นชุด CONTROL จึงจะสั่งให้ SHUT DOWN ENGINE

2.30.8 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นตู้ ENCLOSURE เป็นแบบ NEMA 1 เหมาะสำหรับการติดตั้งบนพื้น และจะต้องมี WIRING DIAGRAM ติดอยู่ด้านในของประตูตู้

2.31 ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ (SOLAR ENERGY POWER)

รายละเอียดคุณลักษณะแผงเซลล์แสงอาทิตย์

2.31.1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ รวมต้องมีกำลังไฟฟ้าเอาต์พุตสูงสุดรวม ตามแบบกำหนด

2.31.2 แผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นชนิดแผงชนิดผลึก Mono Crystalline Silicon หรือเป็นผลึกซิลิคอน (Multi Crystalline Silicon) ต้องมีพิทกำลังไฟฟ้าเอาต์พุตสูงสุด ไม่น้อยกว่า 650 วัตต์ ต่อ แผง ที่ที่เงื่อนไขการทดสอบตามมาตรฐาน STC มีประสิทธิภาพ (Efficiency) ไม่น้อยกว่า 21.5%

- 1) เป็นผลิตภัณฑ์มีมาตรฐานไม่น้อยกว่า ดังนี้
 - คุณสมบัติการออกแบบและรับรองแบบ มอก.61215 เล่ม 1 (1)-2561
 - มีผลการทดสอบความปลอดภัย มอก. 61730 เล่ม 2-2567 หรือใบอนุญาตให้ ประกอบกิจการตามใบอนุญาตมาตรฐานเดิม มอก.2580 เล่ม 2-2562
- 2) เป็นแผงโซลาร์เซลล์ที่มีการคัดเลือก cell แบบ Positive Power (มี Power tolerance 0~+5%)
- 3) ด้านหน้าเป็นกระจกใสชนิด Tempered glasses มีความหนาไม่น้อยกว่า 3.0 mm
- 4) แผงเซลล์แสงอาทิตย์ภายในจะต้องมีการฉนวนกันความชื้น Ethylene Vinyl Acetate (EVA) หรือวัสดุอื่นที่เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 5) ต้องมีกรอบของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่แข็งแรง ไม่เป็นสนิมและทนทานต่อการกัดกร่อนของสภาพแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศได้ดี ทำจาก anodized aluminum alloy
- 6) ด้านหลังของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ติดตั้งกล่องรวมสายไฟฟ้า (Junction Box) พร้อมมี Bypass diode สามารถใช้งานได้ในทุกสภาพอากาศ โดยมีระดับการป้องกันไม่น้อยกว่า IP65
- 7) ขั้วต่อเป็นแบบ MC4 compatible
- 8) ค่า Maximum system voltage ของแผงเซลล์ไม่น้อยกว่า 1000 V (IEC)
- 9) มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่สภาวะ Standard Test Condition (STC.) ค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรมเปิด Voc.ของแผงเซลล์ฯ ไม่น้อยกว่า 46 V. แรงดันไฟฟ้าที่กำลังไฟฟ้าสูงสุด Vmp. ไม่น้อยกว่า 37.4 V กระแสไฟฟ้า ลัดวงจรไม่น้อยกว่า ISC = 18 A, กระแสไฟฟ้าที่กำลังไฟฟ้าสูงสุดไม่น้อยกว่าหรือเทียบเท่า Imp= 17 A
- 10) ช่วงอุณหภูมิการใช้งานปกติ -40 c to +85 c, มีค่า Temperature Coefficient of Pmax ไม่น้อยกว่า -0.35%/K
- 11) แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เสนอราคาต้องมีหนังสือรับรองจากผู้ผลิตโดยตรงต้องระบุชื่อโครงการให้ชัดเจน ในการรับรองคุณภาพไม่น้อยกว่า 10 ปี (Product Warranty) และรับประกันกำลังการผลิต

ผลิตไฟฟ้าจะไม่น้อยกว่า 80% (Linear Performance Warranty) ในเวลา 25 ปี หากไม่มีเอกสารมาแสดงจะถือว่าผู้เสนอราคาขาดคุณสมบัติที่จะเสนอราคา

- 12) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองจากสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทยว่าเป็นผลิตภัณฑ์ในประเทศไทย (MIT) หรือเป็นผลิตภัณฑ์ภายในประเทศไทยพร้อมแนบใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน (ร.ง.4) ด้วย และผลิตจากโรงงานที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001 และ ISO 14001 เทียบเท่าหรือดีกว่า พร้อมแนบเอกสารหลักฐานในวันเสนอราคา

2.31.3 รายละเอียดคุณลักษณะเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า

- 1) เป็นเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ On grid ชนิด Three- phase ขนาดกำลังไฟฟ้า ดีซีอินพุท ไม่น้อยกว่า 2500W (25kW)
- 2) ใช้เทคโนโลยี Electrolyte-free หรือ Transformer less
- 3) มี MPPT จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด
- 4) มีคุณสมบัติกระแสไฟฟ้าด้าน DC ขาเข้าดังนี้
- 5) รองรับ Input Voltage ไม่น้อยกว่า 1,000 โวลต์
- 6) รองรับ MPPT Operating Voltage ตั้งแต่ 700-1,000 โวลต์เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 7) ค่าสูงสุดของกระแสเข้า (Max Current per MPPT) ไม่น้อยกว่า 26 A หรือเทียบเท่าหรือดีกว่า
- 8) เป็นแบบ String Inverter มีประสิทธิภาพสูงสุด (Max Efficiency) ไม่น้อยกว่า 98.00%
- 9) มีคุณสมบัติกระแสไฟฟ้า ด้าน AC ขาออกดังนี้
- 10) มีค่า Power factor ไม่น้อยกว่า 0.8 ที่กำลังไฟฟ้าสูงสุด (Power Factor at rate power) หรือมีความสามารถในการปรับค่า Power factor ได้ตั้งแต่ 0.8 lagging ถึง 0.8 leading
- 11) แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับขาออก (Rated Voltage output) 220 V/ 380 V หรือ 230/ 400 V ชนิด 3 เฟส 3 P/N/PE
- 12) ความถี่ของสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับ (Rated Frequency) 50/60 Hz
- 13) Total harmonic distortion ไม่เกิน 3% เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 14) Degree of Protection มากกว่าหรือเท่ากับ IP65
- 15) มีระบบป้องกันอย่างน้อยดังนี้
 - DC Reverse-polarity Protection
 - Short Circuit Protection
 - Over Current Protection
 - Anti-islanding Protection
 - DC Surge Protection และ AC Surge Protection

- ตัวเครื่องมี DC disconnect switch ติดตั้งภายในตัวเครื่อง
 - มีค่าอัตราการกินกระแสไฟฟ้าในขณะ standby mode ไม่เกิน 5.5 W
- 16) รองรับการติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์อื่นผ่านทางระบบ USB หรือ RS485 หรือ RS232 Ethernet (LAN) หรือรองรับ Wi-Fi GS
- 17) มีโปรแกรมติดตามกำลังผลิต (Monitoring System) ที่เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน รองรับระบบ iOS, Android, Windows และติดตามการทำงานของระบบผ่านทาง Website โดยดูรายงานผ่านอุปกรณ์มือถือ หรือ Notebook หรือ คอมพิวเตอร์ได้
- 18) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ผลิตมีการรับประกันสินค้าไม่น้อยกว่า 10 ปี และต้องมีศูนย์บริการบำรุงรักษา (Maintenance & Service Center) ในประเทศไทย พร้อมแนบเอกสารประกอบ
- 19) เป็นผลิตภัณฑ์และรุ่นที่ระบุในบัญชีผลิตภัณฑ์อินเวอร์เตอร์ที่มีผลการทดสอบเป็นไปตามข้อกำหนดการเชื่อมโยงโครงข่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (PEA) หรือการไฟฟ้านครหลวง (MEA) พร้อมแนบเอกสารในวันที่พิจารณาเอกสาร

2.31.4 การแสดงผลการทำงาน

- 1) เป็นระบบแสดงผล ชนิด web base interface และสามารถแสดงผลการทำงานบน website ได้
- 2) สามารถติดต่อได้กับระบบติดต่อสื่อสาร RS485 interface, RJ45(LAN)
- 3) รองรับการแสดงผลได้ทาง computer, หรือ ดูข้อมูลการแสดงผลทาง smart phone
- 4) สามารถแสดงค่าต่างๆ เหล่านี้ได้
- 5) สามารถแสดงค่าเป็นรายอินเวอร์เตอร์ที่ใช้งานได้
- 6) ค่าการผลิตกระแสไฟฟ้าเป็นราย วัน, เดือน, ปี, ผลรวมทั้งหมด โดยสามารถแสดงผลรูปแบบกราฟ โดยการแสดง กราฟ
- 7) การแสดงผลรายเดือน จะต้องสามารถแสดงหน่วยไฟฟ้าที่ผลิตได้ (KWh) ในแต่ละวันภายใน 1 เดือน และสามารถดูได้ในรูปแบบกราฟ
- 8) สามารถเลือกดูการเปรียบเทียบการผลิตไฟฟ้า ในแต่ละอินเวอร์เตอร์ ในกรณีที่มีอินเวอร์เตอร์หลายเครื่องภายในระบบเดียวกัน ในแต่ละวัน
- 9) สามารถแสดงผลเหตุการณ์ต่างๆของระบบ เช่น offline ,error message โดยสามารถเลือกดูได้ ทั้ง Date ,Status codes ,Fault codes.

2.31.5 รายละเอียดคุณลักษณะเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า

- 1) เป็นเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ On grid ชนิด Three- phase ขนาดกำลังไฟฟ้า ดีซีอินพุท ไม่น้อยกว่า 2500W(25kW)

- 2) ใช้เทคโนโลยี Electrolyte-free or Transformer less
- 3) ใช้หลักการระบายความร้อน ด้วยพัดลม และมีระดับเสียงไม่เกิน 60 dB ที่ระยะห่าง 1 เมตร
- 4) มี MPPT จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด
- 5) สามารถรับค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดของแผงโซลาร์เซลล์ได้ไม่น้อยกว่า 30A /MPPT
- 6) มีค่าแรงดันการทำงานของแผงโซลาร์เซลล์ MPP Voltage Rang /Rate Input Voltage) 390-800/600V.
- 7) มีค่า maximum dc input voltage 1000V
- 8) มีช่องเสียบสาย DC input อย่างน้อย 2 ช่อง/MPPT
- 9) สามารถป้องกัน DC Reverse polarity protection / AC Short-Circuit Capability
- 10) ตัวเครื่องมี DC disconnect switch ติดตั้งภายในตัวเครื่อง
- 11) มีรูปแบบการต่อทางด้าน AC แบบ three phase 3P4W+PE 230/400V.
- 12) มีค่า AC rated active power ไม่น้อยกว่า 25000W
- 13) มีค่า Maximum AC output power ไม่น้อยกว่า 25000W
- 14) มีค่า Nominal AC voltage rang 160-280V
- 15) ใช้งานกับย่านความถี่ (AC Power Frequency range) 50Hz+-6Hz
- 16) มี Power Factor ที่เหมาะสมกับการใช้งาน
- 17) มี Power Factor at Rate Power ไม่น้อยกว่า 0.99
- 18) มีค่า total current harmonic distortion at Rate Output ไม่เกิน 3% หรือดีกว่า
- 19) มีระบบป้องกัน Anti-Islanding
- 20) มีการป้องกัน AC overcurrent
- 21) มีค่า Maximum efficiency ไม่น้อยกว่า 98%
- 22) มีค่าอัตราการกินกระแสไฟฟ้าในขณะ standby mode ไม่เกิน 3W
- 23) มีรูปแบบการติดต่อสื่อสารข้อมูลแบบ RS485,RJ45/Webconnect
- 24) จอแสดงผลเป็นแบบ Graphical LCD
- 25) สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิ -25C ถึง +60C
- 26) มีค่า operating altitude
- 27) ระดับ Degree Protection IP65 (ตามมาตรฐาน IEC 60529)
- 28) ผ่านมาตรฐานและการทดสอบดังนี้

PEA/MEA Guide, IEC62116, IEC61683 -AS 4777, BDEW 2008, C10/11, CE, CEI 0-16,
CEI 0-21, EN 504381, G59/3, IEC61727, IEC 62109-1/2, NEN EN 50438, NRS 097-2-1,

PPC, RD 1699, RD 661/2007, SI4777, UTE C15-712-1, VDE 0126-1-1, VDE-AR-N 4105,
VFR 2014

- 29) สามารถแสดงผลการผลิตไฟฟ้าบนหน้าจอ Graphical LCD จะต้องสามารถแสดงผลข้อมูลการผลิตไฟฟ้าได้
- 30) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้ขึ้นทะเบียนกับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคและการไฟฟ้านครหลวง

2.31.6 การแสดงผลการทำงาน

- 1) เป็น ระบบแสดงผล ชนิด web base interface และสามารถแสดงผลการทำงานบน website ได้
- 2) สามารถติดต่อได้กับระบบติดต่อสื่อสาร RS485 interface, RJ45(LAN)
- 3) รองรับการแสดงผลได้ทาง computer, หรือ ดูข้อมูลการแสดงผลทาง smart phone
- 4) สามารถแสดงค่าต่างๆ เหล่านี้ได้
- 5) สามารถแสดงค่าเป็นรายอินเวอร์เตอร์ที่ใช้งานได้
- 6) ค่าการผลิตกระแสไฟฟ้าเป็นราย วัน, เดือน, ปี, ผลรวมทั้งหมด โดยสามารถแสดงผลรูปแบบกราฟ โดยการแสดง กราฟ สามารถเป็นระบบ auto scale ได้
- 7) การแสดงผลรายเดือน จะต้องสามารถแสดงหน่วยไฟฟ้าที่ผลิตได้ (KWh) ในแต่ละวันภายใน 1 เดือน และสามารถดูได้ในรูปแบบกราฟ
- 8) สามารถเลือกดูการเปรียบเทียบการผลิตไฟฟ้า ในแต่ละอินเวอร์เตอร์ ในกรณีที่มี
- 9) อินเวอร์เตอร์หลายเครื่องภายในระบบเดียวกัน ในแต่ละวัน
- 10) สามารถแสดงผลเหตุการณ์ต่างๆของระบบ เช่น offline ,error message โดย
- 11) สามารถเลือกดูได้ทั้ง Date ,Status codes ,Fault codes.
- 12) รองรับการส่งข้อความผ่านทาง email ได้เพื่อส่งค่าเช่น ค่าการผลิตไฟฟ้าได้ ทาง
- 13) email ได้ โดยสามารถตั้งค่า email ได้

2.31.7 รายละเอียดอุปกรณ์การติดตั้ง ประกอบด้วย

- 1) อุปกรณ์สำหรับยึดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องเป็นรางอลูมิเนียม เพื่อยึดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ที่ผลิตสำหรับงานพลังงานแสงอาทิตย์โดยเฉพาะ
- 2) อุปกรณ์จับยึดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องเป็นอลูมิเนียมสำหรับใช้ร่วมกับรางอลูมิเนียม และผลิตสำหรับงานพลังงานแสงอาทิตย์โดยเฉพาะ
- 3) กำหนดให้ชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์วางทำมุมกับแนวระนาบ ตามหลังคา
- 4) น๊อต สกรูที่ใช้ยึดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และใช้ยึดโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องมีความแข็งแรง ทำจากวัสดุ สแตนเลส เพื่อป้องกันสนิม
- 5) สายไฟฟ้าที่ใช้จะต้องเป็นสายทองแดงสำหรับงานโซลาร์เซลล์ ที่สามารถป้องกันรังสี UV และใช้งานกลางแจ้งได้
- 6) การตัดต่อสาย (Splicing) ให้กระทำต่อเมื่อจำเป็นจริงๆ และต้องตัดต่อเฉพาะใน Junction หรือ Outlet Box ซึ่งอยู่ในบริเวณที่สามารถเข้าไปตรวจสอบ และหรือซ่อมบำรุงได้โดยง่าย
- 7) การต่อสายต้องใช้สีเป็นรหัส (Color-Coding) ในการเดินสายไฟฟ้าให้ถูกต้องตามหลักวิศวกรรม
- 8) ผู้รับจ้างต้องติดตั้งอุปกรณ์ PV fuse ที่สามารถทนแรงดัน 1,000VDC, Surge protection ที่สามารถทนแรงดัน Maximum system voltage 1,000V และอัตรา การ discharge current per pole ไม่น้อยกว่า 40 ka
- 9) ผู้เสนอราคาต้องจัดทำรายละเอียดการติดตั้ง ทั้งทางวิศวกรรมไฟฟ้า และวิศวกรรมโยธา เสนอต่อคณะกรรมการ

3. ระบบเสียงและภาพ (AUDIO AND VISUAL SYSTEM)

3.1 ไมโครโฟน

3.1.1 ไมโครโฟนแบบมีสาย จำนวน 8 ตัว มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เป็นไมโครโฟนชนิด Dynamic
- 2) ทิศทางการรับเสียงแบบ Cardioid หรือดีกว่า
- 3) มีค่าความถี่ตอบสนองไม่น้อยกว่า 50 Hz - 15 kHz
- 4) มีค่าความไวของสัญญาณ -54.5 dBV/PA หรือดีกว่า
- 5) มีค่าความต้านทานไม่มากกว่า 300 โอห์ม
- 6) มี Switch ปิด/เปิด ที่ตัวไมโครโฟน

3.1.2 ไมโครโฟนแบบโพเดียม จำนวน 6 ตัว มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) ความยาวของก้านไมโครโฟนความยาวอย่างน้อย 18 นิ้ว และสามารถปรับมุมโค้งได้ 2 ตำแหน่ง เป็น อย่างน้อย
- 2) ไมโครโฟนเป็นชนิด Condenser หรือเทียบเท่า
- 3) รูปแบบการรับเสียงเป็นแบบ Cardioid หรือดีกว่า
- 4) ไมโครโฟนมีค่าความถี่ตอบสนองในช่วง 50 Hz - 17,000 Hz หรือกว้างกว่า
- 5) ระดับสัญญาณเสียงขาเข้าสูงสุดไม่น้อยกว่า 123 dB SPL
- 6) อัตราส่วนสัญญาณต่อเสียงรบกวนไม่น้อยกว่า 65 dB (1 kHz at 1Pa)
- 7) มีค่าความต้านทานไม่มากกว่า 200 โอห์ม
- 8) มีค่า Dynamic Range 94 dB หรือดีกว่า
- 9) มาพร้อมฐานไมโครโฟนสำหรับใช้ร่วมกับก้านไมโครโฟน
- 10) มีจุดเชื่อมต่อเสียงชนิด XLR
- 11) มีสวิตช์ปิด-เปิด พร้อมไฟ LED แสดงสถานะการทำงาน
- 12) ใช้ไฟเลี้ยง +48V DC ได้

3.1.3 เครื่องส่งไมโครโฟนไร้สายแบบมือถือ จำนวน 8 ตัว มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เป็นไมโครโฟนไร้สายระบบดิจิทัลแบบมือถือ (Handheld)
- 2) หัวไมโครโฟนเป็นชนิดไดนามิก และมีทิศทางการรับเสียงแบบ Cardioid หรือเทียบเท่า
- 3) รองรับการใช้งานได้ทั้งในย่านความถี่ 694-703 MHz และ 748-758 MHz ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 4) สามารถใช้งานในระยะห่างจากเครื่องรับได้อย่างน้อย 90 เมตร
- 5) ใช้แบตเตอรี่ขนาด AA จำนวน 2 ก้อน

- 6) รองรับการใช้งานร่วมกับแบตเตอรี่แบบ Li-Ion Rechargable ได้
- 7) มีค่า Dynamic range 118 dB หรือมากกว่า
- 8) โครงสร้างเป็นวัสดุประเภทโลหะ หรือเทียบเท่า
- 9) มีหน้าจอแสดงผลบนตัวเครื่อง
- 10) มีฟังก์ชัน IR scan และ Sync สำหรับจับคู่การใช้งานของเครื่องส่ง และเครื่องรับ หรือเทียบเท่า
- 11) มีหนังสือการสำรองอะไหล่เวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี ออกจากบริษัทผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย

