



รายการประกอบแบบ

โครงการ

ออกแบบปรับปรุงลานกิจกรรมการเรียนรู้ศิลปกรรมเพื่อชุมชน

คณะศิลปกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

- ส่วนที่ 1 รายการประกอบแบบงานวิศวกรรมโครงสร้าง
- ส่วนที่ 2 รายการประกอบแบบงานวิศวกรรมระบบไฟฟ้าและสื่อสาร
- ส่วนที่ 3 รายการประกอบแบบงานวิศวกรรมสุขาภิบาล
- ส่วนที่ 4 รายการประกอบแบบงานวิศวกรรมระบบปรับอากาศและระบายอากาศ
- ส่วนที่ 5 บัญชีรายการผลิตภัณธ์งานระบบ
- ส่วนที่ 6 รายการประกอบแบบงานระบบโสตทัศนูปกรณ์

โดย บริษัท เฟิร์ส อาร์คิเทค จำกัด

ส่วนที่ 1 : งานวิศวกรรมโครงสร้าง

โครงการ

ออกแบบปรับปรุงลานกิจกรรมการเรียนรู้ศิลปกรรมเพื่อชุมชน

คณะศิลปกรรมศาสตร์

สารบัญ

	หน้า
หมวดที่ 1 งานเสาเข็ม และฐานราก	1-4 - 1-6
หมวดที่ 2 งานไม้แบบ	1-7 - 1-11
หมวดที่ 3 เหล็กเสริมคอนกรีต	1-12 - 1-14
หมวดที่ 4 คอนกรีต	1-15 - 1-24
หมวดที่ 5 งานโลหะ และเหล็กรูปพรรณ	1-25 - 1-28
หมวดที่ 6 วัสดุรอยต่ออาคาร (Expansion and Seismic Joint Systems)	1-28 - 1-29

หมวดที่ 1 งานเสาเข็ม และฐานราก

1.1 ขอบเขตของงาน

- ก. รับจ้างก่อสร้างจะต้องเป็นผู้จัดหาวัสดุ อุปกรณ์ แรงงาน ตลอดจนผู้เชี่ยวชาญเฉพาะงาน และสิ่งอื่นใดที่จำเป็นสำหรับงานเสาเข็มเพื่อขจัดอุปสรรคและปัญหาที่เกิดขึ้นขณะปฏิบัติงาน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของงานตามที่กำหนดไว้
- ข. ผู้รับจ้างก่อสร้าง จะต้องเป็นผู้ดำเนินการปรับพื้นที่เพื่อให้เหมาะสมกับวิธีการทำงาน ณ สถานที่ก่อสร้าง ถ้ามีซากสิ่งก่อสร้างที่อยู่ใต้ดินซึ่งอาจจะเป็นอุปสรรคต่อการทำงานเสาเข็มผู้รับจ้างก่อสร้างจะต้องทำการขุดเคลื่อนย้าย เศษวัสดุดังกล่าวให้พ้นไปจากบริเวณที่จะทำงาน
- ค. ผู้รับจ้างก่อสร้างจะต้องเป็นผู้ดำเนินการวางผังตำแหน่งจุดควบคุมต่างๆ ของโครงการทั้งทางแนวนราบและแนวตั้งโดยกำหนดจุดอ้างอิงไว้กับโครงสร้างถาวร และจัดทำแบบวางผังเพื่อก่อสร้าง ส่งให้ผู้ว่าจ้างจำนวน 5 ชุด และรอกการอนุมัติเพื่อดำเนินการก่อสร้างในขั้นต่อไป
- ง. ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งรายการคำนวณออกแบบเสาเข็ม และวิธีควบคุมคุณภาพของเสาเข็มให้วิศวกรผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนนำวัสดุเข้ามาในสถานที่ก่อสร้าง
- จ. ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งแผนงาน การทำงาน หมายเลขกำกับเสาเข็มทิศทางการเคลื่อนเครื่องมือในการทำเสาเข็มขนาดเท่าแบบก่อสร้างและขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานเพื่อดำเนินการก่อสร้างต่อไป
- ฉ. ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งวิศวกรที่มีความชำนาญงานเสาเข็มจะมาประจำหน่วยงานก่อสร้าง
- ช. ผู้รับจ้างจะต้องทำการเจาะสำรวจดิน เพื่อจะกำหนดความยาวของเสาเข็ม เพื่อให้เสาเข็มเจาะสามารถรับน้ำหนักตามที่ออกแบบไว้ จำนวน 2 จุด ภายในพื้นที่ก่อสร้าง

1.2 บททั่วไป

- ก. ผู้รับจ้างก่อสร้างจะต้องตรวจสอบความเหมาะสมของอุปกรณ์ก่อสร้างที่จะเลือกใช้รวมทั้งขนาดและความยาวของเสาเข็มที่สามารถรับน้ำหนักปลอดภัยตามที่กำหนด
- ข. ผู้รับจ้างก่อสร้างจะต้องไปสำรวจ และศึกษาข้อมูลต่างๆ ให้เป็นที่เข้าใจในพื้นที่บริเวณที่จะก่อสร้างและหาแนวทางที่จะขนส่งวัสดุอุปกรณ์เครื่องมือ และปฏิบัติตามข้อกำหนดหรือบทบัญญัติทางกฎหมายของพื้นที่ก่อสร้าง
- ค. ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นขณะทำงานจากเหตุข้างต้นจนทำให้ไม่สามารถดำเนินการก่อสร้างต่อไปได้ผู้รับจ้างก่อสร้างจะนำมาเรียกค่าเสียหายชดเชยไม่ได้
- ง. ผู้รับจ้างจะต้องป้องกันความสั่นสะเทือนการพังทลายของดิน เสี่ยง และควั่น ที่มีผลต่อสาธารณะชน และสิ่งก่อสร้างข้างเคียงค่าใช้จ่ายของงานดังกล่าว เป็นของผู้รับจ้างทั้งหมด



1.3 ฐานราก

- ฐานรากเป็นฐานรากเสาเข็มเจาะตอก (สป็นไมโครไพล์) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.0.25 เมตร รับน้ำหนัก

ปลอดภัย 30 ต้น/ต้น

1.3.1 การแก้ไขซ่อมแซมเสาเข็มชำรุด

วิธีการแก้ไขหรือซ่อมแซมเสาเข็มเจาะที่ชำรุด ผู้ว่าจ้างหรือวิศวกรของผู้ว่าจ้าง จะเป็นผู้กำหนด ขึ้นมาเพื่อให้ผู้รับจ้างซึ่งรับผิดชอบต่อความเสียหายของเสาเข็มจะเป็นผู้ปฏิบัติตาม โดยเป็น ผู้ออกค่าใช้จ่ายต่างๆทั้งหมดหรือหากผู้รับจ้างจะเสนอวิธีแก้ไขซ่อมแซมให้ผู้ว่าจ้าง หรือวิศวกรของผู้ว่าจ้างเป็นผู้พิจารณาอนุมัติก็ได้

1.3.2 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

- ก. ทางแนวราบ + 50.00 มม. แต่ละต้นสำหรับเสาเข็มกลุ่มตั้งแต่ 3 ต้นขึ้นไป
- ข. ทางแนวราบ + 25.00 มม. สำหรับเสาเข็ม 1 ต้น และ 2 ต้น

1.3.3 การแก้ไขฐานรากในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนของการตอกเสาเข็ม

ณ ตำแหน่งที่กำหนดระดับหัวเสาเข็มตามแบบ เสาเข็มที่มีตำแหน่งคลาดเคลื่อนไปจากแบบ จะต้องพิจารณาแก้ไขด้วยวิธีการใดวิธีการหนึ่งตามตารางข้างล่างนี้ซึ่งผู้รับจ้างงานเสาเข็มต้องรับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมด

ตารางการแก้ไขฐานราก

เสาเข็ม 1 ต้น และ 2 ต้น	การแก้ไข
1. เข็มคลาดเคลื่อนไปจากตำแหน่งที่ระบุไม่เกิน 25.00 มม.	ไม่ต้องแก้ไข
2. เข็มคลาดเคลื่อนไปจากตำแหน่งที่ระบุ ตั้งแต่ 26 มม. ถึง 100 มม.	แก้ไขโครงสร้าง ด้วยการเสริม คานยึดตามที่ผู้แทนที่จ้างกำหนด
3. เข็มคลาดเคลื่อนไปจากตำแหน่งที่ระบุเกินกว่า 100.00 มม.	เจาะเสาเข็มใหม่ในตำแหน่งที่ผู้ว่าจ้างและตามที่วิศวกรผู้ออกแบบเห็นชอบ

เสาเข็มกลุ่มตั้งแต่ 3 ต้นขึ้นไป	การแก้ไข
เสาเข็มแต่ละต้นคลาดเคลื่อนไปจากตำแหน่งที่ระบุไม่เกินกว่า 100 มม. ศูนย์เสาเข็มรวมคลาดเคลื่อนไปจากศูนย์เดิมไม่เกินกว่า	ไม่ต้องแก้ไข

50.00 มม.	
2. เสาเข็มคลาดเคลื่อนไปจากตำแหน่งที่ระบุระหว่าง 51.00 มม. ถึง 75.00 มม. ศูนย์เดิม น้อยกว่า 75.00 มม.	แก้ไขเหล็กเสริมหรือความหรือแก้ไขขนาดของฐานรากตามผู้ว่าจ้างหรือวิศวกรผู้ออกแบบแนะนำ
3. เสาเข็มคลาดเคลื่อนไปจากตำแหน่งที่ระบุระหว่าง 76.00 มม. ถึง 125.00 มม. และศูนย์เสาเข็มรวมคลาดเคลื่อนไปจากศูนย์เดิมน้อยกว่า 125.00 มม.	แก้ไขโดยมีคานยึดตามที่ผู้ว่าจ้างหรือวิศวกรผู้ออกแบบแนะนำ
4. เสาเข็มคลาดเคลื่อนไปจากตำแหน่งที่ระบุมากกว่า 126.00 มม. หรือ ศูนย์เสาเข็มรวมคลาดเคลื่อนไปจากศูนย์เดิมมากกว่า 125.00 มม.	เจาะเสาเข็มเพิ่มเติมตามตำแหน่งที่ผู้ว่าจ้างแนะนำและตามที่วิศวกรผู้ออกแบบเห็นชอบ

การแก้ไขฐานรากเนื่องจากความคลาดเคลื่อนจากการเจาะเสาเข็ม ให้ผู้รับจ้างจัดทำแบบ SHOP DRAWING พร้อมรายการคำนวณให้ผู้ว่าจ้างหรือวิศวกรผู้ออกแบบอนุมัติ

1.3.4 การรายงานผล

ผู้รับจ้างก่อสร้างจะต้องส่งรายงานผลการเจาะเสาเข็มในแต่ละวัน ให้ผู้ว่าจ้างจำนวน 2 ชุด ภายใน 76

ชั่วโมง หลังจากทำงาน โดยมีรายละเอียดที่ต้องระบุขึ้นแจ้งดังนี้

- ก. ชื่อโครงการ และสถานที่ก่อสร้าง
- ข. ชื่อผู้รับจ้าง วิศวกรผู้รับจ้าง
- ค. วันที่ เวลา เดือน ที่เจาะ
- ง. ตำแหน่งหมายเลขเสาเข็ม และชนิดของเสาเข็ม
- ช. ตำแหน่งเสาเข็มที่เสียหายและตำแหน่งเสาเข็มที่แก้ไข (ถ้ามี)

และเมื่อทำงานเสาเข็มแล้วเสร็จผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบแสดงตำแหน่งเสาเข็มที่แท้จริงระดับ

หัวเสาเข็ม วัน เดือน ปี ที่เจาะในตำแหน่งต่างๆ โดยใช้ขนาดกระดาษเท่ากับแบบก่อสร้าง เสนอให้ผู้ว่าจ้างพิจารณา จำนวน 3 ชุด

หมวดที่ 2 งานไม้แบบ

2.1 ทัวไป

“กรณีทั่วไปและกรณีพิเศษ” ที่ระบุไว้ในหมวดอื่นให้นำมาใช้ในหมวดนี้ด้วย

2.2 การคำนวณการออกแบบ

ก. การวิเคราะห์

ผู้รับจ้างจะต้องเป็นฝ่ายคำนวณออกแบบงานไม้แบบ โดยต้องคำนึงถึงการโค้งตัวขององค์อาคารต่างๆ อย่างระมัดระวัง

ข. ค้ำยัน

- (1) เมื่อใช้ค้ำยัน การต่อหรือวิธีการค้ำยันซึ่งได้จดทะเบียนสิทธิบัตรไว้ จะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตเกี่ยวกับความสามารถในการรับน้ำหนักอย่างเคร่งครัด ในเรื่องการยึดโยงและน้ำหนักบรรทุกปลอดภัย สำหรับความยาวระหว่างที่ยึดของค้ำยัน
- (2) ให้ใช้การต่อแบบทาบในสนามเกินกว่าอันสลักอันสำหรับค้ำยันได้แผ่นพื้นหรือไม่เกินทุกๆ สามอัน สำหรับค้ำยัน ใต้คานและไม่ควรต่อค้ำยันเกินกว่าหนึ่งแห่ง นอกจากจะมีการยึดทะแยงที่จุดต่อทุกแห่ง การต่อค้ำยันดังกล่าว จะต้องกระจายให้สม่ำเสมอทั่วไปเท่าที่จะทำได้ รอยต่อจะต้องไม่อยู่กึ่งกลางของตัวค้ำยันโดยไม่มีที่ยึดด้านข้างทั้งนี้เพื่อป้องกันการโก่ง

ค. การยึดทะแยง

ระบบไม้แบบจะต้องออกแบบให้ถ่ายแรงทางข้างลงสู่พื้นดิน ในลักษณะปลอดภัยตลอดเวลา จะต้องจัดให้มีการยึดทะแยงทั้งในระนาบตั้ง และระนาบราบตามต้องการ เพื่อให้มีความแข็งแรงสูงและเพื่อป้องกันการโก่งขององค์อาคารเดี่ยว ๆ

จ. ฐานรากสำหรับงานไม้แบบ

แบบหล่อจะต้องสร้างให้สามารถปรับระดับทางแนวดิ่งได้ เพื่อเป็นการชดเชยกับการทรุดตัวที่อาจเกิดขึ้น เพื่อให้เกิดการทรุดตัวน้อยที่สุด เมื่อรับน้ำหนักเต็มๆ ในกรณีที่ใช้ไม้ ต้องพยายามให้มีจำนวนรอยต่อทางแนวราบน้อยที่สุด โดยเฉพาะจำนวนรอยต่อซึ่งแนวเสี้ยนด้านข้างอาจใช้ลิ้มสอดที่ยอด หรือกั้นของค้ำยัน อย่างไรก็ตามหนึ่งแต่จะใช้ทั้งสองปลายไม่ได้ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถปรับแก้การทรุดตัวที่ไม่สม่ำเสมอทางแนวดิ่งได้ หรือเพื่อสะดวกในการถอดแบบ

2.3 แบบ

ก. การอนุมัติโดยวิศวกร หรือผู้ควบคุมงาน

ในกรณีที่กำหนดไว้ก่อนที่จะลงมือสร้างแบบหล่อ ผู้รับจ้างจะต้องส่งแบบแสดงรายละเอียดของงานแบบหล่อ เพื่อให้วิศวกรหรือผู้ควบคุมงานอนุมัติก่อน หากแบบดังกล่าวไม่เป็นที่พอใจของวิศวกรหรือผู้ควบคุมงาน ผู้รับจ้างจะต้องจัดการแก้ไขตามที่กำหนดให้เสร็จก่อนที่จะเริ่มงาน การที่วิศวกรหรือผู้ควบคุมงานอนุมัติในแบบที่

เสนอ หรือแก้ไขมาแล้ว มิได้หมายความว่า ผู้รับจ้างจะหมดความรับผิดชอบที่จะต้องทำการก่อสร้างให้ดี และดูแลรักษาให้แบบหล่อ อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ตลอดเวลา

ข. สมมุติฐานในการคำนวณออกแบบ

ในแบบสำหรับแบบหล่อจะต้องแสดงค่าต่างๆ ที่สำคัญ ตลอดจนสภาพการบรรทุกน้ำหนัก รวมทั้งน้ำหนักบรรทุกอัตรา การบรรทุก ความสูงของคอนกรีตที่จะปล่อยลงมา น้ำหนักอุปกรณ์เคลื่อนที่ซึ่งอาจต้องทำงานบนแบบหล่อ แรงดันฐาน หน่วยแรงต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณออกแบบและข้อมูลที่สำคัญอื่น ๆ

ค. รายการต่างๆ ที่ต้องปรากฏในแบบ

แบบสำหรับงานแบบหล่อจะต้องมีรายละเอียดต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- (1) สมอ ค้ำยันและการยึดโยง
- (2) การปรับแบบหล่อในที่ระหว่างเทคอนกรีต
- (3) แผ่นกั้นน้ำ ร่องลิ้น และสิ่งที่จะสอดไว้
- (4) นั่งร้าน
- (5) รูตาน้ำ หรือรูที่จะเจาะไว้สำหรับเครื่องจี้ ถ้ากำหนด
- (6) ช่องทำความสะอาด
- (7) รอยต่อในขณะที่ก่อสร้าง รอยต่อสำหรับควบคุม และรอยต่อขยายตัวตามที่ระบุในแบบ
- (8) แถบมนสำหรับมุมที่ไม่ฉาบ (เปลือย)
- (9) การยกห้องคานและพื้น กันแอ่น
- (10) การเคลือบผิวแบบหล่อ
- (11) รายละเอียดในการค้ำยันปกติจะไม่ยอมให้มีการค้ำยันซ้อน นอกจากวิศวกรหรือผู้ควบคุมงานจะอนุญาต

2.4 การก่อสร้าง

ก. ทั่วไป

- (1) แบบหล่อจะต้องได้รับการตรวจก่อนที่จะเรียงเหล็กเสริมได้
- (2) แบบหล่อจะต้องแน่นสนิท เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำปูนไหลออกจากคอนกรีต
- (3) แบบหล่อจะต้องสะอาด ในกรณีที่ไม่สามารถเข้าถึงกันแบบจากภายในได้ จะต้องจัดช่องไว้สำหรับ ขจัดสิ่งที่ไม่ต้องการต่างๆ ออกก่อนเทคอนกรีต
- (4) ห้ามนำแบบหล่อซึ่งชำรุดจนถึงขั้นทำลายผิวหน้าหรือคุณภาพคอนกรีตได้มาใช้อีก
- (5) ให้หลีกเลี่ยงการบรรทุกน้ำหนักบนคอนกรีตซึ่งเทได้เพียงหนึ่งสัปดาห์ ห้ามโยนของหนักๆ เช่น มวลรวม ไม้กระดาน เหล็กเสริมหรืออื่นๆ ลงบนคอนกรีตใหม่ๆ หรือแม้กระทั่งการกองวัสดุ
- (6) ห้ามโยนหรือกองวัสดุก่อสร้างบนแบบหล่อในลักษณะที่จะทำให้แบบหล่อนั้นชำรุดหรือเป็นการเพิ่ม น้ำหนักมากเกินไป

ข. ฝีมือ ให้ระมัดระวังเป็นพิเศษในข้อต่อไปนี้ เพื่อให้แน่ใจว่าจะได้งานที่มีฝีมือดี

- (1) รอยต่อของค้ำยัน
- (2) การสลับจุดร่วม หรือรอยต่อในแผ่นไม้อัด และการยึดโยง
- (3) การรองรับค้ำยันที่ถูกต้อง
- (4) จำนวนเหล็กเส้นสำหรับยึด หรือที่จับ และตำแหน่งที่เหมาะสม
- (5) การขันเหล็กสำหรับยึด หรือที่จับให้ตึงพอดี
- (6) การแบกทานใต้ชั้นดิน จะต้องมียางพองเพียงพอ
- (7) การต่อค้ำยันกับจุดร่วมจะต้องแข็งแรงพอที่จะต้านแรงยก หรือแรงบิด ณ จุดร่วมนั้นๆ ได้
- (8) รายละเอียดรอยต่อสำหรับควบคุม และรอยต่อขณะก่อสร้าง

ค. งานปรับแบบหล่อ

- (1) ก่อนเทคอนกรีต
 - (1.1) จะต้องคิดตั้งอุปกรณ์สำหรับให้ความสะดวกในการจัดการเคลื่อนตัวของแบบหล่อขณะเทคอนกรีตไว้ที่แบบส่วนที่มีที่รองรับ
 - (1.2) สอบชั้นสุดท้ายก่อนเทคอนกรีต จะต้องยึดลิ่มที่ใช้ในการจัดแบบหล่อให้ได้ทำให้อยู่ในสภาพมั่นคงแข็งแรง
 - (1.3) จะต้องยึดแบบหลอกับค้ำยันข้างใต้ ให้แน่นหนาพอที่จะไม่เกิดการเคลื่อนตัวทั้งทางด้านข้างและด้านขึ้นลงของส่วนหนึ่งส่วนใด ของระบบแบบหล่อทั้งหมดในขณะเทคอนกรีต
 - (1.4) จะต้องเผื่อระดับและมุมไว้สำหรับรอยต่อต่างๆ ของแบบหล่อ การหลุดตัว การหดตัวของไม้ การแอ่นเนื่องจากการบรรทุกคงที่ และการหดตัว ทางอิลาสติกขององค์อาคารในแบบหล่อตลอดจนการยกท้องคาน และพื้นซึ่งกำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง
 - (1.5) จะต้องจัดเตรียมวิธีปรับระดับ หรือแนวของค้ำยัน ในกรณีที่เกิดการทรุดมากเกินไป เช่น ใช้ลิ่มหรือแม่แรง
 - (1.6) ควรจัดทำทางเดินสำหรับอุปกรณ์ที่เคลื่อนที่ได้ โดยทำเสาหรือขารองรับตามแต่จะต้องการ และต้องวางบนแบบหล่อ หรือองค์อาคารที่เป็น โครงสร้างโดยตรง ห้ามวางบนเหล็กเสริม นอกจากจะทำที่รองรับเหล็กนั้นเป็นพิเศษ แบบหล่อจะต้องพอเหมาะกับที่รองรับของทางเดินดังกล่าว โดยยอมให้เกิดการแอ่น ความคลาดเคลื่อน หรือการเคลื่อนตัวทางข้างไม่เกินค่าที่ยอมให้
- (2) ระหว่างและหลังการเทคอนกรีต
 - (2.1) ในระหว่างและภายหลังการเทคอนกรีต จะต้องตรวจสอบระดับการยกท้องคานและพื้น และการได้ตั้งของระบบแบบหล่อโดยใช้อุปกรณ์ตามข้อ (1.1) หากจำเป็นให้รีบดำเนินการแก้ไขทันทีในระหว่างการก่อสร้าง หากปรากฏว่าแบบหล่อเริ่มไม่แข็งแรงและแสดงให้เห็นว่าเกิดการหลุดตัวมากเกินไปหรือเกิดการ โกงบิดเบี้ยวแล้วให้หยุดงานทันทีหากเห็นว่าส่วนใดชำรุดตลอดไปให้รื้อออก และเสริมแบบหล่อให้แข็งแรงยิ่งขึ้น
 - (2.2) จะต้องมิให้ผู้คอยเฝ้าสังเกตแบบหล่ออยู่ตลอดเวลา เพื่อที่เมื่อเห็นสมควรจะแก้ไขส่วนใดจะได้ดำเนินการได้ทันทีผู้ที่ทำหน้าที่นี้จะต้องปฏิบัติงานโดยถือความปลอดภัยเป็นหลักสำคัญ

- (2.3) การถอดแบบหล่อและที่รองรับ หลังจากเทคอนกรีตแล้ว จะคงที่รองรับไว้กับที่เป็นเวลาไม่น้อยกว่าที่กำหนดข้างล่างนี้ ในกรณีที่ใช้คอนกรีตชนิดที่ให้อำลางสูงเร็ว อาจลดเวลาดังกล่าวลงได้ตามความเห็นชอบของวิศวกรหรือผู้ควบคุมงาน

ค้ำยันได้คาน	21 วัน
ค้ำยันได้แผ่นพื้น	21 วัน
ผนัง	48 ชั่วโมง
เสา	48 ชั่วโมง
ข้างคานและส่วนอื่นๆ	48 ชั่วโมง

อย่างไรก็ดีวิศวกร หรือผู้ควบคุมงานอาจสั่งให้ยึดเวลาการถอดแบบออกไปอีกได้หากเห็นสมควร

2.5 วัสดุสำหรับงานแบบหล่อ

ผู้รับจ้างอาจเลือกใช้วัสดุใดทำแบบหล่อก็ได้ การสร้างแบบหล่อจะต้องทำพอดีที่ เมื่อเทคอนกรีตแข็งแล้ว จะอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง และต้องมีขนาดและผิวตรงตามที่กำหนด

2.6 การแก้ไขผิวที่ไม่เรียบ

- พื้นที่ที่ถอดแบบจะ ต้องทำการตรวจสอบ หากพบว่าคอนกรีตไม่เรียบเรียบร้อยจะต้องแจ้งให้วิศวกรหรือผู้ควบคุมงานทราบทันที และผู้รับจ้างต้องดำเนินการซ่อมพื้นที่
- หากปรากฏว่ามีการซ่อมแซมผิวคอนกรีต ก่อนได้รับการตรวจสอบ โดยผู้ควบคุมงานคอนกรีตส่วนนั้นอาจถือเป็นคอนกรีตเสียได้

2.7 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

- ความคลาดเคลื่อนจากแนวสายตั้ง
ในแต่ละชั้น หรือในช่วง 5.00 เมตร 5 ม.ม.
- ความคลาดเคลื่อนจากระดับหรือจากความลาดที่ระบุในแบบ
ในช่วง 10.00 เมตร 15 ม.ม.
- ความคลาดเคลื่อนของแนวอาคารจากแนวที่กำหนดในแบบ และตำแหน่งเสา ผนัง ฝ้าประจัน ที่เกี่ยวข้อง
ในช่วง 10.00 เมตร 10 ม.ม.
- ความคลาดเคลื่อนของขนาดหน้าตัดเสาและ คาน และความหนาของแผ่นพื้นและผนัง
ลด 5 ม.ม.
เพิ่ม 10 ม.ม.

จ. ฐานราก

(1) ความคลาดเคลื่อนจากขนาดในแบบ

ลด 20 มม.

เพิ่ม 50 มม.

(2) ตำแหน่งผิดหรือระยะศูนย์ 10 มม.

(3) ความคลาดเคลื่อนในความหนา

ลด 10 มม.

เพิ่ม 50 มม.

ฉ. ความคลาดเคลื่อนของชั้นบันได

ลูกตั้ง 2.5 มม.

ลูกนอน 5 มม.

ทั้งนี้ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้นี้ จะต้องไม่เป็นความคลาดเคลื่อนที่เกิดสะสม

หมวดที่ 3 เหล็กเสริมคอนกรีต

3.1 ทัวไป

- ก. “กรณีทัวไปและกรณีพิเศษ” ที่ระบุไว้ในหมวดอื่นให้นำมาใช้กับหมวดนี้ด้วย
- ข. ข้อกำหนดในหมวดนี้ คลุมถึงงานทัวไปเกี่ยวกับการจัดหา การตัด การดัด และการเรียงเหล็กเสริมตามชนิด และจำนวนที่ระบุไว้ในแบบ หรือตามคำแนะนำของวิศวกร และผู้ควบคุมงาน
- ค. รายละเอียดเกี่ยวกับเหล็กเสริมคอนกรีต ซึ่งมีได้ระบุในแบบและบทกำหนดนี้ให้ถือปฏิบัติตาม “มาตรฐานการก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก” ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ ทุกประการ

3.2 คุณสมบัติของเหล็กเสริม

เหล็กเสริมสำหรับงานคอนกรีตเสริมเหล็ก จะต้องมียุคสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ของกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับล่าสุด ดังนี้

- ก. สำหรับเหล็กกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 และ 9 มม. ให้ใช้ชั้นคุณภาพ **SR 24**
- ข. สำหรับเหล็กข้ออ้อย ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 ถึง 25 มม. ให้ใช้ชั้นคุณภาพ **SD 40**
- ค. สำหรับเหล็กข้ออ้อย ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 28 และ 32 มม. ให้ใช้ชั้นคุณภาพ **SD 50**

3.3 วิธีการก่อสร้าง

ก. การตัดและประกอบ

- (1) เหล็กเสริมจะต้องมีขนาดและรูปร่างตรงตามที่กำหนดในแบบและในการตัดและดัดจะต้องไม่ทำให้เหล็กชำรุดเสียหาย
- (2) ของงอสำหรับเหล็กกลม หากในแบบไม่ได้ระบุถึงรัศมีของการงอเหล็ก ให้งอตามเกณฑ์ที่กำหนดดังต่อไปนี้
 - (2.1) ส่วนที่งอเป็นครึ่งวงกลม ขนาด 5 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเสริมนั้น โดยมีส่วนที่ยื่นต่อออกไปอีกอย่างน้อย 4 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเสริมนั้น
 - (2.2) ส่วนที่งอเป็นมุมฉาก โดยมีส่วนที่ยื่นต่อออกไปถึงปลายสุดของเหล็กอีกอย่างน้อย 12 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเสริมนั้น
 - (2.3) เฉพาะเหล็กลูกตั้งและเหล็กปลอกให้งอ 90 องศา หรือ 135 องศา โดยมีส่วนที่ยื่นถึงปลายขอกอีกอย่างน้อย 6 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเสริมนั้น แต่ต้องไม่น้อยกว่า 6 ซม.
- (3) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่เล็กที่สุดสำหรับของงอ

เส้นผ่าศูนย์กลางของการงอเหล็กให้วัดด้านในของเหล็กที่งอ สำหรับมาตรฐานของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ใช้ ต้องไม่เล็กกว่าค่าที่ ให้ไว้ในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1

ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางที่เล็กที่สุดสำหรับของอ

ขนาดของเหล็ก	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่เล็กที่สุด
6 ถึง 15 มม.	5 เท่า เส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กนั้น
19 ถึง 25 มม.	6 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กนั้น

ข. การเรียงเหล็กเสริม

- (1) ก่อนเรียงเข้าที่จะต้องทำความสะอาดเหล็กให้มีสนิมขุม สะเก็ดและวัสดุเคลือบต่างๆ ที่จะทำให้การยึดหน่วงเสียไป
- (2) จะต้องเรียงเหล็กเสริมอย่างประณีต ให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องพอดีและผูกติดให้แน่น หากจำเป็นก็อาจใช้เหล็กเสริมพิเศษช่วยในการติดตั้งได้
- (3) ที่จุดตัดกันของเหล็กเส้นทุกแห่งจะต้องผูกให้แน่นด้วยลวดเหล็ก เบอร์ 16 S.W.G. (ANNEALED-IRON WIRE) โดยพันสองรอบและพับปลายลวดเข้าในส่วนที่จะเป็นเนื้อคอนกรีตภายใน
- (4) ให้รักษาระยะห่างระหว่างแบบกับเหล็กเสริมให้ถูกต้อง โดยใช้เหล็กแขวน ก้อนลูกปูน เหล็กยึด หรือวิธีอื่นซึ่งวิศวกรเห็นชอบแล้ว ก้อนลูกปูนต้องแข็งแรงพอที่จะไม่เกิดการแตกหัก เมื่อรับน้ำหนักเหล็กเสริม
- (5) หลังจากผูกเหล็กแล้ว จะต้องให้วิศวกรหรือผู้แทนวิศวกรตรวจสอบก่อนเทคอนกรีตทุกครั้ง หากผูกทิ้งไว้นานเกินควรจะต้องทำความสะอาด และให้วิศวกร หรือผู้ควบคุมงานตรวจสอบอีกครั้งก่อนเทคอนกรีต

3.4 การต่อเหล็กเสริม

- ก. ในกรณีที่มีความจำเป็นต้องต่อเหล็กเสริมนอกจากจุดที่กำหนดในแบบ หรือที่ระบุในตารางที่ 3.2 ทั้งตำแหน่งและวิธีการต่อจะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกร หรือผู้ควบคุมงาน

ตารางที่ 3.2

รอยต่อของเหล็กเสริม

ชนิดขององค์อาคาร	ตำแหน่งของรอยต่อ
แผ่นพื้นและคาน	เหล็กบนต่อที่กลางคานเหล็กล่างต่อที่หน้าเสาถึงระยะ $L/5$ จากศูนย์กลางเสา
เสาและผนัง	เหนือระดับพื้นหนึ่งเมตรถึงระดับกึ่งกลางความสูงระหว่างชั้น

- ข. เหล็กเสริมที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 28 มม. จะต้องต่อด้วยการเชื่อม หรือวิธีการอื่นที่มีใช้การต่อทาบผู้รับจ้างจะต้องเสนอวิธีการ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการต่อ ให้วิศวกรหรือผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนใช้ดำเนินการก่อสร้าง

- ก. ในรอยต่อแบบทาบ ระยะทาบสำหรับเหล็กเส้นกลมธรรมดาต้องไม่น้อยกว่า 48 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเหล็กเสริมนั้นและ 36 เท่าสำหรับเหล็กข้ออ้อย และให้ผูกมัดด้วยลวดเหล็กเบอร์ 16 S.W.G.
- ง. สำหรับเหล็กเสริมที่โผล่ทิ้งไว้เพื่อเชื่อมต่อกับเหล็กของส่วนที่จะต่อเติมภายหลัง จะต้องหาทางป้องกันมิให้เสียหายและผูกก่อน
- จ. การต่อเหล็กเสริมโดยวิธีการเชื่อม จะต้องให้กำลังของรอยเชื่อมไม่น้อยกว่าร้อยละ 125 ของกำลัง ของเหล็กเสริมนั้น ก่อนเริ่มงานเหล็กจะต้องทำการทดสอบกำลังของรอยเชื่อม โดยสถาบันที่เชื่อถือได้
- ฉ. ณ จุดตัดใดๆ จะมีรอยต่อของเหล็กเสริมเกินร้อยละ 50 ของจำนวนเหล็กเสริมทั้งหมดไม่ได้
- ช. รอยต่อทุกแห่งต้องได้รับการตรวจสอบและอนุมัติโดยวิศวกร หรือผู้ควบคุมการเทคอนกรีตรอยต่อซึ่งไม่ได้รับการอนุมัติให้ถือว่าเป็นรอยต่อเสีย อาจถูกห้ามก็ได้

3.5 การเก็บรักษาเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต

จะต้องเก็บเหล็กเส้นเสริมคอนกรีตไว้ในเนื้อพื้นดินและอยู่ในอาคาร หรือทำหลังคาคลุมเมื่อจัดเรียงเหล็กเสริมเข้าที่พร้อมจะเทคอนกรีตแล้ว เหล็กนั้นจะต้องสะอาดปราศจากฝุ่น น้ำมัน สี สนิมขุม หรือสะเก็ด

3.6 การเก็บตัวอย่างทดสอบ

ทุกครั้งที่มีการนำเหล็กเส้นเข้ามาในหน่วยงานก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้วิศวกร หรือผู้คุมงาน ทราบถึงแหล่งผู้ผลิต พร้อมทั้งจัดเก็บตัวอย่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางละ 5 ตัวอย่าง ส่งให้สถาบันที่เชื่อถือได้ ทำการทดสอบคุณสมบัติ หลังจากทราบผลการทดสอบแล้ว ให้ผู้รับจ้างจัดส่งสำเนาผลการทดสอบให้วิศวกร หรือผู้แทนวิศวกร พิจารณาอนุมัติก่อนนำไปใช้ หากการทดสอบปรากฏผลไม่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด ผู้รับจ้างจะต้องขนย้ายเหล็กเส้นที่ต่ำกว่ามาตรฐานทั้งหมดออกจากหน่วยงานโดยทันที

หมวดที่ 4 คอนกรีต

4.1 ทั่วไป

- ก. “สภาวะทั่วไปและพิเศษ” ในหมวดอื่นให้คลุมถึงหมวดนี้ด้วย
- ข. งานคอนกรีตในที่นี้ หมายถึงงานคอนกรีตสำหรับโครงสร้างที่ต้องเสร็จสมบูรณ์ และเป็นไปตามแบบและบทกำหนดอย่างเคร่งครัด และเป็นไปตามกำหนดและสภาวะต่างๆ ของสัญญา
- ค. หากมิได้ระบุในแบบหรือบทกำหนดนี้ รายละเอียดต่างๆ เกี่ยวกับองค์อาคารคอนกรีตเสริมเหล็กและงานคอนกรีตทั้งหมดให้เป็นไปตาม “มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก” ของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ ทุกประการ

