หมวดงานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

หมวดที่ 1
ข้อกำหนดเฉพาะ

1. ขอบเขตของงาน

1.1 การติดต่อประสานงาน

ประสานงานกับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร ผู้รับจ้างตกแต่งภายใน ผู้รับจ้างระบบปรับอากาศ ผู้รับจ้างระบบสุขาภิบาล ผู้รับจ้างตู้สาขาโทรศัพท์และผู้รับจ้างรายอื่นที่ผู้ว่าจ้างกำหนดเพื่อให้การปฏิบัติงานตามแบบและรายการประกอบแบบเสร็จสิ้นสมบูรณ์ตามระยะเวลาที่กำหนด

ติดต่อและประสานงานกับการไฟฟ้าท้องถิ่นให้ปักเสาพาดสายไฟฟ้าแรงสูง จากแหล่งจ่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าฯถึงเสาไฟซึ่งติดตั้งมิเตอร์ไฟฟ้าแรงสูง ; ให้การไฟฟ้าท้องถิ่นติดตั้งเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้ารวมการตรวจอุปกรณ์และการติดตั้งระบบไฟฟ้า

ติดต่อและประสานงานกับองค์การโทรศัพท์ (TOT/ทศท) ให้ร้อยสายโทรศัพท์ จากภายนอกโครงการถึงแผงต่อสายโทรศัพท์รวม (MDF) ภายในอาคาร

ค่าใช้จ่ายต่างๆที่จะต้องจ่ายให้หน่วยงานภายนอกหรือหน่วยงานรัฐวิสาหกิจตามขอบเขตของงานรวมอยู่ในวงเงินก่อสร้างแล้วซึ่งผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ติดต่อประสานงาน และผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่าย

1.2 ขอบเขตของงานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

1.2.1 จัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง หม้อแปลงไฟฟ้า นั่งร้านหม้อแปลง แผงสวิทช์เมนแรงต่ำและคาปาซิเตอร์ตามกฎของการไฟฟ้า ดังที่แสดงในแบบ

1.2.2 จัดหาและติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล แผงควบคุมและอุปกรณ์, เครื่องสูบน้ำมัน, ถังน้ำมัน, Aluminum Louver with Gravity Shutter, Sound Attenuator Air Intake Louver, Acoustic Door, บุผนังป้องกันเสียงรบกวนในห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ตามขนาดและตำแหน่งที่แสดงในแบบ

1.2.3 จัดทำฐานคอนกรีตสำหรับ แผงสวิทช์เมนแรงต่ำ และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล ตามขนาดและตำแหน่งที่แสดงในแบบ

1.2.4 จัดหาและติดตั้งสวิทช์ตัดตอนอัตโนมัติสวิทช์ตัดตอน สายป้อน ท่อร้อย สายป้อน แผงสวิทช์จ่ายไฟฟ้ารอง และแผงสวิทช์จ่ายไฟฟ้าย่อยพร้อมทั้งวัสดุอุปกรณ์ประกอบให้ครบถ้วน

1.2.5 จัดหาและติดตั้งท่อร้อยสาย,สายไฟฟ้า, เต้ารับไฟฟ้า, ดวงโคมไฟฟ้าแสงสว่างทั่วไป, ดวงโคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน, ชุดแบตเตอรี่สำรองดังที่แสดงในแบบ

1.2.6 จัดหาและติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่าและสายดินรวมทั้งการเชื่อมเหล็กโครงสร้างอาคารเพื่อใช้เป็นสายดินดังที่แสดงในแบบ

1.2.7 จัดหาและติดตั้งสายป้อนไฟฟ้ากำลังพร้อมทั้งต่อสายไฟเข้าถึงเมนสวิทช์ของแผงควบคุมของระบบปรับอากาศ และระบบสุขาภิบาลดังที่แสดงในแบบ

1.2.8 จัดหาและติดตั้งแผงต่อสายโทรศัพท์ (TC) ของอาคาร, เต้ารับสายโทรศัพท์และสายโทรศัพท์ดังแสดงในแบบ

1.2.9 จัดหาและติดตั้งระบบแจ้งสัญญาณเพลิงไหม้อัตโนมัติ (Fire Alarm System) ตามที่กำหนดในแบบ

1.2.10 จัดหาและติดตั้งระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV System) ตามที่กำหนดในแบบ

1.2.11 ทำการจัดวางกรอบหรือท่อสวมทะลุคาน ผนัง พื้น หลังคา ตามที่จำเป็นสำหรับท่อร้อยสาย รางร้อย สาย และอื่น โดยให้ประสานงานกับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคารและผู้รับจ้างอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อไม่ให้มีเหตุเสียหายและความล่าช้าขึ้น

1.2.12 ทำการอุดรูภายในท่อร้อยสายใต้ดินของระบบไฟฟ้าแรงสูงและแรงต่ำขนาดใหญ่ ท่อร้อยสายโทรศัพท์ใต้ดินขนาดใหญ่ (ถ้ามี) เพื่อกันสัตว์เล็กเข้าไปในท่อและความชื้นใต้ดิน

1.2.13 จัดส่งรายละเอียดของวัสดุ และอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ในการติดตั้ง เสนอขออนุมัติต่อตัวแทนของผู้ว่าจ้างก่อนดำเนินการสั่งซื้ออุปกรณ์

1.2.14 จัดทำแบบก่อสร้าง (Shop Drawing) เสนอขออนุมัติต่อตัวแทนผู้ว่าจ้างก่อนการดำเนินการสั่งซื้ออุปกรณ์หรือติดตั้ง

1.2.15 จัดทำแบบตามที่สร้างจริง (As built Drawing) เอกสารข้อกำหนดทางเทคนิค คู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องอุปกรณ์ระบบต่างๆ เสนอต่อผู้ว่าจ้างเมื่อดำเนินการติดตั้งเสร็จสิ้นแล้ว

1.2.16 จัดหาอะไหล่ และเครื่องมือบำรุงรักษามอบให้ผู้ว่าจ้างตามรายการในแบบใบเสนอราคา

2. งานที่จัดทำโดยผู้รับจ้างรายอื่น

งานในรายการที่แสดงนี้เป็นงานที่จัดทำโดยผู้รับจ้างรายอื่น แต่ผู้รับจ้างงานระบบไฟฟ้าจะต้องรับผิดชอบติดต่อและประสานงานเพื่อให้งานเชื่อมโยงถึงกัน และใช้งานได้โดยสมบูรณ์

2.1 การปักเสาพาดสายไฟฟ้าจากภายนอกโครงการมาถึงเสาไฟฟ้าซึ่งติดตั้งมิเตอร์ จัดทำโดยการไฟฟ้าท้องถิ่น

2.2 แผงควบคุมระบบสุขาภิบาลจัดทำโดยผู้รับจ้างระบบสุขาภิบาล แต่ผู้รับจ้างไฟฟ้าต้องต่อสายป้อนเข้าถึงเมนสวิทช์ของแผงควบคุม

2.3 แผงควบคุมระบบปรับอากาศจัดทำโดยผู้รับจ้างระบบปรับอากาศ แต่ผู้รับจ้างไฟฟ้าต้องต่อสายป้อนเข้าถึงเมนสวิทช์ของแผงควบคุม

2.4 การเดินสายเคเบิ้ลโทรศัพท์จากภายนอกโครงการมาถึงแผงต่อสายโทรศัพท์ (TC) ของอาคารจัดทำโดยผู้รับจ้างรายอื่น

2.5 การจัดหาและติดตั้งมิเตอร์ไฟฟ้าแรงสูงก่อนเข้าหม้อแปลงจัดทำโดยการไฟฟ้าท้องถิ่น

3. ข้อกำหนดเพิ่มเติม

3.1 นอกจากเงื่อนไขทั่วไป ข้อกำหนดอื่นๆและรายการในแบบให้ผู้รับจ้างถือปฏิบัติตามข้อกำหนดเพิ่มเติมนี้ด้วย หากมีข้อความใดในบทอื่นขัดแย้งกับข้อความในบทนี้ให้ถือข้อความในบทนี้เป็นหลักในการปฏิบัติ

3.2 ระบบไฟฟ้ากำลังและแสงสว่าง

3.2.1 แผงสวิทช์แรงต่ำต้องประกอบในประเทศไทย โดยผู้ทำที่ผ่านงานด้านการทำแผงสวิทช์แรงต่ำมาแล้วไม่น้อยกว่า 5 ปี ผู้ทำต้องมีสามัญวิศวกรแขนงไฟฟ้ากำลังเป็นผู้ควบคุมอำนวยการติดตั้ง

3.2.2 สวิทช์ตัดตอนที่ใช้ในแผงสวิทช์เมนแรงต่ำ ต้องใช้ของผู้ทำผลิตภัณฑ์เดียวกันทุกอันขนาดเฟรมต้องไม่เล็กกว่าที่กำหนด และสามารถทนกระแสลัดวงจรได้ไม่ต่ำกว่ามาตรฐานที่การไฟฟ้าท้องถิ่นกำหนด แต่ต้องไม่น้อยกว่าที่กำหนดในแบบ

3.2.3 ขนาดตู้แผงสวิทซ์ตามที่กำหนดในแบบเป็นขนาดขั้นต่ำ หากขนาดสวิทซ์ตัดตอนและอุปกรณ์ที่เลือกใช้มีขนาดใหญ่กว่า ให้ผู้รับจ้างขยายขนาดตู้ให้ใหญ่ขึ้นโดยถือรวมอยู่ในงานเป็นราคาเหมา และจะไม่มีการเพิ่มราคางานจากราคาเดิมที่เสนอไว้

3.2.4 ขนาดสวิทซ์ตัดตอนและขนาดสายป้อน อาจมีการเปลี่ยนแปลงตามภาระการใช้ไฟฟ้าที่แท้จริง จึงให้ผู้รับจ้างขอทราบขนาดที่แน่นอนจากผู้ว่าจ้าง และจากผู้รับจ้างรายอื่นที่เกี่ยวข้องก่อนดำเนินการวางท่อร้อยสายไฟและสั่งสายไฟ

3.2.5 สายที่ต่อเข้าสวิทซ์ และดวงโคมให้ใช้ขนาดเดียวกับสายวงจรย่อย

3.2.6 ฝาครอบสวิทซ์และเต้ารับทั้งไฟฟ้าและโทรศัพท์ให้ใช้ชนิด Anodized Aluminum

3.2.7 หลอดฟลูออเรสเซนต์ให้ใช้หลอดประเภทชนิด T8 ขนาด 18 วัตต์ และ 36 วัตต์ หรือหลอดประหยัดพลังงาน

3.2.8 บัลลาสต์ใช้ชนิด Low Loss หรือบัลลาสต์ประหยัดพลังงานหรืออื่นๆ

3.3 ระบบแจ้งสัญญาณเพลิงไหม้อัตโนมัติ

3.3.1 ระบบแจ้งสัญญาณเพลิงไหม้ให้ใช้ชนิดตามที่ระบุในแบบ

3.3.2 การเดินสายวงจร Detector ใช้ระบบ 2-Wire Supervisory (Class B)

3.4 แบบก่อสร้าง (Shop Drawing)

ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบก่อสร้าง เพื่อแสดงวิธีการติดตั้ง และตำแหน่งโดยละเอียดเสนอให้ผู้ว่าจ้างเห็นชอบตามที่ ผู้ว่าจ้างจะกำหนด แต่อย่างน้อยจะต้องจัดทำดังนี้

3.4.1 การติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า

3.4.2 แบบตู้แผงสวิทซ์ไฟฟ้าแรงสูง, แรงต่ำและแบบแสดงตำแหน่งการติดตั้งของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ

3.4.3 แนวท่อร้อยสายแรงสูง และรายละเอียดการติดตั้ง (ถ้ามี)

3.4.4 แนวบัสเวย์ ท่อร้อยสายป้อน ท่อร้อยสายอื่นๆ ที่สำคัญและรายละเอียดการติดตั้ง

3.4.5 การติดตั้งหลักล่อฟ้าและสายดิน

3.4.6 แบบแปลนต่างๆและวงจรไฟฟ้าต่างๆที่สำคัญ โดยเฉพาะวงจรควบคุมต่าง ๆ

หมวดที่ 2
เงื่อนไขทั่วไป

1. นิยาม

1.1 "ผู้ว่าจ้าง" หมายความว่า ผู้มีอำนาจซึ่งดำเนินการจ้างในนามของ"เจ้าของงาน"และหมายรวมถึงผู้แทนของ ผู้ว่าจ้างคือ วิศวกร ผู้ตรวจงาน และผู้อื่นที่ผู้ว่าจ้างแต่งตั้งเป็นผู้แทนของตน

1.2 "ผู้รับจ้าง"หมายความว่าผู้มีอำนาจซึ่งดำเนินการรับจ้างในนามของ"ผู้รับงาน"และหมายรวมถึงพนักงาน ผู้แทนของผู้รับจ้างซึ่งได้รับการแต่งตั้งโดยรับจ้างเพื่อปฏิบัติงานนี้

1.3 "งาน" หมายความว่า วัสดุ อุปกรณ์ แรงงาน และการปฏิบัติงานตามสัญญานี้

1.4 "แบบ" หมายความว่าแบบแปลนที่แนบท้ายสัญญานี้ และรวมถึงแบบที่จัดเพิ่มเติมโดยผู้ว่าจ้างและ/หรือผู้รับจ้างเพื่อแสดงรายละเอียดเพิ่มเติมให้ชัดเจนเพื่อใช้ประกอบการปฏิบัติงานนี้

1.5 "วัน"หมายความว่าวันในปฏิทินของปี หรือยี่สิบสี่ (24) ชั่วโมงนับเป็นหนึ่งวัน

1.6 "เดือน" หมายความว่า สามสิบ (30) วัน นับเป็นหนึ่งเดือน

1.7 "ปี" หมายความว่า สามร้อยหกสิบห้า (365) วัน นับเป็นหนึ่งปี

1.8 "มาตรฐาน" หมายความว่า มาตรฐานต่างๆที่อ้างถึงซึ่งให้ยึดถือมาตรฐานฉบับล่าสุด ในวันที่ลงนามในสัญญาเป็นมาตรฐานอ้างอิง

1.9 "การไฟฟ้าท้องถิ่น"หมายความว่าการไฟฟ้าฝ่ายผลิตการไฟฟ้านครหลวงและ/หรือการไฟฟ้าภูมิภาค

2. เงื่อนไขเบื้องต้น

2.1 ผู้รับจ้างจะต้องรับทราบและปฏิบัติตามข้อกำหนดอื่นๆที่มีไว้สำหรับการปฏิบัติงานทั้งโครงการและอาจจะไม่ได้นำมากล่าวไว้ในที่นี้ และถ้ามีกล่าวซ้ำไว้ก็เพื่อเป็นการเน้นให้ผู้รับจ้างสนใจและ/หรือเข้าใจเป็นพิเศษ มิใช่หมายความว่าผู้ว่าจ้างจะไม่ต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมากล่าว

2.2 ผู้รับจ้างสัญญาว่าจะไม่เอางานทั้งหมดหรือส่วนใดส่วนหนึ่ง ไปให้ผู้อื่นรับจ้างช่วงอีกทอดหนึ่งโดยมิได้รับอนุญาตเป็นหนังสือจากผู้ว่าจ้าง แต่ทั้งนี้ผู้รับจ้างยังต้องรับผิดชอบงานที่ให้ช่วงไปนั้นทุกประการ

2.3 การเปลี่ยนงาน การเพิ่มหรือลดงาน ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์สั่งเปลี่ยนงาน เพิ่มงานหรือลดงานตามสัญญาได้ โดยเปลี่ยนราคาไปตามราคาต่อหน่วยที่ผู้รับจ้างได้เสนอไว้แล้ว ในกรณีที่ไม่มีราคาต่อหน่วยจะคิดโดยวิธีตกลงราคากับ ผู้ว่าจ้าง การเปลี่ยนงานเพิ่มงานหรือลดงาน จะทำได้ก็ต่อเมื่อได้รับแจ้งเป็นหนังสือจากผู้ว่าจ้างแล้วเท่านั้น และถ้ามีความจำเป็นต้องเปลี่ยนระยะเวลาการทำงาน ให้ผู้รับจ้างแจ้งกับผู้ว่าจ้าง เพื่อทำความตกลงกันต่อไป

2.4 กรรมสิทธิ์

2.4.1 วัสดุและอุปกรณ์ซึ่งผู้รับจ้างจัดหามาและงานที่เสร็จแล้วถือว่าเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้ว่าจ้างทั้งสิ้น แต่ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเต็มที่สำหรับการบำรุงรักษา ความเสื่อมสภาพ สูญหายถูกทำลาย และ/หรือความเสียหายใดๆจนกว่าผู้ว่าจ้างจะได้รับมอบงานที่แล้วเสร็จ

2.4.2 รูปแบบและรายการทั้งหมดถือว่าเป็นกรรมสิทธิ์โดยชอบของวิศวกรผู้ออกแบบห้ามมิให้ผู้ใดคัดลอกโดยวิธีใดๆและ/หรือนำไปใช้ประโยชน์ในงานอื่นนอกจากจะได้รับอนุญาตจากวิศวกรผู้ออกแบบแล้ว

2.5 ขอบเขตของการเห็นชอบ

การที่ผู้ว่าจ้างรับทราบและ/หรือให้ความยินยอมใดๆเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ ฝีมือ รูปแบบรายการ วิธีการ หรือกรรมวิธีการนัยแห่งการกระทำใดๆ สิ่งที่ทำการติดตั้งและ/หรือข้อเสนอใดๆ โดยผู้รับจ้าง ให้เป็นที่เข้าใจแต่เพียงว่าเป็นการรับของผู้ว่าจ้างในขณะนั้นซึ่งยังไม่มีเหตุผลอันสมควรที่จะคัดค้านเรื่องต่างๆ ดังกล่าวการกระทำดังกล่าวโดยผู้ว่าจ้างย่อมไม่ทำให้ผู้รับจ้างต้องพ้นภาระจากความรับผิดชอบเต็มที่ ในเรื่องความถูกต้องและสมบูรณ์ของวัสดุอุปกรณ์และงานที่ต้องปฏิบัติให้เป็นไปตามรูปแบบและรายละเอียดข้อกำหนดและ/หรือต้องพ้นภาระจากหน้าที่ โดยตรงของผู้รับจ้างเกี่ยวกับพันธุ์กรรม หนี้สินและ/หรือความรับผิดชอบต่อความเสียหายต่อทรัพย์สินและ/หรือบุคคล

3. เงื่อนไขในการปฏิบัติงาน

แผนงาน

3.1. ผู้รับจ้างจะต้องส่งแผนงานที่จะใช้ในการปฏิบัติงานให้ผู้ว่าจ้างภายในสิบห้า (15) วันหลังจากวันลงนามในสัญญา แผนงานที่เสนอจะต้องแยกส่วนของงานออกให้เหมาะสมและละเอียดตามสมควรและต้องแจ้งจำนวนของพนักงานของผู้รับจ้างที่จะใช้ในแต่ละส่วน/แต่ละช่วงเวลาของงานกำกับมาด้วยในระหว่างปฏิบัติงานถ้าจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงแผนงานไม่ว่าจะเป็นเฉพาะส่วนหรือทั้งหมดผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบก่อนถึงวันกำหนดที่จะขอเปลี่ยนแผนงานไม่น้อยกว่า (15) วันเพื่อทำความตกลงกันก่อนการเปลี่ยนแผนงานจะทำได้เมื่อรับแจ้งเป็นหนังสือจากผู้ว่าจ้างแล้วเท่านั้น

3.2 ถ้าหากในสัญญาจ้างระบุให้ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหาวัสดุและอุปกรณ์ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งกำหนดการส่งวัสดุและอุปกรณ์ให้แก่ผู้ว่าจ้าง ถ้าหากกำหนดการนั้นไม่เหมาะสมหรือถ้ามีการเปลี่ยนแปลงกำหนดการส่งของระหว่างระยะเวลาทำงานผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบ

วัสดุและอุปกรณ์

3.3 วัสดุและอุปกรณ์ใดๆ ที่สัญญาว่าจ้างกำหนดให้ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหาผู้รับจ้างจะดำเนินการจัดหาและนำไปติดตั้งได้ต่อเมื่อรับความยินยอมจากผู้ว่าจ้างเป็นหนังสือก่อนแล้วทั้งนี้ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายละเอียดและ/หรือตัวอย่างไปให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาภายในหกสิบ (60) วัน นับแต่วันลงนามในสัญญาหรือภายในระยะเวลาที่ ผู้ว่าจ้างได้ทำความตกลงกันไว้การที่ผู้รับจ้างนำรายละเอียดและ/หรือตัวอย่างไปให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาช้ากว่ากำหนดจะนำมาเป็นข้ออ้างในการขอเปลี่ยนชนิดของวัสดุและอุปกรณ์และ/หรือขอต่อเวลาทำงานมิได้ เมื่อผู้ว่าจ้างได้พิจารณาและให้ความยินยอมในรายละเอียด และ/หรือตัวอย่างของวัสดุและอุปกรณ์แล้ว ผู้รับจ้างต้องจัดรายละเอียดและ/หรือตัวอย่างที่ได้รับความยินยอมสอง (2) ชุด โดยให้ผู้ว่าจ้างไว้เป็นหลักฐานหนึ่งชุดและเก็บแสดงไว้ที่สถานที่ปฏิบัติงานอีกหนึ่งชุด รายละเอียดและ/หรือตัวอย่างดังกล่าวจะไม่คืนให้แก่ผู้รับจ้างแต่ผู้รับจ้างอาจขอนำตัวอย่างไปใช้ในงานตามสัญญานี้ได้ แต่ต้องติดตั้งตามตำแหน่งที่ผู้ว่าจ้างกำหนด และหากผู้ว่าจ้างต้องการให้ถอดออกมาเพื่อเปรียบเทียบกับชิ้นอื่นผู้รับจ้างต้องดำเนินการให้โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ วัสดุอุปกรณ์ใดๆ ที่ผู้ว่าจ้างพิจารณาแล้วว่าไม่ถูกต้องตามข้อกำหนดผู้รับจ้างต้องทำการขนย้ายออกจากสถานที่ปฏิบัติงานโดยเร็วที่สุด ถ้าผู้ว่าจ้างเห็นว่าวัสดุและอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้มีคุณสมบัติไม่ดีเท่าที่กำหนดไว้ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะไม่ยอมให้นำมาใช้งานนี้หรือถ้าผู้ว่าจ้างมีความเห็นว่าควรส่งให้สถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ

ทดสอบคุณสมบัติเพื่อเปรียบเทียบกับข้อกำหนดตามความต้องการของผู้ว่าจ้างก่อนที่จะยินยอมให้นำมาใช้ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ดำเนินการและเสียค่าใช้จ่าย

3.4 ในการกำหนดนามและ/หรือผู้ทำวัสดุอุปกรณ์ไว้นั้น มิได้หมายความว่า ผู้รับจ้างจะต้องใช้อุปกรณ์ที่ระบุไว้ดังกล่าวมาติดตั้งเสมอไป แต่ในกรณีที่ผู้รับจ้างต้องการใช้วัสดุอุปกรณ์ที่เทียบเท่าหรือนอกเหนือจากมาตรฐานที่ได้ระบุไว้ในแบบและ/หรือรายการ ผู้รับจ้างต้องพิสูจน์และชี้แจง ให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความยินยอมก่อน

3.5 การกำหนดตำแหน่งวัสดุและอุปกรณ์

ผู้รับจ้างต้องตรวจดูแบบและข้อกำหนดอื่นๆ (Specification) ที่มีความเกี่ยวข้องกับงานนี้เช่น แบบโครงสร้างระบบปรับอากาศระบบสุขาภิบาล เป็นต้น เพื่อกำหนดตำแหน่งของวัสดุอุปกรณ์ให้ได้ตามแบบและไม่ขัดกับงานอื่นๆ โดยจะต้องประสานงานกับผู้รับผิดชอบในงานนั้นๆ เมื่อตำแหน่งของวัสดุและ/หรืออุปกรณ์ที่จะติดตั้งขัดกันกับงานอื่นผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบทันทีที่ตรวจพบแต่ต้องไม่ช้ากว่าสิบห้า (15) วันก่อนกำหนดที่จะติดตั้งเพื่อผู้ว่าจ้างจะได้จัดให้มีการทำความตกลงแก้ไข ถ้าตำแหน่งที่ติดตั้งวัสดุและ/หรืออุปกรณ์ขัดกับงานอื่นหลังจากที่ได้ติดตั้งไปแล้ว โดยผู้รับจ้างไม่ได้แจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบตามกำหนดผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้แก้ไขโดยผู้รับจ้างจะเรียกค่าจ้างเพิ่มเติมหรือขอขยายระยะเวลามิได้

3.6 ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติงานตามที่กำหนดทั้งในแบบแปลน และในรายการ ถึงแม้ว่างานบางรายการมีแสดงในแบบแต่ไม่ปรากฏในรายการหรือมีกำหนดในรายการ และไม่แสดงในแบบก็ตามผู้รับจ้างต้องปฏิบัติงานนั้นเช่นกันเสมือนกับว่าแสดงไว้ทั้งสองแห่งงานที่เกี่ยวข้องและจำเป็นต้องทำเพื่อให้งาน ลุล่วงถูกต้องตามแบบและรายการแต่ไม่ได้แสดงรายละเอียดไว้ในแบบรายการและ/หรือบัญชีรายการวัสดุและอุปกรณ์ ของผู้ว่าจ้าง ซึ่งให้ถือเป็นเพียงแนวทางในการคิดราคาเท่านั้นและ/หรือบัญชี ใบเสนอราคาของผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างต้องทำให้ถูกต้องครบถ้วนโดยไม่มีเงื่อนไขใดๆ ทั้งสิ้น ในกรณีที่รายการและ/หรือแบบขัดกันและ/หรือมีความจำเป็นที่ผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนแปลงจากแบบและรายการแต่ประการใดผู้รับจ้าง ต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบเป็นหนังสือทันทีเพื่อให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความเห็นชอบหากผู้รับจ้างดำเนินการไปก่อนได้รับอนุญาตผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้ผู้รับจ้างแก้ไขใหม่ให้ถูกต้องทุกประการได้ โดยผู้รับจ้างต้องเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายโดยทั่วไปหากรายละเอียดในข้อกำหนดและในแบบไม่ตรงกัน ให้ถืออันที่ถูกต้องและ/หรือดีกว่าเป็นหลัก

3.7 ผู้รับจ้างต้องมีเครื่องมือเครื่องใช้ ในการปฏิบัติงานที่มีประสิทธิภาพและเป็นชนิดที่ถูกต้องเหมาะสมกับประเภทของงานที่ทำเป็นจำนวนที่เพียงพอ ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะบังคับให้ผู้รับจ้างเพิ่มและ/หรือเปลี่ยนแปลงจำนวนและหรือประเภทของเครื่องมือต่างๆ เมื่อเห็นว่าผู้รับจ้างมีเครื่องมือไม่เพียงพอ และ/หรือใช้เครื่องมือที่ไม่ถูกต้องเหมาะสมกับงาน

3.8 ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังรักษาความปลอดภัย รวมทั้งอัคคีภัยอันเกี่ยวกับทรัพย์สิทั้งปวงและบุคคลต่างๆ ที่เข้าไปในบริเวณปฏิบัติงาน โดยผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเต็มที่เกี่ยวกับเหตุเสียหายต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน ผู้รับจ้างต้องดูแลสถานที่ปฏิบัติงานให้สะอาดเรียบร้อยและอยู่ในสภาพ ที่ปลอดภัยตลอดเวลา

3.9 พนักงาน

3.9.1 ผู้รับจ้างต้องมีวิศวกรไฟฟ้าและ/หรือวิศวกรในสาขาอื่น ผู้เป็นภาคีวิศวกรหรือสูงกว่าในสาขาไฟฟ้ากำลังและ/หรือสาขาอื่นซึ่งถูกต้องตาม พรบ. วิชาชีพวิศวกรรม เป็นผู้รับผิดชอบในการควบคุมการสร้างและอำนวยการติดตั้ง ให้เป็นไปตามแบบและรายการที่ถูกต้องตามหลักวิชาที่ดี และต้องเป็นผู้ลงนามรับรองผลงานในเอกสารการส่งมอบงานด้วย

3.9.2 ผู้รับจ้างต้องมีนายงานที่ดีเพื่อสั่งงานและควบคุมงานในสถานที่ก่อสร้างตลอดเวลาปฏิบัติงาน และต้องใช้คนงานที่มีความรู้ความสามารถในการทำงาน ตามวิธีการที่ถูกต้องตามหลักวิชาทางช่างที่ดีด้วยฝีมือที่ดีตามกฎข้อบังคับต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น และมีจำนวนคนงานเพิ่มเติมที่จะปฏิบัติงานให้เสร็จทันตามความต้องการของผู้ว่าจ้าง ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้ผู้รับจ้างถอนคนงานที่ผู้ว่าจ้างเห็นว่าปฏิบัติงานด้วยฝีมือที่ไม่ดีพอ ผู้รับจ้างต้องหาคนงานใหม่ที่มีประสิทธิภาพ

4. แบบใช้งาน (Shop Drawings)

4.1 ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแบบใช้งานและแบบแสดงการติดตั้งอุปกรณ์ ตามที่ผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้กำหนดให้เสนอให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาก่อนดำเนินการติดตั้งขนาดของแบบต้องเท่าแบบของผู้ว่าจ้าง หรือขนาดตามมอก.33 เมื่อผู้ว่าจ้างรับทราบแล้วต้องส่งแบบพิมพ์ให้ผู้ว่าจ้างสาม (3) ชุด ภายใน 60 วัน เพื่อใช้ในการควบคุมงาน

4.2 แผนผังและแบบตามที่สร้างจริง (As-Built Drawings)

ถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติงานไปจากแบบ เช่น เปลี่ยนแนวทางเดินท่อเป็นต้นหรือมีการสั่งเปลี่ยนแปลงใดๆที่ผู้ว่าจ้างไม่ได้จัดทำแบบให้ผู้รับจ้างต้องจัดทำแผนผังและแบบตามที่ สร้างจริง โดยให้ส่งแบบพิมพ์ 1 ชุด ซึ่งวิศวกรไฟฟ้าและ/หรือวิศวกรสาขาอื่นของผู้รับจ้างลงนามรับรองความถูกต้องแล้วให้แก่ผู้ว่าจ้างภายในสามสิบ (30) วัน นับแต่วันที่งานนั้นๆ แล้วเสร็จ แต่ไม่ช้ากว่าวันตรวจทดสอบเพื่อรับงาน เมื่อผู้ว่าจ้างรับทราบหรือแก้และส่งแบบคืนให้ผู้รับจ้าง ผู้รับจ้าง ต้องส่ง ต้นฉบับเขียนลงกระดาษเขียนแบบชนิดน้ำหนักไม่น้อยกว่า 100/105 กรัม/ต่อตารางเมตร หรือเป็นแบบพิมพ์ลงกระดาษซีเปียร์หนาชนิดใช้น้ำยาพร้อมแบบพิมพ์อีกสาม (3) ชุดและต้นฉบับแบบพิมพ์ที่ผู้ว่าจ้างรับทราบแล้วให้แก่ผู้ว่าจ้าง ผู้ว่าจ้างจึงจะชำระเงินงวดสุดท้ายให้ตามเงื่อนไขการชำระเงิน ขนาดของแบบให้ใช้เหมือนกับที่กำหนดสำหรับแบบใช้งาน

4.3 แบบสำหรับการไฟฟ้าท้องถิ่น ผู้รับจ้างต้องจัดทำและพิมพ์แบบตามที่การไฟฟ้าท้องถิ่นต้องการเพื่อใช้ในการตรวจและทดสอบอุปกรณ์และงานที่ผู้รับจ้างทำ

4.4 หนังสือคู่มือใช้และบำรุงรักษา ผู้รับจ้างต้องจัดรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ ประกอบด้วยวิธีใช้ วิธีบำรุงรักษา รายการอะไหล่และอื่นๆ เป็นภาษาไทยและ/หรือภาษาอังกฤษ และใช้ระบบเอสไอ สำหรับอุปกรณ์ทุกชิ้นที่ผู้รับจ้างนำมาใช้จำนวน (2) ชุด มอบให้แก่ผู้ว่าจ้างก่อนวันตรวจทดสอบเพื่อรับมอบงาน

5. เงื่อนไขเกี่ยวกับกฎและค่าธรรมเนียม

5.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหา จะต้องเป็นของที่ออกแบบสำหรับระบบไฟฟ้าหรือระบบสื่อสารหรือระบบอื่นที่กำหนดทำขึ้นด้วยระดับฝีมือช่างที่ดีเป็นที่ยอมรับ เป็นของที่ถูกต้องตามข้อกำหนดความต้องการของ ผู้ว่าจ้างเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อนเป็นของที่หน่วยงานของรัฐบาลผู้มีความรับผิดชอบตามกฎหมายเช่น การไฟฟ้าท้องถิ่น องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย ยินยอมให้ใช้และได้รับความยินยอม โดยผู้ว่าจ้างแล้ว ของเหล่านี้ต้องเป็นสิ่งผลิตมาตรฐานของผู้ทำ ซึ่งทำตามมาตรฐานของหน่วยงานมาตรฐานต่างๆที่ยอมรับกัน ทั่วไป เช่น

สมอ.	สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุสาหกรรม
ANSI	American National Standards Institute
NEMA	National Electrical Manufacturers Association
UL	Underwriters Laboratories, Inc.
BSI	British Standard Institute
JEM	Japanese Electrical Manufacturers Association
JIS	Japanese Industrial Standard Committee
VDE	Deutsches Institute Fur Normung
IEC	International Electromechanical Commission

วัสดุอุปกรณ์ไฟฟ้าต้องเป็นของที่ได้รับการรับรอง (Type Approved) โดยสถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือเช่น UL (Underwriter Laboratiories, Inc.) สมอ., CSA. ยกเว้นวัสดุที่ได้รับความยินยอมให้ใช้ได้เป็นกรณีพิเศษ

5.2 ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติงานตามหลักวิชาทางช่างที่ดี และเป็นไปตามกฎข้อบังคับของการไฟฟ้าท้องถิ่น กฎข้อบังคับของท้องถิ่น ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า กฎข้อบังคับของ U.S. National Electrical Code (Ne Code), VDE, กฎของ IEC และกฎขององค์การโทรศัพท์หรือผู้ให้บริการโทรศัพท์พื้นฐานที่เจ้าของกำหนด โดยให้ปฏิบัติตามกฎที่ดีที่สุด ผู้รับจ้างต้องรับแก้ไขงานที่ผิดกฎดังกล่าวให้ถูกต้องไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น

5.3 การติดต่อกับหน่วยงานผู้มีความรับผิดชอบตามกฎหมายของรัฐบาล

5.3.1 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการติดต่อประสานงานกับการไฟฟ้าท้องถิ่นจนแล้วเสร็จสมบูรณ์มีกระแสไฟฟ้าใช้งานได้ พร้อมมีเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าถาวร ดังนี้ :-

5.3.1.1 ให้การไฟฟ้าท้องถิ่นกำหนดแบบและวิธีการสำหรับการสร้างท่อร้อยสายแรงสูงใต้ดินและบ่อการเดินสายแรงสูงใต้ดิน การปักเสาพาดสายไฟฟ้าแรงสูง การติดตั้งหม้อแปลงและ อื่นๆตามที่จำเป็น ดังที่กำหนดในแบบ

5.3.1.2 ให้การไฟฟ้าท้องถิ่นดำเนินการจัดหาและติดตั้งสายไฟฟ้าแรงสูงใต้ดินเสาและสายไฟฟ้าแรงสูงและวัสดุอุปกรณ์อื่นๆ ตามที่จำเป็น ดังที่กำหนดในแบบ

5.3.1.3 ให้การไฟฟ้าท้องถิ่นติดตั้งเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าถาวร (และชั่วคราวด้วยหากจำเป็น) รวมทั้งการตรวจและทดสอบอุปกรณ์และติดตั้ง จนกระทั่งจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ใช้งานได้ครบถ้วนก่อน วันตรวจและทดสอบ เพื่อตรวจรับมอบงานขั้นสุดท้าย

5.3.2 การติดต่อกับองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย (ทศท.) หรือผู้ให้บริการโทรศัพท์พื้นฐานที่เจ้าของกำหนด ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการติดต่อประสานงานกับ ทศท. จนงานแล้วเสร็จสมบูรณ์ดังนี้

5.3.2.1 ให้ ทศท. หรือผู้ให้บริการโทรศัพท์พื้นฐานที่เจ้าของกำหนดกำหนดแบบและวิธีการสำหรับการสร้างท่อร้อยสายโทรศัพท์ใต้ดินและบ่อพัก การปักเสาและงานอื่น ๆ ตามที่จำเป็น ดังที่กำหนดในแบบ

5.3.2.2 ให้ ทศท.หรือผู้ให้บริการโทรศัพท์พื้นฐานที่เจ้าของกำหนดดำเนินการจัดหาและติดตั้งสายโทรศัพท์ เสา และวัสดุอุปกรณ์อื่นๆ ตามที่จำเป็นดังที่กำหนดในแบบ

5.4 ค่าใช้จ่าย

5.4.1 ค่าธรรมเนียน ค่าตรวจ และค่าใช้จ่ายทุกชนิดที่ต้องชำระให้การไฟฟ้าท้องถิ่นตามระเบียบที่กำหนดในการติดตั้งเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายดังกล่าว

5.4.2 ค่าธรรมเนียม ค่าตรวจ และค่าใช้จ่ายอื่นที่ต้องชำระให้แก่หน่วยงาน ผู้มีความรับผิดชอบตามกฎหมายของรัฐบาล เช่น องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยหรือผู้ให้บริการโทรศัพท์พื้นฐานที่เจ้าของกำหนด และอื่นๆ ถ้ามีผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายดังกล่าว

5.4.3 ค่าวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ ค่าแรง ค่าขนส่ง ค่าติดตั้ง ค่าตรวจอุปกรณ์ โดยการไฟฟ้าท้องถิ่นและ หน่วยงานอื่นและค่าใช้จ่ายอื่นๆ ทุกชนิดที่ต้องใช้ในงานแล้วเสร็จสมบูรณ์ตามรายการและแบบผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ชำระเองทั้งสิ้นและถือเป็นค่าจ้างเหมาสำหรับงานตามรายการและแบบนี้

6. เงื่อนไขเกี่ยวกับการตรวจ การทดสอบ การอธิบาย การใช้งานของอุปกรณ์ และการตรวจรับงาน

6.1 ผู้รับจ้างจะจ่ายไฟเข้าในวงจร หรือระบบไฟฟ้าใดๆได้เพียงเมื่อเป็นการทดสอบตามขั้นตอนในการปฏิบัติงานเท่านั้น การจ่ายไฟเข้าวงจรหรือระบบไฟฟ้าใดๆเพื่อประโยชน์อย่างอื่น จะต้องได้รับความยินยอมเป็นหนังสือจากผู้ว่าจ้างก่อนจึงจะทำได้ หากกระทำโดยไม่ได้รับความยินยอมจากผู้ว่าจ้างก่อนถือเป็นการละเมิดสัญญาและผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่อข้อเสียหาย หรือตามเงื่อนไขที่ระบุในสัญญา

6.2 การแจ้งต่อเจ้าหน้าที่รัฐบาลผู้มีอำนาจตามกฎหมายให้มาตรวจและ/หรือทดสอบเพื่อขออนุญาตนั้น ผู้รับจ้างต้องกระทำล่วงหน้าให้สมควรตามช่องเวลา เพื่อให้งานดำเนินไปได้ทันตามกำหนด ถ้ามีความล่าช้าเนื่องจากข้อนี้ ผู้รับจ้างจะใช้เป็นข้ออ้างในการต่อเวลาทำงานมิได้

6.3 เมื่อผู้ว่าจ้างเห็นเป็นการเหมาะสม ผู้ว่าจ้างอาจจะเรียกร้องให้ผู้รับจ้างทดสอบเพียงบางส่วนของงานก่อนงานทั้งหมดแล้วเสร็จก็ได้โดยผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดหาพนักงานและเครื่องมือในการทดสอบและเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งสิ้นการทดสอบตามขั้นตอนก่อนงานทั้งหมดแล้วเสร็จนี้ไม่ถือเป็นเงื่อนไขหรือข้อผูกมัดในการรับงานอย่างใด

6.4 เมื่องานแล้วเสร็จ ในการตรวจรับมอบ ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบอุปกรณ์ และทดลองการใช้งานของระบบไฟฟ้าและอื่นๆ ตามกฎของท้องถิ่น และตามที่ผู้ว่าจ้างจะกำหนดให้ทดสอบและทดลองเพื่อแสดงให้เห็นว่างานที่ทำถูกต้องตามรายการและแบบทุกประการ โดยต้องมีผู้แทนของผู้ว่าจ้างร่วมในการทดสอบและทดลองด้วยผู้รับจ้างต้องเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งสิ้น

6.5 การฝึกอบรมและการชี้แจง

6.5.1 ผู้รับจ้างต้องฝึกอบรมพนักงานของผู้ว่าจ้างให้สามารถใช้งานและบำรุงรักษาทุกส่วนของระบบงานที่ผู้รับจ้างเป็นผู้ทำ

6.5.2 ในระบบงานที่ผู้รับจ้างเป็นผู้ทำ ถ้ามีวัสดุหรืออุปกรณ์ใดที่จะต้องส่งมอบให้เป็นสมบัติหรือส่งมอบให้ใช้ในการบำรุงรักษาแก่ผู้อื่นที่มิใช่ผู้ว่าจ้าง (เช่น การไฟฟ้าองค์การโทรศัพท์) ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้รับมอบทราบถึงรายละเอียด ในการใช้งาน และการบำรุงรักษาของวัสดุหรืออุปกรณ์นั้นๆ

6.6 ป้ายชื่อ

ผู้รับจ้างต้องจัดทำป้ายชื่อติดที่ตู้แผงสวิตซ์จ่ายไฟ บัสเวย์ ท่อร้อยสายเมน อุปกรณ์ต่างๆ หลอดไฟสัญญาณ สวิตซ์พิเศษต่างๆ เครื่องวัดและอื่นๆ เพื่อแสดงชื่อและขนาดของอุปกรณ์ และการใช้งาน โดยใช้ภาษาไทย (และ/หรือภาษาอังกฤษ) และระบบเมตริกตามข้อความที่ผู้ว่าจ้างจะกำหนดให้ ป้ายชื่อ ให้ทำด้วยแผ่นพลาสติก และแกะสลักตัวอักษร ซึ่งเมื่อแกะแล้วจะเห็นตัวอักษรได้ชัดโดยไม่ต้องใช้สี หรือใช้ป้ายชนิดอื่นตามที่ผู้ว่าจ้างยินยอม ป้ายต้องยึดติดให้มั่นคงถาวร

6.7 การรับประกัน

6.7.1 ผู้รับจ้างต้องรับประกันเปลี่ยนและ/หรือแก้ไขวัสดุ อุปกรณ์ และแก้ไขงานตามความเห็นของผู้ว่าจ้างที่ จำเป็นต้องให้ผู้รับจ้างทำ เพื่อให้วัสดุ อุปกรณ์ และงานเป็นไปตามข้อกำหนดของผู้ว่าจ้าง กฎของการไฟฟ้าท้องถิ่นและกฎอื่นๆ ที่กำหนดไว้ให้ปฏิบัติตาม รวมทั้งข้อผิดพลาดและสิ่งตกหล่นที่เกิดขึ้นเพราะผู้รับจ้างในการเสนอราคาซึ่งผู้ว่าจ้างตรวจพบไม่ว่าก่อนและ/หรือหลังการตรวจรับในระหว่างระยะเวลาการรับประกันผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนแก้ไขและ/หรือติดตั้งเพิ่มเติมตามที่ผู้ว่าจ้างสั่งโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใด ๆ จากผู้ว่าจ้างทั้งสิ้นหากผู้รับจ้างไม่เริ่มดำเนินการตามที่ได้รับแจ้งภายใน สิบห้า (15) วัน ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์จ้างผู้อื่นหรือดำเนินการเองแล้วคิดเงินจากผู้รับจ้างสำหรับค่าใช้จ่ายทุกชนิด

6.7.2 ผู้รับจ้างต้องรับประกันแก้ไขงานที่ไม่ถูกต้อง เปลี่ยนวัสดุ และอุปกรณ์ที่เสีย และเสื่อมคุณภาพภายในระยะเวลาสามร้อยหกสิบห้า (365) วัน นับแต่วันที่ผู้ว่าจ้างรับมอบงานหรือนับแต่วันที่ผู้ว่าจ้างเริ่มใช้งานประจำโดยถือวันที่กำหนดก่อนเป็นเกณฑ์ หลอดไฟฟ้าทุกชนิดให้รับประกันเพียงเฉพาะในกรณีหลอดเสียก่อนหมดอายุการใช้งาน (Average Life) แต่ไม่เกินเก้าสิบ (90) วัน สำหรับหลอดมีไส้ธรรมดา และ สามร้อยหกสิบห้า (365) วัน สำหรับหลอดใช้แก๊ส เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ หลอดแสงจันทร์ เป็นต้น หากผู้รับจ้างไม่เริ่มแก้ไข และดำเนินการให้เสร็จโดยเร็วแล้วผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะดำเนินการเองแล้วคิดค่าใช้จ่ายจากผู้รับจ้างทั้งสิ้น

6.7.3 ในระหว่างระยะเวลารับประกัน ผู้รับจ้างต้องมีหลักทรัพย์วางค้ำประกันไว้ตามลักษณะและจำนวนเท่าวงเงินค้ำประกันสัญญา โดยผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์นำมาใช้จ่ายได้ในกรณีที่ผู้รับจ้างไม่ปฏิบัติตามเงื่อนไขการรับประกัน

หมวดที่ 3
ระบบและวิธีการติดตั้ง

1. ระบบไฟฟ้า

1.1 ระบบไฟฟ้าแรงสูง ให้ใช้ตามระบบที่การไฟฟ้าท้องถิ่นกำหนด

1.2 ระบบไฟฟ้าแรงต่ำ ให้ใช้ระบบ 380/220 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิร์ตซ์

1.3 ระบบสีของสายไฟและบัสบาร์

1.3.1 ระบบไฟฟ้า 380/220 โวลท์ 3 เฟส 4 สาย ให้ใช้ระบบสีดังนี้

สายเฟส A	ใช้สีน้ำตาล
สายเฟส B	ใช้สีดำ
สายเฟส C	ใช้สายสีเทา
สายศูนย์หรือนิวทรัล	ใช้สีฟ้า
สายดิน	ใช้สีเขียวแถบเหลืองหรือใช้สายทองแดงเปลือย

1.3.2 ระบบไฟฟ้า 220 โวลท์ 1 เฟส 2 สาย ให้ใช้ระบบสีดังนี้

สายเฟส	ใช้สีน้ำตาล
สายศูนย์หรือนิวทรัล	ใช้สีฟ้า
สายดิน	สีเขียวแถบเหลือง

1.3.3 สายขนาดใหญ่และสายอื่นที่มีทำเฉพาะสีเดียว ให้ใช้ได้แต่ต้องใช้สี หรือเทปสีทำเครื่องหมายที่สายไฟทุกแห่งที่มีการต่อสาย และการต่อเข้าขั้วของอุปกรณ์ไฟฟ้า

1.3.4 บัสบาร์ (Bus bar) ให้ทาสีหรือเทปสีตามระบบสีดังกล่าวข้างต้น

2. การต่อลงดิน (Grounding System)

2.1 การต่อลงดิน ต้องทำให้ได้ครบตามความต้องการของข้อบังคับนี้

2.1.1 ประกาศกระทรวงมหาดไทยในเรื่อง "ความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า " หมวด 6”

2.1.2 กฎของการไฟฟ้าท้องถิ่น

2.1.3 มาตรฐานของ NEC ถ้ามีการขัดแย้งกันในข้อบังคับดังกล่าว จะต้องเลือกทำตามข้อบังคับที่เข้มงวดมากที่สุด

2.2 สิ่งที่ต้องต่อลงดิน สิ่งต่อไปนี้ต้องต่อลงดิน

2.2.1 สายศูนย์ (Neutral)

2.2.2 เปลือก หรือโครง หรือฝาครอบหรือที่ล้อมที่เป็นโลหะของอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกอย่าง

2.2.3 ทางเดินสายที่เป็นโลหะ ท่อน้ำที่เป็นโลหะ โครงลิฟต์ที่เป็นโลหะกรอบและทางวิ่งของเครื่องยกไฟฟ้าหรือสิ่งอื่นที่เป็นโลหะและไม่ได้ทำหน้าที่ให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน แต่อาจมีกระแสไฟฟ้ารั่วไหลมาถึงได้

2.3 วัสดุที่ใช้ในการต่อลงดิน

2.3.1 สายดินต้องมีคุณสมบัติตามที่กำหนดในเรื่องที่กล่าวถึงสายไฟเป็นสายเปลือยหรือหุ้มฉนวนสีเขียวหรือสีเขียวแถบเหลืองมีขนาดตามที่กำหนด

2.3.2 รางเดินสายไฟและท่อร้อยสายไฟที่เป็นโลหะ ไม่ให้ใช้เป็นสายดิน

2.3.3 หลักดิน โดยปรกติให้ใช้แท่งเหล็กฉาบทองแดงกลมมีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 15.87 มม. (3/4 นิ้ว) มีความยาวไม่น้อยกว่า 3,000 มม ในกรณีที่ต้องการปักหลักดินให้ลึกกว่า 3,000 มม.อาจจะใช้แท่ง

เหล็กฉาบทองแดงที่มีขนาดความยาวต่างๆได้โดยใช้ข้อต่อแบบมีเกลียวต่อให้ได้ความยาวตามต้องการที่ยึดสายดินเข้ากับหลักดินต้องทำด้วยโลหะทีไม่ผุกร่อน และไม่มีปฏิกิริยาที่เรียกว่า Galvanic Action กับสายดินและหลักดินในกรณีที่สภาพดินไม่เหมาะสมอาจใช้แผ่นเหล็กหุ้มทองแดง หรือชุบสังกะสีหนาอย่างน้อย 6.35 มม. ขนาดอย่างน้อย 0.186 ตร.ม.