3.1.4 เครื่องรับไมโครโฟนไร้สายแบบ 4 ช่อง จำนวน 2 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เป็นเครื่องรับไมโครโฟนไร้สายระบบดิจิตอล ขนาด 4 ช่อง
- 2) มีช่องสัญญาณขาออกแบบ XLR Balanced จำนวน 4 ช่อง
- 3) มีวงจรภาครับแบบ Digital predictive switching diversity หรือเทียบเท่า
- 4) รองรับการใช้งานได้ทั้งในย่านความถี่ 694-703 MHz และ 748-758 MHz ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 5) โครงสร้างเป็นวัสดุประเภทโลหะ หรือเทียบเท่า
- 6) มีหน้าจอแสดงผล และปุ่มปรับค่าต่าง ๆ ด้านหน้าเครื่อง
- 7) มีฟังก์ชัน IR scan และ Sync สำหรับจับคู่การใช้งานของเครื่องส่ง และเครื่องรับ หรือเทียบเท่า
- 8) เครื่องรับมีช่องต่อสำหรับรองรับระบบ Network
- 9) มีหนังสือการสำรองอะไหล่เวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี ออกจากบริษัทผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย

3.1.5 ไมโครโฟนไร้สายชนิดคู้แบบมือถือ จำนวน 6 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เป็นชุดไมโครโฟนไร้สายระบบดิจิตอล
- 2) ประกอบด้วยเครื่องรับแบบประจำที่ Dual-Channel 1 ตัว และเครื่องส่งแบบ Handheld Transmitter 2 ตัว
- 3) หัวไมโครโฟนเป็นชนิดไดนามิก และมีทิศทางการรับเสียงแบบ Cardioid หรือเทียบเท่า
- 4) มีวงจรภาครับแบบ Digital predictive switching diversity หรือเทียบเท่า
- 5) รองรับการใช้งานได้ทั้งในย่านความถี่ 694-703 MHz และ 748-758 MHz ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 6) มีฟังก์ชัน IR scan และ Sync สำหรับจับคู่การใช้งานของเครื่องส่ง และเครื่องรับ หรือเทียบเท่า
- 7) เครื่องส่งใช้แบตเตอรี่ขนาด AA จำนวน 2 ก้อน
- 8) เครื่องส่งรองรับการใช้งานร่วมกับแบตเตอรี่แบบ Li-Ion Rechargable ได้
- 9) โครงสร้างเครื่องรับเป็นวัสดุประเภทโลหะ หรือเทียบเท่า
- 10) โครงสร้างเครื่องส่งเป็นวัสดุประเภทโลหะ หรือเทียบเท่า

- 11) เครื่องรับมีหน้าจอแสดงผล และปุ่มปรับค่าต่าง ๆ ด้านหน้าเครื่อง
- 12) เครื่องส่งมีหน้าจอแสดงผลบนตัวเครื่อง
- 13) เครื่องรับมีช่องต่อสำหรับรองรับระบบ Network
- 14) มีค่า Dynamic range 118 dB หรือมากกว่า
- 15) สามารถใช้งานเครื่องส่งในระยะห่างจากเครื่องรับได้อย่างน้อย 90 เมตร
- 16) มีหนังสือการสำรองอะไหล่เวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี ออกจากบริษัทผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย

3.1.6 ไมโครโฟนไร้สายชนิดคู่แบบคาดแก้ม จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เป็นชุดไมโครโฟนไร้สายระบบดิจิตอล
- 2) ประกอบด้วยเครื่องรับแบบประจำที่ Dual-Channel 1 ตัว และเครื่องส่งแบบ Bodypack Transmitter 2 ตัว
- 3) ไมโครโฟนเป็นแบบ Headworn Earset สี Tan หรือเทียบเท่า
- 4) มีวงจรภาครับแบบ Digital predictive switching diversity หรือเทียบเท่า
- 5) รองรับการใช้งานได้ทั้งในย่านความถี่ 694-703 MHz และ 748-758 MHz ได้เป็นอย่างน้อย
- 6) มีฟังก์ชัน IR scan และ Sync สำหรับจับคู่การใช้งานของเครื่องส่ง และเครื่องรับ หรือเทียบเท่า
- 7) เครื่องส่งใช้แบตเตอรี่ขนาด AA จำนวน 2 ก้อน
- 8) เครื่องส่งรองรับการใช้งานร่วมกับแบตเตอรี่แบบ Li-Ion Rechargable ได้
- 9) โครงสร้างเครื่องรับเป็นวัสดุประเภทโลหะ หรือเทียบเท่า
- 10) โครงสร้างเครื่องส่งเป็นพลาสติก หรือเทียบเท่า
- 11) เครื่องรับมีหน้าจอแสดงผล และปุ่มปรับค่าต่าง ๆ ด้านหน้าเครื่อง
- 12) เครื่องส่งมีหน้าจอแสดงผลบนตัวเครื่อง
- 13) เครื่องรับมีช่องต่อสำหรับรองรับระบบ Network
- 14) มีค่า Dynamic range 118 dB หรือมากกว่า
- 15) สามารถใช้งานเครื่องส่งในระยะห่างจากเครื่องรับได้อย่างน้อย 90 เมตร
- 16) มีหนังสือการสำรองอะไหล่เวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี ออกจากบริษัทผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย

3.1.7 เครื่องขยายสัญญาณเสาอากาศไมโครโฟนไร้สาย จำนวน 1 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เป็นเครื่องกระจายสัญญาณความถี่วิทยุย่าน UHF ในระบบไมโครโฟนไร้สาย
- 2) มีค่า Operating Bandwidth ระหว่าง 470 MHz - 960 MHz หรือกว้างกว่า
- 3) สามารถรองรับการส่งสัญญาณไปยังเครื่องรับในระบบไร้สายได้สูงสุด 4 ชุด หรือมากกว่า

- 4) มีขั้วต่อสำหรับต่อใช้กับเสาอากาศด้านหน้าไม่น้อยกว่า 2 ชุด
- 5) มีค่าความต้านทาน 50 โอห์ม

3.1.8 เสาใบพัด จำนวน 8 เสา มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เป็นเสาอากาศสำหรับไมโครโฟนแบบไร้สาย
- 2) มีค่า Operating Bandwidth ระหว่าง 470 - 990 MHz หรือดีกว่า
- 3) สามารถเลือกปรับ Gain ได้ตั้งแต่ -10 dB / 0 dB / +6 dB / +12 dB
- 4) มีค่าความต้านทาน 50 โอห์ม

3.1.9 อุปกรณ์กระจายสัญญาณเสาอากาศ จำนวน 2 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เป็นอุปกรณ์แยกสายอากาศแบบ เข้า 1 ออก 2
- 2) ขั้วต่อเป็นชนิด BNC
- 3) ใช้งานได้บนย่านความถี่ 10 Mhz – 1,000 MHz หรือกว้างกว่า
- 4) มีค่าความต้านทาน 50 โอห์ม
- 5) มีค่าสูญเสียสัญญาณในอุปกรณ์ (Insertion Loss) ไม่เกิน 3 dB

3.1.10 ขาตั้งไมโครโฟนแบบตั้งพื้น จำนวน 8 ต้น มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เป็นขาไมค์แบบบูม สามารถปรับก้ม-เงยได้
- 2) ฐานเป็นชนิด 3 ขาหรือดีกว่า
- 3) สามารถปรับระดับความสูง-ต่ำได้

3.2 เครื่องผสมสัญญาณเสียง และเครื่องปรับแต่งสัญญาณเสียง

3.2.1 เครื่องผสมสัญญาณเสียงแบบดิจิตอล จำนวน 1 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เป็นเครื่องผสมสัญญาณเสียงแบบดิจิตอล รองรับสัญญาณขาเข้าได้ไม่น้อยกว่า 40 ช่อง
- 2) มีช่องสัญญาณขาเข้าสำหรับสำหรับไมโครโฟนแบบ XLR Balanced ไม่น้อยกว่า 32 ช่องสัญญาณ
- 3) มีช่องสัญญาณขาเข้าสำหรับ Line Input แบบ TS Unbalanced ไม่น้อยกว่า 8 ช่องสัญญาณ
- 4) มีช่องสัญญาณขาออกแบบ XLR Balanced ไม่น้อยกว่า 16 ช่องสัญญาณ
- 5) สามารถทำงานแบบ Aux busses ได้ไม่น้อยกว่า 16 ช่อง หรือดีกว่า
- 6) สามารถทำงานแบบ Matrix ได้ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง หรือดีกว่า
- 7) สามารถทำงานแบบ Main LRC หรือดีกว่า
- 8) มี Internal Effect Engines ไม่น้อยกว่า 4 ตัว หรือดีกว่า
- 9) มีกราฟฟิกรูทติ้ง ไม่น้อยกว่า 28 band หรือดีกว่า

- 10) มีช่องเสียบแบบ USB Type A จำนวน 1 ช่อง หรือดีกว่า
- 11) มีการ์ดเสริมแบบ USB Type B ที่สามารถบันทึกเสียงแยกแทร็คได้ ไม่น้อยกว่า 32x32 ช่องสัญญาณเสียง
- 12) มีช่องต่อ Ethernet แบบ RJ45 สำหรับการควบคุมภายนอก หรือดีกว่า
- 13) มีจอมอนิเตอร์หลักแสดงผลการทำงานขนาดไม่น้อยกว่า 5" แบบสัมผัส หรือดีกว่า
- 14) มีจอมอนิเตอร์แสดงผลการทำงานแต่ละช่องสัญญาณเป็นแบบ LCD หรือดีกว่า
- 15) มีช่องสัญญาณเชื่อมต่อแบบดิจิทัล สำหรับการขยาย Input/Output ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง ใช้สำหรับเชื่อมต่อ Stage box กับคอนโซล
- 16) ค่าความล่าช้าการรับส่งสัญญาณต้องไม่มากกว่า 0.9 ms
- 17) สามารถใช้ application ควบคุมการทำงานจากภายนอกได้
- 18) สามารถรับระดับสัญญาณขาเข้าสูงสุดโดยไม่แตกพ่วงได้ไม่ต่ำกว่า +22 dBu
- 19) มีความแรงของสัญญาณขาออกสูงสุด ไม่ต่ำกว่า +21dBu
- 20) ระบบประมวลผล มีความละเอียดไม่น้อยกว่า 40 Bit floating point
- 21) มีหนังสือการสำรองอะไหล่เวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี ออกจากบริษัทผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย

3.2.2 เครื่องผสมสัญญาณเสียงขนาด 16 ช่อง จำนวน 2 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) มีช่องสัญญาณขาเข้าสำหรับสำหรับไมโครโฟนแบบ XLR Balanced ไม่น้อยกว่า 10 ช่องสัญญาณ
- 2) มีช่องสัญญาณขาเข้าสำหรับ Line Input แบบ TS Unbalanced ไม่น้อยกว่า 10 ช่องสัญญาณ
- 3) มีปุ่มตัดความถี่ต่ำ (Low Cut) ในช่องสัญญาณขาเข้า ไม่น้อยกว่า 8 ช่อง
- 4) มี EQ ขนาด 3 bands แบบสามารถเลือกกวาดความถี่ย่านกลางได้ อย่างน้อย 8 ช่อง
- 5) มีช่อง Auxiliary Output จำนวน 4 ชุด หรือมากกว่า
- 6) มีเอฟเฟคแต่งเสียงในตัว หรือเทียบเท่า
- 7) มี Graphic EQ อย่างน้อย 7 ความถี่
- 8) มีสวิตช์ Phantom Power +48V สำหรับทุกช่อง XLR Input
- 9) มีช่องต่อ USB สำหรับ Playback/Record จำนวน 2 In / 2 Out หรือมากกว่า
- 10) มีหนังสือการสำรองอะไหล่เวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี ออกจากบริษัทผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย

3.2.3 อุปกรณ์ขยายช่องสัญญาณอินพุต และช่องสัญญาณเอาต์พุต จำนวน 1 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) มีช่องรับเข้าสัญญาณ Analog Input ขั้วต่อแบบ XLR จำนวน 32 ช่อง หรือมากกว่า
- 2) มีช่องส่งออกสัญญาณ Analog Output ขั้วต่อแบบ XLR จำนวน 12 ช่อง หรือมากกว่า
- 3) เชื่อมต่อกับเครื่องผสมสัญญาณเสียงแบบดิจิทัลในระบบได้
- 4) มีช่องเชื่อมต่อโดยใช้สายสัญญาณแบบ CAT5 หรือ CAT6 หรือเทียบเท่า
- 5) มีช่องเชื่อมต่อแบบ RJ45 จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 6) มีหนังสือการสำรองอะไหล่เวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี ออกจากบริษัทผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย

3.2.4 เครื่องปรับแต่งสัญญาณเสียงแบบดิจิทัล จำนวน 4 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เป็นเครื่องปรับแต่งสัญญาณเสียงระบบดิจิทัล
- 2) มีช่องสัญญาณเสียงขาเข้า และขาออกรวมกันไม่น้อยกว่า 20 ช่องสัญญาณ
- 3) มี Network Audio ไม่น้อยกว่า 48 Channels
- 4) สามารถปรับแต่งเสียง และควบคุมการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ได้โดยผ่านช่อง RS-232 หรือ Ethernet
- 5) การตอบสนองความถี่ไม่น้อยกว่า 20 Hz - 20 kHz
- 6) มีค่าความผิดเพี้ยนทางฮาร์โมนิครวม ไม่มากกว่า 0.01%
- 7) มีค่า Dynamic Range ไม่น้อยกว่า 108 dB หรือดีกว่า
- 8) การ Sampling Rate ไม่น้อยกว่า 48 kHz หรือดีกว่า
- 9) รองรับการจ่ายไฟ Phantom Power +48 V DC
- 10) มีหนังสือการสำรองอะไหล่เวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี ออกจากบริษัทผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย

3.2.5 เครื่องขยายสัญญาณเสียง แบบที่ 1 จำนวน 2 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เป็นเครื่องขยายเสียงแบบสเตอริโอชนิด 2 ช่องสัญญาณ
- 2) สามารถเลือกใช้งานแบบ Low-Impedance หรือ Hi-Impedance ได้
- 3) มีกำลังขยายไม่น้อยกว่า 300 วัตต์ต่อช่อง ในการขับแบบ Low-Impedance ที่ 8 โอห์ม
- 4) มีกำลังขยายไม่น้อยกว่า 300 วัตต์ต่อช่อง ในการขับแบบ Hi-Impedance ที่ 70V/100V
- 5) มีอัตราส่วนของสัญญาณต่อสัญญาณเสียงรบกวนมากกว่า 104 dB
- 6) มีค่าความเพี้ยน THD (ที่ 20 Hz - 20 kHz) ไม่เกิน 0.35%
- 7) ตอบสนองความถี่ไม่น้อยกว่า 20 Hz - 20 kHz

- 8) มีค่าความต้านทานทางอินพุทไม่น้อยกว่า 20 กิโลโอห์ม (Balanced)
- 9) มีสวิตช์ปิด-เปิดอยู่ด้านหน้าเครื่องพร้อมมีไฟแสดงสถานะการทำงานของเครื่อง
- 10) สามารถปรับค่าการทำงานของแอมป์ในส่วน Gain, Voltage Peak Limiter ได้
- 11) มีพัดลมระบายความร้อนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
- 12) มีระบบ Protection ป้องกันความเสียหายของเครื่อง หรือเทียบเท่า
- 13) ได้รับมาตรฐาน CE หรือ UL หรือ FCC เป็นอย่างน้อย
- 14) มีหนังสือการสำรองอะไหล่เวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี ออกจากบริษัทผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย

3.2.6 เครื่องขยายสัญญาณเสียง แบบที่ 2 จำนวน 1 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เป็นเครื่องขยายเสียงแบบสเตอริโอชนิด 2 ช่องสัญญาณ
- 2) สามารถเลือกใช้งานแบบ Low-Impedance หรือ Hi-Impedance ได้
- 3) -มีกำลังขยายไม่น้อยกว่า 600 วัตต์ต่อช่อง ในการขับแบบ Low-Impedance ที่ 8 โอห์ม
- 4) มีกำลังขยายไม่น้อยกว่า 600 วัตต์ต่อช่อง ในการขับแบบ Hi-Impedance ที่ 70V/100V
- 5) มีอัตราส่วนของสัญญาณต่อสัญญาณเสียงรบกวนมากกว่า 104 dB
- 6) มีค่าความเพี้ยน THD (ที่ 20 Hz - 20 kHz) ไม่เกิน 0.35%
- 7) ตอบสนองความถี่ไม่น้อยกว่า 20 Hz - 20 kHz
- 8) มีค่าความต้านทานทางอินพุทไม่น้อยกว่า 20 กิโลโอห์ม (Balanced)
- 9) มีสวิตช์ปิด-เปิดอยู่ด้านหน้าเครื่องพร้อมมีไฟแสดงสถานะการทำงานของเครื่อง
- 10) สามารถปรับค่าการทำงานของแอมป์ในส่วน Gain, Voltage Peak Limiter ได้
- 11) มีพัดลมระบายความร้อนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
- 12) มีระบบ Protection ป้องกันความเสียหายของเครื่อง หรือเทียบเท่า
- 13) ได้รับมาตรฐาน CE หรือ UL หรือ FCC เป็นอย่างน้อย
- 14) มีหนังสือการสำรองอะไหล่เวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี ออกจากบริษัทผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย

3.3 ลำโพงและชุดแวนลำโพง

3.3.1 ลำโพงชนิด 2 ทางแบบ Line Array แบบที่ 1 จำนวน 12 ตู้ มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เป็นลำโพงชนิด 2 ทางแบบ Line Array ที่มีภาคขยายในตัวพร้อมภาค DSP ปรับแต่งเสียง
- 2) ลำโพงเสียงต่ำขนาดไม่น้อยกว่า 10 นิ้ว จำนวน 2 ตัว หรือมากกว่า
- 3) ลำโพงเสียงแหลมขนาดไม่น้อยกว่า 3 นิ้ว จำนวน 1 ตัว หรือมากกว่า

- 4) มีค่าการตอบสนองความถี่อยู่ในช่วง 65 Hz - 18,000 Hz (-3 dB) หรือกว้างกว่า
- 5) มีค่าการตอบสนองความถี่อยู่ในช่วง 55 Hz - 19,000Hz (-10 dB) หรือกว้างกว่า
- 6) ทนกำลังขยายสูงสุดไม่น้อยกว่า 800 Watts Peak
- 7) มีค่า Maximum SPL Output ไม่น้อยกว่า 135 dB SPL-Peak (full-range)
- 8) มุมกระจายเสียง Horizontal ไม่น้อยกว่า 100 องศา
- 9) รองรับความแรงของสัญญาณขาเข้า (Maximum Input Level) ไม่น้อยกว่า 20 dBu
- 10) มีพอร์ตเชื่อมต่อแบบ RJ-45 เพื่อควบคุมการทำงานผ่านระบบเครือข่าย ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 11) สามารถควบคุมการทำงานผ่าน Application บน Windows หรือ macOS หรือ iPad OS หรือเทียบเท่า
- 12) มีหนังสือการสำรองอะไหล่เวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี ออกจากบริษัทผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย

3.3.2 ลำโพงเสียงต่ำขนาดไม่น้อยกว่า 18 นิ้วคู่ จำนวน 2 คู่ มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เป็นลำโพงเสียงต่ำที่มีภาคขยายในตัวพร้อมภาค DSP ปรับแต่งเสียง
- 2) เป็นลำโพงเสียงต่ำที่มีลำโพงขนาดไม่น้อยกว่า 18 นิ้ว จำนวน 2 ดอก
- 3) มีค่าการตอบสนองความถี่อยู่ในช่วง 40 Hz - 80 Hz (-3 dB) หรือกว้างกว่า
- 4) มีค่าการตอบสนองความถี่ไม่น้อยกว่า 32 Hz - 100 Hz (-10 dB) หรือกว้างกว่า
- 5) มีมุมการกระจายเสียงแบบรอบทิศทาง (Omnidirectional)
- 6) ทนกำลังขยายสูงสุดไม่น้อยกว่า 2,500 Watts Peak
- 7) มีค่า Maximum SPL Output ไม่น้อยกว่า 140 dB SPL-Peak
- 8) มีพอร์ตเชื่อมต่อแบบ RJ-45 เพื่อควบคุมการทำงานผ่านระบบเครือข่าย ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 9) สามารถควบคุมการทำงานผ่าน Application บน Windows หรือ macOS หรือ iPad OS หรือเทียบเท่า
- 10) มีหนังสือการสำรองอะไหล่เวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี ออกจากบริษัทผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย

3.3.3 ชุดแขวนลำโพง แบบ Line Array แบบที่ 1 จำนวน 2 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เป็นอุปกรณ์แขวนลำโพงแบบ Line Array แบบที่ 1
- 2) ทำจากวัสดุแข็งแรงทนทาน
- 3) สามารถรองรับการแขวนลำโพง Line Array แบบที่ 1 ได้เป็นอย่างดี
- 4) โครงสร้างขาแขวนมีจุดยึดไม่น้อยกว่า 3 ตำแหน่ง หรือดีกว่า

3.3.4 ลำโพงชนิด 2 ทางแบบ Line Array แบบที่ 2 จำนวน 16 คู่ มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เป็นลำโพงชนิด 2 ทางแบบ Line Array ที่มีภาคขยายในตัวพร้อมภาค DSP ปรับแต่งเสียง
- 2) ลำโพงเสียงต่ำขนาดไม่น้อยกว่า 6.5 นิ้ว จำนวน 2 ตัว หรือมากกว่า
- 3) ลำโพงเสียงแหลมขนาดไม่น้อยกว่า 3 นิ้ว จำนวน 1 ตัว หรือมากกว่า
- 4) มีค่าการตอบสนองความถี่อยู่ในช่วง 70 Hz - 15,000 Hz (-3 dB) หรือกว้างกว่า
- 5) มีค่าการตอบสนองความถี่อยู่ในช่วง 65 Hz - 17,000Hz (-10 dB) หรือกว้างกว่า
- 6) ทนกำลังขยายสูงสุดไม่น้อยกว่า 800 Watts Peak
- 7) มีค่า Maximum SPL Output ไม่น้อยกว่า 134 dB SPL-Peak (full-range)
- 8) มุมกระจายเสียง Horizontal ไม่น้อยกว่า 115 องศา
- 9) รองรับความแรงของสัญญาณขาเข้า (Maximum Input Level) ไม่น้อยกว่า 20 dBu
- 10) มีพอร์ตเชื่อมต่อแบบ RJ-45 เพื่อควบคุมการทำงานผ่านระบบเครือข่าย ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 11) สามารถควบคุมการทำงานผ่าน Application บน Windows หรือ macOS หรือ iPad OS หรือเทียบเท่า
- 12) มีหนังสือการสำรองอะไหล่เวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี ออกจากบริษัทผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย

3.3.5 ลำโพงเสียงต่ำขนาดไม่น้อยกว่า 18 นิ้ว จำนวน 4 ตู้ มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เป็นลำโพงเสียงต่ำที่มีภาคขยายในตัวพร้อมภาค DSP ปรับแต่งเสียง
- 2) เป็นลำโพงเสียงต่ำที่มีลำโพงขนาดไม่น้อยกว่า 18 นิ้ว จำนวน 1 ดอก
- 3) มีค่าการตอบสนองความถี่อยู่ในช่วง 45 Hz - 80 Hz (-3 dB) หรือกว้างกว่า
- 4) มีค่าการตอบสนองความถี่ไม่น้อยกว่า 35 Hz - 100 Hz (-10 dB) หรือกว้างกว่า
- 5) มีมุมการกระจายเสียงแบบรอบทิศทาง (Omnidirectional)
- 6) ทนกำลังขยายสูงสุดไม่น้อยกว่า 2,500 Watts Peak
- 7) มีค่า Maximum SPL Output ไม่น้อยกว่า 134 dB SPL-Peak
- 8) มีพอร์ตเชื่อมต่อแบบ RJ-45 เพื่อควบคุมการทำงานผ่านระบบเครือข่าย ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 9) สามารถควบคุมการทำงานผ่าน Application บน Windows หรือ macOS หรือ iPad OS หรือเทียบเท่า
- 10) มีหนังสือการสำรองอะไหล่เวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี ออกจากบริษัทผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย

3.3.6 ชุดแขวนลำโพง แบบ Line Array แบบที่ 2 จำนวน 4 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เป็นอุปกรณ์แขวนลำโพงแบบ Line Array แบบที่ 2
- 2) ทำจากวัสดุแข็งแรงทนทาน

- 3) สามารถรองรับการแขวนลำโพง Line Array แบบที่ 2 ได้เป็นอย่างดี
- 4) โครงสร้างขาแขวนมีจุดยึดไม่น้อยกว่า 3 ตำแหน่ง หรือดีกว่า

3.3.7 ลำโพงแบบคอลัมน์แบบมีภาคขยายในตัว จำนวน 4 ตู้ มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เป็นลำโพงแบบคอลัมน์ แบบมีภาคขยายในตัว ขนาดอย่างน้อย 2,000 วัตต์ (Peak)
- 2) ลำโพงเสียงแหลม มีดอกลำโพงขนาด 2.5 นิ้ว หรือใหญ่กว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 12 ตัว
- 3) ลำโพงเสียงต่ำ มีขนาดอย่างน้อย 12 นิ้ว จำนวน 1 ตัว
- 4) มุมกระจายเสียงแนวนอน 130° และแนวตั้ง 30° หรือมากกว่า
- 5) มีหน้าจอ LCD ช่วยในการเข้าถึงฟังก์ชันปรับแต่งเสียงได้
- 6) ความดังของเสียงสูงสุดไม่น้อยกว่า 130 dB
- 7) มีค่าการตอบสนองความถี่อยู่ในช่วง 35 Hz - 20 kHz (-10 dB) หรือกว้างกว่า
- 8) มีค่าการตอบสนองความถี่อยู่ในช่วง 40 Hz - 20 kHz (-3 dB) หรือกว้างกว่า
- 9) มีหนังสือการสำรองอะไหล่เวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี ออกจากบริษัทผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย

3.3.8 ลำโพงมอนิเตอร์บนเวที จำนวน 2 ตู้ มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เป็นตู้ลำโพงมอนิเตอร์ขนาด 15 นิ้วแบบมีภาคขยายเสียงในตัวขนาด 1,200 วัตต์ (Peak) หรือมากกว่า
- 2) มีช่องสัญญาณ Input ชนิด Balanced XLR จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง และชนิด Combo จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 3) มีปุ่มปรับแรง – ลด สัญญาณได้
- 4) ลำโพงเสียงต่ำมีขนาดไม่น้อยกว่า 15 นิ้วจำนวน 1 ตัว และลำโพงเสียงแหลมมีขนาดไม่น้อยกว่า 1 นิ้ว จำนวน 1 ตัว
- 5) มีค่าการตอบสนองความถี่อยู่ในช่วง 49 Hz – 20 kHz (-10 dB) หรือกว้างกว่า
- 6) มีค่าการตอบสนองความถี่อยู่ในช่วง 58 Hz – 20 kHz (-3 dB) หรือกว้างกว่า
- 7) มีมุมมองการกระจายเสียงไม่ต่ำกว่า 90° H x 60° V
- 8) มีค่าความต้านทานขาเข้าไม่น้อยกว่า $50\text{ k}\Omega$ balanced
- 9) มีจอ LCD แสดงผลสถานการณ์ทำงาน
- 10) -ความดังของเสียงสูงสุดไม่น้อยกว่า 128 dB SPL
- 11) มีหนังสือการสำรองอะไหล่เวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี ออกจากบริษัทผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย

3.3.9 ลำโพงแบบฝังฝ้าเพดาน ขนาด 6.5 นิ้ว จำนวน 16 ใบ มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เป็นลำโพงชนิดติดฝ้าเพดานโดยเฉพาะ แบบ 2 ทาง และมีฝาครอบด้านหลัง
- 2) มีดอกลำโพงเสียงต่ำขนาดไม่น้อยกว่า 6.5 นิ้ว และดอกลำโพงเสียงสูงขนาดไม่น้อยกว่า 0.75 นิ้ว
- 3) สามารถเลือกใช้งานได้ทั้งแบบความต้านทานสูง และความต้านทานต่ำ
- 4) มีอุปกรณ์พร้อมติดตั้งเพื่อความปลอดภัย ป้องกันการร่วงหล่น
- 5) เลือกใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 60 วัตต์, 30 วัตต์, 15 วัตต์ ในการเชื่อมต่อแบบ 100 โวลท์
- 6) เลือกใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 60 วัตต์, 30 วัตต์, 15 วัตต์, 7.5 วัตต์ ในการเชื่อมต่อแบบ 70 โวลท์
- 7) รองรับกำลังขับไม่น้อยกว่า 150 วัตต์ ที่ความต้านทาน 8 โอห์ม
- 8) มีความไวเสียงไม่น้อยกว่า 86dB SPL (1 วัตต์, 1 เมตร)
- 9) ทำความดังสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 111dB SPL (1 เมตร)
- 10) ตอบสนองย่านความถี่ไม่น้อยกว่าช่วงความถี่ 56Hz - 20kHz (-10dB)
- 11) มีทิศทางการกระจายเสียงไม่น้อยกว่า 110 องศา
- 12) มีวงจรป้องกันภาคขยายภายในจากกระแสไฟเกิน
- 13) มีช่องรับสัญญาณเป็นแบบ Euroblock หรือเทียบเท่า
- 14) กระจกเงาเหล็กด้านหน้ามีความหนาไม่น้อยกว่า 0.6 มิลลิเมตร และวงรอบด้านหน้าลำโพงเป็นวัสดุ ABS หรือดีกว่า
- 15) กระจกเงาเหล็กด้านหน้าสามารถทำสีได้
- 16) มีหนังสือการสำรองอะไหล่เวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี ออกจากบริษัทผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย

3.3.10 ลำโพงแบบฝังฝ้าเพดาน ขนาด 8 นิ้ว จำนวน 18 ใบ มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เป็นลำโพง 2 ทาง แบบฝังฝ้าเพดาน
- 2) ดอกลำโพงเสียงต่ำมีขนาดไม่น้อยกว่า 8 นิ้ว
- 3) ดอกลำโพงเสียงแหลมมีขนาดไม่น้อยกว่า 1 นิ้ว
- 4) สามารถรองรับกำลังขับอย่างน้อย 60 วัตต์ในการใช้งานแบบ 70V/100V
- 5) มีค่าการตอบสนองความถี่อยู่ในช่วง 58 Hz – 20 kHz (-10 dB) หรือกว้างกว่า
- 6) ความดังของเสียงสูงสุดไม่น้อยกว่า 118 dB SPL (Peak)
- 7) มีค่าความไวไม่น้อยกว่า 92 dB
- 8) สามารถเลือกปรับกำลังขับได้ (Taps) 60 W, 30 W, 15 W หรือมากกว่า
- 9) สามารถปรับเลือกการใช้งานแบบ 70V กับ 100V ได้

- 10) มีหนังสือการสำรองอะไหล่เวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี ออกจากบริษัทผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย

3.3.11 ลำโพงมอนิเตอร์ห้องควบคุม จำนวน 1 คู่ มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) มีดอกลำโพงเสียงต่ำขนาดไม่น้อยกว่า 4.5 นิ้ว จำนวน 1 ตัว
- 2) มีดอกลำโพงเสียงแหลมขนาดไม่น้อยกว่า 0.75 นิ้ว จำนวน 1 ตัว
- 3) มีช่วงค่าความถี่ตอบสนอง 60 Hz - 20 kHz หรือกว้างกว่า
- 4) มีค่า Maximum SPL ไม่น้อยกว่า 92 dB SPL
- 5) มีภาคขยายภายในลำโพง ขนาดไม่น้อยกว่า 60 วัตต์
- 6) มีช่องรับสัญญาณเสียงแบบ TRS balanced อย่างน้อย 2 ช่อง
- 7) มีช่องรับสัญญาณเสียงแบบ RCA อย่างน้อย 2 ช่อง
- 8) มีหนังสือการสำรองอะไหล่เวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี ออกจากบริษัทผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย

3.4 คอมพิวเตอร์สำหรับควบคุม

3.4.1 ALL IN ONE COMPUTER จำนวน 2 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ใช้สำหรับการประมวลผลแบบตั้งโต๊ะ
- 2) มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) เทียบได้ไม่ต่ำกว่า Core i5 โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐาน 2.0 GHz และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง จำนวน 1 หน่วย
- 3) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory ขนาดไม่น้อยกว่า 6 MB หรือดีกว่า
- 4) มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 มีขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB หรือดีกว่า
- 5) มีหน่วยจัดเก็บข้อมูลชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 512GB หรือดีกว่า
- 6) มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1,000 Base-T ไม่น้อยกว่า จำนวน 1 ช่อง
- 7) มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 3 ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง และ USB 2.0 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง หรือดีกว่า
- 8) มีแป้นพิมพ์ และเมาส์แบบไร้สาย
- 9) มีจอแสดงภาพในตัวและมีขนาด 21.5 นิ้ว ความละเอียดแบบ FHD (1,920x1,080) หรือดีกว่า
- 10) สามารถใช้งาน Wi-Fi (IEEE 802.11ac) และ Bluetooth ได้

3.4.2 MINI PC จำนวน 2 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ใช้สำหรับการประมวลผลแบบ Mini-PC
- 2) มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) เทียบได้ไม่ต่ำกว่า Core i5 โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐาน 2.0 GHz และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง จำนวน 1 หน่วย
- 3) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory ขนาดไม่น้อยกว่า 6 MB หรือดีกว่า
- 4) มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 มีขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB หรือดีกว่า
- 5) มีหน่วยจัดเก็บข้อมูลชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 512GB หรือดีกว่า
- 6) มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1,000 Base-T ไม่น้อยกว่า จำนวน 1 ช่อง
- 7) มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 3 ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง และ USB 2.0 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง หรือดีกว่า
- 8) มีแป้นพิมพ์ และเมาส์แบบไร้สาย
- 9) สามารถใช้งาน Wi-Fi (IEEE 802.11ac) และ Bluetooth ได้

3.5 อุปกรณ์เสริมอื่นๆ

3.5.1 เก้าอี้สำนักงานขนาด 27U (ลึก 60 cm.) จำนวน 6 ตัว มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เป็นตู้แร็คมาตรฐานขนาด 19 นิ้ว สูงไม่น้อยกว่า 27 U หรือดีกว่า
- 2) มีความลึกไม่น้อยกว่า 60 cm.
- 3) ทำด้วยวัสดุที่เป็นเหล็กอบสีอย่างดี หรือเทียบเท่า
- 4) มีประตูและสามารถล็อกได้
- 5) มีจุดเชื่อมต่อกราวด์ (GROUND) เชื่อมบานประตู ฝาข้าง และตัวโครงตู้เพื่อป้องกันการรั่วของไฟฟ้า

3.5.2 ระบบสายสัญญาณพร้อมเข้าระบบและการทดสอบระบบ จำนวน 1 ระบบ

- 1) สายสัญญาณเสียง มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้
 - มีแกนนำสัญญาณเป็นทองแดงเคลือบด้วยดีบุกขนาดไม่น้อยกว่า 22 AWG
 - เส้นผ่านศูนย์กลางของสายไม่น้อยกว่า 4.5 mm.
 - มีชีลด์ทำจากฟรอยเคลือบด้วยอลูมิเนียมหรือดีกว่า
 - เปลือกหุ้มทำจากวัสดุ PVC หรือ PE หรือดีกว่า
- 2) สายไมโครโฟน มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- เป็นสายสัญญาณ ที่ใช้กับงาน Audio หรือ studio broadcasting และใช้สำหรับทำสาย ไมโครโฟนโดยเฉพาะ
 - แกนนำสัญญาณเป็นทองแดงเคลือบด้วยดีบุกหรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 22 AWG
 - ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสายไม่น้อยกว่า 6.0 mm.
 - มีชีลด์เป็นเทปกระดาษและทองแดงหุ้มดีบุกถัก หรือดีกว่า
 - เปลือกหุ้มทำจากวัสดุ PVC หรือดีกว่า
- 3) สายสัญญาณทองแดงตีเกลียว มีคุณสมบัติดังนี้
- เป็นสายทองแดงคู่บิดเกลียวแบบ 4 คู่สาย ขนาดไม่น้อยกว่า 24 AWG หรือดีกว่า
 - ฉนวนที่หุ้มต้องเป็น PVC หรือ Polyethylene หรือดีกว่า
 - สามารถทำงานได้ที่ช่วงอุณหภูมิตั้งแต่ -20 ถึง + 60 C
- 4) สายลำโพง มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้
- มีแกนนำสัญญาณเป็น Copper หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 18 AWG
 - เส้นผ่านศูนย์กลางของสายไม่น้อยกว่า 5.5 มิลลิเมตร
 - เปลือกหุ้มทำจากวัสดุ PVC หรือ PE หรือดีกว่า

3.5.3 เครื่องสลับสัญญาณภาพชนิด 4 x 4 ช่อง จำนวน 4 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เป็นเครื่องสลับและเลือกสัญญาณภาพแบบ Matrix ขนาด 4 x 4 ช่อง
- 2) มีช่องต่อสัญญาณภาพขาเข้าแบบ HDMI ไม่น้อยกว่า 4 ช่องสัญญาณ
- 3) มีช่องต่อสัญญาณภาพขาออกแบบ HDMI ไม่น้อยกว่า 4 ช่องสัญญาณ
- 4) มีช่องสำหรับการคอนโทรล TCP/IP ไม่น้อยกว่า 1 ช่องสัญญาณ
- 5) รองรับ HDMI 2.0 หรือดีกว่า
- 6) สามารถรองรับความละเอียดภาพระดับ 4K 3,840x2,160@60Hz เป็นอย่างน้อย
- 7) มีพอร์ต RS-232 สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 8) รองรับการเก็บข้อมูลสีได้ตั้งแต่ 4:4:4, 4:2:2 หรือดีกว่า
- 9) มีช่อง Audio output แบบ Stereo Balanced อย่างน้อย 4 ช่อง
- 10) มีหนังสือการสำรองอะไหล่เวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี ออกจากบริษัทผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย

3.5.4 เครื่องสลับสัญญาณภาพชนิด 8 x 8 ช่อง จำนวน 1 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เป็นเครื่องสลับและเลือกสัญญาณภาพแบบ Matrix ขนาด 8 x 8 ช่อง
- 2) มีช่องต่อสัญญาณภาพขาเข้าแบบ HDMI ไม่น้อยกว่า 8 ช่องสัญญาณ
- 3) มีช่องต่อสัญญาณภาพขาออกแบบ HDMI ไม่น้อยกว่า 8 ช่องสัญญาณ

- 4) มีช่องสำหรับการคอนโทรล TCP/IP ไม่น้อยกว่า 1 ช่องสัญญาณ
- 5) รองรับ HDMI 2.0 หรือดีกว่า
- 6) สามารถรองรับความละเอียดภาพระดับ 4K 3,840×2,160@60Hz เป็นอย่างน้อย
- 7) มีพอร์ต RS-232 สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 8) รองรับการเก็บข้อมูลสีได้ตั้งแต่ 4:4:4, 4:2:2 หรือดีกว่า
- 9) มีช่อง Audio output แบบ Stereo Balanced อย่างน้อย 8 ช่อง
- 10) มีหนังสือการสำรองอะไหล่เวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี ออกจากบริษัทผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย

3.5.5 อุปกรณ์รับส่งสัญญาณ HDMI ระยะไกลผ่านสาย CAT จำนวน 16 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) สามารถ รับ-ส่ง สัญญาณภาพ HDMI บนสาย CAT6 รองรับ HDBaseT หรือดีกว่า
- 2) มีช่องต่อสำหรับ Firmware Update ไม่น้อยกว่า 1 ช่องสัญญาณ
- 3) สามารถเดินสายสัญญาณ CAT6@4K ได้ระยะไกลไม่น้อยกว่า 70 เมตร
- 4) รองรับสัญญาณ HDCP เวอร์ชัน 2.2 เป็นอย่างน้อย
- 5) รองรับสัญญาณ Video Resolution ไม่น้อยกว่า 4K@60Hz
- 6) มีค่า Chroma subsampling 4:4:4 หรือดีกว่า
- 7) มี Port สำหรับควบคุมแบบ RS-232 และ IR เป็นอย่างน้อย
- 8) มีหนังสือการสำรองอะไหล่เวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี ออกจากบริษัทผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย

3.5.6 อุปกรณ์รับส่งสัญญาณ HDMI ระยะไกล แบบติดผนัง จำนวน 10 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) ชุดส่งสัญญาณ
 - มีช่องต่อสำหรับสัญญาณภาพขาเข้าแบบ HDMI ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - มีช่องต่อสำหรับสัญญาณภาพและเสียงขาออกแบบ HDBaseT OUT ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - มีช่องต่อ RS-232 จำนวน 1 ช่อง
 - สามารถเดินสายสัญญาณ CAT6 @ 4K ได้ระยะไกลไม่น้อยกว่า 70 เมตร
 - รองรับสัญญาณ UHD/HD/SD ไม่น้อยกว่า 4,096X2,160 @ 60 HZ
 - รองรับการเก็บข้อมูลสีได้ตั้งแต่ 4:4:4, 4:2:2 หรือดีกว่า
 - มีค่า COLOR DEPTH อย่างน้อย 10-BIT, 12-BIT
- 2) ชุดรับสัญญาณ
 - มีช่องต่อสำหรับสัญญาณภาพขาเข้าแบบ HDBaseT IN ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

- มีช่องต่อสำหรับสัญญาณภาพขาออกแบบ HDMI OUT ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- มีช่องต่อสำหรับควบคุม RS-232 จำนวน 1 ช่อง
- มีช่องต่อสำหรับควบคุม IR IN อย่างน้อย 1 ช่อง และ IR OUT อย่างน้อย 1 ช่อง
- สามารถเดินสายสัญญาณ CAT6 @ 4K ได้ระยะไกลไม่น้อยกว่า 70 เมตร
- รองรับสัญญาณ UHD/HD/SD ไม่น้อยกว่า 4,096X2,160 @ 60 HZ
- รองรับการเก็บข้อมูลสีได้ตั้งแต่ 4:4:4, 4:2:2 หรือดีกว่า
- มีค่า COLOR DEPTH อย่างน้อย 10-BIT, 12-BIT
- มีหนังสือการสำรองอะไหล่เวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี ออกจากบริษัทผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย

3.6 งานระบบภาพ

3.6.1 จอแสดงผลแบบ LED Wall ความละเอียด P2.5 หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า กว้าง 4.48 x สูง 2.4 เมตร พร้อมอุปกรณ์ควบคุมและ อุปกรณ์ประกอบการติดตั้ง จำนวน 2 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) จอภาพแสดงผล ต้องมีจำนวนจุดภาพรวมไม่น้อยกว่า 1,720,320 จุดภาพ โดยจำนวนจุดภาพในแนวนอนไม่น้อยกว่า 1,792 จุดภาพ และจุดภาพในแนวตั้งไม่น้อยกว่า 960 จุดภาพ
- 2) จอภาพแสดงผลต้องไม่น้ำหนักไม่เกิน 273 กิโลกรัม ไม่รวมโครงสร้างสำหรับยึดจอ
- 3) จอภาพแสดงผลต้องมีความสว่าง (Brightness) อย่างน้อย 600 Nits (cd/m²)
- 4) จอภาพแสดงผลต้องมีอัตราการแสดงผลภาพที่ความถี่อย่างน้อย (Refresh Rate) 3,840 Hz
- 5) จอภาพแสดงผลต้องมีระดับความเข้มของสี (Grayscale) 14-bit ที่อุณหภูมิสีปกติที่ 2,000K~9300K
- 6) หลอดภาพ LED เป็นชนิด Surface Mount Device (SMD)
- 7) หลอดภาพสามารถทำงานได้ดีในช่วงอุณหภูมิตั้งแต่ -10 องศาเซลเซียส ถึง 45 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า
- 8) หลอดภาพต้องมีมุมมองในแนวราบไม่น้อยกว่า 160 องศา และในแนวตั้งไม่น้อยกว่า 140 องศา
- 9) หลอดภาพต้องมีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 100,000 ชั่วโมง
- 10) แผ่นโมดูลต้องมีระยะห่างระหว่างจุดภาพ (pixel pitch) ไม่เกิน 2.5 มิลลิเมตร วัดจากจุดศูนย์กลางของหลอดภาพ 2 หลอดที่อยู่ติดกัน ทั้งแนวนอนและแนวตั้ง
- 11) แผ่นโมดูลต้องได้รับการออกแบบให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมที่มีขนาดความกว้างไม่เกิน 320 มิลลิเมตร และความยาวไม่เกิน 160 มิลลิเมตร

- 12) แผ่นโมดูลมีจำนวนจุดภาพในแนวนอนไม่น้อยกว่า 128 จุดภาพ และจุดภาพในแนวตั้งไม่น้อยกว่า 64 จุดภาพ
- 13) ตู้จอ LED ต้องได้รับการออกแบบให้เป็นเป็นรูปสี่เหลี่ยมมีขนาดความกว้างไม่น้อยกว่า 640 มิลลิเมตร และความยาวไม่น้อยกว่า 480 มิลลิเมตร
- 14) ตู้จอ LED ต้องมีจำนวนจุดภาพ (Pixels) อย่างน้อยตู้ละ 49,152 จุดภาพ (จุดภาพแนวนอนอย่างน้อย 256จุดภาพและจุดภาพในแนวตั้งอย่างน้อย 192 จุดภาพ) หรือ อย่างน้อยตารางเมตรละ 160,000 จุดภาพ
- 15) ตู้จอ LED วัสดุต้องทำจากอลูมิเนียมหล่อขึ้นรูป
- 16) ตู้จอ LED ต้องมีน้ำหนักไม่เกินตู้ละ 7.8 กิโลกรัม
- 17) ตู้จอ LED ต้องได้รับมาตรฐานระดับการป้องกันและน้ำ (IP Rating) ระดับ IP30
- 18) ตู้จอ LED ต้องสามารถซ่อมบำรุงจากด้านหน้าตู้ได้
- 19) ตู้จอ LED ต้องสามารถใช้งานกับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ Single Phase หรือ Three Phase ที่แรงดันไฟฟ้า AC200~240V ความถี่กระแสไฟฟ้า 47~63 Hz
- 20) ตู้จอ LED ต้องผลิตจากโรงงานผู้ผลิต ที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, ISO45001:2018 โดยจะต้องแนบสำเนาเอกสารการรับรอง แสดงในวันที่ยื่นเอกสารเสนอราคา
- 21) ผลิตภัณฑ์ได้รับการรับรองมาตรฐานความปลอดภัยของอุปกรณ์ไฟฟ้ากลุ่มภาพและเสียงระดับสากล CB Test (IEC62368-1:2018) หรือ CE ตามมาตรฐาน EMC หรือ CE ตามมาตรฐาน LVD เป็นอย่างน้อย
- 22) วัสดุทำจากเหล็กแข็งแรงทนทาน
- 23) โครงสร้างจอต้องสามารถรับน้ำหนักของจอได้เป็นอย่างดี

3.6.2 จอแสดงผลแบบ LED Wall ความละเอียด P4 หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า กว้าง 8.32 สูง 4.80 เมตร พร้อมอุปกรณ์ควบคุมและ อุปกรณ์ประกอบการติดตั้ง จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติ ดังนี้

- 1) LED Module ได้รับการออกแบบให้มีระยะห่างระหว่างจุดภาพ (Pixel Pitch) ไม่เกิน 4มิลลิเมตร หรือ P4 โดยมีขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 8.32 เมตร สูงไม่น้อยกว่า 4.80 เมตร
- 2) LED Lamp (Pixel Configuration) แต่ละจุดภาพใช้หลักการผสมสีของหลอด LED ได้แก่ สีแดง (Red) สีเขียว (Green) และสีน้ำเงิน (Blue)
- 3) จอแสดงผลภาพต้องมีความสว่างระหว่าง 500 - 1000 nit

- 4) มี Contrast Ratio ไม่น้อยกว่า 5000:1
- 5) มีค่า Refresh rate ไม่น้อยกว่า 3,840 Hz
- 6) สามารถแสดงจำนวนสี (Bit Depth) ไม่น้อยกว่า 16 bit per Color (Internal Processing 18bit)
- 7) รองรับการแสดงผลแบบ LED HDR (High Dynamic Range) HDR10+ support / Multi-link HDR
- 8) LED Cabinet ได้รับการออกแบบเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีขนาดไม่ต่ำกว่า 960 x 540 x 79.5 mm
- 9) Cabinet มีน้ำหนักไม่เกิน 21 กิโลกรัม ต่อ ตารางเมตร
- 10) หลอด LED ต้องสามารถทำงานได้ดีในอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ถึง 40 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า
- 11) อายุการใช้งานของหลอด LED ไม่ต่ำกว่า 100,000 ชั่วโมง
- 12) มีมุมมองหลอดไม่น้อยกว่า 150 องศาในแนวตั้ง และ 150 องศาในแนวระดับ
- 13) อัตราการกินไฟ สูงสุด (Power consumption MAX) ไม่เกิน 350 วัตต์ต่อตารางเมตร และอัตรา
กินไฟเฉลี่ย (Power consumption Typical) ไม่เกิน 120 วัตต์ต่อตารางเมตร
- 14) รองรับมาตรฐาน IP20 เป็นอย่างน้อย
- 15) มีอุปกรณ์แปลงแรงดันไฟฟ้าสามารถใช้ร่วมกับไฟฟ้าขาเข้าในช่วง 100 - 240 VAC, 50-60 Hz
- 16) LED มีคุณลักษณะสำหรับติดตั้งภายในอาคาร
- 17) จอแสดงผล LED ต้องได้รับมาตรฐานระดับสากล โดยจะต้องมีเอกสารรับรองมาตรฐาน
ISO9001 หรือ EMC class A หรือ Safety 60950-1 เป็นอย่างน้อย
- 18) มีชุดติดตั้งจอ LED Wall พื้นฐานที่ได้มาตรฐาน ที่เป็นยี่ห้อเดียวกันกับ LED Wall ที่เสนอ
- 19) ระบบการจัดการจอภาพ LED Wall สามารถทำงานร่วมกับระบบเดิมที่มีอยู่ของหน่วยงานได้
- 20) LED Cabinet ต้องมีสัญลักษณ์ โลโก้ ยี่ห้ออยู่บริเวณด้านหลังของ LED Cabinet
- 21) มีหนังสือแต่งตั้งรับรองจากเจ้าของผลิตภัณฑ์เพื่อเข้างานโดยมีระบุชื่องานโครงการ และชื่อรุ่น
สินค้าชัดเจน
- 22) เครื่องควบคุมจอภาพแบบอิสระ พร้อมติดตั้ง
 - เครื่องประมวลสัญญาณภาพ ต้องเป็นยี่ห้อเดียวกับจอภาพ โดยเป็นระบบปฏิบัติการ Tizen รุ่น 6.5 หรือรุ่นที่ใหม่กว่า
 - มีช่องสัญญาณขาเข้า ดังนี้
 - DP (Display Port) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - HDMI จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง

- มีช่องสัญญาณขาออก ดังนี้
 - Optic ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง หรือดีกว่า
 - DVI หรือ Service Port ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - SPDIF หรือ Optical Audio Out ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - มีช่อง USB จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- สามารถทำงานได้ในช่วงอุณหภูมิโดยรอบ 0 – 40 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า
- รองรับความละเอียด 4K UHD (3840 x 2160) เป็นอย่างน้อย
- รองรับการควบคุมระบบป้ายประชาสัมพันธ์
- มีระบบเพิ่มคุณภาพของภาพ (Image Quality Enhancing) แบบ AI Picture, LED HDR, HDR10/10+ เป็นอย่างน้อย
- มีคุณสมบัติ AI Upscaling, DICOM Simulation Mode, Gen Lock, Frame Lock และ Smartview+ เป็นอย่างน้อย
- รองรับ Frame Rate ที่ 60Hz หรือดีกว่า
- ได้รับการรับรองมาตรฐาน Safety 62368-1, 60950-1 และ EMC class B เป็นอย่างน้อย
- คุณสมบัติด้านเทคนิคด้าน Software การจัดการของเครื่องประมวลสัญญาณ (Video Processor) มีรายละเอียดดังนี้
 - สามารถควบคุม การแสดงผลจอ LED Wall จากเครื่อง Server ที่ทำหน้าที่เป็นตัว
 - ควบคุมอุปกรณ์ โดยผ่านทางระบบ Network (Lan) โดยการใช้งานเป็นการเปิดผ่าน Web browser รองรับระบบ Cloud หรือ Remote management
 - มีหน้า Dashboard หรือหน้าสรุปในการดูข้อมูลระบบ เช่น รายละเอียดผู้ใช้งาน,
 - ข้อมูลการใช้ทรัพยากรในเครื่อง, จำนวนอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อในระบบ, จำนวน Playlist ที่ตั้งค่าไว้, จำนวนตารางการเล่นไฟล์บนจอปลายทาง
 - มีเมนูการใช้งานดังนี้ หัวข้อสื่อในระบบ, กลุ่มไฟล์ที่ตั้งไว้, ตารางการเล่นไฟล์, อุปกรณ์ในระบบ, สถิติการใช้งาน, ผู้ใช้งาน และการตั้งค่า
 - สามารถแบ่งกลุ่มของ อุปกรณ์จอภาพปลายทางได้ กลุ่มใหญ่ กลุ่มย่อย และสามารถแยกกลุ่มในการส่งข้อมูลได้
 - มี function ในการ approve จอภาพที่ต้องการนำมาต่อเข้ากับระบบโดยทางผู้ใช้งาน สามารถตรวจสอบก่อน จะ approve จอภาพเข้ามาในระบบส่วนกลาง
 - สามารถกำหนดวัน และ เวลาในการแสดงผลข้อมูล ทั้งเวลาปัจจุบัน และเวลา

- ล่วงหน้าสามารถดูตารางแบบรายวัน, รายสัปดาห์, รายเดือน และเป็นแบบรายการ
 - มี function ในการออกแบบรูปแบบการจัด Content มาให้โดยไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมเพิ่ม โดยมีหัวข้อเมนูอย่างน้อยดังนี้ รูปแบบ, ไฟล์, รูปแบบตัวหนังสือ, สติกเกอร์สำหรับตกแต่ง, รูปแบบเลขาชนิด, แหล่งของการแสดงผลที่เป็น Port ต่างๆ และพื้นหลังการแสดงผล
 - การออกแบบ รูปแบบสามารถทำได้ทั้งแนวตั้งและแนวนอน สามารถใส่แหล่งที่มา
 - ของ port ต่างๆ สำหรับแสดงผลเพิ่มเติมใน Template นั้นๆ และมี function Master Page สำหรับการแสดง widget ไปหน้าอื่นๆได้อัตโนมัติ
 - มี function Widget ดังนี้ พยากรณ์อากาศปรับแต่งเวลาสากลได้, นาฬิกา, Website, RSS เป็นต้น
 - โปรแกรมการควบคุมหรือการจัดการจอปลายทาง (Software) ต้องเป็นประเภท Magicinfo Solution จะต้องเป็นยี่ห้อเดียวกันหรือภายใต้การพัฒนาของจอภาพนั้นๆ
- อุปกรณ์และงานติดตั้งจอ LED
- วัสดุทำจากเหล็กแข็งแรงทนทาน
 - โครงสร้างจอต้องสามารถรับน้ำหนักของจอได้เป็นอย่างดี

3.6.3 จอแสดงผลแบบ LED Signage All one Wall 130" ความละเอียด P1.5 หรือดีกว่า จำนวน 3 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) LED Module ได้รับการออกแบบให้มีระยะห่างระหว่างจุดภาพ (Pixel Pitch) ไม่เกิน 1.5 มิลลิเมตร หรือ P1.5
- 2) LED Pixel Configuration แต่ละจุดภาพใช้หลักการผสมสีของหลอด LED ได้แก่ สีแดง (Red) สีเขียว (Green) และสีน้ำเงิน (Blue)
- 3) เป็นจอแสดงภาพที่ใช้ไดโอดประเภท Surface Mount Device (SMD)
- 4) จอแสดงภาพต้องมีความสว่าง Max ไม่น้อยกว่า 500nit และ Peak ไม่น้อยกว่า 1,000nit
- 5) มี Contrast Ratio ไม่น้อยกว่า 6,000:1
- 6) มีค่า Refresh Rate หรือ Visual Refresh Rate ไม่น้อยกว่า 7,680 Hz
- 7) มีค่า Video Rate 50/60 Hz
- 8) มีค่า Bit Depth ไม่น้อยกว่า 16 bit
- 9) มีคุณสมบัติ LED HDR และ AI Picture เป็นอย่างน้อย
- 10) มีค่าความละเอียดของจอแสดงภาพ ไม่น้อยกว่า 1,920x1080 pixels

- 11) จอแสดงผลเมื่อติดตั้งเสร็จ มีขนาดความกว้างไม่น้อยกว่า 2,880 มิลลิเมตร ความสูงไม่น้อยกว่า 1,628 มิลลิเมตร มีความหนาไม่เกิน 58 มิลลิเมตร และเมื่อวัดตามแนวทแยงมุมมีขนาดไม่น้อยกว่า 129 นิ้ว
- 12) น้ำหนักของจอภาพไม่เกิน 125 กิโลกรัม
- 13) สามารถทำงานได้ในอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ถึง 40 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า
- 14) อายุการใช้งานของหลอด LED ไม่ต่ำกว่า 100,000 ชั่วโมง
- 15) มุมมองภาพ (Viewing angle) ไม่น้อยกว่า 160 องศาในแนวตั้ง และ 160 องศาในแนวระดับ
- 16) อัตราการกินไฟของจอแสดงผล สูงสุด (Power consumption Max) ไม่เกิน 1,700 วัตต์ และ อัตราการกินไฟของจอแสดงผล เฉลี่ย (Power consumption Typ) ไม่เกิน 685 วัตต์
- 17) รองรับมาตรฐาน IP20 เป็นอย่างน้อย
- 18) รองรับการบำรุงรักษาจากด้านหน้า
- 19) สามารถใช้ร่วมกับไฟฟ้าขาเข้าในช่วง 100~240 VAC, 50/60 Hz
- 20) จอแสดงผลมีคุณลักษณะสำหรับติดตั้งภายในอาคาร
- 21) จอแสดงผลเป็นชนิดที่มีส่วนควบคุมอยู่ภายในจอภาพ (Controller Built-in)
- 22) จอแสดงผลมีลำโพงที่มีกำลังขับไม่น้อยกว่า 10 วัตต์ 2 ช่องสัญญาณเสียง (2ch) ติดตั้งอยู่ในจอภาพ
- 23) มีช่องรับสัญญาณภาพ DisplayPort (DP) 1.2 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง, HDMI 1.4 ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
- 24) มีช่อง USB 2.0 ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง, มีช่อง RJ45 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง และมีช่อง RS232C ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 25) มีช่องต่อสัญญาณเสียงออก แบบ Stereo mini jack
- 26) รองรับ eARC
- 27) รองรับการเชื่อมต่อ WiFi และ Bluetooth
- 28) มีระบบสลับสัญญาณภาพอัตโนมัติ (Auto Source Switching & Recovery) และ SmartView+ เป็นอย่างน้อย
- 29) ได้รับการรับรองในด้านการปกป้องสายตา (Eye-protection Certification)
- 30) มีรีโมทคอนโทรลแบบ IR Remote Controller
- 31) จอแสดงผลต้องได้รับมาตรฐานระดับสากล โดยจะต้องมีเอกสารรับรองมาตรฐาน EMC Class A และ Safety 60950-1 เป็นอย่างน้อย
- 32) มีหนังสือแต่งตั้งรับรองจากเจ้าของผลิตภัณฑ์เพื่อเข้างานโดยมีระบุชื่องานโครงการ และชื่อรุ่นสินค้าชัดเจน

33) คุณสมบัติด้านเทคนิคด้าน Software การจัดการของเครื่องประมวลสัญญาณ (Video Processor) มีรายละเอียดดังนี้