4.2 วัสดุ วัสดุต่างๆ ดังต่อไปนี้จะต้องเป็นไปตามกำหนดและเกณฑ์กำหนด ดังต่อไปนี้คือ

- ก. ปูนซีเมนต์จะต้องเป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (มอก. 15 เล่ม 1 -2515) และต้องเป็นปูนซีเมนต์ที่แห้งสนิทไม่จับตัวเป็นก้อน
- ข. น้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตจะต้องสะอาดปราศจากสิ่งเจือปน และไม่มีความเป็น กรด ด่าง มากเกินควร
- ค. มวลรวม
 - (1) มวลรวมที่ใช้สำหรับคอนกรีตจะต้องแข็งแรง มีความคงตัว เนื้อหยาบ ไม่ทำปฏิกิริยากับด่างในปูนซีเมนต์
 - (2) มวลรวมหยาบและมวลรวมละเอียดให้ถือเป็นวัสดุคนละอย่าง มวลรวมหยาบแต่ละขนาด หรือหลายขนาดผสมกันจะต้องมีส่วนขนาดแต่ละตรงตามเกณฑ์กำหนดของข้อกำหนด ASTM C35
- ง. สารผสมเพิ่ม สำหรับคอนกรีตหรือส่วนที่ไม่ใช่ฐานรากทั้งหมด ให้ใช้สารผสมเพิ่มความสามารถได้ สำหรับโครงสร้างส่วนที่อยู่ใต้ดิน ถึงเก็บน้ำ ให้ผสมน้ำยากันซึมชนิดทนแรงดันได้ โดยใช้ตามคำแนะนำของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด นอกจากนี้ที่กล่าวนี้ห้ามใช้สารผสมเพิ่มชนิดอื่น หรือปูนซีเมนต์ผสมสารเหล่านั้น นอกจากได้รับความเห็นชอบจากวิศวกร
- จ. การเก็บวัสดุ
 - (1) ให้เก็บปูนซีเมนต์ไว้ในอาคาร ภาชนะหรือไซโลที่ป้องกันความชื้นและความสกปรกได้ และการส่งให้ส่งไปในปริมาณเพียงพอที่จะไม่ทำให้งานคอนกรีตต้องชะงักหรือล่าช้าไม่ว่ากรณีใดๆ จะต้องแยกวัสดุที่ส่งมาแต่ละครั้งให้เป็นสัดส่วนไม่ปะปนกัน
 - (2) การส่งมวลรวมหยาบ ให้ส่งแยกขนาดไปยังสถานที่ก่อสร้าง
 - (3) การกองมวลรวม จะต้องกองในลักษณะที่จะป้องกันมิให้ปะปนกับมวลรวมกองอื่น ซึ่งมีขนาดต่างกัน เพื่อให้เป็นไปตามนี้ อาจจะต้องทำการทดสอบว่า ส่วนขนาดตลอดจนความสะอาดของมวลรวมตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ โดยเก็บตัวอย่าง ณ ที่ทำการผสมคอนกรีต
 - (4) ในการเก็บสารผสมเพิ่ม ต้องระวังอย่าให้เกิดการแปดเปื้อน การระเหย หรือเสื่อมคุณภาพ สำหรับสารผสมเพิ่มชนิดที่อยู่ในรูปสารละลาย หรือสารละลายที่ไม่คงตัว จะต้องจัดหาอุปกรณ์ สำหรับกวน เพื่อให้ด้วยกระจ่าย โดยสม่ำเสมอ ถ้าเป็นสารผสมเพิ่มชนิดเหลว จะต้องป้องกันมิให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้

4.3 คุณสมบัติของคอนกรีต

ก. องค์ประกอบ

คอนกรีตต้องประกอบด้วยปูนซีเมนต์ ทราย มวลรวมหยาบ น้ำ และสารผสมเพิ่มตามแต่จะกำหนด ผสมให้เข้ากันเป็นอย่างดี โดยมีความชื้นเหลือที่พอเหมาะ

ข. ความชื้นเหลือ

คอนกรีตที่จะใช้กับทุกส่วนของงานจะต้องผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน โดยมีความชื้นเหลือที่พอเหมาะที่จะสามารถทำให้แน่นได้ภายใต้แบบหล่อ และรอบเหล็กเสริม และหลังจากอัดแน่น โดยการกระทุ้งด้วยมือหรือด้วยวิธีอื่นที่ได้รับการเห็นชอบแล้ว จะต้องไม่มีน้ำที่ผิวคอนกรีตมากเกินไป และจะต้องมีผิวหน้าเรียบปราศจากโพรง การแยกแยะ รูพรุน และเมื่อแข็งตัวแล้วจะต้องมีกำลังตามที่ต้องการ ตลอดจนความทนทานต่อการแตกสลาย ความคงทนต่อการขัดสี ความสามารถในการกันน้ำ รูปลักษณะ และคุณสมบัติอื่นๆตามที่กำหนด

ค. กำลังอัด

คอนกรีตสำหรับโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กทั้งหมดจะต้องมีกำลังอัดประลัยไม่น้อยกว่า 280 ksc. จากการทดสอบก่อนตัวอย่างรูปทรงกระบอกมาตรฐานที่อายุ 28 วัน

ง. การยุบ

การยุบของคอนกรีตซึ่งมีน้ำหนักปกติซึ่งหาโดย “วิธีทดสอบค่าการยุบของคอนกรีตซึ่งใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์” (ASTM C143) จะต้องเป็นไปตามค่าที่ให้ไว้ในตารางที่ 4.1-1 ข้างล่างนี้

ตารางที่ 4.1-1

ค่าการยุบสำหรับงานก่อสร้างต่างๆ

ชนิดขององค์อาคาร	ค่าการยุบ, ซม.	
	สูงสุด	ต่ำสุด
ฐานราก พื้น คาน บันได คสล.	10	4
เสา ผนัง คสล.	10	5
ผนัง และคิรีบ คสล. บางๆ	10	6

- จ. ขนาดใหญ่สุดของมวลหยาบ ขนาดใหญ่สุดของมวลรวมหยาบจะต้องเป็นไปตามตารางที่ 4.1-2 ข้างล่างนี้

ตารางที่ 4.1-2

ขนาดใหญ่สุดของมวลรวมหยาบที่ใช้กับคอนกรีต

ชนิดขององค์อาคาร	ขนาดใหญ่สุด, ซม.
เสา คาน ผนัง คสล.	4
พื้น ผนัง และคาน คสล. บางๆ	2

4.4 การคำนวณออกแบบส่วนผสม

- ก. ห้ามมิให้นำคอนกรีตมาเทส่วนที่เป็นโครงสร้างใดๆ จนกว่าส่วนผสมของคอนกรีตที่จะนำมาใช้นั้น ได้รับความเห็นชอบจากวิศวกร หรือ ผู้ควบคุมงานแล้ว
- ข. ก่อนเทคอนกรีตอย่างน้อย 35 วัน ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมส่วนผสมคอนกรีตต่างๆ และทำแท่งคอนกรีตตัวอย่าง แล้วนำไปทดสอบ เพื่อให้วิศวกร หรือผู้ควบคุมงานตรวจให้ความเห็นชอบก่อน
- ค. การที่วิศวกร หรือผู้ควบคุมงานให้ความเห็นชอบต่อส่วนผสมที่ได้เสนอมา หรือที่แก้ไขนั้นมิได้หมายความว่า จะลดความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง ที่มีต่อคุณสมบัติของคอนกรีตที่ได้จากส่วนนั้น
- ง. การจัดปฏิบัติการส่วนผสม
- (1) จะต้องหาอัตราส่วน น้ำ:ซีเมนต์ ที่เหมาะสมโดยการทดลองขึ้นต้นดังวิธีการดังต่อไปนี้
 - (1.1) จะต้องทดลองทำส่วนผสมคอนกรีตที่มีอัตราส่วน และความชื้นเหลวที่เหมาะสมกับงาน โดยเปลี่ยน อัตราส่วน น้ำ:ซีเมนต์ อย่างน้อย 3 ค่า ซึ่งจะให้กำลังต่างๆ กัน โดยอยู่ในขอบข่ายตามที่กำหนด
 - (1.2) จากนั้นให้หาประสิทธิภาพของวัสดุผสม แล้วทำการทดสอบตามหลักวิธีการที่ให้ไว้ในเรื่อง “ข้อแนะนำวิธีการเลือกปฏิบัติการส่วนผสมคอนกรีต” ACI 211
 - (1.3) สำหรับอัตราส่วน น้ำ:ซีเมนต์ แต่ละค่าให้หล่อขึ้นตัวอย่าง อย่างน้อย 3 ตัวอย่าง สำหรับแต่ละอายุเพื่อนำไปทดสอบโดยเตรียมและบ่มตัวอย่างตาม “วิธีทำและบ่มขึ้นตัวอย่างคอนกรีต สำหรับใช้ทดสอบแรงอัดและ แรงคด”(ASTM C192) และทดสอบที่อายุ 7 วันและ 28 วัน การทดสอบให้ปฏิบัติตาม “วิธีทดสอบกำลังอัดของคอนกรีต” (ASTM C39)
 - (1.4)ให้นำผลที่ได้จากการทดสอบไปเขียนเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วน น้ำ:ซีเมนต์ ที่ใช้ดังนี้ คอนกรีตโครงสร้าง อัตราส่วน น้ำ : ซีเมนต์สูงสุดที่ขอมให้ จะต้องได้มาจากค่าที่แสดงโดยกราฟที่ให้ค่ากำลังต่ำสุดเกินร้อยละ 10 ของกำลังที่กำหนด
 - (1.5) สำหรับคอนกรีตโครงสร้างทั่วไป ปริมาณปูนซีเมนต์จะต้องไม่น้อยกว่า 300 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ของคอนกรีต

- (2) การใช้อัตราส่วน น้ำ : ซีเมนต์ ค่าที่ต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ ในกรณีที่ใช้มวลรวมหยาบชนิดเม็ดเล็ก เช่น ในผนังบางๆ หรือในที่เหล็กแน่นมากๆ จะต้องพยายามรักษาค่าอัตราส่วน น้ำ : ซีเมนต์ ให้คงที่เมื่อได้เลือกอัตราส่วนที่เหมาะสมได้แล้ว ให้หาปฏิภาคส่วนผสมของคอนกรีตตามวิธีในข้อ (1) เรื่อง “การหาปฏิภาคของวัสดุผสม” ดังอธิบายข้างต้น

4.5 การผสมคอนกรีต

ก. คอนกรีตผสมเสร็จ

การผสมและการขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จให้ปฏิบัติตาม “บทกำหนด สำหรับคอนกรีตผสมเสร็จ” (ASTM C94)

ข. การผสมด้วยเครื่อง ณ สถานที่ก่อสร้าง

- (1) การผสมคอนกรีตต้องใช้เครื่องผสมชนิด ซึ่งต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกร หรือผู้แทนวิศวกร แล้วที่เครื่องผสมจะต้องมีแผ่นป้ายแสดงความจริง และจำนวนรอบต่อนาทีที่เหมาะสม และผู้รับเหมา จะต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำเหล่านี้ทุกประการ เครื่องผสมจะต้องสามารถผสมมวลรวม ซีเมนต์และน้ำ ให้เข้ากันได้โดยทั่วถึงภายในเวลาที่กำหนด และต้องสามารถปล่อยคอนกรีตออกได้โดยไม่เกิดการแยกแยะ
- (2) ในการบรรจุวัสดุผสมเข้าเครื่องจะต้องบรรจุน้ำส่วนหนึ่งเข้าเครื่องก่อนซีเมนต์และมวลรวม แล้วค่อยเติมน้ำส่วนที่เหลือเมื่อผสมไปแล้วประมาณ 1 ใน 4 ของเวลาผสมที่กำหนด จะต้องมีการควบคุมมิให้สามารถปล่อยคอนกรีตก่อนถึงเวลาที่กำหนด และจะต้องปล่อยคอนกรีตออกให้หมดก่อนที่จะบรรจุวัสดุใหม่
- (3) เวลาที่ใช้ในการผสมคอนกรีตซึ่งมีปริมาณตั้งแต่ 1 ลูกบาศก์เมตรลงมา จะต้องไม่น้อยกว่า 2 นาทีและให้เพิ่มอีก 20 วินาที สำหรับทุกๆ 1 ลูกบาศก์เมตร หรือส่วนของลูกบาศก์เมตรที่เพิ่มขึ้น

4.5 การผสม

ก. ให้ผสมคอนกรีตเฉพาะเท่าที่ต้องการใช้เท่านั้น ห้ามนำคอนกรีตที่ก่อตัวแล้วมาผสมต่อเป็นอันขาดแต่ให้ทิ้งไป

ข. ห้ามมิให้ เติมน้ำเพื่อเพิ่มการยุบตัวเป็นอันขาด การเติมน้ำจะกระทำได้ ณ สถานที่ก่อสร้าง หรือที่โรงผสมคอนกรีต กลาง โดยความเห็นชอบของวิศวกร หรือผู้แทนวิศวกรเท่านั้น

4.6 การเตรียมการเทคอนกรีตในอาคารอื่น

ในกรณีที่เทคอนกรีตในอาคารอื่นจัด หรือจะเทองค์อาคารขนาดใหญ่ เช่น คานขนาดใหญ่ ฐานรากหนาๆ จะต้องหาวิธีลดอุณหภูมิของคอนกรีตลงให้ต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ อาทิ การทำหลังคาคลุมไม่ผสมคอนกรีต กองวัสดุ ในบางกรณีอาจจะต้องใช้น้ำแข็งช่วย

4.7 การขนส่งและการเท

ก. การเตรียมการก่อนเท

- (1) จะต้องขจัดคอนกรีตที่แข็งตัวแล้ว และวัสดุแปลกปลอมอื่นๆ ออกจากด้านในของอุปกรณ์ที่ใช้ในการลำเลียงออกให้หมด
- (2) แบบหล่อจะต้องเสร็จเรียบร้อย จะต้องขจัดน้ำส่วนที่เกินและวัสดุแปลกปลอมใดๆ ออกให้หมด เหล็กเสริมผูกเข้าที่เรียบร้อย วัสดุต่างๆ ที่จะฝังในคอนกรีตต้องเข้าที่เรียบร้อยแล้ว การเตรียมการต่างๆ ทั้งหมดจะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกร หรือผู้แทนวิศวกรแล้ว จึงดำเนินการเทคอนกรีตได้

ข. การลำเลียง

วิธีการขนส่งและเทคอนกรีตจะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรหรือผู้แทนวิศวกรก่อน ในการขนส่งคอนกรีตจากเครื่องผสมจะต้องระมัดระวังมิให้เกิดการแยกแยะหรือการแยกตัว หรือการสูญเสียของวัสดุผสม และต้องกระทำในลักษณะที่จะทำให้ได้รับคอนกรีตที่มีคุณสมบัติตามที่กำหนด

ค. การเท

- (1) ผู้รับจ้างจะเทคอนกรีตส่วนหนึ่งส่วนใดของโครงสร้างยังมิได้ จนกว่าจะได้รับอนุมัติจากวิศวกร หรือผู้ควบคุมงานเรียบร้อยแล้ว และเมื่อได้รับอนุมัติแล้วผู้รับเหมายังไม่เริ่มเทคอนกรีตภายใน 24 ชั่วโมง จะต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกร หรือ ผู้ควบคุมงานอีกครั้ง จึงจะเทคอนกรีตได้
- (2) การเทคอนกรีตจะต้องกระทำต่อเนื่องกันตลอดพื้นที่ รอยต่อขณะก่อสร้างจะต้องอยู่ที่ตำแหน่งซึ่งกำหนดไว้ในแบบ หรือได้รับความเห็นชอบแล้ว การเทคอนกรีตจะต้องกระทำในอัตราที่ คอนกรีตซึ่งเทไปแล้วจะ ต่อกับคอนกรีตที่จะเทใหม่ยังคงสภาพเหลว พอที่จะต่อกันได้หรือ กล่าวอีกนัยหนึ่งห้ามมิให้เทคอนกรีตต่อกับคอนกรีตซึ่งเทไว้แล้วเกิน 30 นาที แต่จะต้องทิ้งไว้ประมาณ 20 ชั่วโมง จึงจะเทคอนกรีตต่อไปได้
- (3) ห้ามมิให้นำคอนกรีตที่แข็งตัวบ้างแล้วบางส่วน หรือแข็งตัวทั้งหมด หรือมีวัสดุแปลกปลอมมาปะปนกันเป็นอันตราย
- (4) เมื่อเทคอนกรีตลงในแบบหล่อแล้วจะต้องแต่งคอนกรีตนั้นให้แน่นภายในเวลา 30 นาที นับตั้งแต่ปล่อยคอนกรีตออกจากเครื่องผสม นอกจากจะมีเครื่องกวาดพิเศษสำหรับการนี้โดยเฉพาะ หรือมีเครื่องผสมติครด ซึ่งเครื่องผสมจะกวนอยู่ตลอดเวลา ในกรณีเช่นนั้นให้เพิ่มเวลาได้เป็น 1 ชั่วโมง นับตั้งแต่บรรจุซีเมนต์เข้าเครื่องผสม ทั้งนี้จะต้องเทและแต่งให้เสร็จภายใน 30 นาที นับตั้งแต่ปล่อยคอนกรีตออกจากเครื่องกวาด
- (5) จะต้องเทคอนกรีตให้ใกล้ตำแหน่งสุดท้ายมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิด การแยกแยะ อันเนื่องจากการโยกย้าย และการไหลตัวของคอนกรีต ต้องระวังอย่าใช้วิธีใดๆ ที่จะทำให้คอนกรีตเกิดการแยกแยะ ห้ามปล่อยคอนกรีตเข้าที่จากระยะสูงเกินกว่า 2 เมตร นอกจากจะได้รับอนุมัติจากวิศวกร

- (6) ในกรณีที่ใช้คอนกรีตเปลือยโดยมีมอร์ต้าเป็นผิว จะต้องใช้เครื่องมือที่เหมาะสมดันหินให้ออกจากข้างแบบ เพื่อให้มอร์ต้าออกมาอยู่ที่ผิวให้เต็ม โดยไม่เป็นโพรงเมื่อถอดแบบ การทำให้คอนกรีตแน่นให้ใช้วิธีสั่น ด้วยเครื่อง หรือกระทุ้งเพื่อให้คอนกรีตหุ้มเสริมเหล็กและสิ่งที่ฝังจนทั่ว และเข้าไปอัดตามมุมต่างๆ จนเต็ม โดยขจัดกระเปาะอากาศและขจัดกระเปาะหิน อันจะทำให้คอนกรีตเป็นโพรงเป็นหลุมเป็นบ่อ หรือเกิดระนาบ ที่ไม่แข็งแรงออกให้หมดสิ้น เครื่องสั่นจะต้องมีความถี่อย่างน้อย 7.000 รอบต่อนาที และผู้ที่ใช้งานจะต้องมีความชำนาญเพียงพอ ห้ามมิให้ มีการสั่นคอนกรีตเกินขนาด และใช้เครื่องสั่นเป็นตัวเขี่ยคอนกรีตให้เคลื่อนที่ จากตำแหน่งหนึ่งภายในแบบหล่อเป็นอันขาด ให้จุ่มและถอนเครื่องสั่นขึ้นลงตรงๆ ที่หลายๆ จุดห่างกันประมาณ 50 ซม. ในการสั่นแต่ละครั้งจะต้องทิ้งระยะเวลาให้เพียงพอที่จะทำให้คอนกรีตแน่นตัว แต่ต้องไม่เกินไปจนเป็นเหตุให้เกิดการแยกเยาะ โดยปกติจุดหนึ่งควรจุ่มอยู่ระหว่าง 5 ถึง 15 วินาที ในกรณีที่หน้าตัดของคอนกรีตบางเกินไปจนไม่อาจแยกเครื่องสั่นลงไปได้ ก็ให้ใช้เครื่องสั่นนั้นแนบกับข้างแบบ หรือใช้วิธีอื่นที่ได้รับความเห็นชอบแล้ว สำหรับองค์อาคารสูงๆ และหน้าตัดกว้าง เช่น เสาขนาดใหญ่ ควรใช้เครื่องสั่นชนิดเกาะติดกับข้างแบบ แต่ทั้งนี้แบบหล่อต้องแข็งแรง พอที่จะสามารถรับความสั่นได้ โดยไม่ทำให้รูปร่างขององค์อาคารผิดไปจากที่กำหนด จะต้องมีการสั่นคอนกรีตสำรองอย่างน้อยหนึ่งเครื่องประจำ ณ สถานที่ก่อสร้างเสมอในขณะที่เทคอนกรีต

4.9 รอยต่อและสิ่งที่ฝังในคอนกรีต

ก. รอยต่อขณะก่อสร้างของอาคาร

- (1) ในกรณีที่มีได้ระบุตำแหน่งและรายละเอียดของรอยต่อในแบบ จะต้องจัดทำและวางในตำแหน่งซึ่งจะทำให้โครงสร้างเสียความแข็งแรงน้อยที่สุด และให้เกิดรอยร้าวเมื่อเกิดการหดตัวน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ และจะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกร หรือผู้ควบคุมงานก่อน
- (2) ผิวบนของผนังและเสาคอนกรีตจะอยู่ในแนวราบ คอนกรีตซึ่งเททับเหนือรอยต่อขณะก่อสร้างที่อยู่ในแนวราบ จะต้องไม่ใช่คอนกรีตส่วนแรกที่ยื่นออกมาจากเครื่องผสม และจะต้องอัดแน่นให้ทั่ว โดยอัดให้เข้ากับคอนกรีตซึ่งเทไว้ก่อนแล้ว
- (3) ในกรณีของผิวทางแนวตั้งให้ใช้ปูนทรายในอัตราส่วน 1:1 ผสมน้ำขึ้นๆ ไล่ที่ผิวให้ทั่วก่อนที่จะเทคอนกรีตใหม่ลงไป
- (4) ให้เดินเหล็กเสริมต่อเนื่องผ่านรอยต่อไป และจะต้องใส่สลักและเดือยยึดตามแต่วิศวกรจะเห็นสมควร จะต้องจัดให้มีสลักลึกลงอย่างน้อย 10 ซม. สำหรับรอยต่อในผนังทั้งหมด และระหว่างผนังกับแผ่นพื้นหรือฐานราก
- (5) ในกรณีที่เทคอนกรีตเป็นชั้นๆ จะต้องยึดเหล็กที่โผล่เหนือเหล็กแต่ละชั้น ให้แน่นหนาเพื่อป้องกันการเคลื่อนตัวของเหล็กเสริมขณะเทคอนกรีต และในขณะที่คอนกรีตกำลังก่อตัว
- (6) ในขณะที่คอนกรีตยังไม่ก่อตัว ให้ฉีดฝ้าน้ำปูน และวัสดุที่หลุดร่วงออกให้หมดโดยไม่จำเป็นต้องทำให้ผิวหยาบอีก แต่หากไม่สามารถปฏิบัติตามนี้ได้ ก็ให้ขัดออก โดยใช้เครื่องมือหลังจากเทคอนกรีตแล้ว 24 ชั่วโมงขึ้นไป แล้วให้ล้างผิวที่ทำให้หยาบนั้นด้วยน้ำสะอาดทันที ก่อนที่จะเทคอนกรีตใหม่ ให้พรมน้ำผิวคอนกรีตที่รอยต่อทุกแห่งให้ชื้นแต่ไม่ให้เปียกโชก

(7) ถ้าหากต้องการหรือได้รับความยินยอมจากวิศวกร หรือผู้ควบคุมงาน อาจเพิ่มความยืดหยุ่นได้ตามวิธีต่อไปนี

(ก) ใช้สารผสมเพิ่มเมื่อได้รับความเห็นชอบแล้ว

(ข) ใช้สารหน่วงที่ได้รับความเห็นชอบแล้ว เพื่อทำการก่อตัวของมอร์ต้าที่ผิวให้ช้าลงแต่ห้ามใส่มากเกินไปจนไม่ก่อตัวเลย

(ค) ทำผิวคอนกรีตให้หยาบตามวิธีที่ได้รับการรับรองแล้ว โดยวิธีทำให้มวลรวมโพลีเมอร์ปราศจากฝุ่น น้ำปูน หรือเม็ดมวลรวมที่หลุดร่วง หรือผิวคอนกรีตที่ชำรุด

ข. วัสดุฝังในคอนกรีต

- (1) ก่อนเทคอนกรีตจะต้องฝังปลอก ไล่ สมอ และวัสดุที่ฝังอื่นๆ ที่จะต้องทำงานต่อไปในภายหลังให้เรียบร้อย
- (2) ผู้รับเหมาช่วงซึ่งทำงานเกี่ยวข้องกับงานคอนกรีต จะต้องรับแจ้งล่วงหน้า เพื่อให้มีโอกาสที่จะจัดวางสิ่งซึ่งจะฝังให้ทันก่อนเทคอนกรีต
- (3) จะต้องจัดวางแผ่นกันน้ำ ท่อร้อยสายไฟ และสิ่งจะฝังอื่นๆ เข้าที่ให้อยู่ตำแหน่งอย่างแน่นอน และยึดให้แข็งแรงพอที่จะไม่ให้เกิดการเคลื่อนตัวได้ สำหรับช่องว่างในปลอกไล่ หรือร่องสมอ จะต้องอุดด้วยวัสดุที่จะเอาออกได้ง่ายเป็นการชั่วคราว เพื่อป้องกันมิให้คอนกรีตไหลไปในช่องว่างนั้น

ข. รอยต่อสำหรับพื้นถนน

รอยต่อทางยาวตลอดจนรอยต่อสำหรับกันการหดและการขีดตัว จะต้องอยู่ในตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบ ในกรณีที่ไม่สามารถเทคอนกรีตได้เต็มช่วง จะต้องทำรอยต่อขณะก่อสร้างขึ้น ในช่วงหนึ่งจะมีรอยต่อขณะก่อสร้างเกินหนึ่งรอยไม่ได้ และรอยต่อดังกล่าวจะต้องอยู่ในช่วงกลางแบ่งสามส่วนของช่อง

4.10 การซ่อมผิวที่ชำรุด

ก. ห้ามปะซ่อมรูร้อยเหล็กยึด และที่ชำรุดทั้งหมดก่อนที่ วิศวกรหรือผู้แทนวิศวกรจะได้ตรวจสอบแล้ว

ข. สำหรับคอนกรีตที่เป็นรูพรุนเล็กๆ และชำรุดเล็กน้อย หากวิศวกรลงความเห็นว่าจะซ่อมแซมให้ใช้ได้ จะต้องสกัดคอนกรีตที่ชำรุดออกให้หมดจนถึงคอนกรีตดี เพื่อป้องกันมิให้น้ำในมอร์ต้าที่จะปะซ่อมนั้นถูกดูดซึมไปจะต้องทำคอนกรีตบริเวณที่จะปะซ่อมและเนื้อที่บริเวณโดยรอบเป็นระยะออกมาอย่างน้อย 15 ซม. มอร์ต้าที่ใช้เป็นตัวประสานจะต้องประกอบด้วยส่วนผสมของซีเมนต์หนึ่งส่วน ต่อ ทรายละเอียด ซึ่งผ่านตะแกรงเบอร์ 30 หนึ่งส่วน ให้ละเลง มอร์ต้านี้ให้ทั่วพื้นที่ผิว

ค. ส่วนผสมสำหรับใช้อุดให้ประกอบด้วยซีเมนต์ 1 ส่วนต่อทรายที่ใช้ผสมคอนกรีต 2.5 ส่วน โดยปริมาตรชั้นหลวม สำหรับคอนกรีตเปลือยภายนอกให้ผสมซีเมนต์ขาวเข้ากับซีเมนต์ธรรมดาบ้าง เพื่อให้ส่วนผสมที่ปะซ่อมมีสีกลมกลืนกับสีของคอนกรีตข้างเคียง ทั้งนี้โดยวิธีทดลองหาส่วนผสมเอง

- ง. ให้จำกัดปริมาณของน้ำให้พอดีเท่าที่จำเป็นในการยกย้าย และการปะซ่อมเท่านั้น
- จ. หลังจากให้น้ำซึ่งค้างบนผิวได้ระเหยออกจากพื้นที่ๆ จะปะซ่อมแล้ว ให้ละเลงชั้นยึดหน่วงลงบนผิวนั้นให้ทั่ว เมื่อชั้นยึดเหนี่ยวเริ่มเสียน้ำ ให้ฉาบมอร์ต้าที่ใช้ปะซ่อมทันที ให้อัดมอร์ต้าให้แน่นโดยทั่วถึงและปาดออก ให้เนียนกว่าคอนกรีตโดยรอบเล็กน้อย และจะต้องทิ้งไว้หลายๆ อย่างน้อย 1 ชั่วโมง เพื่อให้เกิด การหดตัว ช่างต้นก่อนที่จะตบแต่งชั้นสุดท้าย บริเวณที่ปะซ่อมแล้วให้รักษาให้ชื้นอย่างน้อย 7 วัน สำหรับผิวคอนกรีต เปลือยที่ต้องรักษาลายไม้แบบ ห้ามใช้เครื่องมือที่เป็นโลหะฉาบเป็นอันตราย
- ฉ. ในกรณีที่รูพรุนนั้นกว้างมากหรือลึกจนมองเห็นเหล็ก และหากวิศวกร หรือผู้แทนวิศวกรลงความเห็นว่ายู่ใน วัสดุที่จะซ่อมแซมได้ ก็ให้ปะซ่อมได้โดยใช้มอร์ต้าชนิดที่ผสมด้วยการหดตัว และผสมด้วยผงเหล็กเป็น วัสดุแทนปูนทรายธรรมดา โดยให้ปฏิบัติตามข้อแนะนำของผู้ผลิตโดยเคร่งครัด
- ช. ในกรณีที่โพรงใหญ่และลึกมาก หรือเกิดข้อเสียหายใดๆ เช่น คอนกรีตมีกำลังต่ำกว่ากำหนด และวิศวกรหรือผู้ ควบคุมงานมีความเห็นว่า อาจทำให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้อาคารได้ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการแก้ไข ขอบกพร่องเหล่านั้น ตามที่วิศวกรได้เห็นชอบด้วยแล้ว หรือหากวิศวกรหรือผู้ควบคุมงานเห็นว่าเป็นการ ขำรุคจนไม่อาจแก้ไขให้ได้ดีได้ อาจสั่งให้ ทบทิ้งแล้วสร้างขึ้นใหม่ โดยผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการ นี้ทั้งสิ้น

4.11 การบ่มและการป้องกัน

หลังจากเทคอนกรีตแล้ว และอยู่ในระยะแข็งตัวจะต้องป้องกันคอนกรีตนั้นจากอันตรายที่อาจเกิดจากแสงแดด ลมแห้ง ฝน น้ำไหล การเสียดสี และจากการบรรทุกน้ำหนักเกินสมควร สำหรับคอนกรีตที่ใช้ปูนซีเมนต์ชนิดที่ 1 จะต้องรักษา ให้ชื้นต่อกันเป็นเวลาอย่างน้อย 7 วัน โดยวิธีคลุมด้วยกระสอบ หรือผ้าใบ หรือขังน้ำ หรือพ่นน้ำ หรือโดยวิธีที่ เหมาะสมอื่นๆ ตามที่วิศวกร หรือผู้แทนวิศวกรเห็นชอบ สำหรับผิวคอนกรีตในแนวตั้ง เช่น เสา ผนัง และ ด้านข้างของคาน ให้หุ้มกระสอบหรือผ้าใบให้เหลื่อมซ้อนกัน และรักษาให้ชื้นโดยให้สิ่งที่คลุมนี้แนบติดกับ คอนกรีต ในขณะที่ใช้ปูนซีเมนต์ชนิดที่ 1 ให้ ความสูงเร็ว ระยะเวลาการบ่มชื้นให้อยู่ในวินิจัยของวิศวกร หรือผู้ ควบคุมงาน

4.12 การทดสอบ

ก. การทดสอบแท่งกระบอกคอนกรีต

ชิ้นตัวอย่างสำหรับทดสอบอาจนำมาจากทุกรถ หรือตามแต่วิศวกร หรือผู้ควบคุมงานจะกำหนด ทุกครั้งที่เท คอนกรีตจะต้องเก็บชิ้นตัวอย่างไม่น้อยกว่า 6 ชิ้น สำหรับทดสอบที่ 7 วัน 3 ก่อน และที่ 28 วัน 3 ก่อน วิธี เก็บ เตรียม บ่มและทดสอบ ชิ้นตัวอย่างให้เป็นไปตาม “วิธีทำการบ่มชิ้นตัวอย่างคอนกรีตรับแรงอัดและ แรงดัด” (ASTM C31) และ “วิธีทดสอบสำหรับกำลังอัดของแท่งกระบอกคอนกรีต” (ASTM C39)

ก. รายงาน

ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายงานผลการทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตรวม 3 ชุด สำหรับผู้ว่าจ้าง 1 ชุด และวิศวกร 1 ชุด รายงานจะต้องรวบรวมข้อมูลต่างดังต่อไปนี้

- (1) วันที่หล่อ
- (2) วันที่ทดสอบ
- (3) ประเภทของคอนกรีต
- (4) ค่าการยุบ
- (5) ส่วนผสม
- (6) หน่วยน้ำหนัก
- (7) กำลังอัด
 - (7.1) ณ จุดเริ่มร้าว
 - (7.2) ณ จุดประลัย

ก. การทดสอบแนวระดับ ความลาด และความไม่สม่ำเสมอของพื้นคอนกรีต ในบริเวณอาคารเมื่อคอนกรีตพื้นแข็งตัวจะต้องทำการตรวจสอบแนว ระดับ ความลาด ตลอดจนความไม่สม่ำเสมอต่างๆ อีกครั้งหาก ณ จุดใดพื้นคอนกรีตสูงกว่าบริเวณข้างเคียงเกินกว่า 3 มิลลิเมตร จะต้องขัดออก แต่ถ้าสูงกว่านั้น ผู้รับจ้างจะต้องทุบพื้นช่วงนั้นออก แล้วหล่อใหม่โดยต้องออกค่าใช้จ่ายเองทั้งหมด

ง. การทดสอบความหนาของพื้นคอนกรีตในบริเวณอาคาร

ผู้ว่าจ้าง วิศวกร หรือผู้ควบคุมงาน อาจกำหนดให้มีการทดสอบความหนาของพื้นคอนกรีต โดยวิธีเจาะเอาแกนไปตรวจตามวิธีของ ASTM C174 ก็ได้ หากปรากฏว่าความหนาเฉลี่ยน้อยกว่าที่กำหนดเกิน 3 มิลลิเมตร วิศวกรจะเป็นผู้ตัดสินว่าพื้นนั้นมีกำลังพอจะรับน้ำหนักบรรทุกตามที่คำนวณออกแบบไว้ได้หรือไม่ หากวิศวกรออกความเห็นว่าเป็นพื้นนั้นไม่แข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักบรรทุก ตามที่คำนวณออกแบบไว้ได้ ผู้รับจ้างจะต้องทุบออกแล้วเทคอนกรีตใหม่ โดยจะเรียกชดเชยค่าใช้จ่ายเพิ่มจากผู้ว่าจ้างไม่ได้

4.13 การประเมินผลการทดสอบกำลังอัด

ก. ค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบขึ้นตัวอย่างสามชิ้นหรือมากกว่าซึ่งบ่มในห้องปฏิบัติการ จะต้องไม่ต่ำกว่าค่าที่กำหนด และจะต้องไม่มีค่าใดๆ ต่ำกว่าร้อยละ 80 ของค่ากำลังอัดที่กำหนด

ข. หากกำลังอัดมีค่าต่ำกว่าที่กำหนด อาจจำเป็นต้องเจาะเอาแกนคอนกรีตไปทำการทดสอบ

ค. การทดสอบแกนคอนกรีตจะต้องปฏิบัติตาม “วิธีเจาะและทดสอบแกนคอนกรีตที่เจาะและคานคอนกรีตที่เลื่อยตัดมา” (ASTM C24) การทดสอบแกนคอนกรีตต้องกระทำในสภาพผึ่งแห้งในอากาศ

ง. องค์อาคารหรือพื้นที่คอนกรีตส่วนใดที่วิศวกร หรือผู้ควบคุมงานพิจารณาเห็นชอบว่าไม่แข็งแรงพอ ให้เจาะแกนอย่างน้อยสามก้อน จากแต่ละองค์อาคารหรือพื้นที่นั้นๆ ตำแหน่งที่จะเจาะแกน วิศวกรหรือผู้ควบคุมงานจะเป็นผู้กำหนด

จ. กำลังของแกนที่ได้จากแต่ละองค์อาคาร หรือพื้นที่ จะต้องมีย่านเฉลี่ยเท่ากับหรือสูงกว่าร้อยละ 90 ของกำลังที่กำหนด จึงจะถือว่าใช้ได้

ฉ. จะต้องอุดรูซึ่งเจาะเอาแกนออกมาตามวิธีในข้อ 5.14

ช. หากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าคอนกรีตมีความแข็งแรงไม่พอ ผู้รับเหมาจะต้องเสนอวิธีการแก้ไข โดยได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรหรือผู้ควบคุมงาน สำหรับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากกรณีนี้ ผู้รับเหมาจะเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น และจะเป็นเหตุยืดเวลาการก่อสร้างมิได้

ซ. ชิ้นส่วนตัวอย่างแท่งคอนกรีต อาจใช้ลูกบาศก์ขนาด 15x15x15 เซนติเมตรแทนได้ โดยให้เปรียบเทียบค่ากำลังอัดตามมาตรฐาน สำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก ของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

4.14 น้ำยาผสมคอนกรีต และวัสดุอุดซ่อมคอนกรีต

คอนกรีตที่จำเป็นต้องมีสารเคมีผสม เพื่อเพิ่มคุณสมบัติของคอนกรีตให้เหมาะสมกับการใช้งาน ให้ใช้ตามที่ระบุท้ายนี้

(1) น้ำยาผสมคอนกรีตเพื่อการหน่วงเวลาก่อตัว

DARATARD , PLASTOCRETE - VZ , FEBFLOW RETARDING

(2) น้ำยาผสมคอนกรีตเพื่อเร่งการก่อตัว

DAREX WRDA , PLASTOCRETE - HL , FEBFLOW ACCELERATING , FEBSLIP 200

(3) น้ำยาผสมคอนกรีตเพื่อป้องกันการร้าวซึม

HYDRATITE WR LIQUID , PLASTOCRETE - N , FEBPROOF RMC

(4) งานคอนกรีตที่จำเป็นต้องซ่อม เพื่อให้คุณภาพของคอนกรีตสามารถรับแรงตามที่ออกแบบไว้ หรือเป็นฐานสำหรับรองรับแท่นเครื่อง หรือแผ่นเหล็กรองเสา คาน ให้ใช้วัสดุตามที่ระบุท้ายนี้

(4.1) ประเภท NON SHRINK GROUT

SIKA GROUT , EMBECO 167 , FEBEXPAN , DARAWELD - C

(4.2) สาร EPOXY

THIOPXY 64 , SIKADUR 32 , FEBWELD

หากผู้รับจ้างประสงค์จะใช้วัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเทียบเท่าที่กำหนด ให้ผู้รับจ้างจัดส่งเอกสารรายละเอียดทั้งหมด พร้อมผลการทดสอบให้วิศวกร หรือผู้ควบคุมงานตรวจสอบและอนุมัติก่อนนำไปใช้ การใช้วัสดุดังกล่าวข้างต้นผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำของผู้ผลิตทุกประการ โดยเคร่งครัด