2.4 วิธีการต่อลงดิน

2.4.1 วิธีการต่อลงดินนี้ใช้กับระบบไฟด้านแรงต่ำ 380/220 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิร์ตซ์ ใช้สายศูนย์ต่อลงดิน

2.4.2 สายดินที่ต่อลงดินจะต้องมีการป้องกันไม่ให้ขาดหรือเป็นอันตรายได้

2.4.3 หลักดินจะต้องปักลึกลงในดินอย่างน้อย 3,000 มม. เมื่อติดตั้งแล้วต้องวัดค่าความต้านทานว่ามีไม่เกิน 5 โอห์ม ถ้าเกินให้ปักหลักดินขนาดเท่าเดิมเพิ่มตามที่จำเป็น โดยอยู่ห่างจากหลักดินอันแรกไม่น้อยกว่า 1,830 มม. แล้วต่อสายดินเชื่อมเข้าหากัน

2.4.4 การเชื่อมต่อสายดินกับสายดิน สายดินกับหลักดิน ให้ใช้ Exothermic Welding หรือ Compression Connector ที่ทำสำหรับใช้กับระบบสายดิน และรับรองโดยULหรือสถาบันอื่นที่เทียบเท่า

2.4.5 การต่อลงดินกับอุปกรณ์ ให้ใช้หางปลาและสลักเกลียว

3. การติดตั้งท่อร้อยสาย

3.1 การติดตั้งทั่วไป

3.1.1 การติดตั้งท่อร้อยสายให้เลือกขนาดและชนิด ตามประกาศกระทรวงมหาดไทย กฎของการไฟฟ้าท้องถิ่น หรือตามข้อกำหนดใน NE Code ข้อ 300 อย่างใดอย่างหนึ่งที่เข้มงวดหรือดีกว่า นอกจากได้ระบุเป็นอย่างอื่นในแบบหรือข้อกำหนดท่อโดยทั่วไปที่ไม่ได้ระบุชนิดให้หมายถึงท่อ EMT และถ้าไม่ได้ระบุขนาดให้หมายถึงท่อขนาด 1/2 นิ้ว

3.1.2 ข้อต่อท่อที่อยู่นอกอาคารหรือฝังในคอนกรีตใช้ชนิดกันน้ำ

3.1.3 ท่อร้อยสายที่ไม่ใช่โลหะห้ามดัดงอ ให้ใช้ท่อหรือข้อต่อโค้งที่มีรัศมีความโค้งเพียงพอหรือใช้กล่องต่อสาย ยกเว้นท่อ PVC ที่ยอมให้ทำท่อให้โค้งได้โดยวิธีใช้ความร้อน แต่ต้องทำไม่ให้ท่อเสียหายหรือตีบเล็กเกินควร

3.1.4 ปลายท่อต้องทำให้หมดความคมด้วยเครื่องมือลบคม (Reamer) ท่อต่อเข้ากล่องต่อสายและกล่องอื่นต้องมีข้อต่อเข้ากล่องใส่ไว้จุดจ่ายไฟทุกจุดและสวิตช์ต้องมีกล่องต่อสายเหล็กอาบสังกะสี (Outlet Box) ขนาดที่เหมาะสม

3.1.5 ตัวยึดและตัวแขวน ให้ใช้เหล็กอาบสังกะสีทั้งหมด

3.2 การใช้ท่อ

3.2.1 ท่อร้อยสายทั่วไปที่ฝังในคอนกรีตให้ใช้ท่อ IMC และต้องเดินฝังอยู่ในเนื้อคอนกรีตที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 50 มม.

3.2.2 ท่อเดินฝังข้างผนังหรือในเสา อนุญาตให้ใช้ท่อ EMT ได้แต่อุปกรณ์ประกอบท่อทั้งหมดต้องเป็นชนิดป้องกันน้ำ

3.2.3 ท่อเดินลอยในฝ้า หรือท่อเดินลอยที่ระดับสูงกว่า 2,500 มม. และปลอดภัยจากอันตราย ที่อาจเกิดจากการกระแทกจากภายนอกให้ใช้ท่อชนิด EMT

3.2.4 ท่อเดินลอยที่ระดับต่ำกว่า 2,500 มม. ให้ใช้ท่อ IMC

3.2.5 การติดตั้งท่อฝังดินโดยตรงที่กำหนดให้ใช้ท่อ IMC หรือ RSC จะต้องทาด้วยสารประเภท Bituminus (เช่น Flintkote) อย่างน้อย 3 ชั้น เพื่อป้องกันการผุกร่อน

3.2.6 ท่อที่ต่อเข้ากับอุปกรณ์ที่มีการสั่นสะเทือน เช่น มอเตอร์ และท่อชนิดอ่อนที่อยู่ในที่เปียกชื้นและนอกอาคารให้ใช้ชนิดกันน้ำ

4. การเดินสายและเครื่องประกอบการเดินสาย

4.1 การติดตั้งสายไฟในทางเดินสายไฟโดยทั่วไป

4.1.1 การติดตั้งสายไฟ ผู้รับจ้างต้องตรวจก่อนว่าสายไฟมีสภาพดี ถูกต้องตามข้อกำหนดของสายไฟประเภทที่จะใช้นั้น ๆ ในกรณีที่ผู้ว่าจ้างเป็นผู้จัดหาสายไฟและผู้รับจ้างพบว่าสายไฟนั้นๆ มีสภาพไม่ถูกต้องตามข้อกำหนดผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบและต้องไม่นำสายไฟนั้นๆไปติดตั้ง

4.1.2 ผู้รับจ้างจะติดตั้งสายไฟในทางเดินสายไฟได้ต่อเมื่อได้ติดตั้งทางเดินสายไฟในช่วงนั้นๆ เรียบร้อยและยึดอยู่กับที่มั่นคงดีแล้ว

4.1.3 ก่อนร้อยสายไฟเข้าในทางเดินสายไฟใดๆ จะต้องตรวจดูก่อนว่าสายไฟแต่ละเส้นมีขนาด ชนิดและสีถูกต้อง และทางเดินสายไฟมีขนาดถูกต้อง ถ้ามีสิ่งหนึ่งสิ่งใดไม่ถูกต้องจะต้องแก้ไขเสียก่อน

4.1.4 ก่อนร้อยสายไฟเข้าในทางเดินสายไฟใดๆ จะต้องตรวจก่อนว่าไม่มีวัสดุที่จะเป็นอันตรายต่อฉนวนหรือเปลือกนอกของสายไฟถ้ามีจะต้องนำออกเสียก่อนและทำความสะอาดทางเดินสายไฟให้เรียบร้อย ในการทำความสะอาดห้ามใช้วัสดุที่จะเป็นอันตรายต่อทางเดินสายไฟหรือฉนวนหรือเปลือกนอกของสายไฟ

4.1.5 ในการร้อยสายเข้าทางเดินสายไฟ ต้องระวังไม่ให้เกิดแรงดึงในสายเกินกว่าที่ผู้ผลิตสายแนะนำไว้อันอาจจะทำให้สายไฟเสียหายได้ถ้าพบว่ามีแรงดึงในสายสูงถึงระดับที่ผู้ผลิตสายแจ้งไว้ต้องหยุดการดึงสายเพื่อหาสาเหตุและแก้ไขเสียก่อนจึงจะดึงสายต่อไปได้

4.1.6 สายไฟที่เดินเข้าในแผงจ่ายไฟ หรืออุปกรณ์อื่นที่คล้ายกัน จะต้องจัดให้เป็นระเบียบใช้เชือกหรือสายรัด ผูกหรือรัดไว้เป็นหมวดหมู่

4.1.7 สายไหนแต่ละเส้นจะต้องมีการทำเครื่องหมายให้ทราบได้ถึงวงจร และหน้าที่ของสายไฟนั้นๆ เครื่องหมายเหล่านี้ให้ทำไว้ที่สายตรงที่อยู่ในกล่องดึงสายกล่องต่อสายและ/หรือในบ่อร้อยสาย และตรงปลายที่ต่อสายเข้าอุปกรณ์ ถ้าในแบบได้ระบุชื่อหรือเครื่องหมายที่แสดงถึงวงจรหรือหน้าที่ของสายไฟนั้นๆไว้ให้ทำเครื่องหมายให้ตรงกับที่ระบุไว้ในแบบ

4.1.8 สายไฟที่ติดตั้งในทางเดินสายไฟที่เดินในแนวดิ่ง จะต้องยึดให้มั่นคง โดยทำตามมาตรฐานใน NEC

4.1.9 เมื่อร้อยสายเข้าทางเดินสายไฟแล้วต้องเหลือปลายสายไว้ให้เพียงพอสำหรับต่อเข้าที่กล่องต่อสายหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ หากตัดสั้นเกินไปหรือไม่พอเพียงสายไฟที่ร้อยไปแล้วจะต้องเปลี่ยนใหม่และห้ามนำของเก่าไปใช้อีกโดยผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการนี้

4.1.10 การต่อสายขนาด 6 ตร.มม. หรือเล็กกว่าให้ต่อด้วย Pressure Connector หรือ Wire nut สายที่มีขนาดโตกว่าให้ใช้ต่อด้วย Compression Connector ถ้าหัวต่อสายเป็นโลหะเปลือยต้องใช้ Vinyllastic Plastic Tape พันโดยทับกันประมาณ 50% 3 ชั้นและให้พันเลยเข้าไปที่สายไฟประมาณ 2 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางสายไฟ

4.1.11 เมื่อร้อยสายหรือเดินสายแต่ละช่วงแล้วเสร็จและโดยที่ยังไม่ต่อสายไปหาสายช่วงอื่นๆ หรือยังไม่ต่อเข้าสู่อุปกรณ์ให้ทดสอบก่อนว่าสายแต่ละเส้นไม่ขาดและไม่รั่วลงสู่ทางเดินสาย หรือรั่วไปหาสายเส้นอื่นๆ ทุกเส้นที่อยู่ร่วมในทางเดินสายเดียวกันวิธีทดสอบให้ใช้ตามที่กำหนดในมาตรฐานของสายประเภทที่ใช้นั้นๆ ถ้ามีสายเสียต้องเปลี่ยนและทดสอบใหม่ โดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการนี้

4.1.12 สายไฟที่เดินออกจากทางเดินสายเข้าในแผงจ่ายไฟแผงจ่ายไฟย่อยหรืออุปกรณ์อื่นๆ ต้องจัดให้เป็นหมวดหมู่ได้ระเบียบโดยใช้เชือกหรือที่รัดสาย สายไฟที่ยาวเกินจำเป็นต้องตัดทิ้ง ปลายที่ต่อเข้าขั้วต่อที่อุปกรณ์ทุกอย่างต้องต่อให้แน่น

4.1.13 ขนาดสายป้อนอาจมีการเปลี่ยนแปลงตามภาระการใช้ไฟฟ้าที่แท้จริง จึงให้ผู้รับจ้างขอรับทราบขนาดที่แน่นอนจากผู้ว่าจ้างและผู้รับจ้างอื่นๆที่เกี่ยวข้องก่อนดำเนินการวางท่อร้อยสายไฟและสั่งซื้อสายไฟ

4.1.14 การเดินสายไฟฟ้าขนาดเล็กโดยไม่มีท่อร้อยสายให้ใช้เข็มขัดอลูมิเนียม ยึดสาย โดยเข็มขัดต้องมีระยะห่างกันไม่เกิน 150 มม.

4.1.15 การต่อสายโทรศัพท์ และสายสัญญาณให้ต่อในกล่องต่อสายและต้องใช้หัวต่อแบบที่ไม่ต้องปอกสายโดยมีวัสดุใส่เพื่อกันความชื้น

4.2 การเดินสายในท่อ

4.2.1 ถ้าประสงค์จะใช้ลวดดึงสาย ผู้รับจ้างต้องจัดหาเองและจะร้อยลวดดึงสายได้ เมื่อได้ติดตั้งท่อสายไฟในช่วงที่จะร้อยลวดดึงสายเรียบร้อยและยึดอยู่กับที่มั่นคงดีแล้ว

4.2.2 ให้ร้อยสายไฟที่จะเดินในท่อร้อยสายพร้อมกันทั้งชุดในคราวเดียว ถ้าประสงค์จะใช้วัสดุที่ช่วยลดความฝืดในการร้อยสาย จะต้องใช้วัสดุที่ไม่เป็นอันตรายต่อท่อร้อยสาย หรือฉนวนหรือเปลือกนอกของสายไฟและต้องเป็นวัสดุที่ได้รับอนุมัติให้ใช้ได้

4.2.3 สายไฟที่เดินระหว่างทางเข้าและทางออกของท่อร้อยสาย แต่ละช่วงจะต้องเป็นความยาวเดียวกันไปตลอดห้ามต่อสายในท่อร้อยสาย การต่อสายจะทำได้เฉพาะในกล่องที่เป็นทางเข้าออกของสายเท่านั้น

4.2.4 ขนาดของท่อร้อยสายที่กำหนดเป็นขนาดขั้นต่ำ และจำนวนสายในท่อที่แสดงในแบบ ได้แสดงไว้เพื่อเป็น แนวทางเท่านั้น จำนวนสายที่แสดในแบบโดยเฉพาะวงจรดวงโคมและเต้ารับอาจคลาดเคลื่อนได้ จึงให้ผู้เสนอราคาตรวจสอบความถูกต้องของขนาดท่อและจำนวนสายก่อนการเสนอราคาหากขนาดท่อเล็กไปหรือจำนวนสายไม่ถูกต้องให้เปลี่ยนทำให้ถูกต้องขนาดท่อให้ถือตามมาตรฐานประกาศกระทรวงมหาดไทยฯ ทั้งนี้โดยถือว่าผู้เสนอราคาได้เสนอราคาไว้ในฐานะที่จะต้องทำให้ถูกต้องด้วยแล้วจึงจะไม่มีการเพิ่มราคาให้จากราคาที่ได้เสนอไว้ในกรณีที่จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนขนาดท่อ และจำนวนสายให้ถูกต้อง

4.2.5 ท่อร้อยสายไฟฟ้าต้องอยู่ห่างจากท่อร้อยสายโทรศัพท์ไม่น้อยกว่า 51 มม. ห้ามร้อยสายโทรศัพท์ผ่านเข้าไปในกล่องต่อสายหรือท่อร้อยสายเดียวกับสายไฟฟ้า

4.3 การเดินสายในรางร้อยสาย (Wireway)

4.3.1 พื้นที่หน้าตัดทั้งหมดของสายไฟทุกเส้นที่เดินในรางร้อยสายเมื่อรวมกันแล้วต้องไม่เกิน 20% ของพื้นที่หน้าตัดภายในของรางร้อยสายตรงช่วงที่สายเดินผ่านไป จำนวนสายไฟที่เดินใน Wireway ต้องไม่เกิน 30 เส้น โดยไม่นับรวมสายที่มีกระแสไฟไหลเพียงชั่วคราวหรือสายดิน ทั้งนี้มีข้อยกเว้นตามมาตรฐาน NEC

4.3.2 การต่อสายหรือต่อแยกสายใน Wireway เมื่อทำแล้วต้องพันสายตรงที่ต่อด้วยเทปให้เรียบร้อย ทั้งสายไฟข้อต่อ และวัสดุอื่นๆที่ใช้ในการต่อสายต้องกินเนื้อที่รวมกันไม่เกิน 75% ของพื้นที่หน้าตัดภายในช่องรางร้อยสาย

4.4 การเดินสายในรางวางสาย (Cable Tray)

4.4.1 เมื่อต้องการต่อสายไฟในช่วงที่เดินในรางวางสายต้องต่อสายและพันเทปปิดข้อต่อด้วยวิธีที่ยอมรับส่วนที่ต่อสายจะต้องไม่สูงพ้นขอบกั้นของรางวางสายขึ้นมา จุดที่ต่อสายต้องอยู่ตรงที่ๆเข้าถึงเพื่อการตรวจตราหรือบำรุงรักษาได้ง่าย

4.4.2 การเดินสายในรางวางสายทั้งที่อยู่ในแนวนอนและแนวตั้ง ต้องยึดสายที่เดินไปกับพื้นรางให้มั่นคง

4.4.3 ถ้ามีสายไฟที่ใช้งานแบบวงจรต่อขนานเดินในรางวางสาย ต้องจัดสายสำหรับวงจรต่อขนานนั้นรวมเป็นชุดๆโดยแต่ละชุดมีสายของไฟแต่ละเฟส สายศูนย์ไม่เกิน 1 เส้นและสายดิน (หากมี) ครบถ้วนในแต่ละชุด

4.4.4 จำนวนสายที่จะเดินได้ในรางวางสายแต่ละขนาด ต้องไม่เกินกว่าที่กำหนดใน NEC และต้องจัดวางสายในรางวางสายให้ได้ตามความต้องการของ NEC หรือมาตรฐานอื่นๆ

5. การติดตั้งแผงสวิทซ์จ่ายไฟย่อย สวิทซ์ เต้ารับ ดวงโคม และอุปกรณ์ประกอบ

การติดตั้งอุปกรณ์ในข้อกำหนดนี้ต้องทำให้ถูกต้องตามกฎที่กำหนดไว้ใน "ประกาศกระทรวงมหาดไทย" "กฎของการ ไฟฟ้าท้องถิ่น" และ NEC ดังระบุไว้ในเรื่องเงื่อนไขทั่วไปและดังที่จะระบุต่อไปนี้

5.1 การติดตั้งแผงสวิทซ์จ่ายไฟย่อย

5.1.1 การติดตั้งให้ติดลอยหรือฝังตามที่กำหนดในรายการ การยึดติดกับผนังปูนให้ใช้ Expansion Bolt แบบปลอกโลหะยึด ถ้าเป็นผนังไม้หรือโลหะให้ใช้สลักเกลียวและแป้นเกลียวยึดแผงติดสูงจากพื้น 1,500 มม วัดถึงแนวศูนย์กลางของแผงหรือสูงตามที่จะกำหนดในระหว่างติดตั้งแต่ส่วนที่สูงที่สุดของสวิทซ์ตัดตอนต้องสูงไม่เกิน 1,900 มม. นอกเหนือจากท่อที่ใช้ร้อยสายเข้าแผงแล้ว แผงที่ฝังจะต้องวางท่อว่างขนาด 25.4 มม. (1 นิ้ว) อย่างน้อย 2 ท่อขึ้นไปทิ้งไว้ในฝ้า และอีก 2 ท่อลงไปใต้พื้น หรือจำนวน และขนาดตามที่กำหนดในแบบ การติดตั้งแผงสวิทซ์จ่ายไฟย่อยกับโครงสร้างโลหะห้ามใช้วิธีเชื่อม

5.1.2 ที่อำนวยความสะดวกในการติดตั้งต่างๆ ที่ทำสำเร็จรูปมาจากผู้ผลิตแผงสวิทซ์จ่ายไฟย่อย เช่น Knockout รูสำหรับร้อยสลักเกลียวเพื่อยึดตู้ ห้ามแก้ไขหรือทำเพิ่มเติม นอกจากจะได้รับอนุมัติก่อน

5.1.3 ผู้รับจ้างต้องหาวิธีป้องกันผิวและสีของแผงสวิทซ์จ่ายไฟย่อยไม่ให้ถลอกเสียหาย ระหว่างการติดตั้งและก่อนส่งมอบงาน ถ้าเกิดการเสียหาย ผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนของหรือซ่อมแซมให้เหมือนสภาพของเดิมโดยผู้รับจ้างต้องเสียค่าใช้จ่ายเอง

5.1.4 เมื่อติดตั้งแผงสวิทซ์จ่ายไฟย่อย ต้องติดตั้งให้ส่วนล่างของตู้อยู่ในแนวนอนโดยผิดพลาดได้ไม่เกิน 0.5 มม. ต่อ 150 มม. การติดตั้งอุปกรณ์เข้าไปในตู้ หรือร้อยสายไฟจะทำได้เมื่อยึดตัวตู้มั่นคงดีแล้วด้วย

5.1.5 ผู้รับจ้างต้องรักษาแผ่นป้ายสำหรับแสดงรายละเอียดของวงจรต่างๆประจำตู้ไว้อย่าให้หายและต้องกรอกรายการในแผ่นป้ายนั้นๆ ให้ครบและถูกต้อง

5.2 การติดตั้งสวิทซ์

5.2.1 สวิทซ์ให้ติดสูงจากพื้น 1250 มม. วัดถึงแนวศูนย์กลางของสวิทซ์ หรือตามที่กำหนดในแบบ

5.2.2 สวิทซ์ให้ติดฝังเรียบในผนัง โดยใช้กล่องโลหะและต้องต่อลงดิน ยกเว้นในกรณีที่จำเป็นต้องติดลอยให้ติดตั้งโดยใช้กล่องโลหะหล่อแบบติดลอย นอกจากในกรณีที่ใช้สวิทซ์พิเศษที่จำเป็นต้องใช้กล่องพลาสติกแบบติดลอย จึงจะใช้ได้โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง

5.2.3 ในกล่องแต่ละกล่องที่ใช้ติดตั้งสวิทช์ห้ามไม่ให้ติดสวิทช์เกินหนึ่งอัน ถ้ามีแรงดันไฟฟ้าระหว่างสวิทช์เกิน 300 โวลท์ยกเว้นในกรณีที่ติดตั้งแผ่นฉนวนกั้นระหว่างสวิทช์ หรือใช้สวิทช์แบบไม่มีชิ้นส่วนที่มีกระแสไฟ ให้แตะต้องได้ จึงจะติดรวมกันหลายอันในกล่องเดียวกันได้

5.3 การติดตั้งสวิทช์หรี่ไฟ (Dimmer Switch) ให้ติดตั้งเหมือนสวิทช์ทั่วไป

5.4 การติดตั้งเต้ารับ

5.4.1 เต้ารับทุกชนิดให้ติดสูงจากพื้น 300 มม. วัดถึงแนวศูนย์กลางของเต้ารับหรือตามที่กำหนดในแบบ

5.4.2 การติดตั้งเต้ารับให้ทำเหมือนการติดตั้งสวิทช์ดังกล่าวข้างต้น

5.5 การติดตั้งดวงโคม

5.5.1 การติดตั้งดวงโคม ผู้รับจ้างจะต้องตระเตรียมทุกอย่างไว้ให้พร้อมดวงโคมทุกดวงจะต้องติดตั้ง ณ ตำแหน่งซึ่งแสดงไว้ในแบบ ถ้ามีความจำเป็นต้องเปลี่ยนตำแหน่งใหม่ จะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างเสียก่อนจึงจะทำการได้การติดตั้งดวงโคมทุกชนิด ผู้รับจ้างจะต้องทำให้มีความแข็งแรงทนทานและปลอดภัยถ้าหากพบว่ามีสิ่งใดไม่เป็นไปตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้างผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะให้ผู้รับจ้างซ่อมแซมแก้ไข หรือติดตั้งใหม่โดยไม่มีการเรียกร้องค่าใช้จ่ายเพิ่มแต่อย่างใด

5.5.2 ดวงโคมทุกดวงในระบบการเดินสายแบบใช้ท่อร้อยสาย ต้องมีกล่องต่อสายติดตั้งต่างหาก ห้ามต่อสายจากท่อร้อยสายเข้าดวงโคมโดยตรง และห้ามร้อยสายวงจรย่อยทะลุดวงโคมไปยังจุดจ่ายไฟอื่นๆ ให้ต่อสายได้เฉพาะตำแหน่งในกล่องต่อสาย

5.5.3 ดวงโคมชนิดฝังในฝ้าเพดานแต่ละดวง ต้องมีท่อร้อยสายชนิดอ่อนต่อจากกล่องต่อสายไปยังดวงโคมท่อร้อยสายชนิดอ่อนนี้ต้องยาวพอที่จะทำให้สามารถถอดดวงโคมได้สะดวก

6. การป้องกันการผุกร่อน

6.1 การป้องกันการผุกร่อนต้องทำตามมาตรฐาน NEC

6.2 ท่อร้อยสายโลหะและชิ้นส่วนที่เป็นโลหะซึ่งฝังในดินต้องทำด้วยสายประเภทแอลฟัลต์ (เช่น ฟลิ้นโค๊ต) ให้ทั่วด้านนอกอย่างน้อย 3 ครั้ง โดยทำให้ถูกต้องตามกรรมวิธีที่ดี

6.3 ชิ้นส่วนที่เป็นเหล็กต้องป้องกันการผุกร่อน โดยการอาบสังกะสีหรือพ่นสีกันสนิมหรือโดยวิธีอื่นใดที่เหมาะสมกับสภาพของสถานที่ ทั้งนี้ให้ทำตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนดหรือวินิจฉัย

6.4 การป้องกันการผุกร่อนโดยใช้สีให้ทำดังนี้

6.4.1 ขัดผิดโลหะให้เรียบสะอาดและหมดสนิม แล้วล้างด้วยน้ำยาเพื่อล้างไขมันหรือน้ำมันและสนิมออกจนโลหะสะอาด หรือใช้โลหะชนิด Elector Galvanized

6.4.2 พ่นสีรองพื้นชนิดกันสนิมให้ทั่วถึงทุกจุด เช่น Zinc phosphate. หรือ Etching primer เป็นต้น แล้วอบให้แห้ง

6.4.3 พ่นสีขั้นนอกถ้าใช้สีน้ำมันต้องใช้ชนิดสีอบและพ่นอย่างน้อย 2 ชั้นหรือจะใช้สี Epoxy ชนิดผงพ่นแล้วอบก็ได้

7. **รหัสและป้ายชื่อ**

7.1 เพื่อความสะดวก แก่การซ่อมบำรุงในอนาคต จึงกำหนดให้จัดทำรหัสและป้ายชื่อกำกับวัสดุ – อุปกรณ์ที่ใช้ติดตั้งงานระบบไฟฟ้าและสื่อสารตามรายละเอียดในหัวข้อต่อไปนี้

7.2 ระบบไฟฟ้า ทั้งแรงสูงแรงต่ำให้ใช้สายไฟฟ้าที่มีรหัสดังต่อไปนี้

7.2.1 สีน้ำตาล สำหรับสายไฟฟ้า เฟส A

7.2.2 สีดำ สำหรับสายไฟฟ้า เฟส B

7.2.3 สีเทา สำหรับสายไฟฟ้า เฟส c

7.2.4 สีฟ้า สำหรับศูนย์ (Neutrol)

7.2.5 สีเขียวแถบเหลือง สำหรับสายดิน

7.3 อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า แต่ละระบบให้มีรหัสสีดังต่อไปนี้

7.3.1 สีแดง สำหรับระบบไฟฟ้าปกติ

7.3.2 สีเหลือง สำหรับระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน

7.3.3 สีเขียว สำหรับระบบโทรศัพท์

7.3.4 สีส้ม สำหรับระบบสัญญาณแจ้งเตือนเพลิงไหม้

7.3.5 สีขาว สำหรับระบบเสียง

7.3.6 สีน้ำเงิน สำหรับระบบรักษาความปลอดภัย ระบบ MATV และ ระบบ CCTV

7.3.7 สีฟ้า สำหรับ ระบบไฟฟ้าควบคุม

7.3.8 สีน้ำตาล สำหรับระบบนาฬิกาไฟฟ้า

7.3.9 สีเทา สำหรับระบบคอมพิวเตอร์

โดยให้ทาสีคาดท่อร้อยสายไฟฟ้าทุกๆระยะไม่เกิน 1 เมตร หรือทาที่อุปกรณ์ยึดจับท่อ (Clamp) ทุกอัน ส่วนกล่องต่อสาย – พักสายต่างๆให้ทาสีภายในกล่อง และที่กล่องทุกกล่อง

7.4 ให้ทำป้ายชื่อแสดงชื่อ Feeder หรือ Branch Circuit ด้วยป้ายพลาสติกที่มีพื้นที่สีดำและแกะสลักเป็นตัวอักษรสีขาวติดไว้อย่างแน่นหนาส่วนขนาดของป้ายให้เหมาะสมกับวัสดุ – อุปกรณ์นั้นๆ ตามความเห็นชอบของผู้คุมงาน

7.5 เครื่องหมาย “ไฟฟ้าแรงสูง” ให้ใช้สีแดงพ่นบนแผงสวิทช์ท่อร้อยสายไฟฟ้าด้วยขนาดที่เหมาะสมและเห็นได้ชัดเจน

หมวดที่ 4
มาตรฐานวัสดุและอุปกรณ์ทั่วไป

1. สายไฟฟ้าและเคเบิ้ล

1.1 สายไฟฟ้าและเคเบิ้ลที่ใช้ในอาคาร

1.1.1 สายไฟฟ้าและเคเบิ้ลที่ใช้ในอาคาร ต้องมีคุณสมบัติในการไม่ไหม้ลุกลาม (Fire retardant) เท่ากันหรือดีกว่าตามที่กำหนดไว้สำหรับฉนวนและเปลือกนอกสายไฟฟ้าใน มอก. 11

1.1.2 สายไฟฟ้าและเคเบิ้ลที่ใช้สำหรับไฟฟ้ากำลังหรือแสงสว่างต้องผลิตโดยผู้ผลิต ที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือได้รับการทดสอบและรับรองแล้วว่าใช้ได้ตามมาตรฐาน มอก.11 สำหรับสายตัวนำทองแดงและตามมาตรฐาน มอก. 293 สำหรับตัวนำอะลูมิเนียมขนาดของตัวนำให้ใช้ตามที่กำหนดในแบบ ประเภทของสายไฟฟ้าและเคเบิ้ลนี้ ต้องเลือกใช้แบบที่มีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในแบบ

1.1.3 สายไฟฟ้าและเคเบิ้ลที่ใช้กับการกำลังหรือแสงสว่าง ที่มีลักษณะการสร้างหรือมีคุณสมบัติอื่น เช่น พิกัดอุณหภูมิใช้งานต่างจากที่มาตรฐาน มอก.ได้กำหนดผลิตโดยผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือได้รับการทดสอบและรับรองแล้วว่าใช้ได้ตามมาตรฐาน UL หรือ IEC นั้นๆ ที่ใช้ขนาดของตัวนำต้องไม่เล็กกว่ากำหนดในแบบ

1.1.4 สายไฟฟ้าและเคเบิ้ลที่ใช้ในอาคารเพื่อกิจการอื่น เช่น การสื่อสาร การควบคุมต้องเป็นของที่ผลิตตามมาตรฐานที่เชื่อถือได้และเหมาะแก่การใช้งาน เช่น มาตรฐานขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย, มอก., UL ต้องผลิตโดยผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือได้รับการทดสอบและรับรองแล้วโดยผู้มีอำนาจรับผิดชอบสำหรับมาตรฐานนั้นๆว่าใช้ได้ขนาดของตัวนำให้ใช้ตามที่กำหนดในแบบ

1.2 สายไฟฟ้าและเคเบิ้ลที่ใช้นอกอาคาร

1.2.1 สายไฟฟ้าและเคเบิ้ลที่ใช้นอกอาคาร ถ้าเป็นแบบมีฉนวนและ/หรือเปลือกนอกฉนวนและ/หรือเปลือกนอกต้องมีคุณสมบัติทนทานต่อการแตกตัวเนื่องจากแสงอาทิตย์ (Sunlight Resistance) และต้องมีคุณสมบัติทนทานต่อภาวะอากาศ (Weather-Proof) โดยต้องทำให้ได้ตามข้อกำหนดมาตรฐานนั้นๆที่เลือกใช้ สายที่ใช้ใต้ดินต้องเป็นสายชนิดมีเปลือกนอกหนาพิเศษ (เช่น ตามตาราง 13,14,15,21 มอก. 11)

1.2.2 สายไฟฟ้าและเคเบิ้ลที่ใช้นอกอาคารต้องผลิตโดยผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ ได้รับการทดสอบและรับรองแล้วว่าใช้ได้ตามมาตรฐานที่ใช้กำกับสายไฟฟ้า หรือเคเบิ้ลที่ใช้นั้นๆ

1.2.3 ประเภทของสายไฟฟ้าและเคเบิ้ล และขนาดของตัวนำให้ใช้ตามที่กำหนดในแบบ

1.2.4 ถ้าไม่กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ใช้สายไฟฟ้าและเคเบิ้ล สำหรับไฟฟ้ากำลังและแสงสว่างดังนี้

ประเภทของสายไฟฟ้า / เคเบิ้ลมาตรฐาน

- สายอะลูมิเนียมตีเกลียวเปลือย มอก. 85 , ASTM B 231
- สายอะลูมิเนียมตีเกลียวเปลือยแกนเหล็ก มอก. 86 , ASTM B 232
- สายอะลูมิเนียมหุ้มฉนวนใช้กับ มอก. 293 แรงดันไม่เกิน 750 V
- สายอะลูมิเนียมแบบ Spaced การไฟฟ้าท้องถิ่น Aerial ใช้กับแรงดันตั้งแต่ 5 KV.ขึ้นไป
- สายแรงสูงตั้งแต่ 5 KV ขึ้นไปแบบการไฟฟ้าท้องถิ่นมี Metal Shield
- สายแรงต่ำ ตัวนำทองแดง มอก. 11
- สายทองแดงเปลือย มอก. 64
- สาย Copperweld เปลือย ASTM B 228

1.3 ชนิดสายไฟฟ้าและเคเบิ้ล สายไฟฟ้า และเคเบิ้ลที่ใช้ภายในอาคารให้ใช้สายชนิด THW 750 V. 70"C และที่ใช้ภายนอกอาคาร หรือฝังดินโดยตรงให้ใช้สายชนิด NYY แกนเดี่ยว 750 V. 70"C ขนาดของสายที่ใช้เล็กสุดอย่างต่ำ 2.5 ตร.มม.ยกเว้นจะกำหนดได้เป็นอย่างอื่นในแบบ

1.4 การทดสอบสายไฟฟ้า ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะนำตัวอย่างจากสายไฟฟ้าที่ส่งไปใช้งานไปให้สถาบันที่ผู้ว่าจ้างเลือกทำการทดสอบ ตามมาตรฐานโดยผู้รับจ้างเป็นผู้จ่ายค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น หากตัวอย่างนั้นไม่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน ผู้ว่าจ้างจะไม่ยินยอมให้ใช้สายไฟฟ้าของโรงงานนั้นทั้งหมด และผู้รับจ้างต้องนำสายไฟฟ้าที่มีคุณภาพตามมาตรฐานมาเปลี่ยนให้ทั้งสิ้นโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดเพิ่มขึ้นจากสัญญา และในการนี้ถ้าเกิดความล่าช้าแก่งานผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบด้วย

1.5 สายไฟฟ้าและเคเบิ้ลที่นำมาใช้ ต้องมีลักษณะดีเรียบร้อย หากมีลักษณะไม่ดี เช่น ตัวอักษรแจ้งรายละเอียดของสายไม่ชัดเจน ผิวของสายขรุขระฉนวนหรือเปลี่ยนรอบๆสายมีความหนาต่างกันมาก จะไม่อนุญาตให้ใช้สายของผู้ผลิตนั้น ถึงแม้ว่าจะเป็นสายที่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐานดังกล่าวข้างต้นแล้วก็ตาม

2. แผงสวิทช์จ่ายไฟย่อย (Distribution Panelboard or Load Center)

แผงสวิทช์จ่ายไฟย่อยต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือและเป็นผลิต ภัณฑ์ที่ทำขึ้น และทดสอบแล้วว่าใช้ได้ตามมาตรฐานที่ผู้ว่าจ้างยอมรับ

2.1 แผงสวิทช์จ่ายไฟย่อย ต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีคุณสมบัติถูกต้องตามมาตรฐาน NEMA แผงสวิทช์พร้อมอุปกรณ์ในแผงและเมนสวิทช์ต้องได้รับการรับรองหรือผ่านการทดสอบโดยสถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ

2.2 ชนิดของแผงสวิทช์ ต้องเป็นชนิด Dead - front ทำสำหรับใช้กับระบบไฟฟ้า 380/220 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย เป็นแผงชนิด 1 เฟส 2 เฟส หรือ 3 เฟส ตามที่กำหนดในแบบและรายการ และมีฝาปิดด้านหน้าหากมีกำหนดไว้แผงสวิทช์ และอุปกรณ์ต้องทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 240 โวลต์ สำหรับ 1 เฟส และ 415 โวลต์ สำหรับ 2 เฟส และ 3 เฟส

2.3 แผงบัสบาร์บัสบาร์เป็นทองแดงชุบทนกระแสได้ไม่น้อยกว่า 100 แอมแปร์ สำหรับแผงขนาดไม่เกิน 24 ช่อง และไม่น้อยกว่า 200 แอมแปร์สำหรับแผงขนาดเกิน 24 ช่อง บัสบาร์เป็นชนิดที่ถอดและเพิ่มสวิทช์ตัดตอนอัตโนมัติได้ง่าย และใส่จำนวนได้ตามที่กำหนด แผง 3 เฟส ต้องสามารถใส่สวิทช์ตัดตอนอัตโนมัติได้ทั้งชนิด 1 เฟส 2 เฟส และ 3 เฟส ปนกันที่ขั้วต่อสายป้อนหรือจุดใกล้เคียงให้ทาสีตามระบบสีที่กำหนด แผงบัสบาร์พร้อมฉนวนทั้งชุดต้องทำโดยโรงงานที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ

2.4 สวิทช์ตัดตอนอัตโนมัติมี Instantaneous short circuit trip, inverse time overcurrent trip ขนาดตามที่กำหนดที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ขนาดเฟรมไม่น้อยกว่า 50 แอมแปร์หรือตามที่กำหนด และมี Interrupting rating ไม่น้อยกว่า 5,000 แอมแปร์ Symmetrical RMS หรือตามที่กำหนดที่กำหนดที่แรงดัน ไฟฟ้าระบุของแผงบัสบาร์