- สามารถควบคุม การแสดงผลจอ LED Wall จากเครื่อง Server ที่ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุม อุปกรณ์ โดยผ่านทางระบบ Network (Lan) โดยการใช้งานเป็นการเปิดผ่าน Web browser รองรับระบบ Cloud หรือ Remote management
- มีหน้า Dashboard หรือหน้าสรุปในการดูข้อมูลระบบ เช่น รายละเอียดผู้ใช้งาน, ข้อมูลการใช้ทรัพยากรในเครื่อง, จำนวนอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อในระบบ, จำนวน Playlist ที่ตั้งค่าไว้, จำนวนตารางการเล่นไฟล์บนจอปลายทาง
- มีเมนูการใช้งานดังนี้ หัวข้อสื่อในระบบ, กลุ่มไฟล์ที่ตั้งไว้, ตารางการเล่นไฟล์, อุปกรณ์ในระบบ, สถิติการใช้งาน, ผู้ใช้งาน และการตั้งค่า
- สามารถแบ่งกลุ่มของ อุปกรณ์จอภาพปลายทางได้ กลุ่มใหญ่ กลุ่มย่อย และสามารถแยกกลุ่มในการส่งข้อมูลได้
- มี function ในการ approve จอภาพที่ต้องการนำมาต่อเข้ากับระบบโดยทางผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบก่อน จะ approve จอภาพเข้ามาในระบบส่วนกลาง
- สามารถกำหนดวัน และ เวลาในการแสดงผลข้อมูล ทั้งเวลาปัจจุบัน และเวลาล่วงหน้าสามารถดูตารางแบบรายวัน, รายสัปดาห์, รายเดือน และเป็นแบบรายการ
- มี function ในการออกแบบรูปแบบการจัด Content มาให้โดยไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมเพิ่ม โดยมีหัวข้อเมนูอย่างน้อยดังนี้ รูปแบบ, ไฟล์, รูปแบบตัวหนังสือ, สติกเกอร์สำหรับตกแต่ง, รูปแบบเลขาคณิต, แหล่งของการแสดงผลที่เป็น Port ต่างๆ และพื้นหลังการแสดงผล
- การออกแบบ รูปแบบสามารถทำได้ทั้งแนวตั้งและแนวนอน สามารถใส่แหล่งที่มาของ port ต่างๆ สำหรับแสดงผลเพิ่มเติมใน Template นั้นๆ และมี function Master Page สำหรับการแสดง widget ไปหน้าอื่นๆได้อัตโนมัติ
- มี function Widget ดังนี้ พยากรณ์อากาศปรับแต่งเวลาสากลได้, นาฬิกา, Website, RSS เป็นต้น
- สามารถตรวจสอบการใช้งานจอภาพในระบบได้จาก Software นี้เช่น สถานะ เปิด-ปิด รายละเอียดหน่วยความจำของ Video processor เป็นต้น
- โปรแกรมการควบคุมหรือการจัดการจอปลายทาง (Software) ต้องเป็นประเภท หรือยี่ห้อเดียวกันหรือภายใต้การพัฒนาของจอภาพนั้นๆ
- โปรแกรมสามารถแสดงรายละเอียด ไฟล์ต่างๆในระบบเช่น ชื่อไฟล์, ขนาดไฟล์, อุปกรณ์ปลายทางที่รองรับไฟล์นั้นๆ และวันที่แก้ไขไฟล์

- โปรแกรมการควบคุมหรือการจัดการจอปลายทาง (Software) ต้องรองรับหรือเชื่อมต่อกับระบบเดิมของทางหน่วยงานได้ เช่น จอประชาสัมพันธ์ จอวีดีโอวอล ในระบบปฏิบัติการ Tizen OS ที่มีอยู่ของหน่วยงาน โดยไม่ต้องติดตั้งอุปกรณ์หรือปรับเปลี่ยนระบบเพิ่มเติมมาตรฐานการติดตั้งจอภาพ
- จอภาพต้องรองรับการบำรุงรักษาด้านหน้าของแผงจอภาพ
- โครงสร้างในการติดตั้งจะต้องมีพื้นผิวที่เรียบทั้งแนวตั้งและแนวนอน
- ในกรณีที่ใช้โครงสร้างเพิ่มเติมจะต้องเป็นโครงสร้างเหล็กหรืออลูมิเนียมที่มีความแข็งแรงเพียงพอ
- ทางผู้ติดตั้งจะต้องมีการเข้ามาดูแลสภาพของจอตามอายุการรับประกัน 3 ปี พร้อมทั้งหนังสือรับรองอะไหล่ไม่น้อยกว่า 3 ปี ต้องมีอะไหล่สำรอง (Spare part) ในจำนวนที่เพียงพอกับการใช้งาน

3.6.4 Smart TV ขนาด 75" จำนวน 4 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) ขนาดหน้าจอไม่น้อยกว่า 75 นิ้ว
- 2) ความละเอียดไม่น้อยกว่า 3,840 × 2,160 (4K Ultra HD)
- 3) เทคโนโลยีหน้าจอ: QLED หรือ Crystal UHD
- 4) รีเฟรชเรตไม่น้อยกว่า 60 Hz
- 5) แสดงภาพด้วยหลอดภาพ แบบ LED Backlight
- 6) ต้องมีช่องต่อสาย LAN เพื่อเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต หรือช่องต่อสายสัญญาณ Ethernet ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 7) เป็นระบบปฏิบัติการ Android, Tizen, webOS หรืออื่น ๆ
- 8) ช่องต่อ HDMI ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 9) ช่องต่อ USB ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

3.6.5 จอรับภาพแบบมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 250 นิ้ว จำนวน 2 จอ มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เนื้อจอมีขนาดเส้นทแยงมุมไม่ต่ำกว่า 250 นิ้ว อัตราส่วน 16:9 หรือ 16:10
- 2) กล้องจอร์รับภาพทำด้วยวัสดุเหล็กอย่างดี ให้ความแข็งแรงทนทาน
- 3) ควบคุมการขึ้นลงของจอร์รับภาพ และม้วนเก็บด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า
- 4) ปรับความสูงของจอ จากการเลื่อนจอ ขึ้น – ลง ได้ทุกตำแหน่ง และหยุดโดยอัตโนมัติเมื่อเลื่อนขึ้นสุด ลงสุด
- 5) ควบคุมการขึ้นลงของจอร์รับภาพด้วย รีโมทมีสายและไร้สายได้ (เป็นอุปกรณ์มาตรฐาน)

- 6) ไร้โมทไร้สายส่งสัญญาณโดยคลื่นวิทยุ ทำให้ใช้งานได้อย่างสะดวก โดยคลื่นความถี่ของไร้โมทแต่ละตัวจะแตกต่างกัน เพื่อป้องกันความยุ่งยากในการใช้งาน
- 7) สามารถกำหนดตำแหน่งหยุดของจอภาพได้
- 8) สามารถติดตั้งจอได้ทั้งแบบแขวนเพดานหรือยึดติดกับผนัง
- 9) เนื้อจอสีขาวทำจากวัสดุ Fiber ให้ความเนียนเรียบ สามารถป้องกันเชื้อรา ป้องกันการติดไฟ และทำความสะอาดได้
- 10) เนื้อจอเป็นชั้นเดียวไม่มีรอยต่อ มีขอบจอสีดำและด้านหลังจอเคลือบสีดำ
- 11) ใช้ได้กับไฟ 220 โวลต์ 50 Hz

3.6.6 เครื่องฉายภาพโปรเจคเตอร์ขนาด 8,000 Ansi แบบ WUXGA หลอด Laser จำนวน 2 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) สามารถฉายภาพได้ตั้งแต่ขนาด 40 นิ้ว จนถึง 400 นิ้ว หรือดีกว่า
- 2) มี LCD PANEL ขนาด 0.67 นิ้ว หรือดีกว่า
- 3) ความละเอียดของภาพ WUXGA (1,920 X 1,200)
- 4) อัตราส่วนของภาพ 16:10
- 5) มีความสว่างไม่น้อยกว่า 8,000 LUMENS
- 6) แหล่งกำเนิดแสงเป็นชนิด LASER DIODES
- 7) ให้ CONTRAST RATIO ไม่ต่ำกว่า 3,000,000: 1
- 8) สามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 20,000 ชั่วโมง
- 9) สามารถแก้ไข KEY STONE ในแนวตั้ง ได้ ± 25 องศา และแนวนอน ± 30 องศา หรือดีกว่า
- 10) สามารถเลื่อนภาพทางแนวตั้ง $\pm 50\%$ (Manual) และทางแนวนอน $\pm 20\%$ (Manual) หรือดีกว่า
- 11) สามารถปรับความคมชัดของภาพได้
- 12) มีช่องต่อ HDMI ขาเข้าไม่น้อยกว่า 2 ช่องสัญญาณ
- 13) มีช่องต่อ RS-232C ไม่น้อยกว่า 1 ช่องสัญญาณสำหรับควบคุมการทำงานจากภายนอก
- 14) ช่องต่อ RJ-45 ไม่น้อยกว่า 1 ช่องสัญญาณ สำหรับเชื่อมต่อกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์
- 15) มีหนังสือการสำรองอะไหล่เวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี ออกจากบริษัทผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย

3.6.7 จอมอนิเตอร์ในห้องควบคุม จำนวน 2 จอ มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) ขนาดจอไม่น้อยกว่า 24 นิ้ว
- 2) มีความละเอียดไม่น้อยกว่า 1,920 X 1,080 พิกเซล
- 3) มีค่าความสว่างไม่น้อยกว่า 250 cd/m²

- 4) ช่องสัญญาณแบบ HDMI จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง หรือดีกว่า
- 5) อัตราส่วนของภาพ ขนาด 16:9
- 6) -ค่า CONTRAST RATIO ไม่น้อยกว่า 1,000:1

3.6.8 จอดิจิทัลไซเนจพร้อมซอฟต์แวร์ควบคุมจากส่วนกลาง ขนาดไม่น้อยกว่า 43 นิ้ว จำนวน 4 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เป็นจอภาพแสดงผลประเภท LFD Monitor (Without TV Tuner)ขนาดของจอภาพไม่น้อยกว่า 43 นิ้ววัดตามแนวเส้นทแยงมุม
- 2) ความละเอียด: 3,840 x 2,160 (4K UHD) หรือดีกว่า
- 3) รองรับการแสดงผลภาพได้ทั้งแนวนอนและแนวตั้ง
- 4) รองรับการใช้งานอย่างน้อย 24 ชั่วโมงต่อวัน
- 5) ความสว่างของจอภาพ (Brightness) ไม่น้อยกว่า 500 nit
- 6) อัตราความคมชัดของภาพ (Contrast Ratio) 4000:1 (Static)
- 7) ช่องต่อสัญญาณเข้า PC Input : Display Port1.2 x 1
- 8) ช่องต่อสัญญาณเข้า Video Input : HDMI2.0 x 3
- 9) ช่องต่อสัญญาณเข้า USB Input : USB2.0 x 2
- 10) มีช่องต่อสัญญาณ RS232C(in/out) และ RJ45
- 11) มี Built-in media player ในตัว 1.6GHz Quad-Core CPU หรือดีกว่า มี Storage 16 GB
- 12) มีระบบปฏิบัติการในตัวเป็น Tizen OS
- 13) ตัวจอสามารถทนฝุ่นระดับ IP5x Rating
- 14) จอภาพแสดงผลต้องสามารถทำงานได้ในช่วงอุณหภูมิ 0 – 40 องศาเซลเซียสเป็นอย่างน้อย
- 15) จอภาพแสดงผลต้องสามารถทำงานได้ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 10 – 80 เปอร์เซ็นต์เป็นอย่างน้อย
- 16) มีหนังสือรับรองศูนย์บริการดูแลระบบบริหารงานโดยเจ้าของผลิตภัณฑ์ เปิดบริการครอบคลุมประเทศไทยไม่น้อยกว่า 30 ศูนย์ โดยมีที่อยู่ระบุชัดเจน
- 17) มีเบอร์โทรศัพท์ตรงให้บริการรับแจ้งซ่อมเฉพาะสินค้างานโครงการโดยตรงไม่รวมกับลูกค้าทั่วไป (Service Call Center)
- 18) มีหนังสือแต่งตั้งรับรองจากเจ้าของผลิตภัณฑ์เพื่อเข้างานโดยมีระบุชื่องานโครงการ และชื่อรุ่นสินค้าชัดเจน
- 19) รับประกันจอภาพ ฟรีค่าแรงและอะไหล่อย่างน้อย 3 ปี

- 20) คุณสมบัติด้านเทคนิคด้าน Software การจัดการของเครื่องประมวลสัญญาณ (Video Processor) แบบถาวร มีรายละเอียดดังนี้
- 21) สามารถควบคุม การแสดงผลจอ LED Wall จากเครื่อง Server ที่ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุม อุปกรณ์ โดยผ่านทางระบบ Network (Lan) โดยการใช้งานเป็นการเปิดผ่าน Web browser รองรับระบบ Cloud หรือ Remote management
- 22) มีหน้า Dashboard หรือหน้าสรุปในการดูข้อมูลระบบ เช่น รายละเอียดผู้ใช้งาน, ข้อมูลการใช้ทรัพยากรในเครื่อง, จำนวนอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อในระบบ, จำนวน Playlist ที่ตั้งค่าไว้, จำนวนตารางการเล่นไฟล์บนจอปลายทาง
- 23) มีเมนูการใช้งานดังนี้ หัวข้อสื่อในระบบ, กลุ่มไฟล์ที่ตั้งไว้, ตารางการเล่นไฟล์, อุปกรณ์ในระบบ, สถิติการใช้งาน, ผู้ใช้งาน และการตั้งค่า
- 24) สามารถแบ่งกลุ่มของ อุปกรณ์จอภาพปลายทางได้ กลุ่มใหญ่ กลุ่มย่อย และสามารถแยกกลุ่มในการส่งข้อมูลได้
- 25) มี function ในการ approve จอภาพที่ต้องการนำมาต่อเข้ากับระบบโดยทางผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบก่อน จะ approve จอภาพเข้ามาในระบบส่วนกลาง
- 26) สามารถกำหนดวัน และ เวลาในการแสดงผลข้อมูล ทั้งเวลาปัจจุบัน และเวลาล่วงหน้าสามารถดูตารางแบบรายวัน, รายสัปดาห์, รายเดือน และเป็นแบบรายการ
- 27) มี function ในการออกแบบรูปแบบการจัด Content มาให้โดยไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมเพิ่ม โดยมีหัวข้อเมนูอย่างน้อยดังนี้ รูปแบบ, ไฟล์, รูปแบบตัวหนังสือ, สติกเกอร์สำหรับตกแต่ง, รูปแบบเลขาคณิต, แหล่งของการแสดงผลที่เป็น Port ต่างๆ และพื้นหลังการแสดงผล
- 28) การออกแบบ รูปแบบสามารถทำได้ทั้งแนวตั้งและแนวนอน สามารถใส่แหล่งที่มาของ port ต่างๆ สำหรับแสดงผลเพิ่มเติมใน Template นั้นๆ และมี function Master Page สำหรับการแสดง widget ไปหน้าอื่นๆได้อัตโนมัติ
- 29) มี function Widget ดังนี้ พยากรณ์อากาศปรับแต่งเวลาสากลได้, นาฬิกา, Website, RSS เป็นต้น
- 30) สามารถตรวจสอบการใช้งานจอภาพในระบบได้จาก Software นี้เช่น สถานะ เปิด-ปิด รายละเอียดหน่วยความจำของ Video processor เป็นต้น
- 31) โปรแกรมการควบคุมหรือการจัดการจอปลายทาง (Software) ต้องเป็นประเภท Magicinfo Solution จะต้องเป็นยี่ห้อเดียวกันหรือภายใต้การพัฒนาของจอภาพนั้นๆ
- 32) โปรแกรมสามารถแสดงรายละเอียด ไฟล์ต่างๆในระบบเช่น ชื่อไฟล์, ขนาดไฟล์, อุปกรณ์ปลายทางที่รองรับไฟล์นั้นๆ และวันที่แก้ไขไฟล์

33) โปรแกรมการควบคุมหรือการจัดการจอปลายทาง (Software) ต้องรองรับหรือเชื่อมต่อกับระบบเดิมของทางหน่วยงานได้ เช่น จอประชาสัมพันธ์ จอวีดีโอวอล ในระบบปฏิบัติการ Tizen OS ที่มีอยู่ของหน่วยงาน โดยไม่ต้องติดตั้งอุปกรณ์หรือปรับเปลี่ยนระบบเพิ่มเติม

3.6.9 จอดิจิทัลไซเนจ พร้อมซอฟต์แวร์ควบคุมจากส่วนกลาง ขนาดไม่น้อยกว่า 55 นิ้ว จำนวน 4 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เป็นจอภาพแสดงผลประเภท LFD Monitor (Without TV Tuner)ขนาดของจอภาพไม่น้อยกว่า 54.5 นิ้ววัดตามแนวเส้นทแยงมุม
- 2) ความละเอียดของการแสดงผล (Resolution) ไม่น้อยกว่า 3840x2160 จุด
- 3) รองรับการแสดงผลภาพได้ทั้งแนวนอนและแนวตั้ง
- 4) รองรับการใช้งานอย่างน้อย 24 ชั่วโมงต่อวัน
- 5) ความสว่างของจอภาพ (Brightness) ไม่น้อยกว่า 500 nit
- 6) อัตราความคมชัดของภาพ (Contrast Ratio) 4000:1 (Static)
- 7) ช่องต่อสัญญาณเข้า PC Input : Display Port1.2 x 1
- 8) ช่องต่อสัญญาณเข้า Video Input : HDMI2.0 x 3
- 9) ช่องต่อสัญญาณเข้า USB Input : USB2.0 x 2
- 10) มีช่องต่อสัญญาณ RS232C(in/out) และ RJ45
- 11) ลำโพง Built in แบบ สเตอริโอ มีกำลังขับไม่น้อยกว่า 10Wx2
- 12) มี Built-in media player ในตัว 1.6GHz Quad-Core CPU หรือดีกว่า มี Storage 16 GB
- 13) มีระบบปฏิบัติการในตัวเป็น Tizen OS
- 14) ตัวจอสามารถทนฝุ่นระดับ IP5x Rating
- 15) จอภาพแสดงผลต้องสามารถทำงานได้ในช่วงอุณหภูมิ 0 – 40 องศาเซลเซียสเป็นอย่างน้อย
- 16) จอภาพแสดงผลต้องสามารถทำงานได้ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 10 – 80 เปอร์เซ็นต์เป็นอย่างน้อย
- 17) มีหนังสือรับรองศูนย์บริการดูแลระบบบริหารงานโดยเจ้าของผลิตภัณฑ์ เปิดบริการครอบคลุมประเทศไทยไม่น้อยกว่า 30 ศูนย์ โดยมีที่อยู่ระบุชัดเจน
- 18) มีเบอร์โทรศัพท์ตรงให้บริการรับแจ้งซ่อมเฉพาะสินค้างานโครงการโดยตรงไม่รวมกับลูกค้าทั่วไป (Service Call Center)
- 19) มีหนังสือแต่งตั้งรับรองจากเจ้าของผลิตภัณฑ์เพื่อเข้างานโดยมีระบุชื่องานโครงการ และชื่อรุ่นสินค้าชัดเจน
- 20) รับประกันจอภาพ ฟรีค่าแรงและอะไหล่อย่างน้อย 3 ปี

- 21) คุณสมบัติด้านเทคนิคด้าน Software การจัดการของเครื่องประมวลสัญญาณ (Video Processor) แบบถาวร มีรายละเอียดดังนี้
- สามารถควบคุม การแสดงผลจอ LED Wall จากเครื่อง Server ที่ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุม อุปกรณ์ โดยผ่านทางระบบ Network (Lan) โดยการใช้งานเป็นการเปิดผ่าน Web browser รองรับระบบ Cloud หรือ Remote management
 - มีหน้า Dashboard หรือหน้าสรุปในการดูข้อมูลระบบ เช่น รายละเอียดผู้ใช้งาน, ข้อมูลการใช้ทรัพยากรในเครื่อง, จำนวนอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อในระบบ, จำนวน Playlist ที่ตั้งค่าไว้, จำนวนตารางการเล่นไฟล์บนจอปลายทาง
 - มีเมนูการใช้งานดังนี้ หัวข้อสื่อในระบบ, กลุ่มไฟล์ที่ตั้งไว้, ตารางการเล่นไฟล์, อุปกรณ์ในระบบ, สถิติการใช้งาน, ผู้ใช้งาน และการตั้งค่า
 - สามารถแบ่งกลุ่มของ อุปกรณ์จอภาพปลายทางได้ กลุ่มใหญ่ กลุ่มย่อย และสามารถแยกกลุ่มในการส่งข้อมูลได้
 - มี function ในการ approve จอภาพที่ต้องการนำมาต่อเข้ากับระบบโดยทางผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบก่อน จะ approve จอภาพเข้ามาในระบบส่วนกลาง
 - สามารถกำหนดวัน และ เวลาในการแสดงผลข้อมูล ทั้งเวลาปัจจุบัน และเวลาล่วงหน้าสามารถดูตารางแบบรายวัน, รายสัปดาห์, รายเดือน และเป็นแบบรายการ
 - มี function ในการออกแบบรูปแบบการจัด Content มาให้โดยไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมเพิ่ม โดยมีหัวข้อเมนูอย่างน้อยดังนี้ รูปแบบ, ไฟล์, รูปแบบตัวหนังสือ, สติกเกอร์สำหรับตกแต่ง, รูปแบบเลขาคณิต, แหล่งของการแสดงผลที่เป็น Port ต่างๆ และพื้นหลังการแสดงผล
 - การออกแบบ รูปแบบสามารถทำได้ทั้งแนวตั้งและแนวนอน สามารถใส่แหล่งที่มาของ port ต่างๆ สำหรับแสดงผลเพิ่มเติมใน Template นั้นๆ และมี function Master Page สำหรับการแสดง widget ไปหน้าอื่นๆได้อัตโนมัติ
 - มี function Widget ดังนี้ พยากรณ์อากาศปรับแต่งเวลาสากลได้, นาฬิกา, Website, RSS เป็นต้น
 - สามารถตรวจสอบการใช้งานจอภาพในระบบได้จาก Software นี้เช่น สถานะ เปิด-ปิด รายละเอียดหน่วยความจำของ Video processor เป็นต้น
 - โปรแกรมการควบคุมหรือการจัดการจอปลายทาง (Software) ต้องเป็นประเภท Magicinfo Solution จะต้องเป็นยี่ห้อเดียวกันหรือภายใต้การพัฒนาของจอภาพนั้นๆ
 - โปรแกรมสามารถแสดงรายละเอียด ไฟล์ต่างๆในระบบเช่น ชื่อไฟล์, ขนาดไฟล์, อุปกรณ์ปลายทางที่รองรับไฟล์นั้นๆ และวันที่แก้ไขไฟล์