หมวดที่ 5 งานโลหะและเหล็กรูปพรรณ

5.1 ทั่วไป

- ก. “กรณีทั่วไปและกรณีพิเศษ” ที่ระบุไว้ในหมวดอื่นให้นำมาใช้กับหมวดนี้ด้วย
- ข. บทกำหนดส่วนนี้คลุมถึงเหล็กรูปพรรณทุกชนิด
- ค. รายละเอียดเกี่ยวกับเหล็กรูปพรรณซึ่งมิได้ระบุในแบบและบทกำหนดนี้ ให้ถือปฏิบัติตาม “มาตรฐานสำหรับอาคารเหล็กรูปพรรณ” ของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ

5.2 วัสดุ

เหล็กรูปพรรณทั้งหมดจะต้องมีคุณสมบัติสอดคล้องกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ มอ.ก.116-2517 หรือ ASTM หรือ JIS ที่เหมาะสม

5.3 การกองเก็บวัสดุ

การเก็บเหล็กรูปพรรณทั้งที่ประกอบแล้วและยังไม่ได้ประกอบ จะต้องเก็บไว้บนยกพื้นเหนือพื้นดิน จะต้องรักษาเหล็กให้ปราศจากฝุ่น หรือสิ่งแปลกปลอมอื่นๆ และต้องระวังรักษาอย่าให้เหล็กเป็นสนิม

5.4 การต่อ

รายละเอียดในการต่อให้เป็นไปตามที่ระบุในแบบทุกประการ

5.5 รูและช่องเปิด

การเจาะหรือตัดหรือกดทะลุให้เป็นรู ต้องกระทำตั้งฉากกับผิวของเหล็ก และห้ามขยายรูด้วยความร้อนเป็นอันตรายในเสาที่เป็นเหล็กรูปพรรณซึ่งติดต่อกับคาน คสล. จะต้องเจาะรูไว้ให้เหล็กเสริมในคานคอนกรีตสามารถลอดได้ สภาพรูจะต้องเรียบรอยปราศจากรอยขาด หรือแห้ว ขอบรูซึ่งคมและขึ้นเล็กน้อยอันเกิดจากการเจาะด้วยสว่าน ให้ขจัดออกให้หมดด้วยเครื่องมือ โดยลบมุม 2 มม. นอกจากรูสลักเกลียวจะต้องเสริมเหล็ก ซึ่งมีความหนาไม่น้อยกว่าความหนาขององค์อาคารที่เสริมนั้น รูหรือช่องเปิดภายในของแหวนจะต้องเท่ากับช่องเปิดขององค์อาคารที่เสริมนั้น

5.6 การประกอบและยกติดตั้ง

- ก. แบบขยาย

ก่อนจะทำการประกอบเหล็กรูปพรรณทุกชิ้นผู้รับจ้างจะต้องส่งแบบขยายต่อวิศวกรหรือผู้ควบคุมงานเพื่อรับความเห็นชอบ

- (1) จะต้องทำแบบที่สมบูรณ์แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับการตัดต่อ ประกอบ และการติดตั้ง รู สลักเกลียว รอยเชื่อมและรอยต่อที่จะกระทำในโรงงาน
- (2) สัญลักษณ์ต่างๆ ที่ใช้จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานสากล

- (3) จะต้องมีส่วนเอกสารบัญชี วัสดุ และวิธีการยกติดตั้ง ตลอดจนการยึดโยงชั่วคราว

ข. การประกอบและยกติดตั้ง

- (1) ให้พยายามประกอบที่โรงงานให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
- (2) การตัดเชื่อม ตัดด้วยไฟฟ้า สกัด และกดทะลุ ต้องกระทำอย่างละเอียดและประณีต
- (3) องค์อาคารที่วางทับกัน จะต้องวางให้แนบสนิทเต็มหน้า
- (4) การติดตั้งเสริมกำลังและองค์อาคารยึดโยง ให้กระทำอย่างประณีต สำหรับตัวเสริมกำลังที่ติดแบบอัดแน่น ต้องติดให้สนิทจริงๆ
- (5) รายละเอียดให้เป็นไปตาม “มาตรฐานสำหรับอาคารเหล็กรูปพรรณ” ของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ ที่ 1003-18 ทุกประการ
- (6) ห้ามใช้วิธีเจาะรูด้วยไฟฟ้า จะต้องแก้แนวต่างๆ ให้ตรงตามแบบ รูที่เจาะไว้ไม่ถูกต้อง ฯลฯ จะต้องอุดให้เต็มด้วยวิธีเชื่อมและเจาะรูใหม่ให้ถูกต้อง
- (7) ไฟที่ใช้ตัด ควรมีเครื่องมือกลเป็นตัวนำ
- (8) การเชื่อม
 - (8.1) ให้เป็นไปตามมาตรฐาน AWS สำหรับการเชื่อมในงานก่อสร้างอาคาร
 - (8.2) ผิวหน้าที่จะทำการเชื่อมจะต้องสะอาด ปราศจากสะเก็ดร้อน ตะกรัน สนิม ไขมัน สี และวัสดุแปลกปลอมอื่นๆ ที่จะทำให้เกิดผลเสียต่อการเชื่อมได้
 - (8.3) ในระหว่างการเชื่อม จะต้องยึดชิ้นส่วนที่จะเชื่อมติดกันให้แน่นเพื่อให้ผิวแนบสนิท สามารถทาสีได้ดีโดยง่าย
 - (8.4) หากสามารถปฏิบัติได้ ให้พยายามเชื่อมในตำแหน่งราบ
 - (8.5) ให้วางลำดับการเชื่อมให้ดีเพื่อหลีกเลี่ยงการบิดเบี้ยว และหน่วยแรงตกค้างในระหว่างขั้นตอนการเชื่อม
 - (8.6) ในการเชื่อมแบบชนจะต้องเชื่อมในลักษณะ ที่จะให้ได้รอยเชื่อมที่สมบูรณ์โดยมิให้มีกระเปาะ ตะกรันขังอยู่ ในกรณีนี้อาจใช้วิธีลบมุมตามขอบหรือ BACKING PLATE ก็ได้
 - (8.7) ชิ้นส่วนที่จะต่อเชื่อมแบบทาบ จะต้องวางให้ใกล้ชิดกันที่สุดเท่าที่จะทำได้และไม่ว่ากรณีใดจะต้องห่างกันไม่เกิน 6 มิลลิเมตร
 - (8.8) ช่างเชื่อม จะต้องใช้ช่างเชื่อมที่มีความชำนาญเท่านั้น และเพื่อเป็นการพิสูจน์ถึงความสามารถจะมีการทดสอบ ความชำนาญของช่างเชื่อมทุกคน

5.7 งานสลักเกลียว

- (1) การตอกสลักเกลียวจะต้องกระทำด้วยความประณีต โดยไม่ให้เกลียวเสียหาย
- (2) ต้องแน่ใจว่าผิวรอยต่อเรียบ และผิวที่รองรับจะต้องสัมผัสกันเต็มหน้าก่อนที่จะทำการขันเกลียว
- (3) ขันรอยต่อด้วยสลักเกลียวให้แน่น โดยใช้กุญแจปากตายที่ถูกต้องขนาด
- (4) เมื่อขันสลักเกลียวแน่นแล้ว ให้ทุบปลายเกลียวเพื่อมิให้เป็นสลักเกลียวคลายตัว

5.8 การต่อและการประกอบในสนาม

- (1) ให้ปฏิบัติตามที่ระบุในแบบขยาย และคำแนะนำในการยกติดตั้งโดยเคร่งครัด
- (2) ค่าผิดพลาดที่ยอมให้ ให้ถือปฏิบัติตามมาตรฐานสากล

- (3) จะต้องทำนั้งร้าน ค้ำยัน ชิดโยง ฯลฯ ให้พอเพียงที่จะยึดโครงสร้างให้แน่นหนาอยู่ในแนว และตำแหน่งที่ถูกต้องเพื่อความปลอดภัย ต่อผู้ปฏิบัติงานจนกว่างานประกอบจะเสร็จเรียบร้อย และแข็งแรงดีแล้ว
- (4) หมด ให้ใช้สำหรับยึดชิ้นส่วนต่างๆ เข้าหากัน โดยมีให้หลีกเลี่ยงการบิดเบี้ยวเท่านั้น
- (5) ห้ามใช้วิธีตัดด้วยแก๊สเป็นอันตราย นอกจากจะได้รับอนุมัติจากวิศวกรหรือผู้แทนวิศวกร
- (6) สลักเกลียวยึดและสมอ ให้ตั้งโดยใช้แบบนำเท่านั้น
- (7) แผ่นรองรับ
 - (7.1) ใช้ตามที่กำหนดในแบบขยาย
 - (7.2) ให้รองรับและปรับแนวด้วยลิ้มเหล็ก
 - (7.3) หลังจากได้ยัดติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้อัดมอร์ต้าชนิดที่ไม่หดตัวและใช้ผงเหล็กเป็นมวลรวม ได้แผ่นรองรับให้แน่น แล้วตัดขอบลิ้มให้เสมอกับขอบของแผ่นรองรับ โดยทิ้งส่วนที่เหลือไว้
 - (7.4) หลังจากได้ยัดติดตั้งเสร็จแล้ว ให้อัดมอร์ต้าชนิดที่ไม่หดตัวและใช้ผงเหล็กเป็นมวลรวม ได้แผ่นรองรับให้แน่น แล้วตัดขอบลิ้มให้เสมอกับขอบของแผ่นรองรับ โดยทิ้งส่วนที่เหลือไว้

5.9 การป้องกันเหล็กมิให้ผุกร่อน

ก. เกณฑ์กำหนดทั่วไป

งานนี้หมายถึงรวมถึงการทาสี และการป้องกันการผุกร่อนของงานเหล็กให้ตรงตามบทกำหนดและแบบ และให้เป็นไปตามข้อกำหนดของสัญญาทุกประการ

ข. ผิวที่จะทาสี

(1) การทำความสะอาด

- (1.1) ก่อนจะทาสีบนผิวใดๆ ยกเว้นที่อาบโลหะ จะต้องขัดผิวให้สะอาดโดยใช้เครื่องมือ เช่น จานคาร์บอนดัม หรือเครื่องมือชนิดอื่นที่เหมาะสม จากนั้นให้ขัดด้วยแปรงลวดเหล็ก และกระดาษทราย เพื่อขจัดเศษโลหะที่หลุดร่อนออกให้หมด แต่ต้องพยายามหลีกเลี่ยงการใช้เครื่องขัดด้วยลวดเป็นระยะเวลานาน เพราะอาจทำให้เนื้อโลหะไหม้
- (1.2) สำหรับรอยเชื่อมและผิวเหล็กที่ได้รับความกระทบกระเทือนจากการเชื่อม จะต้องเตรียมผิวสำหรับทาสีใหม่ เช่นเดียวกับผิวทั่วไปตามวิธีในข้อ (1.1)
- (1.3) ทันทีก่อนที่จะทาสีครั้งต่อไป ให้ทำความสะอาดผิวซึ่งทาสีไว้ก่อน หรือผิวที่ฉาบไว้จะต้องขจัดสีที่ร่อนหลุดและสนิมออกให้หมด และจะต้องทำความสะอาดพื้นที่ส่วนที่ถูกน้ำมันและไขต่างๆ แล้วปล่อยให้แห้งสนิทก่อนจะทาสีทับ

ค. การทาสี

หากมิได้ระบุเป็นอย่างอื่น งานเหล็กรูปพรรณที่ EXPOSE ทั้งหมด ให้ทาสีรองพื้นด้วยสีกันสนิม ตามขั้นตอนดังนี้

- (1) รองพื้นด้วยสี RUST - OLEUM NO. X - 60 หนาไม่น้อยกว่า 2 มม.
- (2) เมื่อสีชั้นแรกแห้งแล้ว ให้ทาสีชั้นที่สองด้วยสี RUST - OLEUM NO. X - 960 หนาไม่น้อยกว่า 2 มม.

- (3) เมื่อสีชั้นที่สองแห้งแล้ว ให้ทาสีชั้นที่สามด้วยสี RUST - OLEUM NEW COLOR HORIZONS หนาไม่น้อยกว่า 2 มม.

สำหรับสีที่หุ้มสีรองพื้น ให้ใช้สีประเภท SYNTHETIC ALKYL RESIN โดยสีจะเลือกในขณะก่อสร้าง

หมวดที่ 6 วัสดุรอยต่ออาคาร (Expansion and Seismic Joint Systems)

6.1 ความต้องการทั่วไป

- (1) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุ แรงงาน และ อุปกรณ์ สำหรับฝากรอบรอยต่ออาคารทั้งหมดที่ระบุไว้ในแบบ และรายการก่อสร้าง ได้แก่ ฝากรอบรอยต่ออาคารส่วนพื้น, ฝากรอบรอยต่ออาคารส่วนผนังสำหรับด้านในหรือด้านนอกอาคาร และระบบฉนวนกันไฟรอยต่ออาคารถ้ามีระบุอยู่ในแบบ
- (2) ผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายละเอียดข้อมูลฝากรอบรอยต่ออาคารประกอบด้วย คุณสมบัติของประสิทธิภาพฝากรอบรอยต่ออาคาร คุณสมบัติของอลูมิเนียม และส่วนประกอบต่างๆที่นำมาใช้ในโครงการ
- (3) ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ shop drawing เพื่อให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการติดตั้งโดยแสดงตำแหน่งแนวฝากรอบรอยต่อทั้งหมดในอาคารและรุ่นของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในโครงการทั้งหมด
- (4) ผู้รับจ้างจะต้องเสนอเอกสารประกอบ เพื่อยืนยันถึงประสิทธิภาพของฝากรอบรอยต่ออาคารตามมาตรฐานที่มีระบุอยู่ในเอกสารของข้อมูลผลิตภัณฑ์

6.2 ผลผลิต

ผู้รับจ้างต้องนำเสนอผลิตภัณฑ์รอยต่อโครงสร้างที่เหมาะสมกับสภาพหน้างาน ให้ผู้ออกแบบหรือผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนนำไปใช้ โดยแนวทางในการเลือกใช้ดังนี้

- 1.2.2 ฝากรอบรอยต่ออาคารจะต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน ASTM B221, Aluminum Extrusions 6063-T5, 6005-T6
- 1.2.3 ฝากรอบรอยต่ออาคารแบบแผ่นเรียบปิดผิว สำหรับพื้นที่ต้องการความเรียบ, + 50% expansion movement
- 1.2.4 ฝากรอบรอยต่ออาคารแบบมีร่องยาง สำหรับแนวติดตั้งพื้นกระเบื้องหรือพรม และรอยต่อพื้นที่มีขนาด 1'-2" นี้ว, +25% expansion movement
- 1.2.5 ฝากรอบรอยต่ออาคารแบบแผ่นเรียบขึ้นเคียว แบบติดตั้งง่ายบนพื้นผิว + 50% expansion movement
- 1.2.6 ฝากรอบรอยต่อสำหรับผนังหรือหลังคา 45mil EPDM water barrier ASTM D4637, + 50% expansion movement
- 1.2.7 ฝากรอบรอยต่อระหว่างฝ้าเพดานและผนังแบบขยงขึ้นหุ่น +50% expansion movement
- 1.2.8 ขางปิดรอยต่อสำหรับผนัง ภายนอกและภายใน ASTM D2240, ASTM C177, +25% expansion movement
- 1.2.9 ขางปิดช่องรอยต่อระหว่างพื้น watertight ASTM E1399, ASTM D3575, ASTM D624

6.3 วิธีการติดตั้ง

6.3.1 ติดตั้งตามแบบวิธีการติดตั้งจากผู้ผลิต โดยจะต้องนำส่งเอกสารวิธีการติดตั้งในแต่ละแบบเพื่อขออนุมัติจากผู้ควบคุมงาน

6.3.2 ติดตั้งวัสดุกันน้ำ (watertight seal) และหรือ อุปกรณ์กันไฟ (Fire barrier) ก่อนการติดตั้ง ฝ้าครอบรอยต่ออาคาร

ส่วนที่ 2 : งานวิศวกรรมระบบไฟฟ้ากำลัง และสื่อสาร

โครงการ

ออกแบบปรับปรุงลานกิจกรรมการเรียนรู้ศิลปกรรมเพื่อชุมชน
คณะศิลปกรรมศาสตร์

สารบัญ

	หน้า
ขอบเขตของงาน	1
อุปกรณ์ไฟฟ้า	
ความต้องการทั่วไป	1
แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ (EMDB)	1
AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS)	2
สายไฟฟ้าแรงต่ำ	
ความต้องการทั่วไป	3
ชนิดของสายไฟฟ้า	3-4
การติดตั้ง	4-5
การทดสอบ	5
อุปกรณ์ติดตั้งสายไฟฟ้า	
ความต้องการทั่วไป	5
ท่อร้อยสายไฟฟ้าโลหะ	6
WIREWAY	7
กล่องต่อสาย	7
การติดตั้ง	7
การทดสอบ	8
โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์	
รายละเอียดวัสดุ-อุปกรณ์ประกอบ	8
วัสดุ, และการสร้างโคมไฟฟ้า	8
โคมแสงสว่างฉุกเฉิน (SELF-CONTAINED BATTERY EMERGENCY LIGHT)	9
สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้า	
ความต้องการทั่วไป	10
สวิตช์ไฟฟ้า	10
เต้ารับไฟฟ้าทั่วไป	10
ระบบต่อลงดิน	11
Diesel Generator	
Generator Set	11
เครื่องยนต์ (Engine)	11
เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Alternator)	12
แผงควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	12
การประกอบ และการทดสอบ	13

ส่วนที่ 2 รายการประกอบแบบวิศวกรรมระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

ข้อกำหนดคุณลักษณะการดำเนินงานและความต้องการทั่วไป

1. ขอบเขตของงาน

1.1 การติดต่อประสานงาน

ประสานงานกับผู้ใช้งานอาคารในการตัดต่อระบบไฟฟ้าเพื่อให้การปฏิบัติงานตามแบบและรายการประกอบแบบเสร็จสิ้นสมบูรณ์ตามระยะเวลาที่กำหนด

1. ขอบเขตของงานระบบไฟฟ้า

- 1.1. จัดหา ติดตั้ง และ ทดสอบ ตู้ EMDB ใหม่ ตำแหน่งห้องไฟฟ้าตามแบบ
- 1.2. จัดหาและติดตั้ง Diesel Generator ใหม่ ชนิด มี Enclosure ตำแหน่งชั้น 1 ตามแบบ
- 1.3. จัดหาและติดตั้งสายไฟฟ้า พร้อมตัดต่อวงจร EMERGENCY เข้ากับ ตู้ ไฟฟ้า EMDB ตามแบบ
- 1.4. งานติดตั้งระบบไฟฟ้าและสื่อสารตามแบบ
- 1.5. จัดส่งรายละเอียดของวัสดุและอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ในการติดตั้งเสนอขออนุมัติต่อตัวแทนของผู้ว่าจ้าง ก่อนดำเนินการสั่งซื้ออุปกรณ์
- 1.6. จัดทำแบบก่อสร้าง(Shop Drawing)เสนอขออนุมัติต่อตัวแทนผู้ว่าจ้าง ก่อนการดำเนินการสั่งซื้ออุปกรณ์หรือติดตั้ง
- 1.7. จัดทำแบบตามที่สร้างจริง(Asbuilt Drawing) เอกสารข้อกำหนดทางเทคนิค
คู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องอุปกรณ์ระบบต่าง ๆ เสนอต่อผู้ว่าจ้างเมื่อดำเนินการติดตั้งเสร็จสิ้นแล้ว
- 1.8. จัดหาอะไหล่ และเครื่องมือบำรุงรักษามอบให้ผู้ว่าจ้างตามที่ผู้ผลิตอุปกรณ์แนะนำ
- 1.9. ข้อกำหนดอุปกรณ์ และการติดตั้ง ที่ไม่ได้ระบุในแบบ และ ข้อกำหนดนี้ ให้ใช้ตามมาตรฐาน วสท และการไฟฟ้านครหลวง

2. อุปกรณ์ไฟฟ้า

2.1 แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ (EMDB)

- ก. การออกแบบและการสร้างต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC60439 หรือ 61439 หรือเทียบเท่า เพื่อนำมาใช้งานกับระบบไฟฟ้าที่ 415Y/240 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิร์ต
- ข. BUSBAR เป็น IEC Standard
- ค. MAIN CIRCUIT BREAKER ต้องเป็น MOLDED CASE CIRCUIT BREAKER มี AMPERE TRIP และ INTERRUPTING CURRENT CAPACITY ตามที่กำหนดไว้ในแบบ ประกอบด้วย INSTANTANEOUS MAGNETIC SHORT CIRCUIT TRIP และ THERMAL OVER CURRENT TRIP
- ง. BRANCH CIRCUIT BREAKER ใช้ CIRCUIT BREAKER ชนิด MOULDED CASE CIRCUIT BREAKER, QUICK-MAKE, QUICK-BREAK, THERMAL MAGNETIC AND TRIP INDICATING มีขนาดตามที่ระบุไว้ใน LOAD SCHEDULE และต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ MAIN CIRCUIT BREAKER
- จ. แผงสวิตช์ต้องบ่งบอกด้วย NAMEPLATE และ NAMEPLATE ต้องทำด้วยแผ่นพลาสติกสองชั้น

ชั้นนอกเป็นสีดำและชั้นในเป็นสีขาวการแกะสลักตัวหนังสือกระทำบนแผ่นพลาสติกสีดำ เพื่อว่าเมื่อประกอบกันแล้วตัวหนังสือจะปรากฏเป็นสีขาวตัวหนังสือบน NAMEPLATE เป็นไปดังแสดงไว้ในแบบ

- ฉ. แผงวงจรแผงสวิตช์ทุกแผงต้องมีแผงวงจรที่อยู่กับตู้ดังกล่าวติดไว้ที่ฝาตู้ ซึ่งบ่งบอกถึงหมายเลขวงจร ขนาดสายขนาดของCIRCUITBREAKERและLOAD ชนิดใดที่บริเวณใดไว้เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา

2.2 AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS)

- 2.2.1. ATS ทุกชุดจะต้องถูกติดตั้งโดยมีจำนวนขั้ว (Poles) ขนาดของพิกัดกระแส (Ampere Rating) และแรงดันใช้งาน(Operating Voltage)ตามที่ระบุในแบบATS ทุกชุดประกอบด้วยสวิตช์โอนถ่ายแผงควบคุมไมโครโปรเซสเซอร์สำหรับการทำงานโดยอัตโนมัติอุปกรณ์ทั้งสองต้องผลิตจากผู้ผลิตเดียวกัน
- 2.2.2. ในกรณีที่มิมีไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟทั้งสองพร้อมกันในระดับแรงดันและความถี่ที่ถูกต้อง และยอมรับได้ATSจะต้องสามารถโอนถ่ายกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งโดยภาระไฟฟ้าจะต้องได้รับกระแสไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องและไม่มีการขาดช่วงด้วยวิธีการโอนถ่ายแบบเชื่อมขนานแหล่งจ่ายไฟ(Closed Transition-Make Before Break)และในกรณีที่มิมีไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟเพียงแหล่งเดียวATSจะสามารถโอนถ่ายกระแสไฟฟ้าในลักษณะปลดการเชื่อมต่อจากแหล่งจ่ายไฟแรกก่อนการโอนถ่ายสู่แหล่งจ่ายไฟอีกด้านได้ด้วย (Open Transition-Break Before Make)
- 2.2.3.ATSทุกชุดรวมทั้งอุปกรณ์ควบคุมต้องผลิตให้สอดคล้องโดยผ่านการทดสอบและยอมรับตามมาตรฐานต่อไปนี้
- UL1008-Standard for Automatic Transfer Switches
- 2.2.4 ตัวสวิตช์ต้องมีโครงสร้างของหน้าสัมผัสแบบ Double Throw Contact มีการทำงานในการส่งการด้วยไฟฟ้าและมีการล็อคตำแหน่งและกดยหน้าสัมผัสในทางกลหลังจากการหยุดจ่ายไฟฟ้าให้กับตัวขับเคลื่อน (Mechanically Held) การขับเคลื่อนหน้าสัมผัสโดยกลไกขดลวดแม่เหล็ก (Solenoid) ซึ่งอาศัยการจ่ายพลังงานด้วยไฟฟ้า (Energize) เข้าสู่ขดลวดแม่เหล็กในเวลาอันสั้น และหยุดการจ่ายไฟเข้าสู่ขดลวด แม่เหล็กหลัง การโอนถ่าย (Transfer) ระยะเวลาในการในการโอนถ่ายโผลดจากแหล่งจ่ายหนึ่งไปยังอีกแหล่งจ่ายหนึ่งไม่เกิน 0.1 วินาที
- 2.2.5. ให้มีการโอนสายศูนย์ด้วย (4 Poles ATS) โดยหน้าสัมผัสของสายศูนย์ (Neutral) ต้องทนกระแสได้เต็มพิกัด โดยการโอนถ่ายในทั้งสองทิศทาง (Transfer and Re-Transfer)
- 2.2.6 แผงวงจรควบคุมสวิตช์ (Control Panel)
- แผงวงจรควบคุมสวิตช์ทำงานด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor) เพื่อการทำงานที่แม่นยำลดปัญหาการบำรุงรักษา
 - หน้าจอของแผงควบคุม (Control Panel) จะแสดงค่าเปรียบเทียบของแหล่งจ่ายไฟสองแหล่งเพื่อทำการขนาน (Closed Transition) ขณะมีแหล่งจ่ายไฟทั้งสองแหล่ง หรือแหล่งจ่ายไฟปกติกลับมาเหมือนเดิม

- แผงควบคุมต้องมีคุณสมบัติ Inphase Monitor ซึ่งในกรณีของการโอนถ่ายขณะที่มีไฟฟ้าปรากฏจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าทั้งสองด้านในเวลาเดียวกัน(เช่นกรณีการโอนถ่ายแหล่งจ่ายไฟฉุกเฉินกลับสู่แหล่งจ่ายไฟฟ้าพื้นฐาน Emergency to Normal)แผงควบคุมจะตรวจสอบเฟสของแหล่งจ่ายไฟทั้งสองได้และส่งสัญญาณโอนถ่ายให้แก่สวิตช์เมื่อเฟสของแหล่งจ่ายไฟทั้งสองตรงกันแล้ว
- ค่าปรับตั้งต่าง ๆ ให้ไว้เป็นแนวทางเท่านั้น ให้ยึดมาตรฐานอุปกรณ์ของผู้ผลิตร่วมด้วย

2.2.7 ATS จะต้องผ่านการทดสอบการทนกระแส (WITHSTAND AND CLOSING TEST)

2.2.8 ATS ต้องมี terminal ต่อสัญญาณ status การทำงาน ของ ATS

- สถานะ Normal / emergency ของ ATS
- LAMP ของแรงดันฝั่ง Normal และEmergency ว่ามีไฟฟ้า มาหรือไม่

3 สายไฟฟ้าแรงต่ำ

3.1 ความต้องการทั่วไป

สายไฟฟ้าแรงต่ำ ที่ใช้สำหรับแรงดันไฟฟ้าระบบ (SYSTEM VOLTAGE) ไม่เกิน 415Y/240 โวลท์ ต้องมีคุณสมบัติเหมาะสมกับกรรมวิธี และสถานที่ติดตั้งใช้งานตามกำหนดในหมวดนี้ เว้นแต่จะมีกฎ-ระเบียบ หรือข้อบังคับของการไฟฟ้าท้องถิ่นให้เป็นอย่างอื่น

3.2 ชนิดของสายไฟฟ้า

- 3.2.1 ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น สายไฟฟ้าโดยทั่วไปทั้งชนิดแกนเดี่ยว (SINGLE-CORE) และหลายแกน (MULTI-CORE) ต้องเป็นชนิดตัวนำทองแดงหุ้มด้วยฉนวน POLYVINYL CHLORIDE (PVC) และถ้ามีเปลือก (SHEATHED) ต้องเป็น PVC เช่นกัน
- ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 750 โวลท์ และทนอุณหภูมิของตัวนำได้ไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียสตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม มอก. 11-2531 ดังรายละเอียดต่อไปนี้:-
- สายไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่กว่า 4 ตารางมิลลิเมตรต้องเป็นชนิดลวดทองแดงตีเกลียว (STRANDED WIRE)
 - สายไฟฟ้าที่ใช้ร้อยในท่อ (CONDUIT) หรือวางในรางเดินสาย (WIREWAY) ติดตั้งในสถานที่แห้ง และสถานที่เปียกที่ไม่มีโอกาสทำให้สายไฟฟ้าแช่น้ำโดยทั่วไปกำหนดให้ใช้สายไฟฟ้าชนิดแกนเดี่ยว (SINGLE-CORE) ตาม มอก. 11-2531 ตารางที่ 4 (ชนิด THW)
 - สายไฟฟ้าที่ใช้ฝังดินโดยตรง (DIRECT BURIAL) หรือ เดินร้อยในท่อฝังดิน (UNDER GROUND DUCT) หรือวางบนรางเคเบิล (CABLE TRAY) หรือในสถานที่ที่มีโอกาสทำให้สายไฟฟ้าแช่น้ำ ให้ใช้สายชนิดมีเปลือกหุ้ม (SHEATHED CABLE) ทั้งแกนเดี่ยว และหลายแกน ตาม มอก.11-2531 ตาราง ที่ 6,7,8 หรือ 14 (ชนิด NYY, NYY-N หรือ NYY-GRD) แล้วแต่กรณี
 - สายไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องจักรถาวร ที่มีการเคลื่อนที่เป็นประจำ เช่น รอกไฟฟ้า หรือเครื่องจักรที่มีการสั่นสะเทือน หรือ อุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายตำแหน่ง

ให้ใช้สายไฟฟ้าชนิด FLEXIBLE CABLE มีเปลือกหุ้ม ตาม มอก. 11-2531 ตารางที่ 9 (VCT) หรือ ตารางที่ 15 (VCT-GRD) แล้วแต่กรณี

- 3.2.2 สายไฟฟ้าที่ใช้ร่วมกับอุปกรณ์ หรือเครื่องจักร ที่ต้องการเสถียรภาพ และความปลอดภัยสูง เช่น ลิฟท์ พัดลมอัดอากาศ (PRESSURIZING FAN) สำหรับบันไดหนีไฟ รวมทั้งสายไฟฟ้ากำลัง สายวงจรย่อย สายไฟฟ้าควบคุม และสายสัญญาณอื่น ๆ ที่กำหนดให้ใช้เป็นสายชนิดทนไฟ (FIRE RESISTANCE CABLE) ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยตามกำหนดดังต่อไปนี้ :-
1. สายไฟฟ้าต้องทนพิกัดแรงดันไฟฟ้า (RATED VOLTAGE) ไม่น้อยกว่า 600/1000 โวลท์ สำหรับสายไฟฟ้ากำลัง และไม่น้อยกว่า 300/500 โวลท์ สำหรับสายไฟฟ้าสื่อสาร และทนอุณหภูมิของตัวนำในภาวะใช้งานปกติได้ไม่น้อยกว่า 90 องศาเซลเซียส
 2. เส้นลวดตัวนำไฟฟ้าต้องเป็นทองแดง (ANNEALED COPPER) โดยตัวนำที่มีขนาดตั้งแต่ 4 ตารางมิลลิเมตร ขึ้นไปต้องเป็นลวดทองแดงตีเกลียว (STRANDED WIRE)
 3. โดยรอบลวดตัวนำ ต้องหุ้มด้วยฉนวนกันไฟ (FLAME BARRIER) ชั้นแรกเป็น GLASS MICA TAPE แล้วหุ้มด้วยฉนวน CROSSLINKED POLYOLEFIN หรือเทียบเท่าอีกชั้นหนึ่ง
 4. สายไฟฟ้าที่กำหนดให้วางบนรางเคเบิล (CABLE TRAY) ต้องหุ้มด้วยฉนวนเปลือกนอก (SHEATH) อีกชั้นหนึ่ง
 5. เมื่อเกิดเพลิงไหม้ฉนวนของสายไฟฟ้าต้องไม่ก่อให้เกิดแก๊สพิษ (NON TOXIC GAS) โดยมีการทดสอบตามมาตรฐานดังนี้ :-
 - HALOGEN CONTENT TEST : IEC 754-1 / IEC 754-2
 - SMOKE TEST : IEC 1034
 6. คุณสมบัติการทนไฟ และการไม่ลามไฟของฉนวนสายไฟฟ้าต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานดังนี้ :-
 - FIRE RESISTANCE TEST : BS 6387 CATEGORY CWZ, IEC 331
 - FIRE RETARDANT TEST : IEC 332-3, BS4066 PART 3
 - FLAM RETARDANT TEST : IEC 332-1, BS 4066 PART 1

3.3 การติดตั้ง

- 3.3.1 การติดตั้งสายไฟฟ้าซึ่งเดินร้อยในท่อโลหะต้องกระทำดังต่อไปนี้:-
- ก. ให้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ เมื่อมีการติดตั้งท่อเรียบร้อยแล้ว ในแต่ละช่วง โดยปลายท่อทั้งสองด้านต้องเป็นกล่องพักสาย กล่องดึงสาย หรือ กล่องต่อสายสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า
 - ข. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อต้องใช้อุปกรณ์ช่วย ซึ่งออกแบบให้ใช้เฉพาะงานดึงสายไฟฟ้า โดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต

- ค. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อ อาจจำเป็นต้องใช้สารช่วยหล่อลื่น โดยสารนั้นจะต้องเป็นสารพิเศษที่ไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนของสายไฟฟ้า
- ง. การดัดโค้งหรือรองสายไฟฟ้าไม่ว่าในกรณีใด ๆ ต้องมีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่าข้อกำหนดใน NEC และไม่น้อยกว่าคำแนะนำของผู้ผลิตสายไฟฟ้า (ถ้ามี)

3.3.2 การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า

- ก. การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า ให้กระทำได้ภายในกล่องต่อแยกสายไฟฟ้าเท่านั้น ห้ามต่อในช่องท่อโดยเด็ดขาด หรือให้ต่อสายได้ในช่วงที่สามารถเข้าตรวจสอบได้โดยง่ายสำหรับการเดินสายในรางวางสายชนิดต่าง ๆ
- ข. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดของตัวนำไม่เกิน 10 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ INSULATED WIRE CONNECTOR, PRESSURE TYPE ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 โวลต์
- ค. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่า 10 ตารางมิลลิเมตร และไม่เกิน 240 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ปลอกทองแดงชนิดใช้แรงกลอัด (SPLICE OR SLEEVE) และพันด้วยฉนวนไฟฟ้าชนิดละลายและเทป พีวีซี อีกชั้นหนึ่ง
- ง. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่าที่กำหนดข้างต้น ให้ต่อโดยใช้ SPLIT BOLT CONNECTOR ซึ่งผลิตจาก BRONZE ALLOY หรือวัสดุอื่นที่ยอมรับให้ใช้งานต่อเชื่อมสายไฟฟ้าแต่ละชนิด
- จ. ปลายสายไฟฟ้าที่สิ้นสุดภายในกล่องต่อสายต้องมี TERMINAL BLOCK เพื่อการต่อสายไฟฟ้าแยกไปยังจุดอื่นได้สะดวก และการเปลี่ยนชนิดของสายไฟฟ้า ให้กระทำได้โดยต่อผ่าน TERMINAL BLOCK นี้
- ฉ. การต่อสายไฟฟ้าชนิดพิเศษที่มีข้อกำหนดเฉพาะ ให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตสายไฟฟ้านั้นๆ

3.4 การทดสอบ

ให้ทดสอบค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้าดังนี้:-

- 3.4.1 สำหรับวงจรแสงสว่าง และได้รับ ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ติดตั้งจรและสวิตช์ต่างๆ อยู่ในตำแหน่งเปิด ต้องวัดค่าความต้านทานของฉนวนได้ไม่น้อยกว่า 0.5 เมกะโอห์ม ในทุก ๆ กรณี
- 3.4.2 สำหรับ FEEDER และ SUB-FEEDER ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งสองทาง แล้ววัดค่าความต้านทานของฉนวน ต้องไม่น้อยกว่า 0.5 เมกะโอห์ม ในทุก ๆ กรณี
- 3.4.3 การวัดค่าของฉนวนที่กล่าว ต้องใช้เครื่องมือที่จ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 500 โวลต์ และวัดเป็นเวลา 30 วินาที ต่อเนื่องกัน

4 อุปกรณ์ติดตั้งสายไฟฟ้า

4.1 ความต้องการทั่วไป

เพื่อให้การใช้งานและการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า (สายไฟฟ้า ให้รวมถึงสายสัญญาณทางไฟฟ้า-สื่อสารอื่น ๆ เช่น สายโทรศัพท์ สายสัญญาณวิทยุ-โทรทัศน์ สายสัญญาณแจ้งเตือน เป็นต้น) เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและถูกต้องตามมาตรฐาน จึงกำหนดให้การจัดหาวัสดุ อุปกรณ์และการติดตั้ง เป็นไปตามข้อกำหนดดังรายละเอียดนี้

4.2 ท่อร้อยสายไฟฟ้าโลหะ

ท่อร้อยสายไฟฟ้าโดยปกติแบ่งออกเป็น 4 ชนิด ตามลักษณะความเหมาะสมในการใช้งาน โดยท่อทุกชนิดต้องเป็นท่อโลหะตามมาตรฐาน ANSI และมอก. 770-2533 ชุบป้องกันสนิมโดยวิธี HOT-DIP GALVANIZED ซึ่งผลิตขึ้นเพื่อใช้งานร้อยสายไฟฟ้าโดยเฉพาะดังต่อไปนี้ :-

- 4.2.1 ท่อโลหะชนิดบาง (ELECTRICAL METALLIC TUBING: EMT) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานในกรณีที่ต้องการร้อยหรือซ่อนในฝ้าเพดานเฉพาะบริเวณที่สามารถเข้าถึงได้ โดยไม่มีสาเหตุใด ๆ ที่จะทำให้ท่อเสียรูปทรงได้สำหรับการติดตั้งฝังในคอนกรีตจะต้องใช้ข้อต่อชนิดกันน้ำ การติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามกำหนดใน NEC ARTICLE 358 และมาตรฐาน วสท.
- 4.2.2 ท่อโลหะชนิดหนาปานกลาง (INTERMEDIATE METAL CONDUIT: IMC) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียวกับท่อโลหะบาง และใช้ในสถานที่อันตรายตามกำหนดใน NEC ARTICLE 342 และมาตรฐาน วสท.
- 4.2.3 ท่อโลหะชนิดหนา (RIGID STEEL CONDUIT: RSC) สามารถใช้งานแทนท่อ EMT และ IMC ได้ทุกประการ และให้ใช้ในสถานที่อันตรายและฝังดินได้โดยตรงตามกำหนดใน NEC ARTICLE 344 และมาตรฐาน วสท.
- 4.2.4 ท่ออ่อน (FLEXIBLE METAL CONDUIT: FMC) เป็นท่อโลหะอ่อนที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์ หรือเครื่องไฟฟ้าที่มี หรืออาจมีการสั่นสะเทือนได้ หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บ้าง เช่น มอเตอร์ คอมพิวเตอร์ เป็นต้นท่ออ่อนที่ใช้ในสถานที่ชื้นแฉะและนอกอาคารต้องใช้ท่ออ่อนชนิดกันน้ำ การติดตั้งใช้งานโดยทั่วไปให้เป็นไปตามข้อกำหนดใน NEC ARTICLE 348 และมาตรฐาน วสท.
- 4.2.5 อุปกรณ์ประกอบการเดินท่อ ได้แก่ COUPLING, CONNECTOR, LOCK NUT, BUSHING และ SERVICE ENTRANCE CAP ต่าง ๆ ต้องเหมาะสมกับสภาพและสถานที่ใช้งาน
- 4.2.6 การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้:-
 - ก. ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อนก่อนทำการติดตั้ง
 - ข. การติดตั้งท่อ ต้องไม่ทำให้เสียรูปทรง และรัศมีมีความโค้งของการติดตั้งต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ NEC และมาตรฐาน วสท.
 - ค. ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่น ๆ ทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร
 - ง. ท่อแต่ละส่วนหรือแต่ละระยะต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อน จึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะที่กำลังติดตั้งท่อนในส่วนนั้น
 - จ. การเดินท่อในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC ARTICLE 500 ต้องมีอุปกรณ์ประกอบพิเศษ เหมาะสมกับแต่ละสภาพและสถานที่
 - ฉ. การใช้ท่ออ่อน ต้องใช้ความยาวไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร
 - ช. แนวการติดตั้งท่อ ต้องเป็นแนวขนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคารเสมอ หากมีอุปสรรคจนทำให้ไม่สามารถติดตั้งท่อตามแนวดังกล่าวได้ ให้ปรึกษากับผู้คุมงานเป็นแต่ละกรณีไป

- ข. ถ้ามิได้กำหนดเป็นอย่างอื่น ต้องติดตั้งท่อฝังในเสา พื้น ผนัง หรือในพื้นที่ซ่อน เช่น พื้นที่เหนือฝ้าใต้พื้นยก
- ยอมให้ติดตั้งท่อเดินลอยเปิดเผยได้เฉพาะพื้นที่ที่ไม่ต้องการความสวยงามทางสถาปัตยกรรม เช่น ที่จอดรถ ห้องเครื่อง ห้องเก็บของ ห้องขยะ

4.3 WIREWAY

- 4.3.1 WIREWAY ต้องพับขึ้นจากเหล็กแผ่นที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร พร้อมฝาครอบปิดผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธีชุบ GALVANIZED
- 4.3.2 การติดตั้งใช้งาน WIREWAY ต้องเป็นไปตาม NEC ARTICLE 300, ARTICLE 376, มาตรฐาน วสท. และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร

4.4 กล่องต่อสาย

กล่องต่อสายในที่นี้ ให้รวมถึงกล่องสวิตช์ กล่องเต้ารับ กล่องต่อสาย (JUNCTION BOX) กล่องพักสายหรือกล่องดึงสาย (PULL BOX) ตามกำหนดใน NEC ARTICLE 314 และมาตรฐาน วสท.