2.5 เมนสวิทช์ แผงที่กำหนดให้มีเมนสวิทช์ ให้ใช้เมนสวิทช์ตามชนิดที่กำหนดดังนี้

2.5.1 สวิทช์ตัดตอน (Molded case switch) ขนาดตามที่กำหนดและสามารถตัดกระแสไฟฟ้าที่ระบุได้ ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 250 โวลต์ สำหรับ 1 เฟสและ 500 โวลต์ สำหรับ 2 หรือ 3 เฟส

2.5.2 สวิทช์ตัดตอนอัตโนมัติใช้ชนิด Molded - case circuit breakers with hermal overcurrent trip, instantaneous magnetic short circuit trip ; interrupting rating ไม่น้อยกว่า 10,000 แอมแปร์ Symmetrical RMS ที่แรงดันไฟฟ้าที่ระบุหรือตามที่กำหนดขนาด Overcurrent trip ใช้ตามที่กำหนด ณ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียลและขนาดเฟรมต้องไม่น้อยกว่าที่กำหนด

2.6 ตู้แผงสวิทช์ เป็นชนิดฝังหรือติดผนังตามที่กำหนด และเป็นแบบมีฝาปิดเปิดได้ แผ่นเหล็กผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม พ่นสีแล้วอบถ้าตู้ที่ใช้ไม่มีที่ทำไว้สำหรับติดเมนสวิทช์โดยเฉพาะให้ทำตู้ใส่เมนสวิทช์ขนาดกว้างเท่าแผงแยกต่างหากติดไว้ด้านบนหรือล่างของแผงตามทางเข้าของสายป้อน

2.7 การติดตั้งสวิทช์ตัดตอนอัตโนมัติเข้ากับบัสบาร์ ต้องทำเป็นแบบ plug-in, plug-on หรือ bolt-on และต้องสามารถใส่หรือถอดแต่ละตัวออกได้ โดยไม่ต้องเลื่อนหรือถอดตัวอื่นออกก่อน

3. ดวงโคมและอุปกรณ์ประกอบ

ดวงโคมและอุปกรณ์ประกอบ ต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำขึ้นและทดสอบแล้วว่าใช้ได้ตามมาตรฐานที่ผู้ว่าจ้างยอมรับดังระบุในเรื่องเงื่อนไขทั่วไป และดังที่จะระบุต่อไปนี้ : -

3.1 ดวงโคม

3.1.1 ดวงโคมให้ใช้ตามที่กำหนดในแบบและ/หรือรายการต้องมีคุณสมบัติทั่วไปตามที่กำหนด ขนาดที่กำหนดไว้เป็นมิลลิเมตร (มม.) ให้ใช้เป็นแนวทางโดยประมาณดวงโคมที่ทำในประเทศอาจมีขนาดแตกต่างได้เล็กน้อยตามความจำเป็น ดวงโคมทำจากต่างประเทศให้ใช้ขนาดตามมาตรฐานของผู้ผลิตดวงโคมทุกชนิดต้องเสนอแบบ/และหรือตัวอย่างให้ผู้ว่าจ้างตรวจให้ความเห็นชอบก่อนดำเนินการสั่งซื้อและ/หรือเริ่มทำดวงโคม ที่ทำในประเทศไทยต้องเสนอตัวอย่างและทดลองติดตั้งใช้งานก่อนพิจารณาอนุมัติให้เริ่มทำ

3.1.2 ดวงโคมฟลูออเรสเซนต์ ชนิดทำในประเทศ

- ขั้วรับหลอดและขั้วรับสตาร์ทเตอร์ให้ใช้ตาม มอก. 344 ขั้วรับหลอดใช้ชนิด Heavy duty , spring -loadedtype ใส่หลอดได้โดยไม่ต้องบิดหลอด

- แผ่นเหล็กให้ใช้หนาไม่น้อยกว่า 0.8 มม. ทำให้แข็งแรงพอไม่ให้โคมบิดตัวได้ง่ายผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม เช่น ชุบฟอสเฟสพ่นสีชนิดอบความร้อน เช่น Alkydstoved enamel Epoxy เป็นต้น

- สายไฟฟ้าที่ใช้ภายในดวงโคมให้ใช้สายอ่อนตาม มอก. 11 ชนิด 105 องศา เซลเซียส ขนาดไม่เล็กว่า 0.5 ตร.มม. สายไฟฟ้าต้องเดินซ่อนปิดให้เรียบร้อยไม่ให้เห็นสายจากด้านล่าง

- ที่ติดตั้งบัลลาสต์ต้องทำให้เรียบร้อย มองไม่เห็นบัลลาสต์จากด้านล่าสามารถถ่ายเทความร้อนได้ดีพอเพื่อไม่ให้อุณหภูมิของบัลลาสต์เพิ่มขึ้นสูงเกินขีดจำกัดในขณะใช้งาน

- ต้องมีขั้วต่อสายไฟ และขั้วต่อสายดินติดตั้งไว้ให้เรียบร้อย ดวงโคมต้องต่อลงดินไว้ที่ขั้วต่อสายดินนี้

- ดวงโคมต้องทำโดยโรงงานที่ผู้ว่าจ้างพิจารณาแล้วเห็นว่าสามารถทำดวงโคมที่มีคุณภาพได้มาตรฐาน และอนุมัติให้ใช้ดวงโคมจากโรงงานนั้นได้

3.1.3 ดวงโคมภายนอกอาคารต้องเป็นชนิดทนดินฟ้าอากาศภายนอก (Weather proof)

3.1.4 ดวงโคมใช้หลอดมีไส้หรือหลอดมีก๊าซ แบบติดฝังหรือติดลอยซึ่งติดตั้งกับท่อร้อยสายต้องมีกล่องต่อสายที่เหมาะสมติดอยู่เหนือดวงโคม

3.2 หลอดไฟฟ้า

3.2.1 หลอดไฟฟ้าชนิดมีไส้ (Incandescent Llamps)

- หลอดธรรมดาให้ใช้ตาม มอก. 4 ขั้วหลอด E27 ชนิดใสหรือฝ้าตามที่ผู้ว่าจ้างจะกำหนดขนาดกำลังไฟฟ้าตามที่กำหนดในแบบหรือรายการ

- หลอดชนิดอื่นให้ใช้ตามที่กำหนดในแบบหรือรายการประกอบแบบ

3.2.2 หลอดฟลูออเรสเซนต์

- ใช้ชนิด T8 18,236 W Cool white หรือตามผู้ว่าจ้าง

3.3 บัลลาสต์

3.3.1 บัสลาสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ เป็น Electronic ballast

3.3.2 บัลลาสต์สำหรับหลอดใช้ก๊าซอื่น ๆ ให้ใช้บัลลาสต์เพาเวอร์แฟกเตอร์ต่ำมีคะแปซิเตอร์คร่อมปรับค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ให้สูงเกิน 0.85 บัลลาสต์ทำตามมาตรฐานของประเทศผู้ทำและได้รับการรับรองโดยสถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ

3.4 สตาร์ทเตอร์สตาร์ทเตอร์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ให้ใช้ตาม มอก. 183 หรือ Electronic Starter ตามที่กำหนด

3.5 คะแปซิเตอร์คาปาซิเตอร์ให้ใช้ตาม มอก. 191 และต้องมีตัวต้านทานต่อคร่อมเพื่อเป็นเครื่องปล่อยประจุ

4. สวิทช์และเต้ารับไฟฟ้า (Switch and Receptacles)

สวิทช์และเต้ารับไฟฟ้าต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือและเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำขึ้นและทดสอบแล้วว่า ใช้ได้ตามมาตรฐานที่ผู้ว่าจ้างยอมรับ

4.1 สวิทช์ (Switch) สวิทช์สำหรับใช้กับดวงโคมและเครื่องใช้ไฟฟ้าให้ใช้ได้ดังนี้

4.1.1 สวิทช์ทั่วไปเป็นแบบฝังในผนังขนาดไม่น้อยกว่า 10 แอมแปร์ 250 โวลต์ หรือสูงกว่าสามารถใช้กับบัลลาสต์ หลอดชนิดมีไส้ และมอเตอร์ขนาดเล็ก

4.1.2 ก้านสวิทช์เป็นกลไกแบบกดปิดเปิดโดยวิธีกระดก (Rocker operated) ทำด้วยพลาสติกแข็งสีขาว หรือสีตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนด

4.1.3 ขั้วต่อสายไฟเป็นชนิดมีรูเสียบสายอัดด้วยสปริงหรือมีรูเสียบสายอัดด้วยสกรูสามารถกันการแตะต้องขั้วที่เป็นโลหะได้ (ห้ามใช้ชนิดที่ยึดสายไฟโดยการพันสายใต้หัวสกรูโดยตรง)

4.1.4 สวิทช์อื่นๆให้ใช้ตามที่กำหนดในแบบ

4.2 เต้ารับไฟฟ้า (Receptacles)

4.2.1 เต้ารับไฟฟ้าทั่วไปเป็นแบบฝังในผนัง ชนิดคู่ขนาดไม่ต่ำกว่า 10 แอมป์ 250 โวลต์ มีขาดิน (Grounding duplex receptacles) และเป็นชนิดใช้ได้ทั้งเต้าเสียบกลมและแบน (Universal)

4.2.2 เต้ารับไฟฟ้าต้องเป็นแบบและสีเดียวกันและทำโดยผู้ผลิตเดียวกันกับสวิทช์ยกเว้นจุดที่ได้รับความเห็นชอบเป็นพิเศษจากผู้ว่าจ้าง

4.2.3 วัสดุฉนวนด้านข้างรอบรูขาเต้ารับไฟฟ้า ต้องมีความหนาเพียงพอที่จะกันไม่ให้เกิดการลัดวงจรกับฝาครอบโลหะได้ง่ายในขณะเสียบหรือถอดเต้าเสียบ หรือเนื่องจากความชื้นหรือมด

4.2.4 เต้ารับอื่นๆให้ใช้ตามที่กำหนดในแบบ

4.3 ฝาครอบสวิทช์และเต้ารับไฟฟ้า (Cover Plate) ฝาครอบสวิทช์ และเต้ารับไฟฟ้าที่ใช้ ทั่วไปภายในอาคารต้องเป็นแบบเดียวกันทำโดยผู้ผลิตเดียวกันทั้งอาคารยกเว้นฝาครอบพิเศษ ฝาครอบให้ใช้ตามที่กำหนดจากชนิดต่างๆดังนี้

4.3.1 ชนิด hairline finish stainless steel

4.3.2 ชนิด brushed or anodized aluminum

4.3.3 ชนิดพลาสติกแข็ง สี และแบบตามที่ผู้ว่าจ้างเลือกให้ใช้ชนิดนี้ในกรณีที่กรอบสวิทช์และกล่องไม่มีการต่อลงดิน

4.4 สวิทช์หรี่ไฟ (Dimmer Switch)

4.4.1 ใช้กับไฟฟ้าระบบ 220 โวลต์ 50 ไซเคิล/วินาที

4.4.2 ต้องสามารถปรับความสว่างของหลอดไฟฟ้าแบบต่อเนื่องได้ตั้งแต่ 0 - 100%

4.4.3 ภายในชุดต้องประกอบด้วยสวิทช์เปิด / ปิด

4.4.4 สวิทช์หรี่ไฟต้องเป็นแบบ และสีเดียวกัน และทำโดยผู้ผลิตเดียวกันสวิทช์ และเต้ารับไฟฟ้า ยกเว้นจุดที่ได้รับความเห็นชอบเป็นพิเศษจากผู้ว่าจ้าง

4.4.5 สวิทช์หรี่ไฟเป็นแบบฝังในผนังขนาดไม่น้อยกว่า 500 วัตต์ 220 โวลต์ หรือให้ใช้ขนาดตามที่กำหนดในแบบ

5. กล่องต่อสาย กล่องใส่อุปกรณ์และ Conduit Body (Junction Box , PullBox and Conduit Body)

กล่องต่อสาย กล่องใส่อุปกรณ์ และ Conduit Body ให้ใช้แบบมีฝาปิดทำด้วยเหล็กอาบสังกะสีหรืออลูมิเนียมต้องเป็นของที่มีคุณภาพดี ไม่มีสนิมเกิดขึ้นตลอดเวลาช่วงระยะเวลาก่อสร้าง โดยมีลักษณะ ขนาด และวิธีการติดตั้งตามที่กำหนดใน NEC

5.1 กล่องต่อสายมาตรฐาน กล่องต่อสายมาตรฐานขนาดเล็ก สำหรับใช้กับท่อร้อยสาย โลหะแบบกับสาย ขนาดไม่เกิน 10 ตร.มม.ให้ใช้กล่องทำด้วยเหล็กหนาประมาณ 1-2 มม. สำหรับติดเกาะกับผนัง และเพดานให้ใช้กล่องลึกประมาณ 54 มม. หากที่ใดจำเป็นต้องใช้กล่องตื้นให้ใช้ขนาดลึก 38 มม. แทนได้และให้ใช้กล่องดังนี้

5.1.1 กล่องต่อสายสำหรับสวิทช์และเต้ารับไฟฟ้าใช้ขนาดที่เหมาะสมกับสวิทช์และเต้ารับไฟฟ้าที่ใช้

5.1.2 กล่องต่อสายสำหรับต่อดวงโคมและเครื่องใช้ไฟฟ้า ให้ใช้กล่องชนิดแปดเหลี่ยมขนาดประมาณ 101 มม.

5.1.3 กล่องต่อสายอื่น ๆ ให้ใช้แบบมีฝาปิด ขนาดที่กำหนดใน NEC โดยเลือกขนาดให้เหมาะสมความจำนวนสายในกล่อง

5.2 กล่องต่อสายพิเศษ ให้ใช้แบบมีฝาปิดทำด้วยเหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่า 1.6 มม. ชนิดอาบสังกะสีหรือชนิดพ่นสีอบหรือทำด้วยอลูมิเนียมหนาไม่น้อยกว่า 1.8 มม. ฝายึดด้วยสลักเกลียว

5.3 กล่องต่อสายภายนอกอาคาร ต้องใช้ชนิดทนภาวะอากาศภายนอกอาคารเป็นชนิดอะลูมิเนียมหรือเหล็กหล่อฝาครอบมีขอบยางอัดรอบ หรือทำด้วยเหล็กแผ่น หรืออะลูมิเนียมแผ่น แต่ต้องทำให้กันน้ำและฝนเข้าได้

6. ท่อร้อยสายและอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบ

ท่อร้อยสายต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานเป็นของที่ได้รับการทดสอบและรับรองโดยสถาบันที่เกี่ยวข้องและเป็นสถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ได้

6.1 ท่อร้อยสายโลหะที่ไม่ใช้แบบอ่อน (Flexible) ต้องมีลักษณะกลมทั้งภายนอกและภายในมีขนาดทางการค้าระหว่าง 15 มม. (1 / 2") ถึง 155 มม. (6 นิ้ว) ท่อโลหะมีความยาวระบุ (Norminal) 3 เมตร (10 ฟุต)

6.2 ท่อร้อยสายเหล็กอาบสังกะสีชนิดอ่อน และวัสดุที่ใช้ประกอบต้องมีขนาดทางการค้า (6 นิ้ว) ท่ออ่อนขนาด 10 มม. (3/8นิ้ว) จะใช้ได้เฉพาะเมื่อเป็นกรณียกเว้นเปลือกนอก วัสดุที่ใช้ประกอบต้องเป็นแบบที่เหมาะสมกับท่ออ่อนที่ใช้และเป็นแบบที่อนุมัติให้ใช้ได้

6.3 ท่อร้อยสายพีวีซี ต้องมีคุณสมบัติตาม มอก. 17 ประเภท 8.5 และ 13.5 หรือตาม มอก. 216 เล่ม 1 ระบุให้ใช้ในแบบ

6.4 ท่อ Asbestos Cement ต้องมีคุณสมบัติตาม มอก. 106

6.5 ท่อ HDPE (High Density Polyethylent) ต้องผลิตตามมาตรฐานของ ISO R161, ASTM D2666 หรือ AWWA C902-78

6.6 ขนาดของท่อร้อยสายที่ใช้ จะต้องโตพอสำหรับจำนวนและขนาดของสายไฟที่ต้องการใช้เดินในท่อ โดยเลือกให้ได้ขนาดตามความต้องการในมาตรฐานที่กำหนดในการประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า หรือ ตาม NEC โดยใช้ขนาดที่โตกว่า

6.7 ท่อโลหะหนา (Rigid Steel Conduit , RSC) และอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบท่อโลหะหนาต้องทำด้วยเหล็กฉาบผิวทั้งภายในและภายนอกด้วยสังกะสีผลิตตามมาตรฐาน ANSI C80.1 ท่อโลหะหนาต้องเป็นแบบที่ทำเกลียวหัวท้ายเสร็จมาจากโรงงานลบคมเรียบร้อย และมีข้อต่อติดมาด้วยท่อนละ 1 อัน ท่อโลหะหนาที่ทำขึ้นให้มีคุณสมบัติป้องกันการผุกร่อนโดยใช้โลหะอื่นที่ไม่ใช้เหล็กและจะต้องมีเครื่องหมายหรือข้อความแจ้งไว้ที่ตัวท่อ ท่อโลหะหนาทุกท่อนต้องแสดงชื่อผู้ผลิตและเครื่องหมายการ ค้าที่ติดแน่นทนทาน ไม่ลบง่ายอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบกับท่อโลหะหนา เช่น ข้อต่อ ทำด้วยโลหะที่มีคุณสมบัติป้องกันการผุกร่อนอยู่แล้วในตัว เพื่อให้ทนทานต่อการผุกร่อนได้ไม่น้อยกว่าท่อ ข้อต่อ ข้อลด ไม่ว่าจะเป็นแบบต่อตรง หรือมีการหักมุกก็ตามทำสำเร็จรูปมาจากโรงงานผู้ผลิต ห้ามใช้อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบที่ทำหรือดัดแปลงขึ้นเอง

6.8 ท่อโลหะหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit , IMC) และอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบท่อโลหะหนาปานกลางต้องทำด้วยเหล็กฉาบผิวทั้งภายในและภายนอกด้วยสังกะสีหรือน้ำยาป้องกันการผุกร่อน จะใช้ได้เฉพาะภายในอาคารตรงที่เป็นที่ ต้องผลิตตามมาตรฐาน UL1242 ท่อโลหะหนาปานกลางแต่ละท่อนจะต้องมีข้อต่อจัดมาให้ด้วย 1 อัน ท่อโลหะหนาปานกลางที่ทำขึ้นให้มีคุณสมบัติป้องกันการผุกร่อนในตัว โดยใช้โลหะที่ไม่ใช่เหล็กจะต้องทำเครื่องหมายบอกไว้ท่อโลหะหนาปานกลางแต่ละท่อนจะต้องทำเครื่องหมายด้วยตัวอักษร IMC ไว้ทุกๆ ระยะ 762 มม. (30 นิ้ว) เครื่องหมายตัวอักษรต้องทนทานไม่ลบง่าย ท่อโลหะหนาปานกลาง แต่ละท่อนจะต้องแสดงชื่อผู้ผลิตและเครื่องหมายการค้าที่ติดแน่นทนทานไม่ลบง่ายอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบกับท่อโลหะหนาปานกลางเช่น ข้อต่อ ข้องอ ที่ยึด ที่รองรับ จะต้องมีการฉาบโลหะหรือน้ำยาเพื่อป้องกันการผุกร่อน หรือทำด้วยโลหะที่มีคุณสมบัติป้องกันการผุกร่อนอยู่แล้วในตัว เพื่อให้ทนมาจากโรงงานผู้ผลิตห้ามใช้อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบที่ทำหรือดัดแปลงขึ้นเอง

6.9 ท่อโลหะบาง (Electrical Metallic Tubing , EMT) และอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบท่อโลหะบางและอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบจะต้องมีการฉาบสารป้องกันการผุกร่อนทั้งภายในและภายนอกด้วยสังกะสี ผลิตตามมาตรฐาน ANSI C80.3 ท่อโลหะบางจะต้องทำให้ผิวภายนอกมีลักษณะที่เห็นได้ว่าต่างท่อโลหะหนา ลักษณะที่เห็นได้ว่าต่างกับท่อโลหะหนานี้จะต้องทนทานอยู่ให้เห็นได้หลังการติดตั้งแล้ว ถ้าท่อโลหะบางเป็นแบบที่ใช้ต่อกันด้วยเกลียวที่ทำสำเร็จมาจากผู้ผลิต ข้อต่อท่อจะต้องเป็นแบบที่ออกแบบให้ป้องกันท่อบิดงอตรงส่วนที่เป็นเกลียว

6.10 Flexible Metalic Tubing และอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบ ต้องทำขึ้นโดยมีการป้องกันการผุและ 18 มม. (3 / 4 นิ้ว) ขนาด 10 มม. (3.8 นิ้ว) จะใช้ได้เฉพาะที่เป็นกรณียกเว้นรอยต่อได้มิดชิด

7. รางร้อยสาย (Wireways) และอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบ

รางร้อยสายต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานจากผู้ผลิตซึ่งได้ผลิตรางร้อยสายอยู่เป็นประจำและเป็นผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือรางร้อยสายแต่ละท่อนจะต้องแสดงชื่อและเครื่องหมายการค้าของผู้ผลิตไว้ในที่ๆเห็นได้หลังการติดตั้งแล้วรางร้อยสายต้องผลิตและติดตั้งตามมาตรฐาน NEC

7.1 รางร้อยสาย เป็นทางเดินสายไฟมีช่องหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมทำด้วยโลหะมีฝา ปิด - เปิด ทำเป็นแบบมีบานพับหรือเป็นถอดออกได้ รางร้อยสายทำจากเหล็กหนาอย่างน้อย 1.6 มม. รางร้อยสาย และวัสดุที่ใช้ประกอบต้องทำขึ้นโดยมีวิธีป้องสนิมฉาบสีแล้วอบแห้งและต้องออกแบบให้ประกอบเข้ากันได้โดยที่หมุดเกลียว/สลักเกลียวที่ใช้ต้องฝังเรียบกับพื้นและผนังของรางร้อยสายไม่มีส่วนคมอันตรายต่อสายไฟในระหว่างการติดตั้ง

7.2 รางร้อยสายที่ทำขึ้นสำหรับใช้ภายนอกอาคาร ต้องมีลักษณะ กันน้ำได้ NEMA type และผู้ผลิตต้องแสดงเครื่องหมาย หรือข้อความบอกไว้ที่ตัวรางร้อยสาย

7.3 ขนาดของรางร้อยสายมาตรฐาน รางร้อยสายมาตรฐานที่ใช้เหล็กหนา 1.6 มม ความยาวมาตรฐาน 2400 มม มีขนาดต่างๆ ดังนี้ (ขนาดเป็นความกว้าง x ความสูง)

(1) แบบที่ 1. 50x50 มม.
(2) แบบที่ 2. 75x50 มม.
(3) แบบที่ 3. 100x75 มม.
(4) แบบที่ 4. 100x100 มม.
(5) แบบที่ 5. 150x75 มม.
(6) แบบที่ 6. 150x100 มม.
(7) แบบที่ 7. 150x150 มม.
(8) แบบที่ 8. 200x200 มม.

7.4 อุปกรณ์ประกอบ

(1) ข้อต่อตรง (Fitting)
(2) ข้อต่อตรงปรับระยะได้ (Telescope Fitting)
(3) ข้อต่อฉาก (90 Elbow)
(4) ข้อต่อฉากกว้าง (90 Sweep Elbow)
(5) ข้อต่อสามทาง (Tee)
(6) ข้อต่อกากะบาด (Cross Junction Box)
(7) ข้อโค้ง 22.5 องศา (22.50 Elbow)
(8) ข้อโค้ง 45 องศา (45 Elbow)
(9) ข้อต่อแปลน (Flange Adaptor Fitting)
(10) แผ่นปิดท้ายราง (Closing Plate)
(11) ห้ามใช้อุปกรณ์ประกอบที่ใช้หรือดัดแปลงขึ้นเอง

8. รางวางสาย (Cable Tray Cable Laddle) และอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบ

กฎและวิธีการติดตั้งรางวางสายและจำนวนสายให้ใช้ตามที่กำหนดใน NEC ดังระบุไว้ในเรื่องเงื่อนไขทั่วไป และดังที่จะระบุต่อไปนี้

8.1 การต่อเนื่องถึงกัน (Bonding) การใช้รางวางสายสำหรับวางสายไฟฟ้าโดยรางเป็นโลหะ จะต้องระวังเกี่ยวกับการต่อเนื่องถึงกันตลอดของเส้นทางต่อลงดินไม่ให้มีการขาดตอนได้ ข้อต่อระหว่างรางวางสายแต่ละช่วงจะต้องแน่นสนิท และรางวางสายจะต้องมีความต้านทานกระแสไฟฟ้าต่ำตลอดระยะทาง และต้องรับปริมาณกระแสไฟฟ้าอันเกิดจากการลัดวงจรได้อย่างปลอดภัย

8.2 ขนาดของรางวางสายมาตรฐาน รางวางสายต้องผลิตตามมาตรฐานที่ใช้อยู่ทั่วไป

8.3 อุปกรณ์ประกอบสำหรับรางวางสายจะต้องใช้ชนิดที่ทำขึ้นมาเฉพาะสำหรับการใช้งานลักษณะนั้น โดยห้ามมิให้ใช้อุปกรณ์ประกอบที่ทำหรือดัดแปลงขึ้นเองดังรายละเอียดต่อไปนี้

(1) ข้อโค้งแนวราบ (Elbows) แบบ 30 , 45 , 60 , 90 องศา
(2) ข้อโค้งแนวดิ่ง (Vertical Riser) แบบ 45 , และ 90 องศา
(3) ข้อต่อรางแบบลดขนาด (Reducer)
(4) ข้อต่อรางแบบสามทาง (Tee)
(5) ข้อต่อรางแบบกากกะบาด (Cross)
(6) อุปกรณ์การแขวน (Suspension)
(7) อุปกรณ์เปลี่ยนทิศทางแนวราง

หมวดที่ 5
แผงสวิทซ์จ่ายไฟฟ้ารวม

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านออกแบบและสร้างแผงสวิตซ์ไฟฟ้าแรงต่ำซึ่งประกอบด้วยแผงสวิตซ์ไฟฟ้าประธานปกติ (Main Distribution Board, MDB), แผงสวิตซ์ไฟฟ้าฉุกเฉิน (Emergency Distribution Board, EMDB) และแผงสวิตซ์ไฟฟ้ารองทั่วไป (Sub Distribution Board, SDB or Feeder Board)

1.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งแผงสวิตซ์ฯพร้อมอุปกรณ์ต่างๆไว้ในห้องและ/หรือสถานที่ ที่จัดเตรียมไว้การจัดสร้างแผงสวิตซ์ฯที่ประกอบในประเทศไทย ผู้ผลิตต้องมีมาตรฐานการรับรองโดยมาตรฐานสากล ISO 9001:2000 และมาตรฐานอุตสาหกรรม หรือ มอก. 1436-2540 อีกทั้งเป็นผู้ผลิตมาตรฐานที่เคยผ่านการทดสอบ Type Tested Assemblies ตามมาตรฐาน IEC 60439-1 และรับรองผลการทดสอบโดย KEMA หรือ VDE โดยผู้ผลิตจะต้องมีสามัญวิศวกรไฟฟ้า แขนงไฟฟ้ากำลัง เป็นผู้ควบคุมรับผิดชอบการผลิตและการติดตั้งแผงสวิตซ์ฯ

1.3 การจัดสร้างแผงสวิตซ์ฯต้องทำด้วยฝีมือช่างที่ดี วัสดุที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติเท่ากับหรือดีกว่าคุณสมบัติ ที่จะกล่าวในข้อกำหนดนี้ อุปกรณ์ที่ใช้ในแผงสวิตซ์ต้องมีคุณสมบัติใช้ได้ตามมาตรฐานนั้นๆ ที่ระบุให้เลือกใช้ในข้อกำหนด

1.4 สวิตซ์ตัดตอนอัตโนมัติหรือ Molded Case Circuit Breaker ทุกตัวที่ใช้ในแผงสวิตซ์ ฯ จะต้องผลิตโดยผู้ผลิตรายเดียวกัน ยกเว้น Main Circuit Breaker Tie Circuit Breaker และ Automatic Transfer Switch (ATS) ให้ใช้จากผู้ผลิตรายอื่นได้ แต่ต้องได้รับความยินยอมจากผู้ว่าจ้าง

1.5 ก่อนสั่งซื้อหรือจัดสร้างแผงสวิตซ์ฯ ผู้รับจ้างต้องส่ง Shop Drawing และรายละเอียดของวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ทุกชนิดตามรายการ ให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความยินยอมก่อน

1.6ขนาดของแผงสวิตซ์ฯ ให้ใช้ตามที่กำหนดในแบบ และ/หรือ ในรายการ ให้ถือเป็นขนาดขั้นต่ำ แต่ถ้าหากสวิตซ์ตัดตอน และอุปกรณ์อื่นที่ใช้มีขนาดใหญ่กว่าขนาดของแผงสวิตซ์ให้ใหญ่ขึ้น โดยถือรวมอยู่ในงานเป็นราคาเหมาะสมที่จะไม่มีการเพิ่มราคาจากราคาที่เสนอไว้

2. พิกัดของแผงสวิตซ์ฯ

2.1 ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้แผงสวิตซ์ฯที่กล่าวถึงรวมทั้งวัสดุอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมีการออกแบบสร้างตาม NEMA, IEC และมาตรฐานอื่นๆตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนดไว้แต่ต้องไม่ขัดต่อระเบียบและมาตรฐานการไฟฟ้าที่กำหนดไว้แผงสวิตซ์ฯต้องมีคุณสมบัติใช้ได้ตามความต้องการของ NEC CODE ข้อ 384 โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อย ดังต่อไปนี้

RATED SYSTEM VOLTAGE	: 416/240 VOLT.
SYSTEM WIRING	: 3 PHASES, 4WIRES. FULL NEUTRAL, 25%G.
RATED FREQUENCY	: 50 HZ.
RATED CURRENT	: ตามระบุในแบบ SINGLE LINE DIAGRAM
RATED SHOT CIRCUIT WITHSTAND	: ตามระบุในแบบ SINGLE LINE DIAGRAM
RATED PEAK WITHSTAND	: 1,000 VOLT.
CONTROL VOLTAGE	: 220-240 VAC.

TEMPERATURE RISE	: ตาม IEC 60439-1
FINISHING OF CABINET	: ELECTRO PLATED ZINC TO BS 1706 and EPOXY-POLYESTER POWDER PAINT COATING
TYPICAL FORMS	: 2b
TYPE OF CABINET	: Dead Front with Rotary Handles.
DEGREE OF PROTECTION	: IP 31 สำหรับงานภายในอาคาร
	: IP 43 สำหรับงานภายนอกอาคาร

3. ลักษณะโครงสร้างและการจัดสร้างแผงสวิตซ์ฯ

3.1แผงสวิตซ์ที่ใช้เป็นแบบตั้งพื้น (Floor Standing) ชนิด Dead – Front โครงสร้างของแผงสวิตซ์ฯ ต้องเป็นแบบ Modularized Design System, Self – Standing Metal Structure โดยโครงสร้างรอบนอกที่เป็นส่วนเสริมความแข็งแรงทำด้วยเหล็กหนาอย่างน้อย 2.0 มม. เชื่อมติดกันหรือยึดติดกันด้วยสลักและแป้นเกลียวถ้าแผงสวิตซ์ฯ มีหลายส่วน

3.2 ลักษณะของแผงสวิตซ์ฯต้องจัดแบ่งออกเป็นส่วนๆ (Verticle Section) อย่างสมบูรณ์สามารถแยกจากกันเป็นอิสระได้โดยง่าย แต่ละส่วนต้องมีขนาดอยู่ในช่วงที่กำหนด ดังนี้

ความสูง : ไม่เกิน 2,200 มม.
ความกว้าง : ระหว่าง 300-1,000 มม.
ความลึก : ระหว่าง 600-1,000 มม.

3.3ภายในของแผงสวิตซ์ฯ แต่ละส่วนต้องจัดแบ่งภายในออกเป็นช่องๆ (Compartment) โดยการแบ่ง Compartment ต้องแบ่งแยกออกเป็นช่องๆ ดังนี้ (ตามข้อกำหนดของแต่ละ Typical Form)

3.3.1 Circuit Breaker Compartment สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าต่าง ๆ

3.3.2 Metering & Control Compartment สำหรับติดตั้งอุปกรณ์เครื่องวัด, อุปกรณ์ป้องกัน รวมทั้ง Terminal Block สำหรับต่อสายระบบควบคุมและสัญญาณเตือน โดยปกติช่องนี้ให้จัดไว้ที่ส่วนบนของแผงสวิตซ์ฯ

3.3.3 Busbars Compartment เป็นช่องสำหรับติดตั้ง Bus bars ทั้ง Horizontal และ Busbars ปกติให้จัดอยู่ในส่วนหลังของแผงสวิตซ์ฯ

3.3.4 Cable Compartment จัดไว้สำหรับเป็นช่องวางสายไฟฟ้ากำลัง (power-Cable) เข้า – ออกจากแผงสวิตซ์ฯ แต่ละช่องที่กล่าวแล้ว ต้องมีแผ่นวัสดุกั้นแยกกันไว้เพื่อไม่ให้มีการสัมผัสถึงจากช่องหนึ่งไปยังอีกช่องหนึ่งได้โดยง่ายแต่ละส่วนของแผงสวิตซ์ฯ มีแผ่นโลหะกั้นแยกส่วนภายในออกจากกัน (Sheet Metal Safety Partition) แผ่นกั้นช่องและแยกส่วนของแผงสวิตซ์ ฯ ต้องเป็นแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 2 มม.

3.4 ฝาด้านหน้าเป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ โดยมีด้านหนึ่งยึดด้วย Removable Pin Hidden Hinges ส่วนอีกด้านหนึ่งให้เป็น Screw Lock หรือ Key Lock เพื่อความสะดวกในการเปิด/ปิด ถอดฝาได้ง่าย บานประตูต้องแข็งแรงไม่บิดงอ ฝาสำหรับ Metering and Control Compartment ให้แยกเป็นอีกฝาหนึ่ง

3.5 ฝาปิดด้านหลังทั้งหมด ให้ใช้แบบถอดได้ ยึดด้วยสปริง (Snap–On Lid) หรือแบบอื่นที่สามารถถอดฝาเปิด/ปิดได้ง่ายโดยต้องได้รับการพิจารณาให้ความยินยอมจากวิศวกรก่อน และให้เจาะรูระบายอากาศ (Drip–Proof Louver) โดยมีแผ่นเหล็กชนิดรูพรุน (Pertorated Sheet Metal) ติดด้านในที่ฝาปิดด้านข้างและที่ฝาปิดด้านหลัง

3.6 ฝาด้านข้างริมนอกทั้ง 2 ด้าน ให้เป็นแผ่นเหล็กเรียบหรือพับขึ้นขอบรูปด้านละ 1 ชิ้น ยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิตช์ฯด้วยสกรูหรือสลัก และแป้นเกลียว ขนาดและจำนวนที่เหมาะสมให้มีความแข็งแรงแต่ในกรณีที่ต้องใช้แผงสวิตช์ฯหลายส่วน (Verticle Section) เรียงต่อกันให้ใช้ฝากั้นระหว่างส่วน (Sheet Metal Safety Partition) ต้องเป็นแผ่นเหล็กเรียบหนาไม่น้อยกว่า1.6 มม. โดยมีช่องเจาะทะลุถึงกันเพียงพอ ตามต้องการ

3.7 ฝาด้านบน ให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ แบ่งอย่างน้อยเป็น 2 ชิ้น โดยชิ้นหนึ่งเป็นฝาปิดเฉพาะส่วน Cable – Compartment ยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิตช์ฯ ด้วยสกรูหรือสลัก และแป้นเกลียว ขนาดและจำนวนเหมาะสม ให้มีความแข็งแรง

3.8 ส่วนฝาทุกด้าน รวมทั้งแผ่นกั้นช่องต้องเป็นแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มม. และฝาของแผงสวิตช์ฯทุกด้านต้องมีสายดินบริภัณฑ์ โดยใช้ทองแดงชุบแบบถักต่อลงดินที่โครงของแผงสวิตช์ฯ

3.9 การประกอบแผงสวิตช์ ต้องคำนึงถึงกรรมวิธีระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ภายในโดยวิธีไหลเวียนของอากาศตามธรรมชาติทั้งนี้ให้เจาะเกร็ดระบายอากาศที่ฝาอย่างเพียงพอพร้อมติดตั้งตะแกรงกันแมลง (Insect Screen)

3.10 การป้องกันสนิมและการทาสีให้เหล็กและแผ่นเหล็กทุกชิ้นที่ใช้เป็นเหล็กชุบ (Electro galvanized Steel) หรือชุบป้องกันสนิมด้วยวิธีอื่น ที่เทียบเท่าหรือดีกว่า

3.11 กรรมวิธีป้องกันสนิมและการพ่นสีโลหะชิ้นส่วนที่เป็นเหล็กทุกชิ้น ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมแล้วพ่นสีทับตามวิธีข้างล่าง

3.12 ชิ้นส่วนที่เป็นอลูมิเนียมและโลหะไม่เป็นสนิมชนิดอื่น ถ้ากำหนดไว้ให้พ่นสีก็ให้ใช้วิธีการเดียวกันกับที่กำหนดแต่ไม่ต้องล้างด้วยน้ำยากันสนิม

3.13 วิธีทำความสะอาดโลหะ

a) ทำการขัดผิวโลหะให้เรียบและสะอาด
b) ทำการล้างแผ่นโลหะเพื่อล้างไขมัน หรือน้ำมันออกจากแผ่นโลหะสะอาด(Degreasing)
c) เฉพาะแผ่นเหล็ก ถ้ามีร่องรอยของการเกิดสนิม และไม่ใช่แผ่นเหล็กใหม่ ต้องล้างด้วยน้ำยาล้างสนิมเพื่อให้สนิมเหลืออยู่หลังการขัดหลุดออกทั้งหมด น้ำยาล้างสนิมให้ใช้ของ ICI หรือเทียบเท่า

3.14 การเคลือบผิวชั้นแรก ให้ใช้วิธีชุบสังกะสี โดยวิธีชุบสังกะสี โดยวิธีชุบไฟฟ้า หรือ ELECTROPLATED ZINC ตามมาตรฐาน BS 1706

3.15 การพ่นสีชั้นนอกให้ใช้สีผงอีพ็อกซี่/โพลีเอสเตอร์อย่างดีพ่นให้ทั่วอย่างน้อยความหนาสี 60 ไมครอน แล้วอบด้วยความร้อน 200 องศาเซลเซียส

3.16 กรณีที่ใช้งานและติดตั้งอยู่ใกล้ทะเล หรือมีโอกาสสัมพัดไอเกลือ ผู้ผลิตจะต้องมีผลการทดสอบการคงทนต่อการผุกร่อน หรือ Test certificated โดยการทดสอบ Salt Spray Resistance Test ตามมาตรฐาน ISO 7253 มากกว่า 1000 ชั่วโมง โดยผ่านการรับรองผลการทดสอบจากสถาบันหรือองค์กรที่เชื่อถือได้

4. Main Circuit Breaker

4.1 Circuit Breaker ที่นำมาใช้ทั้งหมด ต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน NEMA, ANSI, VDE หรือ IEC และต้องมีค่า Interrupting Capacity ไม่น้อยกว่า 50 KA (380 V) หรือตามที่กำหนดในแบบ

4.2 การติดตั้งเป็นแบบ Fixed, Plug-in หรือ Draw-out ตามที่กำหนดในแบบ

4.3 Drives เป็นชนิด Mechanically Operated สับเข้าด้วยมอเตอร์ หรือโซลินอยด์ซึ่งบังคับได้โดยการกดปุ่ม

4.4 Main Circuit Breaker เป็นชนิด Salid State Trip ประกอบด้วยระบบการทำงานดังนี้

- Ground Fault Protection
- Overcurrent Protection
- Instantaneous Trip
- Long Time Delay and Short Time Delay setting

4.5 Main Circuit Breaker ต้องมีอุปกรณ์ประกอบ (Accessories) ดังนี้

- Under Voltage Release with Time-Delay
- Shunt Trip
- Auxiliary Contacts สำหรับการทำ Intelock, Signalling, Control และต้องเหลือสำรองไม่น้อยกว่า 50 %
- ต้องมี Key Interlock ถ้ามีกำหนดในแบบ

5. Tie Circuit Breaker

5.1 มีคุณสมบัติเหมือน Main Circuit Breaker ทุกประการ

5.2 มี Key Interlock กับ Main Circuit Breaker ของยูนิตซับสเตชั่นทั้ง 2 ชุด ซึ่ง Tie Circuit Breaker จะไม่สามารถสับเข้าได้ถ้า Main Circuit Breaker สับเข้าอยู่ทั้ง 2 อัน ซึ่ง Tie Circuit Breaker จะสับเข้าได้เฉพาะเมื่อ Main ตัวใดตัวหนึ่งสับออกแล้วเท่านั้น

6. Feeder Circuit Breaker

6.1 Feeder Circuit Breaker ทั้งหมดต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันทั้งหมดและการเลือกคุณลักษณะของ Feeder Circuit Breaker ต้องมี Coordination Pattern ที่เหมาะสมกับ Main Circuit Breaker ที่อยู่ต้นทาง และ Sub Feeder Circuit Breaker ที่อยู่ปลายทาง

6.2 เป็นชนิด Molded Case หรือ Open Frame การติดตั้งเป็นชนิด Fixed, Plug-in หรือ Draw-Out ตามที่กำหนดในแบบ

6.3 Drives เป็นชนิด Toggle Operating Mechanism ทำงานด้วยระบบ Trip Free มี Trip Indication แสดงที่ Handle Position หรือ Drives เป็นชนิดอื่น ตามที่กำหนดในแบบ

6.4 Feeder Circuit Breaker ขนาดตั้งแต่ 100 ถึง 250 แอมป์เฟรม Tripping Unit เป็นชนิด Thermal-Magnetic non-adjustable type

6.5 Feeder Circuit Breaker ขนาดสูงกว่า 250 ถึง 600 แอมป์เฟรม Tripping Unit เป็นชนิด Thermal-Magnetic adjustable type

6.6 Feeder Circuit Breaker ขนาดสูงกว่า 600 แอมป์เฟรมขึ้นไป Tripping Unit เป็นชนิด Solid State Trip ซึ่งสามารถปรับค่า Overload Tripping และ Instantaneous Tripping ได้

6.7 Feeder CB. ขนาดตั้งแต่ 1000 แอมป์ขึ้นไป Triping Unit จะต้องเหมือนข้อ 6.6 และต้องมี Ground fault sensor

7. Automatic Transfer Switch

7.1 ต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน NEMA, ANSI, VDE หรือ IEC ชนิด 3 เฟส 50 แฮร์ตซ์ 380 V. 4 POLE และต้องมีค่า Interrupting Capacity ไม่น้อยกว่า 50 KA (380V) หรือตามที่กำหนดในแบบ

7.2 อุปกรณ์ Automatic Transfer Switch ทั้งชุดให้ใช้ของผู้ผลิตเดียวกันที่ได้ประกอบสำเร็จ และผ่านการทดสอบใช้งานจากโรงงานผู้ผลิต

7.3 ลักษณะการทำงานต้องเป็น Mechanically Ierlock, Mechnically Held, Electrically Operated และควบคุมการทำงานด้วย Solid State Control

7.4 ชุดควบคุมการทำงานแบบ Solid State จะต้องมีอุปกรณ์ประกอบเพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และ ATS ได้ดังนี้

- Source Monitoring ซึ่งประกอบด้วย Under voltage - Sensing Devices
- Time Delay on Starting ปรับค่าได้ระหว่าง 0-30 วินาที
- Time Delay on Transfer ปรับค่าได้ระหว่าง 0-30 วินาที
- Time Delay on Retransfer to Normal Source ปรับค่าได้ระหว่าง 0-5 นาที
- Time Delay on Engine Shutdown ปรับค่าได้ระหว่าง 0-15 นาที.
- Engine Generator Exercise Timer เพื่อเดินเครื่องโดยไม่สับเปลี่ยนไปจ่ายโหลดโดยตั้งให้เครื่องเดินทุกสัปดาห์ ครั้งละ 10-15 นาที