- โปรแกรมการควบคุมหรือการจัดการจอปลายทาง (Software) ต้องรองรับหรือเชื่อมต่อกับระบบเดิมของทางหน่วยงานได้ เช่น จอประชาสัมพันธ์ จอวีดีโอวอล ในระบบปฏิบัติการ Tizen OS ที่มีอยู่ของหน่วยงาน โดยไม่ต้องติดตั้งอุปกรณ์หรือปรับเปลี่ยนระบบเพิ่มเติม

3.7 ชุดประชุมออนไลน์

3.7.1 กล้อง Pan / Tilt / Zoom ความคมชัดระดับ 4K จำนวน 10 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) รองรับความละเอียดระดับ 4K 3840x2160P@60Hz หรือดีกว่า
- 2) มีชุดรับสัญญาณภาพแบบชนิด CMOS Sensor ที่มีขนาดไม่เล็กกว่า 1/1.8 นิ้ว
- 3) เลนส์มีอัตราขยายแบบ Optical Zoom ไม่น้อยกว่า 25 เท่า (25X)
- 4) ความสามารถเก็บภาพได้แม้ในที่แสงน้อย 0.5LUX (F1.8, AGC ON) หรือดีกว่า
- 5) สามารถปรับหมุนในแนวระนาบ (Pan) ได้ไม่น้อยกว่า +170/-170 องศา และก้มเงยได้ไม่น้อยกว่า +90/-30 องศา
- 6) มีช่องสัญญาณภาพขาออกแบบ SDI อย่างน้อย 1 ช่อง และ HDMI อย่างน้อย 1 ช่อง
- 7) รองรับ Digital Noise Reduction function (DNR) หรือเทียบเท่า
- 8) สามารถใช้ไฟเลี้ยงจากระบบเครือข่าย (PoE) ได้ หรือเทียบเท่า
- 9) สามารถควบคุมผ่านทาง IR และ RS-232 และ Ethernet ได้เป็นอย่างน้อย
- 10) สามารถควบคุมกล้องด้วย IP Protocol เช่น VISCA, ONVIF, HTTP API ได้เป็นอย่างน้อย
- 11) รองรับมาตรฐานการเข้ารหัสวิดีโอแบบ H.265, H.264, MJPEG หรือเทียบเท่า
- 12) รองรับ RTSP / RTMP protocol หรือเทียบเท่า
- 13) รองรับ Audio Compression แบบ AAC หรือ MP3 หรือ PCM เป็นอย่างน้อย
- 14) สามารถบันทึกค่า Preset ได้ไม่น้อยกว่า 250 Presets
- 15) สามารถติดตั้งบนเพดานได้ และมาพร้อมกับขาจับยึดกับฝ้าเพดาน
- 16) มีหนังสือการสำรองอะไหล่เวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี ออกจากบริษัทผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย

3.7.2 PTZ Camera Joystick จำนวน 5 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) สามารถควบคุมกล้อง PTZ ได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 5 ตัว
- 2) บันทึกการตั้งค่าตำแหน่งกล้องเก็บไว้ใช้งานล่วงหน้าได้ถึงกล้องละ 5 ตำแหน่ง
- 3) สามารถเชื่อมต่อกับกล้องได้ผ่าน RS-422/RS-485 หรือ RS-232 และ Ethernet ได้เป็นอย่างน้อย
- 4) ช่องต่อ LAN/Ethernet ที่รองรับ โพรโทคอล UDP / VISCA OVER IP ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

- 5) ตั้งความเร็วในการ Pan, Tilt, Zoom ได้อย่างน้อย 7 ระดับ
- 6) มีจอแสดงผลการตั้งค่าต่าง ๆ ในตัว
- 7) ปรับค่า SHUTTER, FOCUS, IRIS, GAIN, ZOOM และความเร็วในการหมุนกล้องได้
- 8) มีหนังสือการสำรองอะไหล่เวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี ออกจากบริษัทผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย

3.7.3 Streaming HDMI/DP Switcher จำนวน 4 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) รองรับความละเอียด 1080P@60Hz หรือดีกว่า
- 2) มีช่องต่อสัญญาณภาพขาเข้าแบบ HDMI ไม่น้อยกว่า 4 ช่องสัญญาณ
- 3) มีช่องต่อสัญญาณภาพขาออกแบบ HDMI สำหรับ Program (PGM) อย่างน้อย 1 ช่อง และ Multiview อย่างน้อย 1 ช่อง
- 4) มีช่องรับสัญญาณเสียงระดับไมโครโฟน แบบ Phone ขนาด 3.5 mm. จำนวนอย่างน้อย 1 ช่อง
- 5) มีช่องรับสัญญาณเสียงระดับ Line แบบ Phone ขนาด 3.5 mm. จำนวนอย่างน้อย 1 ช่อง
- 6) มีช่องส่งออกสัญญาณเสียงระดับ Line แบบ Phone ขนาด 3.5 mm. จำนวนอย่างน้อย 1 ช่อง
- 7) มีฟังก์ชันแช่ภาพ (Screen freeze function) และฟังก์ชันเฟดเป็นฉากสีดำ (FTB functions) หรือเทียบเท่า
- 8) รองรับการทำภาพซ้อนภาพ (Picture-in-Picture)
- 9) มีช่องเชื่อมต่อแบบ USB 3.0 เพื่อ Stream ผ่านคอมพิวเตอร์ได้
- 10) มีช่องเชื่อมต่อแบบ LAN เพื่อควบคุม และ Stream จากระยะไกลได้
- 11) มีหนังสือการสำรองอะไหล่เวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี ออกจากบริษัทผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย

3.7.4 เครื่องรับ-ส่งสัญญาณภาพแบบไร้สาย จำนวน 6 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) ใช้คลื่นวิทยุความถี่ 2.4GHz และ/หรือ 5GHz
- 2) วิดีโอขาออกความละเอียดสูงสุดไม่น้อยกว่า 4K อัตราเฟรม 60 FPS (2160P60) หรือดีกว่า
- 3) มีช่องสัญญาณเอาต์พุต แบบ HDMI จำนวนอย่างน้อย 1 ช่อง
- 4) มีช่องเชื่อมต่อเครือข่าย (LAN) แบบ RJ-45 ความเร็ว 1,000 Mbps หรือมากกว่า
- 5) สามารถนำเสนอภาพแบบไร้สายผ่านทางระบบเครือข่ายไร้สาย โดยไม่ต้องมีอุปกรณ์เพิ่มเติม
- 6) รองรับการนำเสนอภาพจากอุปกรณ์ในระบบปฏิบัติการ เช่น iOS, Android, Windows เป็นต้น
- 7) รองรับสัญญาณภาพพร้อมกันอย่างน้อย 4 อุปกรณ์

- 8) มีหนังสือการสำรองอะไหล่เวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี ออกจากบริษัทผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย

3.7.5 ระบบสายสัญญาณพร้อมเข้าระบบและการทดสอบระบบ จำนวน 1 ระบบ มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) สายสัญญาณทองแดงตีเกลียว มีคุณสมบัติดังนี้
 - เป็นสายทองแดงคู่บิดเกลียวแบบ 4 คู่สาย ขนาดไม่น้อยกว่า 24 AWG หรือดีกว่า
 - ฉนวนที่หุ้มต้องเป็น PVC หรือ POLYETHYLENE หรือดีกว่า
 - สามารถทำงานได้ที่ช่วงอุณหภูมิตั้งแต่ -20 ถึง + 60 C
- 2) สายสัญญาณภาพ HDMI มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้
 - เป็นสายสัญญาณภาพ HDMI ที่มีขนาดแกนนำไม่น้อยกว่า 30 AWG.แบบ 19 PIN
 - รองรับรายละเอียดได้ถึง 4,096 X 2,160
 - ตัวนำสัญญาณด้านใน ทำจากวัสดุ TINNED COPPER หรือดีกว่า
 - เปลือกหุ้มทำจากวัสดุ PVC หรือ PE หรือดีกว่า
- 3) สายสัญญาณควบคุม มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้
 - มีแกนนำสัญญาณเป็นทองแดงเคลือบด้วยดีบุกขนาดไม่น้อยกว่า 22 AWG
 - เส้นผ่านศูนย์กลางของสายไม่น้อยกว่า 4.5 MM.
 - มีชีลด์ทำจากฟรอยเคลือบด้วยอลูมิเนียมหรือดีกว่า
 - เปลือกหุ้มทำจากวัสดุ PVC หรือ PE หรือดีกว่า

3.7.6 งานระบบควบคุมอัตโนมัติภาพและเสียง

- 1) 32.19.1 จอควบคุมแบบไร้สาย ขนาด 11 นิ้ว จำนวน 5 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้
 - มีความละเอียดของจอไม่น้อยกว่า 1,920 X 1,200 พิกเซล
 - สามารถใช้งานกับระบบ Wi-Fi ได้
 - มีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 64 GB หรือดีกว่า
 - มีค่าความสว่างไม่น้อยกว่า 500 NIT
 - สามารถรองรับการบันทึกวิดีโอที่ความละเอียด 1,080P ที่ 30 FPS ได้ หรือดีกว่า
 - ตัวกล้องมีความละเอียดไม่น้อยกว่า 8 เมกะพิกเซล หรือดีกว่า
 - รองรับการเปิดไฟล์เอกสารแบบ JPG, TIFF, GIF, DOC และ DOCX ได้
 - ต้องมี Application ในการบริหารจัดการควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยจะต้องสามารถใช้ในการควบคุมระดับเสียง, ใช้ในการสั่งงานควบคุมการสลับสัญญาณภาพต่าง ๆ , ปิด-เปิดเครื่องฉายภาพโปรเจกเตอร์ ได้เป็นอย่างดีน้อย เพื่อให้ครอบคลุมการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ

3.7.7 คอนโทรลเลอร์ระบบควบคุม จำนวน 5 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) มีช่องควบคุมแบบ RS-232 พร้อมไฟ LED เพื่อแสดงสถานะการใช้งาน TX และ RX อย่างน้อย 3 ชุด
- 2) รองรับการควบคุมแบบ RS-232 หรือ RS-422 หรือ RS-485 อย่างน้อย 1 ชุด
- 3) มีช่องควบคุมแบบ IR พร้อมไฟ LED เพื่อแสดงสถานะการใช้งาน อย่างน้อย 4 ชุด
- 4) มีช่องควบคุมแบบ Digital I/O พร้อมไฟ LED เพื่อแสดงสถานะการใช้งาน อย่างน้อย 4 ชุด
- 5) มีช่องควบคุมแบบ Relays พร้อมไฟ LED เพื่อแสดงสถานะการใช้งาน อย่างน้อย 4 ชุด
- 6) เชื่อมต่อผ่านระบบเครือข่ายได้ ผ่านช่อง LAN (RJ45) จำนวน 1 ช่อง หรือมากกว่า
- 7) มีช่อง USB 2.0 (Type A) จำนวนอย่างน้อย 2 ช่อง เพื่อเก็บข้อมูลการใช้งาน Log)
- 8) มีช่อง USB-C จำนวนอย่างน้อย 1 ช่อง เพื่อตั้งค่าร่วมกับคอมพิวเตอร์
- 9) มีหน่วยความจำภายในตัวเครื่อง แบบ MMC หรือ eMMC หรือ SSD หรือเทียบเท่า
- 10) ตัวเครื่องมีขนาด 1 RU สามารถติดตั้งกับตู้ Rack มาตรฐานขนาด 19 นิ้วได้
- 11) ได้รับมาตรฐาน CE หรือดีกว่า
- 12) มีหนังสือการสำรองอะไหล่เวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี ออกจากบริษัทผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย

3.7.8 เครื่องสลับสัญญาณเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขนาด 24 PORT จำนวน 5 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) มีพอร์ต Ethernet แบบ 10/100/1000 Mbps จำนวน 24 ช่อง หรือมากกว่า
- 2) สามารถจ่ายไฟได้ตามมาตรฐาน IEEE 802.3at (PoE+) และมี PoE Power budget รวมไม่ต่ำกว่า 195 Watt
- 3) มีขนาด SWITCH CAPACITY ไม่น้อยกว่า 128 GBPS
- 4) รองรับ FORWARDING RATE สูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 23.8 MPPS หรือดีกว่า
- 5) สามารถทำงานตามมาตรฐาน IEEE802.3X FLOW CONTROL ได้เป็นอย่างน้อย

3.7.9 Wifi Router จำนวน 5 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถใช้คลื่นความถี่ย่าน 2.4 GHz และ 5 GHz ในการรับส่งข้อมูล
- 2) สนับสนุนการทำงานตามมาตรฐาน IEEE802.11b/g/n/ac
- 3) มีเสาอากาศภายนอกไม่น้อยกว่า 2 เสา หรือดีกว่า
- 4) มีพอร์ต 10/100/1,000 LAN PORTS อย่างน้อย 4 พอร์ต
- 5) รองรับ DHCP protocol

3.7.10 Access Point จำนวน 2 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้

- 6) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถใช้คลื่นความถี่ย่าน 2.4 GHz และ 5 GHz ในการรับส่งข้อมูล
- 7) รองรับเทคโนโลยี Wi-Fi 6 เป็นอย่างน้อย
- 8) รองรับการด้วย PoE ตามมาตรฐาน IEEE802.3af
- 9) รองรับ data rates 4,800 Mbps หรือมากกว่า
- 10) มีพอร์ต 10/100/1,000 LAN PORTS อย่างน้อย 1 พอร์ต

3.7.11 ระบบสายสัญญาณพร้อมเข้าระบบและการทดสอบระบบ จำนวน 1 งาน

- 11) สายสัญญาณระบบควบคุมอัตโนมัติ มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้
- 12) มีแกนนำสัญญาณเป็นทองแดงเคลือบด้วยดีบุกขนาดไม่น้อยกว่า 22 AWG
- 13) เส้นผ่านศูนย์กลางของสายไม่น้อยกว่า 4.5 MM.
- 14) มีชีลด์ทำจากฟรอยเคลือบด้วยอลูมิเนียมหรือดีกว่า
- 15) เปลือกหุ้มทำจากวัสดุ PVC หรือ PE หรือดีกว่า

3.8 มาตรฐานการติดตั้งและการรับประกัน

- 3.8.1 การติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดทุกรายการ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้จัดหาสายสัญญาณ เพื่อต่อเชื่อมอุปกรณ์ทั้งหมดให้สามารถใช้งานได้ตามแบบโดยค่าใช้จ่ายในการจัดหาสายสัญญาณดังกล่าวเป็นของผู้รับจ้าง
- 3.8.2 ผู้รับจ้างจะต้อง SHOP DRAWING พื้นที่ การจัดวาง สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ ร่วมกับอุปกรณ์ระบบอื่นๆ เพื่อขออนุมัติก่อนทำการติดตั้งในพื้นที่ที่เจ้าของโครงการเตรียมไว้แล้ว
- 3.8.3 ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์สายสัญญาณเสร็จสิ้นเรียบร้อย และจะต้องทำการทดสอบคุณภาพรายละเอียดการติดตั้งและการใช้งานทั้งหมดในโครงการนี้ เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมบันทึกข้อมูลผลการทดสอบเพื่อนำเสนอประกอบการพิจารณาตรวจรับ
- 3.8.4 หลังจากการติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้วผู้รับจ้างจะต้องรวบรวมเอกสารการรับประกันอุปกรณ์และการติดตั้ง ถ้าหากเกิดการขัดข้องเสียหายไม่ว่าจะเนื่องจากชิ้นส่วนไม่ถูกต้องฝีมือไม่ดีพอหรือด้วยเหตุประการใดก็ตามจากการใช้งานตามปกติเป็นเวลา 1 ปี นับตั้งแต่วันตรวจรับมอบในระยะเวลาดังกล่าวนี้ผู้รับจ้างจะต้องทำการซ่อมแซมเปลี่ยนใหม่โดยไม่คิดมูลค่า
- 3.8.5 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำตารางเปรียบเทียบรายการครุภัณฑ์ตามที่ขออนุมัติเทียบกับคุณสมบัติที่ได้กำหนด พร้อมทั้งระบุหมายเลขหัวข้อในแคตตาล็อกเพื่อการตรวจสอบ เปรียบเทียบอย่างชัดเจน

3.9 งานระบบแสงสว่างบนเวที

3.9.1 แผงควบคุมแสงสว่างบนเวที 250 ช่องทางควบคุม จำนวน 1 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) สามารถรองรับการควบคุมไฟเวทีแบบ DMX512 ได้ไม่น้อยกว่า 6144 ช่องโดยแยกเป็นกลุ่มกลุ่มละ 512 ช่องจำนวน 12 ช่อง DMX Interface
- 2) สามารถควบคุมโคมไฟเวทีได้สูงสุด 5000 Fixture หรือมากกว่า
- 3) สามารถกำหนดช่องควบคุมไฟเวทีสูงสุดต่อ Fixture ที่ 40 ช่องหลัก และ 40 ช่องปรับละเอียด โดยผ่าน ไลบรารีฟิกซ์เจอร์ (Fixture Library) และรองรับไลบรารี ในรูปแบบไฟล์ D4 หรือเทียบเท่า
- 4) สามารถบันทึกซีนได้ไม่น้อยกว่า 1000 ซีนและสามารถเรียกใช้ซีนพร้อมกันได้ 20 ซีนได้เป็นอย่างดี
- 5) สามารถการควบคุมเวลาซีน ในรูปแบบ Fade in, Fade out, LTP ได้เป็นอย่างดี
- 6) มีกราฟิกเจเนอเรเตอร์ (Graphics Generator) สำหรับสร้างการโปรแกรมรูปแบบไฟเวทีในแบบต่างๆ
- 7) สามารถสร้างกราฟิกเจเนอเรเตอร์ สำหรับการเล่นไฟเวทีแบบ Dimmer, P/T (Pan/Tilt), RGB, CMYK, Color, Gobo, Iris, Focus ได้เป็นอย่างดี
- 8) มีกราฟิกเจเนอเรเตอร์ ในตัวไม่น้อยกว่า 100 รูปแบบ (เช่น วงกลม, สีเหลี่ยม, รุ้ง, การเปลี่ยนสี)
- 9) สามารถปรับพารามิเตอร์กราฟิกเจเนอเรเตอร์ (เช่น แอมพลิจูด, ความเร็ว, ช่วงเวลา, คลื่น, ทิศทาง) ได้เป็นอย่างดี
- 10) สามารถเรียกใช้กราฟิกเจเนอเรเตอร์ พร้อมกันได้สูงสุด 10 รูปแบบหรือมากกว่า
- 11) มี Fader หลัก (Master Fader): Global, Repeat, Lighting
- 12) หน้าจอแสดงผลแบบสัมผัส ขนาดไม่น้อยกว่า 15 นิ้ว รองรับอังกฤษเป็นอย่างดี
- 13) สามารถสำรองและอัปเดตข้อมูล รองรับการอ่านและบันทึกข้อมูลด้วย U Disk (USB Flash Drive) ได้
- 14) มีช่องสัญญาณแบบ USB ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง
- 15) มีช่องสัญญาณแบบ RJ45 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 16) รองรับการใช้งานแรงดันไฟฟ้าที่ AC 100-240V / 50-60Hz หรือดีกว่า