รายละเอียดของกล่องต่อสายต้องเป็นไปตามกำหนดดังต่อไปนี้:-

- 4.4.1 กล่องต่อสายมาตรฐานโดยทั่วไป (SQUARE BOX และ HANDY BOX) ต้องเป็นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ GALVANIZED และกล่องต่อสายชนิดกันน้ำ ต้องผลิตจากเหล็กหล่อหรืออะลูมิเนียมหล่อที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.4 มิลลิเมตร
- 4.4.2 กล่องต่อสายที่มีปริมาณใหญ่กว่า 100 ลูกบาศก์นิ้ว ต้องพับขึ้นจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของกล่องต่อการใช้งานผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม ด้วยการชุบ GALVANIZED และกล่องแบบกันน้ำต้องมีกรรมวิธีที่ดี
- 4.4.3 กล่องต่อสายชนิดกันกระเบิด ซึ่งใช้ในสถานที่อาจเกิดอันตรายต่างๆ ได้ตามที่ระบุใน NEC ARTICLE 500 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองคุณภาพจาก UL (UNDERWRITERS LABORATORY)
- 4.4.4 ขนาดของกล่องต่อสาย ขึ้นอยู่กับขนาด จำนวนของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้าและออกกล่องนั้นๆ และขึ้นกับขนาด จำนวนท่อร้อยสายหรืออุปกรณ์เดินสายอื่น ๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีการโค้งงอของสายตามกำหนดใน NEC และมาตรฐาน วสท.
- 4.4.5 กล่องต่อสายทุกชนิดและทุกขนาด ต้องมีฝาปิดที่เหมาะสม
- 4.4.6 การติดตั้งกล่องต่อสาย ต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่น ๆ และกล่องต่อสายสำหรับแต่ละระบบให้มีรหัสสีทาสีภายใน และที่ฝากล่องให้เห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งของกล่องต่อสายต้องติดตั้งอยู่ในที่ซึ่งเข้าถึงและทำงานได้สะดวก

4.5 การติดตั้ง

ถึงแม้ว่าข้อกำหนดจะระบุให้ใช้อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเป็นตัวนำ สำหรับการต่อลงดินหรือไม่ก็ตาม แต่ต้องทำการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเหล่านี้ทุก ๆ ช่วง ให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าโดยตลอด เพื่อเสริมระบบการต่อลงดินให้มีความแน่นอนและสมบูรณ์

4.6 การทดสอบ

ให้ทดสอบเพื่อให้เชื่อมั่นได้ว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าในทุก ๆ ช่วง ตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

5 โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์

5.1 รายละเอียดวัสดุ-อุปกรณ์ประกอบ

- 5.1.1 ขั้วหลอด (LAMPHOLDER) สำหรับหลอด LED / ฟลูออเรสเซนต์ ต้องมีขั้วสัมผัสทางไฟฟ้า ทำด้วยทองแดง หรือ ทองแดงชุบโลหะอื่น เช่น เงิน ดีบุก เป็นต้น เพื่อผลทางด้านการสัมผัสทางไฟฟ้า และการป้องกันสนิมทองแดง ส่วนฉนวนไฟฟ้าที่หุ้มรอบนอก (BODY) และ/หรือ ส่วนที่เป็นฉนวนอื่น ๆ ต้องเป็นสาร POLYCARBONATE หรือสารอื่นที่มีความทนทานไม่กรอบหรือเปราะง่าย
- 5.1.2 หลอด LED TUBE 20 W ใช้หลอด 17-20 W มีความสว่างไม่น้อยกว่า 2,100 Lumen ,แสง Daylight ,Ra>80, อายุการใช้งาน > 40,000 ชั่วโมง และ รับประกันหลอดไม่ต่ำกว่า 2 ปี
- หลอด LED Downlight / wall light 9 W ใช้หลอด 7-10 W ที่มีความสว่าง ไม่น้อยกว่า 800 Lumen และต้องผ่านมาตรฐาน THDi < 10%
- 5.1.3 สายไฟฟ้าภายใน และ/หรือ สายไฟฟ้าที่ติดมากับดวงโคมไฟฟ้าโดยปกติต้องการให้มีขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 ตร.มม. เว้นแต่กรณีมีข้อจำกัดในการยึดสายไฟฟ้าเข้ากับขั้วหลอดไฟฟ้า หรือ ขั้วต่อ สายใด ๆ จะยอมให้ใช้สายที่มีขนาดเล็กกว่ากำหนดนี้ได้ แต่ต้องไม่เล็กกว่า 1.0 ตร.มม. โดยชนิดของสายต้องมีฉนวนทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 300 โวลท์ และทนอุณหภูมิใช้งานของตัวนำไม่น้อยกว่า
- 70 องศาเซลเซียส สำหรับดวงโคมไฟฟ้าที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์
 - 105 องศาเซลเซียส หรือ สายทนความร้อน สำหรับดวงโคมไฟฟ้าที่ใช้หลอดไส้ (INCANDESCENT LAMP) และหลอดที่มีความร้อนสูง เช่น GAS DISCHARGE LAMP เป็นต้น
- 5.1.4 ขั้วต่อสาย (TERMINAL BLOCK) ซึ่งใช้สำหรับต่อสายไฟฟ้าจากภายนอกเข้าดวงโคมต้องมีตัวนำเป็นทองแดง หุ้มด้วยฉนวน POLYTHENE หรือ POLYIMID สำหรับโคมไฟฟ้าทั่วไป และหุ้มด้วยฉนวนกระเบื้องเคลือบ (PORCELAIN) BLOCK TYPE สำหรับโคมไฟฟ้าที่ใช้หลอดมีความร้อนสูงขั้วต่อสายนี้ต้องยึดติดกับตัวโคม

5.2 วัสดุ, และการสร้างโคมไฟฟ้า

โคมไฟฟ้าที่ติดตั้งเพื่อให้แสงสว่างทั่วไป ต้องใช้วัสดุ และกรรมวิธีการผลิต ตามข้อกำหนดในรายละเอียดนี้ เว้นแต่จะมีข้อกำหนดในแบบให้เป็นอย่างอื่น

5.2.1 โคมไฟฟ้าภายในอาคารที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ให้เป็นไปตามกำหนด ดังนี้:-

- ก. ตัวโคมต้องพับขึ้นรูปจากแผ่นเหล็กชนิด ELECTRO-GALVANIZED หรือ แผ่นเหล็กที่ผ่านการชุบผิวป้องกันสนิมด้วยกรรมวิธีทางเคมีที่เหมาะสม แล้วพ่นเคลือบด้วยสี

ความร้อน (ปกติให้เป็นสีขาว) อย่างน้อย 2 ชั้น

- ข. แผ่นเหล็กที่ใช้ทำโคมต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 0.8 มิลลิเมตร
- ค. รูปทรงของโคม ต้องได้รับการออกแบบอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพทางแสงสูงสุด และตัวโคมมีความแข็งแรงเพียงพอในการติดตั้ง
- ง. โคมชนิดที่กำหนดให้มีแผ่นกรองแสง (DIFFUSER) ต้องเป็นชนิด PRISMATIC ขึ้นรูปเป็นขนาดที่เหมาะสม และยึดติดกับตัวโคม

5.3 โคมแสงสว่างฉุกเฉิน (SELF-CONTAINED BATTERY EMERGENCY LIGHT)

5.3.1 โคมแสงสว่างฉุกเฉินต้องเป็นชนิดมีแบตเตอรี่บรรจุอยู่ภายใน พร้อมด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติแบบ SOLID STATE ทำหน้าที่ควบคุมการประจุไฟฟ้าเข้าและกระจายประจุของแบตเตอรี่ โดยระบบควบคุมนี้จะต้องตัดวงจรเมื่อการคายประจุจากแบตเตอรี่ถึงขีดแรงดันไฟฟ้าที่จะเป็นอันตรายต่อแบตเตอรี่

5.3.2 หลอดไฟฟ้า ให้ใช้หลอด 9W LED หรือเทียบเท่า

5.3.3 แบตเตอรี่ใช้ Nickle Cadmium

ขนาดกำลังสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับหลอดไฟที่ต่อพ่วงอยู่ได้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง พร้อมทั้งรับประกันการใช้งานไม่ต่ำกว่า 2 ปี

5.3.4 ให้มี INDICATING LAMP แสดงสถานะภาพการทำงานอย่างน้อยดังนี้.-

ก. สถานการณ์ประจุแบตเตอรี่ CHARGE (ขณะประจุไฟฟ้า) และ FULL CHARGE (ขณะประจุเต็ม)

ข. สถานะของ INPUT LINE, STANDBY

5.3.5 ให้มี TEST BUTTON เพื่อทดสอบคุณภาพของแบตเตอรี่ และชุด REMOTE LAMP ต้องมี REMOTE TEST BUTTON ด้วย

5.3.6 ให้มีการป้องกันการใช้ประจุและแรงดันของแบตเตอรี่จนหมด (LOW VOLTAGE CUT-OFF) โดยการตัดการจ่ายแสงสว่างจากโคมไฟอัตโนมัติในกรณีที่ใช้แบตเตอรี่ไปจนถึงจุดที่เป็นอันตรายสำหรับแบตเตอรี่

5.3.7 HOUSING

สำหรับบรรจุแบตเตอรี่และอุปกรณ์ควบคุมเป็นกล่องทำจากแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมอย่างดี และพ่นเคลือบด้วยสี ENAMEL อย่างน้อย 2 ชั้น ทั้งนี้ให้มีช่องระบายความร้อนอย่างเพียงพอ

5.3.8 การติดตั้ง ให้เป็นไปตามกำหนดในแบบ โดยระดับของหลอดไฟ ต่ำจากระดับฝ้าประมาณ 0.30 เมตร ส่วนชุดที่ติดตั้งแยกหลอดไฟ (REMOTE LAMP) ให้ทำฐานของหลอดไฟที่เหมาะสมและ สวยงาม

6 สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้า

6.1 ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุครอบคลุมถึงคุณสมบัติและการติดตั้งทั้งสวิตช์ ซึ่งใช้งานในรูปแบบต่าง ๆ และเต้ารับไฟฟ้า

6.2 สวิตช์ไฟฟ้า

- 6.2.1 สวิตช์ไฟฟ้าโดยทั่วไปให้เป็น HEAVY DUTY, TUMBLE QUIET TYPE แบบติดฝังกับผนังบนกล่องเหล็กชุบ GALVANIZED ขนาดที่เหมาะสม กับจำนวนสวิตช์
- 6.2.2 ขนาด AMPERE RATING ของสวิตช์ต้องไม่น้อยกว่า 10 แอมแปร์ 250 โวลท์โดยใช้ BAKELITE หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่าเป็นฉนวนไฟฟ้าทำให้ไม่สามารถสัมผัสกับส่วนโลหะที่นำไฟฟ้าได้โดยง่าย
- 6.2.3 ตัวนำไฟฟ้า ต้องทำด้วยโลหะและมีหน้าสัมผัส เป็นโลหะทองแดงชุบด้วยโลหะเงิน
- 6.2.4 สวิตช์ไฟฟ้าสำหรับควบคุมพัดลมดูดอากาศต้องมี ILLUMINATED LAMP แต่แยกจากตัวสวิตช์ เพื่อแสดงว่าพัดลมกำลังทำงานหรือหยุดทำงาน
- 6.2.5 COVERPLATE ต้องเป็น HIGH IMPACT POLYCARBONATE ทนความร้อน ไม่ลามไฟ และทนต่อรังสี UV (UV RESISTANCE) วงจร emergency ให้ใช้สีแดง
- 6.2.6 METAL BOX สำหรับติดตั้งสวิตช์ไฟฟ้า ต้องผ่านการชุบป้องกันสนิมโดย HOT-DIP GALVANIZED โดยความหนาของเหล็กต้องไม่น้อยกว่า 1.0 มิลลิเมตร
- 6.2.7 การติดตั้งให้ฝัง METAL BOX ในผนังกำแพงหรือเสา แล้วแต่กรณีเพื่อให้ COVERPLATE ติดแนบกับผิวหน้าของผนังกำแพง หรือเสาดังกล่าวโดยระดับความสูงจากพื้น ถึงกึ่งกลางสวิตช์กำหนดไว้ 1.20 เมตร

6.3 เต้ารับไฟฟ้าทั่วไป

- 6.3.1 เต้ารับไฟฟ้าทั่วไปต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก.166-2549 และมอก.2162-2547 เป็นแบบมีขั้วสายดินในตัว ใช้ได้ทั้งขาเสียบแบบกลมและแบบแบน มีม่านนิรภัยป้องกันฝุ่นและแมลงใช้ติดตั้งฝังในผนังกำแพงหรือเสาแล้วแต่กรณีตามกำหนดในแบบพร้อมกล่องโลหะที่เหมาะสม
- 6.3.2 ต้องมีฉนวนไฟฟ้าเป็น BAKELITE หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่า โดยสามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 250 โวลท์ และขั้วสัมผัสต้องมีขนาด AMPERE RATING ไม่น้อยกว่า 10 แอมแปร์
- 6.3.3 ตัวนำไฟฟ้า ต้องทำด้วยโลหะและมีหน้าสัมผัสเป็นโลหะทองแดงชุบด้วยโลหะเงิน
- 6.3.4 เต้ารับไฟฟ้าสำหรับกรณีพิเศษต้องมีขนาด AMPERE RATING ไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ
- 6.3.5 COVERPLATE และ METAL BOX ให้เป็นเช่นเดียวกับของสวิตช์ไฟฟ้าตามกำหนด ในข้อ 6.2

- 6.3.6 ให้ติดตั้งเช่นเดียวกับสวิตช์ไฟฟ้าตามระบุในข้อ 2 โดยระดับความสูง จากพื้นถึงกึ่งกลาง
 เตารับเป็น 0.3 เมตร
- 6.3.7 เตารับที่มีรูปแบบแตกต่างไปจากข้อกำหนดนี้ ต้องส่งมอบเตาเสียบ (PLUG)
 ให้ตามจำนวนเตารับ นั้นๆ

7 ระบบต่อลงดิน

ระบบต่อลงดิน (GROUNDING SYSTEM) ตามข้อกำหนดนี้ให้รวมถึงการต่อลงดินของระบบไฟฟ้า (SYSTEM GROUND) อุปกรณ์ไฟฟ้า (EQUIPMENT GROUND) และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เป็นโลหะอันอาจมีกระแสไฟฟ้าเนื่องจากการเหนี่ยวนำทางไฟฟ้า เช่น ท่อร้อยสายไฟฟ้ารางวางสายไฟฟ้า ฯลฯ โดยการต่อลงดินนี้ ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ถือตามกฎและมาตรฐานดังต่อไปนี้:-

- ประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า "หมวด 6 สายดินและการต่อลงดิน"
- มาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้าสำนักงานพลังงานแห่งชาติ "TSES. 24-1984 การต่อลงดิน"
- NATIONAL ELECTRICAL CODE (NEC) ARTICLE 250
- NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA) NO.78
- UL 467

8. Diesel Generator

• 8.1 Generator Set

8.1.1 ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องประกอบด้วย เครื่องยนต์ดีเซล, หม้อน้ำ, ดัลเทอร์เนเตอร์ และชุดควบคุม ติดตั้งบนฐานเหล็กเดียวกัน ประกอบสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิตชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้นๆ โดยที่โรงงานดังกล่าว ต้องได้มาตรฐาน ISO9001 และมีจำหน่ายในประเทศไทยโดยตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งโดยตรงอย่างต่อเนื่อง มาแล้วไม่ต่ำกว่า 7 ปี โดยมีเอกสารยืนยันการแต่งตั้งจากผู้ผลิตและตัวแทนจำหน่ายดังกล่าวต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO9001-2015 ด้านการออกแบบ จำหน่าย ติดตั้ง และบริการชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จากผู้ตรวจสอบที่น่าเชื่อถือ

8.1.2 การควบคุมแรงเคลื่อนไฟฟ้า เป็นแบบ SOLID STATE ค่า VOLTAGE REGULATION ต้องไม่เกินกว่า $\pm 0.5\%$ จาก NOLOAD STARTING ซึ่งทนได้ไม่น้อยกว่า 250% ของกระแส FULL LOAD ภายในช่วงระยะเวลาหนึ่ง

8.1.3 Total Harmonic Content : ทั้งหมดไม่เกิน 5 % ของภายใต้พื้นฐานทุกสภาพการทำงาน.

8.1.4 เป็นแบบมีตู้ครอบ (CANOPY TYPE) กันเสียง โดยวัดได้ไม่เกิน 80 dB ที่ระยะ 1 เมตรจากห้องเครื่อง

• 8.2 เครื่องยนต์ (Engine)

8.2.1 ต้องขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ดีเซลชนิดใช้งานต่อเนื่อง (Prime Rating)

ที่ใช้สำหรับขับอัลเทอร์เนเตอร์โดยตรง จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานของผู้ผลิต ผลิตในปีปัจจุบัน จากต่างประเทศ และมีกำลังเพียงพอที่จะขับอัลเทอร์เนเตอร์ตามแบบกำหนด เป็นแบบ Compression Ignition , Aspiration แบบ Naturally หรือ Turbo charge cooled

8.2.2 ระบบถังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิง ประกอบไปด้วย ถังน้ำมันและปั้มน้ำมัน

ขนาดถังน้ำมันจะต้องมีขนาดเพียงพอสำหรับเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่กำลังสูงสุดไม่ต่ำกว่า 18 ชั่วโมง

8.2.3 การหล่อลื่นเครื่องยนต์จะต้องมีระบบน้ำมันหล่อลื่นสมบูรณ์ด้วย หม้อน้ำที่ปั้มแรงดันน้ำมันเครื่องยนต์

- 8.2.4 Engine Cooling System : ระบบระบายความร้อน จะต้องมึน้ำในระบบ มีความจุที่เพียงพอ สำหรับระบายความร้อนเครื่องยนต์ และที่พัดลมมอเตอร์ไฟฟ้า เพื่อช่วยในการรักษาระดับอุณหภูมิ
- 8.2.5 ระบบอากาศไหลเวียน จะต้องประกอบด้วย Air Filter และ Silencer
- 8.2.6 ระบบท่อไอเสียสำหรับเครื่องยนต์จะต้องแยกกัน และจะต้องมีท่อสำหรับยืดหยุ่น เพื่อต่อออกไปสู่ภายนอกอาคาร
- 8.2.7 ระบบสตาร์ทเครื่องยนต์จะต้องติดตั้งระบบไฟฟ้า โดยประกอบไปด้วย Battery และ Battery Charger
- 8.2.8 ระบบความปลอดภัย
- a) ระบบควบคุมเครื่องยนต์จะต้องติดตั้งเพื่อควบคุมความปลอดภัยอัตโนมัติดังต่อไปนี้
 - - EMERGENCY STOP BUTTON
 - - ความดันน้ำมันหล่อลื่นต่ำกว่าปกติ
 - - อุณหภูมิของน้ำในหม้อน้ำสูงกว่าปกติ
 - - เครื่องยนต์ความเร็วเกินกว่าปกติ
 - b) Alarm System : ระบบความปลอดภัยแสดงโดยแสงและเสียงที่สำคัญอย่างน้อยดังต่อไปนี้
 - - GENERATOR LOW/HIGH SPEED
 - - HIGH COOLANT TEMP.
 - - LOW OIL PRESURE
 - - HIGH OIL TEMP.
 - - START FAIL
 - - OVER LOAD
 - - GENERATOR LOW/HIGH VOLTAGE
- 8.2.9 Engine Instrument :
เครื่องวัดสำหรับเครื่องยนต์จะต้องติดตั้งอยู่บนฐานเดียวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า หรือตามมาตรฐาน
- **8.3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Alternator)**
 - 8.3.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ต้องสามารถผลิตกำลังไฟฟ้ากระแสสลับอย่างต่อเนื่อง (Prime) ได้ 320 kW ชนิด 3 เฟส 4 สาย 400/230 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์ เพาเวอร์แฟคเตอร์ 0.8 ที่ความเร็วรอบ 1,500 รอบ/นาที
 - 8.3.2 การควบคุมแรงเคลื่อนแบบ SOLID STATE ค่า VOLTAGE REGULTION ต้องไม่เกินกว่า $\pm 0.5\%$ จาก NOLOAD ถึง FULL LOAD ที่เพาเวอร์แฟคเตอร์ 0.8 ถึง 1
 - 8.3.3 ฉนวนของ ROTOR และ STATOR จะต้องได้มาตรฐาน CLASS H หรือดีกว่า
 - 8.3.4 EXCITATION SYSTEM เป็นแบบ SELF EXCITED หรือ PMG หรือ PMI
 - 8.3.5 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องผ่านมาตรฐาน IEC 60034-1; BS 4999-5000; VDE 0530; หรือ NEMA MG 1.22 หรือเทียบเท่า
 - **8.4 แผงควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า**
 - แผงควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งหมด จะต้องเป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์ ไมโครโพรเซสเซอร์ (ELECTRONIC MICROPROCESSOR) ซึ่งสามารถส่งข้อมูลผ่าน Port RS-232 หรือ RS-485 ควบคุมการแสดงผลการเตือนด้วยเสียง
- 8.4.1 ระบบแผงควบคุมต้องสามารถแสดงผลที่จำเป็นดังต่อไปนี้
- a) AC VOLT
 - b) AC CURRENT (3 phase)

- c) FREQUENCY
- d) SIGNAL LAMP FOR OPERATE AND ALARM
- e) BATTERY
- f) OIL TEMPERATURE
- g) COOLANT TEMPERATURE
- h) ENGINE SPEED
- i) FUEL LEVEL

8.4.2 ระบบเตือน มีการแสดงผลการเตือนที่หน้าจอ ที่จำเป็นอย่างต่อไปนี้

- a) GENERATOR LOW/HIGH SPEED
- b) HIGH COOLANT TEMP.
- c) LOW OIL PRESSURE
- d) HIGH OIL TEMP.
- e) LOW BATTERY VOLTAGE
- f) HIGH BATTERY VOLTAGE
- g) STOP FAIL

• 8.5 การประกอบ และการทดสอบ

ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและแผงควบคุม จะต้องประกอบและที่โรงงานผู้ผลิตและประกอบ
ในรุ่นที่นำเสนอ และจะต้องระบุหมายเลขรุ่น (Model) ของเครื่องก่อนส่งเข้าสู่หน่วยงาน
ให้ตรงกับรุ่นที่ผ่านการอนุมัติ

8.5.1 การส่งมอบงานต้องส่งวิศวกรมาร่วมทดสอบการทำงานของเครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ
ตามที่ระบุไว้ในเงื่อนไข พร้อมทั้งแนบคู่มือสำหรับทดสอบเครื่อง และอุปกรณ์เครื่อง
ใช้ทุกอย่าง ที่จำเป็นในการทดสอบตลอดจนต้องแนะนำและฝึกสอน เจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้าง
ให้สามารถ OPERATE เครื่องได้เองโดยไม่คิดมูลค่าใด ๆ ทั้งสิ้น

8.5.2 ทดสอบกรณีไฟฟ้าขัดข้อง รวมทั้งการดำเนินการสับเปลี่ยนของอัตโนมัติกทรานเฟอร์สวิทช์
ทั้งในระบบอัตโนมัติและระบบควบคุมด้วยมือ (Manual)

8.5.3 การรับประกัน ต้องรับประกันเครื่องย่นต์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เป็นเวลา 2 ปี หลังจาก
วันส่งมอบ หากเกิดการขัดข้องในระหว่างประกันเนื่องจากการใช้งาน จะต้องดำเนินการแก้ไข
ให้ใช้งานได้ดี โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่ม

8.5.4 จะต้องทำเครื่องหมายในรายละเอียดของเอกสารที่นำเสนอมตามหัวข้อที่กำหนดไว้ให้ชัดเจน

ส่วนที่ 3 งานวิศวกรรมระบบสุขภาพ

โครงการ

ออกแบบปรับปรุงลานกิจกรรมการเรียนรู้ศิลปกรรมเพื่อชุมชน

คณะศิลปกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สารบัญ

		หน้า
หมวดที่ 1	รายละเอียดและข้อกำหนดทั่วไป	1-7
หมวดที่ 2	ระบบจ่ายน้ำประปา	
	ระบบจ่ายน้ำประปา	2-1
	รายละเอียดวัสดุอุปกรณ์	2-1 - 2-4
	การป้องกันและดูแลรักษาระหว่างก่อสร้าง	2-5
	การทดสอบระบบท่อ	2-5
	การฆ่าเชื้อโรคในท่อ(Disinfection)	2-5
	การจัดทำ Commissioning และ Acceptance Testing	2-5
หมวดที่ 3	ระบบระบายน้ำฝน	3-1
หมวดที่ 4	ระบบบำบัดน้ำเสีย	4-1 - 4-2
หมวดที่ 5	ระบบดับเพลิง	
	ขอบเขตงาน ,ข้อกำหนดทั่วไป	5-1 - 5-7
	การทดสอบระบบดับเพลิง	5-7 - 5-8
	ข้อกำหนดอื่นๆ	5-8 - 5-9

หมวดที่ 1 รายละเอียดและข้อกำหนดทั่วไป

1.1 คำจำกัดความ

- 1) "ผู้ว่าจ้าง" หมายถึง เจ้าของโครงการที่ได้ลงนามในสัญญาจ้างเหมางานระบบวิศวกรรม
- 2) "วิศวกร" หมายถึง วิศวกรผู้ออกแบบ หรือวิศวกรผู้ที่ได้รับมอบอำนาจในการดูแลงานออกแบบจากผู้ว่าจ้าง
- 3) "ผู้ควบคุมงาน" หมายถึง วิศวกร หรือนายช่างผู้ที่ได้รับมอบอำนาจจากผู้ว่าจ้างให้ทำหน้าที่ควบคุมการดำเนินงานของผู้รับจ้าง ให้เป็นไปตามแบบประกอบสัญญาและรายละเอียดข้อกำหนด
- 4) "ผู้รับจ้าง" หมายถึง นิติบุคคลและตัวแทนหรือลูกจ้างของนิติบุคคลที่ลงนามเป็นคู่สัญญากับเจ้าของโครงการ
- 5) "แบบประกอบสัญญา" หมายถึง แบบที่ใช้ในการติดตั้งทั้งหมด ที่ใช้ประกอบในการทำสัญญาจ้างเหมางานระบบวิศวกรรม รวมทั้งแบบที่ใช้ในการติดตั้ง ที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขและ/หรือเพิ่มเติม โดยผ่านความเห็นชอบของผู้ว่าจ้าง วิศวกรและผู้ควบคุมงานแล้ว
- 6) "รายละเอียดข้อกำหนด" หมายถึง ข้อความที่ใช้กำหนด และควบคุมงานติดตั้งวัสดุ อุปกรณ์ วิธีการทำงาน ฝีมือการทำงาน และข้อตกลงต่างๆ ที่เกี่ยวกับงานติดตั้งที่มีปรากฏ หรือไม่มี ปรากฏในแบบประกอบสัญญาที่ใช้ในการติดตั้งตามสัญญาจ้างเหมางานระบบวิศวกรรมนี้
- 7) "การอนุมัติ" หมายถึง การอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ว่าจ้าง วิศวกร หรือผู้มีอำนาจหน้าที่ในการอนุมัติ

1.2 ขอบเขตงาน

ผู้รับจ้างต้องจัดหาติดตั้ง ทดสอบวัสดุ เครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ทั้งหมดรวมถึง ทดสอบการทำงานของระบบตามแบบและรายละเอียดข้อกำหนดนี้ ตลอดจนงานที่เกี่ยวข้องซึ่งอาจจะไม่ได้แสดงไว้แต่จำเป็นต้องทำเพื่อให้งานระบบสุขภาพแล้วเสร็จสมบูรณ์ใช้งานได้ตามหลักวิชาการ และมาตรฐานต่าง ๆ เป็นที่ยอมรับของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

ระบบสุขภาพประกอบด้วยระบบต่าง ๆ ดังนี้

- (1) ระบบจ่ายน้ำประปา
- (2) ระบบระบายน้ำเสียและน้ำฝน
- (3) ระบบดับเพลิง

1.3 แบบประกอบสัญญา

แบบประกอบสัญญาจ้างเหมางานระบบวิศวกรรม เป็นเพียงแผนผังและหลักการแสดงการทำงานของระบบตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้างเท่านั้นในการติดตั้งจริงผู้รับจ้างต้องตรวจสอบกับแบบสถาปัตยกรรม แบบโครงสร้าง และแบบงานระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบกันไปด้วยกรณีที่จำเป็นต้องแก้ไขปรับปรุงงานบางส่วนจากแบบเดิมที่กำหนดไว้เพื่อให้การติดตั้งงานระบบถูกต้องได้คุณภาพตามความต้องการแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องเสนอเพื่อการขออนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรจากวิศวกรผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง หรือผู้ว่าจ้างก่อนการแก้ไข

1.4 มาตรฐานและกฎข้อบังคับต่าง ๆ

ในการปฏิบัติงานติดตั้ง ระบบสุขภาพต่าง ๆ ให้บรรลุผลเรียบร้อยสมบูรณ์ ผู้รับจ้างต้องควบคุมและติดตั้ง

ตามมาตรฐาน และกฎข้อบังคับต่าง ๆ ฉบับล่าสุดที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

กปน. : การประปานครหลวง

มยธ. : มาตรฐานการก่อสร้าง กรมโยธาธิการ

มอก. : มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

วสท. : วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ

AASHTO : American Association of State Highway and Transportation Officials, Standard Specifications for Highway Materials and Methods of Sampling and Testing

ANSI : American National Standards Institute

AS : Australian Standards

ASPE : The American Society of Plumbing Engineer

ASTM : American Society of Testing and Materials

AWWA : American Water Works Association

BS : British Standards

DIN : Deutsches Institut fur Normung e.V.