7.5 ต้องมี Selector Switch เพื่อเลือกการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดังนี้

- "Engine Off" เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะไม่ทำงานไม่ว่ากรณีใด
- "Auto" ระบบจะทำงานโดยอัตโนมัติตามปกติ
- "Test With Transfser" สำหรับทดสอบระบบการทำงานเหมือนจริงทุกประการ
- "Test Without Transfer" สำหรับทดสอบระบบการทำงานโดยสวิทซ์ไม่มีการสับเปลี่ยน

7.6 มี Auxiliary Contact ชนิด DPDT สำหรับใช้ในการควบคุมการทำงานและการต่อใช้งานร่วมกับระบบอื่นตามที่กำหนดในแบบอย่างพอเพียง

7.7 มี Indicating Lamp ติดตั้งที่ด้านหน้าตู้ เพื่อแสดงสภาวะการทำงาน "Normal" และ "Transfer"

8. อุปกรณ์และเครื่องวัดสำหรับแผงจ่ายไฟฟ้ารวม

8.1 แผงสวิทซ์จ่ายไฟฟ้ารวมจะต้องมีอุปกรณ์เครื่องวัดและอุปกรณ์ประกอบ เช่น Control Wiring, Mimic Bus, Name Plate และอื่นๆ ตามข้อกำหนดในบท "เครื่องวัดและอุปกรณ์ประกอบสำหรับแผงสวิทซ์จ่ายไฟฟ้า"

9. บัสบาร์และการติดตั้งแผงสวิตซ์ฯ

บัสบาร์ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% ที่ผลิตขึ้นสำหรับใช้กับงานไฟฟ้าโดยเฉพาะ โดยผลิตตามมาตรฐานที่ผู้ว่าจ้างยอมรับ

บัสบาร์มีขนาดตามที่กำหนดในแบบ และมีความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้าตามมาตรฐาน DIN 43671 หรือ IEC 60439 – 1 โดยให้คิดแบบ พ่นสี/ทาสี (Coated/Painted) หรือหุ้มด้วย HEAT SHRINK และได้รับการยอมรับตามมาตรฐานที่การไฟฟ้ากำหนด ตัวนำ (Conductor) ทำด้วยทองแดงทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่าขนาด CIRCUIT BREAKER ที่กำหนดในแบบ โดยทาสีแสดงเฟสเป็นช่วงๆ ช่วงละประมาณ 10 ซม. โดยกำหนดสีดังนี้

LINE 1	:	สีน้ำตาล
LINE 2	:	สีดำ
LINE 3	:	สีเทา
NEUTRAL	:	สีฟ้า
GROUND	:	สีเขียวแถบเหลือง

ขนาดของบัสบาร์ เส้นศูนย์ให้มีขนาดเท่ากับเส้นเฟสหรือตามที่กำหนดขนาดบัสบาร์เส้นดิน(Ground Bus) ให้ใช้ทองแดงที่มีความสามารถรับกระแสได้ไม่น้อยกว่า 2% ของเส้นเฟสแต่ทั้งนี้ MAIN BUSBARS ทั้งเส้นเฟส ,เส้นศูนย์และเส้นดินต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 120 ตารางมิลลิเมตร สำหรับแผงสวิตซ์ฯที่ใช้ Main Breaker มีขนาดเกิน 800 แอมแปร์

การติดตั้งเมนบัสบาร์ ให้ใช้แนวนอน และฟีดเดอร์บัสบาร์ให้ใช้แบบตั้งการจัด BUSBAR ทั้ง PHASE to PHASE และ PHASE to GROUND ต้องจัดให้ส่วนที่เป็นตัวนำไฟฟ้า (Live Part) มีระยะห่างกันได้ไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร ในกรณีที่ไม่สามารถจัดระยะตามที่กำหนดนี้ได้ ให้หุ้มด้วยฉนวนไฟฟ้าที่ถูกออกแบบให้ใช้หุ้มบัสบาร์โดยเฉพาะ และมีสีของฉนวนตรงตามรหัสสีของบัสบาร์ที่กำหนด ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้าของบัสบาร์ที่อาจลดลง

การจัดเรียงบัสบาร์ในแผงสวิตซ์ฯ ให้จัดเรียงตาม LINE 1, 2, 3 โดยเมื่อมองเข้ามาด้านหน้าของสวิตซ์ฯให้มีลักษณะเรียงจากหน้าไปหลังหรือจากด้านบนลงมาด้านล่าง หรือ จากซ้ายมือไปขวามือ อย่างใดอย่างหนึ่ง

บัสบาร์ที่ติดตั้งตามแนวนอน (รวมทั้ง Neutral Bus และ Ground Bus) ต้องมีความยาวตลอดเท่าความกว้างของแผงสวิตซ์ฯ ทั้งชุด

บัสบาร์เส้นดินต้องต่อกับโครงของแผงสวิตซ์ฯทุกๆส่วนและต้องมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าที่มั่นคงถาวร บัสบาร์เส้นดินและเส้นศูนย์ ต้องมีพื้นที่และสิ่งอำนวยความสะดวกเตรียมไว้ สำหรับต่อสายดินของบริภัณฑ์

BUSBAR HOLDERS ต้องเป็นวัสดุประเภท FIBERGLASS REINFORCED POLYESTER หรือ EPOXY–RESIN แบบสองชิ้นประกบ BUSBAR โดยยึดด้วย BOLT และ NUT หุ้ม SPACER ที่เป็นฉนวนไฟฟ้า

BUSBAR และ HOLDERS ต้องมีข้อมูลทางเทคนิค และผลการคำนวณเพื่อแสดงว่าสามารถทนต่อแรงใดๆ ที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้ ไม่น้อยกว่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจรด้านแรงต่ำของหม้อแปลงไฟฟ้า แต่ต้องไม่ต่ำกว่าที่การไฟฟ้ากำหนด โดยไม่เกิดการเสียหายใดๆ รวมทั้ง BOLTS และ NUTS ต้องทนต่อแรงเหล่านั้นได้ด้วยเช่นกัน

10. สายไฟฟ้าสำหรับภายในแผงสวิตซ์ฯ

สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัด ซึ่งเดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้ากับ TERMINAL BLOCK ให้ใช้สายชนิด FLEXIBLE ANNEALED ให้ใช้ชนิดทนแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลต์ ฉนวนทนความร้อนได้ 70 องศาเซลเซียส สายไฟฟ้าหลายเส้นที่เดินไปด้วยกันให้สีต่างกันเพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษาโยกย้ายต้องระบุไว้ในแบบ (As built Drawing) ขนาดของสายไฟฟ้าต้องสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ตามต้องการ แต่ไม่เล็กกว่ากำหนดดังนี้

CURRENT CIRCUIT	:	4.0 ตารางมิลลิเมตร
VOLTAGE CIRCUIT	:	2.5 ตารางมิลลิเมตร
CONTROL CIRCUIT	:	1.5 ตารางมิลลิเมตร
GROUND สำหรับานประตู	:	1.0 ตารางมิลลิเมตร

การต่อวงจรเพื่อการกำลังในแผงจ่ายไฟ เช่น ระหว่างบัสบาร์กับสวิตซ์ฯตัดตอน เป็นต้น ให้ต่อด้วยสายไฟฟ้าหุ้มฉนวนชนิดทนแรงดันได้ 750 โวลต์ และทนความร้อนได้ไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส หรือต่อด้วยบัสบาร์ทองแดงหุ้มฉนวนแบบหดตัวด้วยความร้อน (Heat Shrinkable Tubing) ที่ 40 องศาเซลเซียส ของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต่อเข้าหา หรือขนาดตามที่กำหนดในแบบ

การเดินสายไฟฟ้าภายในแผงสวิตซ์ฯให้เดินในท่อร้อยสาย หรือรางพลาสติกช่วงที่ต่อเข้าอุปกรณ์ให้ร้อยในท่อพลาสติกอ่อน การต่อสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์ให้ต่อผ่านขั้วต่อสายชนิดสองด้าน ห้ามต่อตรงกับอุปกรณ์ ถ้ามีสายไฟฟ้าส่วนที่ต้องเดินอยู่นอกให้ใช้สายไฟฟ้าชนิดหลายแกนมีฉนวนและเปลือกนอก

สายไฟฟ้าทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้านต้องมีหมายเลขกำกับ (Wire Mark) เป็นแบบปลอกสวม ยากแก่การลอกหลุดหาย

ขั้วต่อสาย (Terminal) ให้ใช้แบบใช้เครื่องมือกลบีบ ขั้วต่อสายไฟฟ้าเป็นชนิดที่ใช้กับสายทองแดง

สลักเกลียว แป้นเกลียวและแหวน (Bolts, Nuts & Washers) สำหรับต่อบัสบาร์ให้ใช้ชนิด High–Tensile, Electro–Galvanized or Chrome – Plated ให้ใช้จำนวนสลักและแป้นเกลียวให้เพียงพอแล้วขันด้วย Torque Wrench ให้เพียงพอตามที่กำหนดไว้

การต่อสายไฟเข้ากับบัสบาร์ ต้องต่อผ่านขั้วต่อสาย การต่อขั้วต่อสายกับบัสบาร์ หรือต่อบัสบาร์กับบัสบาร์ ให้ใช้สลักและแป้นเกลียวพร้อมแหวนสปริง ก่อนต่อต้องทำความสะอาดบริเวณ ผิวสัมผัสด้วยแปรงโลหะ

11. MIMIC BUS และ NAMEPLATE

แผงสวิตซ์ฯ ต้องมีข้อมูลขั้นต้นแสดงไว้ เพื่อความสะดวกในการใช้งานและบำรุงรักษาอย่างน้อย ดังนี้

ที่หน้าแผงสวิตซ์ฯ ต้องมี Mimic Bus เพื่อแสดงการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าและออกทำด้วยแผ่นพลาสติกสีดำ สำหรับแผงสวิตซ์ฯ ระบบไฟฟ้าปกติ และสีแดงสำหรับแผงสวิตซ์ฯ ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน หรือสิ่งที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบมีความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร และกว้างไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร ยึดแน่นกับแผงสวิตซ์ฯ

ให้มี Nameplate เพื่อแสดงว่าอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าใด จ่ายหรือควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าใด หรือกลุ่มใดเป็นแผ่นพลาสติกพื้นสี เช่นเดียวกัน MIMIC BUS แกะเป็นตัวอักษรสีขาวโดยความสูงของตัวอักษรต้องไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร (ถ้าเป็นงาน กฟน. จัดทำ) หรือตามที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบ

ป้ายแสดงชื่อและสถานที่ติดต่อของผู้ลิต เป็นป้ายที่ทนทานไม่ลบเลือนได้ง่ายติดไว้ที่แผงสวิตซ์ฯด้านนอกตรงที่ๆเห็นได้ง่ายหลังการติดตั้งแล้ว

12.การติดตั้ง

แผงสวิตซ์ฯ ที่ติดตั้งในสถานที่ใช้งานจริงต้องยึดติดกับฐานที่ตั้งด้วยน๊อต จำนวนไม่น้อยกว่า 4 จุดตามมุมทั้งสี่อย่างแน่นหนา

ในกรณีที่เป็นพื้นคอนกรีต น็อตที่ใช้ต้องเป็นแบบ EXPANSION BOLT

13.การทดสอบ

13.1 การทดสอบประจำโรงงานผู้ผลิต (Routine Test) ตามมาตรฐาน IEC 60439 – 1 จะต้องทำการทดสอบ ดังต่อไปนี้

- ตรวจสอบการทำงานตามวงจรควบคุมทางด้านไฟฟ้า (Wiring, Electrical-Operation)
- ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้า (Dielectric Test)
- ตรวจสอบการป้องกันทางด้านไฟฟ้า (Protective Measures)
- ตรวจสอบค่าความต้านทานฉนวนไฟฟ้า (Insulation Resistance)

13.2 นอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของผู้ว่าจ้างเมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานแล้ว ต้องตรวจทดสอบอย่างน้อยดังนี้

13.2.1 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในแผงสวิตซ์ ทั้งหมด

13.2.2 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายป้อน (Feeder) ต่างๆที่ออกจากแผงสวิตซ์ฯ

13.2.3 ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆเพื่อทดสอบความถูกต้อง

14.เครื่องมือบำรุงรักษา

14.1 ที่ข้างแผงสวิตซ์ฯ แต่ละชุด ให้ติดตั้งเครื่องมือ สำหรับเปิดบานประตูด้านหน้าหนึ่งอัน โดยมีประกบติดรัดไว้กับแผงสวิตซ์ฯ ให้สูงประมาณ 1,800 มม.

14.2 ให้จัดชุดเครื่องมือบำรุงรักษาประกอบด้วยเครื่องเปิดบานประตูด้านหน้าหนึ่งอัน ไขควงสำหรับถอดสกรูยึดแผ่นโลหะหนึ่งอัน Torque Wrench ขนาดที่เหมาะสมหนึ่งอันพร้อมหัว สำหรับขันสลักและแป้นเกลียวที่ใช้ยึดบัสบาร์และสวิตซ์ฯ ตัดตอนครบทุกขนาดที่ต้องใช้หนึ่งชุด พร้อมกล่องโลหะ สำหรับใส่เครื่องมือทั้งหมด ชุดเครื่องมือบำรุงรักษานี้ให้จัดให้ตามจำนวนที่กำหนดในรายการ

หมวดที่ 6
DIGITAL POWER METER

1. ข้อกำหนดทั่วไปของ DIGITAL POWER METER

Metering สำหรับ Main Distribution Board และ Distribution Board ควรเป็นระบบ Digital ทั้งหมด และเป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้ Brand เดียวกัน และมีคุณสมบัติตามข้อกำหนดต่อไปนี้

1.1 POWER METER สำหรับ Main Distribution Board

1.1.1 ต้องสามารถแสดงค่าต่างๆได้ตามนี้

- Current (3I, In)
- Voltage (U_{L-L}, U_{L-N})
- Frequency (F)
- Total and Per phase active, reactive and apparent power (ΣP, ΣQ, ΣS, 3P, 3Q, 3S)
- Per phase power factor (3 P.F., ΣP.F.)
- Active and Reactive Energy (±kWh, ±kVarh)

1.1.2 ต้องมี Circuit Analysis Function ตามหัวข้อต่อไปนี้

- K Factor for Current*
- Total Harmonic Distortion (THD)
- Individual harmonic up to 31st
- Present Energy Quadrant (All 4 quadrants)
- Present Unbalance Rate(%) Voltage and Current
- Max / min 15minute demand (Fixed block Type)

1.1.3 ต้องมี I/O เพื่อทำ Protection / แสดงผล และส่งค่าผ่าน Rs485 เข้าระบบตามต่อไปนี้

- 4 Inputs Relay : dry contact (30VDC), 8 branches Circuit Breaker Status
- 4 Outputs : 4 dry contacts with configuration for Over/Under voltage, Current protection or 2 (4-20mA) output for BAS, DCS

1.1.4 จอแสดงผล

- Display Type Large high-contrast LCD screen
- Dimension 96x96

1.1.5 การต่อเข้า Accessory

- Ratio CT (Primary/Secondary) Programmable set up P/ S up to 9999
- Secondary CT 1 or 5 A
- Ratio PT (Primary/Secondary) Programmable set up P/ S up to 60000
- Frequency 45-65 Hz

1.1.6 ความผิดพลาดที่ยอมรับได้

- Current, Voltage : 0.2%
- Power : 0.5%
- Active Energy : 0.5%
- P.F. : 0.5%
- Frequency : 0.01Hz
- Class1 : refer to IEC62053-21

1.1.7 การติดต่อสื่อสาร

- Link : RS485 Communication Ports
- Protocol : JBUS / MODBUS
- Speed : 38400 bauds

1.1.8 สภาวะแวดล้อม

- Operation temperature : -25 to +35
- Storage : -35 to +70
- Relative humidity : 5% to 95%

ต้องสามารถเพิ่มเติม Software รองรับและสามารถแสดงการคิดค่าไฟได้ทั้ง 3 ประเภทคือ TOD, TOU และ Normal Rate โดยที่ Software ต้องสามารถเลือกใช้ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษได้ โดยที่ไม่ต้องปิดและเปิดโปรแกรมใหม่

1.2 POWER METER สำหรับ BRANCH CIRCUIT BREAKER จะต้องสามารถวัดค่าต่างๆ ได้ดังนี้

1.2.1 ต้องสามารถแสดงค่าต่างๆได้ตามนี้

- Current (3I, In)
- Phase to neutral and phase to phase voltage (U, UF)
- Frequency (F)
- Total and Per phase active, reactive and apparent power (ΣP, ΣQ, ΣS, 3P, 3Q, 3S)
- Per phase power factor (3 P.F.)
- Active and Reactive Energy 4 quadrant (±kWh, ±kVarh)
- Maximum demand 15min, (3I, ΣP, ΣQ, ΣS)
- Average demand 15 min, (3I, ΣP, ΣQ, ΣS)
- Individual harmonic up to 31st

1.2.2 หน้าจอแสดงผล

- Display panel	black-lit LCD
- Dimension	96x96
- Front face Protection	IP54

1.2.3 การวัด

- Primary CT	up to 49,999 A
- Secondary	1 or 5 A
- Primary PT	up to 999,999 V
- Secondary PT	more than 57/100 V
- Frequency	45-65 Hz

1.2.4 ความผิดพลาดที่ยอมรับได้

- Current, Voltage	0.2%
- Power	0.5%
- Active Energy	0.5%
- P.F.	0.5%
- Frequency	0.01Hz

1.2.5 การติดต่อสื่อสาร

- Link	Two separate RS485 Communication Ports (2 x Rs485)One for BAS or BIS and one for Billing system
- Protocol	JBUS / MODBUS
- Speed	19200 bauds
- 2 Inputs Relay	dry contact (30VDC), 8 branches Circuit Breaker Status
- 2 Outputs	2 dry contacts with configuration for Over/Under voltage protection or 2 (4-20mA) output for BAS, DCS

1.2.6 สภาวะแวดล้อม

- Operation temperature	-25 to +35
- Storage	-35 to +70
- Relative humidity	5% to 95%

ต้องสามารถเพิ่มเติม Software รองรับและสามารถแสดงการคิดค่าไฟได้ทั้ง 3 ประเภทคือ TOD, TOU และ Normal Rate โดยที่ Software ต้องสามารถเลือกใช้ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษได้ โดยที่ไม่ต้องปิดและเปิดโปรแกรมใหม่

1.3 ENERGY METER (kwH Meter) สำหรับตู้ย่อย จะต้องมีคุณสมบัติ ดังนี้

1.3.1 ต้องสามารถแสดงค่าต่างๆได้ตามนี้

- Current (3I)
- Phase to neutral voltage (U)
- Active Energy

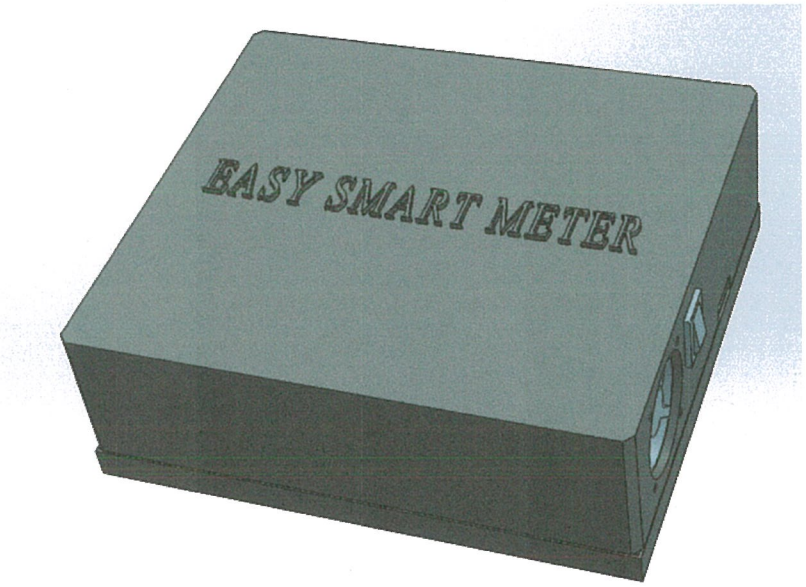
1.3.2 หน้าจอแสดงผล

- Display panel RED LED
- Dimension 96x96

1.3.3 การติดต่อสื่อสาร

- Link RS485 Communication Ports

หมวดที่ 7
ระบบตรวจวัดค่าพลังงานการใช้ไฟฟ้า



ภาพที่ 1 ตัวอย่าง EASY SMART METER)

1. ส่วนประกอบของระบบตรวจติดตามและแสดงผลการใช้พลังงานไฟฟ้า

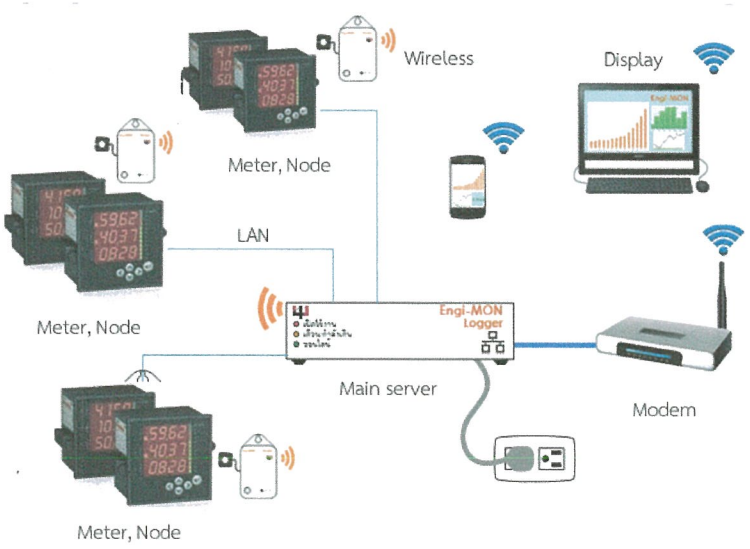
การทำงานของระบบตรวจติดตามและแสดงผลการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบอัจฉริยะ (EASY SMART METER) มีส่วนประกอบหลักของระบบทั้งหมด 4 ส่วนหลัก ประกอบด้วย

1.1 อุปกรณ์ตรวจวัดการใช้ปริมาณไฟฟ้า (METER, NODE)

1.2 อุปกรณ์เก็บบันทึกและประมวลผลการใช้ปริมาณไฟฟ้า (MAIN SERVER)

1.3 อุปกรณ์ส่งสัญญาณข้อมูล (MODEM)

1.4 อุปกรณ์แสดงผล (DISPLAY) โดยแสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ตัวอย่างส่วนประกอบหลักของระบบ EASY SMART METER

2.อุปกรณ์ตรวจวัดการใช้ปริมาณไฟฟ้า

การวัดการใช้ปริมาณไฟฟ้าจะอาศัยอุปกรณ์ตรวจวัด 2 ประเภท โดยเลือกใช้ตามลักษณะการติดตั้งและการส่งสัญญาณเป็นหลัก ดังนี้

2.1 การติดตั้งและส่งสัญญาณด้วยระบบสาย LAN

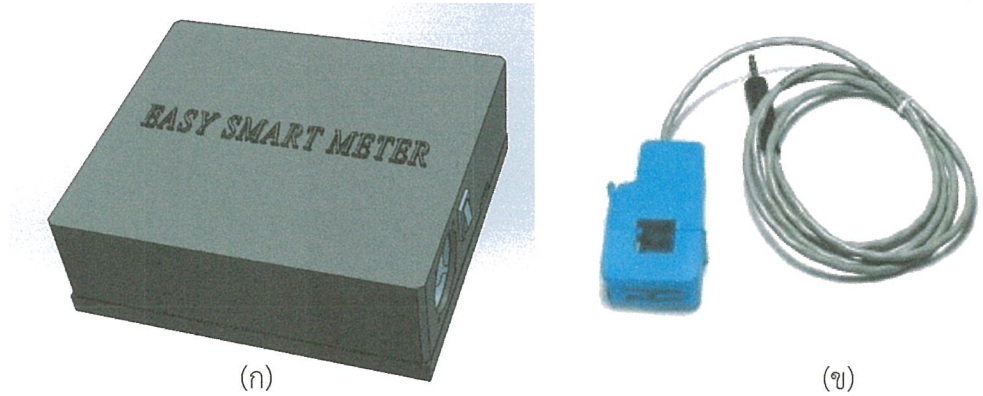
อุปกรณ์ตรวจวัดการใช้ปริมาณไฟฟ้าจะอาศัย มิเตอร์ไฟฟ้าแบบ Digital และ Current Transformer (CT) ในการตรวจวัด ซึ่งสามารถตรวจวัดปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่มีปริมาณสูง หรืออุปกรณ์ที่มีการใช้ปริมาณไฟฟ้าที่มาก ตามคุณสมบัติ ของมิเตอร์ไฟฟ้า และขนาดของ CT ที่นำมาใช้ในการตรวจวัด สามารถตรวจสอบการทำการของโซล่าเซลล์ได้ในระดับแผง ดังภาพที่ 3

(ก) (ข)

ภาพที่ 3 ตัวอย่าง (ก) มิเตอร์ไฟฟ้าแบบ Digital (ข) CT

2.2 การติดตั้งและส่งสัญญาณด้วยระบบ WIRELESS

อุปกรณ์ตรวจวัดการใช้ปริมาณไฟฟ้าจะอาศัย อุปกรณ์ตรวจวัดและส่งสัญญาณ - ESM NODE และ Current Transformer (CT) ในการตรวจวัด ซึ่งมีความเหมาะสมกับการตรวจวัดปริมาณการใช้ไฟฟ้าของอุปกรณ์แต่ละชนิด ในแต่ละตำแหน่ง และอุปกรณ์ที่มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าในปริมาณไม่สูงมาก ทำให้สามารถวิเคราะห์การใช้ปริมาณไฟฟ้าในแต่ละตำแหน่งได้ละเอียดมากขึ้น ดังรูปที่ 3

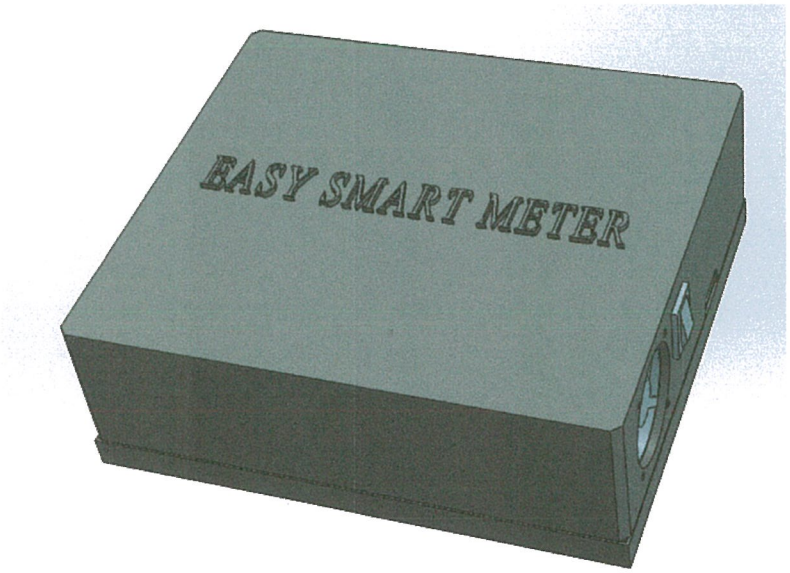


(ก) (ข)

ภาพที่ 4 ตัวอย่าง (ก) ESM NODE (ข) CT แบบ Clamp Lock

3.อุปกรณ์เก็บบันทึกและประมวลผลการใช้ปริมาณไฟฟ้า (MAIN SERVER)

เมื่ออุปกรณ์ตรวจวัดการใช้ปริมาณไฟฟ้า ทำการวัดปริมาณไฟฟ้าที่เกิดขึ้น ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าจะถูกส่งเข้าไปที่อุปกรณ์เก็บบันทึกและประมวลผลการใช้ปริมาณไฟฟ้า เพื่อเก็บข้อมูล และประมวลผลพร้อมสะสมข้อมูล และยังสามารถส่งข้อมูลไปสะสม และแสดงผลโดยอาศัยคอมพิวเตอร์ที่เป็น Server ในการเก็บข้อมูลการประมวลผลย้อนหลัง แสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ตัวอย่างอุปกรณ์เก็บบันทึกและประมวลผลการใช้ปริมาณไฟฟ้า

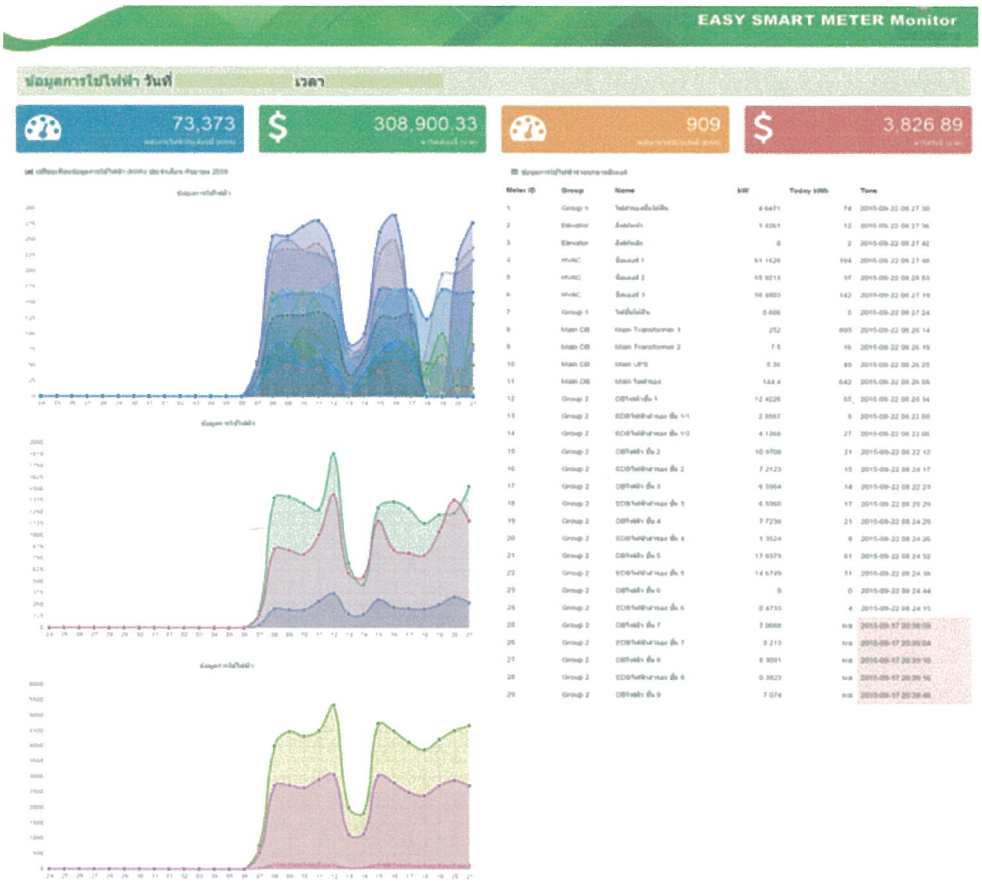
อุปกรณ์เก็บบันทึกและประมวลผลการใช้ปริมาณไฟฟ้ามีคุณสมบัติดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของอุปกรณ์เก็บบันทึกและประมวลผลการใช้ปริมาณไฟฟ้า

Dimension (WxLxH)	16.5x18.5x5.5 cm.
CPU	Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 (ARMv8) 64-bit SoC @1.4GHz
Display Port	HDMI
Operation System	Linux
Memory	Micro SD CARD
Ram	1GB LPDDR2 SDRAM
Power Input	220V
USB Port	4
RS485 Port	1
Networking	Gigabit Ethernet (via USB channel), 2.4GHz and 5 GHz 802.11b/g/n/ac Wi-Fi
Resistor Jumper	Yes
External Storage	Yes
Bluetooth	4.2
GPIO	40-pin

4. อุปกรณ์แสดงผล (DISPLAY)

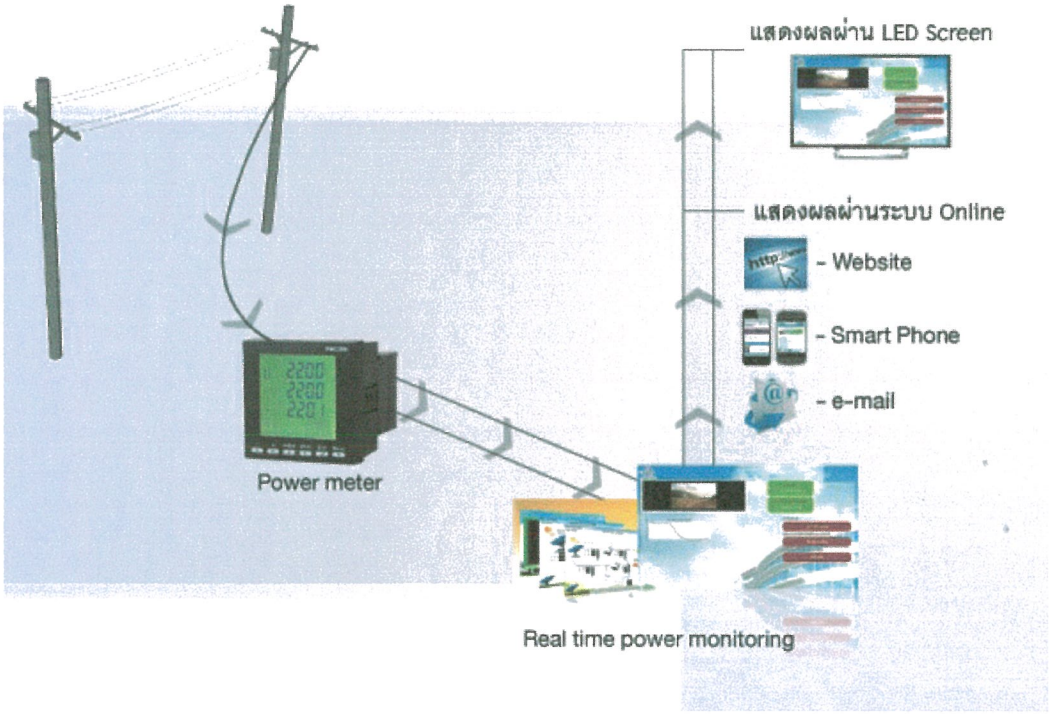
เมื่ออุปกรณ์ส่งสัญญาณข้อมูลส่งสัญญาณออกมาเพื่อแสดงผล จะอาศัยอุปกรณ์ที่ใช้ในการแสดงผล คือ โทรทัศน์ ,ระบบคอมพิวเตอร์ ,Smartphone หรืออุปกรณ์ทางเทคโนโลยีการแสดงผลต่างๆที่สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ส่งสัญญาณข้อมูลได้ เพื่อแสดงผลของการใช้ปริมาณไฟฟ้า และวิเคราะห์ สรุป ถึงปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจริง แบบ Real time โดยตัวอย่างรูปแบบการแสดงผล แสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ตัวอย่างรูปแบบการแสดงผลการใช้และผลิตปริมาณไฟฟ้าที่ตรวจวัดได้ของเดิม

5. หลักการทำงานของระบบตรวจติดตามและแสดงผลการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบอัจฉริยะ

ระบบ EASY SMART METER คือ ระบบติดตามผล และวิเคราะห์ บันทึกการใช้ปริมาณไฟฟ้าภายในอาคาร โดยรูปแบบการทำงานหลักของระบบ แสดงดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ตัวอย่างหลักการทำงานของระบบ EASY SMART METER

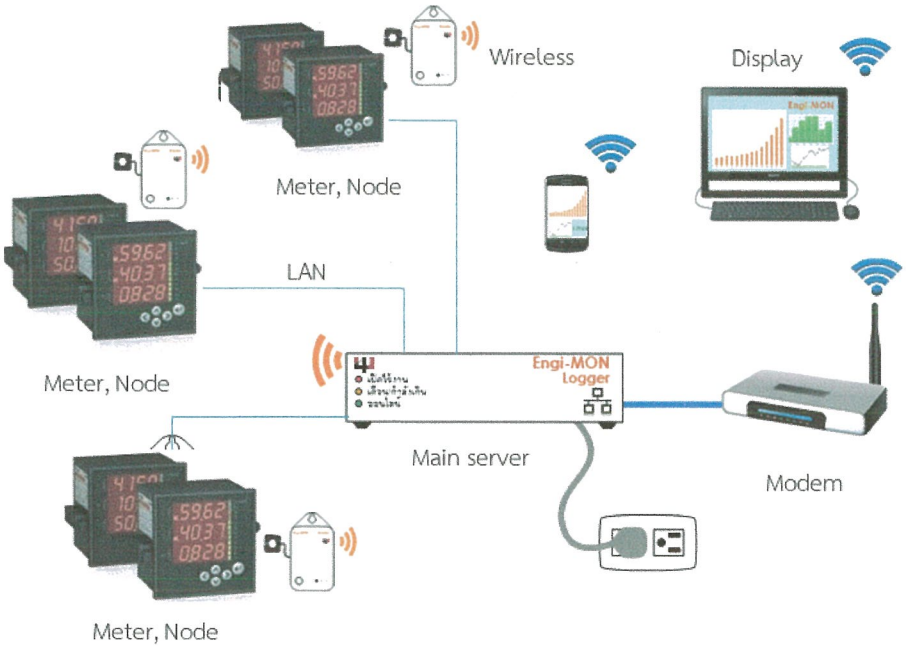
โดยระบบจะทำการเก็บการใช้ปริมาณไฟฟ้าจากมิเตอร์วัดไฟฟ้า แต่ละตัวมาเก็บค่าและประมวลผลผ่านฐานข้อมูล และโปรแกรมการประมวลผลที่พัฒนาขึ้น แล้วแสดงผลออกมาในรูปแบบที่เข้าใจง่าย โดยระบบ EASY SMART METER ประกอบไปด้วย

5.1 โครงสร้างของระบบ

ระบบมอนิเตอร์พลังงานไฟฟ้าที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ มีโครงสร้างตามภาพที่ 8 ซึ่งประกอบไปด้วย

1. อุปกรณ์ตรวจวัดการใช้ปริมาณไฟฟ้า (NODE)
2. อุปกรณ์เก็บบันทึกและประมวลผลการใช้ปริมาณไฟฟ้า (MAIN SERVER)
3. อุปกรณ์ส่งสัญญาณข้อมูล (MODEM)
4. อุปกรณ์แสดงผล (DISPLAY)

ซึ่งอุปกรณ์บันทึกข้อมูลสามารถเชื่อมต่อกับ LAN/WiFi ได้ ทำให้ผู้ใช้สามารถติดต่อกับระบบฯ โดยใช้อุปกรณ์ไอทีทั่วไปอย่างเช่น คอมพิวเตอร์ และ สมาร์ตโฟน เป็นต้น, ตัววัดกำลังจะวัดปริมาณการใช้กำลังไฟฟ้า (kW) จากจุดต่างๆ ของหน่วยงานและองค์กร ข้อมูลปริมาณกำลังไฟฟ้าจะถูกส่งผ่านระบบสายLAN และ/หรือ ระบบไร้สายตามมาตรฐาน IEEE 802.15.4 โดยการสื่อสารไร้สายด้วยมาตรฐาน IEEE 802.15.4 ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็กมาจัดการสื่อสารได้ ใช้งานย่านความถี่ ISM ซึ่งสามารถใช้งานโดยไม่ต้องขออนุญาตก่อน นอกจากนี้ IEEE 802.15.4 ยังถูกใช้ในสแตกของ ZigBee ที่ได้รับความนิยมไปใช้งานด้านต่างๆ รวมทั้ง AMI (Advanced Metering Infrastructure) มายังตัวบันทึกข้อมูล ซึ่งจะทำหน้าที่รวบรวมข้อมูลแล้วคำนวณพลังงานไฟฟ้า (kWh) และบันทึกข้อมูลเป็น รายวัน, รายเดือน ,และ รายปี ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้านี้จะช่วยให้ผู้ใช้สามารถประมาณค่าไฟฟ้าได้



ภาพที่ 8 ตัวอย่างโครงสร้างของระบบ EASY SMART METER

ระบบ EASY SMART METER ที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดที่ใช้ CT และ มิเตอร์ไฟฟ้าแบบ Digital จะอาศัยมิเตอร์ไฟฟ้าแบบ Digital เป็นอุปกรณ์ในการอ่านข้อมูล และส่งเข้าไปสู่อุปกรณ์เก็บบันทึกและประมวลผลการใช้ปริมาณไฟฟ้า โดยอาศัยช่องส่งสัญญาณ RS 485 ในการส่งถ่ายข้อมูล และอาศัยชุดสายส่งสัญญาณเป็นอุปกรณ์ในการนำส่งสัญญาณ

และหากเป็นการส่งข้อมูลแบบ WIRELESS จะอาศัยตัวมอนิเตอร์กำลังไฟฟ้าวัดกำลังไฟฟ้าโดยการวัดกระแสและแรงดันแล้วนำไปคำนวณหากำลังไฟฟ้าโดยไอซี MCP3906 ซึ่งได้รับใบรับรองให้ใช้ใน Energy Meter ได้ และการติดตั้งจะใช้ CT เพื่อตรวจจับกระแส และ แรงดันถูกนำเข้ามาเพื่อตรวจวัดและใช้เป็นต้นกำลัง (Power Supply) เพื่อเลี้ยงวงจรทั้งหมด กำลังไฟฟ้าที่วัดได้จะถูกส่งเป็นสัญญาณดิจิตอลให้ไมโครคอนโทรเลอร์อ่านเข้าไปแล้วรายงานไปยังตัวบันทึกข้อมูลผ่าน RF Transceiver ที่ส่งสัญญาณตามมาตรฐาน IEEE 802.15.4

5.2 ฟังก์ชันของระบบ

ระบบ EASY SMART METER เป็นระบบตรวจวัดข้อมูลด้าน การใช้ปริมาณไฟฟ้าแบบ รายงานผลทันที และตลอดเวลา โดยมีโปรแกรมแสดงผลข้อมูลการใช้ปริมาณไฟฟ้า และสามารถเก็บข้อมูล สามารถเรียกดูข้อมูลย้อนหลังได้บนฐานข้อมูล ตัวโปรแกรมสามารถติดตั้งบนอินเตอร์เน็ท ทำให้สามารถดู และวิเคราะห์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้ในทุกที่ ที่มีการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ท อีกทั้งยังมีโปรแกรมสำหรับผู้ดูแลระบบที่สามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์ เพิ่มเติม และสามารถพิมพ์ข้อมูลออกมาประกอบรายงานข้อมูลการใช้ปริมาณไฟฟ้า โดยจะมีคุณลักษณะ และการแสดงผลดังนี้

โปรแกรมการแสดงผล

- แสดงผลข้อมูลการใช้ปริมาณไฟฟ้าที่ง่ายต่อการเข้าใจของทุกบุคคล
- แสดงผลในรูปแบบหน่วยของ กิโลวัตต์ บาท และกำลังไฟฟ้าที่ใช้จริง