3.9.2 เครื่องกระจายสัญญาณ DMX512 ชนิดไม่น้อยกว่า 6 ช่อง จำนวน 1 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เป็นอุปกรณ์สำหรับขยายสัญญาณ DMX ชนิด เข้า 1 ออก 8 หรือมากกว่า
- 2) มีช่อง DMX Input และ DMX output แบบ Photoelectric isolation
- 3) มีช่อง DMX Output แบบ Photoelectric isolation จำนวน 8ช่อง

3.9.3 โคมไฟ LED Moving Head ชนิด RGBW Wash แบบเปลี่ยนสี จำนวน 4 โคม มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เป็นไฟ Moving Head ประเภท Wash ใช้แหล่งกำเนิดแสง LED ชนิด 4in1 19 pcs x 12 W สามารถให้แสงสีแบบ RGBW หรือดีกว่า
- 2) มีฟังก์ชัน Zoom ที่สามารถปรับมุมลำแสงได้กว้าง ไม่น้อยกว่า 4 ถึง 60 องศา
- 3) สามารถควบคุมการเคลื่อนที่แบบ Pan (การเคลื่อนที่ในแนวนอน) ได้ไม่น้อยกว่า 540 องศา และ Tilt(การเคลื่อนที่ในแนวตั้ง) ไม่น้อยกว่า 240 องศา ที่ 16-bit fine Pan/Tilt control
- 4) รองรับการควบคุมสัญญาณ DMX512
- 5) มีฟังก์ชัน Dimming 0-100% แบบ Linear และ Strobe
- 6) รองรับการใช้งานแรงดันไฟฟ้าที่ AC 100-240V / 50-60Hz หรือดีกว่า

3.9.4 โคมไฟ LED Moving Head ชนิด Spot แบบเปลี่ยนสีและลวดลาย จำนวน 8 โคม มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) มีแหล่งกำเนิดแสง (Lamp Source) หลอดไฟแบบ LED ขนาดไม่น้อยกว่า 200W
- 2) ใช้กำลังไฟ (Input Power) ไม่มากไปกว่า 350W
- 3) รองรับแรงดันไฟฟ้า (Voltage) AC 110-240V, 50/60Hz หรือดีกว่า
- 4) มีมุมลำแสง (Beam Angle) ที่ 9 องศา ถึง 42 องศา สามารถทำลำแสงแบบบีม Beam ค่อนข้างแคบ เพื่อให้ได้ลำแสงที่คมชัด,แบบ Spot เป็นวงกลม, แบบ Wash เพื่อกระจายแสง ได้
- 5) มีล้อสี (Color Wheel) มี 1 วงล้อสีที่มีจำนวนสีให้ใช้งานไม่น้อยกว่า 9 สี รวมสีขาว
- 6) มีล้อโกโบแบบที่1 (Gobo Wheel) มี 1 ล้อ Gobo แบบคงที่ (Fixed Gobo Wheel) มีจำนวน Gobo ลวดลายให้ใช้งานไม่น้อยกว่า 9 Gobo ลวดลายรวมช่อง Open
- 7) มีล้อโกโบแบบที่2 (Gobo Wheel) มี 1 ล้อ Gobo แบบหมุนได้ (Rotation Gobo Wheel) มีจำนวน Gobo ลวดลายให้ใช้งานไม่น้อยกว่า 7 Gobo ลวดลายรวมช่อง Open
- 8) มีปริซึม (Prism) มีปริซึมอย่างน้อย 1 รูปแบบ เป็นอย่างน้อย
- 9) ฟิลเตอร์ Frost (Frost Filter) มีฟังก์ชัน Frost เพื่อทำให้ลำแสงนุ่มนวลขึ้น
- 10) ดิมเมอร์ (Dimmer) 0-100% การปรับความสว่างของลำแสงได้ (linear adjustment)

3.9.5 โคมไฟพาร์ LED RGBW จำนวน 36 โคม มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เป็นดวงโคมชนิด LED Par สามารถผสมสีได้หลากหลายด้วยหลักการผสมสี RGBW แบบ 4 in 1 หรือดีกว่า
- 2) รับสัญญาณควบคุมชนิด DMX512 เป็นสัญญาณมาตรฐานในการควบคุม
- 3) พิกัดแรงดันไฟฟ้า 110-230 V ความถี่ทางไฟฟ้า 50 – 60 Hz

- 4) หลอดไฟกำเนิดแสงเป็นชนิด LED 18 x 10 W หรือดีกว่า
 - 5) การแสดงผลด้วย LED display
 - 6) จุดต่อเชื่อมสัญญาณด้าน Input/Output ด้วย Connector XLR ตัวผู้และตัวเมีย
- 3.9.6 ชุดโครงสร้างเหล็กสำหรับไฟเวที จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้**
- 1) โครงสร้างบาร์แขวนไฟ มีความยาวไม่น้อยกว่า 20 เมตรหรือดีกว่า
 - 2) ทำจากวัสดุเหล็ก แข็งแรงทนทาน
 - 3) สามารถใช้งานได้หลายรูปแบบ
 - 4) ต้องสามารถรับน้ำหนักชุดโคมไฟต่างๆได้เป็นอย่างดี
- 3.9.7 ระบบสายสัญญาณพร้อมเข้าระบบและการทดสอบระบบ จำนวน 1 ระบบ**
- 1) สายสัญญาณควบคุม DMX มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้
 - 2) มีแกนนำสัญญาณเป็นทองแดงเคลือบด้วยดีบุกขนาดไม่น้อยกว่า 22 AWG
 - 3) เส้นผ่านศูนย์กลางของสายไม่น้อยกว่า 4.5 MM.
 - 4) มีชีลด์ทำจากฟรอยเคลือบด้วยอลูมิเนียมหรือดีกว่า
 - 5) เปลือกหุ้มทำจากวัสดุ PVC หรือ PE หรือดีกว่า

4. ระบบคอมพิวเตอร์ (COMPUTER SYSTEM)

4.1 รายละเอียดและข้อกำหนด

- 4.1.1 ระบบดังกล่าวเป็นระบบที่จัดเตรียมไว้เพื่อการจัดเก็บและรวบรวมข้อมูล โดยผู้รับจ้างต้องศึกษา รายละเอียดของงาน พร้อมทั้งจัดเตรียมอุปกรณ์และวัสดุให้สอดคล้องกับ แบบ รูปแสดง รายละเอียด (Detail Drawing) และข้อกำหนดที่กำหนดไว้ เช่น ท่อร้อยสาย (Conduit), Computer Switch Rack และอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ เพื่อให้สามารถติดตั้งและเชื่อมต่อกับ อุปกรณ์ที่จะเพิ่มเติมในอนาคตได้อย่างสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพ
- 4.1.2 หากไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น กล่องพักสาย (Junction Box) ที่ติดตั้ง ฝังพื้น ต้องเป็น แบบฝาทองเหลืองฝังพื้น (Brass Floor Junction Box) โดยให้ฝาปิดเรียบเสมอกับพื้น และต้องติดตั้งอย่างมั่นคงเรียบร้อย สำหรับกล่องพักสายที่ติดตั้งในผนัง (Wall Junction Box) ให้ใช้ กล่องขนาด 4 นิ้ว × 2 นิ้ว พร้อม ฝาปิดพลาสติกคุณภาพดี ติดตั้งเรียบร้อยและสอดคล้องกับลักษณะของงาน ตกแต่งภายใน

4.2 สาย FIBER OPTIC

- 4.2.1 เป็นสายใยแก้วนำแสงชนิดสำหรับติดตั้ง OUTDOOR / INDOOR และมี CODE สีตามมาตรฐาน TIA / EIA
- 4.2.2 ตัวเปลือกสาย (JACKET) เป็นวัสดุ BLACK LSZH
- 4.2.3 มีการออกแบบและทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐาน TIA / EIA 568
- 4.2.4 เป็นสาย FIBER OPTIC ชนิด SINGLE MODE 9 /125 μ m
- 4.2.5 มีค่า MAXIMUM ATTENUATION ที่ความยาวคลื่นแสง 1,310 nm. ไม่เกิน 0.7 dB/km. ที่ความยาวคลื่นแสง 1,550 nm. ไม่เกิน 0.7 dB/km.
- 4.2.6 ผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่างให้ฝ่ายงานสารสนเทศของผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนทำการติดตั้ง

4.3 สาย UTP

- 4.3.1 เป็นสายชนิด CATEGORY 6 ซึ่งสามารถรองรับการใช้งานในเครือข่ายสื่อสารคอมพิวเตอร์ที่ความเร็วไม่ต่ำกว่า 600 Mbps
- 4.3.2 รองรับตามมาตรฐานสากล ได้แก่ ANSI/TIA-568.2-D, ISO/IEC 11801:2017, EN50173-1, IEC61156-5 และ RoHS Compliant
- 4.3.3 สามารถรองรับการใช้งาน 10/100/1000 Base-T, 2.5G/5G Base-T, 10G Base-T, IEEE 802.3af, และ IEEE 802.3at

4.3.4 มีตัวนำเป็นทองแดงแบบ Solid Bare Copper ขนาด 23 AWG มี Filler Slot ทำจาก วัสดุ FR-PE และออกแบบเป็น Cross Filler แยกสายนำสัญญาณทุกคู่สายออกจากกัน เพื่อป้องกันการรบกวน ระหว่างคู่สาย โดยสายตัวนำตีเกลียวมีการแสดงสีตามมาตรฐานชัดเจน รวมถึงมีแถบสีของคู่สายนั้น ๆ ปรากฏบนสายตัวนำ สีขาวชัดเจนและมี Ripcord อยู่ใต้เปลือก Jacket เพื่อช่วยให้การปอกสายง่ายยิ่งขึ้น

4.3.5 ผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่าง ให้ฝ่ายงานสารสนเทศของผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนทำการติดตั้ง

4.4 RJ45 FEMALE CONNECTOR

4.4.1 FEMALE CONNECTOR ที่ใช้ในการ TERMINATE สาย UTP ต้องเข้ากันได้กับสายตามคุณลักษณะที่กำหนดในสาย UTP

4.4.2 ติดตั้งอยู่ในกล่องโลหะ มีฝาปิด (COVER PLATE) เป็นแบบพลาสติกสำหรับชนิดฝังผนัง และเป็นฝากระดก (POP UP) แบบอลูมิเนียมสำหรับชนิดฝังพื้น

4.4.3 สามารถรองรับการใช้งานที่ความเร็วไม่ต่ำกว่า 100 Mbps

4.4.4 ผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่าง ให้ฝ่ายงานสารสนเทศของผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนทำการติดตั้ง

4.5 COMPUTER SWITCH RACK

4.5.1 ตู้จัดเก็บเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ ขนาด 42U (ชนิดตั้งพื้น)

- 1) เปนตู้ Rack ปด ขนาด 19 นิ้ว 42U โดยมีความกว้างไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร ความลึกไม่น้อยกว่า 110 เซนติเมตร และความสูงไม่น้อยกว่า 198 เซนติเมตร
- 2) ต้องสามารถใส่กุญแจล็อค RACK ได้
- 3) ต้องมีขนาดตามรูปแบบพร้อมติดตั้ง PATCH PANEL, CABEL MANAGEMENT PANEL และรางปลั๊กไฟฟ้า ขนาด 6 OUTLET รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ
- 4) มีพัดลมสำหรับระบายความร้อน ไม่น้อยกว่า 2 ตัว
- 5) จะต้องส่งตัวอย่าง ให้ฝ่ายงานสารสนเทศของผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนทำการติดตั้ง

4.5.2 ตู้จัดเก็บเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ ขนาด 12U (ชนิดติดผนัง)

- 1) เปนตู้ Rack ปด ขนาด 12U โดยมีความกว้างไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร ความลึกไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร และความสูงไม่น้อยกว่า 59 เซนติเมตร
- 2) ต้องสามารถใส่กุญแจล็อค RACK ได้

- 3) ต้องมีขนาดตามรูปแบบพร้อมติดตั้ง PATCH PANEL, CABEL MANAGEMENT PANEL_จำนวน 48 Port เป็นอย่างน้อย และรางปลั๊กไฟฟ้า ขนาด 6 OUTLET เป็นอย่างน้อย รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ
- 4) มีพัดลมสำหรับระบายความร้อน ไม่น้อยกว่า 2 ตัว
- 5) จะต้องส่งตัวอย่าง ให้ฝ่ายงานสารสนเทศของผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนทำการติดตั้ง

4.6 เครื่องสำรองไฟฟ้า

- 4.6.1 เครื่องสำรองไฟฟ้า ขนาดตามความเหมาะสมต่อระบบโดยการคำนวณของวิศวกร
- 4.6.2 กำลังไฟฟ้าด้านนอกไม่น้อยกว่า ตามรายการคำนวณปริมาณการใช้ไฟฟ้าขออุปกรณ์
- 4.6.3 ช่วงแรงดันไฟฟ้า Input (VAC) ไม่น้อยกว่า 222 +/-20%
- 4.6.4 มีช่วงแรงดันไฟฟ้า Output (VAC) ไม่น้อยกว่า 220 +/-10%
- 4.6.5 สามารถสำรองไฟฟ้าที่ Full Load ได้ไม่น้อยกว่า 15 นาที

4.7 อุปกรณ์เครือข่ายหลัก (Core Switch)

- 4.7.1 อุปกรณ์เครือข่ายหลัก (Core Switch) ชนิดที่ 1 หรือดีกว่า
- 4.7.2 เป็น Layer 3 Switch ที่มีขนาด Switching Capacity ไม่น้อยกว่า 2.0 Tbps และมีประสิทธิภาพในการส่งผ่านข้อมูล (Forwarding Rate) ไม่น้อยกว่า 1 Bpps
- 4.7.3 มีพอร์ตรองรับ SFP28 ซึ่งรองรับการรับส่งข้อมูลแบบ 1/10/25 Gigabit Ethernet (GE) จำนวนไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต และมีพอร์ตรองรับโมดูลแบบ QSFP+ และ QSFP28 ซึ่งรองรับการรับส่งข้อมูลแบบ 40/100 Gigabit Ethernet (GE) จำนวนไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต
- 4.7.4 มีหน่วยความจำหลัก (Memory) ขนาดไม่น้อยกว่า 16 GB และมีหน่วยความจำ (Flash memory) ขนาดไม่น้อยกว่า 16 GB
- 4.7.5 มีพัดลมระบายความร้อนสำรองที่สามารถถอดเปลี่ยนได้ในขณะทำงาน (Hot-swappable Redundant Fans)
- 4.7.6 สามารถรองรับ MAC Address ได้ไม่น้อยกว่า 82,000 Addresses
- 4.7.7 สามารถรองรับ Virtual LAN (VLAN IDs) ได้ไม่น้อยกว่า 4,094 VLANs
- 4.7.8 สนับสนุนการเข้ารหัส (Link-layer cryptography) ตามมาตรฐาน IEEE 802.1AE (MACsec) ได้
- 4.7.9 รองรับการทำ Advance Routing และ Infrastructure Services รวมถึง (หรือมีคุณสมบัติเทียบเท่า) MPLS, L3VPN, Multicast VPN และ VPN Routing and Forwarding (VRF) โดยต้องมี License หรือ Subscription ที่รองรับคุณสมบัติดังกล่าว
- 4.7.10 สามารถทำ Port Mirroring (SPAN) และ Remote Port Mirroring (RSPAN) ได้

4.7.11 มีหน่วยจ่ายกระแสไฟฟ้าภายในเครื่อง (Power Supply Unit) ขนาดเพียงพอต่อการใช้งาน จำนวนไม่น้อยกว่า 2 หน่วย ซึ่งทำงานแบบทดแทนกันได้โดยอัตโนมัติ (Redundant) และสามารถถอดเปลี่ยนได้ทันที (Hot-plug หรือ Hot-swap)

4.8 อุปกรณ์กระจายสัญญาณ (Edge Switch L3)

- 4.8.1 มีขนาด 48 ช่อง หรือดีกว่า (Cisco Catalyst 9300 Series - Part Number : C9300-48UXM-A) หรือดีกว่า
- 4.8.2 เป็น Layer 3 Switch ที่มีขีดความสามารถในการทำงานเป็น Edge/Access Layer โดยสามารถเชื่อมต่อตรงกับ Core Switch ได้
- 4.8.3 มีพอร์ตเชื่อมต่อสำหรับผู้ใช้งานและอุปกรณ์ปลายทาง (Access Ports) รวมจำนวนไม่น้อยกว่า 48 พอร์ต โดยทุกพอร์ตต้องรองรับความเร็วแบบ Multigigabit ซึ่งสามารถทำงานได้ที่ความเร็ว 10/100/1000 Mbps, 2.5 Gbps, 5 Gbps และ 10 Gbps
- 4.8.4 มีความสามารถในการจ่ายไฟเลี้ยงผ่านสายแลน (PoE) ตามมาตรฐาน IEEE 802.3at (PoE+) และ IEEE 802.3bt (UPOE) โดยสามารถจ่ายไฟได้ สูงสุดไม่น้อยกว่า 60W ต่อพอร์ต และมีกำลังไฟฟารวมเพียงพอต่อการใช้งานตามที่กำหนด
- 4.8.5 มีช่องสำหรับติดตั้ง Uplink Module ที่สามารถรองรับโมดูลความเร็วสูง 25 Gigabit Ethernet (GE) หรือสูงกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต
- 4.8.6 มีความสามารถในการสวิตชิง (Switching Capacity) ไม่น้อยกว่า 960 Gbps (สำหรับ Stacking Bandwidth)
- 4.8.7 มีหน่วยความจำหลัก (DRAM) ขนาด ไม่น้อยกว่า 8 GB และมีหน่วยความจำ (Flash Memory) ขนาด ไม่น้อยกว่า 16 GB
- 4.8.8 สามารถรองรับ MAC Address ได้ไม่น้อยกว่า 32,000 รายการ และรองรับ Virtual LAN (VLAN IDs) ได้ ไม่น้อยกว่า 4,094 VLANs
- 4.8.9 รองรับคุณสมบัติการทำ Switch Stacking ด้วยแบนด์วิธ ไม่น้อยกว่า 480 Gbps (StackWise-480) เพื่อรวมหลายเครื่องเข้าเป็นหน่วยบริหารจัดการเดียว
- 4.8.10 รองรับการทำงานในสถาปัตยกรรม Software-Defined Access (SD-Access) เพื่อให้ทำงานร่วมกับ Core Switch
- 4.8.11 มีหน่วยจ่ายกระแสไฟฟ้าภายในเครื่อง (Power Supply Unit) ที่สามารถทำงานแบบสำรอง ทดแทนกันได้ (Redundant) และสามารถถอดเปลี่ยนได้ทันทีในขณะที่ทำงาน (Hot-plug หรือ Hot-swap)

- 4.8.12 มีพัดลมระบายความร้อนที่สามารถถอดเปลี่ยนได้ในขณะทำงาน (Hot-swappable Fans)
- 4.8.13 รองรับการคุณสมบัติการกำหนดเส้นทาง (L3 Routing) ขั้นพื้นฐาน เช่น VRF-Lite และต้องมี License หรือ Subscription ที่สามารถรองรับคุณสมบัติดังกล่าว
- 4.8.14 สนับสนุนการเข้ารหัสข้อมูลในระดับ Link-layer (Link-layer cryptography) ตามมาตรฐาน IEEE 802.1AE (MACsec) ได้ และสามารถทำสำเนาพอร์ต (Port Mirroring) ทั้งแบบ Local (SPAN) และแบบ Remote (RSPAN) ได้

4.9 อุปกรณ์กระจายสัญญาณ (Edge Switch L2)