ISO : International Organization for Standardization

JIS : Japanese Industrial Standards

NFPA : National Fire Protection Association

NPCH : National Plumbing Code Handbook

1.5 การตรวจสอบแบบ และรายละเอียดข้อกำหนด

- 1) ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบประกอบสัญญา และรายละเอียดข้อกำหนดต่างๆ จนแน่ใจว่าเข้าใจถึงข้อกำหนด และเงื่อนไขต่างๆ อย่างชัดเจน
- 2) เมื่อมีข้อสงสัยขัดแย้งหรือข้อผิดพลาดระหว่างแบบประกอบสัญญาและรายละเอียดข้อกำหนดต่างๆ ให้สอบถามจากวิศวกร หรือผู้ควบคุมงาน และการตีความในข้อขัดแย้งใดๆ ให้ตีความไปในแนวทางที่ดีกว่าถูกต้องกว่า การใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่มีคุณภาพดีกว่า และครบถ้วนกว่า
- 3) การคลาดเคลื่อนการตกหล่นหรือความผิดพลาดอื่นเนื่องมาจากแบบแปลนหรือ รายละเอียดข้อกำหนด จะต้องถือว่าเป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างที่จะติดต่อสอบถามวิศวกร เพื่อชี้แจงแก้ไขแบบแปลนให้ถูกต้องก่อนที่จะลงมือทำการก่อสร้าง หรือติดตั้งอุปกรณ์ ทั้งนี้หากจะต้องทำการปรับปรุงงานบางส่วนจากแบบที่ได้แสดงไว้ โดยที่เห็นว่าเป็นความจำเป็นที่จะต้องใช้เพื่อให้งานแล้วเสร็จสมบูรณ์ ถูกต้องตามมาตรฐานการออกแบบ การติดตั้งทั่วไป และให้ได้คุณภาพตามต้องการแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม

- 4) ผู้รับจ้างจะต้องศึกษารายละเอียดการติดตั้งจากแบบสถาปัตยกรรมและโครงสร้าง พร้อมๆ กันไปกับแบบทางวิศวกรรมเครื่องกล (ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ, ระบบสุขาภิบาล และ ป้องกันอัคคีภัย) และระบบไฟฟ้าก่อนดำเนินการติดตั้งเสมอ

1.6 แบบรายละเอียดการติดตั้ง

- 1) ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อการเตรียมแบบรายละเอียดการติดตั้ง (SHOP DRAWINGS) สำหรับงานติดตั้งวัสดุ และอุปกรณ์ที่จะใช้ในการติดตั้ง หรือตามความต้องการของวิศวกร และผู้ควบคุมงาน ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อการติดตั้งวัสดุและอุปกรณ์ทุกชิ้น โดยจะต้องทำการวัดสถานที่จริงเทียบกับแบบแปลนก่อสร้าง เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการทำแบบรายละเอียดการติดตั้ง และร่วมมือกับงานโครงสร้าง งานสถาปัตยกรรม งานตกแต่งภายใน และงานระบบอื่นๆ ในการส่งแบบแปลนให้ผู้ควบคุมงานเพื่อขออนุมัติจากผู้ควบคุมงาน และจะต้องไม่ทำการติดตั้งวัสดุและอุปกรณ์ใดๆ จนกว่าจะได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานเป็นลายลักษณ์อักษร
- 2) ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งแบบรายละเอียดการติดตั้ง และการจัดเรียงอุปกรณ์ต่างๆ ทุกชนิด หรือตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นว่าจำเป็นเสนอต่อผู้ควบคุมงานโดยต้องมีวิศวกรผู้รับผิดชอบของผู้รับจ้างทำการตรวจสอบแบบรายละเอียดการติดตั้งให้ถูกต้องตามความต้องการใช้งาน และการติดตั้ง ตามข้อแนะนำของผู้ผลิตพร้อมทั้งลงนามรับรองและลงวันที่กำกับบนแบบที่เสนอขออนุมัติทุกแผ่นจำนวน 5 ชุด เพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง ไม่น้อยกว่า 15 วัน โดยผู้ควบคุมงานจะตรวจสอบ และแจ้งต่อผู้รับจ้างภายใน 7 วัน หากมิได้รับการอนุมัติ ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไข และส่งให้ใหม่ภายใน 7 วัน หลังจากหลังจากที่ได้รับแจ้ง
- 3) ผู้รับจ้างจะต้องศึกษาทำความเข้าใจ แบบสถาปัตยกรรม แบบโครงสร้าง แบบตกแต่งภายใน และแบบงานระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบกัน รวมทั้งตรวจสอบสถานที่ติดตั้งจริง เพื่อให้การจัดทำแบบรายละเอียดการติดตั้ง เป็นไปโดยถูกต้องและไม่เกิดอุปสรรคกับผู้รับจ้างอื่นๆ จนเป็นสาเหตุให้กำหนดการของโครงการต้องล่าช้า
- 4) แบบรายละเอียดการติดตั้ง จะต้องแสดง PLAN VIEW, ELEVATION VIEW และ SECTION ตามความจำเป็น และมีมาตราส่วนตามที่ผู้ควบคุมงานกำหนด โดยแสดงรายละเอียดการติดตั้ง การประกอบ การเสริม การสร้าง การยึดจับขนาดของชิ้นส่วนต่างๆ ตลอดจนแสดงการสัมพันธ์กับงานระบบอื่นๆ อย่างสมบูรณ์ ผู้ควบคุมงานมีอำนาจและหน้าที่สั่งการให้ผู้รับจ้างจัดเตรียมแบบขยายแสดงการติดตั้งส่วนหนึ่งส่วนใด ของงานระบบที่เห็นจำเป็นเพิ่มเติมได้ และในกรณีแบบรายละเอียดการติดตั้งของผู้รับจ้างแตกต่างไปจากแบบประกอบสัญญา ผู้รับจ้างต้องจัดทำสารบัญรายการที่แตกต่าง และใส่เครื่องหมายแสดงการเปลี่ยนแปลงกำกับทุกครั้ง พร้อมทั้งลงนามรับรองและลงวันที่ในการแก้ไขครั้งนั้นกำกับ
- 5) ในการดำเนินการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการตามแบบรายละเอียดการติดตั้งที่ผ่านการอนุมัติแล้วเท่านั้น งานส่วนใดก็ตามที่กระทำไปก่อนได้รับการอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรให้ถือเป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง โดยวิศวกร และผู้ควบคุมงานสงวนสิทธิ์ที่จะเรียกร้องให้ผู้รับจ้างเพิ่มเติมงานบางส่วน และ/หรือ ให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนแปลงงานส่วนที่ได้ติดตั้งไปแล้ว ให้สอดคล้องกับแบบประกอบ

สัญญา และรายละเอียดข้อกำหนดโดยผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น

- 6) วิศวกร และผู้ควบคุมงาน ไม่ใช่เป็นบุคคลที่ทำหน้าที่ตรวจแบบให้ผู้รับจ้าง การอนุมัติ SHOP DRAWINGS เพื่อให้สามารถทำงานในขั้นตอนต่อไปได้ การอนุมัตินี้จะไม่ทำให้ผู้รับจ้างพ้นสภาพจากการรับผิดชอบต่อการติดตั้ง และการบริการต่างๆ เพื่อให้งานเสร็จตรงกับจุดประสงค์ของรายละเอียดข้อกำหนดและแบบประกอบสัญญา
- 7) การอนุมัติรูปแบบและเอกสารต่างๆ จากวิศวกร และผู้ควบคุมงาน จะต้องไม่ถือว่าเป็นการตรวจที่เสร็จสมบูรณ์ งานต่างๆ ที่ได้กระทำลงไปก็ยังคงถือว่าอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น หากผู้ควบคุมงานตรวจพบข้อผิดพลาดในภายหลัง ผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขใหม่ให้ถูกต้อง

1.7 แบบที่ติดตั้งจริง (As Built Drawings)

ในระหว่างดำเนินการติดตั้งระบบ ผู้รับจ้างต้องทำแบบตามติดตั้งจริงแสดงตำแหน่งของวัสดุ และอุปกรณ์ รวมทั้งการแก้ไขอื่นๆ ที่ปรากฏในงานระหว่างการติดตั้งโดยมีมาตราส่วน 1:100 สำหรับแบบแปลนและใช้มาตราส่วน 1:25 สำหรับแบบขยายรายละเอียดการติดตั้ง จำนวน 1 ชุด เสนอต่อผู้ควบคุมงาน เพื่อตรวจสอบเป็นระยะๆ หรือทุกครั้งตามที่ผู้ควบคุมงานจะร้องขอให้ผู้รับจ้างทำส่ง ทั้งนี้ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบที่ติดตั้งจริง ให้เสร็จก่อนการปิดฝ้าเพดาน การก่อผนังปิดหรือถมดิน และภายหลังจากที่งานติดตั้งทั้งระบบแล้วเสร็จ ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบแบบที่ติดตั้งจริงที่ลงนามรับรองความถูกต้องโดยผู้รับจ้างและที่ผู้ควบคุมงานได้ตรวจสอบแล้วดังกล่าว โดยมีรายละเอียดการทำสำเนาดังนี้

- 1) ต้นฉบับของแบบที่ติดตั้งจริง สำหรับผู้ว่าจ้าง 1 ชุด
- 2) แบบพิมพ์เขียวของแบบที่ติดตั้งจริง สำหรับผู้ว่าจ้าง 3 ชุด สำหรับวิศวกร 1 ชุด และสำหรับผู้ควบคุมงาน 1 ชุด
- 3) ELECTRONIC FILES (จัดทำโดยโปรแกรม AUTOCAD VERSION 2000 เป็นอย่างน้อย) สำหรับผู้ว่าจ้าง 1 ชุด สำหรับวิศวกร 1 ชุด และสำหรับผู้ควบคุมงาน 1 ชุด

1.8 การสั่งซื้อเครื่องจักรและอุปกรณ์

การสั่งซื้อเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ ให้ผู้รับจ้างจัดส่งรายละเอียด ข้อมูลเอกสารแสดงลักษณะคุณสมบัติให้ผู้ควบคุมงาน หรือเจ้าของงานพิจารณาอนุมัติก่อนสั่งซื้อ และให้ดำเนินการติดตั้งภายหลังจากที่ได้รับการอนุมัติแล้วไม่น้อยกว่า 30 วัน

1.9 การแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบ รายละเอียดข้อกำหนดและวัสดุอุปกรณ์

- 1) การเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติงานที่ผิดไปจากแบบประกอบสัญญา และรายละเอียดข้อกำหนดอันเนื่องมาจากความจำเป็นในการปฏิบัติงานหรือด้วยเหตุอื่นใดก็ตาม ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานรับทราบ เพื่อขออนุมัติความเห็นชอบก่อนดำเนินการ
- 2) ในกรณีที่ผลผลิตของงานของผู้รับจ้างมีลักษณะคุณสมบัติ อันเป็นเหตุให้อุปกรณ์รายการที่กำหนดไว้เกิดความไม่เหมาะสมหรือทำงานไม่ถูกต้อง ผู้รับจ้างต้องไม่เพิกเฉยละเลยที่จะแจ้งขอความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานในการแก้ไขเปลี่ยนแปลงให้ถูกต้องโดยชี้แจงแสดงหลักฐานจากบริษัทผู้ผลิตมีฉะนั้นผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นแต่เพียงผู้เดียว

- 3) ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในกรณีดังกล่าวข้างต้น ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบเองทั้งสิ้น
- 4) ในกรณีที่มีการแก้ไข และเปลี่ยนแปลงแบบจากผู้ว่าจ้าง และ/หรือ วิศวกร และ/หรือ ผู้ควบคุมงาน ก่อนที่ผู้รับจ้างจะปฏิบัติงานและติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบถึงผลกระทบต่องานที่เกี่ยวข้อง และที่อาจดำเนินการไปแล้ว พร้อมทั้งแจ้งผลดังกล่าว (หากมี) ให้ผู้ว่าจ้าง วิศวกร หรือผู้ควบคุมงานทราบทันที มิฉะนั้นผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจะเป็นภาระของผู้รับจ้าง
- 5) ในกรณีที่มีการแก้ไข หรือเปลี่ยนแปลงแบบจากวิศวกรหรือผู้รับจ้าง เพื่อให้งานติดตั้งระบบเหมาะสมกับสภาพหรือสถานที่ก่อสร้าง และ/หรือ เป็นการแก้ไขในรายละเอียดปลีกย่อย ให้ผู้รับจ้างสามารถจัดทำเป็นแบบ SHOP DRAWINGS เสนอเพื่อการอนุมัติและติดตั้งต่อไปได้

1.10 หนังสือคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ

- 1) หนังสือคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นเอกสารประกอบการ ส่งมอบงาน ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมเข้าแฟ้มปกแข็งเรียบร้อย ส่งให้ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงาน
- 2) หนังสือคู่มือ จะแบ่งออกเป็น 6 ภาค คือ

ภาคที่ 1	ประกอบด้วยวิธีการเดินระบบ วิธีการควบคุมระบบ ปัญหาเบื้องต้นและวิธีการแก้ไข
ภาคที่ 2	ประกอบด้วยเอกสาร รายละเอียดข้อมูลของเครื่องจักรและอุปกรณ์ทั้งหมดที่ได้ยื่นเสนอ และได้รับอนุมัติให้ใช้ในโครงการ (Submittal Data)
ภาคที่ 3	ประกอบด้วยแคตตาล็อกเครื่องจักรและอุปกรณ์แยกเป็นหมวดหมู่พร้อมทั้งเอกสาร แนะนำวิธีการติดตั้งซ่อมบำรุง แบบมาด้วย (Installation, Operation and Maintenance Manual) รวมทั้งรายชื่อ ที่ตั้งและวิธีติดต่อบริษัทผู้แทนจำหน่ายเครื่องจักรและอุปกรณ์
ภาคที่ 4	ประกอบด้วยรายงานการทดสอบเครื่องจักร อุปกรณ์และระบบตามความเป็นจริง (Test Report)
ภาคที่ 5	ประกอบด้วยรายการเครื่องอะไหล่ และข้อเสนอแนะชิ้นส่วนอะไหล่ที่ควรสำรองไว้ขณะใช้งาน (Spare Parts List)
ภาคที่ 6	ประกอบด้วยรายการตรวจสอบ และบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์แต่ละชนิด ได้แก่ ประจำเดือน, ทุก 3 เดือน, ทุก 6 เดือน, และประจำปี ตลอดระยะเวลา รับประกัน ตามสัญญา
- 3) หนังสือคู่มือทั้งหมด ผู้รับจ้างต้องส่งต้นฉบับเสนอผู้ควบคุมงาน 3 ชุด เพื่อตรวจสอบและพิจารณาเห็นชอบเนื้อหาและการจัดทำรูปเล่มก่อนการส่งฉบับจริงจำนวน 4 ชุด

1.11 การทดสอบเครื่องจักรอุปกรณ์และระบบ

- 1) ผู้รับจ้างต้องทำตารางแผนงานแสดงกำหนดการทดสอบเครื่องจักรและอุปกรณ์และระบบรวมทั้ง จัดเตรียมเอกสารแนะนำจากผู้ผลิตในการทดสอบ (Operation Manual) เสนอผู้ควบคุมงานก่อนทำการทดสอบ อย่างน้อย 15 วัน

- 2) วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดการทั้งหมด
- 3) ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเครื่องจักร อุปกรณ์และระบบ ตามหลักวิชาการและข้อกำหนดให้ทำงานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของผู้ออกแบบโดยมีผู้ควบคุมงานอยู่ร่วมขณะทดสอบตลอดเวลา
- 4) รายงานข้อมูลในการทดสอบ (Test Report) ให้ทำเป็นฟอร์มเสนอขอความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อนทำการทดสอบ หลังการทดสอบผู้รับจ้างต้องกรอกข้อความ ตามที่ได้จากการทดสอบจริงส่งให้ผู้ควบคุมงานจำนวน 4 ชุด
- 5) ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ เช่น ค่ากระแสไฟฟ้า น้ำประปา แรงงาน ฯลฯ ในระหว่างการทดสอบเครื่องจักร อุปกรณ์และระบบ จนถึงขั้นตรวจรับงานได้สมบูรณ์เรียบร้อยตามสัญญาอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น

1.12 การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่

ผู้รับจ้างต้องทำการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ควบคุม และบำรุงรักษาเครื่องจักร อุปกรณ์ของผู้ว่าจ้าง ให้มีความรู้ความสามารถในการใช้งาน และการบำรุงรักษาเครื่องจักร อุปกรณ์เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 3 วัน ติดต่อกัน ภายหลังส่งมอบงาน หรือจนกว่าเจ้าหน้าที่ควบคุมเครื่องของผู้ว่าจ้างสามารถใช้งานได้ด้วยตนเองเป็นอย่างดี

1.13 การส่งมอบงาน

- 1) ผู้รับจ้างต้องเปิดใช้งานเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพ หรือพร้อมที่จะใช้งานได้เต็มความสามารถในเวลา 24 ชั่วโมงติดต่อกัน โดยค่าใช้จ่าย เช่น ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำ อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น
- 2) ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเครื่องมือ อุปกรณ์ และระบบ ตามที่ผู้ควบคุมงานจะกำหนดให้ทดสอบ จนกว่าจะถูกต้องครบถ้วนตามข้อกำหนด และแน่ใจว่าการทำงานของระบบที่ทำการทดสอบถูกต้องตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง
- 3) รายการหลักฐานเอกสารและสิ่งของต่าง ๆ ที่ผู้รับจ้างต้องส่งมอบให้แก่ผู้ว่าจ้างก่อนวันส่งมอบงานงวดสุดท้าย ซึ่งถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของการตรวจรับมอบงานตามสัญญา คือ
 - (1) แบบสร้างจริงกระดาษไข จำนวน 1 ชุด
 - (2) แบบสร้างจริงพิมพ์เขียว จำนวน 5 ชุด
 - (3) ELECTRONIC FILE จำนวน 1 ชุด
 - (4) หนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ จำนวน 4 ชุด
 - (5) เครื่องมือพิเศษสำหรับใช้ในการปรับแต่งซ่อมบำรุงเครื่องจักร อุปกรณ์ตามกำหนดของผู้ผลิตซึ่งถือเป็นส่วนหนึ่งตามสัญญาที่ผู้รับจ้างต้องจัดส่งมอบให้ผู้ว่าจ้างให้ถูกต้องครบถ้วนพร้อมนำมาใช้งาน
 - (6) อะไหล่ต่าง ๆ ตามข้อกำหนดหรือรายการของผู้แทนจำหน่ายเสนอส่งมอบให้

1.14 การรับประกัน

- 1) หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพ ความสามารถของเครื่องจักรเครื่องมือ อุปกรณ์ และการติดตั้งว่าใช้งานได้เป็นอย่างดีตลอดเวลา 2 ปี นับจากวันลงนามในเอกสารรับมอบงาน
- 2) ระหว่างเวลาประกัน หากผู้ว่าจ้างตรวจพบว่า ผู้รับจ้างจัดนำวัสดุอุปกรณ์ที่ไม่ถูกต้องหรือมีคุณภาพต่ำกว่าข้อกำหนดมาติดตั้ง ตลอดจนงานติดตั้งไม่ถูกต้อง หรือไม่เรียบร้อยผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไขให้ถูกต้องทันที
- 3) ในกรณีที่เครื่องจักร เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ เกิดชำรุดเสียหายหรือเสื่อมคุณภาพอันเนื่องมาจากข้อผิดพลาดของผู้ผลิต หรือการติดตั้งในระหว่างเวลาประกัน ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไขให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้เช่นเดิมทันที
- 4) ผู้รับจ้างต้องดำเนินการทันทีที่ได้รับแจ้งจากผู้ว่าจ้าง ให้เปลี่ยนหรือแก้ไขเครื่องมือ อุปกรณ์ตามสัญญาใบรับประกัน มิฉะนั้นผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะจัดหาผู้อื่นมาดำเนินการ โดยค่าใช้จ่ายทั้งสิ้นผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบ โดยผู้ว่าจ้างจะหักจากเงินค้ำประกันงานตามสัญญา

หมวดที่ 2 ระบบจ่ายน้ำประปา

2.1 ระบบจ่ายน้ำประปา

2.1.1 ขอบเขตงาน

ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบ ขนาด ตำแหน่ง จำนวน สภาพของเครื่องจักรอุปกรณ์ รวมถึงแนววางท่อเดิมเพื่อใช้ในการวางแผนการทำงานก่อนการจัดหา ติดตั้ง รื้อย้าย แล้วจึงดำเนินการรื้อย้าย จัดหา และติดตั้ง ระบบจ่ายน้ำประปาใหม่ ตลอดจนงานที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ รายละเอียดดังนี้

- 1) ปิดวาล์วระบบท่อเดิมในส่วนที่จำเป็น และระบายน้ำออกจากท่อเดิม
- 2) ตัดท่อเดิมให้พร้อมสำหรับการต่อท่อใหม่ และติดตั้งท่อแยกจากท่อเดิม
- 3) ติดตั้งวาล์วแยกสำหรับระบบท่อใหม่
- 4) ติดตั้งระบบท่อใหม่ อุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง
- 5) จัดหา/ติดตั้งอุปกรณ์ยึดท่อ (Pipe Support) และอุปกรณ์แขวนท่อ (Pipe Hanger) ให้มีจำนวนเพียงพอให้ระบบท่อมีความมั่นคงแข็งแรงไม่สั่นคลอน
- 6) ทดสอบระบบท่อใหม่ และทำความสะอาดท่อ
- 7) ตรวจสอบงานให้เรียบร้อย ก่อนเปิดวาล์วระบบท่อเดิมเพื่อนำน้ำประปาเข้าสู่ทั้งระบบท่อเดิมและระบบท่อใหม่
- 8) จัดทำคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องจักรและวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ภายในระบบ

2.2 รายละเอียดวัสดุอุปกรณ์

2.2.1 ข้อกำหนดและมาตรฐาน

ท่อกับระบบจ่ายน้ำประปา ให้ดูรายละเอียดรายการท่อและอุปกรณ์ในแบบแปลน

2.2.2 วัสดุ

หากมิได้ระบุเป็นอย่างอื่น วัสดุ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามที่ได้กำหนดและแสดงไว้ในแบบแปลนต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกรรมวิธีการผลิตและรับประกันคุณภาพแล้ว จากสำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรมหมวดอุปกรณ์ ได้แก่ ท่อ, วาล์ว, ประตูน้ำ, ข้อต่อประเภทต่าง ๆ อุปกรณ์แขวนท่อ อุปกรณ์รัดท่อ ประเก็นท่อต่าง ๆ ก่อนการติดตั้งผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบแปลน แผนผัง แคตตาล็อก คำอธิบายต่างๆ เสนอให้ผู้ควบคุมงานตรวจพิจารณาให้ความเห็นชอบก่อนนำไปใช้งาน

2.2.3 ท่อ ข้อต่อและอุปกรณ์

ในการติดตั้งท่อและเครื่องจักร อุปกรณ์ของระบบจ่ายน้ำประปาภายในอาคาร ผู้รับจ้างต้องจัดหาจัดเตรียม แรงงาน, วัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ และสิ่งอำนวยความสะดวกอื่น ๆ ที่จำเป็นต้องใช้เพื่องานประกอบติดตั้งท่อ งานวางท่อ ตามที่ได้แสดงไว้ในแบบแปลน และข้อกำหนดกฎเกณฑ์มาตรฐานงานก่อสร้างหรือตามที่คุณควบคุมงานได้ร้องขอ

ท่อระบบจ่ายน้ำประปาใช้ท่อพีพีอาร์ (Polypropylene – Random copolymer Pipe, PP-R)

(1) ท่อ

ใช้ท่อพีพีอาร์ชั้นคุณภาพ SDR11 PN10 ตามมาตรฐาน DIN8077 / 8078 หรือมาตรฐานอื่น ๆ ที่เทียบเท่า

(2) วัสดุและการต่อท่อ

ท่อพีพีอาร์ จะต้องผลิตจากพลาสติกโมเลกุลสูงประเภท Polypropylene-Random Copolymer Resin (PP-R 80) การต่อท่อมีขนาดไม่เกิน 2 นิ้ว ให้ใช้วิธีการต่อแบบสลิมล็อก (Slim Lock) หรือแบบเชื่อมสอด (Socket Fusion) ที่อุณหภูมิ 250-260 องศาเซลเซียส หากท่อมีขนาดใหญ่กว่า 2 นิ้ว ให้ใช้วิธีเชื่อมสอด โดยการเชื่อมสอดจะต้องมีระยะเวลาการให้ความร้อน ดังนี้

ขนาดท่อ (size)		ระยะเวลาให้ความร้อน (วินาที) (melting time / second)
(มม.) (mm.)	(นิ้ว) (inch.)	
20	1/2	5-6
25	3/4	7-9
32	1	8-10
50	1 1/2	12-15
63	2	20-25
75	2 1/2	30-35
90	3	35-40
110	4	50-60

สำหรับการเชื่อมด้วยความร้อน เครื่องเชื่อม (PP-R Welding machine) จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ผลิตท่อแนะนำซึ่งจะต้องมีการรับประกันไม่น้อยกว่า 5 ปี สำหรับข้อต่อในงานของระบบท่อพีพีอาร์ ให้ใช้ข้อต่อที่ผลิตจากโรงงาน หรือผู้ผลิตเดียวกับผู้ผลิตท่อเท่านั้นห้ามนำผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตที่นอกเหนือจากผู้ผลิตท่อมาใช้อย่างเด็ดขาด

2.2.4 บอลล์วาล์ว (Ball Valve) และก๊อกน้ำบอลล์ (Ball Cock)

ใช้ชนิดทองเหลือง ต่อด้วยเกลียว ทนแรงดัน (Working Pressure) ได้ไม่น้อยกว่า 125 psi.

2.2.5 อุปกรณ์แขวนท่อ และยึดท่อ (Hangers and Supports)

การแขวนหรือยึดท่อสำหรับงานท่อ ให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบหรือตามข้อกำหนด ดังนี้

- (ก) ท่อที่เดินในแนวดิ่งจะต้องมีการยึดเป็นระยะ ๆ มากพอที่จะทำให้ท่ออยู่ในแนวเดียวกัน และสามารถรับน้ำหนักของท่อได้

- (ข) สำหรับท่อที่เดินในแนวดิ่งจะต้องมีระยะการยึดอย่างน้อยที่สุดทุก ๆ ชั้น และที่ฐานล่างสุดและท่อทุกท่อนต้องมีการยึดหรือแขวน
- (ค) ที่เดินในแนวนอน จะต้องมีการยึดหรือแขวนทุกระยะ 10 เมตร
- (ง) ท่อที่เดินในแนวดิ่ง จะต้องมีการยึดทุก ๆ ชั้น

2.2.6 การต่อท่อและอุปกรณ์อื่น ๆ ภายในระบบ

- 1) การต่อท่อ ท่อทุกชนิดที่ต่อเข้าด้วยกัน รอยต่อต้องมีความหนาแน่นแข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักหรือแรงดันของน้ำหรือแก๊สภายในท่อได้โดยปลอดภัยและไม่รั่วไหล ลักษณะการต่อท่อแบบต่าง ๆ ให้เป็นไปตามมาตรฐานดังนี้
 - (ก) การต่อแบบใช้เกลียว เกลียวของท่อ (เกลียวนอก) และเกลียวของข้อต่อ (เกลียวใน) ต้องได้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 226-2516 ต้องหมุนเกลียวเข้าไปในข้อต่ออย่างน้อย 5 เกลียว หากประสงค์จะใช้วัสดุเชื่อมหรือน้ำยาประสาน ให้ทาวัดตัวเชื่อมหรือน้ำยาประสานได้เฉพาะเกลียวนอกเท่านั้น
 - (ข) การต่อท่อ PVC และ PP-R ให้ดำเนินการตามมาตรฐานของผู้ผลิต
- 2) การเดินท่อ
 - (ก) ต้องต่อท่อต่าง ๆ เข้ากับอุปกรณ์ตามความเหมาะสม รวมทั้งการเลือกใช้หน้าแปลน หรือยูเนียนตามความจำเป็น
 - (ข) ต้องไม่กลบ ปิด หรือโบลปูนทับท่อเป็นการถาวร จนกว่าจะทดสอบท่อเสร็จเรียบร้อยแล้ว
 - (ค) พยายามเดินท่อเป็นแนวตรง หรือขนาน หรือตั้งฉากกับผนังหรือขนานกับแนวท่อใกล้เคียงเท่าที่จะเป็นไปได้
 - (ง) ระยะระหว่างท่อกับผนัง หรือกับท่อด้วยกัน อย่างน้อยควรมีที่ว่างเท่ากับขนาดท่อเส้นใหญ่ เพื่อความสะดวกในการทำงาน
 - (จ) ในการเปลี่ยนขนาดท่อน้ำประปา ให้ใช้ข้อลดกลมเสมอ ห้ามใช้ลดเหลี่ยม
 - (ฉ) ส่วนประกอบของท่อที่ใช้ในการปิดเปิดหรือควบคุม เช่น วาล์วต่าง ๆ ต้องติดตั้งในตำแหน่งที่ให้การได้สะดวกในการควบคุม หรือการบำรุงรักษา หรือซ่อมแซม หรือถอดเปลี่ยนใหม่

2.2.7 ช่องท่อผ่าน การเจาะ ตัด ปะโครงสร้าง และการซ่อมแซมกลับ

- 1) ตรงที่ซึ่ง ท่อ ปล่อย จะต้องเดินผ่านคาน พื้น กำแพง ผนัง เพดาน หรือสิ่งก่อสร้างถาวรอื่น ๆ ให้ผู้รับจ้างจัดหาและติดตั้งปลอกท่อ (Sleeve, Block-Out) ตามรูปแบบที่จำเป็น
- 2) ทุกครั้งที่ผู้รับจ้างจะต้องเจาะ ตัด ปะโครงสร้าง เพื่อการติดตั้งปลอกท่อ หรือเพื่อการอื่นใดของตน จะต้องผ่านการประสานงานจากผู้รับจ้างฝ่ายโครงสร้าง และ ได้รับการอนุมัติจากวิศวกร
- 3) เพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงการเจาะ ตัด ปะโครงสร้าง ให้เหลือน้อยที่สุดเท่าที่จำเป็น ผู้รับจ้าง จะต้องให้ตำแหน่งปลอกท่อในระบบของตนแก่ฝ่ายโครงสร้าง ก่อนที่จะมีการผูกเหล็กเทคอนกรีตหล่อคาน พื้น กำแพง ผนัง เพดาน หรือสิ่งก่อสร้างถาวรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

- 4) ผู้รับจ้างจะต้องนำเสนอวิธีการซ่อมแซมพื้น และผนังกลับต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเพื่อขออนุมัติก่อนการดำเนินการ ทั้งนี้วิธีการและการดำเนินการการดังกล่าวจะต้องเป็นไปด้วยความปราณีต เรียบร้อย เป็นที่ยอมรับ โดยเฉพาะพื้นจะต้องปราศจากการรื้อขึ้นภายหลังอย่างเด็ดขาด และจะต้องไม่ส่งผลกระทบต่อารรับน้ำหนักของโครงสร้าง

2.2.8 การรื้อย้ายเครื่องจักรอุปกรณ์

- 1) ก่อนการรื้อย้ายเครื่องจักรอุปกรณ์ใดๆ ที่มีอยู่เดิมผู้รับจ้างจะต้องทำบัญชีซึ่งระบุรายชื่อเครื่องจักร ขนาด จำนวนและสภาพเดิมแจ้งต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเพื่อตรวจสอบและรับรองความถูกต้อง
- 2) ในการรื้อย้ายเครื่องจักรอุปกรณ์จะต้องมีการรายงานรายชื่อเครื่องจักร อุปกรณ์และจำนวนที่รื้อย้ายแยกประเภทการจัดเก็บหรือการนำไปกำจัดตลอดจนสถานที่จัดเก็บหรือนำไปกำจัด ทุกวันหรือทุกสัปดาห์ตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด โดยผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างจะต้องตรวจสอบและเซ็นรับรองความถูกต้องทุกครั้ง
- 3) การรื้อย้ายเครื่องจักรอุปกรณ์ทุกชิ้นจะต้องเป็นไปด้วยความระมัดระวังโดยพยายามให้อยู่สภาพเดิมมากที่สุด โดยเคลื่อนย้ายโดยวิธีการที่เหมาะสมไปเก็บหรือกำจัดยังสถานที่ที่ผู้ว่าจ้างกำหนดเท่านั้น ในกรณีที่เป็นสถานที่จัดเก็บจะต้องมีระบบป้องกันการสูญหายอย่างเข้มงวด
- 4) เมื่อสิ้นสุดโครงการในส่วนเครื่องจักรอุปกรณ์ที่มีการระบุให้จัดเก็บจะต้องมีปริมาณตรงกับบัญชีหากมีจำนวน หรือสภาพที่แตกต่างจากที่บันทึกไว้จะต้องจัดหา/ชดเชย ตามกระบวนการของผู้ว่าจ้าง เว้นแต่จะได้รับการยกเว้นจากผู้ว่าจ้างเป็นลายลักษณ์อักษรเท่านั้น

2.2.9 การทาสี

- 1) ผิวโลหะที่เปิดต่อบรรยากาศ ซึ่งอาจเกิดสนิม ท่อ ที่แขวนรับและยึดท่อ จะต้องทำความสะอาด ทาหรือพ่นสีรองพื้นหนึ่งชั้น แล้วทาหรือพ่นด้วยสีน้ำมันท่อนาสองชั้น
- 2) สีรองพื้นกันสนิม สำหรับโลหะทั่วไป เป็นสี Red Lead Primer เบอร์ 1120 ของ Jotun หรือเทียบเท่า สีรองพื้นกันสนิม สำหรับท่อเหล็กอบสังกะสี เป็นสี Galvalume-3200 ของ Rustoleum หรือเทียบเท่า
- 3) สีน้ำมันท้นหน้าเป็นสี Gardex Enamel ของ Jotun หรือเทียบเท่า

2.3 การป้องกันและดูแลรักษาระหว่างก่อสร้าง

- 1) งานทุกชนิด สุขภัณฑ์ เครื่องสูบน้ำ ท่อน้ำ ตัวควบคุมทางไฟฟ้า ฯลฯ จะต้องมีการดูแลรักษาอย่างเพียงพอ เพื่อป้องกันมิให้เกิดความเสียหายหรือชำรุดขึ้น อันอาจเป็นเหตุให้ต้องมีการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนใหม่ ปลายเปิดของท่อจะต้องมีฝาพลาสติกหรือโลหะปิดไว้ระหว่างที่ยังรอการต่อท่อ ห้ามใช้เศษกระดาษ ผ้า หรือไม้ๆ อุดปิดท่อไว้เป็นอันตราย เครื่องจักรกล และสุขภัณฑ์ จะต้องมีการปิดคลุมป้องกันการใช้งาน หรือการกระแทก หรือการเปราะเปื้อนหรือการขีดขูดให้เกิดตำหนิได้
- 2) เมื่อติดตั้งเครื่องจักรกร วัสดุ และอุปกรณ์เสร็จแล้ว จะต้องรักษาไว้ในสภาพดี และปรับแต่งจนพร้อมจะใช้งานได้ เพื่อเตรียมการส่งมอบงาน

2.4 การทดสอบระบบท่อ

ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบความดันน้ำในท่อ (Hydrostatic Pressure Test) สำหรับท่อทุกประเภท ซึ่งอ้างอิงตามมาตรฐานและวิธีการทดสอบของการประปาส่วนภูมิภาค การทดสอบความดันน้ำในท่อและการทดสอบการรั่วซึมของท่อให้กระทำเป็นช่วง หลังจากผู้รับจ้างได้วางท่อช่วงนั้นแล้วเสร็จ การทดสอบท่อให้กระทำในเวลากลางวัน ท่อช่วงที่ทำการทดสอบควรขังน้ำไว้ให้เต็มลวงหน้าไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง แต่ผู้รับจ้างอาจทำการทดสอบท่อเร็วกว่านี้ก็ได้ โดยแรงดันที่ใช้ทดสอบมี ดังนี้

- 1) ท่อจ่ายน้ำประปา ทดสอบด้วยน้ำความดันไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของแรงดันใช้งาน (ประมาณ 6 บาร์)
- 2) ท่อระบายน้ำฝน ท่อโสโครก และท่อน้ำเสีย ทดสอบด้วยน้ำหรืออากาศที่ความดันไม่ต่ำกว่า 2 บาร์
- 3) ท่อระบายอากาศ และท่อโสโครก ทดสอบด้วยน้ำหรืออากาศที่ความดันไม่ต่ำกว่า 1 บาร์

การทดสอบท่อจะกระทำภายหลังการติดตั้งเสร็จ โดยทดสอบด้วยแรงดันของน้ำที่ความดันไม่น้อยกว่า 14 กก./ตร.ซม. เป็นเวลา 2 ชม. โดยต้องมีปริมาณรั่วซึมไม่เกินกว่า 2 ลิตร/ชม. ต่อข้อต่อ 100 จุด

2.5 การฆ่าเชื้อโรคในท่อ (Disinfection)

- 1) ภายหลังจากที่ได้ทำการวางท่อและการทดสอบท่อผ่านเรียบร้อยแล้วต้องทำการฆ่าเชื้อโรคในท่อและล้างท่อให้สะอาด การฆ่าเชื้อโรคในท่อนี้โดยทั่วไปแล้ววิธีการฆ่าเชื้อโรคกระทำโดยปล่อยน้ำเข้าสู่ท่อเพื่อทำการล้างชำระสิ่งสกปรกต่างๆ ออกไปให้หมด หรือจนกว่าน้ำที่ปล่อยออกจากเส้นท่อจะใสแล้วจึงใส่น้ำผสมสารเคมีเข้าไปในท่อตามปริมาณและส่วนผสมที่ได้รับอนุญาตแล้ว โดยผ่านเข้าทางท่อแยกที่อยู่ปลายด้านหนึ่งของท่อในเวลาเดียวกันก็ระบายน้ำออกจากท่อทางปลายอีกด้านหนึ่งจนกระทั่งตรวจสอบได้ว่า สารเคมีได้กระจายปนอยู่ในท่อมั่วเสมอ แล้วปิดปลายปล่อยให้น้ำยาผสมสารเคมีขังไว้ในท่อเป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง อัตราคงอยู่ของคลอรีน (Residual Chlorine) ต้องไม่น้อยกว่า 25 มก./ล.
- 2) สารเคมีที่ใช้ในการฆ่าเชื้อโรคคือคลอรีนผง(Calcium Hypochlorite)หรือสารเคมีอย่างอื่นที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบแล้ว

2.6 การจัดทำ Commissioning และ Acceptance Testing

ผู้รับจ้างจะต้องเสนอวิธีการ Commissioning และ Test ระบบ โดยคำแนะนำของผู้ผลิต ซึ่งจะต้องเตรียมเอกสาร, คู่มือและเครื่องมือในการปรับแต่งและทดสอบดังกล่าวล่วงหน้าก่อนส่งมอบงาน ซึ่งจะต้องมีการปรับแต่งและทดสอบไม่น้อยกว่าที่กำหนดในข้อกำหนดนี้

หมวดที่ 3 ระบบระบายน้ำฝน

2.1 ขอบเขตของงาน

งานระบบระบายน้ำฝนประกอบด้วย

- 1) งานวางท่อน้ำฝน หัวรับน้ำฝน ช่องระบายน้ำที่พื้น ช่องทำความสะอาดท่อ และวางระบายน้ำ คสล. ตามที่ปรากฏในแบบ
- 2) งานต่อท่อระหว่างงานต่าง ๆ ข้างต้น ท่อผ่านพื้นและกำแพง
- 3) งานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบนี้ เพื่อให้การใช้งานระบบเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

2.2 ชนิดของท่อ

ท่อน้ำฝน ให้ใช้ท่อพีอีความหนาแน่นสูง ชั้นคุณภาพ PE100 PN10 ตามมาตรฐาน มอก.982-2556 ต่อด้วยการเชื่อม หรือต่อด้วยหน้าจานมาตรฐาน ทั้งนี้ให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต

2.3 การวางท่อ

ท่อแนวระดับ จะต้องวางโดยมีความลาดเอียงไม่น้อยกว่า 1 : 25 สำหรับท่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 80 มม. (3 นิ้ว) และมีความลาดเอียงไม่น้อยกว่า 1 : 50 สำหรับท่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 80 มม. (3 นิ้ว) ในกรณีที่ไม้อาจปฏิบัติดังกล่าวได้ ให้ทำ Shop Drawing เสนอเพื่ออนุมัติ ก่อนการก่อสร้าง แต่จะต้องมีความลาดเอียงไม่น้อยกว่า 1:100 ในทุกกรณี

2.4 อุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ ของระบบท่อระบายน้ำ

2.4.1 หัวรับน้ำฝน (Roof Drain)

หัวรับน้ำฝนทำด้วยเหล็กหล่อ ช่องระบายน้ำและฐานรองยึดติดกันด้วยสกรู สามารถปรับระดับให้เหมาะสมกับการติดตั้งได้ ได้รับมาตรฐาน มอก. 1052-2534

2.4.2 รางระบายน้ำสำเร็จรูป

รางระบายน้ำสำเร็จรูปทำจากคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยเสริมเหล็กชั้นเดียวในบริเวณที่ไม่มีร่วจิ้งผ่าน และเสริมเหล็กสองชั้นในบริเวณที่มีร่วจิ้งผ่าน ขนาดภายในเป็นไปตามที่ระบุในแบบ

หมวดที่ 4 ระบบบำบัดน้ำเสีย

4.1 ขอบเขตของงาน

งานระบบบำบัดน้ำเสียประกอบด้วย

- 1) งานสำรวจพื้นที่และกำหนดตำแหน่งถังบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสม
- 2) งานขุดดิน ฐานราก และรองพื้นถัง
- 3) งานวางถังบำบัดน้ำเสีย
- 4) งานฝังกลบถังบำบัดน้ำเสียและปรับพื้นผิวให้เป็นไปตามงานสถาปัตยกรรมและความต้องการของผู้ว่าจ้าง
- 5) งานเดินระบบการบำบัดน้ำเสียให้ได้น้ำทิ้งที่เป็นไปตามมาตรฐาน
- 6) งานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบนี้ เพื่อให้การใช้งานระบบเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