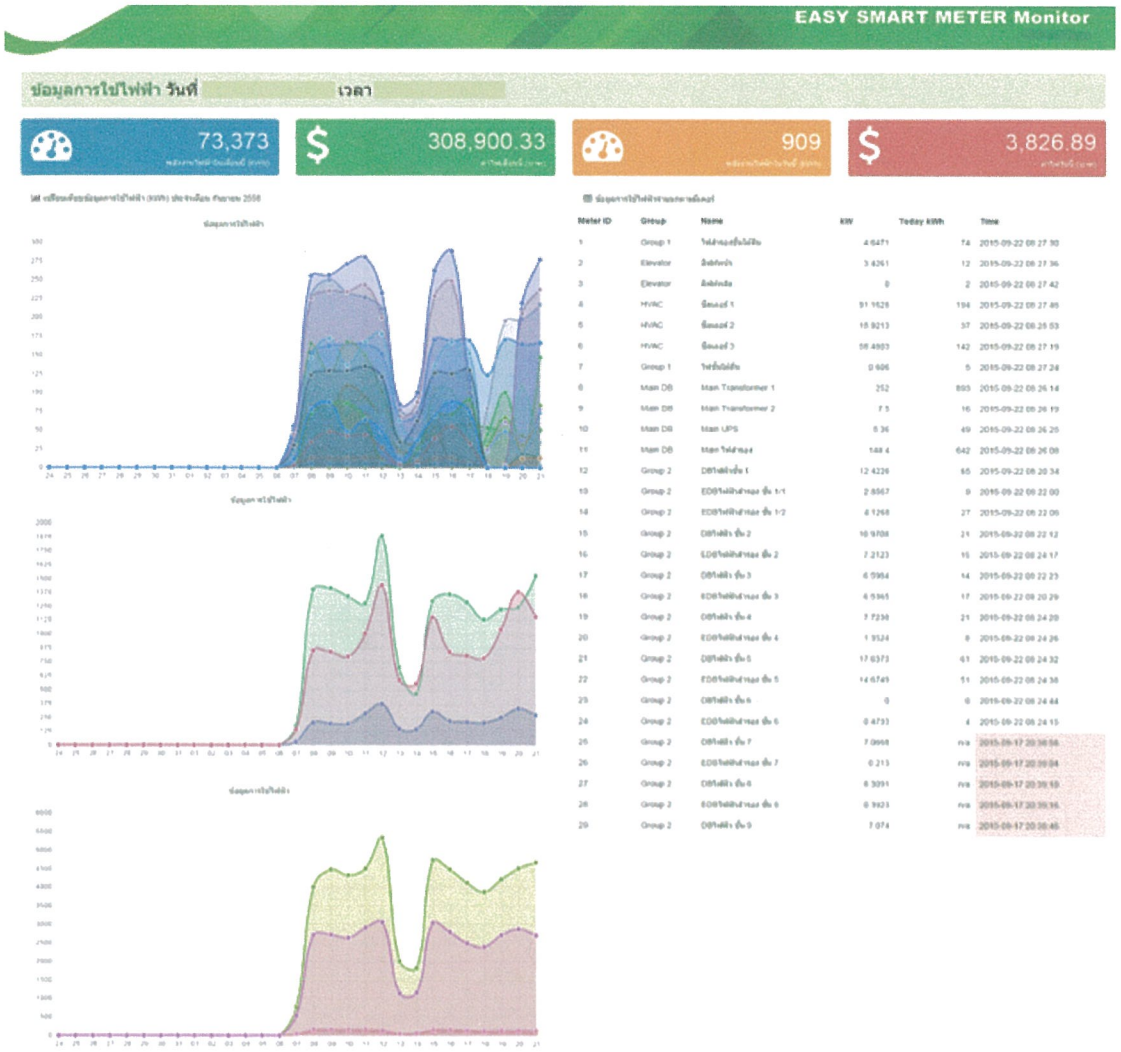
- แสดงผลความต่างศักย์ไฟฟ้าแบบทันที และตลอดเวลา
- แสดงผลค่าใช้จ่ายในการใช้ไฟฟ้าภายในองค์กรแบบทันที และตลอดเวลา
- แจ้งเตือนการใช้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่เกินจุดสูงสุดที่ตั้งไว้

คุณลักษณะแสดงผลหลัก

- ง่ายต่อการอ่านค่า และสามารถอ่านได้ทุกที่ ที่มีอินเตอร์เน็ท
- ดูการใช้พลังงานแบบทันที และตลอดเวลา
- ย้อนดูการใช้พลังงานรายวัน รายสัปดาห์ รายเดือน และรายปี
- ย้อนดูค่าเฉลี่ย และเปรียบเทียบการใช้พลังงาน รายวัน รายสัปดาห์ รายเดือน และรายปี
- แจ้งเตือนการใช้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่เกินจุดสูงสุดที่ตั้งไว้

6. การแสดงผลปริมาณการใช้พลังงานของระบบตรวจติดตามและแสดงผลการใช้พลังงานไฟฟ้า

รูปแบบการแสดงผลของระบบ EASY SMART METER จะแสดงผลถึงปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่ทำการตรวจวัดได้ทั้งหมด โดยประมวลผล และแสดงรูปแบบการนำเสนอดังภาพที่ 9

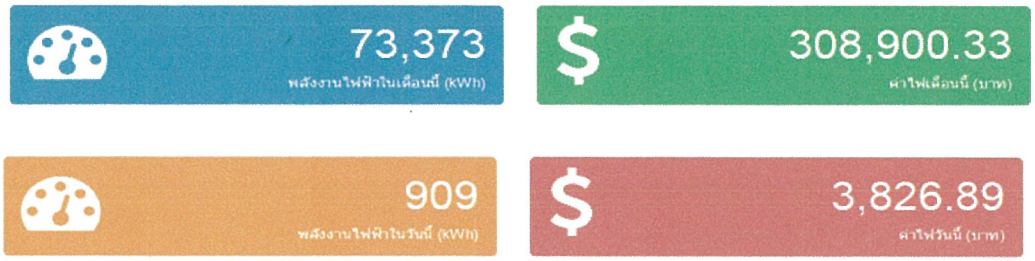


ภาพที่ 9 ตัวอย่างการแสดงผลปริมาณการใช้พลังงานของระบบตรวจติดตามและแสดงผลการใช้พลังงานไฟฟ้า

การแสดงผลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า จะระบุ วันและเวลาปัจจุบัน ในการแสดงผลที่ทำการตรวจสอบและวิเคราะห์ผลทางด้านบนของหน้าต่างแสดงผล โดยหน้าต่างการแสดงผลจะแบ่งหน้าต่างหลักออกเป็นทั้งหมด 3 ส่วน ประกอบด้วย

1 การแสดงผลในรูปแบบของตัวเลข

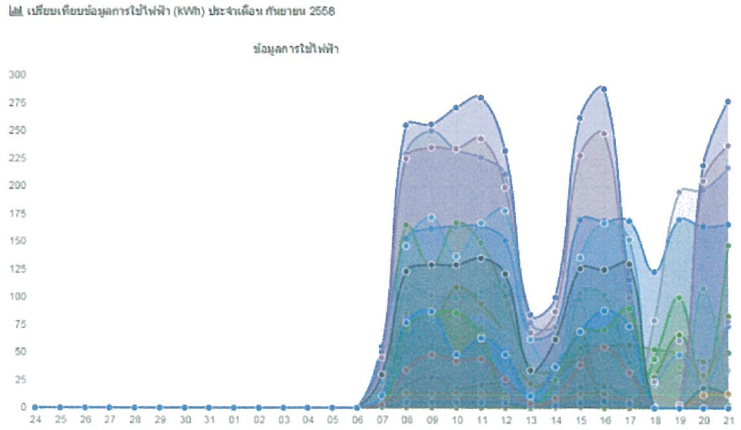
การแสดงผลในรูปแบบของตัวเลข จะแสดงผลในรูปแบบของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในวันปัจจุบัน และรวมออกมาให้อยู่ในของพลังงานไฟฟ้าสะสมในเดือนปัจจุบัน และนำพลังงานไฟฟ้าที่ตรวจวัดได้มาคำนวณออกมาในรูปค่าไฟฟ้าที่คิดเป็นค่าใช้จ่าย ในหน่วย บาท ของรายวันปัจจุบัน และสะสมรายเดือน ดังแสดงในภาพที่ 10



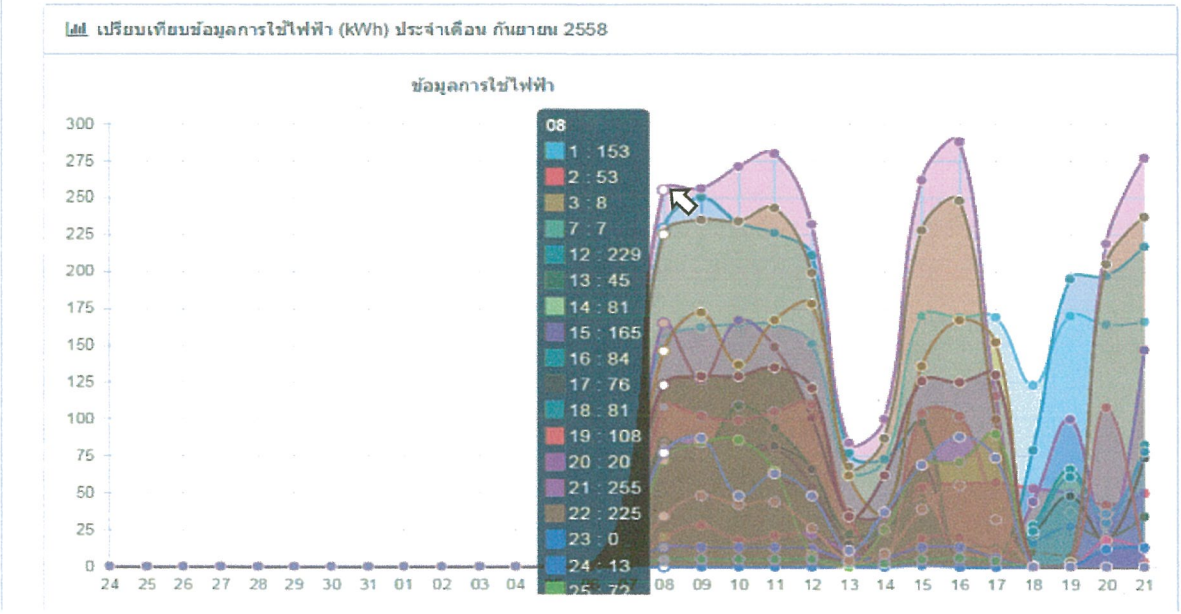
ภาพที่ 10 ตัวอย่างการแสดงผลในรูปแบบของตัวเลขของพลังงานไฟฟ้า และค่าใช้จ่ายในหน่วย บาท

2 การแสดงผลในรูปของกราฟ

การแสดงผลในรูปของกราฟจะแสดงถึง ข้อมูลการใช้ไฟฟ้า ในราย 30 วัน โดยจะระบุเดือนในปัจจุบันทางด้านบนของกราฟ ส่วนประกอบของกราฟในแกน x จะแสดงถึง วันที่ ที่ตรวจวัดไฟในเดือนก่อนหน้า และในเดือนปัจจุบันเป็นเวลา 30 วัน และในแกน Y จะแสดงถึงปริมาณการใช้ไฟฟ้าในหน่วยของ kWh (หน่วยการใช้ไฟฟ้า) ซึ่งสามารถเปรียบเทียบในแต่ละ NODE หรืออุปกรณ์ที่ทำการตรวจวัดออกมาเป็นรูปแบบกราฟเส้นตามจำนวนของ NODE หรืออุปกรณ์ ดังแสดงในภาพที่ 13 และเมื่อใช้ Mouse เลื่อนลูกศรไปยังตำแหน่งการตรวจวัดไฟสูงสุดในแต่ละวัน จะปรากฏแถบข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าของในวันที่ทำการวางลูกศร โดยแสดงวันที่ต้องการตรวจดู และแสดงค่าการใช้พลังงานออกมาในรูปของหน่วยตัวเลขการใช้ ในของแต่ละ NODE หรืออุปกรณ์ แสดงดังภาพที่ 10-11



ภาพที่ 10 ตัวอย่างกราฟแสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้าราย 30 วันในเดือนก่อนหน้า และเดือนปัจจุบัน



ภาพที่ 11 ตัวอย่างการแสดงผลการใช้ปริมาณไฟฟ้าของวันที่เลือกในรูปแบบของตัวเลขเทียบในแต่ละ NODE หรืออุปกรณ์

3 การแสดงผลในรูปของตาราง

การแสดงผลในรูปของตารางจะแสดงถึงข้อมูลการใช้ไฟฟ้าจำแนกตามมิเตอร์ ดังแสดงในภาพที่ 12 โดยมีรายละเอียดของการแสดงข้อมูลของตาราง คือ

- หมายเลขมิเตอร์ (Meter ID) แสดงถึง หมายเลขมิเตอร์ หรือ NODE ที่ใช้ในการตรวจวัดปริมาณการใช้ไฟฟ้าของอุปกรณ์ หรือสถานที่นั้นๆ
- กลุ่ม (Group) แสดงถึง การจัดกลุ่มของมิเตอร์ หรือ NODE รายย่อยแต่ละตัวตามความเหมาะสม เช่น การจัดกลุ่มของ มิเตอร์ หรือ NODE ตามชั้น การจัดกลุ่มตามชนิดของอุปกรณ์ เป็นต้น
- ชื่ออุปกรณ์ (Name) แสดงถึงรายชื่อของอุปกรณ์ หรือสถานที่ ที่มิเตอร์ หรือ NODE ทำการตรวจวัด เพื่อระบุถึงตำแหน่งที่ตั้ง และประเภทของอุปกรณ์เพื่อเปรียบเทียบปริมาณการใช้ไฟฟ้าเบื้องต้น
- การใช้ไฟฟ้า (kW) แสดงถึงการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาปัจจุบันที่ทำการตรวจวัดการใช้ไฟฟ้า
- หน่วยการใช้ไฟฟ้า (Today kWh) แสดงถึงหน่วยการใช้ไฟฟ้าสะสมในวันปัจจุบันที่ทำการตรวจวัดการใช้ไฟฟ้า
- เวลา (Time) แสดงถึง วัน-เดือน-ปี และเวลาเป็น ชั่วโมง-นาที-วินาที ปัจจุบันที่มีการตรวจวัดการใช้ไฟฟ้า

ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าจำแนกตามมิเตอร์

Meter ID	Group	Name	kW	Today kWh	Time
1	Group 1	ไฟสำรองชั้นใต้ดิน	4.6471	74	2015-09-22 08:27:30
2	Elevator	ลิฟท์หน้า	3.4261	12	2015-09-22 08:27:36
3	Elevator	ลิฟท์หลัง	0	2	2015-09-22 08:27:42
4	HVAC	ชิลเลอร์ 1	91.1628	194	2015-09-22 08:27:48
5	HVAC	ชิลเลอร์ 2	15.9213	37	2015-09-22 08:25:53
6	HVAC	ชิลเลอร์ 3	58.4803	142	2015-09-22 08:27:19
7	Group 1	ไฟชั้นใต้ดิน	0.606	5	2015-09-22 08:27:24
8	Main DB	Main Transformer 1	252	893	2015-09-22 08:26:14
9	Main DB	Main Transformer 2	7.5	16	2015-09-22 08:26:19
10	Main DB	Main UPS	5.36	49	2015-09-22 08:26:25
11	Main DB	Main ไฟสำรอง	144.4	642	2015-09-22 08:26:08
12	Group 2	DBไฟฟ้าชั้น 1	12.4226	65	2015-09-22 08:20:34
13	Group 2	EDBไฟฟ้าสำรอง ชั้น 1/1	2.8567	9	2015-09-22 08:22:00
14	Group 2	EDBไฟฟ้าสำรอง ชั้น 1/2	4.1268	27	2015-09-22 08:22:06

ภาพที่ 12 ตัวอย่างตารางแสดงข้อมูลการใช้ไฟฟ้าจำแนกตามมิเตอร์

และจะมีการแจ้งเตือนความผิดพลาดของการแสดงผลข้อมูลการใช้ไฟฟ้า หากมิเตอร์ หรือ NODE ตัวไหนไม่ทำการส่งสัญญาณข้อมูลมาที่อุปกรณ์เก็บบันทึกและประมวลผลการใช้ปริมาณไฟฟ้าเป็นระยะเวลาเกิน 1 ชั่วโมงขึ้นไป โดยจะแสดงเป็นแถบสีแดงขึ้นมาเตือนที่ช่องของเวลา แสดงดังภาพที่ 13

ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าจำแนกตามมิเตอร์

Meter ID	Group	Name	kW	Today kWh	Time
1	Group 1	ไฟสำรองชั้นใต้ดิน	4.6471	74	2015-09-22 08:27:30
2	Elevator	ลิฟท์หน้า	3.4261	12	2015-09-22 08:27:36
3	Elevator	ลิฟท์หลัง	0	2	2015-09-22 08:27:42
4	HVAC	ชิลเลอร์ 1	91.1628	194	2015-09-22 08:27:48
5	HVAC	ชิลเลอร์ 2	15.9213	37	2015-09-22 08:25:53
6	HVAC	ชิลเลอร์ 3	58.4803	142	2015-09-22 08:27:19
7	Group 1	ไฟชั้นใต้ดิน	0.606	5	2015-09-22 08:27:24
8	Main DB	Main Transformer 1	252	893	2015-09-22 08:26:14
9	Main DB	Main Transformer 2	7.5	16	2015-09-22 08:26:19
10	Main DB	Main UPS	5.36	49	2015-09-22 08:26:25
11	Main DB	Main ไฟสำรอง	144.4	642	2015-09-22 08:26:08
12	Group 2	DBไฟฟ้าชั้น 1	12.4226	65	2015-09-22 08:20:34
13	Group 2	EDBไฟฟ้าสำรอง ชั้น 1/1	2.8567	9	2015-09-22 08:22:00
14	Group 2	EDBไฟฟ้าสำรอง ชั้น 1/2	4.1268	27	2015-09-22 08:22:06
15	Group 2	DBไฟฟ้า ชั้น 2	10.9708	21	2015-09-22 08:22:12
16	Group 2	EDBไฟฟ้าสำรอง ชั้น 2	7.2123	15	2015-09-22 08:24:17
17	Group 2	DBไฟฟ้า ชั้น 3	6.5964	14	2015-09-22 08:22:23
18	Group 2	EDBไฟฟ้าสำรอง ชั้น 3	6.5365	17	2015-09-22 08:20:29
19	Group 2	DBไฟฟ้า ชั้น 4	7.7238	21	2015-09-22 08:24:20
20	Group 2	EDBไฟฟ้าสำรอง ชั้น 4	1.3524	8	2015-09-22 08:24:26
21	Group 2	DBไฟฟ้า ชั้น 5	17.6373	61	2015-09-22 08:24:32
22	Group 2	EDBไฟฟ้าสำรอง ชั้น 5	14.6749	51	2015-09-22 08:24:38
23	Group 2	DBไฟฟ้า ชั้น 6	0	0	2015-09-22 08:24:44
24	Group 2	EDBไฟฟ้าสำรอง ชั้น 6	0.4733	1	2015-09-22 08:24:45
25	Group 2	DBไฟฟ้า ชั้น 7	7.0668	n/a	2015-09-17 20:38:58
26	Group 2	EDBไฟฟ้าสำรอง ชั้น 7	0.213	n/a	2015-09-17 20:39:04
27	Group 2	DBไฟฟ้า ชั้น 8	8.3091	n/a	2015-09-17 20:39:10
28	Group 2	EDBไฟฟ้าสำรอง ชั้น 8	0.3923	n/a	2015-09-17 20:39:16
29	Group 2	DBไฟฟ้า ชั้น 9	7.074	n/a	2015-09-17 20:38:46
30	Group 2	EDBไฟฟ้าสำรอง ชั้น 9	0.7833	n/a	2015-09-17 20:38:52

ภาพที่ 13 ตัวอย่างการแจ้งเตือนความผิดพลาดของการแสดงผลข้อมูลการใช้ไฟฟ้า

7. โปรแกรมวิเคราะห์การใช้ปริมาณไฟฟ้าของระบบตรวจติดตามและแสดงผลการใช้พลังงานไฟฟ้า

รูปแบบโปรแกรมวิเคราะห์การใช้ปริมาณไฟฟ้าของระบบ EASY SMART METER จะแสดงผลถึงปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่ทำการตรวจวัดได้ทั้งหมด โดยประมวลผล และเปรียบเทียบข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในแบบรายวัน รายเดือน และรายปี พร้อมทั้งแปรผลให้อยู่ในรูปค่าใช้จ่ายในการใช้ไฟในหน่วย บาท แสดงรูปแบบการนำเสนอดังภาพที่ 14 ซึ่งเป็นการวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้พลังงาน และสัดส่วนการใช้พลังงาน ประกอบไปด้วยการวิเคราะห์ในส่วนพฤติกรรมการใช้พลังงาน เปรียบเทียบการใช้พลังงาน และออกรายงาน โดยเมื่อป้อนข้อมูลที่ต้องการทราบเสร็จสมบูรณ์ กดปุ่ม Analyze กราฟการวิเคราะห์ผลจะแสดงกราฟออกมาเป็นข้อมูลในรูปแบบต่างๆ

ภาพที่ 14 ตัวอย่างโปรแกรมวิเคราะห์การใช้ปริมาณไฟฟ้าของระบบ EASY SMART METER

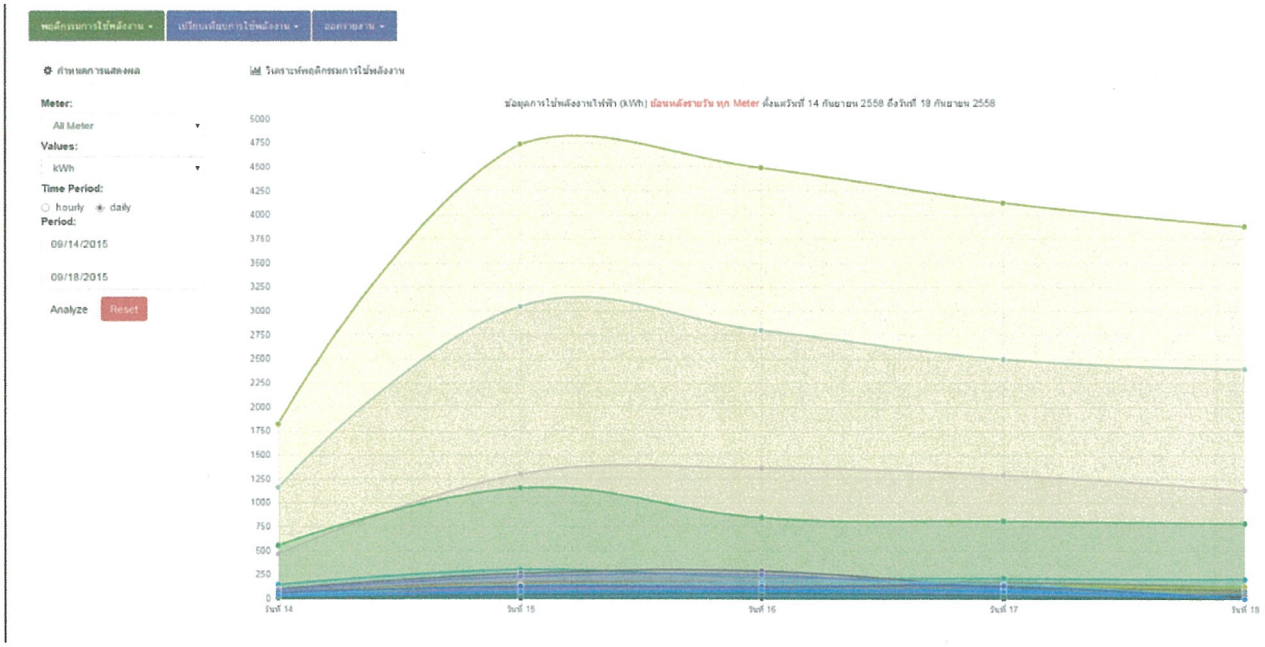
7.1 การวิเคราะห์ในส่วนพฤติกรรมการใช้พลังงาน

การวิเคราะห์ในส่วนพฤติกรรมการใช้พลังงานจะประกอบไปด้วยการวิเคราะห์ทั้งหมด 3 หัวย่อยคือ จำแนกตามมิเตอร์หรือกลุ่มมิเตอร์ สัดส่วนของการใช้พลังงานไฟฟ้า (kWh) และค่าเฉลี่ยของกำลังไฟฟ้าในแต่ละวัน (kW) โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 จำแนกตามมิเตอร์หรือกลุ่มมิเตอร์การวิเคราะห์การใช้ปริมาณไฟฟ้าจำแนกตามมิเตอร์หรือกลุ่มมิเตอร์ เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีการกำหนดการแสดงผลในการเลือกค่าทั้งหมด 4 ค่า ด้วยกัน คือ

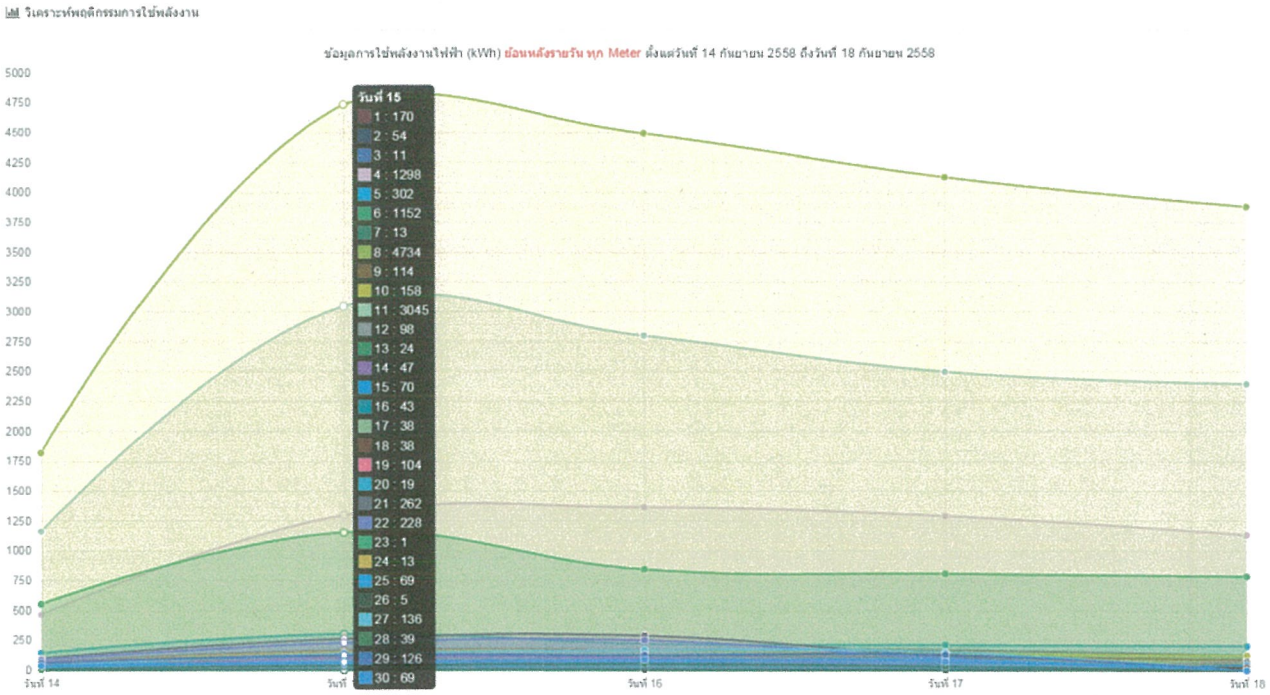
- Meter แสดงถึง ค่าในการเลือกมิเตอร์ในการแสดงผล โดยสามารถเลือกมิเตอร์ให้แสดงผลทีละ 1มิเตอร์ หรือมิเตอร์ทุกตัวรวมกัน
- Values แสดงถึง ค่าในการเลือกการแสดงผลออกมาในรูปของ kWh, kW และ Baht ในการแสดงผลในแนวแกน Y
- Time Period แสดงถึง ค่าในการเลือกช่วงคาบเวลาในการแสดงผล แบ่งได้ 2 คาบเวลา คือ แบบ Hourly และแบบ Daily
- Period แสดงถึง ค่าในการเลือกช่วงวันที่ในการแสดงผล ตามช่วงของวันที่ ที่ต้องการวิเคราะห์ค่าการใช้ปริมาณไฟฟ้าในการแสดงผลในแนวแกน X

โดยรูปแบบในการแสดงผลของการวิเคราะห์การใช้ปริมาณไฟฟ้าจำแนกตามมิเตอร์หรือกลุ่มมิเตอร์ แสดงดังภาพที่ 15



ภาพที่ 15 ตัวอย่างการแสดงผลของการวิเคราะห์การใช้ปริมาณไฟฟ้าจำแนกตามมิเตอร์หรือกลุ่มมิเตอร์

และเมื่อใช้ Mouse เลื่อนลูกศรไปยังตำแหน่งการตรวจวัดไฟสูงสุดในแต่ละวัน จะปรากฏแถบข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าของในวันที่ทำการวางลูกศร โดยแสดงวันที่ต้องการตรวจดู และแสดงค่าการใช้พลังงานออกมาในรูปของหน่วยตัวเลขการใช้ ในของแต่ละ NODE หรืออุปกรณ์ แสดงดังภาพที่ 16



ภาพที่ 16 ตัวอย่างการแสดงผลการใช้ปริมาณไฟฟ้าของวันที่เลือกในรูปแบบของตัวเลขเทียบในแต่ละ NODE หรืออุปกรณ์

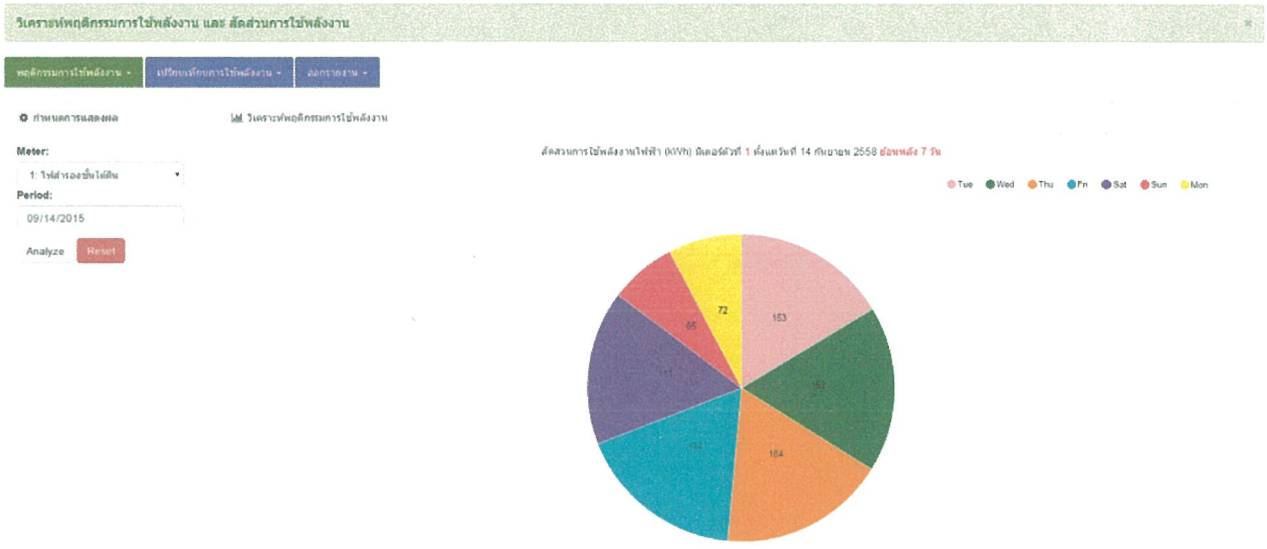
4.1.2 สัดส่วนของการใช้พลังงานไฟฟ้า (kWh)

การวิเคราะห์สัดส่วนของการใช้พลังงานไฟฟ้า เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีการกำหนดการแสดงผลในการเลือกค่าทั้งหมด 2 ค่า ด้วยกัน คือ

- Meter แสดงถึง ค่าในการเลือกมิเตอร์ในการแสดงผล โดยสามารถเลือกมิเตอร์ให้แสดงผลครั้งละ 1 มิเตอร์

- Period แสดงถึง ค่าในการเลือกช่วงวันที่ในการแสดงผล ตามช่วงของวันที่ ที่ต้องการวิเคราะห์ค่าการใช้ปริมาณไฟฟ้า โดยจะแสดงผลเปรียบเทียบการใช้ปริมาณไฟฟ้าในช่วง 1 สัปดาห์ในช่วงของวันที่เลือกการแสดงผล

รูปแบบในการแสดงผลของการวิเคราะห์สัดส่วนของการใช้พลังงานไฟฟ้า จะแสดงผลในรูปของกราฟวงกลม เทียบช่วงเวลาการใช้ปริมาณไฟฟ้า 1 สัปดาห์ แสดงดังภาพที่ 17



ภาพที่ 17 ตัวอย่างการแสดงผลของการวิเคราะห์สัดส่วนของการใช้พลังงานไฟฟ้า

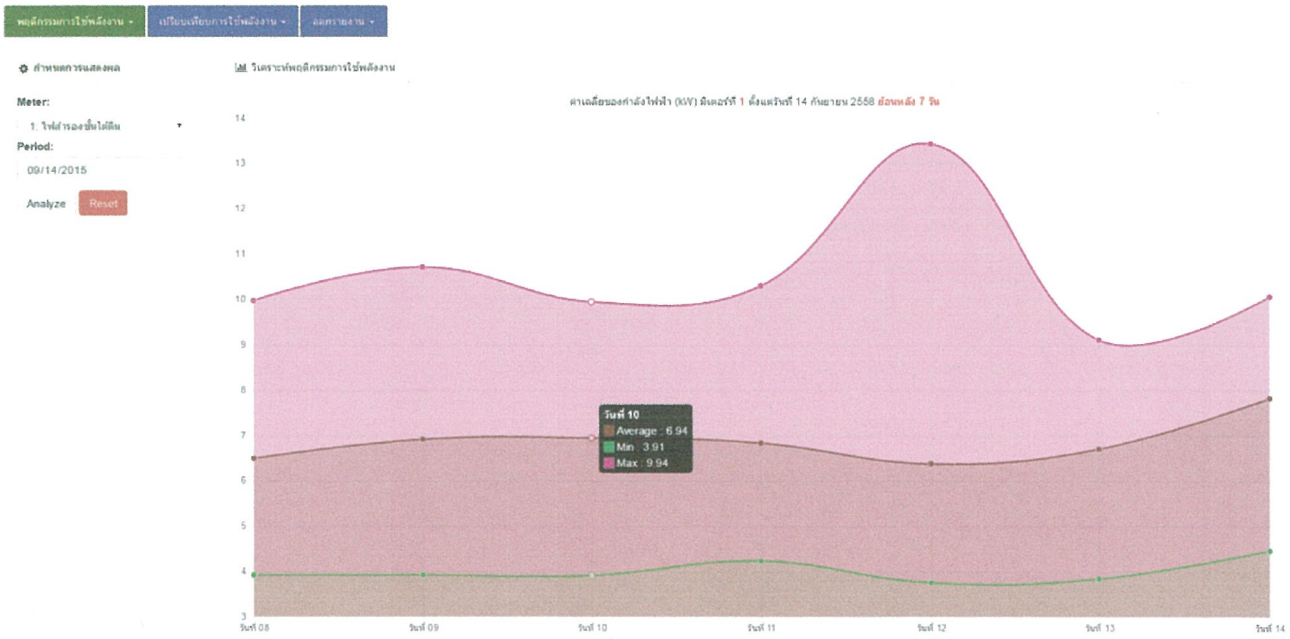
4.1.3 ค่าเฉลี่ยของกำลังไฟฟ้าในแต่ละวัน (kW)

การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของกำลังไฟฟ้าในแต่ละวัน เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีการกำหนดการแสดงผลในการเลือกค่าทั้งหมด 2 ค่า ด้วยกัน คือ

- Meter แสดงถึง ค่าในการเลือกมิเตอร์ในการแสดงผล โดยสามารถเลือกมิเตอร์ให้แสดงผลทีละ 1มิเตอร์

- Period แสดงถึง ค่าในการเลือกช่วงวันที่ในการแสดงผล ตามช่วงของวันที่ ที่ต้องการวิเคราะห์ค่าการใช้ปริมาณไฟฟ้า โดยจะแสดงผลเปรียบเทียบการใช้ปริมาณไฟฟ้าในช่วง 1 สัปดาห์ในช่วงของวันที่เลือกการแสดงผล

รูปแบบในการแสดงผลของการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของกำลังไฟฟ้าในแต่ละวัน จะแสดงผลในรูปของกราฟเส้นจำนวน 3 เส้น ประกอบด้วยค่าการใช้ไฟฟ้าสูงสุด (Max) ค่าเฉลี่ยการใช้ไฟฟ้า (Avg) และ ค่าการใช้ไฟฟ้าต่ำสุด (Min) แสดงดังภาพที่ 18



ภาพที่ 18 ตัวอย่างการแสดงผลของการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของกำลังไฟฟ้าในแต่ละวัน

7.2 เปรียบเทียบการใช้พลังงาน

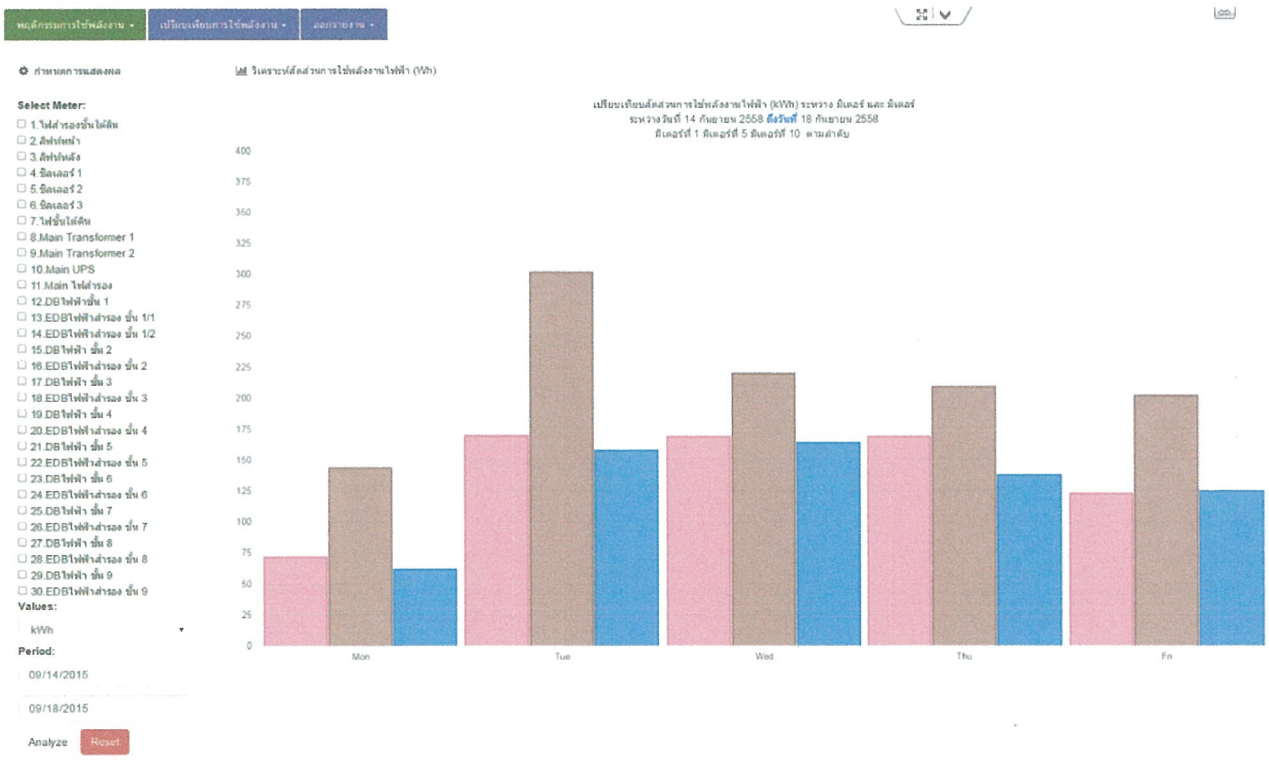
การวิเคราะห์ในส่วนเปรียบเทียบการใช้พลังงานจะประกอบไปด้วยการวิเคราะห์ทั้งหมด 2 หัวย่อยคือ สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า (Wh) และสัดส่วนการใช้กำลังไฟฟ้า (kW) โดยมีรายละเอียดดังนี้

7.2.1 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า (Wh)

การวิเคราะห์สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีการกำหนดการแสดงผลในการเลือกค่าทั้งหมด 3 ค่า ด้วยกัน คือ

- Select Meter แสดงถึง ค่าในการเลือกมิเตอร์ในการแสดงผล โดยสามารถเลือกมิเตอร์ให้แสดงผลทีละ 1มิเตอร์ หรือมิเตอร์หลายตัวพร้อมกัน เพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า
- Values แสดงถึง ค่าในการเลือกการแสดงผลออกมาในรูปของ kWh และ Baht ในการแสดงผลในแนวแกน Y
- Period แสดงถึง ค่าในการเลือกช่วงวันที่ในการแสดงผล ตามช่วงของวันที่ ที่ต้องการวิเคราะห์ค่าการใช้ปริมาณไฟฟ้าในการแสดงผลในแนวแกน X

โดยรูปแบบในการแสดงผลของการวิเคราะห์สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า แสดงดังภาพที่ 19



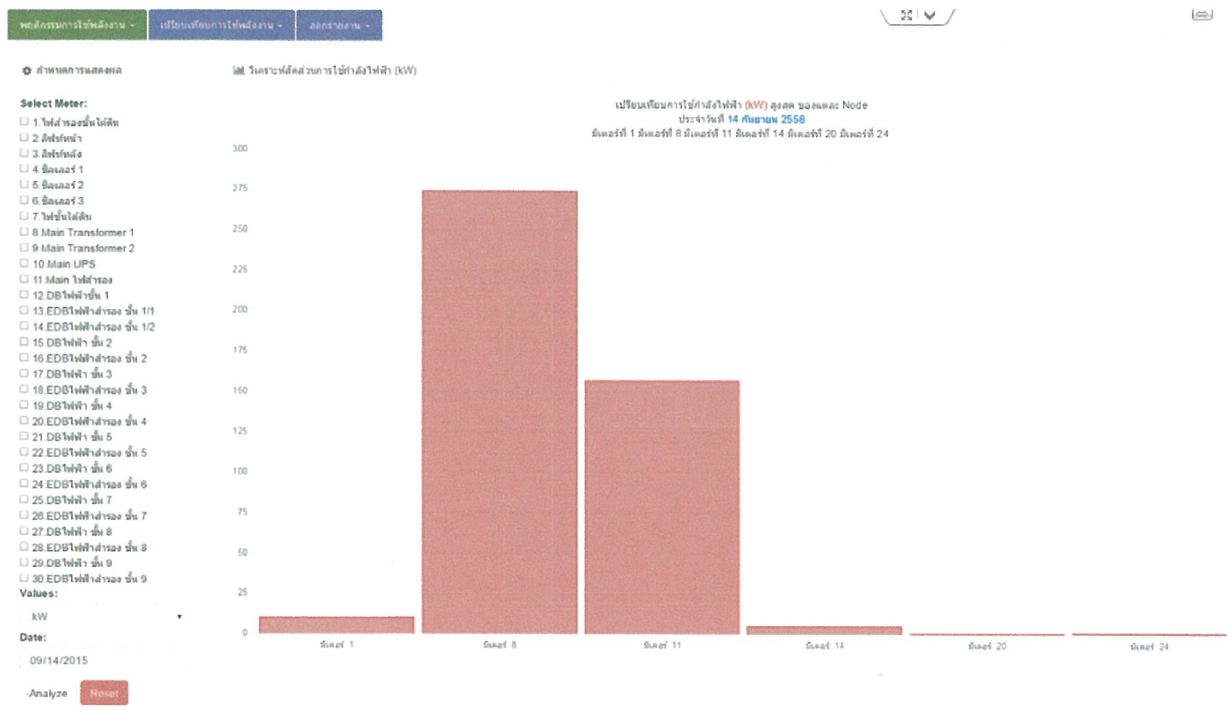
ภาพที่ 19 ตัวอย่างการแสดงผลของการวิเคราะห์สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า

7.2.2 สัดส่วนการใช้กำลังไฟฟ้า (kW)

การวิเคราะห์สัดส่วนการใช้กำลังไฟฟ้า เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีการกำหนดการแสดงผลในการเลือกค่าทั้งหมด 3 ค่า ด้วยกัน คือ

- Select Meter แสดงถึง ค่าในการเลือกมิเตอร์ในการแสดงผล โดยสามารถเลือกมิเตอร์ให้แสดงผลทีละ 1มิเตอร์ หรือมิเตอร์หลายตัวพร้อมกัน เพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนการใช้กำลังไฟฟ้า
- Values แสดงถึง ค่าในการเลือกการแสดงผลออกมาในรูปของ kW และ Baht ในการแสดงผลในแนวแกน Y
- Period แสดงถึง ค่าในการเลือกวันที่ในการแสดงผล ตามวันที่ ที่ต้องการวิเคราะห์ค่าการใช้กำลังไฟฟ้า

โดยรูปแบบในการแสดงผลของการวิเคราะห์สัดส่วนการใช้กำลังไฟฟ้า แสดงดังภาพที่ 20



ภาพที่ 20 ตัวอย่างการแสดงผลของการวิเคราะห์สัดส่วนการใช้กำลังไฟฟ้า

7.3 ออกรายงาน

ในส่วนการออกรายงาน จะเป็นการแสดงถึงยอดรวมการใช้พลังงานจำแตกตามมิเตอร์ มีการกำหนดการแสดงผลในการเลือกค่าทั้งหมด 1 ค่า คือ Meter: Select Month โดยจะแสดงผลข้อมูลออกมาในรูปแบบของตารางแสดงผล แสดงดังภาพที่ 21 ซึ่งรายละเอียดของการแสดงข้อมูลของตาราง คือ

- หมายเลขมิเตอร์ (Meter ID) แสดงถึง หมายเลขมิเตอร์ หรือ NODE ที่ใช้ในการตรวจวัดปริมาณการใช้ไฟฟ้าของอุปกรณ์ หรือสถานที่นั้นๆ
- ตำแหน่ง (Location) แสดงถึง ตำแหน่งของมิเตอร์ หรือ NODE รายย่อยแต่ละตัวที่ทำการติดตั้งกับอุปกรณ์
- หน่วยการใช้ไฟฟ้า (kWh) แสดงถึงหน่วยการใช้ไฟฟ้าสะสมในมิเตอร์ หรือ NODE ที่ทำการตรวจวัดการใช้ไฟฟ้า
- การใช้ไฟฟ้าสูงสุด (kW Max) แสดงถึงการใช้ไฟฟ้าสูงสุดของแต่ละมิเตอร์ หรือ NODE
- ค่าใช้จ่ายไฟฟ้าในหน่วย บาท (Baht) แสดงถึงค่าใช้จ่ายไฟฟ้าในแต่ละมิเตอร์ หรือ NODE ที่ทำการตรวจวัดการใช้ไฟฟ้า

หมวดงานระบบสุขาภิบาล

หมวดที่ 1
ขอบเขตของงาน

1. การดำเนินงานในภาคนี้ รวมถึงการจัดหาและติดตั้งทดสอบเครื่องจักรวัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ รวมทั้งการบริการดูแลการทำงานของเครื่องกลและอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็นในระหว่างการก่อสร้าง เพื่อให้งานก่อสร้างระบบสุขาภิบาลเสร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ตามความต้องการของผู้ว่าจ้าง ดังที่แสดงและชี้บ่งในแบบแปลนหรือข้อกำหนดหรือแบบไดอะแกรม

2. งานที่ไม่อยู่ในขอบเขต งานต่อไปนี้ไม่รวมอยู่ในขอบเขตของงานระบบสุขาภิบาลภาคนี้
   2.1 แท่นสำหรับรองรับอ่างล้างมือในห้องส้วม
   2.2 กระจกเงาต่าง ๆ
   2.3 ห้องส้วมและประตู
   2.4 สาย Feeder จาก Main Switch Board ในห้องไฟฟ้าไปยัง Load Centers ของระบบสุขาภิบาล

3. เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างงานระบบสุขาภิบาลที่จะต้องติดตามและให้ความร่วมมือกับผู้รับจ้างด้านสถาปัตยกรรม โยธา เครื่องกล ไฟฟ้าและระบบอื่น ๆ ในการก่อสร้างระบบสุขาภิบาล

4. ให้ผู้รับจ้างงานระบบสุขาภิบาลยึดถือแบบแปลน (Drawings) รายละเอียดข้อกำหนด (Specifications) ข้อกำหนดเพิ่มเติม (Addendum) ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษในการสร้างระบบสุขาภิบาล ในกรณีที่มีข้อแย้งใดๆ ในข้อกำหนดทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษให้ยึดถือคำตัดสินชี้ขาดของวิศวกรผู้ออกแบบ โดยการยอมรับของผู้ว่าจ้างเป็นลายลักษณ์อักษร

หมวดที่ 2
โค๊ต มาตรฐาน และกฎเกณฑ์ ในการออกแบบ

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น วัสดุและอุปกรณ์ การประกอบ และการติดตั้ง จะต้องเป็นไปตามโค๊ต มาตรฐาน และกฎเกณฑ์ล่าสุดของสถาบันวิชาชีพและสมาคมต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- MWA : Metropolitan Waterworks Authority
- EIT : The Engineering Institute of Thailand
- TISI : Thai Industrial Standard Institute
- ANSI : American National Standard Institute
- NEC : National Electrical Code
- ASPE : American Society of Plumbing Engineer
- UL : Underwriter's Laboratories Inc.
- NEMA : National Electrical Manufacturers Association
- NFPA : National Fire Protection Association
- ASTM : American Society of Testing Materials
- BS : British Standard
- FM : Factory Mutual
- ASHRAE : American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers, Inc.
- WPCF : Water Pollution Control Federation, U.S.A.
- ANPC : American National Plumbing Code
- TIS : Thai Industrial Standard.