- 4.9.1 มีขนาด 24 ช่อง (Cisco Catalyst 9300 Series - Part Number : C9300-24P-A) หรือดีกว่า
- 4.9.2 เป็น Layer 2 Switch ที่สามารถรองรับคุณสมบัติ Layer 3 ขั้นพื้นฐานได้ เหมาะสำหรับใช้งานในระดับ Edge/Access Layer ตามชั้นต่าง ๆ
- 4.9.3 พอร์ตเชื่อมต่อสำหรับผู้ใช้งานและอุปกรณ์ปลายทาง (Access Ports) รวมจำนวนไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต โดยทุกพอร์ตต้องรองรับความเร็ว 10/100/1000 Mbps (Gigabit Ethernet)
- 4.9.4 มีความสามารถในการจ่ายไฟเลี้ยงผ่านสายแลน (PoE) ตามมาตรฐาน IEEE 802.3at (PoE+)
- 4.9.5 มีช่องสำหรับติดตั้ง Uplink Module ที่สามารถรองรับโมดูลความเร็วสูง 25 Gigabit Ethernet (GE) หรือสูงกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต (โดยต้องระบุ Part Number ของ Uplink Module ที่รองรับ 25G ได้)
- 4.9.6 มี Switching Capacity และ Forwarding Rate ที่เหมาะสมกับการใช้งานในระดับ Access Layer
- 4.9.7 มีหน่วยความจำหลัก (DRAM) ขนาด ไม่น้อยกว่า 8 GB และมีหน่วยความจำ (Flash Memory) ขนาด ไม่น้อยกว่า 16 GB
- 4.9.8 สามารถรองรับ MAC Address ได้ ไม่น้อยกว่า 32,000 รายการ และรองรับ Virtual LAN (VLAN IDs) ได้ ไม่น้อยกว่า 4,094 VLANs
- 4.9.9 รองรับการคุณสมบัติการทำ Switch Stacking ด้วยแบนด์วิธ ไม่น้อยกว่า 480 Gbps (StackWise-480) เพื่อรวมหลายเครื่องเข้าเป็นหน่วยบริหารจัดการเดียว
- 4.9.10 มีหน่วยจ่ายกระแสไฟฟ้าภายในเครื่อง (Power Supply Unit) ที่สามารถทำงานแบบสำรองทดแทนกันได้ (Redundant) หรือมีช่องสำหรับเพิ่มแหล่งจ่ายไฟสำรอง และสามารถถอดเปลี่ยนได้ทันทีในขณะทำงาน (Hot-plug หรือ Hot-swap)
- 4.9.11 มีพัดลมระบายความร้อนที่สามารถถอดเปลี่ยนได้ในขณะทำงาน (Hot-swappable Fans)

- 4.9.12 สนับสนุนการเข้ารหัสข้อมูลที่ระดับ Link-layer (Link-layer cryptography) ตามมาตรฐาน IEEE 802.1AE (MACsec) ได้ และสามารถทำสำเนาพอร์ต (Port Mirroring) ทั้งแบบ Local (SPAN) และแบบ Remote (RSPAN) ได้

4.10 อุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย (Access Point)

- 4.10.1 อุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย (Access Point) แบบที่ 2 (Cisco Catalyst 9105AX Series - Part Number: C9105AXI-S) หรือดีกว่า
- 4.10.2 เป็นอุปกรณ์ Access Point ที่ออกแบบมาสำหรับติดตั้งใช้งานภายนอกอาคาร
- 4.10.3 สามารถให้บริการในคลื่นความถี่ 2.4 GHz, 5 GHz และ BLE ได้
- 4.10.4 มีเสาอากาศภายในสำหรับคลื่นความถี่ 2.4 GHz มีกำลังขยาย (Gain) ไม่น้อยกว่า 7 dBi
- 4.10.5 และสำหรับคลื่นความถี่ 5 GHz มีกำลังขยาย (Gain) ไม่น้อยกว่า 7 dBi
- 4.10.6 มีพอร์ต 1000/2500Mbps ไม่น้อยกว่า 1 พอร์ต ที่สามารถทำงานตามมาตรฐาน
- 4.10.7 IEEE802.3af, IEEE802.3at, และ IEEE 802.3bt ได้
- 4.10.8 มีพอร์ต 1Gbps แบบ SFP ไม่น้อยกว่า 1 พอร์ต
- 4.10.9 มี DC Input ที่สามารถรองรับการจ่ายไฟผ่าน external power supply ได้
- 4.10.10 มีไฟ LED แสดงสถานะการทำงานของอุปกรณ์ ได้แก่ boot loader status, association status, operating status เป็นอย่างน้อย
- 4.10.11 สามารถทำงานบนมาตรฐาน IEEE 802.11 a/b/g/n/ac/ax
- 4.10.12 มีเทคโนโลยีในการทำ Beamforming เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการส่งข้อมูล
- 4.10.13 สามารถทนทานต่อลม (Wind Resistance) ได้ถึง 100 MPH
- 4.10.14 รองรับมาตรฐานการติดตั้งภายนอกอาคาร IEC60529 และ IP67
- 4.10.15 สามารถทำงานปกติได้ในอุณหภูมิ ตั้งแต่ -40 C ถึง 55 C

4.11 มาตรฐานงานติดตั้ง และงานเดินสายสื่อสารคอมพิวเตอร์

- 4.11.1 งานเดินสายสื่อสารฯ ภายในอาคาร
- 1) สายสื่อสารคอมพิวเตอร์ที่เดินภายในอาคารทั้งหมด ต้องร้อยในท่อโลหะ หรือรางร้อยสาย (Cable Trunking หรือ Cable Tray) ตามความเหมาะสมของพื้นที่ติดตั้ง เพื่อความเป็นระเบียบและความปลอดภัย
 - 2) ต้องติดตั้งป้ายระบุสาย (Label) ที่สายสื่อสารทุกเส้น ทั้งต้นทางและปลายทาง เพื่อให้สามารถตรวจสอบและบำรุงรักษาได้อย่างสะดวกภายหลัง

4.11.2 การ TERMINATE ปลายสายสื่อสารคอมพิวเตอร์

- 1) การ Terminate สาย UTP ต้องไม่คลายเกลียวของคู่สายเกินกว่า 0.5 นิ้ว (12 มิลลิเมตร) เพื่อป้องกันการสูญเสียสัญญาณ และให้เป็นไปตามมาตรฐาน TIA/EIA-568-B (Category 6)
- 2) การเรียงลำดับสีของสายภายในเพื่อเชื่อมต่อกับ หัวต่อ RJ-45 Connector ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน TIA/EIA-568-B (Wiring Scheme B) อย่างเคร่งครัด

4.11.3 งานติดตั้งอุปกรณ์ PASSIVE DEVICES

- 1) ต้องติดตั้งป้ายระบุ (Label) ประจำอุปกรณ์ทุกชิ้น ได้แก่ Switch, Rack และ Outlet โดยแสดงหมายเลขสายหรือรหัสประจำจุดเชื่อมต่อให้ชัดเจน
- 2) ต้องติดตั้ง Wire Marker และ Boot ที่ปลายสาย LAN ทุกเส้นบริเวณ Switch Rack โดยหมายเลขบน Wire Marker ต้องตรงกับ Label ที่ Outlet ปลายทาง เพื่อให้สามารถตรวจสอบและบำรุงรักษาได้อย่างถูกต้อง

4.11.4 ก่อนส่งมอบงาน ผู้รับจ้างต้องดำเนินการทดสอบคุณภาพของสายสื่อสารทุกเส้น ด้วยเครื่องมือทดสอบที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน เช่น Cable Analyzer ที่รองรับการทดสอบสาย Category 6 ตามมาตรฐาน TIA/EIA-568-B.2-1 พร้อมทั้งจัดทำรายงานผลการทดสอบ (Test Report) พร้อมแนบ ผลการรับรองจากเครื่องทดสอบ (Certification Report) เพื่อยืนยันว่าสายสื่อสารทั้งหมดสามารถใช้งานได้ตามมาตรฐานที่กำหนด และรายงานผลการตรวจสอบทั้งหมดต้องส่งมอบให้แก่ฝ่ายงานเทคโนโลยีสารสนเทศของผู้ว่าจ้าง เพื่อใช้ประกอบการตรวจรับงาน

5. บัญชีรายการอุปกรณ์มาตรฐาน

| MATERIAL LIST | PRODUCT |
|--|---|
| 5.1 หม้อแปลงไฟฟ้า | |
| ชนิดน้ำมัน (OIL TYPE) | : เอกรัฐ, เจริญชัย, ซีซี |
| I. หม้อแปลงไฟฟ้า | |
| ชนิดแห้ง (DRY TYPE) | : ELTAS, เอกรัฐ, เจริญชัย, ซีซี |
| 5.2 LOW VOLTAGE EQUIPMENT | |
| MAIN DISTRIBUTION BOARD, | : TIC, PMK, HYUNDAI POWERTECH, |
| DISTRIBUTION BOARD, UNIT SUBSTATION | : AVATAR ELECTRIC |
| เครื่องมือวัด | : AEG, CROMPTON, GE, MITSUBISHI, SCHNAIDER, RTR |
| - PANEL BOARD | : SCHNEIDER, ABB, EATON, HYUNDAI |
| - CIRCUIT BREAKER | : SCHNEIDER, ABB, EATON, HYUNDAI |
| - CAPACITOR AND CONTROLLER | : ABB, ALLEN-BRADLEY, SIEMENS |
| CONTACTOR & STARTER | : FEDERAL, RTR, EATON |
| - SURGE PROTECTION | : CRITECH, MEM, PHOENIX CONTACT, DEHN, SCHNAIDER, EATON, CITEL |
| - เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้า, CT, PT | : ALLEN BRADLEY, CELSA CROMPTON EATON, IME, SCHNEIDER, AKELA, SELZER, SACI, RTR |
| - เครื่องมือวัดแบบดิจิตอล | : AEG, ABB, CROMPTON, GE, MITSUBISHI, RTR, SCHNAIDER |
| - ระบบท่อร้อยสาย (CONDUIT SYSTEM): | DYNAMIC, PANASONIC, BLUE EAGLE, ATC |
| - สายไฟฟ้า (รวมถึงสายดินและสายล่อฟ้า): | BANGKOK CABLE, PHELPS DODGE, THAI YAZAKI, S SUPER, PRYSMIAN DARKA |
| - WIRE WAY, CABLE TRAY LADDER: | ASEFA, KJL, TIC, DYNAMIC, ATC, BE |

5.3 โคมไฟฟ้า

- โคมที่ใช้กับหลอด FLUORESCENT : L&E, X-TRABRITE, DELIGHT, VCK
- โคม DOWN LIGHT : L&E, X-TRABRITE, DELIGHT, VCK
- โคม HIGH BAY : L&E, X-TRABRITE, DELIGHT, VCK
- โคม STREET LIGHT : L&E, X-TRABRITE, DELIGHT, VCK
- โคมตกแต่งภายในและภายนอกอาคาร: WE-EF, LIGHTTECH, X-TRABRIT, VCK
: PHILIPS, LIGMAN, LAMPTIPUTE, MET
- โคมไฟส่องอาคาร (FLOOD LIGHT) : LITEX, SYLVANIA, PHILIPS, X-TRABRITE, MET
- ขั้ว ฆา หลอดและ ขั้ว ฆา STARTER : OSRAM, PANASONIC, PHILIPS SYLVANIA,
TOSHIBA, DELIGHT
- หลอดไฟ : OSRAM, PANASONIC, PHILIPS SYLVANIA,
TOSHIBA, DELIGHT, L&E
- ELECTRONIC BALLAST : OSRAM, PANASONIC, PHILIPS SYLVANIA,
TOSHIBA, DELIGHT, L&E
- CAPACITOR : OSRAM, PANASONIC, PHILIPS SYLVANIA,
TOSHIBA, DELIGHT, L&E, RTR
- สวิตช์และปลั๊ก BTICINO, CLIPSAL, PANASONIC, SCHNEIDER
- วัสดุป้องกันไฟลาม : 3M, ABESCO, HILTI
- สายทนไฟ : MCI, BETA FLAM, BANGKOK CABLE
- ระบบป้องกันฟ้าผ่าและกราวด์ : KUMWELL, DEHN, FURSE
- ระบบควบคุมการเปิด-ปิดไฟแสงสว่าง ระยะไกล: SCHNEIDER ELECTRIC (CLIPSAL), MERTEN
CARLO GAVAZZI, DYNALITE
- ระบบแสงสว่างฉุกเฉินและไฟแสดงทางออกฉุกเฉิน: CEE, SUNNY, MAX BRIGHT, L&E, DELIGHT

5.4 ระบบคอมพิวเตอร์, ระบบสื่อสารภายในและระบบโทรศัพท์

- อุปกรณ์ระบบคอมพิวเตอร์ : AMP, BTICINO, CISCO, KRONE, LINK,
PANASONIC, 19" GERMANY EXPORT RACK
- สายระบบคอมพิวเตอร์ : AMP, BELDEN, KRONE, LINK
- อุปกรณ์ระบบสื่อสารภายใน : AIPHONE, CARECOM, TEKTONE
- สายระบบสื่อสารภายใน : BANGKOK CABLE, PHELPS DODGE, THAI
YAZAKI
- ตู้สาขาโทรศัพท์ (PABX) : CISCO, NEC, ERICSSON, SIEMENS, ALCATEL, LG

35.6 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

- อุปกรณ์ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ : EST, EDWARDS, MIRTONE, SIMPLEX, SIMEN
NOTIFIER, SYSTEM SENSOR
- สายระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ : ALCATEL, BANGKOK CABLE, BELDEN,
BETAFLAM, HOSIWELL, MCI, PHELPS
DODGE, PIRELLI, THAI YAZAKI

5.5 ระบบเสียงประกาศ

- POWER AMPLIFIER, MIXING AMPLIFIER : BOSCH, DYNACORD, PHILIPS, TOA, QSC,
PRE-AMPLIFIER YAMAHA, MIDAS
- RADIO TUNER, COMPACT DISC PLAYER : BOSCH, DENON, PHILIPS, PIONEER, TEAC,
TECHNIC, QSC, YAMAHA, AUDIO TECHNICA
- LOUDSPEAKER : BOSCH, TANNOY, JBL, QSC, TOA, ELECTRO-VOICE
- MICROPHONE : BOSCH, CROWN, DYNACORD, SHURE, TOA,
AUDIO TECHNICA
- SOUND VOLUME CONTROL : BOSCH, DYNACORD, PHILIPS, TOA, QSC
- อุปกรณ์ระบบชุดประชุม : BOSCH, DIS, PHILIPS, TOA
- สายระบบเสียง : BANGKOK CABLE, BELDEN, CANARE, LINK
HOSIWELL, PHELPS DODGE, THAI YAZAKI
- ตู้ใส่อุปกรณ์ : GERMANY, BELLCOMMS, LIMAZ

5.6 ระบบเสียงห้องประชุม

- ไมโครโฟนและเครื่องรับสัญญาณ : SHURE, Senniheiser, audio-technica, AKG
- เครื่องขยายสัญญาณเสาสื่ออากาศไมโครโฟนไร้สาย : audio-technica , RF Venue , SHURE
เสาใบพัด, อุปกรณ์กระจายสัญญาณเสาสื่ออากาศ
- เครื่องผสมสัญญาณเสียงแบบดิจิตอล : MIDAS, QSC, ALLEN&HEATH, SOUNDCRAFT, TOA
- เครื่องปรับแต่งสัญญาณเสียงแบบดิจิตอล : BIAMP, QSC, biamp, Symetrix , BSS, TOA
- เครื่องแปลงสัญญาณภาพ แบบที่ 1, 2 : Lab Gruppen , Powersoft, CROWN, ATLONA
Kramer, Extron, AMX
- ลำโพง 2 ทาง และ ลำโพง Line Array : QSC, Bosch, RCF ,JBL
ลำโพงเสียงต่ำ พร้อมชุดแฉวน
- ลำโพงแบบคอลัมน์แบบมีภาคขยายในตัว : QSC, Bosch, RCF ,JBL, BEHRINGER, TOA
ลำโพงมอนิเตอร์บนเวที พร้อมชุดแฉวน
- ลำโพงมอนิเตอร์ห้องควบคุม : Yamaha, Tannoy, Bosch, TOA, Genelec, JBL
- ขาตั้งไมโครโฟนแบบตั้งพื้น : GIP, TAMA, K&M
- ALL IN ONE COMPUTER & MINI PC : DELL, LENOVO, ACER, HP, ASUS

5.7 ระบบภาพ

- จอแสดงผลแบบ LED Wall-P2.5, P4 : Unilumin, Lampro, Razr
- LED Signage All one Wall 130"-P1.5 : Maxhub, Samsung, LG, SNAPSHOT
- LED Smart TV : Sony, Samsung, LG, PANASONIC
- เครื่องสลับสัญญาณภาพ : AMX , Kramer , BZBGear
- อุปกรณ์รับส่งสัญญาณ HDMI ระยะไกล : Extron , Kramer , BZBGear
- จอรับภาพแบบมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 250 นิ้ว : VERTEX , GYGAR , RAZR, DRAPPER, DALITE
- เครื่องฉายภาพโปรเจ็กเตอร์ขนาด : Panasonic, Epson, Benq, SONY, Samsung
- กล้อง Pan / Tilt / Zoom 4K : Panasonic , Hikvision , BZBGear
PTZ Camera Joystick
- Streaming HDMI/DP Switcher : Blackmagic , Roland , BZBGear
- จอมอนิเตอร์ห้องควบคุม : Samsung, LG, DELL, DATA VIDEO
- จอดิจิตอลไฮเนจ ควบคุมจากส่วนกลาง : Samsung , LG , Maxhub
- เครื่องบันทึกภาพ : ATLONA, Extron, DATA VIDEO, Aver Media

5.8 แสงสว่างบนเวที

- แผงควบคุมแสงสว่างบนเวที : Shark light , AVOLITE , Xunfei
- LED Moving Head & PAR LED RGBW : NIGHTSUN, Robe, YLIGHT,Wave light

5.9 ระบบควบคุมอัตโนมัติ

- จอควบคุมแบบไร้สาย : Apple iPad , Samsung Galaxy TAB , LENOVO IDEAPAD DUET 5
- คอนโทรลเลอร์ระบบควบคุม : Extron , AMX , Crestron
- เครื่องสลับสัญญาณเครือข่ายคอมพิวเตอร์ : CISCO , Aruba , Allied Telesis
- Wifi Router / Access Point : ARUBA, TP-Link, CISCO, Asus, TP-Link, D-Link
- สายสัญญาณภาพ HDMI : ATEN, KRAMER, SIGNADY
- สายสัญญาณเสียง : CAROL, BELDEN, AMPHENOL

5.10 ระบบโทรทัศน์วงจรปิด

- อุปกรณ์ระบบโทรทัศน์วงจรปิด : BOSCH, INOX, PELCO, PHILIPS, MILESIGHT
SAMSUNG, SANYO, SIEMENS, SONY
 - สายสัญญาณ : BANGKOK CABLE, BELDEN, FRACARRO,
HOSIWELL, INTERLINK,
PHILIPS, THAI YAZAKI
 - โตะควบคุม : CUSTOM MADE

 - BUSWAY : MEGA DUCT, POWERDUCT, CULTER
HAMMER, LINKK
- ระบบควบคุมการเปิด-ปิดไฟแสงสว่าง ระยะไกล: MERTEN CARLO GAVAZZI, DYNALITE
LCD TELEVISION : PHILLIP, SONY, PANASONIC, LG

5.11 ระบบพลังงานแสงอาทิตย์

- INVERTER ; SMA, TABUCHI, SCHNEIDER
- SOLAR PANEL : EKARAT, JETION, SOLAR
TRON

5.12 HIGH VOLTAGE EQUIPMENT

- HIGH VOLTAGE SWITCHGEAR CUBICLE: AVATAR, TIC, HYUNDAI POWER TECH
- HDPE TUBE :TGG, TAP, IPP (มอก.982-2548)
- DISCONNECTING SWITCHES :U-TAH, GUNKUL, PRECISE
- RING MAIN UNIT :ABB, EATON, SCHNEIDER

หมายเหตุ

ตัวอย่างบัญชีรายชื่อบริษัทที่เห็นควรอนุมัติ เป็นตัวอย่างรายชื่อที่ผู้รับจ้างควรเสนอขออนุมัติใช้ โดยมีรายละเอียดของบริษัทแต่ละชนิดตามรายละเอียดข้อกำหนด (specification) ในกรณีที่มีเหตุสุดวิสัยอันเนื่อง มาจากบริษัทหยุดการผลิตหรือไม่มีตัวแทนจำหน่ายแล้ว หรือ สาเหตุอื่นใด อันมีผลทำให้ไม่สามารถหาซื้อ ภายในประเทศหรือสั่งซื้อจากต่างประเทศ ผู้รับจ้างมีสิทธิในการเสนอขออนุมัติเทียบเท่าในบริษัทนั้น ๆ โดยผู้รับจ้างจะต้องเสนอเหตุผล, รายละเอียดทางเทคนิคและราคา โดยครบถ้วน ทั้งนี้อยู่ในดุลยพินิจของคณะกรรมการการตรวจการจ้างเป็นผู้พิจารณาเห็นชอบ เพื่อปฏิบัติตามระเบียบราชการต่อไป