4.2 ชนิดของท่อ

ท่อน้ำเสียและน้ำฝน ให้ใช้ท่อพีวีซี ชั้นคุณภาพ 13.5 ตามมาตรฐาน มอก.17-2532 ต่อด้วยน้ำยาประสานท่อ หรือต่อด้วยหน้าจานมาตรฐาน ทั้งนี้ให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต

4.3 การวางท่อ

ท่อแนวระดับ จะต้องวางโดยมีความลาดเอียงไม่น้อยกว่า 1 : 25 สำหรับท่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 80 มม. (3 นิ้ว) และมีความลาดเอียงไม่น้อยกว่า 1 : 50 สำหรับท่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 80 มม. (3 นิ้ว) ในกรณีที่ไม่อาจปฏิบัติดังกล่าวได้ ให้ทำ Shop Drawing เสนอเพื่ออนุมัติก่อนการก่อสร้าง แต่จะต้องมีความลาดเอียงไม่น้อยกว่า 1:100 ในทุกกรณี

4.4 ถังบำบัดน้ำเสีย

- (1) ถังดักไขมันสำเร็จรูป (Packaged Grease Trap)

ถังดักไขมันสำเร็จรูปเป็นแบบชนิดตั้งพื้น ทำด้วยโพลีเอทิลีน ปริมาตรเก็บกักน้ำเสียสุทธิเป็นไปตามที่ระบุในแบบ พร้อมทั้งตะแกรงดักเศษอาหาร และท่อระบายไขมัน

- (2) ถังเกรอะ-กรองไร้อากาศ (Septic / Anaerobic Filter Tank)

ถังเกรอะ-กรองไร้อากาศเป็นแบบชนิดฝังดิน ทำด้วยโพลีเอทิลีน ปริมาตรเก็บกักน้ำเสียสุทธิเป็นไปตามที่ระบุในแบบ พร้อมทั้งข้อต่อยึดหยุ่นทางเข้าและออก ตัวกลางพลาสติกในส่วนกรองและฝาถัง ถังเกรอะ-กรองไร้อากาศจะต้องถูกออกแบบอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการและสามารถบำบัดน้ำเสียและน้ำโสโครกได้อย่างมีประสิทธิภาพ ได้น้ำทิ้งที่มีลักษณะสมบัติเป็นไป

ตามมาตรฐาน ถังเกราะ-กรองไว้อากาศต้องสามารถรองรับน้ำหนักกดทับตามสภาพการใช้งาน
จริงได้โดยไม่เสียรูปหรือแตกร้าว หรืออยู่ภายใต้โครงสร้างที่สามารถรองรับน้ำหนักกดทับได้

4.5. ลักษณะสมบัติของน้ำทิ้ง

ผู้รับจ้างต้องรับประกันลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งให้เป็นไปตามมาตรฐาน ข้อกำหนด หรือกฎหมายที่
เกี่ยวข้อง ภายใต้ลักษณะการใช้งานปกติของโครงการ

หมวดที่ 5 ระบบดับเพลิง

5. ระบบดับเพลิง

5.1 ขอบเขตงาน

ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบ ขนาด ตำแหน่ง จำนวน สภาพของเครื่องจักรอุปกรณ์ รวมถึงแนววางท่อเดิมเพื่อใช้ในการวางแผนการทำงานก่อนการจัดหา ติดตั้ง รื้อย้าย แล้วจึงดำเนินการรื้อย้าย จัดหา และติดตั้ง ระบบดับเพลิงใหม่ ตลอดจนงานที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ รายละเอียดดังนี้

- 1) ปิดวาล์วระบบท่อเดิมในส่วนที่จำเป็น และระบายน้ำออกจากท่อเดิม
- 2) ตัดท่อเดิมให้พร้อมสำหรับการต่อท่อใหม่ รื้อย้ายระบบท่อเดิม
- 3) ติดตั้งระบบท่อใหม่ อุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง
- 4) จัดหา/ติดตั้งอุปกรณ์ยึดท่อ (Pipe Support) และอุปกรณ์แขวนท่อ (Pipe Hanger) ให้มีจำนวนเพียงพอให้ระบบท่อมีความมั่นคงแข็งแรงไม่สั่นคลอน
- 5) ทดสอบระบบท่อใหม่ และทำความสะอาดท่อ
- 6) ตรวจสอบงานให้เรียบร้อย ก่อนเปิดวาล์วระบบท่อเดิมเพื่อนำน้ำดับเพลิงเข้าสู่ทั้งระบบท่อเดิมและระบบท่อใหม่
- 7) จัดทำคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องจักรและวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในระบบ

5.2 ข้อกำหนดทั่วไป

ระบบป้องกันอัคคีภัยจะกำหนดให้ใช้มาตรฐาน NFPA (National Fire Protection Association) วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย และสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม โดยผู้รับจ้างต้องทำการจัดหาอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบที่มีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่าตามที่กำหนดในแบบแปลนและที่จะกำหนดต่อไปนี้ พร้อมหลักฐานประกอบเสนอให้ผู้ควบคุมงานอนุมัติก่อนที่จะนำไปใช้งาน ท่อน้ำดับเพลิงต้องทาสีลงพื้นกันสนิม 2 ชั้นก่อนทำการทาสีจริง โดยจะต้องทำความสะอาดผิวเหล็กให้สะอาดก่อนทาสี อุปกรณ์ในระบบดับเพลิงต้องเป็นชนิดที่ออกแบบมาสำหรับใช้กับระบบดับเพลิงโดยเฉพาะ

5.2.1 ถังดับเพลิงมือถือ

ถังดับเพลิงมือถือ ประกอบด้วยถังบรรจุสารเคมีพร้อมด้วยสายฉีดติดตั้งในจุดตามที่กำหนดในแบบแปลน โดยติดตั้งในตู้ดับเพลิง ตู้ถังดับเพลิง หรือแขวนผนังโดยตรง

- 1) ถัง ทำด้วยเหล็กกล้าหรือเหล็กหล่อ ตัวถังทำจากเหล็กกล้า มีแรงดันขณะใช้งาน 190 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และทนแรงดันทดสอบได้ 500 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ขนาดบรรจุเป็นไปตามที่กำหนดในแบบแปลน
- 2) อุปกรณ์สายฉีด วัสดุสังเคราะห์โพลีเอสเตอร์ทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 21 กก./ตร.ซม.

- 3) ชนิดของสารเคมี ใช้ชนิดผงเคมีแห้ง สำหรับดับเพลิง Class A, B, และ C ได้รับ UL Listed Rating 6A:20B

5.2.2 ระบบท่อ

5.2.2.1 ท่อน้ำดับเพลิง

วัสดุสำหรับท่อน้ำดับเพลิง ให้ใช้ท่อเหล็กดำชนิดมีตะเข็บ (Seamed Black Steel Pipe) Schedule 40 ตามมาตรฐาน ASTM A53 Grade A

5.2.2.2 การติดตั้งท่อน้ำ

(1) ข้อกำหนดทั่วไป

- ติดตั้งท่อน้ำ และอุปกรณ์เข้ากับอุปกรณ์ดับเพลิง ตามรายละเอียดของผู้ผลิต ให้พร้อมต่อการทำงานปกติ
- แบบระบบดับเพลิงเป็น Design Drawing แสดงให้เห็นแนวทางการเดินท่อน้ำ ผู้รับจ้างต้องจัดทำ Shop Drawing เพื่อแสดงการเดินแนวท่อจริงและการติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ เสนอต่อผู้ควบคุมการก่อสร้างก่อนทำการติดตั้ง โดยตรวจสอบกับแบบสถาปัตยกรรม ตกแต่งภายใน โครงสร้าง ระบบปรับอากาศ ระบบสุขาภิบาล และระบบไฟฟ้า รวมทั้งสภาพพื้นที่เดิม เสา คาน ผนัง เพดาน และฝ้า เพื่อการวางระบบและติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นให้สอดคล้องกับสภาพพื้นที่นั้น ๆ
- การติดตั้งท่อน้ำจะต้องเป็นไปโดยถูกต้อง โดยการวัดขนาดความยาวแท้จริง ณ สถานที่ติดตั้ง การติดตั้งต้องไม่ก่อให้เกิดแรงกดดันกับระบบท่อและต้องอยู่ห่างจากประตูหน้าต่างและช่องเปิดอื่น ๆ
- การติดตั้งท่อน้ำ จะต้องเผื่อหุ้มการยึดและหดตัวโดยไม่เกิดความเสียหายกับข้อต่อและอุปกรณ์ต่าง ๆ
- ท่อในแนวดิ่งจะต้องยึดให้ขนานกับแนวผนังหรือเสา และต้องเป็นแนวตรง ก่อนติดตั้งต้องกวาด ผงตะไคร่และฝุ่นต่าง ๆ ออกจากภายในท่อให้หมด
- ท่อต้องติดตั้งให้มีแนวเอียงเพียงพอแก่การระบายน้ำ หรือระบายอากาศออก (Venting)
- ปลายเปิดของท่อหรืออุปกรณ์ จะต้องปิดเพื่อป้องกันฝุ่น ผง เศษผงเข้าไปอยู่ในท่อ เพื่อความสะดวกในการซ่อมบำรุง ซ่อมแซม เปลี่ยนแปลงในระบบท่อ ต้องมียูนิเอนหรือหน้าจานที่จำเป็น
- แนวท่อต้องจัดให้สามารถเข้าถึงได้โดยง่าย เพื่อประโยชน์ในการบำรุงรักษา ซ่อมแซม เปลี่ยนอุปกรณ์
- ใช้ข้อต่อที่ได้มาตรฐานในการต่อท่อที่เปลี่ยนแปลงแนวทางเดิม เปลี่ยนขนาด หรือมีข้อต่อแยก

- หลังจากต่อท่อด้วยแบบขันเกลียว หรือเชื่อมร่องเกลียวส่วนที่เหลือไหลออกมา และรอยเชื่อมต่อทุกแห่งจะต้องใช้แปลงลวดขัดแล้วทาสีกันสนิม Zinc Chromate

(2) การต่อท่อ (Pipe Joints)

ก. การต่อท่อแบบเชื่อม (Welded Joints)

- สำหรับท่อเหล็กดำ ให้ใช้การเชื่อมรอยต่อทุกแห่ง ยกเว้นส่วนที่อยู่เหนือหรือหน้าแปลน ซึ่งเตรียมไว้สำหรับการถอดออกได้
- ท่อขนาดใหญ่ที่จะนำมาเชื่อม ต้องลบปลายให้เป็นมุมประมาณ 35-40 องศา โดยการกลึงก่อนการลบปลายอาจใช้หัวเชื่อมตัดแต่ต้องใช้หมอนเคาะอีกไซด์ และสะกัดโลหะออกพร้อมทั้งตะไบให้เรียบร้อยก่อนการเชื่อม
- การเชื่อมท่อจะต้องเชื่อมแบบ Butt Welding โดยมีมาตรฐานและน้ำหนักท่อตามมาตรฐาน ASA, B 16.9 และ ASTM A-234
- การเชื่อมท่อต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอทั่วทั้งท่อ ให้โลหะที่นำมาเชื่อมละลายเข้าหากันได้อย่างทั่วถึง
- ก่อนการเชื่อม ต้องทำความสะอาดส่วนปลายที่จะนำมาเชื่อมตั้งปลายท่อที่จะนำมาเชื่อมให้เป็นแนวตรง เว้นช่องว่างระหว่างท่อที่นำมาเชื่อม เพื่อป้องกันการปิดระหว่างการเชื่อม
- ห้ามให้ช่างอที่เชื่อมมาเองในงาน
- มาตรฐานในการปฏิบัติงานเชื่อมต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ ASA

ข. การต่อแบบหน้าแปลน (Flanges)

- วาล์วที่ใช้กับท่อขนาด 2' $\frac{1}{2}$ ขึ้นไป ให้ใช้การต่อเข้ากับท่อด้วยหน้าแปลนยกเว้น Hose Gate Valve ให้ต่อท่อด้วยเกลียว
- การยึดจัดหน้าแปลนของท่อสองท่อต้องขนานกัน และอยู่ในแนวเดียวกัน หน้าแปลนทั้งสองต้องยึดจับแน่นด้วย Bolt ยึด
- หน้าแปลนและยูเนียน จะต้องมีย่นารอบ เรียบ ไม่คดเอียงมีปะเก็นยางสังเคราะห์หนา 1/16 นิ้ว หรือปะเก็นแอสเบสตอส (ใช้กับท่อนอกอาคาร) สวมสอดอยู่
- Bolt ที่ใช้ยึดจัดหน้าแปลนขันเกลียวร่วมกับ Nut เมื่อขันเกลียวต่อแล้วต้องไหลเกลียวออกมาจาก Nut ไม่เกิน 1/4 ของเส้นผ่าศูนย์กลางของ Bolt, Bolt & Nut ที่จะใช้จะต้องทำด้วยวัสดุเหล็กผสมนิกเกิลหรือโลหะที่ไม่เป็นสนิมได้โดยง่าย

ค. ที่แขวนและที่รองรับท่อ

- ที่แขวนท่อและที่รองรับท่อ จะต้องเป็นชนิดที่ปรากฏในแบบ และต้องใช้ที่ทุก ๆ ระยะ 10 ฟุตของท่อหรือในช่วงที่ท่อหักเปลี่ยนทิศทาง ต้องมีที่แขวนและรองรับไม่เกิน 24 นิ้ว จากช่วงหักเลี้ยว
- ที่แขวนท่อและหนุนท่อ ต้องสามารถรับระยะสูงต่อในแนวดิ่งได้ไม่ต่ำกว่า 2 นิ้ว
- Anchor รองรับท่อในแนวดิ่งที่แสดงในแบบและเท่าที่จำเป็น เพื่อป้องกัน Under Strain จะต้องเป็น Heavy Forged หรือ Welded Construction แยกต่างหากจาก Support
- Anchor สำหรับรองรับท่อในแนวนอนเพื่อป้องกัน Strain จาก Offsets จะต้องเป็น Forged Wrought Iron Clamped ยึดอย่างแน่น
- การรองรับท่อแนบในแนวดิ่ง ตรงข้อต่อต้องเป็นไปดังแสดงไว้ในแบบ
- ห้ามใช้ที่รองรับท่อชนิดอื่น ๆ เช่น ลวด เชือก ไม้ โซ่ ซึ่งไม่ได้ระบุไว้มาไว้รองรับท่อ
- ผู้ติดตั้งต้องรับผิดชอบในการจัดหา วาง Concrete Insert และ Anchor Rod และทำงานเกี่ยวกับโครงสร้างอื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับการติดตั้งที่รับท่อต่าง ๆ
- ที่ท่อน้ำวิ่งขนานกัน หรือใกล้เคียงกับท่อชนิดอื่น ๆ ผู้ติดตั้งจะต้องแสดงถึงตำแหน่ง ระดับของท่อต่าง ๆ ก่อนการติดตั้งท่อและที่รองรับจริง
- ที่แขวนท่อและรองรับท่อ จะมีขนาดและรายละเอียดดังที่ระบุไว้ในแบบ แต่ผู้ทำการติดตั้งจะต้องรับผิดชอบในการเพิ่มขนาดเหล็กแขวนท่อ และความหนาของเหล็กเพื่อให้เหมาะกับน้ำหนักของท่อในส่วนที่จำเป็น
- ต้องทาสีกันสนิม Red Lead Primer หนึ่งชั้น และทาสีทับอีกชั้นหนึ่ง (One Primer Coat and One Finished Coat)

ง. ท่อสวมลวด (Pipe Sleeve)

- ท่อสวมลวด ต้องฝังไว้ในบริเวณที่ท่อน้ำเดินผ่านผนัง คาน หรือพื้นคอนกรีต
- ท่อสวมลวดจะต้องกว้างกว่าขนาดของท่อที่ลอดอย่างน้อย 1 นิ้ว และต้องยาวตลอดช่วงที่ผ่านทะลุโครงสร้างนั้น ท่อก่อนฝังต้องทาสีกันสนิมอย่างน้อย 2 ชั้น
- ในกรณีที่ท่อทะลุผ่านพื้น ท่อสวมลวดจะต้องทะลุสูงขึ้นไปบนพื้นเพื่อกันน้ำไหลเข้าไปในช่องท่อ และต้องอุดวัสดุกันน้ำรอบท่อลอดท่อนี้
- รอบช่องว่างระหว่างท่อน้ำกับท่อสวมลวด ต้องอุดด้วยวัสดุซึ่งสามารถกันไฟได้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง สำหรับ และท่อเหล็ก ใช้วัสดุรัดท่อที่เป็นเหล็กสำเร็จชิ้นเดียว มีเนื้อวัสดุขยายตัวประกอบอยู่ภายใน และมีซีลกันควันได้ในตัว หรือจะใช้มอร์ต้าสำหรับท่อที่เป็นโลหะอื่น หรือท่อเหล็กได้

- ในกรณีที่ท่อลอดผ่านผนัง พื้น เพดาน ซึ่งปรากฏแก่สายตาจะต้องปิดช่องทั้ง 2 ด้านของผนังพื้นเพดานด้วยแผ่นอลูมิเนียมหนา 1.2 มม. โดยยึดด้วยเช็ท สกรู

5.2.3 ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง (Sprinkler System)

5.2.3.1 ข้อกำหนดทั่วไป

- (1) ติดตั้งระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติตามแบบรายละเอียดและข้อกำหนดจนสามารถใช้งานได้สมบูรณ์ตามที่ต้องการ
- (2) มาตรฐานการติดตั้งระบบ จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ NFPA 13 Standard for The Installation of Sprinkler System
- (3) อุปกรณ์ทุกชนิดที่ใช้ในระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง ต้องเป็นของใหม่จากโรงงานผู้ผลิตเดียวกันทั้งหมด

5.2.3.2 หัวกระจายน้ำดับเพลิง (Sprinkler Head)

- (1) เป็นชนิดหัวทองเหลืองและชุบโครเมียมที่ระบุให้ใช้ในแบบรายละเอียดและข้อกำหนด
- (2) อุณหภูมิทำงานของหัวกระจายน้ำดับเพลิง (Sprinkler) ให้ใช้อุณหภูมิสูงสุดที่ระดับเพดาน (Maximum Ceiling Temperature) ที่ประมาณ 57-68 องศาเซลเซียส ทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 175 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
- (3) ชิ้นส่วนของหัวกระจายน้ำดับเพลิงจะต้องสร้างขึ้นและประกอบกันตามมาตรฐาน และผ่านการรับรองจาก UL และ FM ของสหรัฐอเมริกาแล้ว ซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญ ๆ เช่น แผ่นหักเหทิศทางการน้ำ (Deflector), กระเปาะแก้วบรรจุสี (Frangible Bulb), แสดงอุณหภูมิการทำงาน Orifice, Valve, Frame or Yoke ตัวเรือน (Body)
- (4) หัวกระจายน้ำดับเพลิงจะต้องมีตัวเลขแสดงอุณหภูมิทำงานของกระเปาะแก้ว (Temperature Rating) เป็นองศาฟาเรนไฮต์หรือเซลเซียสอย่างใดอย่างหนึ่ง และจะต้องมีตัวเลขบอกปีที่ผลิตพิมพ์ติดไว้ที่ Frame หรือตัวเรือนอีกด้วย

5.2.3.3 การติดตั้งท่อในระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง

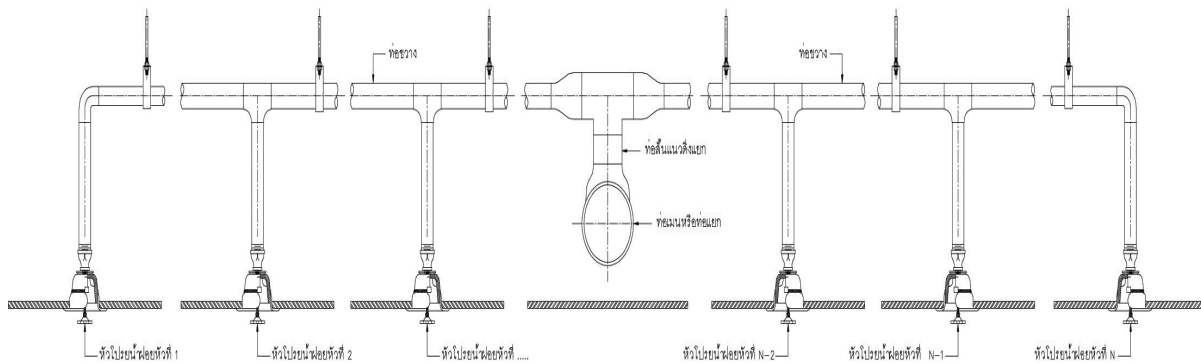
- (1) การติดตั้งท่อและหัวกระจายน้ำดับเพลิงในโครงการจะต้องมีระยะต่าง ๆ และวิธีการติดตั้งตามมาตรฐานการป้องกันอัคคีภัยของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (EIT Standard 3002-51) โดยหากมีแบบหรือข้อกำหนดใด ๆ มีความขัดแย้งกับมาตรฐานดังกล่าวให้ผู้รับจ้างยึดมาตรฐานดังกล่าวเป็นหลักและเป็นที่สิ้นสุดโดยห้ามมิให้ผู้รับจ้างเรียกร้องค่าเสียหายใด ๆ จากความผิดพลาดจากผู้เกี่ยวข้อง ดังนั้นผู้รับจ้างจึงมีหน้าที่ศึกษามาตรฐานดังกล่าวให้เข้าใจก่อนทำการเสนองาน
- (2) การแขวนท่อและรองรับท่อ (Hanger) สำหรับท่อในแนวขวาง (Cross Main) แขวนท่อทุก ๆ ช่วงของท่อแยก (Branch Line)
 - ขนาดของท่อเส้นแนวตั้งขึ้นจากท่อแยกไปยังท่อแนวขวางให้ขึ้นกับจำนวน และค่า K ของหัวกระจายน้ำดับเพลิงที่ติดตั้งอยู่ในท่อแนวขวางซึ่งมีขนาดดังต่อไปนี้

5.6 K

จำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิงที่ติดตั้ง ในท่อแนวขวาง, N (หัว)	ขนาดของท่อเส้นแนวตั้งขึ้น
ไม่เกิน 2	1"
3	1 1/4"
4-5	1 1/2"
6-10	2"

8.0 K และ 11.2 K

จำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิงที่ติดตั้ง ในท่อแนวขวาง, N (หัว)	ขนาดของท่อเส้นแนวตั้งขึ้น
ไม่เกิน 2	1 1/4"
3	1 1/2"
4-5	2"
6-10	2 1/2"



N = จำนวนตัวโปรยน้ำทั้งหมดบนตึก

- ความยาวของท่อแยกจากจุดที่แขนท่อน้ำอันสุดท้ายของท่อแยก จะต้องไม่มากกว่า 35 นิ้ว (914 มิลลิเมตร) สำหรับท่อแยกขนาด 1 นิ้ว หรือ 48 นิ้ว (1,249 มิลลิเมตร) สำหรับท่อแยกขนาด 1 1/4 นิ้ว ในกรณีที่ความยาวเกินกว่านี้จะต้องเพิ่มที่แขนท่อรองรับที่ปลายของท่อแยกด้วย

(4) ระยะเวลาของท่อแยก ท่อขวาง และ Feed Main

- การแขวนท่อน้ำในระบบฉีดน้ำโดยอัตโนมัติ จะต้องมีความลาดเอียงเพียงพอเพื่อระบายน้ำในระบบทิ้ง
- ความลาดเอียงของท่อแยก (Branch Line) ไปยังท่อขวาง (Cross main) จะต้องไม่น้อยกว่า 1:250 และไม่น้อยกว่า 1:500 สำหรับท่อแยกช่วงสั้น ๆ
- ความลาดเอียงของท่อขวาง (Cross Main) และความลาดเอียงของท่อ Feed Main ไปยังท่อ Riser จะต้องไม่น้อยกว่า 1:500

5.3 การทดสอบระบบดับเพลิง

5.3.1 ทัวไป

ให้ทดสอบด้วยกำลังอัดต้นของน้ำในระหว่างการติดตั้ง และภายหลังการติดตั้งระบบท่อดับเพลิง รวมถึงการล้างท่อน้ำภายหลังการติดตั้งด้วยเครื่องสูบน้ำ

5.3.2 การทดสอบระบบท่อน้ำ

ระบบท่อดับเพลิงที่ติดตั้งเสร็จแล้ว จะต้องได้รับการทดสอบด้วยแรงดันของน้ำ โดยอัดน้ำเข้าไปในระบบท่อน้ำทั้งหมดด้วยความดันไม่น้อยกว่า 200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ระบบท่อดับเพลิงทั้งหมดจะต้องไม่มีการรั่วของน้ำปรากฏให้เห็น

5.3.3 การล้างท่อน้ำ

- (1) ให้ล้างระบบท่อน้ำที่ติดตั้งเสร็จเป็นส่วน ๆ โดยกำหนดให้มีอัตราการไหลของน้ำตามขนาดท่อที่ระบุดังต่อไปนี้

ขนาดท่อ(นิ้ว)	อัตราการไหลของน้ำ (ยูเอสแกลลอนต่อนาที)
4	400
6	650
8	1,000

- (2) ท่อส่วนที่อยู่ระหว่างหัวรับน้ำดับเพลิงและเช็ควาล์ว หลังจากการติดตั้งจะต้องได้รับการล้างท่อด้วยปริมาณน้ำที่กำหนดก่อนการติดตั้งหัวน้ำเข้ากับระบบท่อ

5.4 ข้อกำหนดอื่นๆ

5.4.1 ช่องท่อผ่าน การเจาะ ตัด ปะโครงสร้าง และการซ่อมแซมกลับ

- (1) ตรงที่ซึ่ง ท่อ ปล่อง จะต้องเดินผ่านคาน ฝ้า กำแพง ผนัง เพดาน หรือสิ่งก่อสร้างถาวรอื่น ๆ ให้ผู้รับจ้างจัดหาและติดตั้งปลอกท่อ (Sleeve, Block-Out) ตามรูปแบบที่จำเป็น
- (2) ทุกครั้งที่ผู้รับจ้างจะต้องเจาะ ตัด ปะโครงสร้าง เพื่อการติดตั้งปลอกท่อ หรือเพื่อการอื่นใดของตน จะต้องผ่านการประสานงานจากผู้รับจ้างฝ่ายโครงสร้าง และ ได้รับการอนุมัติจากวิศวกร
- (3) เพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงการเจาะ ตัด ปะโครงสร้าง ให้เหลือน้อยที่สุดเท่าที่จำเป็น ผู้รับจ้าง จะต้องให้ตำแหน่งปลอกท่อในระบบของตนแก่ฝ่ายโครงสร้าง ก่อนที่จะมีการผูกเหล็กเทคอนกรีตหล่อคาน ฝ้า กำแพง ผนัง เพดาน หรือสิ่งก่อสร้างถาวรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง
- (4) ผู้รับจ้างจะต้องนำเสนอวิธีการซ่อมแซมพื้น และผนังกลับต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเพื่อขออนุมัติก่อนการดำเนินการ ทั้งนี้วิธีการดำเนินการดังกล่าวจะต้องเป็นไปด้วยความปราณีต เรียบร้อย เป็นที่ยอมรับ โดยเฉพาะพื้นจะต้องปราศจากการรั่วซึมภายหลังอย่างเด็ดขาด และจะต้องไม่ส่งผลต่อการรับน้ำหนักของโครงสร้าง

5.4.2 การรื้อย้ายเครื่องจักรอุปกรณ์

- (1) ก่อนการรื้อย้ายเครื่องจักรอุปกรณ์ใดๆ ที่มีอยู่เดิมผู้รับจ้างจะต้องทำบัญชีที่ระบุรายชื่อเครื่องจักร ขนาด จำนวนและสภาพเดิมแจ้งต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเพื่อตรวจสอบและรับรองความถูกต้อง
- (2) ในการรื้อย้ายเครื่องจักรอุปกรณ์จะต้องมีการรายงานรายชื่อเครื่องจักร อุปกรณ์และจำนวนที่รื้อย้าย แยกประเภทการจัดเก็บหรือการนำไปกำจัดตลอดจนสถานที่จัดเก็บหรือนำไปกำจัด ทุกวันหรือทุกสัปดาห์ ตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด โดยผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างจะต้องตรวจสอบและเซ็นรับรองความถูกต้องทุกครั้ง

- (3) การรื้อย้ายเครื่องจักรอุปกรณ์ทุกชิ้นจะต้องเป็นไปด้วยความระมัดระวังโดยพยายามให้อยู่สภาพเดิมมากที่สุด โดยเคลื่อนย้ายโดยวิธีการที่เหมาะสมไปเก็บหรือกำจัดยังสถานที่ที่ผู้ว่าจ้างกำหนดเท่านั้น ในกรณีที่ เป็นสถานที่จัดเก็บจะต้องมีระบบป้องกันการสูญหายอย่างเข้มงวด
- (4) เมื่อสิ้นสุดโครงการในส่วนเครื่องจักรอุปกรณ์ที่มีการระบุให้จัดเก็บจะต้องมีปริมาณตรงกับบัญชี หากมี จำนวน หรือสภาพที่แตกต่างจากที่บันทึกไว้จะต้องจัดหา/ชดเชย ตามกระบวนการของผู้ว่าจ้างเว้นแต่จะ ได้รับการยกเว้นจากผู้ว่าจ้างเป็นลายลักษณ์อักษรเท่านั้น

ส่วนที่ 4 งานวิศวกรรมระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

โครงการ:

ออกแบบปรับปรุงลานกิจกรรมการเรียนรู้ศิลปกรรมเพื่อชุมชน

คณะศิลปกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สารบัญ

หน้า

บทที่	1	ความต้องการทั่วไป	1-1 – 1-3
บทที่	2	ความรับผิดชอบ	2-1 – 2-5
บทที่	3	การปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร	3-1 – 3-3
บทที่	4	การประสานงาน	4-1
บทที่	5	ความปลอดภัยและการป้องกันสิ่งสาธารณูปโภค	5-1 – 5-2
บทที่	6	เครื่อง วัสดุและอุปกรณ์	6-1 – 6-3
บทที่	7	แบบ และหนังสือคู่มือ	7-1 – 7-3
บทที่	8	เครื่องปรับอากาศแบบ SPLIT TYPE AIR CONDITIONING UNIT	8-1 – 8-5
บทที่	9	ระบบปรับอากาศ VARIABLE REFRIGERANT VOLUME	9-1 – 9-12
บทที่	10	เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบอากาศ Energy Recovery Ventilator (ERV)	10-1
บทที่	11	ระบบส่งลมและอุปกรณ์ (AIR DISTRIBUTION AND ACCESSORIES)	11-1 –11-6
บทที่	12	ระบบไฟฟ้า	12-1 –12 -4
บทที่	13	อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า	13-1 –13 -3
บทที่	14	การทดสอบทำความสะอาดและการปรับแต่ง	14-1–14-2
บทที่	15	การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี	15-1–15-3
บทที่	16	แผงสวิทช์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า	16-1–16-6

บทที่ 1

ความต้องการทั่วไป

1.1 บทนำ

เจ้าของโครงการมีความประสงค์จะจัดหาพร้อมติดตั้งเครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศและระบายอากาศ รวมถึงอุปกรณ์อำนวยความสะดวกอื่นๆ สำหรับใช้งานโครงการ:ปรับปรุงห้องเรียนและห้องน้ำพื้นที่ชั้น 3-10 อาคารวิทยาลัยนานาชาติเพื่อศึกษาความยั่งยืน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

วัสดุ และอุปกรณ์ ตลอดจนการติดตั้งระบบต่างๆ ตามข้อกำหนดต้องมีความเหมาะสมกับการใช้งานภายใต้สภาพภูมิอากาศแวดล้อม ดังต่อไปนี้

- อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 35°C (95°F)
- อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 30.0°C (86°F)
- ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเฉลี่ย 70 %
- ความชื้นสัมพัทธ์ เฉลี่ยตลอดปี 60 %

1.2 คำจำกัดความ

คำนาม คำสรรพนาม ที่ปรากฏในข้อกำหนด สัญญา และ รายการก่อสร้าง รวมทั้งเอกสารอื่นที่แนบสัญญาให้มีความหมายตามที่ระบุไว้ในหมวดนี้ นอกจากจะมีการระบุเฉพาะไว้เป็นอย่างอื่น

“เจ้าของโครงการ”	หมายถึง เจ้าของงานก่อสร้างโครงการนี้ วิทยาลัยนานาชาติเพื่อศึกษาความยั่งยืน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ลงนามในสัญญา และ มีอำนาจตามที่ระบุในสัญญา
“ผู้คุมงาน”	หมายถึง ผู้แทนเจ้าของโครงการที่ได้รับการแต่งตั้งให้ควบคุมงาน
“สถาปนิก”	หมายถึง สถาปนิกหรือวิศวกรผู้มีนามปรากฏอยู่ในแบบ และในเอกสารต่างๆ ในฐานะผู้ออกแบบและกำหนดรายการก่อสร้าง
“ผู้รับจ้าง”	หมายถึง นิติบุคคล และตัวแทน หรือลูกจ้างของนิติบุคคลที่ลงนามเป็นคู่สัญญากับเจ้าของโครงการ
“งานก่อสร้าง”	หมายถึง งานต่างๆ ที่ได้ระบุในแบบก่อสร้างประกอบสัญญา รายการก่อสร้าง และเอกสารสัญญา รวมทั้งงานประกอบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

“แบบประกอบสัญญา”	หมายถึง แบบก่อสร้างทั้งหมดที่มีประกอบในการทำสัญญาจ้างเหมา และแบบก่อสร้างที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข และเพิ่มเติมโดยความเห็นชอบของผู้คุมงานแล้ว
“รายละเอียดประกอบแบบหรือข้อกำหนด”	หมายถึง ข้อความและรายละเอียดที่กำหนด และควบคุมคุณภาพของวัสดุ อุปกรณ์ เทคนิค และข้อตกลงต่างๆ ที่เกี่ยวกับงานก่อสร้างที่มีปรากฏหรือไม่มีปรากฏในแบบก่อสร้างตามสัญญานี้
“การอนุมัติ”	หมายถึง การอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้มีอำนาจหน้าที่ในการอนุมัติ
“ระบบประกอบอาคาร”	หมายถึง ระบบไฟฟ้า ระบบปรับอากาศ และระบบระบายอากาศ ระบบสุขาภิบาลและระบบอื่นๆ นอกเหนืองานสถาปัตยกรรมและก่อสร้าง

1.3 ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างต้องจัดหา ติดตั้ง และทดสอบเครื่อง อุปกรณ์ สำหรับระบบปรับอากาศ และระบบระบายอากาศ ซึ่งติดตั้งทั้งภายนอก และภายในอาคารดังแสดงไว้ในแบบ และข้อกำหนด เพื่อให้ใช้งานได้สมบูรณ์และถูกต้องตามความประสงค์ของเจ้าของโครงการ

1.4 สถาบันมาตรฐาน

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น มาตรฐานทั่วไปของวัสดุ อุปกรณ์ การประกอบ และการติดตั้งที่ระบุไว้ในแบบและรายละเอียดประกอบแบบเพื่อใช้อ้างอิงสำหรับงานตามสัญญานี้ ให้ถือตามมาตรฐานของสถาบันที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)
- ASSOCIATION OF HOME APPLIANCE MANUFACTURERS (AHAM)
- AIR MOVEMENT AND CONTROL ASSOCIATION, INC (AMCA)
- AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE (ANSI)
- AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE (API)
- AIRCONDITIONING AND REFRIGERATION INSTITUTE (ARI)
- AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS (ASHRAE)
- AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS (ASME)
- AMERICAN SOCIETY OF TESTING MATERIALS (ASTM)
- BRITISH STANDARD (BS)
- FACTORY MUTUAL (FM)

- INTERNATIONAL ELECTRO-TECHNICAL COMMISSION (IEC)
- METROPOLITAN ELECTRICITY AUTHORITY (MEA)
- NATIONAL ELECTRICAL CODE (NEC)
- NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS (NEMA)
- NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA)
- SHEET METAL AND AIRCONDITIONING CONTRACTORS NATIONAL ASSOCIATION INC. (SMACNA)
- UNDERWRITERS' LABORATORIES, INC. (UL)

1.5 สถาบันตรวจสอบ

ในกรณีที่ต้องทดสอบคุณภาพ วัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้งานตามสัญญานี้ อนุมัติให้ทดสอบในสถาบันดังต่อไปนี้

- คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- กรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี
- สถาบันอื่นๆ ที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปและได้รับความเห็นชอบจากเจ้าของโครงการ

บทที่ 2

ความรับผิดชอบ

2.1 การสำรวจบริเวณก่อสร้าง

ผู้รับจ้างต้องสำรวจสถานที่ก่อนการติดตั้ง วัสดุ อุปกรณ์ต่างๆ เพื่อศึกษาถึงลักษณะและสภาพทั่วไป ขอบเขตสิ่งก่อสร้างที่มีอยู่ สาธารณูปโภคต่างๆ มีความเข้าใจเป็นอย่างดีไม่ว่ากรณีใดๆ ก็ตามผู้รับจ้างจะยกข้ออ้างถึงการที่ตนไม่ทราบข้อเท็จจริงหรือข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้นเพื่อประโยชน์ใดๆ ของตนมิได้

2.2 การตรวจสอบแบบ รายการ และข้อกำหนด

ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบ รายการ และข้อกำหนดต่างๆ จนเข้าใจถึงเงื่อนไขต่างๆ โดยละเอียด เมื่อมีข้อสงสัยหรือพบข้อผิดพลาดให้สอบถามจากผู้คุมงานโดยตรง

ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบรายละเอียดจากแบบสถาปัตย์ และแบบโครงสร้างพร้อมไปกับแบบทางวิศวกรรมสาขาอื่นๆ ที่ปรากฏในโครงการนี้ก่อนการติดตั้ง วัสดุ อุปกรณ์เสมอ เพื่อขจัดข้อขัดแย้ง