หมวดที่ 3
ความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

1. การติดตั้งระบบสุขาภิบาลและป้องกันอัคคีภัย จะต้องกระทำโดยความปราณีตและเป็นไปตามข้อกำหนดที่กล่าวถึง ในข้อ 2 วัสดุ เครื่องจักรกลและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการติดตั้งงานนี้จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ได้มาตรฐานผลิตจากโรงงานที่มีชื่อเสียงเป็นที่ยอมรับของวิศวกรผู้ออกแบบและผลิตภัณฑ์ใหม่ล่าสุดเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ชำรุดหรือเสียหายซึ่งผลเนื่องมาจากการติดตั้งหรือการทดสอบผู้รับจ้างจะต้องซ่อมแซมหรือเปลี่ยนใหม่ให้สามารถอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ โดยจะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรผู้ออกแบบ

2. แบบแปลน (DRAWINGS) แบบแปลนต่าง ๆ ที่แสดงเป็นเพียงแนวทางช่วยในการก่อสร้างเท่านั้น โดยถือเป็นไดอะแกรม (Diagram) และโดยประมาณแบบแปลนและรายละเอียด ข้อกำหนดใช้เป็นเพียงแนวทางช่วยอธิบายและช่วยทำให้งานเสร็จสมบูรณ์ การวางแนวทางกำหนดขนาดและการจัดระยะการใช้งานของเครื่องมือ เครื่องใช้ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ผู้รับจ้างต่าง ๆ ผู้รับจ้างจะต้องร่วมมือกับผู้ผลิตให้เป็นไปตามแบบแปลนและจะไม่สามารถเปลี่ยนได้โดยปราศจากการอนุมัติจากวิศวกรที่ปรึกษาควบคุมงานเป็นลายลักษณ์อักษรหรือที่ปรึกษาผู้ควบคุมงาน ถ้าผู้รับจ้างไม่สามารถทำตามจุดประสงค์ที่กำหนดได้ ผู้รับจ้างต้องทำ Shop Drawings เพื่อแสดงระยะและขนาดที่ต้องการจะเปลี่ยนแปลงซึ่งอาจเปลี่ยนไปตามสภาพของสถานที่ติดตั้ง เพื่อที่จะหลีกเลี่ยงจากการขัดขวางการใช้งานอื่น ๆ

3. ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมและส่งมอบ Shop Drawings ให้วิศวกรที่ปรึกษาผู้ควบคุมงาน เพื่อขออนุมัติในการติดตั้งวัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ ภายใน 30 วัน หลังจากการประมูลได้รับการตัดสินแล้ว Shop Drawings ในระบบสุขาภิบาลและป้องกันอัคคีภัย จะต้องระบุรายละเอียดและวิธีการติดตั้งการรองรับและระยะทิศทางเทียบกับงานโครงสร้างต่าง ๆ เพื่อแสดงตำแหน่งที่แน่ชัดของวัสดุเครื่องมืออุปกรณ์และ Shop Drawings ทุกแผ่นจะต้องได้รับการอนุมัติจากวิศวกรผู้ออกแบบควบคุมงานก่อนที่จะทำการติดตั้ง งานแต่ละช่วงส่วนใดก็ตามที่ผู้รับจ้างกระทำก่อนได้รับการอนุมัติจากวิศวกรที่ปรึกษาควบคุมงานให้ถือเป็นการเสี่ยงของผู้รับจ้างเอง วิศวกรที่ปรึกษาผู้ควบคุมงานมีสิทธิที่จะเรียกร้องให้ผู้รับจ้างเพิ่มเติมงานบางส่วนและเปลี่ยนแปลงส่วนที่ได้ติดตั้งไปแล้วให้สอดคล้องกับแบบแปลนที่ได้ทำสัญญากันไว้โดยค่าใช้จ่ายส่วนที่เพิ่มขึ้นไม่ต้องอยู่ในความรับผิดชอบของผู้ว่าจ้าง แต่ผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งหมด การอนุมัติและเอกสารต่าง ๆ จากวิศวกรผู้ออกแบบหรือวิศวกรที่ปรึกษาผู้ควบคุมงานจะต้องไม่ถือว่าเป็นการตรวจที่เสร็จสมบูรณ์ เพียง แต่เป็นการแสดงกรรมวิธีการก่อสร้างและการติดตั้ง ซึ่งงานต่าง ๆ ที่ได้กระทำลงไปก็ยังถือว่าอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น เมื่อการติดตั้งเสร็จสมบูรณ์แบบแล้ว Shop Drawings จะต้องได้รับการแก้ไขและเขียนใหม่เป็นแบบ "AS BUILT" โดยที่ต้นฉบับ และสำเนา 2 ชุด ของ "AS BUILT" จะส่งให้กับผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อการเตรียม Shop Drawing สำหรับผลิตภัณฑ์จากโรงงานและการติดตั้งรวมถึงบริการทั้งหมด ภายใต้ขอบเขตสัญญานี้หรือตามความต้องการของวิศวกรที่ปรึกษาผู้ควบคุมงาน ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบและแน่ใจต่อการติดตั้งเครื่องมือ อุปกรณ์ทุกชิ้น และถ้าเป็นไปได้ให้ทำการวัดในงานก่อสร้างหรือโดยเทียบกับแบบแปลนก่อสร้าง เพื่อที่จะได้สอดคล้องและร่วมมือกับงานสถาปัตยกรรมงานโยธาและงานระบบอื่น ๆ ผู้รับจ้างจะต้องทำการส่ง Shop Drawings ให้วิศวกร

ที่ปรึกษาผู้ควบคุมงาน เพื่อขออนุมัติทำการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องไม่ทำการติดตั้งเครื่องจักรอุปกรณ์ใด ๆ จากโรงงานจนกว่าจะได้รับการอนุมัติ Shop Drawings จากวิศวกรที่ปรึกษาผู้ควบคุมงาน เป็นลายลักษณ์อักษร Shop Drawings ทั้งหมด จะต้องส่งมอบให้เจ้าของงานในรูปสำเนา 4 ชุด วิศวกรไม่ใช่เป็นบุคคลที่ทำหน้าที่ตรวจแบบให้ผู้รับจ้าง การอนุมัติ Shop Drawings เป็นเพียงหลักการเท่านั้น โดยไม่ทำให้ผู้รับจ้างพ้นจากสภาพการรับผิดชอบต่อการติดตั้งและการบริการต่าง ๆ เพื่อให้งานเสร็จตรงกับจุดประสงค์ของข้อกำหนดแบบแปลนจะไม่มีการอนุมัติให้ดำเนินงานต่อไปก่อนที่จะมีการจัดเตรียมและจัดส่ง Shop Drawings มาให้ตรวจการจัดเตรียม Shop Drawings จะต้องกำหนดตารางเวลาเพื่อที่จะรอการอนุมัติและจะต้องเป็นไปตามตารางการก่อสร้างงานสถาปัตยกรรมงานโยธาและระบบอื่น ๆ

4. ข้อกำหนดรายละเอียดหรือแบบที่เขียนไว้สำหรับงานนี้ไม่ได้แสดงรายละเอียดของเครื่องมืออุปกรณ์ทุกชนิดหรือแสดงการติดตั้งทั้งหมด เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องคำนึงถึงเครื่องมืออุปกรณ์วัสดุต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับงาน แต่ละชิ้น เพื่อให้งานชิ้นนั้น ๆ เสร็จสมบูรณ์ วัสดุ เครื่องมืออุปกรณ์ใดก็ตามที่แสดงไว้ในแบบแต่ไม่ได้กำหนด หรือชี้บ่งในรายละเอียด ถ้าจำเป็นที่จะต้องใช้เพื่อให้งานแล้วเสร็จสมบูรณ์ถูกต้องตามมาตรฐานการออกแบบและ/หรือให้ระบบสามารถใช้งานได้สมบูรณ์ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหามาให้โดยตลอด

5. การคลาดเคลื่อนการตกหล่นหรือความผิดพลาดอันเนื่องมาจากแบบแปลนหรือรายละเอียดข้อกำหนดให้ผู้รับจ้างคาดหมายว่าพบการเคลื่อน การตกหล่น หรือความผิดพลาดในการทำงาน และเป็นความตั้งใจของผู้ว่าจ้างที่จะให้ผู้รับจ้างดำเนินงาน ทั้งหมดที่ได้กำหนดในแบบแปลนและรายละเอียดข้อกำหนด และจะต้องดำเนินการก่อสร้างงานที่จำเป็นสำหรับระบบสุขาภิบาลแต่ไม่ได้กล่าวแน่ชัดในสัญญาว่าจ้าง ผู้รับจ้างจะต้องออกค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง ผู้รับจ้างจะต้องไม่ใช้ความคลาดเคลื่อนการตกหล่น หรือข้อผิดพลาดในแบบแปลน หรือรายละเอียดข้อกำหนดเป็นข้ออ้าง ในการเรียกร้องค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากผู้ว่าจ้าง ผู้ว่าจ้างจะต้องดำเนินการสำรวจอย่างละเอียดเกี่ยวกับงานที่จะทำการก่อสร้างและ/หรือติดตั้งทำการตรวจสอบสิ่งแวดล้อมในสนาม ตรวจสอบโครงสร้างและสาธารณูปโภค ตรวจแบบแปลนและรายการข้อกำหนดต้องหาข้อมูลโดยเฉพาะแบบแปลนของระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบสุขาภิบาล

หมวดที่ 4
ตัวอย่าง

1. ผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่าง เพื่อใช้เป็นมาตรฐานตัวอย่างสำหรับเปรียบเทียบกับชิ้นส่วนที่ติดตั้งดังนี้ Valves, Escutcheons ท่อทุกชนิด ข้อต่อต่าง ๆ ตระแกรง ระบายน้ำ ช่องทำความสะอาด Traps ที่แขวน และที่รองรับท่อ ฐานรองรับวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ และอื่น ๆ

2. รายการที่ระบุต่อไปนี้ จะต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้ออกแบบก่อนการติดตั้ง
   2.1 ท่อและอุปกรณ์ และส่วนประกอบในระบบท่อทุกชิ้น
   2.2 ตะแกรงระบายน้ำ รวมถึงตะแกรงระบายน้ำที่พื้น ตะแกรงระบายน้ำฝน ช่องทำความสะอาด แทรป (Trap)
   2.3 Valves, Vacuum Breakers, Shock Absorbers และอื่น ๆ
   2.4 เครื่องสูบน้ำต่าง ๆ เครื่องจักรกล วัสดุ และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนระบบควบคุมทั้งหมดที่ใช้ในระบบ สุขาภิบาล

3. รายการที่ต้องการประกาศนียบัตรและใบรับรองแนบมา คือ ท่อต่างๆ ข้อต่อต่าง ๆ Valves เครื่องจักรกลและอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ จะต้องมีประกาศนียบัตรและใบรับรองจากโรงงานผู้ผลิต หรือสถาบันที่ได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรผู้ออกแบบ

3.1 ระบบประปา

- ระดับน้ำต่าง ๆ ในถังน้ำประปาชั้นใต้ดิน
- สถานะของเครื่องสูบน้ำทุกเครื่อง
- ระดับน้ำต่าง ๆ ในถังเก็บน้ำใต้ดิน

3.2 ระบบระบายน้ำทิ้ง

- ระดับน้ำในบ่อ
- สถานะของเครื่องสูบน้ำ

แผงควบคุมดังกล่าวจะต้องทำด้วยเหล็ก และมีส่วนแสดงสัญญาณ (Pilot Lamp) และแสดงความหมายของสัญญาณ เป็นข้อความอธิบายและไฟกระพริบพร้อมกระดิ่งเตือน (Alarm Bell) ขนาดของแผงจะต้องมีขนาดรวมประมาณ 1 x 2 เมตรหรือขนาดที่เหมาะสมไฟสัญญาณต่าง ๆ จะต้องถอดเปลี่ยนได้สะดวก แผงควบคุมนี้มีทั้งประจำที่ (Local) และส่งสายสัญญาณไปห้องควบคุมส่วนกลาง

หมวดที่ 5
ปลอกรองท่อ การตัด การปะ การป้องกันรั่วซึม

1. ปลอกรองท่อ (SLEEVES)

ท่อที่เดินผ่านฐานราก พื้นผนัง ฝากั้น และเพดานนอกอาคาร จะต้องรองด้วยปลอกตามขนาดที่พอเหมาะกับท่อเสียก่อน หากท่อที่จะผ่านทะลุพื้นอาคารมีจำนวนหลายท่อด้วยกัน ให้เจาะพื้นอาคารเป็นช่องให้ท่อผ่านแทนการใช้ปลอกรอง ช่องที่เจาะนี้จะต้องเสริมกำลังตามความจำเป็นและเหมาะสมในอาคารคอนกรีต หากประสงค์จะติดตั้งปลอกรองท่อน้ำไว้ ณ จุดใดก็ให้ติดตั้งในขณะเทคอนกรีตเลยทีเดียว ในผนังอิฐให้ติดตั้งปลอกรองท่อนี้ในขณะที่ก่ออิฐมาถึงที่จุดนั้น ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบรายละเอียดของแบบและติดตั้งปลอกรองท่อไว้ตามที่จำเป็นถึงแม้นจะไม่ได้แสดงไว้ในรายละเอียดของแบบก็ตาม การใช้ปลอกรองท่ออาศัยหลักเกณฑ์ดังนี้

1.1 ขนาดของปลอกรองท่อ

ปลอกรองท่อที่จะนำมาใช้ในการรองท่อ ต้องให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในโตกว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกของท่อไม่น้อยกว่า 1 ซม. เว้นไว้แต่เมื่อท่อนั้นจะต้องเดินทะลุผ่านฐานรากหรือผนังที่รับน้ำหนัก ในกรณีเช่นนี้จะต้องให้ปลอกโตกว่าท่อไม่น้อยกว่า 1.5 ซม.

1.2 ชนิดของวัสดุ

ปลอกรองท่อจะต้องเป็นชนิดที่ทำด้วยวัสดุดังต่อไปนี้

- สำหรับฐานรากให้ใช้ Cast Iron Pipe
- สำหรับผนังที่รับน้ำหนักหรือฝากั้นให้ใช้ Cast Iron, Wrought Iron หรือ G.S.P SCH 40
- สำหรับคอนกรีตให้ใช้ปลอก Wrought Iron หรือ G.S.P SCH 40
- สำหรับพื้นที่อาคารธรรมดา ให้ใช้ปลอกเหล็กเหนียวหรือเหล็กกล้า

1.3 ปลอกรองท่อที่พื้นอาคาร

1. จะต้องฝังให้ปากปลอกสูงจากระดับพื้นที่ยังไม่ได้ตบแต่ง 2.5 ซม. และหลังจากที่เดินท่อเสร็จเรียบร้อยแล้วให้อัดช่องระหว่างท่อกับปลอกท่อ ด้วยวัสดุประเภทพลาสติกให้แน่นและเรียบร้อยจนแน่ใจว่าน้ำรั่วซึมผ่านไม่ได้
2. ท่อต่างๆ ที่ผ่านผนัง ฝา และพื้นที่กันน้ำซึมจะต้องติดตั้งให้ลอดผ่าน Sleeves ที่ใช้กันน้ำซึม
3. เมื่อมีท่อต่างๆ ที่โผล่หรือทะลุผ่านฝาผนังพื้น แผงกั้นห้องจะต้องติดตั้งและครอบด้วย Escutcheons ที่ทำด้วยทองเหลืองขัดมันหรือทองเหลืองชุบโครเมี่ยม โดยยึดด้วยสกรูทองเหลือง หรือทองเหลืองชุบโครเมี่ยมให้แน่นหนา
4. Flashing สำหรับพื้นและหลังคาระบายน้ำฝน จะต้องใช้ Flashing Rings ที่ได้รับอนุมัติจาก วิศวกรก่อน
5. ผู้รับจ้างจะกระทำการตัด ปะ และ Flashing เพื่อติดตั้งท่อและตะแกรงระบายน้ำให้เป็นไปตามแบบ Shop Drawings ที่ได้รับอนุมัติแล้วนั้นได้ แต่ห้ามทำการตัด ปะ และ Flashing โครงสร้างที่เสร็จเรียบร้อยแล้ว นอกจากได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรที่ปรึกษาผู้ควบคุมงานแล้วเท่านั้น

6. หลังจากการติดตั้งท่อแนวดิ่งทั้งหมดในช่องท่อ (Pipe Shafts) ตามแบบที่กำหนดไว้ ให้ผู้รับจ้างทำการปิดพื้นในบริเวณช่องท่อที่ระดับพื้นทุกชั้นและทุกช่องท่อด้วยคอนกรีตเสริมเหล็ก รายละเอียดของงานโครงสร้างส่วนนี้จะต้องสัมพันธ์กับงานโครงสร้างที่อยู่ข้างเคียง เช่น คาน เป็นต้น และจะต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรโครงสร้างผู้ออกแบบก่อนการติดตั้งท่อแนวดิ่งที่ระดับพื้นจะต้องหุ้มด้วย Sleeves เช่นเดียวกับข้อ 1

หมวดที่ 6
ข้อต่อ และการต่อท่อ

1. ข้อต่อระหว่างท่อต่าง ๆ และข้อต่อระหว่างงานท่อกับอุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ จะต้องต่อโดยไม่ให้มีลมรั่ว หรือน้ำรั่วได้ ก่อนที่จะใช้งานให้มีการเผื่อสำหรับการยืดหยุ่นระหว่างท่อต่าง ๆ และระหว่างงานท่อ และเครื่องมือ เครื่องใช้ต่าง ๆ

   1.1 ท่อเหล็กอาบสังกะสี (Galvanized Steel Pipe: GSP)

   - ขนาดเล็กกว่า dia. 4" จะต้องต่อโดยใช้ข้อต่อ แบบเกลียว ซึ่งมีเกลียวได้ตามมาตรฐานของ BS.21 : 1973
   - ขนาด dia. 4" และใหญ่กว่า จะต้องต่อโดยใช้ข้อต่อ แบบหน้าแปลนตาม BS 10 และ BS 4504 : 1967 ยก เว้น แต่จะระบุ เป็นอย่างอื่น

   1.2 ท่อเหล็กดำ (Black Steel Pipe: BSP)

   วัสดุสำหรับท่อน้ำดับเพลิง ใช้ท่อเหล็กดำชุบสังกะสี (Hot Dippei Galvanized) ชนิดไร้ตะเข็บ Schedule 40 ตามมาตรฐาน ASTMA-A53, GRADE A

   1.3 ท่อเหล็กหล่อ (Cast Iron Pipe: CI)

   - ท่อเหล็กหล่อที่ใช้กับท่อ Soil, Waste, Vent และ Kitchen ในแนวดิ่ง (Stack Pipe) การต่อท่อจะต้องใช้ ข้อต่อแบบ Hub & Spigot โดยอัดให้แน่นแล้วเทด้วยตะกั่วไม่น้อยกว่า 1 1/2"
   - ท่อเหล็กหล่อที่ใช้กับท่อ Soil, Waste และ Kitchen ในแนวนอน ที่ขนาดท่อใหญ่กว่า Dia.4" ให้ต่อท่อโดย Cast Iron Flanged Type
   - ข้อต่อสำหรับท่อเหล็กหล่อในแนวดิ่งให้ใช้ Drainage Pattern Type และต่อแบบ Hub & Spigot Type
   - ข้อต่อสำหรับท่อเหล็กหล่อในแนวนอนที่ขนาดที่ใหญ่กว่า Dia.4" ให้ใช้ Flanged Type ส่วนท่อเล็กกว่า Dia 4” ให้ใช้ Coupling for Spigot Type Pipe

   1.4 ท่อ PVC

   - ขนาดเล็กกว่า Dia. 6" จะต้องใช้ข้อต่อแบบ Socket แล้วต่อท่อกับข้อต่อด้วย Solvent Cement ทั้งข้อต่อและน้ำยาประสานต้องได้มาตรฐาน
   - ขนาด Dia. 6" และใหญ่กว่าใช้ข้อต่อแบบ Slip-On พร้อมแหวนยางมาตรฐาน ASTM และ ม.อ.ก. หรือ วิศวกรอนุมัติ

   1.5 ท่อ PE

   - การต่อให้ใช้ต่อแบบ Bud - Joint Welding หรือ Flange Unit ในส่วนที่จะต้องมีการดูแลรักษาบ่อย ๆ

2. การต่อท่อแบบเกลียว

   จะต้องต่อด้วยสารประกอบที่ได้รับอนุมัติหรือใช้เทปพันเกลียวผสมน้ำมันที่มีคุณภาพ โดยที่จะต้องทาลงบนท่อไม่ใช่เกลียวของอุปกรณ์ ห้ามใช้เชือกปอในการต่อท่อแบบเกลียว เกลียวของท่อต้องเกลาให้เรียบไม่มีรอยขลุยเหล็กและได้ขนาดความยาวเกลียวที่แน่นอนเมื่อทำการต๊าฟและตัดเกลียว และจะต้องขันเกลียวท่อให้แน่นเข้ากับอุปกรณ์ท่อโดยที่จะไม่ทำให้หน้าตัดของท่อลอดน้อยลงไป

3. การต่อท่อแบบหน้าจานจะต้องต่อโดยใช้ประเก็นยางแบบเต็มหน้าที่ได้รับอนุมัติจากวิศวกรก่อน

หมวดที่ 7
การแขวนโยงท่อและยึดท่อ

ท่อที่เดินภายในอาคารและไม่ได้ฝัง จะต้องแขวนโยงหรือยึดติดไว้กับโครงสร้างของอาคารอย่างมั่นคงแข็งแรง อย่าให้โยกคลอนแกว่งไกวได้ การแขวนโยงท่อที่เดินตามแนวราบให้ใช้เหล็กรัดท่อตามขนาดของท่อรัดไว้แล้วแขวนยึดติดกับโครงอาคารอย่างแข็งแรง หากมีท่อหลายท่อเดินตามแนวราบขนานกันเป็นแพจะใช้สาแหรกแขวนรับไว้ทั้งชุดแทนใช้เหล็กรัดท่อแขวนแต่ละท่อก็ได้ ที่แขวนท่อและสาแหรกดังกล่าวนั้นหากในแบบระบุไว้จะต้องมีชะเนาะ (Turnbuckle) ประกอบให้ด้วยเสร็จ เพื่อจัดท่อให้ได้ระดับเดียวกันได้ ในกรณีที่ไม่อาจใช้ชะเนาะเกลียวได้ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์อื่นที่ใช้ประโยชน์ได้เท่ากันมาใช้แทน ห้ามแขวนท่อด้วยโซ่ลวด เชือก หรือสิ่งอื่นใดที่มีลักษณะไม่มั่นคงแข็งแรง

1. ท่อที่ติดตั้งในแนวดิ่งหรือแนวตั้ง
   - 1.1 ท่อเหล็กที่มีขนาดตั้งแต่ 3 นิ้วขึ้นไป ทุก ๆ ระยะครึ่งหนึ่งของความยาวของท่อแต่ละท่อนจะต้องมีที่ยึดหรือแขวนหรือรองรับอย่างน้อยหนึ่งแห่ง
   - 1.2 ท่อเหล็กที่มีขนาดตั้งแต่ 2 1/2 นิ้ว ลงมา ทุก ๆ ระยะไม่ต่ำกว่า 120 ซม. จะต้องมีที่ยึดหรือแขวน หรือรองรับอย่างน้อยหนึ่งแห่ง
   - 1.3 ท่อ PVC ทุก ๆ ระยะ 100 ซม. และทุก ๆ รอยต่อจะต้องมีที่ยึดหรือรองรับ หรือแขวนอย่างน้อยหนึ่งแห่ง
   - 1.4 ท่อเหล็กหล่อจะต้องมีที่ยึดหรือแขวนหรือรองรับท่อทุก ๆ ชั้นของอาคาร หรือไม่น้อยกว่าทุกช่วงของความยาว ท่อแต่ละท่อนและตรงฐานล่าง

2. ท่อที่วางในแนวราบหรือแนวระดับ
   - 2.1 ท่อเหล็กทุก ๆ ระยะไม่เกิน 200 ซม. จะต้องมีที่ยึดหรือแขวน หรือรองรับอย่างน้อยหนึ่งแห่ง
   - 2.2 ท่อ PVC ทุก ๆ ระยะไม่เกิน 100 ซม. และทุก ๆ รอยต่อจะต้องมีที่ยึดหรือแขวนหรือรองรับทุก ๆ ระยะข้อต่อ และทุก ๆ ระยะครึ่งท่อนของท่อน

3. ท่อทุกชนิดที่วางอยู่ในดินจะต้องวางอยู่บนพื้นที่อัดแน่นตลอดแนวความยาวท่อ และเมื่อกลบดินแล้วจะต้องอัดดินเป็นชั้น ๆ

4. ท่อที่เดินในแนวระดับ จะต้องรอบรับด้วยที่แขวนหรือทีรองรับแบบชิงช้า เหล็กเส้นที่ใช้แขวนให้มีขนาดดังนี้

<u>ขนาดของท่อ</u>	<u>ขนาดของเหล็กเส้น</u>
ท่อเล็กกว่า หรือเท่ากับ 1 1/2"	dia. 3/8"
ท่อ 2" - 3"	dia. 3/8"
ท่อ 4" - 5"	dia. 1/2"
ท่อ 6"	dia. 5/8"
ท่อ 8" และ 12"	dia. 3/4"

5. ห้ามแขวนท่อเข้ากับท่ออื่น ๆ หรืออุปกรณ์หรือเครื่องจักรกลอื่นใดทั้งสิ้น

หมวดที่ 8
ช่องทำความสะอาด ตะแกรงระบายน้ำ และแทรป

1. ช่องทำความสะอาด

ช่องทำความสะอาดสำหรับท่อเหล็กหล่อต้องเป็นชนิดมีเกลียวมาตรฐานอันเข้ากับท่อหรืออุปกรณ์ของท่อเหล็กหล่อ และสกรูเทเปอร์ทำด้วยทองเหลืองมีหัวน๊อตชนิดหกเหลี่ยมดันช่องทำความสะอาดสำหรับท่อเหล็ก จะต้องมีหัวน๊อตทองเหลืองอุดไว้ จะต้องติดตั้งช่องทำความสะอาดพร้อมจุกอุดตรงฐานของท่อระบายน้ำในแนวดิ่งทุกท่อและต้องมีทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนทิศทางของท่อและทุก ๆ 50 ฟุต ช่องทำความสะอาดที่วิ่งผ่านกำแพงหรือหันเข้าหาพื้นต้องใช้ตัว "Y" ชนิดยาว หรือ "Y" + 1/8 Bend พร้อมจุกอุดและแผ่นฝาครอบตามรายการสถาปนิกในแต่ละห้องฝาครอบสำหรับพื้นจะต้องเป็นบรอนซ์หรือทองเหลืองขัดมันชนิดคุณภาพดี ให้ผู้รับจ้างติดตั้งช่องทำความสะอาดสำหรับท่อตั้งทุก 3 ชั้น โดยติดตั้งช่องทำความสะอาดชนิดที่เปิดออกทางด้านข้างให้มีช่องเปิดประมาณเท่ากับเส้นผ่าศูนย์กลางท่อและยาว 15 ซม.

2. ช่องดักไขมัน

ให้ผู้รับจ้างจัดหาและติดตั้งช่องดักไขมันตามแนวท่อระบายน้ำทิ้งดังแสดงไว้ในแบบ และท่อน้ำทิ้งที่รับน้ำทิ้งจาก Sink ทุกตัวที่พื้น ช่องดักไขมันจะต้องทำด้วยเหล็กหล่อหรือเหล็กไร้สนิมสำหรับรับน้ำทิ้งและสามารถรับไขมันได้ตามขนาดที่ระบุในแบบชนิดสามารถตั้งบนพื้นได้ ประกอบด้วยท่อเข้าและออกพื้นแบบลดหลั่นกันรางระบายของแข็งที่ระบายอากาศภายในแทรปแบบผนังสองชั้นลึก และมองเห็นผนังกั้นและฝาเปิดพร้อมช่องความดันต่ำท่อระบายไขมันวาล์วระบายไขมัน และอุปกรณ์การไหล

3. แทรป

แทรปต้องทำด้วยทองเหลืองหล่อ เหล็กหล่อ และ/หรือเหล็กอาบสังกะสี ทำเป็นชิ้นเดียวกันตลอดและต้องมีซีลไม่น้อยกว่า 2 1/2" ต้องทำด้วยวัสดุและหุ้มด้วยวัสดุและ/หรือกรรมวิธีเช่นเดียวกับท่อที่ต่อเข้ากับมัน ทั้งนี้นอกจากแทรปขนาด 2" I.P.S. หรือเล็กกว่า ซึ่งไม่ฝังดินจะต้องเป็นทองเหลืองหล่อเท่านั้น แทรปสำหรับสุขภัณฑ์ทั้งหมดต้องทำด้วยทองเหลืองหล่อเป็นชิ้นเดียวแบบ "P" ชุบโครเมี่ยมหรือนิเกิล พร้อมช่องทำความสะอาด และจุกที่มีประเก็น ซึ่งทำด้วยเหล็กชุปโครเมี่ยมหรือ นิเกิล

4. ช่องระบายน้ำ

ช่องระบายน้ำจะต้องทำด้วยโลหะชั้นดี แข็งแรง และเหนียว การหล่อจะต้องได้เนื้อโลหะที่ดีไม่มีรูพรุนหรือแข็งเป็นจุดแตกร้าวหรือข้อบกพร่องอื่นใด จะต้องเรียบและสะอาดทั้งด้านใน และด้านนอก และผิวต้องไม่มีคม และส่วนที่ขรุขระต้องเกลาให้เรียบ เหล็กหล่อต้องไม่เป็นชนิดที่นำมาตกแต่งอุดรูพรุนเพื่อทำให้อยู่ในลักษณะดีขึ้นความหนาของเหล็กหล่อต้องไม่น้อยกว่า 1/4" ขนาดของท่อระบายน้ำให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ในแบบ Flashing ทำด้วยทองแดงหรือตะกั่วขนาด 2 ฟุต สี่เหลี่ยมที่ทะลุขึ้นไปบนหลังคาจะต้องรัดหรือเชื่อมเข้ากับตัวท่อระบายน้ำให้แน่นหนาเพื่อที่จะกันน้ำซึม หรือลมรั่ว

4.1 ตะแกรงระบายน้ำพื้น (Floor Drains)
ตะแกรงระบายน้ำ พื้นจะต้องเป็นเหล็กหล่อทั้งตัวโดยที่ส่วนบนเป็นทองเหลืองขัดมันหรือชุปโครเมี่ยม แล้วแต่สถาปนิกอนุมัติ Double Drainage Flange and Weepholes, ตะกร้าที่เก็บผงถอดได้ และตะแกรงกันเอียง เมื่อใช้ติดตั้งกับพื้นกันน้ำซึมจะต้องใช้ Flashing Clamp

4.2 ตะแกรงระบายน้ำพื้นจากฝักบัว
ตะแกรงระบายน้ำจากฝักบัว จะต้องเป็นแบบกลมพร้อมทั้ง Flashing Ring และฝาตะแกรงมีรูแบบบรอนซ์ชุปโครเมี่ยมปรับได้

4.3 ตะแกรงระบายน้ำฝน
ตะแกรงระบายน้ำฝนจะต้องเป็นเหล็กหล่อพร้อมด้วย Locking Beehive ชนิดถอดออกได้ Clamp สำหรับ Flashing เป็นชิ้นด้วยกันกับที่กันกรวด

4.4 ตะแกรงระบายน้ำฝนแบบไม่ต่อตรง (Indirect Drain)
ตะแกรงระบายน้ำ แบบไม่ต่อตรงทำด้วยเหล็กหล่อแบบเดียวกับตะแกรงระบายน้ำพื้นมี Double Drainage Flange & Weepholes ท่อออกเป็นเกลียวตัวเมียที่รองเป็นกรวยทองเหลืองปรับระดับได้

4.5 ช่องทำความสะอาด และตะแกรงระบายน้ำ
ช่องทำความสะอาดและตะแกรงระบายน้ำทั้งหมด จะต้องทำเครื่องหมายเพื่อให้สังเกตให้ชัดเจน

5. DRIP PANS
จัดหาและติดตั้ง Drip Pans ชนิดกันน้ำซึม ทำด้วยแผ่นสังกะสีขนาดเบอร์ 18 เสริมด้วยฉากทองเหลืองติดตั้งไว้ใต้ท่อน้ำ หรือท่อระบายน้ำทุกชนิดที่วิ่งเหนือเครื่องมือ เครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิด ใช้ท่อระบายขนาด 1 1/4" สำหรับน้ำบน Drip Pans มาลงตะแกรงระบายน้ำพื้นที่ใกล้ที่สุด

หมวดที่ 9
ระบบระบายน้ำ

1. งานภาคนี้รวมถึงท่อน้ำฝนในแนวดิ่ง ตะแกรงระบายน้ำและอื่น ๆ ตลอดจนถึงการขุดดิน การถมดิน การกลบการปรับแต่งพื้นผิวดินให้กลับอยู่ในสภาพเดิม ฯลฯ
2. จะต้องเตรียม Plug แบบเหล็กอาบสังกะสีอุดปลายท่อน้ำที่ยังต่อไม่เสร็จสมบูรณ์ทุกจุด เพื่อกันผงปูน ฯลฯ เข้าไปอุดตันในเส้นท่อ จะทำการถอด Plug ต่อเมื่อต้องการต่อท่อเท่านั้น
3. ท่อระบายน้ำที่ทำด้วยคอนกรีตเป็นแบบ Socket Joint with Cement Lining. ท่อจะต้องทำจากคอนกรีตเสริมเหล็กให้ได้มาตรฐานล่าสุดของ มอก. 128 ขั้นคุณภาพ 3
4. บ่อพักสำหรับท่อระบายน้ำ จะต้องสร้างด้วยคอนกรีตเสริมเหล็กพร้อมฝาปิด ชนิดคอนกรีตเสริมเหล็กหรือตะแกรงเหล็กตามที่แสดงในแบบ จะต้องทำการก่อสร้างบ่อพักตามตำแหน่งที่ระบุไว้ในแบบ และตรงจุดที่มี การเปลี่ยนแปลงทิศทางหรือบรรจบของท่อ
5. รางระบายน้ำจะต้องสร้างด้วยคอนกรีตเสริมเหล็กพร้อมฝาปิดตามที่แสดงในแบบ และจะต้องทำการก่อสร้างตาม ตำแหน่งที่ระบุไว้ในแบบ
6. ให้ผู้รับจ้างทำการปรับ Slope ของก้นรางระบายน้ำ (ROC) หรือตัวท่อระบายน้ำในแนวนอนอย่างน้อย 1: 200 ยกเว้นจะกำหนดเจาะจงเป็นอย่างอื่น

หมวดที่ 10
ระบบระบายน้ำเสีย

1. งานในขอบเขตนี้รวมถึงท่อระบายน้ำเสีย การต่อท่อ ทางไหลเข้าของน้ำ ท่อระบายน้ำจากอาคาร ท่อส้วม ท่อน้ำทิ้ง ท่ออากาศ ท่อแยก แทรป ซึ่งจะต้องติดตั้งและต่อเข้ากับเครื่องสุขภัณฑ์ทั้งหมด หรือต่อเข้ากับท่อหรืออุปกรณ์อื่นๆ ตลอดจนการขุดกลบและปรับแต่งพื้นผิวให้อยู่ในสภาพเดิม
2. ท่อในแนวระดับขนาด dia.3" และเล็กกว่าจะต้องวางให้ได้ระดับลาดเอียงอย่างสม่ำเสมอ 1:50 และท่อขนาดใหญ่กว่า dia. 3" ให้วางให้ได้ระดับลาดเอียง 1:50 ถ้าเป็นไปได้จะต้องไม่ให้ลาดเอียงน้อยกว่า 1:100
3. ท่อส้วม ท่อน้ำทิ้ง และท่ออากาศ จะต้องมีขนาดและติดตั้งดังแสดงไว้ในแบบ
4. ท่อทุกท่อที่วิ่งทะลุหลังคา จะต้องใช้ข้อต่อผ่านแบบอาบสังกะสี อุปกรณ์ระบายอากาศชั้นหลังคาจะต้องเป็นแบบเหล็กหล่ออาบสังกะสีชนิดได้รับอนุมัติ ปลอกกันน้ำรั่วเป็นเหล็กหล่อพร้อมหน้าจานและที่ยึดเมื่อเดินท่อใต้พื้นดินจะต้องทำการทาด้วย Flint Coat และให้ใช้ผ้าดิบอย่างหนาหุ้มท่อแล้วทาด้วย Flint Coat พร้อมทั้งที่รองรับท่อ และข้อต่อต่าง ๆ ที่ยังต่อไม่เสร็จเรียบร้อยจะต้องอุดด้วย Plug สำหรับอุดท่อให้แน่นหนาเพื่อกันผงปูน ฯลฯ ลงไปอุดตันในเส้นท่อ จะถอด Plug ออกต่อเมื่อต้องการต่อท่อเท่านั้น

หมวดที่ 11
การทาสีป้องกัน (PROTECTIVE PAINTING)

1. **การป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ ระหว่างการขนส่ง**

จะต้องทำความสะอาดเครื่องมืออุปกรณ์ทั้งหมดก่อนทำการขนส่ง เพื่อขจัดฝุ่น สนิม คราบไขมันรอยขรุขระในการเชื่อมและเศษโลหะ ผิวเครื่องมือที่ทำจากโลหะจะต้องทำการทาสี การทาสีจะต้องสามารถป้องกันอากาศที่มีไอเกลือ และจะต้องลอกออกได้เมื่อมาถึงบริเวณ ผิวเหล็กทุกชนิดจะต้องทาด้วยสีกันสนิม 2 ชั้น จะต้องทาสีภายในถังทั้งหมด ด้วยสารประกอบที่ล้างได้ง่ายและป้องกันการกัดกร่อนได้ ท่อต่างๆ วาล์ว และชิ้นส่วนอื่นๆ ซึ่งได้ผ่านการใช้น้ำทดสอบ ซึ่งไม่สามารถทำให้ แห้งได้สนิท จะต้องทาด้วยน้ำมันที่ดูดน้ำได้ก่อนที่จะทาสี

2. **การทาสีบริเวณก่อสร้าง (Site Painting)**

2.1 การทำความสะอาดผิวโลหะ : ผิวของโลหะทุกชนิดที่จะต้องทำการทาสีจะต้องทำความสะอาดเพื่อกำจัดสนิมอ๊อกไซด์ ขลุย รอยขรุขระในการเชื่อม ความไม่เรียบร้อยของผิว คราบไขมันและน้ำมันที่ปกคลุมผิวโลหะจะต้องล้างด้วยสารละลายหรือผงซักฟอก และเป่าให้สะอาดด้วยลม ถ้าไม่สามารถทำความสะอาดผิวของโลหะด้วยกรรมวิธีเครื่องกล อาจใช้กรรมวิธีเคมีโดยใช้น้ำยาหรือสารละลายที่ใช้สำหรับทำความสะอาดเพื่อทำความสะอาดผิวโลหะ หาที่ตั้งโลหะให้ดีเพื่อทาจะต้องทาสีชั้นแรกให้เร็วที่สุดหลังจากการล้างครั้งสุดท้าย วิศวกรที่ปรึกษาผู้ควบคุมงาน จะต้องทำการตรวจผิวของโลหะก่อนจะให้ทาสีต่อไป

2.2 การใช้สี : สีต่าง ๆ ที่นำมาใช้จะต้องเป็นสีที่มีคุณภาพดีและได้รับอนุมัติก่อนจะนำมาทา กำหนดเวลาที่ เหมาะสมสำหรับการทาสีให้ได้ผลดีนั้นจะต้องปล่อยให้สีชั้นแรกแห้งสนิท และแข็งตัวก่อนจึงลงมือทาสี ชั้นที่สองอีกครั้งหนึ่ง การทาสีหลายชั้นจะต้องใช้สีคนละสีเพื่อง่ายต่อการตรวจและควบคุมฟิล์มของสีจะต้องยึดเกาะกับผิวที่ทา

3. **กรรมวิธีการทาสี**

สีทั้งหมดจะต้องเป็นสีที่ได้มาตรฐานเป็นที่ยอมรับของวิศวกรผู้ออกแบบ และผลิตโดยบริษัทที่มีชื่อเสียง กรรมวิธี การทาสี จำนวนชั้น และสีที่ทา และความหนาของชั้นสีที่ทาจะต้องเป็นดังนี้

รายการ	การรองพื้น	สีสำเร็จ
- ท่อต่างๆ ที่แขวนท่องานเหล็ก ฯลฯ ผิวภายนอกที่ไม่จุ่มน้ำ	รองพื้นหนึ่งชั้นด้วยสีรองพื้นแบบ Epoxy Red Lead	ทาด้วยสี Epoxy 2 ชั้น
- ผิวภายนอกฝังใต้ดิน	รองพื้นด้วยสีรองพื้นแบบ Epoxy Coal Tar 1 ชั้น	ทาสีด้วยสี Epoxy Coai 1 ชั้น แล้วหุ้มด้วยผ้าใบแล้วทาด้วยสี Epoxy Coal Tar อีก 1 ชั้น
- ท่อต่างๆ ที่แขวนท่อ งานเหล็ก ฯลฯ ที่จุ่มน้ำ	รองพื้น 1 ชั้น ด้วยสีรองพื้นแบบ Epoxy Red Lead	ทาด้วย Epoxy Coal Tar 2 ชั้น

4. **ก่อนทาสีสำเร็จ (Finishes)**

จะต้องนำเฉดสี และเบอร์สีมาให้วิศวกรผู้ออกแบบ และสถาปนิกอนุมัติก่อนทา การทาสีท่อต่าง ๆ จะต้องเป็นไปดังนี้

	ตัวหนังสือบอกชนิดของท่อ (สีขาว)	สีของท่อ
ท่อประปา	CW	สีน้ำเงิน
ท่อน้ำทิ้ง	W	สีน้ำตาล
ท่อส้วม	S	สีดำ
ท่ออากาศ	V	สีเทา
ท่อป้องกันอัคคีภัย	F	สีแดง

5. **การแสดงทิศทางไหลของๆ เหลวในท่อ และป้ายชื่อเครื่องจักร และอุปกรณ์**

ผู้รับจ้างจะต้องทำเครื่องหมาย ลูกศรสีเดียวกับตัวหนังสือบอกชนิดของท่อ พร้อมทั้งตัวอักษรแสดงแสดงหน้าที่ ของท่อลงบนผิวที่ทาสีสำเร็จแล้ว โดยการพ่นหรือทาก็ได้ แต่จะต้องส่งแบบตัวอย่างที่ดำเนินการให้วิศวกร ที่ปรึกษาผู้ควบคุมงานอนุมัติก่อนที่เครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ รวมทั้งที่แผงที่ดำเนินการให้วิศวกรที่ปรึกษาผู้ควบคุมไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับระบบ จะต้องมีป้ายชื่อบอกหน้าที่ของแต่ละหน่วย โดยป้ายจะต้องทำด้วยแผ่นพลาสติกแข็ง ตัวอักษรที่ใช้จะต้องใช้วิธีแกะลงบนผิวของพลาสติก ห้ามใช้วิธีทาหรือพ่นสี

6. **งานฉาบปูน**

1. งานฉาบปูนผิวภายนอกถังคอนกรีตจะต้องฉาบอย่างน้อย 2 ชั้น ๆ ละเท่า ๆ กัน เมื่อฉาบเสร็จเรียบร้อยแล้ว ความหนาของปูนฉาบจะต้องไม่น้อยกว่า 1/2" ผิวของถังที่จะฉาบปูนต้องสะอาดในการฉาบปูนครั้งแรกปูนฉาบจะต้องประกอบด้วยซีเมนต์ และทรายในอัตราส่วน 1 : 1 ผสมด้วยน้ำยากันซึม และฉาบครั้งที่ 2 ภายใน 3 วัน หลังจากฉาบครั้งแรกเสร็จแล้ว เมื่องานฉาบปูนเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องรักษาความเปียกชื้นไว้ที่ผิวฉาบไว้อย่างน้อย 1 สัปดาห์
2. ภายในถังคอนกรีตทุกถัง จะต้องขัดมันเรียบ และถังคอนกรีตจะต้องซึมไม่ได้

หมวดที่ 12
การรับประกัน

1. ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันโดยลายลักษณ์อักษรต่อเจ้าของงานว่างานต่าง ๆ ทั้งหมดที่ติดตั้งนั้นปราศจากข้อบกพร่อง ใด ๆ ทั้งสิ้น และวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ทุกชิ้นเป็นไปตามรายละเอียดที่ระบุไว้ทุกประการ

2. ถ้าภายในระยะเวลา 2 ปี หลังจากวันรับรองที่แล้วเสร็จสมบูรณ์ ถ้ามีข้อบกพร่องเกิดขึ้นเนื่องจากงานฝีมือหรือวัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ เกิดชำรุด ผู้รับจ้างทำการซ่อมแซมแก้ไขตลอดจนการเปลี่ยนวัสดุให้เรียบร้อย โดยไม่คิดจ่ายใด ๆ ทั้งสิ้นจากเจ้าของงาน

3. หากพ้นเวลาที่กำหนดให้แล้วผู้รับจ้างยังไม่สามารถดำเนินการแก้ไขได้ เจ้าของมีสิทธิ์ที่จะจ้างผู้อื่นมาดำเนินการโดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งหมดแต่เพียงผู้เดียว

หมวดงานระบบภาพและเสียง

หมวดที่ 1

ระบบภาพและเสียง

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบภาพและเสียงพร้อมอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ตามที่แสดงในแบบ โดยมีวัสดุและอุปกรณ์หลักที่ใช้ในระบบภาพและเสียง

1.2 ระบบภาพและเสียงประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆดังนี้

- ไมโครโฟนแบบมีสายพร้อมขาตั้ง (ชนิด DYNAMIC) จำนวน 4 ชุด
- เครื่องขยายเสียงขนาดไม่น้อยกว่า 120 วัตต์ จำนวน 4 เครื่อง
- ลำโพงแบบ 2 ทาง ขนาดไม่น้อยกว่า 40 วัตต์ จำนวน 8 ตู้
- ตู้ Rack สำหรับใส่อุปกรณ์แบบติดผนัง 9U จำนวน 4 ตู้
- เครื่องฉายภาพโปรเจคเตอร์ 3700 ANSI LUMENS จำนวน 4 เครื่อง
- จอรับภาพแบบมอเตอร์ไฟฟ้าขนาดไม่น้อยกว่า 120 นิ้ว จำนวน 4 จอ
- เครื่องแยกระบบเสียงและภาพ จาก HDMI จำนวน 4 เครื่อง

1.3 การติดตั้งอุปกรณ์ระบบภาพและเสียงทั้งหมดให้ติดตั้งให้เรียบร้อย สวยงามและสามารถพร้อมใช้งานได้เป็นอย่างดี

1.4 ถ้าเกิดความเสียหายในระหว่างการติดตั้ง เช่น พื้นห้อง ผนัง ฝ้าเพดานหรือส่วนอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับตัวอาคารรวมถึงการรักษาความสะอาด ผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขให้เรียบร้อยเหมือนเดิม

1.5 ให้ผู้รับจ้างจัดหาบุคลากรหรือวิธีป้องกัน เพื่อดูแลรักษาเครื่องมือหรืออุปกรณ์อื่นๆที่เกี่ยวข้องในระหว่างที่ดำเนินการติดตั้งภายในอาคาร หากอุปกรณ์ดังกล่าวเกิดสูญหายหรือเสียหายผู้ว่าจ้างจะไม่รับผิดชอบไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

1.6 ผู้ยื่นเสนอราคาจะต้องจัดทำตารางเปรียบเทียบคุณลักษณะกับที่มหาวิทยาลัยกำหนดและจะต้องระบุคุณลักษณะของแต่ละข้อที่ยื่นตามข้อที่ 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6 และ 2.7 ของรายการประกอบแบบ หมวดงานระบบภาพและเสียง พร้อมแนบแคตตาล็อกเพื่อประกอบการพิจารณา โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา

2.งานระบบภาพและเสียงห้องเรียนรวมส่วนหน้าอาคาร

ระบบเสียง

2.1 ไมโครโฟนแบบมีสายพร้อมขาตั้ง (ชนิด DYNAMIC) จำนวน 4 ชุด ชุดละ 7,500 บาท รวมเป็นเงิน 30,000 บาท

2.1.1 เป็นไมโครโฟนแบบมือถือชนิด Dynamic microphone

2.1.2 รูปแบบการรับสัญญาณแบบ Cardioid หรือ Supercardiodหรือดีกว่า

2.1.3 ด้ามจับทำด้วย โลหะเหล็กแบบ Die-cast แข็งแรง ทนทานหรือดีกว่า

2.1.4 มีสวิทซ์ เปิด/ปิดไมโครโฟน

2.1.5 ค่าความไวในการรับสัญญาณ (Sensitivity) ไม่น้อยกว่า 1.85 mV/pa หรือ 2.5 mV/pa หรือดีกว่า

2.1.6 ความต้านทาน 300 หรือ 600 โอห์มหรือดีกว่า

2.1.7 มีค่า MAX SPL อยู่ที่ 92 dB หรือ 144 dB หรือดีกว่า

2.1.8 ตอบสนองความถี่ไม่น้อยกว่า 50 Hz –14,000 Hz หรือกว้างกว่า

2.1.9 สายไมโครโฟนยาวไม่น้อยกว่า 10 เมตร

2.1.10 ขาตั้งไมโครโฟนแบบตั้งโต๊ะแบบฐานกลมปรับงอได้

2.1.11 ผู้รับจ้างต้องติดตั้งพร้อมเดินสายไมโครโฟนโดยมี OUT LET MIC (XLR) ที่หน้าห้องเรียนหรือตำแหน่งอื่นๆตามความเหมาะสม

2.2 เครื่องขยายเสียงขนาดไม่น้อยกว่า 120 วัตต์ จำนวน 4 เครื่อง เครื่องละ 15,000 บาท รวมเป็นเงิน 60,000 บาท

2.2.1 มีช่องต่อสัญญาณเข้า MIC จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่องสัญญาณหรือดีกว่า

2.2.2 สามารถเลือกสัญญาณเสียง INPUT ใช้งานแบบ USB ,SD CARD และ AUX ได้ หรือดีกว่า

2.2.3 ช่อง INPUT ไมโครโฟน 1 มี Volume ปรับระดับเสียงตั้งแต่ระดับ 0 – 16 เสียง หรือดีกว่า

2.2.4 ช่อง INPUT ไมโครโฟน 1และ2 มี Volume ปรับค่า เสียงต่ำ LO ตั้งแต่ -15 dBถึง +15 dB หรือดีกว่า

2.2.5 ช่อง INPUT ไมโครโฟน 1และ2 มี Volume ปรับค่า เสียงสูง HI ตั้งแต่ -15 dBถึง +15 dB หรือดีกว่า

2.2.6 ช่อง INPUT ไมโครโฟน 1 มี Volume ปรับค่า เสียง ECHO ตั้งแต่ 0 dBถึง +10 dB หรือดีกว่า

2.2.7 ช่อง INPUT ไมโครโฟน 1 มี Volume ปรับค่า เสียง DELAY MIC ตั้งแต่ 0 dBถึง +10 dB หรือดีกว่า

2.2.8 ช่อง INPUT ไมโครโฟน 2 มี Volume ปรับค่า เสียงต่ำ LO ตั้งแต่ -15 dBถึง +15 dB หรือดีกว่า

2.2.9 ช่อง INPUT ไมโครโฟน 2 มี Volume ปรับค่า เสียง BALเสียง L และ R ได้ หรือดีกว่า

2.2.10.ช่อง INPUT ไมคโครโฟน 2 มี สวิทช์กดเลือกการใช้งานของช่อง AUX โดยสามารถเลือกใช้งานได้แบบ SD หรือ USB ได้ โดยมีหน้าจอแสดงผลแบบ LCD และมี ปุ่มกดแสดงผลได้หรือดีกว่า

2.2.11 มีระบบปรับแต่งเสียง EQ ทั้ง ซ้ายและขวา โดยมีระดับความไว (เสียงต่ำ ,กลาง,สูง LO – MID – HI) ตั้งแต่ -12 dBถึง +12 dB หรือดีกว่า

2.2.12มี Volume ปรับค่าระดับเสียงแบบ MASTER โดยมีไฟสี LED ติดรอบ Volume แสดงถึงการทำงานของเสียง

2.2.13 มีช่องต่อลำโพงภายนอก OUTPUT (4 – 16 Ω) แยกเป็นระบบเสียง ซ้ายและ ขวาได้

2.2.14 มีวงจรภาคปรีแอมป์แบบ D-PRE(Invert Darlington Circuit) หรือดีกว่า

2.2.15 มีกำลังขยายเสียง ไม่น้อยกว่า 120 วัตต์ และ 150 MAX หรือดีกว่า

2.2.16 มีการตอบสนองความถี่ +0.5 / -1.0 dB, 15 Hz ~ 25 kHz หรือกว้างกว่า

2.2.17 มีค่าความผิดเพี้ยนทางฮาร์โมนิค (THD) 0.1% (20Hz to 20kHz) ที่ +14 dBuหรือดีกว่า

2.2.19 ช่องต่อสัญญาณเข้า MIC 1และ 2 เป็นขั้วต่อแบบ แบบ PhoneJack หรือดีกว่า

2.2.19 มีสัญญาณรบกวนระหว่างช่องสัญญาณ(Crosstalk) น้อยกว่าหรือเท่ากับ -74db (ที่ 1kHz) หรือดีกว่า

2.2.20 มีพัดลมระบายความร้อนแบบ DC , 12 volt, 0.09A ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1,1/2นิ้วติดในตัวเครื่องหรือดีกว่า

2.2.21 มี FUSE AC สำหรับตัดวงจรเพื่อป้องกันไฟกระชากจากภายนอกได้

2.2.22 ได้รับมาตรฐานและมีใบรับรองมาตรฐาน CE หรือ UL หรือ FCC เป็นอย่างน้อย

2.3 ลำโพงแบบ 2 ทาง ขนาดไม่น้อยกว่า 40 วัตต์ จำนวน 8 ตู้ ตู้ละ 15,000 บาท รวมเป็นเงิน 120,000 บาท

2.3.1 เป็นลำโพง Speaker 2 way หรือดีกว่า

2.3.2 ลำโพงเสียงทุ้มขนาดไม่น้อยกว่า 5 นิ้ว จำนวน 1 ตัว (carbon fiber woofer) หรือดีกว่า

2.3.3 ลำโพงเสียงแหลมขนาดไม่น้อยกว่า 1นิ้ว จำนวน 1 ตัว (mylar dome tweeter ferrofluid cooled) หรือดีกว่า

2.3.4 ค่า Frequency Response ที่ (-3 dB) ตอบสนอบความถี่ไม่น้อยกว่า 160Hz-18 kHz หรือดีกว่า

2.3.5 ค่า Frequency Responseที่ (-10 dB) ตอบสนอบความถี่ไม่น้อยกว่า 75Hz-21 kHz หรือดีกว่า

2.3.6 มีค่า Rate Maximum SPL ไม่น้อยกว่า 109dB@1m (3.3ft) peak หรือดีกว่า

2.3.7 มุมการรับเสียงในแนวนอน 120 องศา ที่ความถี่ 800 Hz – 16KHz หรือดีกว่า

2.3.8 มุมการรับเสียงในแนวตั้ง 100 องศา ที่ความถี่ 800 Hz – 16KHz หรือดีกว่า

2.3.9 มีกำลังขยาย 40 วัตต์แบบ IEC หรือดีกว่า

2.3.10 มีกำลังขยาย 100 วัตต์แบบ PEAK หรือดีกว่า

2.3.11 ค่าจุดตัดความถี่เสียงที่ 4.0kHZหรือดีกว่า

2.3.12 ความต้านทาน 4หรือ 8โอห์ม หรือดีกว่า

2.3.13 มีค่า Input Sensitivity ไม่น้อยกว่า 88 Db @ 1 m หรือดีกว่า

2.3.14 มี Volume สามารถปรับลดเสียงได้ ไม่น้อยกว่า 3 ระดับ 1 K ,2K,3.3K Ω หรือดีกว่า

2.3.15 ได้รับมาตรฐานและมีใบรับรองมาตรฐาน CE หรือ UL หรือ FCC เป็นอย่างน้อย

2.4. ตู้ RACKสำหรับใส่อุปกรณ์แบบติดผนังขนาด 9 U จำนวน 4 ตู้ ตู้ละ 7,000 บาท รวมเป็นเงิน 28,000 บาท

2.4.1 เป็นตู้เก็บอุปกรณ์มาตรฐาน ขนาด 19"สูงไม่น้อยกว่า 9 Uแบบติดผนัง

2.4.2 มีขนาดเหมาะสมกับอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ

2.4.3 ทำด้วยวัสดุที่เป็นเหล็กอบสีอย่างดี ไม่เป็นสนิม แข็งแรง ทนทาน

2.4.4 มีประตูและสามารถล๊อคได้

<u>ระบบภาพ</u>

2.5. เครื่องฉายภาพโปรเจคเตอร์ขนาดไม่น้อยกว่า 3700 ANSI LUMENS จำนวน 4 เครื่อง เครื่องละ 39,000 บาท รวมเป็นเงิน 156,000 บาท

2.5.1 เป็นเครื่องฉายภาพชนิด LCD ขนาดไม่น้อยกว่า 0.63 นิ้ว LCD x 3 with MLA

2.5.2 สามารถรับสัญญาณคอมพิวเตอร์ TRUE XGA (1024x768) รองรับสัญญาณ 4K@30Hz (3840x2160) ได้หรือดีกว่า

2.5.3 ให้ความสว่างในการฉายภาพ ไม่น้อยกว่า 3700 ANSI Lumens

2.5.4 สามารถต่อเชื่อมกับคอมพิวเตอร์ 3 Input แบ่งเป็นD-Sub Mini 15pin จำนวน 1, Input HDMI จำนวน 2 Input , LAN RJ-45 จำนวน 1 Input เป็นอย่างน้อยและมีช่องสัญญาณออกแบบ D-Sub 15pin จำนวน 1 ช่องสัญญาณ

2.5.5 สามารถส่งสัญญาณภาพคอมพิวเตอร์และสั่งควบคุมเครื่องโปรเจคเตอร์ผ่านสาย VGA และ RJ-45 ได้

2.5.6 มีฟังค์ชั่น Seamless Switch ใช้สำหรับเปลี่ยนหน้าจอให้ราบรื่นขึ้นเมื่อเปลี่ยนสัญญาณ

2.5.7 สามารถฉายภาพได้ตั้งแต่ขนาด 30 – 300 นิ้ว ได้

2.5.8 หลอดไฟขนาด มีอายุ 4,000 ชั่วโมง เป็นอย่างน้อย

2.5.9 อัตราความคมชัดของภาพ (Contrast Ratio) ไม่น้อยกว่า16,000:1 หรือดีกว่า

2.5.10 สามารถแก้รูปสี่เหลี่ยมคางหมูทั้งแนวตั้งและแนวนอนได้ไม่น้อยกว่า +/- 30 องศาหรือดีกว่า

2.5.11 มีใบรับรองมาตรฐาน ISO 9001 : 2015 หรือเทียบเท่าเพื่อรับประกันคุณภาพมาตรฐานการผลิตจากผู้ผลิต

2.5.12 เครื่องฉายภาพโปรเจคเตอร์ที่นำเสนอต้องมีเอกสารรับรองที่แสดงว่าเป็นรุ่นที่อยู่ในสายการผลิตและเป็นของใหม่ที่ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อนไม่ใช้สินค้าเก่าเก็บโดยการรับรองจากผู้ผลิตสินค้า

2.5.13 ผู้รับจ้างต้องติดตั้งโปรเจคเตอร์ แบบแขวนเพดานห้องโดยมีขา SUPPORT แบบมาตรฐานสำหรับยึดติดเพดานห้องได้ ตามมาตรฐานผู้ผลิต

2.5.14 ผู้รับจ้างต้อง เดินสาย VGA 15 PIN จากโปรเจคเตอร์มายัง OUTLET VGA หน้าห้องเรียน

2.5.15 ผู้รับจ้างต้องเดินสาย HDMI จากโปรเจคเตอร์มายัง OUTLET HDMI หน้าห้องเรียน

2.6 จอรับภาพแบบมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 120 นิ้ว จำนวน 4 จอ จอละ 14,000 บาท รวมเป็นเงิน 56,000 บาท

2.6.1 เป็นจอรับภาพแบบชนิดควบคุมการขึ้นลงของจอภาพและม้วนเก็บด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า

2.6.2 มีขนาดเส้นทแยงมุมไม่น้อยกว่า 120นิ้วขนาด 4:3 เนื้อผ้า MATT WHITE หรือดีกว่า

2.6.3 เนื้อจอสีขาวทำจากวัสดุ FIBER GLASS ด้านหลังเคลือบสีดำทนต่อการฉีกขาดป้องกันการติดไฟและสามารถทำความสะอาดได้

2.6.4 มีสวิทซ์เพื่อควบคุมการขึ้นลงและหยุดของจอภาพได้ทุกตำแหน่ง

2.6.5 กระบอกจอออกแบบให้สามารถติดตั้งกับผนังหรือเพดานได้

2.6.6 มีใบรับรองมาตรฐาน ISO 9001 : 2015 หรือเทียบเท่าเพื่อรับประกันคุณภาพมาตรฐานการผลิตและมีหนังสือรับรองผลิตภัณฑ์สินค้า

2.7 เครื่องแยกระบบเสียงและภาพ จาก HDMI จำนวน 4 เครื่อง เครื่องละ 6,500 บาท รวมเป็นเงิน 26,000 บาท

2.7.1 เป็นเครื่องแยกสัญญาณเสียงจาก HDMI เป็น Audio

2.7.2 สามารถรองรับความละเอียดได้ไม่น้อยกว่า 24/50/60 fs/1080p/1080i/720p/576p/576i/480p/480i เป็นอย่างน้อย

2.7.3 สามารถรองรับระบบ Video color format ได้ไม่น้อยกว่า 24bit/deep color /30bit,36bit เป็นอย่างน้อย

2.7.4 มีช่อง Audio output แบบ L/R + SPDIF หรือดีกว่า

2.7.5 ค่า Bandwidth ไม่น้อยกว่า 225MHz หรือดีกว่า

2.7.6 ค่า Max baud rate ไม่น้อยกว่า 6.75Gbps หรือดีกว่า

2.7.7 ค่า input/output TMDS Signal ไม่น้อยกว่า 0.5 – 1.5 Volts p-p (TTL) หรือดีกว่า

2.7.8 ค่า input/output DDC Signal ไม่น้อยกว่า 5Volts p-p (TTL) หรือดีกว่า

2.7.9 สามารถรองรับกระแสไฟฟ้า Max working current สูงสุดได้ 500 mA หรือดีกว่า

2.7.10 ค่าความชื้นสัมพัทธ์ Operating Humidity ไม่น้อยกว่า 5 – 90% RH หรือดีกว่า

หมวดงานระบบกล้องวงจรปิด CCTV IP NETWORK

หมวดที่ 1
ระบบกล้องวงจรปิด CCTV IP NETWORK CAMERA

1. รายการทั่วไป

1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบกล้องวงจรปิด CCTV IP NETWORK CAMERA พร้อมอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ตามที่แสดงในแบบ

1.2 ระบบกล้องวงจรปิด CCTV IP NETWORK CAMERA ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆดังนี้

1.2.1 กล้องวงจรปิดชนิด (Fixed BOX IP Camera) 2 ล้านพิเซล จำนวน 12 ชุด

1.2.2 อุปกรณ์กระจายสัญญาณ 24 ช่อง POE 10/100/1000Mbps (PoE L3 Switch) 4 SFP จำนวน 1 เครื่อง

1.2.3 อุปกรณ์กระจายสัญญาณ 8 ช่อง POE 10/100/1000Mbps (PoE L2 Switch) 2 SFP จำนวน 1 เครื่อง

1.2.4 เครื่องสำรองไฟฟ้า ขนาด 1,000 VA (900 Watts) จำนวน 1 เครื่อง

1.2.5 เครื่องสำรองไฟฟ้า ขนาด 800 VA (480 Watts) จำนวน 1 เครื่อง

1.2.6 ตู้เหล็กสำหรับเก็บอุปกรณ์บันทึกภาพ ขนาด 9U แบบติดผนัง จำนวน 1 ตู้

1.2.7 ตู้สำหรับจัดเก็บอุปกรณ์ภายนอก OUTDOOR RACK จำนวน 1 ตู้

1.2.8 สายนำสัญญาณ Fiber Optic 12 Core Single-mode Outdoor

1.2.9 สายสัญญาณ CAT6 OUTDOOR

1.2.10 สายใยแก้วนำแสง เชื่อมต่อแบบ (Pigtail) ชนิด Single mode

1.2.11 สายใยแก้วนำแสงสำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ (Optical Fiber Patch Cord)

1.2.12 กล่องเก็บปลายสายใยแก้วนำแสง (Rack Mount Enclosure)

1.2.16 ท่อ IMC Ø 1"

1.2.17 EMT Ø 3/4"

1.2.18 ท่อ HDPE Ø 32 mm.

1.2.19 งานเข้าระบบ สาย FIBER OPTIC

1.2.20 อุปกรณ์ประกอบงานเดินสายสัญญาณ CCTV ลงดิน

1.3 การติดตั้งอุปกรณ์ระบบกล้องวงจรปิดทั้งหมดให้ติดตั้งให้เรียบร้อย สวยงามและสามารถพร้อมใช้งานได้เป็นอย่างดี

1.4 ถ้าเกิดความเสียหายในระหว่างการติดตั้ง เช่น พื้นห้อง ผนัง ฝ้าเพดานหรือส่วนอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับตัวอาคารรวมถึงการรักษาความสะอาด ผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขให้เรียบร้อยเหมือนเดิม

1.5 ให้ผู้รับจ้างจัดหาบุคลากรหรือวิธีป้องกัน เพื่อดูแลรักษาเครื่องมือหรืออุปกรณ์อื่นๆที่เกี่ยวข้องในระหว่างที่ดำเนินการติดตั้งภายในอาคาร หากอุปกรณ์ดังกล่าวเกิดสูญหายหรือเสียหายผู้ว่าจ้างจะไม่รับผิดชอบไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

1.6 ผู้ยื่นเสนอราคาจะต้องจัดทำตารางเปรียบเทียบคุณลักษณะกับที่มหาวิทยาลัยกำหนดและจะต้องระบุคุณลักษณะของแต่ละข้อที่ยื่นตามข้อที่ 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 2.10, 2.11 และ 2.12 พร้อมแนบแคตตาล็อกหรือแบบรูปรายละเอียดเพื่อประกอบการพิจารณา โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา

1.7 อุปกรณ์ระบบกล้องวงจรปิดอาคาร 11 ต้องสามารถเชื่อมต่อกับระบบกล้องวงจรปิดระบบเดิมที่มหาวิทยาลัยมีอยู่ โดยเชื่อมต่อผ่านสาย FIBER OPTIC เดิม ไปควบคุมการบันทึกภาพและสามารถบริหารจัดการได้ ที่ห้องควบคุมระบบกล้องวงจรปิด ชั้น 1 อาคาร 4 (อาคารเรียนและอำนวยการ)

2.รายละเอียดคุณลักษณะระบบกล้องวงจรปิด CCTV IP NETWORK CAMERA

2.1 กล้องวงจรปิดชนิด (Fixed BOX IP Camera) 2 ล้านพิกเซล จำนวน 12 ชุด ชุดละ 24,000 บาท รวมเป็นเงิน 288,000 บาท

2.1.1 เป็นกล้องวงจรปิด แบบ Bullet Network Camera เบ็ดเสร็จในตัว

2.1.2 มีตัวรับภาพชนิด Progressive Scan Sony CMOS ขนาดไม่น้อยกว่า 1/2.8”

2.1.3 ความละเอียดไม่น้อยกว่า 2 Megapixel หรือดีกว่า

2.1.4 สามารถส่งสัญญาณภาพด้วยความเร็ว 60 FPS ที่ขนาดภาพ 1,920x1,080 ได้หรือดีกว่า

2.1.5 มีระบบการทำงานแบบ ICRDay Night สามารถแสดงภาพได้ดีทั้งกลางวันและกลางคืน โดยมีการควบคุมระบบการเคลื่อนที่ของ IR-Cut Filter ในตัวกล้องโดยอัตโนมัติเมื่อเปลี่ยนโหมด

2.1.6 มีเลนส์เป็นแบบ P-iris Motorized lens ขนาด 2.7-15 mm F1.6 หรือดีกว่า

2.1.7 มีความไวแสงต่ำสุดไม่มากกว่า 0.006 lux สำหรับการแสดงภาพสี (Day Mode) และ 0.0009 lux ภาพขาวดำ (Night Mode) และ 0 lux สำหรับ infrared ทำงานหรือดีกว่า

2.1.8 มีระยะทำการ Infrared ไม่น้อยกว่า 55 เมตรหรือดีกว่า

2.1.9 มีฟังก์ชั่น Smart IR และ Adaptive IR Technologies สำหรับปรับการทำงานของ Infrared ได้

2.1.10 รองรับเทคโนโลยีการบีบอัดภาพ H.265 และ H.264 และ MJPEG และรองรับการส่งสัญญาณภาพแบบ Multi Stream สามารถส่งสัญญาณภาพได้พร้อมกันอย่างน้อย 3 steams หรือดีกว่า

2.1.11 สามารถเลือกขนาดภาพเป็น 1,920x1,080, 1,280x720, 720x576, 720x480, 640x480, 640x360 และ 320x240 ได้เป็นอย่างน้อย

2.1.12 สามารถปรับ Shutter Speed ได้ตั้งแต่ 1/7-1/20,000 หรือดีกว่า

2.1.13 มีฟังชั่น WDR (Wide Dynamic Range) ช่วยให้สามารถแสดงรายละเอียดของภาพที่มีแสงแตกต่างกันมากได้โดยมีค่า Dynamic Range อย่างน้อย 140 dB หรือดีกว่า

2.1.14 มีฟังก์ชันในการตรวจจับเมื่อมีความเคลื่อนไหว (Motion Detection) สามารถกำหนดพื้นที่ในการตรวจจับการเคลื่อนไหวได้ 5 พื้นที่ได้เป็นอย่างน้อย

2.1.15 มีฟังก์ชันในการตรวจจับเมื่อมีการปิดบังหน้ากล้อง (Tampering Alarm) หรือดีกว่า

2.1.16 มีฟังก์ชั่น Video analytics ที่ช่วยในการตรวจจับต่อไปนี้ เป็นอย่างน้อย

2.1.17 มีฟังก์ชันในการตรวจจับวัตถุที่เข้ามาในพื้นที่และสามารถเลือกระบุได้ว่าตรวจจับเฉพาะคนหรือรถได้ (Intrusion Detection (Line/Zone; by People/ by Vehicle/ all Object) ได้เป็นอย่างน้อย

2.1.18 มีฟังก์ชั่นในการนับวัตถุ โดยสามารถระบุวัตถุได้ว่าจะเลือกนับเฉพาะคนหรือรถ (Object Counting (Line/Zone; by People/ by Vehicle/ all Object) ได้เป็นอย่างน้อย

2.1.19 มีฟังก์ชั่นในการตรวจจับวัตถุที่ข้ามผ่านเส้นที่กำหนด โดยสามารถระบุทิศทาง ซ้าย-ขวา และระบุเฉพาะได้ว่า คนหรือรถ (Line Crossing (by People/ by Vehicle/ all Object; Direction Setting: Left/ Right) ได้เป็นอย่างน้อย

2.1.20 มีฟังก์ชั่นตรวจจับบุคคลเข้ามาในพื้นที่นานกว่าที่กำหนด (Loitering Detection (by Second) ได้เป็นอย่างน้อย

2.1.21 มีฟังก์ชั่นในการตรวจจับวัตถุหายหรือถูกเคลื่อนย้าย (Object Left/Object Removed) ได้เป็นอย่างน้อย

2.1.22 มีฟังชั่นปิดบังพื้นที่หวงห้าม (Privacy Mask) โดยสามารถเลือกพื้นที่ปิดบังได้อย่างน้อย 5 พื้นที่ หรือมากกว่า

2.1.23 มีฟังชั่นปรับ frame rate อัตโนมัติตามความเคลื่อนไหว (smart Frame rate) และปรับความคมชัดของภาพตามความเคลื่อนไหว (Smart ROI) เพื่อช่วยประหยัด storage ในการบันทึกภาพได้

2.1.24 สามารถจัดเก็บการตั้งค่าภาพที่แตกต่างกันในโหมดกลางวันและกลางคืนได้และทำงานโดยอัตโนมัติ

2.1.25 สนับสนุน Network Protocol ได้แก่ IEEE802.1x, DDNS, DHCP, Firewall, FTP, GB28181, HTTP, HTTPS, IPv4, IPv6, LDAP, NTP, RTP, RTSP ,RTMP, SSL,SSH, SNMP, SMTP,TCP/IP, UDP, UPnP, Zero Configure ได้เป็นอย่างน้อย

2.1.26 สามารถกำหนดค่า Bit rate ได้ตั้งแต่ 64k – 8,000 kbps หรือดีกว่า

2.1.27 มีระบบการปรับภาพแบบ Backlight Compensation, Auto White Balance และสามารถปรับแต่คุณสมบัติของภาพ Brightness, Contrast, Saturation,Sharpness และ Hue ได้เป็นอย่างน้อย

2.1.28 มีช่องในการเชื่อมต่อเครือข่ายชนิด RJ-45 ตามมาตรฐาน 10/100 Mbps Ethernet

2.1.29 สามารถทำงานตามมาตรฐาน IEEE802.3af (PoE) ได้เป็นอย่างน้อย

2.1.30 ได้รับมาตรฐานการป้องกัน IP66 และ IK10 ได้เป็นอย่างน้อย

2.1.31 สามารถรองรับมาตรฐาน ONVIF Profile S,G,Q และ T ได้เป็นอย่างน้อย

2.1.32 สามารถรองรับ SDHC Card ที่ขนาดความจุ 32 GB และ SDXC Card ที่ขนาดความจุ 2 TB ได้เป็นอย่างน้อย

2.1.33 มีช่องในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก 1 alarm input และ 1 alarm output และรองรับการส่งสัญญาณเสียง 1 audio input และ 1 audio output ได้เป็นอย่างน้อย

2.1.34 ตัวกล้องวงจรปิดได้รับมาตรฐานรับรองคุณภาพ CE และ FCC เป็นอย่างน้อยโดยมีเอกสารแสดงการได้รับมาตราฐาน

2.1.35 สามารถดูภาพและปรับแต่งกล้องได้โดยใช้ Internet Explorer, Google Chrome และ Mozilla Firefox ได้เป็นอย่างน้อย

2.1.36 มีช่วงอุณหภูมิในการทำงาน -20 องศาเซลเซียส ถึง 55 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า

2.1.37 ต้องมี Software Development Kit (SDK) หรือ Application Programming Interface (API) ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้อง

2.1.38 อุปกรณ์ที่นำเสนอต้องมีเอกสารรับรองที่แสดงว่าเป็นรุ่นที่อยู่ในสายการผลิตและเป็นของใหม่ที่ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน ไม่ใช้สินค้าเก่าเก็บ โดยมีเอกสารแสดงการรับรอง

2.1.39 ได้รับมาตรฐานด้านความปลอดภัยต่อผู้ใช้งานโดยมีเอกสารแสดงการได้รับมาตรฐาน

2.1.40 ผู้ผลิตต้องได้รับมาตรฐานด้านระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมโดยมีเอกสารแสดงการได้รับมาตรฐาน

2.1.41 ผู้ผลิตต้องได้รับมาตรฐานด้านการบริหารจัดการหรือบริหารงานที่มีคุณภาพ ISO โดยมีเอกสารแสดงการได้รับมาตรฐาน

2.1.42 เป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้ายี่ห้อเดียวกันกับเครื่องบันทึกภาพ

2.2 อุปกรณ์กระจายสัญญาณ 24 ช่อง 10/100/1000Mbps (PoE L3 Switch) 4 SFP จำนวน 1 เครื่อง เครื่องละ 60,000 บาท รวมเป็นเงิน 60,000 บาท

2.2.1 ช่องต่อสัญญาณเครือข่ายแบบ 10/100/1000 Basr-T จำนวนไม่น้อยกว่า 24 ช่อง และแบบ 1000 Base-X (SFP) GbE uplink ports ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง หรือดีกว่า

2.2.2 มีลักษณะการทำงานไม่น้อยกว่า Layer 3 แบบ (IGMP v1/v2/v3), ProtocolIndependent Multicast (PIM), IEEE 802.1 Q-in-Q, Bidirectional Forwarding Detection (BFD), Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP) หรือดีกว่า

2.2.3 มีสัญญาณไฟแสดงสถานะของการทำงานช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่ายทุกช่อง

2.2.4 สามารถทำงานตามมาตรฐานการรับส่งสัญญาณทุกแบบอย่างน้อยดังนี้ IEEE 802.1ak, IEEE802.1ab ,IEEE 802.1D ,IEEE 802.1p, IEEE 802.1Q, IEEE 802.1Q-in-Q ,IEEE 802.3af: PoE , IEEE 802.3at: PoE+ ได้เป็นอย่างน้อย

2.2.5 รองรับ MAC address ไม่น้อยกว่า16,000 แบบ Ethertype, 802.1p, VLAN, IP address, หรือดีกว่า

2.2.6 สามารถจ่ายกระแสไฟรวมไม่น้อยกว่า maximum system budget of 405 W หรือดีกว่า

2.2.7 รองรับการบริหารจัดการเครือข่ายผ่าน Web หรือ SNMP หรือดีกว่า

2.2.8 สามารถต่อพ่วงกับอุปกรณ์การเก็บข้อมูล Hardware DRAM ได้ไม่น้อยกว่า 512 M หรือดีกว่า

2.2.9 ตัวแปลงสัญญาณ media converter ชนิด Mini GBIC transceiver 1000Base-LX โดยสามารถใช้งานได้ระยะไม่น้อยกว่า 10 กิโลเมตรหรือดีกว่า จำนวน 2 หน่วย หรือดีกว่า

2.3 อุปกรณ์กระจายสัญญาณ 8 ช่อง 10/100/1000Mbps (PoE L2 Switch) 2SFP ชนิดใช้งานภายนอกอาคาร จำนวน 1 เครื่อง เครื่องละ 32,000 บาท รวมเป็นเงิน 32,000 บาท

2.3.1 มีลักษณะการทำงานไม่น้อยกว่า Layer 2 ของ OSI Model Industrial swtich

2.3.2 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T (Gigabit) จำนวนไม่น้อยกว่า 8 ช่อง หรือดีกว่า

2.3.3 สามารถรองรับการทำงานแบบ PoE (Power over Ethernet) ได้ตามมาตรฐาน IEEE 802.3af หรือ IEEE 802.3at ได้ในช่องเดียวกัน จำนวนไม่น้อยกว่า 8 ช่อง หรือดีกว่า

2.3.4 มีสัญญาณไฟแสดงสถานะของการทำงานทุกช่องการเชื่อมต่อระบบเครือข่าย

2.3.5 อุปกรณ์การะจายสัญญาณจะต้องรองรับการทำงานแบบ IEEE 802.1Q VLAN, Mirroring, port isolation, IGMP Snooping, DHCP Snooping LLDP, PoE Management, IP Source Guard, ARP inspection หรือดีกว่า

2.3.6 รองรับการทำงานแบบ spanning tree STP(802.1D) และ RSTP(802.1W) หรือดีกว่า

2.3.7 รองรับการทำงานแบบ Jumbo frame ไม่น้อยกว่า 9 K และ Mac table up to 8K หรือดีกว่า

2.3.8 รองรับ Buffer Memory ได้ไม่น้อยกว่า 4M หรือดีกว่า

2.3.9 รองรับ Switching Capacity bandwidth ได้ไม่น้อยกว่า 52GB หรือดีกว่า

2.3.10 สามารถรองรับการทำงานแบบ โปรแกรมควบคุมได้ (Managed) ผ่าน WEB, CLI, TELNET, SSH, SNMP ได้หรือดีกว่า

2.3.11 รองรับการทำงานแบบ G.8032 และรองรับ <50ms Industrial quick ring protection ได้ หรือดีกว่า

2.3.12 สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิระหว่าง -40 องศาเซลเซียส ถึง 75 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า

2.3.13 ตัวอุปกรณ์ผลิตตรงตามมาตรฐานความปลอดภัย อย่างน้อย CE, FCC เป็นอย่างน้อย

2.3.14. มี POWER SUPPLY ขนาด ไม่น้อยกว่า 120 วัตต์ DC VOLTAGE ไม่น้อยกว่า 48 Volt ,2.5A 4.18. POWER SUPPLY มีความถี่ FREQUENCY RANGE อยู่ในช่วง 47~63Hz หรือดีกว่า

2.4 เครื่องสำรองไฟฟ้า ขนาด 1,000 VA (900 Watts) จำนวน 1 เครื่อง เครื่องละ 25,000 บาท รวมเป็นเงิน 25,000 บาท

2.4.1 เป็นเครื่องสำรองไฟ UPS ขนาดไม่น้อยกว่า 1KVA ,900 วัตต์

2.4.2 เป็นแบบชนิดติด RACK ขนาดไม่น้อยกว่า 2U

2.4.3 ค่าความถี่ 50/60 Hz ± 10% (selectable)

2.4.4 ค่า Current THDI น้อยกว่า 5%

2.4.5 มี Current Crest Ratio เพื่อรองรับกระแสในช่วง peak ที่ไม่น้อยกว่า 3:1

2.4.6 สามารถจ่ายกำลังวัตต์เพียงพอต่อการใช้งานของอุปกรณ์ที่ต่อพ่วง

2.4.7 ชนิด Battery type แบบ Sealed Leas Acid หรือดีกว่า

2.4.8 ได้รับมาตรฐาน Safety (IEC/EN62040-1-1), ESD (IEC/EN61000-4-2 L4),RS (IEC/EN61000 -4-3 L3),EFT (IEC/EN61000-4-4 L4),UL 1449, Surge (IEC/EN61000-4-5 L4), Conduction (IEC/EN62040-2 C3), Radiation (IEC/EN62040-2 C3) ,Transportation (ETS300019-2-2 Class 2.3), Protection (IP20 static) เป็นอย่างน้อย

2.5 เครื่องสำรองไฟฟ้า ขนาด 800 VA (480 Watts) จำนวน 1 เครื่อง เครื่องละ 5,500 บาท รวมเป็นเงิน 5,500 บาท

2.5.1 มีกำลังไฟฟ้าด้านนอกไม่น้อยกว่า 800 VA (480 Watts)หรือดีกว่า

2.5.2 สามารถสำรองไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 15 นาที หรือดีกว่า

2.5.3 เป็นเครื่องสำรองไฟชนิด On Line Protection หรือ Line Interactive with Stabilizer หรือดีกว่า

2.5.4 มีการควบคุมการทำงานด้วย Microprocessor หรือดีกว่า

2.5.5 สามารถรับแรงดันไฟฟ้าขาเข้าได้ที่ 220 Volts +/- 20 %, Frequency 50 Hz +/- 10% หรือดีกว่า

2.5.6 สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าขาออกสภาวะสำรองไฟได้ที่ 220 Volt+/- 5 % (Battery mode) หรือดีกว่า

2.5.7 ใช้แบตเตอรี่ชนิด Sealed Lead Acid Maintenance Free ชนิดแบตเตอรี่แห้ง ไม่ต้องเติมน้ำกลั่นหรือดีกว่า

2.5.8 มี Surge Protection For Telephone Line ที่ป้องกันไฟกระชากทางสายโทรศัพท์ได้ มีไฟ LED แสดงสถานะ Ac mode, Fault และ Battery modeหรือดีกว่า

2.5.9 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากโรงงานซึ่งได้รับการรับรองมาตรฐาน มอก.1291 เล่ม 1-2553,1291 เล่ม 2-2553 และ 1291 เล่ม 3-2555 ประเภท C1 พร้อมแนบเอกสารแสดง

2.5.10 ผลิตภัณฑ์ต้องได้รับมาตรฐาน ISO 14001 : 2004 และ ISO 9001 : 2008 จากคณะกรรมการแห่งชาติว่าด้วยการรับรองระบบงาน (NAC) ที่ครอบคลุมถึง การผลิต การออกแบบ, และ การบริการ (service) พร้อมแนบเอกสารแสดง

2.6 ตู้เหล็กสำหรับเก็บอุปกรณ์บันทึกภาพขนาด 9U ติดผนัง จำนวน 1 ตู้ ตู้ละ 7,000 บาท รวมเป็นเงิน 7,000 บาท

2.6.1 เป็นตู้แบบ Wall Mount Rack 19" ขนาดไม่น้อยกว่า 9U

2.6.2 มีมาตรฐานการผลิตแบบ ANIS/EIA ,IEC, DIN

2.6.3 มีขนาดความลึกไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร

2.7 ตู้เหล็กสำหรับเก็บอุปกรณ์ OUTDOOR RACK จำนวน 1 ตู้ ตู้ละ 8,500 บาท รวมเป็นเงิน 8,500 บาท

2.7.1 เป็นกล่องพักสายใยแก้วนำแสง ชนิดใช้งานภายนอกอาคารได้

2.7.2 มีข้อต่อสำหรับเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงได้ไม่ต่ำกว่า 12 หัวต่อ แบบ Snap-in Plate ทั้ง แบบ FC,SC,ST,LC (Adaptor) และต้องสามารถขยายได้ สูงสุดไม่น้อยกว่า 96 หัวต่อ

2.7.3 สามารถใช้งานร่วมกับหัวต่อสายใยแก้วนำแสงชนิด Multimode และ Single mode ได้ในแผงพักเดียวกันและด้านในจะต้องมีพื้นที่สำหรับวางSplice Tray แบบ 12 หรือ 24 ช่อง ได้โดยใช้น็อตยึดตรงกลางเพื่อความ แข็งแรงในการใช้งาน

2.7.4 มีขนาดของกล่องพักสาย ไม่น้อยกว่า 600x440x245 มม.(สูงxกว้างxลึก)

2.7.5 ผลิตจากวัสดุเหล็กอย่างดีโดยเหล็กเป็นชนิด EG (Electro Galvanize) เป็นเหล็กแผ่นที่เคลือบซิงก์ (Zinc) ด้วยกรรมวิธีทางไฟฟ้า ทนต่อการใช้งานภายนอกโดยเฉพาะ

2.7.6 สามารถใส่พัดลมระบายอากาศได้ไม่น้อยกว่า 2 ตัว และมีขนาดไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว อยู่ด้านล่างตู้ เพื่อดูดระบาย ความร้อนออกนอกตู้ เพื่อยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์

2.7.7 ภายในตู้มีทางเข้าสาย อยู่ด้านล่างไม่น้อยกว่า 8 รู และ สามารถใส่ cable grand เบอร์ EG/PG-29 สีดำ ได้ไม่น้อย กว่า 2 รู เพื่อการยึดจับสายที่มั่งคงแข็งแรง

2.7.8 ขอบฝาด้านหน้าของตัวตู้จะต้องมีขอบชนิดกันฝุ่นกันความชื้นที่ผลิตขึ้นจากวัสดุ CNC โฟมฉีดชนิดพิเศษ (CNC Foam Gaskets) ที่มีความยืดหยุ่นสูง และ ป้องกันความชื้นได้ดี อายุการใช้งานยาวนานกว่าขอบยางสีดำธรรมดาทั่วไป

2.7.9 ด้านล่างของตัวตู้จะต้องมีคานเหล็ก ไม่น้อยกว่า 2 ชิ้น เพื่อรองรับเครื่องสำรองไฟ (UPS) ไม่ให้ไปปิดกั้นพัดลมระบายอากาศด้านล่างของตู้ได้

2.7.10 บริเวณด้านหน้าของตัวตู้จะต้องพับขอบคิ้ว โดยรอบเพื่อป้องกันน้ำหรือความชื้นเข้าตัวตู้ขณะเปิดฝาตู้ออก

2.7.11 ด้านหลังของตู้พักสายใยแก้วนำแสง จะต้องมีรูสำหรับยึดติดผนัง ทั้ง 4 มุมของตู้ และจะต้องมีขายึดจับเสาไฟฟ้า พร้อมอุปกรณ์เสริมครบชุด เพื่อความสะดวกต่อการใช้งาน

2.7.12 โรงงานผลิตตู้สำหรับจัดเก็บอุปกรณ์ภายนอก จะต้องได้รับมาตรฐาน ISO:9001 เป็นอย่างน้อยโดยมีเอกสารแสดงการได้รับมาตรฐาน

2.8 สายนำสัญญาณ Fiber Optic 12 Core Single-mode Outdoor

2.8.1 มีขนาดของ Core/Cladding และสายใยแก้วนำแสง ชนิด Single-mode ผลิตตามมาตรฐาน ITU Recommendation G.652.D หรือดีกว่า

2.8.2 มีขนาดของแกนสายใยแก้วนำแสงขนาดไม่น้อยกว่า 12 แกน (12 Core) ชนิด Single Mode 9/125 um หรือดีกว่า

2.8.3 เป็นสายสำหรับเดินบนเสาไฟฟ้าโดยเฉพาะ สายเป็นแบบ Drop wire fiber optic ที่มี Messenger wire แบบเส้นลวด (Steel Wire) 1 เส้น ยึดติดอยู่กับตัวเปลือก (Jacket) ด้านนอกสายเพื่อรองรับแรงดึงในการติดตั้งและมีขนาดของเส้นลวดไม่น้อยกว่า 1.6 มม.

2.8.4 เปลือกหุ้มฉนวนภายนอก (Jacket Sheath) เป็นชนิด LSZH หรือดีกว่า และ มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.6 มิลลิเมตร หรือดีกว่า

2.8.5 ภายในโครงสร้างของสายมี Loose Tube ที่มีขนาดไม่น้อยกว่า 3.0 มิลลิเมตร และผลิตจากวัสดุที่เป็น PBT โดยใน Loose tube จะต้องมี Thyrotrophic jelly compound ที่ป้องกันความร้อนอยู่ภายใน เพื่อยืดอายุการใช้งานของเคเบิ้ลใยแก้วนำแสง

2.8.6 ภายในโครงสร้างของสายจะต้องมี Aramid Yarn และ E-Glass yarn เพื่อช่วยรองรับแรงดึงไม่มีผลกระทบกับเส้นใยแก้วนำแสง ภายในสายเคเบิ้ล

2.8.7 มีอุณหภูมิ Operating อยู่ระหว่าง –10 ถึง +70 องศาเซลเซียล หรือดีกว่า

2.8.8 มีขนาดรอบนอกของสาย(Cable Diameter) ไม่น้อยกว่า 6.8 มิลลิเมตร ไม่รวมเส้นลวดเพื่อความแข็งแรงในการติดตั้ง

Optical Characteristics

2.8.9 Attenuation @1,310 nm น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.36 dB/Km

2.8.10 Attenuation @ 1,550 nm น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.22 dB/Km

2.8.11 Attenuation @ 1,625 nm น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.23 dB/Km

2.8.12 มีค่า Dispersion coefficient@ 1285 -1340 nm = -3.5 -3.5 ps/(nm•km)@ 1550 nm = ≤ 18 ps/(nm•km)

2.8.13 Polarization mode dispersion coefficient (PMD) ≤ 0.2 ps/√ km

2.8.14 Cut-off wavelength λ1,260

2.8.15 สายเคเบิ้ล fiber optic จะต้องผ่านมาตรฐาน มอก.2166 – 2548เป็นอย่างน้อยโดยมีเอกสารแสดงการได้รับมาตรฐาน

2.9 สายสัญญาณ CAT6 OUTDOOR

2.9.1 เป็นสายทองแดงแบบตีเกลียว UTP Category 6 (Unshielded Twisted Pair) ที่มีคุณสมบัติตาม มาตรฐาน ANSI/TIA-568-C.2, ISO/IEC 11801:2002 ,EN-50173-1, ASTM D4566-98, ICEA S-102-700 Category 6 NEMA WC 66 เป็นอย่างน้อย

2.9.2 มีค่า Impedance เท่ากับ100 ±15 Ohms, 1MHz ถึง 600 MHz หรือดีกว่า

2.9.3 มีค่า Mutual capacitance เท่ากับ 5.6 nF max./100 m.หรือดีกว่า

2.9.4 มีค่า DC Resistance เท่ากับ 6.65 Ohms Max./100m.หรือดีกว่า

2.9.5 มีค่า DC Resistance, Unbalance เท่ากับ 5% Max.หรือดีกว่า

2.9.6 มีค่า Dielectric Strength เท่ากับ 1kV/min หรือดีกว่า

2.9.7 มีค่า Propagation delay เท่ากับ 536 ns/100 m. max. ที่ความถี่ 600 MHz หรือดีกว่า

2.9.8 มีค่า Delay Skew เท่ากับ 30 ns. Max และ NVP เท่ากับ 69% หรือดีกว่า

2.9.9 สามารถโค้งงอได้ 4 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางสายและรับแรงดึง 110 N (25lbf) หรือดีกว่า

2.9.10 สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิระหว่าง -20 ถึง +60 องศาเซลเซียสและสามารถ เก็บรักษาได้ที่อุณหภูมิระหว่าง -20ถึง +80 องศาเซลเซียสหรือดีกว่า

2.10 การเชื่อมสายใยแก้วนำแสง เชื่อมต่อแบบ (Pigtail) ชนิด Single mode

2.10.1 สายเชื่อมต่อเป็นหัวต่อชนิด LC/PC-Styleหรือตามลักษณะการใช้งานจริง

2.10.2 ชนิดของ Ferrule เป็นแบบ Zirconia /Ceramic

2.10.3 เป็นสายใยแก้วนำแสงชนิด Single mode 9/125um มีความยาวไม่น้อยกว่า 1.5 เมตร

2.10.4 มีเปลือกนอก (Jacket) ผลิตจาก PVC สีเหลือง และ มีขนาดของสายไม่น้อยกว่า 3.0 มิลลิเมตร

2.10.5 เป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกันกับสายใยแก้วนำแสงเพื่อประสิทธิภาพสูงสุดในการทำงาน

2.11. สายใยแก้วนำแสงสำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ (Optical Fiber Patch Cord)

2.11.1 สายใยแก้วนำแสง 1 เส้นจะต้องมี 2 Core ชนิด Single mode ขนาด 9/125 Micron หรือดีกว่า

2.11.2 ชนิดของ Ferrule เป็นแบบ Zirconia/Ceramicหรือดีกว่า

2.11.3 มีเปลือกนอก (Jacket) ผลิตจาก PVC สีเหลือง และ มีขนาดของสายไม่น้อยกว่า 3.0 มิลลิเมตร

2.11.4 ปลายสายเป็นหัวต่อแบบ SC/PC-Style และ LC/PC-Style หรือตามลักษณะการใช้งานจริง

2.11.5 ต้องเป็นสายสำเร็จรูป จากโรงงานผู้ผลิต ความยาวไม่น้อยกว่า 3 เมตร

2.11.6 เป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกันกับสายใยแก้วนำแสง เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการทำงาน

2.12 กล่องเก็บปลายสายใยแก้วนำแสง (Rack Mount Enclosure)

2.12.1 เป็นแผงพักสายที่ใช้ได้กับตู้เก็บอุปกรณ์มาตรฐานขนาด 19 นิ้วความสูง 1U (4.45 ซม.)

2.12.2 แผงพักสายใยแก้วนำแสง ผลิตจากวัสดุที่เป็นเหล็กอย่างดีและ สามารถ เลื่อนเข้าออกได้ โดยขายึดถาดของรางเลื่อนจะต้องเป็นแบบลูกปืนเท่านั้น เพื่อความคงทนและความสะดวกต่อการใช้งาน.

2.12.3 มีข้อต่อสำหรับเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงได้ไม่ต่ำกว่า 6 หัวต่อ ทั้ง แบบ ST,SC,FC,LC (Connector) โดยการเปลี่ยน Snap Plate และต้องสามารถขยายได้ สูงสุดไม่น้อยกว่า 36 หัวต่อ

2.12.4 สามารถใช้งานร่วมกับหัวต่อสายใยแก้วนำแสงชนิด Multimode และ Single mode ได้ในแผงพักเดียวกัน 1 U (4.45 ซม.) และด้านในจะต้องมีพื้นที่สำหรับวาง Splice Tray แบบ 12 port โดยใช้ น็อตยึดตรงกลาง splice tray เพื่อความแข็งแรงในการใช้งาน

2.12.5 ด้านหน้าของแผงพักสายใยแก้วนำแสง จะต้องมีพื้นที่ว่างด้านหน้าเพื่อพักสาย และติดป้ายชื่อ (Label) และ มีฝาปิดด้านหน้าทำจากเหล็กอย่างดี เพื่อป้องกันสายหัก โดยมีน็อตทำจากเหล็กสกรูเพื่อยึด ติดฝาด้านหน้าทั้งสองข้าง (น็อต PEM)

2.12.6 กล่องเก็บปลายสาย จะต้องมีรูทางสายเข้า ด้านหลัง อย่างน้อย 4 รู และ สามารถถอดหรือยกสายใยแก้วนำแสง ออกจากกล่องได้ ทั้งที่เชื่อมสาย(fusion Splice) ไปแล้ว กรณี แก้ไข หรือ ย้ายตู้ cabinet rack ใหม่ เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายและสะดวกต่อการใช้งาน

2.12.7.เป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกันกับสายใยแก้วนำแสงเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการทำงาน

หมวดงานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

หมวดที่ 1
ติดตั้งและเชื่อมต่อระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

1. ขอบเขตของงาน

1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตพร้อมอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ตามที่แสดงในแบบ

1.1.1 จัดหาอุปกรณ์เครือข่ายสำหรับงานระบบเครือข่าย

1.1.2 จัดหาอุปกรณ์รองรับการเชื่อมต่อสำหรับอุปกรณ์เครือข่ายใหม่

1.1.3 ติดตั้งระบบสายสัญญาณเครือข่ายภายในอาคารและระหว่างอาคารทั้ง Fiber Optic และ UTP

1.1.4 ติดตั้งอุปกรณ์เครือข่ายและอุปกรณ์เครือข่ายไร้สาย

1.1.5 ติดตั้งอุปกรณ์และเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์เครือข่ายของเดิมที่มีอยู่ภายในอาคารและอุปกรณ์เครือข่ายของใหม่ให้สามารถใช้การได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆดังนี้

1.2.1 อุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย (Wireless Access Point) แบบติดตั้งภายในอาคาร จำนวน 11 ตัว

1.2.2 อุปกรณ์กระจายสัญญาณ L2 SWITCH 48G-port POE (Switch L2 48 Port PoE with 4 Fiber Module) จำนวน 1 ตัว

1.2.3 ตู้ Rack 9U ลึก 60 พร้อมติดตั้งปลั๊กไฟ จำนวน 1 ตัว

1.3 การติดตั้งอุปกรณ์ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตทั้งหมดให้ติดตั้งให้เรียบร้อย สวยงามและสามารถพร้อมใช้งานได้เป็นอย่างดี

1.4 ถ้าเกิดความเสียหายในระหว่างการติดตั้ง เช่น พื้นห้อง ผนัง ฝ้าเพดานหรือส่วนอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับตัวอาคารรวมถึงการรักษาความสะอาด ผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขให้เรียบร้อยเหมือนเดิม

1.5 ให้ผู้รับจ้างจัดหาบุคลากรหรือวิธีป้องกัน เพื่อดูแลรักษาเครื่องมือหรืออุปกรณ์อื่นๆที่เกี่ยวข้องในระหว่างที่ดำเนินการติดตั้งภายในอาคาร หากอุปกรณ์ดังกล่าวเกิดสูญหายหรือเสียหายผู้ว่าจ้างจะไม่รับผิดชอบไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

1.6 ผู้ยื่นเสนอราคาจะต้องจัดทำตารางเปรียบเทียบคุณลักษณะกับที่มหาวิทยาลัยกำหนดและจะต้องระบุคุณลักษณะของแต่ละข้อที่ยื่นตามข้อ 3, 4, 5, 6 และ 7 ของรายการประกอบแบบหมวดงานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต พร้อมแนบแคตตาล็อกหรือแบบรูปรายละเอียดเพื่อประกอบการพิจารณาโดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา

2. ข้อกำหนดการดำเนินงาน

2.1 ผู้รับจ้างจะต้องมีการรับประกันอุปกรณ์ ไม่น้อยกว่า 2 ปี

2.1.1 อุปกรณ์เครือข่าย แบบ 48 ช่อง (Switch L2 48 Port PoE with 4 Fiber Module)

2.1.2 อุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย (Wireless Access Point) แบบติดตั้งภายในอาคาร

สำหรับอุปกรณ์เครือข่ายข้อ 2.1.1 จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถปรับแต่งค่า Configurations ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์เครือข่ายของเดิมที่มหาวิทยาลัยใช้งานอยู่ เพื่อให้ระบบสารสนเทศสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสอดคล้องกับการออกแบบระบบและการทำงานของระบบในปัจจุบันของทางมหาวิทยาลัยและต้องมีการรับรองเป็นสินค้าใหม่พร้อมการสนับสนุนและการดูแลตลอดอายุการรับประกัน

2.2 ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบและทำความเข้าใจการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต อาคาร19 พร้อมติดตั้ง โดยถี่ถ้วนแล้วหากปรากฏว่าการติดตั้งผิดพลาดหรือคลาดเคลื่อนไปจากหลักการทางวิศวกรรม หรือทางเทคนิค ผู้รับจ้างตกลงจะแก้ไขเพื่อให้อุปกรณ์ทุกชิ้นให้พร้อมใช้งานโดยจะคิดค่าใช้จ่ายใดๆ เพิ่มขึ้นจากผู้ว่าจ้างไม่ได้

2.3 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์สำหรับจัดเก็บสายสัญญาณ, เต้ารับ, หัวต่อสาย,ราง, สาย UTP ให้เหมาะสมสำหรับการติดตั้งใช้งานพร้อมทดสอบสายสัญญาณต่อคณะกรรมการตรวจรับ

2.4 ข้อกำหนด

2.4.1 ผู้รับจ้างต้องดำเนินการติดตั้งเดินสายสัญญาณ Fiber optic จำนวน 1 เส้นทาง เพื่อเชื่อมต่อการทำงานระหว่างต้นทาง ชั้น 4 อาคาร 57 ไปยัง ชั้น 1 อาคาร 19 พร้อมทั้งติดตั้งอุปกรณ์เชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงตามคุณสมบัติลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์ที่ระบุ ให้ระบบสามารถทำงานได้และเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายหลักของมหาวิทยาลัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.4.2 ติดตั้งเดินสายสัญญาณเชื่อมต่อระหว่างชั้นทั้งหมดทุกชั้นให้ใช้งานระบบเครือข่ายมหาวิทยาลัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.4.3 ติดตั้งตู้เก็บอุปกรณ์เครือข่าย (Rack) แบบ 19” ขนาด 9U พร้อมอุปกรณ์และระบบไฟฟ้า ให้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.4.4 ติดตั้งเดินสายสัญญาณ UTP CAT6 พร้อมเต้ารับ ตามที่กำหนดในแบบรูปโดยมีระยะการเดินสายไม่เกิน 100 เมตร/จุด

2.4.5 ทำ label เพื่อแสดงตำแหน่ง สายสัญญาณทั้ง Fiber optic และ UTP ภายในอาคารที่ติดตั้งตั้งใหม่ทั้งหมดทุกเส้น พร้อมรายงานผลการทดสอบ

2.4.6 ติดตั้งอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย (Wireless Access Point) พร้อมสายสัญญาณ UTP ตามที่กำหนดในแบบรูปรายการ มหาวิทยาลัยกำหนดโดยมีระยะการเดินสายไม่เกิน 100 เมตร/จุด

2.5 ผู้รับจ้างต้องทำการติดตั้งอุปกรณ์ระบบเครือข่ายที่นำเสนอทั้งหมดและอุปกรณ์ระบบเครือข่ายเดิมที่มีอยู่แล้วและของใหม่ของอาคาร 19 รวมถึงการปรับแต่งค่า Configurations ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องให้ระบบสารสนเทศสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสอดคล้องกับการออกแบบระบบและการทำงานของระบบในปัจจุบันของทางมหาวิทยาลัย

2.6 การติดตั้งสายสัญญาณ UTP จะต้องติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันสายสัญญาณระบบเครือข่ายตามรูปแบบของอาคารที่ติดตั้งให้เรียบร้อยสวยงามรวมถึง การจัดสาย (Patch Management) และการติดฉลากที่ครบถ้วนตามรูปแบบที่ทางมหาวิทยาลัยกำหนด (Label)

3. อุปกรณ์กระจายสัญญาณ L2 SWITCH 48G-port POE (Switch L2 48 Port PoE with 4 Fiber Module) จำนวน 1ตัว ตัวละ 168,600 บาท รวมเป็นเงิน 168,600 บาท

3.1 มีขนาด Switching Bandwidth หรือ Switching Capacity รวมไม่น้อยกว่า 104 Gbps และ Forwarding Bandwidth ไม่น้อยกว่า 77 Gbps

3.2 มีพอร์ตแบบ 10/100/1000 Base-T จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 48 พอร์ต และมีพอร์ต SFP หรือ SFP+ จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต

3.3 อุปกรณ์ต้องรองรับจำนวน Mac Address ได้อย่างน้อย 16,000 Mac Address

3.4 มีพอร์ต USB จำนวนไม่น้อยกว่า 1 พอร์ต สำหรับบริหารจัดการอุปกรณ์

3.5 สนับสนุนมาตรฐานได้แก่ IEEE802.1D, IEEE802.1w, IEEE802.1s, IEEE802.1p, IEEE802.1Q และ IEEE802.3ad

3.6 สนับสนุนการทำ VLAN ได้พร้อมกันไม่น้อยกว่า 64 VLANs และสร้าง VLAN Database ไม่น้อยกว่า 4094 VLANs

3.7 สนับสนุน Uni-Directional Link Detection (UDLD) สำหรับตรวจสอบความผิดพลาดของการเชื่อมต่อสายสัญญาณได้

3.8 รองรับ Routing แบบ EIGRP, HSRP, SI-SI, BSR, RIP, OSPF ได้เป็นอย่างน้อย

3.9 สนับสนุน IP Multicast Membership ได้แก่ IGMP v3 snooping, MLD v2 snooping, Multicast VLAN Registration (MVR) และ IGMP Filtering ได้เป็นอย่างน้อย

3.10 สนับสนุนการทำ Access Control List (ACL) Layer 2 โดยสามารถบังคับใช้งานในระดับพอร์ตได้เป็นอย่างน้อย

3.11 สนับสนุนการจัดการอุปกรณ์ผ่าน SNMP version 1,2 และ 3 ได้

3.12 รองรับมาตรฐาน IEEE802.3af และ IEEE802.3at และสามารถจ่ายไฟได้ไม่น้อยกว่า 370 วัตต์

3.13 สามารถติดตั้งบน Rack 19" ได้และต้องเป็นของใหม่ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน

3.14 อุปกรณ์ต้องผ่านการรับรองมาตรฐาน FCC, EN และ UL เป็นอย่างน้อย

3.15 มี SFP Module Transceiver เชื่อมต่ออุปกรณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. อุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย (Wireless Access Point) แบบติดตั้งภายในอาคาร จำนวน 11 ตัว ตัวละ 9,000 บาท รวมเป็นเงิน 99,000 บาท

4.1 เป็น Wireless Access Point แบบติดตั้งภายในอาคาร รองรับมาตรฐาน IEEE 802.11a/b/g/n/ac หรือดีกว่า

4.2 สามารถกระจายสัญญาณได้ 2 ย่านความถี่ 2.4 GHz และ 5 GHz ความเร็วสูงสุด 450 Mbps (2.4 GHz) และ 867 Mbps (5 GHz) หรือดีกว่า

4.3 เสาอากาศแบบ Dual-Band Antenna, Tri-Polarity ขนาด 3 dBi สำหรับความถี่ 2.4 GHz Embeded Antenna 3x3 MIMO และ 3 dBi สำหรับความถี่ 5.0 GHz AC Embeded Antenna 2x2 MIMO หรือดีกว่า

4.4 ควบคุมการทำงานผ่าน Software UniFi Controller ช่วยให้การบำรุงรักษาอุปกรณ์ได้ อย่างสะดวก รองรับ VLAN (802.1q) และ QOS หรือสามารถทำงานร่วมกับอุปกรณ์ Cisco Wireless Controller ได้

4.5 รองรับการทำระบบ Hotspot Authenticate (FW 2.xx) รัศมีการส่งสัญญาณได้สูงสุด ไม่น้อยกว่า 600ft หรือ 183 เมตร

4.6 มีความเร็วสูงสุดไม่น้อยกว่า 867 Mbps ที่ย่านความถี่ 5 GHz และ 450 Mbps ที่ย่าน ความถี่ 2.4 GHz

4.7 รองรับ Multi-SSID function ได้ไม่น้อยกว่า 4 SSID

4.8 รองรับ Guest Traffic Isolation รองรับแขกที่เข้ามาเชื่อมต่อสัญญาณ Wireless แต่ไม่ต้องการให้เชื่อมต่อเข้ามายังเครือข่ายภายใน หรือเทียบเท่า

4.9 รองรับการทำระบบ Hotspot Authenticate (FW. 2.0) เทียบเท่าหรือดีกว่า

4.10 สามารถทำงานเป็น Access Point หรือ Wireless Uplink (WDS) ได้

4.11 มี Port RJ-45 Gigabit 10/100/1000 Mbps อย่างน้อย 1 ช่อง

4.12 รองรับ WWEP, WPA-PSK, WPA-Enterprise, WPA/WPA2, TKIP/AES เป็นอย่างน้อย

4.13 อุปกรณ์ต้องรองรับการจ่ายไฟฟ้าผ่านสายแลน 802.3af Type A เทียบเท่าหรือดีกว่า และรองรับจ่ายไฟแบบ 24VDC Passive มาพร้อมด้วยอุปกรณ์ PoE Injector ที่ใช้งานได้กับอุปกรณ์ที่เสนอได้ เป็นอย่างดี

4.14 อุปกรณ์รองรับมาตรฐาน IPv4 และ IPv6

5. อุปกรณ์ตู้ Rack 9U ลึก 60 ซม. แบบติดผนัง (Wall Rack) จำนวน 1 ตู้ ตู้ละ 6,000 บาท รวมเป็นเงิน 6,000 บาท

5.1 เป็นอุปกรณ์ขนาด 19 นิ้ว

5.2 มีขนาด 9U และมีความลึกไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร

5.3 มีช่องเสียบปลั๊กไฟ ไม่น้อยกว่า 6 ช่อง

5.4 มีพัดลมระบายอากาศไม่น้อยกว่า 2 ตัว

5.5 ได้รับมาตรฐาน ANSI/EIA-310D-1992, DIN 41494 เป็นอย่างน้อย

6. สายสัญญาณ UTP CAT6

6.1 เป็นสายทองแดงแบบตีเกลียว UTP Category 6 (Unshielded Twisted Pair) ที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน TIA/EIA-568-C.2, ISO/IEC 11801 Class E เป็นอย่างน้อย

6.2 สามารถรองรับการใช้งาน 1000 BASE-T, 100 BASE-TX, 10 BASE-T, ATM, Analog, Digital Video, VoIP เป็นอย่างน้อย

6.3 สามารถรองรับการทดสอบได้ 250 และ 600 MHz โดยมีคุณสมบัติทางไฟฟ้าดังนี้

6.3.1 มีค่า ATT(max) ไม่เกิน 32.0 dB ที่ 250 MHz, ไม่เกิน 54.8dB ที่ 600 MHz หรือดีกว่า

6.3.2 มีค่า NEXT(min) ไม่น้อยกว่า 42.9 dB ที่ 250 MHz, ไม่น้อยกว่า 36.5dB ที่ 600 MHz หรือดีกว่า

6.3.3 มีค่า PSNEXT(min) ไม่น้อยกว่า 43.2 dB ที่ 250 MHz, ไม่น้อยกว่า 34.5dB ที่ 600 MHz หรือดีกว่า

6.3.4 มีค่า ELFEXT(min) ไม่น้อยกว่า 21.2 dB ที่ 250 MHz, ไม่น้อยกว่า 13.0dB ที่ 600 MHz หรือดีกว่า

6.3.5 มีค่า RL(min) ไม่น้อยกว่า 17.3 dB ที่ 250 MHz, ไม่น้อยกว่า 14.7 dB ที่ 600 MHz หรือดีกว่า

6.4 มีค่า Impedance เท่ากับ100 ±5 Ohms, 1MHz ถึง 600 MHz หรือดีกว่า

6.5 มีค่า Mutual capacitance เท่ากับ 5.6 nF max./100 m. หรือดีกว่า

6.6 มีค่า DC Resistance เท่ากับ 66.58 Ohm Max./1000m. หรือดีกว่า

8.7 มีค่า Propagation delay เท่ากับ 536 ns/100 m. max. ที่ความถี่ 250 MHz หรือดีกว่า

6.8 มีค่า Delay Skew เท่ากับ 40 ns. Max และ NVP เท่ากับ 69% หรือดีกว่า

6.9 มีตัวนำเป็นทองแดง (Bare Copper) หรือดีกว่า

6.10 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับแผงกระจายสาย UTP CAT6

7. อุปกรณ์สำหรับติดตั้งสายใยแก้วนำแสง

7.1 สายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic)

7.1.1 เป็นสายชนิด Single mode มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน ISO/IEC 11801:2002, ANSI/TIA/EIA-568-B.3, ANSI/TIA-568-C.3, EN 50173-1, TIS 2166-2548 และ RoHS Compliant เป็นอย่างน้อย

7.1.2 เป็นสายใยแก้วนำแสงจำนวนไม่น้อยกว่า 6 Core

7.1.3 มี Armor เพื่อป้องกันการกระแทกและกัดแทะของสัตว์

7.1.4 มีคุณสมบัติในการส่งข้อมูลดังนี้

- Max Attenuation ไม่เกิน 0.35 dB/km@1,310 nm หรือดีกว่า
- Max Attenuation ไม่เกิน 0.21 dB/km@1,550 nm หรือดีกว่า
- Cable Diameter ขนาดเท่ากับ 10 ความคาดเคลื่อนไม่เกิน 0.5 หรือดีกว่า

7.2 มีกล่องจัดเก็บสายใยแก้วนำแสง ต้นทางและปลายทาง

7.3 ชุดเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Adapter)

7.3.1 มีอุปกรณ์แปลงสายสัญญาณ (Adaptor) เพื่อให้สามารถรองรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เครือข่าย

7.3.2 Housing ของ ST Adapter ทำด้วย Nickel plate brass

7.3.3 Sleeve ทำด้วย Ceramic สำหรับ Single mode เพื่อความทนทานและแม่นยำในการเชื่อมต่อ

7.3.4 เป็นผลิตภัณฑ์ ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกับสายใยแก้วนำแสง

7.4 หัวต่อสายใยแก้วนำแสงแบบ Pigtail

7.4.1 เป็นหัวต่อแบบ Pigtail ชนิด Single mode มีหัวต่อชนิด ST

7.5 สายเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Patch Cord)

7.5.1 เป็นสายเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงที่มีหัวต่อเป็นแบบ ST/SC หรือ ST/LC ตามการใช้งาน

7.5.2 เป็นสายประกอบสำเร็จรูปจากโรงงานและผ่านการทดสอบ 100%

7.5.3 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกับสายใยแก้วนำแสง

หมวดงานระบายอากาศ

หมวดที่ 1
พัดลมโคจรและพัดลมดูดอากาศ

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งพัดลมโคจรและพัดลมดูดอากาศพร้อมอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ตามที่แสดงในแบบ

1.2 พัดลมโคจรและพัดลมดูดอากาศประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆดังนี้

1.2.4 พัดลมโคจรแบบติดเพดาน ขนาด 18 นิ้ว จำนวน 12 ชุด

1.2.5 พัดลมดูดอากาศแบบติดฝ้าเพดานพร้อมท่อดูดอากาศออก ขนาด 6 นิ้ว จำนวน 11 ชุด

1.3 การติดตั้งอุปกรณ์เครื่องปรับอากาศทั้งหมดให้ติดตั้งให้เรียบร้อย สวยงามและสามารถพร้อมใช้งานได้เป็นอย่างดี

1.4 ถ้าเกิดความเสียหายในระหว่างการติดตั้ง เช่น พื้นห้อง ผนัง ฝ้าเพดานหรือส่วนอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับตัวอาคารรวมถึงการรักษาความสะอาด ผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขให้เรียบร้อยเหมือนเดิม

1.5 ให้ผู้รับจ้างจัดหาบุคลากรหรือวิธีป้องกัน เพื่อดูแลรักษาเครื่องมือหรืออุปกรณ์อื่นๆที่เกี่ยวข้องในระหว่างที่ดำเนินการติดตั้งภายในอาคาร หากอุปกรณ์ดังกล่าวเกิดสูญหายหรือเสียหายผู้ว่าจ้างจะไม่รับผิดชอบไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

1.6 ผู้ยื่นเสนอราคาจะต้องจัดทำตารางเปรียบเทียบคุณลักษณะกับที่มหาวิทยาลัยกำหนดและจะต้องระบุคุณลักษณะของแต่ละข้อที่ยื่นตามข้อที่ 2 และ 3 ของรายการประกอบแบบ หมวดงานระบบระบายอากาศ พร้อมแนบแคตตาล็อกเพื่อประกอบการพิจารณา โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา

2. พัดลมโคจรแบบติดฝ้าเพดาน ขนาดไม่น้อยกว่า 18 นิ้ว จำนวน 12 ชุด ชุดละ 2,190 บาท รวมเป็นเงิน 26,280 บาท

2.1 ใบพัดแบบ 3 ใบพัด ขนาดใบพัดไม่น้อยกว่า 18 นิ้ว

2.2 ความเร็วรอบไม่น้อยกว่า 1,170 รอบ/นาที

2.3 ปริมาณลมไม่น้อยกว่า 85.80 ลบ.ม./นาที

2.4 ระดับเสียงน้อยกว่า ≤55 เดซิเบล

2.5 ปรับแรงลมได้ไม่น้อยกว่า 3 ระดับ

2.6 สวิตซ์แบบโรตารี่ แยกอิสระจากตัวพัดลม

2.7 สายลมแรงกระจายทั่วถึงสม่ำเสมอ ให้รัศมีกว้าง

2.8 ติดตั้งด้วยสายไฟ 3 เส้น (L-N-G)

2.9 สวิตซ์หยุดส่าย ควบคุมทิศทางลมได้ตามความต้องการ

2.10 เหมาะสำหรับห้องโถงหรือห้องรับแขกในบ้านที่ต้องการแรงลมเฉพาะที่

2.11 มอเตอร์แบบปิด ป้องกันฝุ่นละออง และสิ่งแปลกปลอม

2.12 THERMAL FUSE ตัดไฟอัตโนมัติเมื่อมอเตอร์มีอุณหภูมิสูงเกิน

2.13 CURRENT FUSE ตัดไฟอัตโนมัติเมื่อไฟฟ้าลัดวงจร

2.14 มาตรฐาน PREMIUM SAFETY ใช้ชิ้นส่วนที่ไม่ลุกลามไฟและอุปกรณ์เพิ่มความปลอดภัย

2.15 ผ่านการรับรองคุณภาพและความปลอดภัยจาก สนง. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)

2.16 ผลิตจากโรงงานที่ได้มาตรฐาน ISO 9001 และ มาตรฐาน ISO 14001

2.17 ผลิตภายใต้มาตรฐาน RoHS จำกัดสารต้องห้าม 6 ชนิด

2.18 ได้รับฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5

2.19 รับประกัน มอเตอร์ 5 ปี อะไหล่ภายในเครื่อง 1 ปี

3. พัดลมดูดอากาศแบบติดฝ้าเพดาน ขนาดไม่น้อยกว่า 6 นิ้ว จำนวน 11 ชุด ชุดละ 3,850 บาท รวมเป็นเงิน 42,350 บาท

3.1 พัดลมดูดอากาศแบบฝังฝ้าเพดานต่อท่อดูดอากาศออก

3.2 ปริมาณลมไม่น้อยกว่า 157 ลบ.ม./ซม.

3.3 ระดับเสียงน้อยกว่า ≤28 เดซิเบล

3.4 มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง ช่วยป้องกันฝุ่นละออง และสิ่งแปลกปลอม

3.5 มีบานเกล็ดป้องกันการไหลย้อนกลับของอากาศ ปิดกั้นอากาศจากภายนอกได้สนิท

3.5 หน้ากากพลาสติกแบบบางลายขวาง พร้อมตัวเครื่องประกอบง่าย ด้วยระบบน็อคดาวน์

3.6 ใบพัดขนาด 6 นิ้ว สามารถปรับเลือกระดับความสูง-ต่ำได้ 3 ระดับ

3.7 เคลือบสาร Dual Barrier Coating เคลือบสารพิเศษลดฝุ่นเกาะบริเวณใบพัดโพรงกระรอก

3.8 ระบบป้องกันเพื่อความปลอดภัย เทอร์มอลฟิวส์ ตัดไฟอัตโนมัติ

3.9 ได้รับฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5 จากการไฟฟ้า

3.10 มาตรฐาน PREMIUM SAFETY ใช้ชิ้นส่วนที่ไม่ลุกลามไฟและอุปกรณ์เพิ่มความปลอดภัย

3.11 ผลิตจากโรงงานที่ได้รับมาตรฐาน ISO 9001 และผลิตตามมาตรฐาน RoHS จำกัดสารต้องห้าม 6 ชนิด

หมวดงาน
ระบบเครื่องสูบน้ำและปั๊มน้ำเพิ่มแรงดัน

หมวดที่ 1

Automatic Transfer Pump และ

Automatic Pressure Booster Pump

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบปั๊มน้ำส่งน้ำอัตโนมัติและระบบปั๊มน้ำเพิ่มแรงดันอัตโนมัติพร้อมอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ตามที่แสดงในแบบ

1.2 ระบบปั๊มน้ำส่งน้ำอัตโนมัติและระบบปั๊มน้ำเพิ่มแรงดันอัตโนมัติประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆดังนี้

1.2.4 ระบบปั๊มน้ำส่งน้ำอัตโนมัติ จำนวน 1 ระบบ

1.2.5 ระบบปั๊มน้ำเพิ่มแรงดันอัตโนมัติ จำนวน 1 ระบบ

1.3 การติดตั้งอุปกรณ์ระบบปั๊มน้ำส่งน้ำอัตโนมัติและระบบปั๊มน้ำเพิ่มแรงดันอัตโนมัติทั้งหมดให้ติดตั้งให้เรียบร้อย สวยงามและสามารถพร้อมใช้งานได้เป็นอย่างดี

1.4 ถ้าเกิดความเสียหายในระหว่างการติดตั้ง เช่น พื้นห้อง ผนัง ฝ้าเพดานหรือส่วนอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับตัวอาคารรวมถึงการรักษาความสะอาด ผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขให้เรียบร้อยเหมือนเดิม

1.5 ให้ผู้รับจ้างจัดหาบุคลากรหรือวิธีป้องกัน เพื่อดูแลรักษาเครื่องมือหรืออุปกรณ์อื่นๆที่เกี่ยวข้องในระหว่างที่ดำเนินการติดตั้งภายในอาคาร หากอุปกรณ์ดังกล่าวเกิดสูญหายหรือเสียหายผู้ว่าจ้างจะไม่รับผิดชอบไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

1.6 ผู้ยื่นเสนอราคาจะต้องจัดทำตารางเปรียบเทียบคุณลักษณะกับที่มหาวิทยาลัยกำหนดและจะต้องระบุคุณลักษณะของแต่ละข้อที่ยื่นตามข้อที่ 2 และ 3 ของรายการประกอบแบบ หมวดงานระบบเครื่องสูบน้ำและปั๊มน้ำเพิ่มแรงดัน พร้อมแนบแคตตาล็อกเพื่อประกอบการพิจารณา โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา

2. ระบบปั๊มน้ำส่งน้ำอัตโนมัติ (Automatic Transfer Pump) จำนวน 1 ระบบ ระบบละ 75,000 บาท รวมเป็นเงิน 75,000 บาท

2.1 ขนาดมอเตอร์ไม่น้อยกว่า 2.2 KW

2.2 กำลังมอเตอร์ไม่น้อยกว่า 3 HP

2.3 Flow ไม่น้อยกว่า 6-17 m^3/hr

2.4 Head ไม่น้อยกว่า 34-27 m.

2.5 Pipe ไม่น้อยกว่า 2"x2-1/2" Inch

2.6 ขนาดถังเก็บน้ำ ไม่น้อยกว่า 10-15 คิว

2.7 สามารถใช้กับอาคารที่มีจำนวนชั้นประมาณ 3-5 ชั้น

2.8 พร้อมตู้ควบคุมระบบ (Control) ระบบปั๊มน้ำส่งน้ำอัตโนมัติ

3. ระบบปั๊มน้ำเพิ่มแรงดันอัตโนมัติ (Automatic Pressure Booster Pump) จำนวน 1 ระบบ ระบบละ 15,000 บาท รวมเป็นเงิน 15,000 บาท

3.1 ขนาดมอเตอร์ไม่น้อยกว่า 3 KW

3.2 กำลังมอเตอร์ไม่น้อยกว่า 4 HP

3.3 Flow ไม่น้อยกว่า 6-17 m^3/hr

3.4 Head ไม่น้อยกว่า 45-33 m.

3.5 Pressure Tank 500 L.

3.6 Pipe ไม่น้อยกว่า 2"x2-1/2" Inch

3.7 สามารถใช้กับอาคารที่มีจำนวนห้องประมาณ 20-39 ชั้น

3.8 พร้อมตู้ควบคุมระบบ (Control) ระบบปั๊มน้ำเพิ่มแรงดันอัตโนมัติ