2.3 พนักงาน

ผู้รับจ้างต้องจัดหาวิศวกร หัวหน้าช่างและช่างชำนาญงานที่มีประสบการณ์ ความสามารถที่เหมาะสมกับงานที่ได้รับมอบหมายเข้ามาปฏิบัติงาน โดยมีวิธีการจัดงาน และ ทำงานที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ และมีจำนวนเพียงพอสำหรับการปฏิบัติงานได้ทันที ให้แล้วเสร็จทันตามความประสงค์ของเจ้าของโครงการ

วิศวกรผู้รับผิดชอบโครงการของผู้รับจ้าง ต้องเป็นวิศวกรที่ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกร ควบคุมตามพระราชบัญญัติควบคุมวิชาชีพวิศวกรรมระดับสามัญวิศวกรเป็นผู้รับผิดชอบ

วิศวกรผู้รับผิดชอบโครงการของผู้รับจ้าง เป็นผู้รับผิดชอบในการดำเนินงาน และควบคุมการติดตั้งให้เป็นไปตามแบบรายการ และข้อกำหนดให้ถูกต้องตามหลักวิชา และวิธีปฏิบัติซึ่งเป็นที่ยอมรับ การลงนามในเอกสารขณะปฏิบัติงานจะถือเป็นความผูกพันของผู้รับจ้างไม่ว่ากรณีใดๆ ผู้รับจ้างจะยกข้ออ้างถึงการที่ตนไม่ทราบข้อเท็จจริงต่างๆ เพื่อประโยชน์ของตนมิได้

เจ้าของโครงการสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้ผู้รับจ้าง เปลี่ยนพนักงานที่เห็นว่าฝีมือการปฏิบัติงานไม่ดีพอ หรืออาจเกิดความเสียหายหรือก่อให้เกิดอันตราย ผู้รับจ้างต้องจัดหาพนักงานใหม่ที่มีประสิทธิภาพดีพอมาทำงานแทนโดยทันทีและค่าใช้จ่ายใดๆ ที่เกิดขึ้นให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

ผู้รับจ้างต้องเสนอชื่อ ประวัติ และผลงานของวิศวกร และหัวหน้าช่างทุกคน พร้อมทั้งตำแหน่งหน้าที่ในการปฏิบัติงานในโครงการให้เจ้าของโครงการพิจารณาอนุมัติก่อนเริ่มโครงการ

2.4 การติดต่อและค่าธรรมเนียม

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ผู้รับจ้างเป็นผู้ติดต่อประสานงานกับหน่วยงานของรัฐ หรือเอกชนในระบบที่เกี่ยวข้องกับผู้รับจ้างเพื่อให้ได้มาซึ่งความสมบูรณ์ของระบบประกอบอาคารนั้น สำหรับใช้ในโครงการ โดยค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการติดต่อดำเนินงานรวมถึงค่าธรรมเนียมและค่าดำเนินการที่เรียกเก็บโดยหน่วยงานของรัฐ หรือเอกชนผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น ทั้งนี้ยกเว้นค่าประกันมิเตอร์

2.5 การจัดหาไฟฟ้า โทรศัพท์ ฯลฯ เพื่อใช้ระหว่างการก่อสร้าง

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดหาน้ำประปา ไฟฟ้า โทรศัพท์ ฯลฯ ซึ่งเกี่ยวข้องกับระบบงานในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างสำหรับการใช้ในการก่อสร้างตามโครงการ

ผู้รับจ้าง ต้องประสานงานกับผู้รับจ้างงานอาคารเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นระหว่างการก่อสร้างซึ่งอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

ผู้รับจ้างต้องให้ข้อมูลกับผู้รับจ้างงานอาคารเกี่ยวกับปริมาณ ขนาด และรายละเอียดอื่นๆ ที่จำเป็นเพื่อรวบรวมและดำเนินการติดต่อกับหน่วยงานต่างๆ ของรัฐ หรือเอกชนในการขออนุมัติให้บริการดังกล่าว

การติดตั้งท่อ อุปกรณ์ ฯลฯ ที่เกี่ยวข้องกับการให้บริการ ซึ่งอยู่ในบริเวณที่อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง ให้ผู้รับจ้างดำเนินการเอง

2.6 การทำงานนอกเวลาทำการปกติ

หากผู้รับจ้างมีความประสงค์ที่จะทำงานในช่วงเวลาทำงานที่เกินเวลา 8 ชั่วโมงในวันทำงานปกติและทำงานล่วงเวลาในวันอาทิตย์ วันนักขัตฤกษ์หรือวันที่ทางราชการกำหนดให้เป็นวันหยุดราชการ ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้คุมงานทราบล่วงหน้าอย่างน้อย 1 วัน เพื่อขออนุมัติทำงานล่วงเวลา โดยทางผู้คุมงานจะพิจารณาอนุมัติตามความเหมาะสม

2.7 การเสนอรายละเอียด วัสดุ อุปกรณ์เพื่อขออนุมัติ

ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียด (Submittal Data) ของวัสดุ อุปกรณ์เสนอผู้คุมงานเพื่ออนุมัติก่อนดำเนินการใดๆ อย่างน้อย 30 วัน รายการใดที่ยังไม่อนุมัติ ห้ามนำเข้ามายังบริเวณหน่วยงานโดยเด็ดขาด

รายละเอียดวัสดุ อุปกรณ์แต่ละอย่างให้เสนอแยกกันโดยรวบรวมข้อมูลเรียงลำดับให้เข้าใจง่าย พร้อมทั้งแนบเอกสารสนับสนุน เช่น แค็ตตาล็อก และมีเครื่องหมายชี้บอกรุ่น ขนาด และความสามารถเพื่อประกอบการพิจารณา

ผู้รับจ้างต้องประทับตราเครื่องหมาย ชื่อบริษัทหรือลงชื่อกำกับเอกสารทุกชิ้นที่เสนอ เพื่อขออนุมัติ

2.8 การจัดทำตารางแผนงาน

ผู้รับจ้างต้องจัดทำตารางแผนงานแสดงรายละเอียดจำนวนพนักงาน การขนส่งเครื่อง และอุปกรณ์เข้า

สถานที่ติดตั้ง การติดตั้งและการแล้วเสร็จของงานแต่ละขั้นตอนเพื่อประกอบการประสานงานเสนอต่อผู้คุมงานเป็นระยะๆ ตารางแผนงานนี้จะต้องได้รับการปรับปรุงให้สอดคล้องกับแผนงานก่อสร้างอยู่เสมอ

2.9 การจัดทำรายงานผลความคืบหน้าของงาน

ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายงานการปฏิบัติงานประจำวัน และสรุปผลเป็นรายเดือนส่งให้ผู้คุมงานจำนวน 2 ชุด สำหรับรายงานประจำวัน และ 4 ชุดสำหรับรายงานประจำเดือน ทุกสัปดาห์แรกของเดือนตั้งแต่เริ่มเข้าปฏิบัติงานจนถึงวันส่งมอบงาน รายงานดังกล่าวประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้.-

- จำนวนและตำแหน่งหน้าที่ของพนักงานทั้งหมดที่เข้าปฏิบัติงาน
- จำนวนวัสดุ อุปกรณ์ที่นำเข้ามายังหน่วยงาน
- รายละเอียดงานที่ปฏิบัติ
- วันที่ได้รับคำสั่งแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติงานจากสถาปนิก, ผู้ควบคุมงาน
- วันที่เสนอแบบใช้งานและรับแบบแก้ไขจากสถาปนิก, ผู้ควบคุมงาน
- เหตุการณ์พิเศษอื่น ๆ เช่น อุบัติเหตุ ฯลฯ

2.10 การประชุมโครงการ

ผู้รับจ้างต้องเข้าร่วมประชุมโครงการ และประชุมในหน่วยงานซึ่งจัดให้มีขึ้นเป็นระยะๆ โดยผู้รับจ้างงานอาคารหรือผู้คุมงาน ผู้เข้าร่วมประชุมต้องมีอำนาจในการตัดสินใจสั่งการและทราบรายละเอียดของโครงการเป็นอย่างดี

2.11 รายการแก้ไขงานติดตั้ง

ผู้รับจ้างต้องยอมรับและดำเนินการโดยมิชักช้า เมื่อได้รับรายการให้แก้ไขข้อบกพร่องในการปฏิบัติงานจากผู้คุมงาน เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดในสัญญา และถูกต้องตามหลักวิชาโดยจะต้องรับผิดชอบต่อ ค่าใช้จ่ายในการแก้ไข เนื่องจากความบกพร่องต่างๆ ทั้งสิ้น

2.12 การทดสอบเครื่องและระบบ

ผู้รับจ้างต้องจัดทำตารางแผนงานแสดงกำหนดการทดสอบเครื่องและระบบรวมทั้งจัดเตรียมเอกสารแนะนำจากผู้ผลิตในการทดสอบ (Operation Manual) เสนอผู้คุมงานก่อนทำการทดสอบอย่างน้อย 14 วัน

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดหาทั้งหมดผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเครื่อง และระบบตามหลักวิชาและข้อกำหนด โดยมีผู้แทนเจ้าของโครงการ และ/หรือ สถาปนิกอยู่ร่วมขณะทดสอบด้วย

รายงานข้อมูลในการทดสอบ (Test Report) ให้ทำเป็นแบบฟอร์มเสนออนุมัติต่อผู้คุมงานก่อนทำการทดสอบ หลังการทดสอบผู้รับจ้างต้องกรอกข้อมูลตามที่ได้จากการทดสอบจริงส่งให้ผู้คุมงานจำนวน 4 ชุด

ค่าใช้จ่ายต่างๆ เช่น ค่ากระแสไฟฟ้า น้ำประปา แรงงาน ฯลฯ ในระหว่างการทดสอบเครื่องและระบบ อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

2.13 การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ที่ควบคุมและบำรุงรักษาเครื่องของเจ้าของโครงการให้มีความรู้ความสามารถในการใช้งาน และการบำรุงรักษาเครื่องเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 15 วันติดต่อกันภายหลังส่งมอบงาน หรือจนกว่าเจ้าหน้าที่ควบคุมเครื่องของเจ้าของโครงการสามารถใช้เครื่องได้ด้วยตนเอง

2.14 การส่งมอบงาน

ผู้รับจ้างจะต้องเปิดใช้งานเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพ หรือพร้อมที่จะใช้งานได้เต็มความสามารถในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง ติดต่อกัน ค่าใช้จ่าย เช่น ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบเครื่อง อุปกรณ์และระบบตามที่ผู้คุมงานจะกำหนดให้ทดสอบจนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจ และแน่ใจว่าการทำงานของระบบที่ทำการทดสอบถูกต้องตามความประสงค์ของเจ้าของโครงการ

รายการสิ่งของต่างๆ ที่ผู้รับจ้างต้องส่งมอบให้แก่เจ้าของโครงการในวันส่งมอบงานซึ่งถือเป็นส่วนหนึ่งของการตรวจรับมอบงานด้วยคือ

- แบบสร้างจริง (AS-BUILT DRAWING) กระดาษขนาด A3 จำนวน 3 ชุด
(ขนาดกระดาษสามารถปรับได้ตามความเหมาะสม)
- แบบสร้างจริงที่บรรจุใน USB DRIVE (FILE PDF, DWG) จำนวน 2 ชุด
- หนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์ จำนวน 3 ชุด

- เครื่องมือพิเศษสำหรับการปรับแต่ง ซ่อมบำรุงเครื่องจักร อุปกรณ์ ซึ่งโรงงานผู้ผลิตส่งมาให้
- อะไหล่ต่างๆ ตามข้อกำหนด
- แคตตาล็อกเครื่องจักร อุปกรณ์ประกอบ ท่อต่างๆในระบบจำนวน 4 ชุด
- Flash Drive เก็บแบบ As-Built Drawings เก็บผลการทดสอบเครื่องจักรและระบบ เก็บหนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์ แคตตาล็อกเครื่องจักร อุปกรณ์ประกอบ ท่อต่างๆในระบบจำนวน 4 ชุด

การส่ง และรับมอบงานต้องเป็นเอกสารลงนามเป็นลายลักษณ์อักษรอย่างน้อยประกอบด้วยเจ้าของโครงการหรือผู้รับมอบอำนาจ ผู้คุมงานและผู้รับจ้าง

2.15 การรับประกัน

หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพ ความสามารถของเครื่องอุปกรณ์ และการติดตั้งว่าใช้งานได้ดีเป็นเวลา **2 ปี** นับจากวันลงนามในเอกสารรับมอบงานแล้ว

ระหว่างเวลาประกัน หากเจ้าของโครงการตรวจพบว่าผู้รับจ้างจัดนำวัสดุ อุปกรณ์ที่ไม่ถูกต้องหรือมีคุณภาพต่ำกว่าข้อกำหนดมาติดตั้ง ตลอดจนงานติดตั้งไม่ถูกต้องหรือไม่เรียบร้อยผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไขให้ถูกต้อง

ในกรณีที่เครื่อง วัสดุ อุปกรณ์ต่างๆ เกิดชำรุดเสียหายหรือเสื่อมคุณภาพอันเนื่องมาจากข้อผิดพลาดของผู้ผลิต หรือการติดตั้งในระหว่างเวลาประกัน ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไขให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดีเช่นเดิมโดยมิชักช้า

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการโดยทันทีที่ได้รับแจ้งจากเจ้าของโครงการให้เปลี่ยน หรือแก้ไขเครื่องอุปกรณ์ตามสัญญาประกัน มิฉะนั้นเจ้าของโครงการสงวนสิทธิ์ที่จะจัดหาผู้อื่นมาดำเนินการโดยค่าใช้จ่ายทั้งสิ้นผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบ

การปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร

3.1 การตัด เจาะ

ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบการตัด เจาะฝาผนัง พื้น คาน ฝ้าเพดาน หรือหลังคาเท่าที่จำเป็นในการติดตั้งงานระบบ การตัด เจาะต่างๆ ต้องจัดทำอย่างระมัดระวังและรอบคอบ เพื่อไม่ให้เกิดผลเสียหายต่อโครงสร้างและความเรียบร้อยของงานสถาปัตยกรรม การตัด เจาะต้องแจ้งให้ผู้คุมงานทราบก่อนดำเนินการทุกครั้ง ค่าใช้จ่ายในการตัด เจาะ สกัด ฯลฯ รวมทั้งความเสียหายที่เกิดขึ้นกับงานของผู้รับจ้างอื่นให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างภายหลังการตัด เจาะ สกัด ฯลฯ และติดตั้งอุปกรณ์ของผู้รับจ้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างต้องซ่อมแซมส่วนของอาคารดังกล่าวให้อยู่ในสภาพเดิม

3.2 การปิดช่อง

ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดทำช่องเปิดต่างๆ บนฝาผนังพื้น คาน ฝ้าเพดาน หรือหลังคา เพื่อให้การติดตั้งอุปกรณ์เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของเจ้าของโครงการหลังการติดตั้ง หลังจากอุปกรณ์ผ่านช่องเปิดต่างๆ รวมทั้งช่องชาฟท์ ซึ่งทางโครงการเตรียมไว้ให้สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการปิดช่องดังกล่าวให้เรียบร้อยตามความเห็นชอบของผู้คุมงาน ช่องว่างระหว่างอุปกรณ์และโครงสร้างอาคารที่เป็นผนังกันไฟ หรือผนังกันเสียงต้องอุดแน่นด้วยวัสดุสามารถทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง ช่องเปิดเพื่อเดินท่อน้ำ, ท่อลม, ท่อร้อยสายไฟระหว่างชั้น (Shaft) จะต้องปิดและอุดแน่นด้วยวัสดุ ซึ่งสามารถทนไฟไม่ไหม้ลามระหว่างชั้นได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

3.3 การจัดทำแท่นเครื่อง

ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดทำแท่น ฐาน และอุปกรณ์รองรับน้ำหนักเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ ตามหลักวิชาการ และมีความแข็งแรงสามารถทนการสั่นสะเทือนขณะเปิดใช้งานได้เป็นอย่างดี ข้อมูลต่างๆ ของแท่นเครื่อง เช่น รายละเอียด ขนาด ตำแหน่ง ต้องแจ้งให้สถาปนิกและผู้รับจ้างก่อสร้างอาคารทราบล่วงหน้าก่อนการจัดทำแท่นคอนกรีตไม่น้อยกว่า 7 วัน การให้ข้อมูลที่ผิดพลาดหรือไม่ครบถ้วนอันก่อให้เกิดผลเสียหาย หรือความล่าช้าของงานก่อสร้าง ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งสิ้น

3.4 การยึดท่อและอุปกรณ์กับโครงสร้างอาคาร

ผู้รับจ้างต้องจัดหาอุปกรณ์ยึด แขนงท่อ เครื่องและอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับโครงสร้างอาคารการประกอบโครงเหล็กต้องทำด้วยความประณีตไม่มีเหลี่ยมคม อันอาจก่อให้เกิดอันตรายได้ ผู้รับจ้างต้องได้รับการอนุมัติจากผู้คุมงานก่อนดำเนินการยึด แขนงใดๆ

ขนาดและชนิดของอุปกรณ์ยึด แขนง จะต้องเป็นที่รับรองว่าสามารถรับน้ำหนักได้โดยมีค่าความปลอดภัยไม่ต่ำกว่า 3 เท่าของน้ำหนักใช้งาน (SAFETY FACTOR = 3)

การยึดแขนงกับ โครงสร้างอาคารต้องแน่ใจว่าจะไม่ก่อให้เกิดความเสียหาย หรือกีดขวางงานของระบบอื่นๆ

Expansion Shield ที่ใช้เจาะยึดในคอนกรีตจะต้องเป็นโลหะ และได้มาตรฐานสากล ห้ามใช้ปูนไม้โดยเด็ดขาด และต้องไม่เจาะยึดกับคอนกรีตที่ยังบ่มไม่ได้ที่

3.5 งานติดตั้งในห้องเครื่อง

ผู้รับจ้างต้องวางแผนการติดตั้งเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ รวมทั้งแท่นเครื่องต่างๆ โดยไม่เป็นอุปสรรคต่อการดำเนินงานของผู้รับจ้างอื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร

แผนงาน ข้อมูล และความต้องการตามความจำเป็น ต้องแจ้งให้ผู้รับจ้างก่อสร้างอาคารทราบล่วงหน้าเป็นเวลานานพอ เพื่อเตรียมการก่อนการติดตั้งเครื่องและอุปกรณ์ หากผู้รับจ้างละเลยหน้าที่ดังกล่าวโดยมิได้แจ้งให้ทราบล่วงหน้าหรือแจ้งให้ทราบล่าช้าเกินควร ผลเสียหายที่เกิดขึ้นผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น

3.6 ช่องเปิดในการติดตั้งและซ่อมบำรุงเครื่องและอุปกรณ์

ช่องเปิดต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการติดตั้ง เช่น ราวฟุต ช่องระหว่างผนัง ฝ้าเพดาน ผู้รับจ้างต้องกำหนดขนาด ตำแหน่ง และระยะให้เพียงพอเหมาะสมกับงานติดตั้งอุปกรณ์ในระบบ โดยร่วมปรึกษากับผู้รับจ้างอื่นที่ต้องปฏิบัติงานในพื้นที่เดียวกัน ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการจัดทำช่องเปิดต่างๆ อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

ผู้รับจ้างต้องกำหนดตำแหน่งเครื่องและอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องซ่อมบำรุงหรือปรับแต่งในภายหลัง รวมทั้งตำแหน่งช่องเปิดบนฝ้า ฝาผนังให้กับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคารเพื่อดำเนินการเตรียมงานล่วงหน้า

3.7 เฝิงและโรงเรือนชั่วคราว

ผู้รับจ้างต้องร่วมปรึกษากับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร และผู้คุมงานเรื่องตำแหน่ง สถานที่สร้างเฝิง และโรงเรือนชั่วคราวสำหรับเก็บรักษาเครื่องและอุปกรณ์ก่อนนำไปติดตั้ง เครื่องและอุปกรณ์ทุกชิ้นต้องอยู่ใน

บริเวณที่กำหนดให้เท่านั้น อุปกรณ์ทุกชิ้นต้องได้รับการป้องกันความเสียหาย หรือเสื่อมสภาพก่อนนำไปใช้งาน วัสดุที่วางกองไว้ในที่โล่งต้องมีหลังคาหรือผ้าใบคลุมป้องกันฝนและแสงแดด วัสดุประเภทท่อต้องเก็บบนชั้น และห้ามกองไว้บนพื้นดิน

3.8 การกำจัดสิ่งปฏิกูล

ผู้รับจ้างต้องขนขยะมูลฝอย เศษวัสดุ และสิ่งของเหลือใช้ออกจากบริเวณปฏิบัติงานทุกวันภายหลังจากเลิกปฏิบัติงาน ณ จุดนั้นๆ แล้ว และให้นำสิ่งต่างๆ ที่ไม่ต้องการใช้งานดังกล่าวข้างต้นไปทิ้งที่บริเวณรวบรวมขยะส่วนกลางก่อนส่งมอบงานจะต้องรื้อถอนสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวที่อยู่ในความรับผิดชอบออกจากบริเวณ หน่วยงานให้หมด และทำความสะอาดให้เรียบร้อยเมื่อเสร็จงาน

3.9 การป้องกันเสียงดังรบกวนและการสั่นสะเทือน

ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการป้องกันเสียงดังรบกวน และการสั่นสะเทือน เนื่องจากการทำงานของ เครื่องจักรต่างๆ หลังจากการติดตั้งแล้ว โดยใช้วิธีการป้องกันที่เหมาะสมกับสภาพการทำงาน of เครื่องจักร นั้นๆ การติดตั้งอุปกรณ์เพื่อลดการสั่นสะเทือน ควรจะทำตามคำแนะนำของผู้ผลิตเครื่องจักร

บทที่ 4

การประสานงาน

4.1 การให้ความร่วมมือต่อผู้คุมงานและสถาปนิก

ผู้รับจ้างต้องให้ความร่วมมือต่อผู้คุมงาน และสถาปนิกในการทำงานตรวจสอบ วัด เทียบ จัดทำ ตัวอย่างและอื่นๆ ตามสมควรแก่กรณี

4.2 การติดต่อประสานงานกับผู้รับจ้างรายอื่นๆ

ผู้รับจ้างต้องให้ความร่วมมือในการประสานงานกับผู้รับจ้างอื่นๆ เพื่อให้สอดคล้องกับแผนงานและความคืบหน้าของโครงการ หากเป็นการจงใจละเลยต่อความร่วมมือดังกล่าว ที่ทำให้มีผลเสียหายต่อโครงการ เจ้าของโครงการสงวนสิทธิ์ที่จะเรียกร้องความเสียหายที่เกิดขึ้นจากการติดต่อประสานงาน เช่น

- การร่วมมือปรึกษาวางแผนความคืบหน้าของงาน
- การใช้เครื่องอำนวยความสะดวกร่วมกัน เช่น นั่งร้าน การปฐมพยาบาล
- การเก็บและเคลื่อนย้ายวัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่าง ๆ
- ทำความสะอาดบริเวณปฏิบัติงาน
- ป้องกันการชำรุดเสียหายกับงานส่วนที่เสร็จเรียบร้อยแล้ว
- หลีกเลี่ยงข้อขัดแย้งในอันที่จะทำให้งานล่าช้าเกิดกำหนด

4.3 การประสานงานในด้านมณฑนาการ

หากพื้นที่ใดของอาคารที่เกี่ยวข้องกับการตกแต่ง ทั้งที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้างหรือทราบว่าจะมีการตกแต่งภายในภายหลัง ผู้รับจ้างต้องประสานงานกับสถาปนิก และมณฑนาการโดยใกล้ชิดเพื่อให้งานเตรียมการเป็นไปโดยถูกต้องตามความประสงค์ของเจ้าของโครงการ

ความปลอดภัยและการป้องกันสิ่งสาธารณูปโภค

5.1 ความปลอดภัยและการป้องกัน

ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีการปฏิบัติงานมีสภาพที่ปลอดภัย และหมั่นตรวจตราให้มีการป้องกันการสูญเสียบาดเจ็บและเสียหายกับ

- ก. พนักงานและบุคคลอื่นที่เข้ามายังหน่วยงาน
- ข. วัสดุ อุปกรณ์ที่เก็บรักษาไว้ ณ สถานที่ก่อสร้าง
- ค. การวัตถุอื่นๆ ในบริเวณก่อสร้างและข้างเคียง เช่น ถนน ทางเดิน สิ่งปลูกสร้าง และสาธารณูปโภคต่างๆ

ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อการบาดเจ็บกับบุคคลใดๆ ก็ตาม อันเนื่องมาจากผลของการทำงานของ
ผู้รับจ้าง

ในสถานที่ทำงานที่มีโอกาสเกิดเพลิงไหม้ จะต้องจัดเตรียมให้มีอุปกรณ์ป้องกันเพลิงที่เหมาะสม เช่น เครื่องดับเพลิงไหม้

5.2 อุปกรณ์ปฐมพยาบาล

บริเวณสำนักงานชั่วคราวของผู้รับจ้าง ต้องจัดให้มีเครื่องเวชภัณฑ์ในการปฐมพยาบาลอุปกรณ์
ช่วยชีวิตยาสามัญประจำบ้านเก็บไว้ในที่ซึ่งเห็นและหยิบใช้ได้ง่าย

5.3 รายงานอุบัติเหตุ

เมื่อมีเหตุการณ์ใดๆ ที่ไม่คาดคะเนเกิดขึ้นในบริเวณก่อสร้าง ไม่ว่าจะเป็นการทะเลาะวิวาท การทำร้าย
ร่างกายหรืออุบัติเหตุ ให้ผู้รับจ้างรีบรายงานเหตุที่เกิดขึ้นให้ผู้คุมงานทราบเป็นลายลักษณ์อักษรในทันที

5.4 การป้องกันการล้วงล้ำเขตที่

ผู้รับจ้างต้องจำกัดเขตก่อสร้างมิให้เกิดการล้วงล้ำ บุกรุกเข้าไปในที่ข้างเคียงนอกบริเวณก่อสร้าง และ
ดูแลมิให้พนักงานของตนบุกรุกเข้าไปในเขตที่ของผู้อื่นด้วย ขณะเดียวกันก็ป้องกันมิให้ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้อง
เข้าไปในบริเวณก่อสร้างเด็ดขาด ทั้งในและนอกเวลาปฏิบัติงาน

5.5 การป้องกันสถานที่สาธารณะและสาธารณูปโภค

ผู้รับจ้างต้องไม่นำเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในบริเวณก่อสร้างไปวางกีดขวางการสัญจรไปมาของบุคคลทั่วไป รวมทั้งไม่ทำให้เกิดความเสียหายแก่สถานที่สาธารณะ และสาธารณูปโภค ความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น ผู้รับจ้างต้องซ่อมแซมให้คืนสู่สภาพดีดังเดิมโดยมิชักช้า และเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น

5.6 การป้องกันสิ่งปลูกสร้างข้างเคียงและใต้ดิน

ผู้รับจ้างต้องป้องกันมิให้เกิดความเสียหายใดๆ แก่สิ่งปลูกสร้างบริเวณข้างเคียงและที่อยู่ใต้ดิน เช่น ฐานราก ในระหว่างการทำงานก่อสร้างหากเกิดความเสียหายขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบแก้ไขให้คืนสภาพดีดังเดิมโดยมิชักช้า ในกรณีที่ผู้คุมงานเห็นว่าการป้องกันที่ผู้รับจ้างได้ทำไว้ไม่ดีพอ ผู้คุมงานอาจมีคำสั่งให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนแปลงให้ดีขึ้นตามที่เห็นสมควร

5.7 ของมีค่าและวัตถุโบราณ

ของมีค่าและวัตถุโบราณที่ขุดพบในบริเวณก่อสร้าง หรือเขตที่ดินของเจ้าของโครงการ ให้มอบไว้กับเจ้าของโครงการ การกระทำใดๆ อันแสดงเจตนาปกปิด หรือถือเป็นกรรมสิทธิ์ส่วนตัว เจ้าของโครงการมีสิทธิ์ที่จะแจ้งเจ้าหน้าที่บ้านเมืองให้ดำเนินการตามกฎหมาย

บทที่ 6

เครื่อง วัสดุและอุปกรณ์

6.1 เครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ที่นำมาใช้งาน

เครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ที่นำมาติดตั้งต้องเป็นของใหม่ และไม่เคยถูกนำไปใช้งานมาก่อน เจ้าของโครงการมีสิทธิ์ที่จะไม่รับสิ่งที่เห็นว่ามีคุณสมบัติและคุณภาพไม่ดีพอ หรือไม่เทียบเท่าตามที่อนุมัติให้นำมาใช้ ในโครงการ ในกรณีที่เจ้าของโครงการต้องการให้สถาบันที่เชื่อถือได้เป็นผู้ตรวจสอบ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการ โดยออกค่าใช้จ่ายเองโดยมิชักช้า

หากมีความจำเป็นอันกระทำให้ผู้รับจ้างไม่สามารถจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ตามที่ได้แจ้งไว้ในรายละเอียด หรือแสดงตัวอย่างไว้แก่เจ้าของโครงการหรือผู้คุมงาน ผู้รับจ้างต้องจัดหาผลิตภัณฑ์อื่นมาทดแทน พร้อมทั้งชี้แจงเปรียบเทียบกับรายละเอียดต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ดังกล่าว เพื่อประกอบการขออนุมัติต่อเจ้าของโครงการ โดยมิชักช้า

ความเสียหายที่เกิดขึ้นระหว่างการขนส่ง ติดตั้ง หรือการทดสอบจะต้องดำเนินการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนให้ใหม่ตามความเห็นชอบของเจ้าของโครงการหรือผู้คุมงาน

6.2 เครื่องมือ

ผู้รับจ้างต้องมีเครื่องมือ เครื่องใช้และเครื่องผ่อนแรงที่มีประสิทธิภาพและความปลอดภัยสำหรับการปฏิบัติงาน เป็นชนิดที่เหมาะสมอีกทั้งจำนวนเพียงพอกับปริมาณงาน เจ้าของโครงการมีสิทธิ์ที่จะขอให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนแปลง หรือเพิ่มจำนวนให้เหมาะสมกับการใช้งาน

6.3 การขนส่งและการนำเครื่อง อุปกรณ์ เข้ายังหน่วยงาน

ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายและความเสียหายที่เกิดขึ้นในการขนส่งเครื่อง อุปกรณ์มายังหน่วยงาน และสถานที่ติดตั้ง

ผู้รับจ้างต้องจัดทำหมายกำหนดการนำเครื่อง อุปกรณ์เข้ายังหน่วยงาน และแจ้งให้ผู้คุมงานทราบล่วงหน้า พร้อมทั้งจัดเตรียมสถานที่สำหรับเก็บรักษาโดยประสานงานกับผู้รับจ้างอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

เมื่อเครื่องอุปกรณ์มาถึงหน่วยงาน ผู้รับจ้างต้องนำเอกสารการส่งของมอบให้ผู้คุมงานทราบ เพื่อที่จะได้ตรวจสอบให้ถูกต้องตามที่ได้อนุมัติไว้ก่อนที่จะนำเข้ายังสถานที่เก็บรักษาต่อไป

6.4 การจัดเตรียมสถานที่เก็บพัสดุ

ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดเตรียมสถานที่เก็บเครื่อง อุปกรณ์ต่างๆ ในบริเวณที่กว้างขวางพอที่จะสามารถทำการตรวจสอบ เคลื่อนย้ายได้โดยสะดวกหากมิได้มีการเตรียมการล่วงหน้า เมื่อเครื่อง อุปกรณ์มาถึงหน่วยงานผู้ปฏิบัติงานจะไม่อนุญาตให้ทำการขนส่งเข้ายังบริเวณสถานที่เก็บพัสดุโดยเด็ดขาด

6.5 การเก็บรักษาเครื่อง วัสดุและอุปกรณ์

ผู้รับจ้างต้องเก็บรักษาเครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการติดตั้งให้อยู่ในสภาพเรียบร้อย ทั้งนี้ เครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ทั้งหมดยังเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้รับจ้างซึ่งต้องรับผิดชอบต่อการสูญหาย เสื่อมสภาพ หรือชำรุดจนกว่าจะได้ส่งมอบงานแล้ว

6.6 ตัวอย่างวัสดุ และอุปกรณ์

ผู้รับจ้างต้องจัดหาตัวอย่างวัสดุ และอุปกรณ์ รวมทั้งเอกสารของผู้ผลิตที่แสดงรายละเอียดทางเทคนิค ขนาด และรูปร่างที่ชัดเจนของวัสดุ และอุปกรณ์แต่ละชิ้นตามที่ผู้ปฏิบัติงานต้องการตัวอย่างทุกชิ้นจะส่งคืนให้ผู้รับจ้างก่อนสิ้นสุดโครงการ

ในกรณีที่ผู้ปฏิบัติงานมีความประสงค์ให้ผู้รับจ้างแสดงวิธีการติดตั้ง เพื่อเป็นตัวอย่าง หรือความเหมาะสมแล้วแต่กรณี ผู้รับจ้างต้องแสดงการติดตั้ง ณ สถานที่ติดตั้งจริงตามที่ผู้ปฏิบัติงานกำหนด เมื่อวิธีและการติดตั้งนั้นๆ ได้รับอนุมัติแล้ว ให้ถือเป็นมาตรฐานในการปฏิบัติต่อไป

6.7 การแก้ไข เปลี่ยนแปลงแบบ รายการ วัสดุและอุปกรณ์

การเปลี่ยนแปลงแบบ รายการ วัสดุและอุปกรณ์ที่ผิดไปจากข้อกำหนดและเงื่อนไขตามสัญญาด้วยความจำเป็น หรือความเหมาะสมก็ดี ผู้รับจ้างต้องแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรต่อเจ้าของโครงการเพื่อขออนุมัติเป็น เวลาอย่างน้อย 30 วันก่อนดำเนินการจัดซื้อหรือทำการติดตั้ง

ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ของผู้รับจ้างมีคุณสมบัติอันเป็นเหตุให้อุปกรณ์ตามรายการที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้เกิดความไม่เหมาะสมหรือไม่ทำงานโดยถูกต้อง ผู้รับจ้างต้องไม่เพิกเฉย ละเลยที่จะแจ้งขอความเห็นชอบจากผู้ปฏิบัติงานในการแก้ไข เปลี่ยนแปลงให้ถูกต้องตามความประสงค์โดยชี้แจงแสดงเหตุผล และหลักฐานจากบริษัทผู้ผลิต

ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในกรณีดังกล่าวข้างต้น ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบเองทั้งสิ้น

6.8 รหัส ป้ายชื่อ และเครื่องหมายของวัสดุ อุปกรณ์

ผู้รับจ้างต้องจัดทำรหัส ป้ายชื่อ และลูกศรแสดงทิศทางของเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ ที่นำมาติดตั้งในโครงการเพื่ออำนวยความสะดวกในการตรวจสอบและซ่อมแซมบำรุง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่ปิดมิดชิด ซึ่งเข้าถึงได้ จะต้องมียุทธศาสตร์ที่มองเห็นได้ง่าย

6.9 การป้องกันน้ำเข้าอาคาร

การติดตั้งวัสดุ อุปกรณ์ที่ใกล้ชิดกับบริเวณที่มีความชื้นสูง หรือเชื่อมโยงกับภายนอกอาคาร ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียดแสดงวิธีการติดตั้งและเสริมเพิ่มเติมวัสดุ และอุปกรณ์ต่างๆ ให้ผู้คุมงานอนุมัติก่อนดำเนินการใดๆ เพื่อให้การป้องกันน้ำเข้าอาคารเป็นไปอย่างสมบูรณ์

6.10 การป้องกันการผุกร่อน

ผิวงานหลักทั้งหมดต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันการผุกร่อน หรือการทาสีก่อนนำไปใช้งานเครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ผ่านการป้องกันการผุกร่อนและการทาสีมาแล้วจากโรงงานผู้ผลิต หากตรวจพบว่าการทาสีไม่เรียบร้อย ผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซมให้เรียบร้อยจนเป็นที่ยอมรับของผู้คุมงาน

บทที่ 7

แบบ และหนังสือคู่มือ

7.1 ระยะ ขนาด และตำแหน่งที่ปรากฏในแบบ

ระยะ ขนาด และตำแหน่งที่ปรากฏในแบบประกอบสัญญา ให้ถือตัวเลขเป็นสำคัญ ห้ามใช้วิธีวัดจากแบบโดยตรง ในส่วนที่ไม่ได้ระบุตัวเลขไว้เป็นการแสดงให้ทราบเป็นแนวทางที่ควรจะเป็นไปได้เท่านั้น ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบจากเครื่อง วัสดุ อุปกรณ์ที่ได้รับอนุมัติให้ใช้ในโครงการและสถานที่ติดตั้งจริง

7.2 ข้อขัดแย้งของแบบ

ในกรณีที่เกิดมีความคลาดเคลื่อน ขัดแย้ง หรือไม่ชัดเจนในแบบประกอบสัญญา รายการเครื่อง วัสดุ อุปกรณ์และเอกสารสัญญา ผู้รับจ้างต้องรีบแจ้งให้ผู้คุมงานทราบ เพื่อขอคำวินิจฉัยทันที โดยผู้คุมงานจะถือเอาส่วนที่ดีกว่า ถูกต้องกว่าเป็นเกณฑ์ หากผู้คุมงานยังไม่แจ้งผลการพิจารณาห้ามผู้รับจ้างดำเนินการในส่วนนั้น มิฉะนั้นผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น และผู้คุมงานอาจจะเปลี่ยนแปลงงานส่วนนั้นได้ตามความเหมาะสม ในกรณีผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไข โดยจะคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มและจะขอต่อสัญญาไม่ได้

7.3 แบบประกอบสัญญา

แบบประกอบสัญญาจ้างเหมาเป็นเพียงแผนผัง เพื่อให้ผู้รับจ้างทราบเป็นแนวทาง และหลักการของระบบตามความต้องการของเจ้าของโครงการเท่านั้น ในการติดตั้งจริง ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบกับแบบสถาปัตย์ แบบโครงสร้างและงานระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบกันไปด้วย ทั้งนี้หากจะต้องทำการปรับปรุงบางส่วนจากแบบที่ได้แสดงไว้โดยที่เห็นว่าเป็นความจำเป็นที่จะทำให้การติดตั้งงานระบบถูกต้องได้คุณภาพตามความต้องการแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม

7.4 แบบใช้งาน (SHOP DRAWINGS)

ทันทีที่ได้รับการว่าจ้าง ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบใช้งาน ซึ่งแสดงรายละเอียดของเครื่องอุปกรณ์และตำแหน่งที่จะดำเนินการติดตั้งยื่นเสนอขออนุมัติดำเนินการต่อผู้คุมงานอย่างน้อย 30 วันก่อนการติดตั้ง

วิศวกรผู้รับผิดชอบของผู้รับจ้าง ต้องตรวจสอบแบบใช้งานให้ถูกต้องตามความต้องการใช้งานและการติดตั้งตามข้อแนะนำของผู้ผลิต พร้อมทั้งลงนามรับรองและลงวันที่กำกับบนแบบที่เสนอขออนุมัติทุกแผ่น

ในกรณีที่แบบใช้งานของผู้รับจ้างแตกต่างไปจากแบบประกอบสัญญา ผู้รับจ้างต้องจัดทำสารบัญรายการที่แตกต่าง และใส่เครื่องหมายแสดงการเปลี่ยนแปลงกำกับทุกครั้ง พร้อมทั้งลงนามรับรอง และลงวันที่ในการแก้ไขครั้งนั้นๆ กำกับ

ผู้รับจ้างต้องศึกษาทำความเข้าใจแบบสถาปัตย์ แบบโครงสร้าง แบบตกแต่งภายใน และงานระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบกัน รวมทั้งตรวจสอบสถานที่ติดตั้งจริง เพื่อให้การจัดทำแบบใช้งานเป็นไปโดยถูกต้อง และไม่เกิดอุปสรรคกับผู้รับจ้างอื่นๆ จนเป็นสาเหตุให้หมายกำหนดงานโครงการต้องล่าช้า

แบบใช้งานต้องมีขนาด และมาตราส่วนเท่ากับแบบประกอบสัญญา นอกจากแบบขยายเพื่อแสดงรายละเอียดที่ชัดเจนและทำความเข้าใจได้ถูกต้อง ให้ใช้ขนาดและมาตราส่วนที่เหมาะสมตามสากลนิยม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้คุมงาน

ผู้คุมงานมีอำนาจ และหน้าที่สั่งการให้ผู้รับจ้างจัดเตรียมแบบขยายแสดงการติดตั้งส่วนหนึ่งส่วนใดของงานระบบที่เห็นว่าจำเป็น

ผู้รับจ้างต้องไม่ดำเนินการใดๆ ก่อนที่แบบใช้งานจะได้รับการอนุมัติจากผู้คุมงาน มิฉะนั้นค่าใช้จ่ายที่อาจเกิดขึ้นทั้งหมด หากมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขตามแบบใช้งานที่ได้รับอนุมัติ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบ

แบบใช้งานที่ได้รับอนุมัติแล้ว มิได้หมายความว่า เป็นการพ้นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง หากผู้คุมงานตรวจพบข้อผิดพลาดในภายหลัง ผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขใหม่ให้ถูกต้อง

แบบใช้งานที่ไม่มีรายละเอียดเพียงพอ ผู้คุมงานจะแจ้งให้ผู้รับจ้างทราบ และส่งคืนโดยไม่มีการพิจารณาแต่ประการใด

แบบใช้งานที่ส่งเสนอขออนุมัติ ต้องเป็นพิมพ์เขียวอย่างน้อย 4 ชุดภายหลังจากได้รับอนุมัติแล้วต้องส่งแบบพิมพ์เขียวให้ผู้คุมงานอีก 4 ชุด และอาจขอให้ผู้รับจ้างส่งเพิ่มเติมให้อีกตามความจำเป็น

7.5 แบบก่อสร้างจริง (AS-BUILT DRAWINGS)

ในระหว่างดำเนินการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบตามที่ติดตั้งจริง แสดงตำแหน่งของเครื่องอุปกรณ์ รวมทั้งการแก้ไขอื่นๆ ที่ปรากฏในงานระหว่างการติดตั้งส่งให้ผู้คุมงานตรวจสอบเป็นระยะๆ

แบบสร้างจริงต้องมีขนาด และมาตราส่วน และมาตราส่วนเท่ากับแบบประกอบสัญญา นอกจากแบบขยายให้ใช้มาตราส่วนตามแบบใช้งานที่ได้รับอนุมัติ

ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบสร้างจริงให้เสร็จก่อนการปิดฝ้าเพดาน การก่อผนังปิดหรือถมดิน

แบบสร้างจริงทั้งหมด ต้องลงนามรับรองความถูกต้องโดยผู้รับจ้าง และส่งให้ผู้คุมงาน 1 ชุดเพื่อตรวจสอบก่อนกำหนดการทดสอบเครื่องและการทำงานของระบบอย่างน้อย 30 วัน

7.6 หนังสือคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์

หนังสือคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์เป็นเอกสารประกอบการส่งมอบงานผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมเข้าแฟ้มปกแข็งเรียบร้อย ส่งมอบให้เจ้าของโครงการในวันส่งมอบงาน

หนังสือคู่มือ จะแบ่งออกเป็น 5 ภาค คือ

- ภาคที่ 1 ประกอบด้วยเอกสาร รายละเอียด ข้อมูลของเครื่อง อุปกรณ์ทั้งหมดที่ได้ยื่นเสนอ และได้รับการอนุมัติให้ใช้ในโครงการ (Submittal Data)
- ภาคที่ 2 ประกอบด้วยแค็ตตาล็อก เครื่อง อุปกรณ์ แยกเป็นหมวดหมู่ พร้อมทั้งเอกสารแนะนำวิธีการติดตั้ง ซ่อมบำรุงแบบมาด้วย (Installation, Operation and Maintenance Manual) รวมทั้งรายชื่อบริษัทผู้แทนจำหน่ายเครื่องและอุปกรณ์
- ภาคที่ 3 ประกอบด้วยรายงานการทดสอบเครื่อง และระบบตามความเป็นจริง (Test Report)
- ภาคที่ 4 ประกอบด้วยรายการเครื่อง อะไหล่ และข้อเสนอแนะชิ้นส่วนอะไหล่ที่ควรมีสำรองไว้ขณะใช้งาน (Recommend Spare Parts List)
- ภาคที่ 5 ประกอบด้วยรายการตรวจสอบ และบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์แต่ละชนิด เช่น รายเดือน, ทุก 3 เดือน, ทุก 6 เดือน และรายปี

หนังสือคู่มือทั้งหมด ผู้รับจ้างต้องส่งต้นฉบับเสนอผู้คุมงาน 1 ชุด เพื่อตรวจสอบและอนุมัติก่อนการส่งฉบับจริง

เครื่องปรับอากาศแบบ Split Type Air Conditioning Unit

8.1 ความต้องการทั่วไป

เครื่องปรับอากาศชนิดหนึ่งๆ ประกอบด้วยเครื่องระบายความร้อน (Condensing Unit) ซึ่งใช้คู่กันกับเครื่องเป่าลมเย็น (Fan Coil Unit) ทั้งชุดประกอบมาเสร็จเรียบร้อยแล้ว จากโรงงานในต่างประเทศหรือประกอบภายในประเทศภายใต้ลิขสิทธิ์ของผลิตภัณฑ์นั้น โดยที่เครื่องระบายความร้อนเป็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air-Cooled Condensing Unit) ซึ่งเมื่อใช้คู่กับเครื่องเป่าลมเย็นตามที่ผู้ผลิตแนะนำ และมีหลักฐานยืนยันแล้วจะต้องสามารถทำความเย็นรวม (Matching Capacity) ได้ตามข้อกำหนดในรายการอุปกรณ์ที่สภาวะอากาศเข้าคอยล์เย็น (Cooling Coil) 26.7°CDB , 19.4°CWB (80°FDB , 67°FWB) และอากาศก่อนเข้าคอยล์ร้อน (Condenser Coil) ที่ 35°CDB , 28.3°CWB (95°FDB , 83°FWB) และอุณหภูมิน้ำยาทางด้านดูดกลับ (Saturated Suction Temperature) ไม่เกิน 7.2°C (45°F) และจะต้องกินกำลังไฟฟ้าไม่เกิน **1.13 KW/TON หรือ EER มากกว่า 10.6 ที่ภาระเต็มพิกัด (full load) หรือที่ภาระการใช้งานจริง (actual load)** โดยการทดสอบจะทำการสุ่มตรวจสอบ (random) จากเครื่องปรับอากาศที่ส่งเข้าหน่วยงาน ให้สถาบัน ตรวจสอบตามบทที่ 1 ข้อที่ 5 เป็นผู้ทำการตรวจสอบ

8.2 เครื่องระบายความร้อน (CONDENSING UNIT)

เครื่องระบายความร้อนจะต้องเป็นเครื่องที่ออกแบบมาสำหรับใช้กับสภาพภูมิอากาศแบบชายทะเล โครงสร้างของเครื่อง และคอยล์ระบายความร้อนจะต้องได้รับการออกแบบมาให้ทนต่อการกัดกร่อนจากไอทะเล ลักษณะโครงสร้างแบบเป่าลมร้อนขึ้นด้านบนหรือด้านข้าง ประกอบด้วย Compressor แบบ SCROLL TYPE ชนิด Welded Shell Hermetic Type หรือ Semi-Hermetic Type Single or Dual Circuits of Refrigeration **ใช้กับระบบน้ำยา Refrigerant R32 หรือ R410A** ระบบไฟฟ้า 380 โวลต์ 3 เฟส 50 เฮิร์ต หรือ 220 โวลต์ 1 เฟส 50 เฮิร์ต ตามที่กำหนดในแบบโดยห้ามทำการดัดแปลงหรือใช้หม้อแปลง แปลงแรงดันไฟฟ้าอีกทีหนึ่ง รายละเอียดอื่นๆ มีดังต่อไปนี้.-

- Compressor แต่ละชุดต้องติดตั้งอยู่บนฐานที่แข็งแรง และมีลูกยางกันกระเทือนรองรับ
- ตัวถังเครื่องระบายความร้อน ทำด้วยเหล็กอาบสังกะสีหรือเหล็กดำ พ่นสีกันสนิม และสีภายนอกอย่างดี ซึ่งทนทานต่อสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร
- พัดลมระบายความร้อนเป็นแบบ Propeller Type หรือ Centrifugal ด้วยมอเตอร์ชนิด Weather Proof ใช้กับระบบไฟ 220 โวลต์ 1 เฟส 50 เฮิร์ต

- แผงระบายความร้อน (Condenser Coil) **ทำด้วยท่อทองแดง** มีครีบริบายความร้อนทำด้วย Aluminium ชนิด Plate Fin Type อัดติดแน่นกับท่อด้วยวิธีกล จำนวนครีบริบายความร้อนไม่น้อยกว่า 13 ครีบริต่อความยาวหนึ่งนิ้วฟุต (13 FIN/INCH)

อุปกรณ์อื่นๆ ในเครื่องระบายความร้อนมีดังนี้.-

- THERMAL OVERLOAD PROTECTION DEVICE FOR COMPRESSOR
- OVERLOAD PROTECTION FOR FAN MOTOR
- COMPRESSOR CONTACTOR
- HIGH PRESSURE SWITCH
- LOW PRESSURE SWITCH
- REFRIGERANT FILTER DRIER
- SIGHT GLASS
- SUCTION LINE SHUT-OFF VALVES
- LIQUID LINE SHUT-OFF VALVES
- HOT GAS LINE SHUT-OFF VALUE (สำหรับเครื่องขนาดตั้งแต่ 3 ตันความเย็นขึ้นไป)
- REFRIGERANT CHARGING PORT
- TIME DELAY RELAY (สำหรับเครื่องขนาดตั้งแต่ 3 ตันความเย็นขึ้นไป)
- CRANKCASE HEATER (สำหรับเครื่องขนาดตั้งแต่ 3 ตันความเย็นขึ้นไป)

8.3 เครื่องเป่าลมเย็น (FAN COIL UNIT)

เครื่องเป่าลมเย็นแต่ละชุด สามารถส่งลมเย็นได้ไม่น้อยกว่าจำนวนลมที่ระบุไว้ในแบบ และรายการอุปกรณ์

พัดลมเป่าลมเย็นเป็นแบบ Centrifugal Blower ลมเข้าได้ 2 ทาง (Dwdi) พัดลมตัวเดียวหรือสองตัว ตั้งอยู่บนขาฟ้เดียวกัน มอเตอร์ขับพัดลมที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 แรงม้าขึ้นไปต้องมีเครื่องช่วยสตาร์ทแบบ Direct-On-Line Starter

มอเตอร์ขับพัดลมแบบ Direct-Drive หรือผ่านสายพาน มู่เล่ ตัวขับเป็นแบบปรับความเร็วสายพานได้ ตัวพัดลมจะต้องได้รับการตรวจหรือปรับทางด้าน Statically และ Dynamically Balanced มาแล้วจากโรงงานผู้ผลิต

ตัวถังเครื่องเป่าลมเย็นทำด้วยเหล็กอบสังกะสี หรือเหล็กดำพ่นสีกันสนิม และสีภายนอกอย่างดี ภายในตัวเครื่องบุด้วยฉนวน Neoprene Coated Fiberglass ถาดรองน้ำทิ้งบุด้วยฉนวนกันความร้อน ประกอบมาเสร็จจากโรงงานผู้ผลิต

แผงคอยล์เย็นเป็นแบบ Direct Expansion Coil ทำด้วยท่อทองแดง มีครีบริบายความร้อนทำด้วยอลูมิเนียมชนิด Plate Fin Type อัดติดแน่นกับท่อด้วยวิธีกล และแผงคอยล์เย็นแต่ละชุดจะต้องสามารถจ่ายความร้อน (Rate of Refrigeration) ได้ตามขนาดของเครื่องระบายความร้อนแต่ละชุดตามข้อกำหนด

อุปกรณ์ประกอบของเครื่องเป่าลมเย็นมีดังต่อไปนี้.-

- THERMOSTATIC EXPANSION VALUE และ SOLENOID VALUE (เฉพาะสำหรับเครื่องขนาดตั้งแต่ 3 ตันความเย็นขึ้นไป)
- CAPILLARY TUBE (อาจใช้สำหรับเครื่องขนาดตั้งแต่ 3 ตันความเย็นลงมา)
- OVERLOAD PROTECTION FOR FAN MOTOR
- DRAIN AND DRAIN PAN
- 25 MM (1 INCH) THICK CLEANABLE TYPE FILTER (ALUMINIUM TYPE)

8.4 การติดตั้งระบบปรับอากาศแบบ SPLIT TYPE SYSTEM

การติดตั้งระบบปรับอากาศให้เป็นไปตามแบบสำหรับเครื่องเป่าลมเย็น การติดตั้งอาจเคลื่อนย้ายจุดติดตั้งได้ตามความเหมาะสมและความเห็นชอบของวิศวกรการติดตั้งเครื่องระบายความร้อนให้รองรับทุกเครื่องด้วยขาเหล็ก มีลูกยางกันกระเทือนรองรับชิ้นส่วนที่เป็นเหล็ก ให้ทาสีกันสนิมและสีทาภายนอกอีกชั้นหนึ่ง

การติดตั้งสวิตช์เปิด-ปิด และเครื่องควบคุมอุณหภูมิ (Thermostat) ให้ติดตั้งตามจุดที่กำหนดไว้ในแบบหรือรายการ ในกรณีที่มีอุปสรรคเกี่ยวกับโครงสร้างของอาคาร ทำให้ไม่สามารถติดตั้งได้ตามจุดที่กำหนดในแบบ วิศวกรจะเป็นผู้กำหนดให้ใหม่เวลาทำการติดตั้ง

การติดตั้งเครื่องเป่าลมเย็นให้มี Vibration Isolators รองรับเพื่อป้องกันการสั่นสะเทือน

การติดตั้งระบบปรับอากาศ ให้คำนึงถึงเรื่องเสียงเป็นสำคัญด้วย โดยเมื่อเดินเครื่องปรับอากาศจะต้องมีเสียงดังไม่เป็นที่รบกวนผู้อาศัยใกล้เคียง

8.5 ระบบท่อน้ำยา (REFRIGERANT PIPING SYSTEM)

ระบบท่อน้ำยาใช้ท่อทองแดงชนิด SEAMLESS COPPER COIL ASTM B-88 WALL THICKNESS SWG No.#22 ท่อ Suction & Liquid หุ้มฉนวน Closed Cell Foam Plastic หนาไม่ต่ำกว่า 20 mm (3/4 นิ้ว) หรือตามที่ระบุในแบบท่อน้ำยา Suction และ Liquid ให้เดินแยกจากกันโดยมี Clamp รััดทุกๆ ระยะที่ห่างกันไม่เกิน 2.5 เมตร ฉนวนหุ้มท่อส่วนที่รััด Clamp ให้สอดแผ่นสังกะสีกว้างไม่น้อยกว่า 10cm (4 นิ้ว) หุ้มรอบฉนวนก่อนรััด Clamp

การเดินท่อน้ำยาจะต้องเดินขนานหรือตั้งฉากกับอาคาร ท่อส่วนที่เจาะทะลุตัวอาคารให้ใส่ PIPE SLEEVES ทุกแห่งและอุดช่องว่างด้วยวัสดุกันน้ำ ท่อน้ำยาและท่อสายไฟที่เดินทะลุขึ้นไปบนดาดฟ้าให้ทำฝา

ครอบหรือก่อบอิฐช่องที่ท่อทะลุขึ้นไปเพื่อกันฝนท่อทั้งหมดที่เดินบนคานฝ้า ให้รองรับด้วยเหล็กตัว C ขนาด 75 มิลลิเมตร, X 40 มิลลิเมตร, X 5 มิลลิเมตร, โดยเหล็กยึดติดกันต้องอยู่ห่างกันไม่เกิน 2.5 เมตร ความยาวของเหล็กรองรับต้องมากพอที่จะรับ CLAMP ยึดท่อทั้งหมดได้

ท่อน้ำทิ้ง (Condensate Drain Pipe) ใช้ท่อ Pvc (Polyvinyl Chloride Pipe) ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 17-2523 ประเภท 8.5 โดยทำข้อต่อเป็นรูปตัวยู หลังจากเชื่อมต่อจาก Air Handling Unit (Ahu) หรือ Fan Coil Unit (Fcu) เพื่อคัดกลั่น โดยที่ท่อต่อรูปตัวยูนี้จะต้องมีน้ำขังลึกไม่น้อยกว่า 2 นิ้ว

ฉนวนหุ้มท่อน้ำทิ้ง (Condensate Drain Insulation) สำหรับท่อขนาดต่าง ๆ จะต้องใช้ Closed Cell Foamed Plastic ขนาดความหนาไม่น้อยกว่า 12.7 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) หุ้มท่อทั้งในแนวนอนและแนวตั้งทั้งหมด

ก่อนการหุ้มฉนวน จะต้องทำความสะอาดผิวนอกของท่อเป็นอย่างดี ไม่มีคราบน้ำปูน สะเก็ดวัสดุอื่นจับติดอยู่ที่จะทำให้ผิวท่อขรุขระ รอยเชื่อมที่เป็นคลื่นมากต้องแต่งให้เรียบ

ใช้กาวยาตามที่ผู้ผลิตฉนวนชนิดนั้นแนะนำ ทาตรงรอยต่อของฉนวนติดให้สนิทไม่มีรอยปริรอยต่อจะต้องได้แนวเรียบร้อยไม่เอียงหรือคด ฉนวนที่หุ้มตัวอุปกรณ์ต่างๆ จะทาทำให้ผิวฉนวนติดสัมผัสกับผิวอุปกรณ์ ไม่ให้มีโพรงอากาศติดเนื่อง และหุ้มทับให้เข้ารูป

ฉนวนที่หุ้มแล้วจะต้องมีความตึงพอดี ไม่หย่อนหรือดึงจนสังเกตได้ชัด ฉนวนแบบ PREFORMED TUBE ที่ใช้ ห้ามไม่ให้มีขนาดที่สวมเข้ากับตัวท่อน้อยกว่าข้างหลวม

ตรงส่วนที่รองรับท่อด้วยที่แขวนท่อ ความยาวของช่วงไม้เนื้อแข็งหรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติ เทียบเท่าหรือตามความเห็นของผู้ควบคุมงาน ประกอบต่อกันรองส่วนล่างของตัวท่อความหนาเท่ากับฉนวนที่ใช้หุ้มตัวท่อ ความยาวของช่วงไม้ตามแนวท่อไม่เกิน 15 ซม. หุ้มทับวงไม้ด้วยฉนวน Closed Cell Foamed Plastic อีกชั้นหนึ่ง โดยรอบ ความหนาประมาณ 13 ซม. ความยาวตามแนวท่อให้เลยส่วนที่เป็นไม้ไปข้างละ 30 มิลลิเมตร รองรับข้างใต้ด้วยแผ่นสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร. ม้วนเป็นวงครึ่งวงกลม ความยาวตามแนวท่อเท่ากับ ความยาวของฉนวนที่หุ้มเสริม

ฉนวนที่เก็บกองไว้ไม่ถูกวิธี เสียรูป ฝีกขาด ผิวฉลอก หรือสกปรก จะถูกตัดทิ้งไม่อนุญาตให้นำมาใช้ ในการติดตั้งโดยเด็ดขาด ฉนวนที่หุ้มท่อ และอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว แต่ได้รับความเสียหายมีรอยฉลอก รอยกริด ฝีกขาดหลายแห่ง เป็นเนื้อที่มากกว่า 5% ของพื้นที่ฉนวนส่วนที่ยังมีสภาพดีในบริเวณนั้น ผู้รับจ้างจะต้อง เปลี่ยนฉนวนให้ใหม่ และจะไม่อนุญาตให้ทำการปะ ช่อม หรือหุ้มฉนวนทับอย่างเด็ดขาด ทั้งนี้ให้ขึ้นอยู่กับ การพิจารณาของวิศวกร

รายละเอียดและรูปแสดงการหุ้มฉนวนจะปรากฏในแบบ

ท่อที่หุ้มฉนวน Closed Cell Foamed Plastic ที่เดินอยู่นอกอาคาร จะต้องหุ้มพันทับด้วยเทป พีวีซี ชนิด ไม่มีกาวในตัวอีกชั้นหนึ่ง และจะต้องหุ้มพันทับด้วยเทป พีวีซี ชนิดมีกาวในตัว ความกว้างของเทป 65

มิลลิเมตร. (2 1/2 นิ้ว) หุ้มรัดเป็นปล้อง ๆ ระยะห่างระหว่างปล้องประมาณ 1 เมตร ตลอดแนวของท่อที่หุ้มฉนวน

8.6 ระบบควบคุม (CONTROL SYSTEM)

สวิตช์ปิด-เปิดเครื่องปรับอากาศขนาดเกิน 5 ตัน แต่ละชุดให้ใช้แบบ Push Button Switch พร้อมด้วยหลอดสัญญาณ (Pilot Lamp) ชนิด Neon Type เพื่อแสดง เมื่อมอเตอร์ของเครื่องเป่าลมเย็นทำงานและเครื่องระบายความร้อนทำงานตามลำดับ ส่วนเครื่องปรับอากาศ 5 ตันและต่ำกว่าการปิด-เปิดเครื่องปรับอากาศ ให้ปิด-เปิดโดยใช้สวิตช์ ที่ติดตั้งมากับเครื่องที่มาจากโรงงาน หรือใช้สวิตช์ติดตั้งตามจุดที่กำหนดไว้ในแบบ

ระบบควบคุมใช้ระบบไฟฟ้า 24 โวลท์ รายละเอียดเป็นไปตามที่บริษัทผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศกำหนด เครื่องควบคุมอุณหภูมิ (Thermostat) จะต้องมีส่วนที่ตั้งอุณหภูมิซึ่งล็อกได้ ติดตั้งตามจุดที่กำหนด ระบบปรับอากาศต้องมีระบบควบคุมเชื่อมโยงกัน (Interlocking System) ระหว่างเครื่องระบายความร้อนและเครื่องเป่าลมเย็น เพื่อป้องกันไม่ให้เครื่องระบายความร้อนทำงานเมื่อมอเตอร์พัดลมเป่าลมเย็นไม่ทำงานหรือเครื่องระบายความร้อนทำงานก่อนเครื่องเป่าลมเย็น ในวงจรควบคุมจะต้องมีการใส่ฟิวส์ไว้ด้วย

ระบบปรับอากาศ VARIABLE REFRIGERANT VOLUME

9.1 ข้อกำหนดทั่วไป

1. ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการจัดหา และติดตั้งระบบปรับอากาศ รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบ และวัสดุปลีกย่อยที่แสดงไว้ในแบบและข้อกำหนด ทั้งนี้ตัวเครื่องปรับอากาศ วัสดุ และอุปกรณ์ ทั้งหมด ที่นำมาติดตั้ง ต้องเป็นของใหม่ที่ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน พร้อมทั้งทำการทดสอบ การทำงานของระบบปรับอากาศให้ใช้งานได้สมบูรณ์ ถูกต้องตามความประสงค์ของแบบและ โครงการ

2. คุณสมบัติของผู้รับจ้างติดตั้งระบบปรับอากาศและผลิตภัณฑ์เครื่องปรับอากาศ

- ผู้รับจ้างติดตั้งระบบปรับอากาศ จะต้องเป็นผู้แทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งโดยตรง จาก บริษัทผู้ผลิตหรือผู้แทนจำหน่ายหลักของเครื่องปรับอากาศ และต้องไม่เคยมีรายชื่อใน รายนามบริษัทที่ทำงานราชการ ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งระบบปรับอากาศรวมทั้งระบบ ไฟฟ้าของระบบปรับอากาศโดยช่างผู้ชำนาญ เป็นผู้ควบคุมการติดตั้ง อีกทั้งระบบปรับ อากาศและผลิตภัณฑ์เครื่องปรับอากาศที่เสนอใช้ใน โครงการจะต้องเป็นยี่ห้อที่ใช้แพร่หลาย ในประเทศไทยมาแล้วไม่น้อยกว่า 10 ปี และคิดเป็นจำนวนต้นความเย็นไม่น้อยกว่า 3,000 ต้นความเย็น
- ผู้รับจ้างต้องมีความเข้าใจในมาตรฐานการติดตั้งระบบปรับอากาศ VRV ที่ถูกต้อง โดยต้อง ผ่านการฝึกอบรมจากบริษัทผู้ผลิตระบบปรับอากาศ VRV และมีจดหมายรับรองยืนยันการ ผ่านการฝึกอบรม
- ผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายละเอียดต่างๆ เพื่อประกอบการพิจารณา ดังต่อไปนี้
 1. แคตตาล็อก ตัวจริง ที่แสดงรายละเอียดทางวิศวกรรมของตัวเครื่องปรับอากาศ วัสดุ และอุปกรณ์ต่างๆ ตามที่กำหนดในแบบ และรายการประกอบแบบทั้งหมด
 2. ก่อนเข้าดำเนินการติดตั้ง ให้ผู้รับจ้างเสนอแบบรายละเอียดการติดตั้ง (SHOP DRAWING)

มาให้ผู้ว่าจ้างหรือวิศวกรผู้ออกแบบ เพื่อตรวจสอบก่อนดำเนินการติดตั้ง โดยต้องแนบ สำเนาใบประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมของวิศวกรเครื่องกลที่ควบคุมการติดตั้ง

เพื่อประกอบการพิจารณาด้วย ในกรณีที่ไมเสนอแบบรายละเอียดการติดตั้ง(SHOP DRAWING) เพื่อขออนุมัติ จะไม่ได้รับอนุญาตให้เข้าดำเนินการติดตั้ง

2.1 การดำเนินงาน

ผู้รับจ้างจะต้องใช้วิศวกรเครื่องกล ซึ่งเป็นบุคลากรของบริษัทเอง มาทำการควบคุมการติดตั้ง หรือว่าจ้างผู้ที่มีความชำนาญการติดตั้งมาควบคุมการติดตั้ง ตามแบบแปลนที่ได้รับการอนุมัติ เรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งตัวอย่างวัสดุที่จะใช้งานทุกอย่างมาขออนุมัติการใช้งาน จาก วิศวกรผู้ออกแบบก่อนทำการติดตั้ง

2.2 การรับประกันและการบำรุงรักษา

- ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันระบบปรับอากาศทั้งระบบ ที่ทำการติดตั้งเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 1 ปี นับจากวันส่งมอบงานงวดสุดท้าย โดยระบบปรับอากาศจะต้องทำงานได้ถูกต้องทุกประการ
- ผู้รับจ้างจะต้องส่งช่างเข้าบริการทุก 3 เดือน หลังการส่งมอบงาน และเปิดใช้งาน พร้อม เอกสารการตรวจเช็ค ให้ผู้ว่าจ้างรับรองการเข้าบริการทุกครั้ง จนครบกำหนดการ รับประกัน
- ในช่วงเวลาการรับประกันนี้ หากระบบปรับอากาศมีข้อขัดข้อง ทางผู้ว่าจ้าง จะต้องแจ้ง ราชการข้อขัดข้องอย่างละเอียด ต่อผู้รับจ้างเป็นลายลักษณ์อักษร และผู้รับจ้างจะต้องส่งช่าง เข้าตรวจสอบ ภายใน 3 วันทำการ เมื่อได้รับเอกสารจากทางผู้ว่าจ้าง

9.2 รายละเอียดเครื่องปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศเป็นระบบแบบรวมศูนย์ ระบายความร้อนด้วยอากาศ ซึ่งคอนเดนซิ่งยูนิต 1 ชุด สามารถต่อกับเครื่องเป่าลมเย็นได้หลายชุด ใช้สารทำความเย็น R-410A และสามารถควบคุมได้จากระบบ ควบคุมกลาง (Central Control Unit) โดยคอนเดนซิ่งยูนิต (Condensing Unit) และเครื่องส่งลมเย็น (Fan Coil Unit) ทั้งชุดประกอบมาเสร็จเรียบร้อยจากโรงงานผู้ผลิตในประเทศไทย, ยุโรปหรือญี่ปุ่น ภายใต้ ลิขสิทธิ์ของผู้ผลิตกันนั้นและต้องเป็นยี่ห้อเดียวกัน และโรงงานของผู้ผลิตจะต้องได้รับมาตรฐาน ได้แก่ ISO 14001, ISO 9001 เป็นต้น

ผลิตภัณฑ์เครื่องปรับอากาศที่ใช้ใน โครงการจะต้องมีสมรรถนะตามที่กำหนดในแบบและมี รายละเอียดข้อกำหนดของตัวเครื่องปรับอากาศ ดังต่อไปนี้

1. คอนเดนซิ่งยูนิต (CONDENSING UNIT) ระบายความร้อนด้วยอากาศ ประกอบเรียบร้อยแล้วชุด มา จากโรงงานผู้ผลิตในประเทศไทย,ยุโรปหรือญี่ปุ่น โดยมีรายละเอียดดังนี้
 - ส่วนโครงภายนอก (CASING , CARBINET) ทำด้วยแผ่นเหล็กที่ผ่านกระบวนการกัน สนิมและกระบวนการเคลือบอบ/สี หรือวัสดุที่ทนต่อการเป็นสนิม เช่น ไฟเบอร์กลาส หรือพลาสติกอัดแข็งที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งกลางแจ้ง ตัวโครงจะต้องมั่นคงแข็งแรง ไม่ สั่นสะเทือน หรือเกิดเสียงดังเมื่อใช้งาน

- คอนเดนซิ่งยูนิตสามารถทำงานเป็นโมดูลเดี่ยวๆได้หรือจะประกอบกันเป็น SYSTEM ก็ได้ โดยควร ประกอบได้สูงสุด 3 โมดูลรวมเป็น 1 system กรณีที่ประกอบด้วย 2 โมดูล หรือ 3 โมดูล หากมี 1 โมดูลเสีย โมดูลที่เหลือสามารถจ่ายความร้อนให้ทั้งระบบได้โดยผู้ใช้งานสามารถเปิดเองได้ด้วย Remote Control ปกติ

ในแต่ละโมดูลต้องมีชุด INVERTER เป็นตัวควบคุมการเปลี่ยนความเร็วรอบของมอเตอร์ โดยที่ชุด INVERTER เป็นแบบ IGBT (INSULATED GATE BIPOLAR TRANSISTER)

โดยยี่ห้อของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในโครงการนี้ จะต้องยี่ห้อที่มีประสบการณ์ในการใช้ชุด INVERTER เป็นตัวควบคุมการปรับเปลี่ยนปริมาณสารทำความเย็น ซึ่งถูกติดตั้งและใช้อย่างแพร่หลายในประเทศไทยมาแล้วไม่น้อยกว่า 10 ปี

นอกจากนี้จะต้องรองรับกับระบบการเปลี่ยนอุณหภูมิของสารทำความเย็นด้วย VRT [Variable Refrigerant Temperature]

- คอมเพรสเซอร์ (COMPRESSOR) เป็นแบบกันหอย, มอเตอร์หุ้มปิด (HERMETIC SCROLL TYPE) ระบายความร้อนด้วยน้ำยา และที่มอเตอร์มีอุปกรณ์ป้องกันในกรณีที่เกิดความร้อนสูงเกินเกณฑ์
- คอยล์ของคอนเดนเซอร์ (CONDENSER COIL) เป็นท่อทองแดงที่ถูกอัดเข้ากับครีบอลูมิเนียมที่เคลือบสาร PE ป้องกันการกัดกร่อนซึ่งจะต้องเรียงเป็นระเบียบเรียบร้อยชิดแนบกับท่อทองแดง และผ่านการทดสอบรอยรั่วและขจัดความชื้นมาจากโรงงานผลิต
- พัดลมของคอนเดนเซอร์ เป็นแบบใบพัดแฉก (PROPELLER) ได้รับการถ่วงสมดุลมาเรียบร้อยแล้วจากโรงงานผู้ผลิต ขับเคลื่อนโดยตรงจากมอเตอร์ มีตะแกรงป้องกันอุบัติเหตุ
- มอเตอร์พัดลม เป็นแบบหุ้มปิดมิดชิด มีอุปกรณ์ป้องกันการเกิดความร้อนสูงเกินเกณฑ์ มีระบบรองลิ้น แบบกลับลูกปืน หรือแบบปลอก ที่มีการหล่อลิ้นระยะยาว
- ระบบควบคุม แผงควบคุม (PC BOARD) จะต้องมีการเคลือบป้องกันฝุ่นและความชื้น อีกทั้งต้องมีการระบายความร้อนของแผงควบคุมด้วยสารทำความเย็น นอกจากนี้จะต้องมีตัวป้องกันเมื่อความดันสูงเกินเกณฑ์ (HIGH PRESSURE CUT OUT) และมีฟิวส์ป้องกันวงจรควบคุม
- ระบบไฟฟ้า 380 V / 3 Ø / 50 Hz
- นอกจากนี้ตัวคอนเดนซิ่งยูนิต จะต้องมีการตรวจสอบการเดินสายระหว่าง CONDENSING UNIT และ FAN COIL UNIT , ระยะท่อ และสถานะของ STOP VALVE .

2. เครื่องส่งลมเย็น (FAN COIL UNIT) ประกอบเรียบร้อยแล้วจากโรงงานผู้ผลิตในประเทศไทย หรือญี่ปุ่น และเป็นผลิตภัณฑ์ยี่ห้อเดียวกับคอนเดนซิ่งยูนิต โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ส่วนโครงภายนอก เป็นแบบที่ตกแต่งเสร็จ ทำด้วยแผ่นเหล็กที่ผ่านกระบวนการเคลือบและอบสีหรือวัสดุที่ทนต่อการเป็นสนิม เช่น ไฟเบอร์กลาส พลาสติกอัดแรง ภายในบริเวณที่จำเป็นให้บุด้วยฉนวนยางหรือฟองน้ำหรือวัสดุเทียบเท่า มีฉนวนน้ำทิ้งที่หุ้มด้วยฉนวนดังกล่าวในการใช้งานปกติจะต้องไม่เกิดหยดน้ำเกาะที่ภายนอกของตัวโครง และถ้าเป็นชนิดเป่าลมเย็นโดยตรง (FREE BLOW) ต้องมีหน้ากากจ่ายลม สามารถปรับทิศทางการจ่ายลมได้
- พัดลมส่งลมเย็น เป็นพัดลมแบบหอยโข่ง (CENTRIFUGAL, TURBO FAN) หรือแบบใบพัดยาว (CROSS FLOW FAN) ขับเคลื่อนโดยตรงหรือผ่านสายพานด้วยมอเตอร์ ซึ่งสามารถปรับความเร็วได้ ไม่น้อยกว่า 2 อัตรา
- มอเตอร์ เป็นชนิด INDUCTION HOLD IC CONTROL หรือ SPLIT CAPACITOR ที่มีอุปกรณ์ภายใน ป้องกันความร้อนสูงเกินเกณฑ์
- คอยล์เย็น (EVAPORATOR COIL) เป็นท่อทองแดงที่ถูกอัดเข้ากับครีบอลูมิเนียม ซึ่งจะต้องเรียงเป็นระเบียบเรียบร้อยชิดแน่นกับท่อทองแดง และผ่านการทดสอบรอยรั่วจากโรงงานผู้ผลิต
- อุปกรณ์จ่ายสารทำความเย็นเป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์อิเล็กทรอนิกส์แบบชั้นวาล์ว (ELECTRONIC EXPANSION VALVE)
- เครื่องส่งลมเย็นชนิดซ่อนในฝ้า (CEILING MOUNTED DUCT TYPE) ขนาดความเย็นตั้งแต่ 24,900 BTU/H ขึ้นไป สามารถปรับแรงลมได้มากกว่า 7 ขั้นขึ้นไปจากรีโมทคอนโทรล
- เครื่องส่งลมเย็นชนิดซ่อนในฝ้า CASSETTE TYPE เป็นรุ่น Round Flow และมี Silver Ions เพื่อลดการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในถาดน้ำทิ้ง
- เครื่องส่งลมเย็นชนิดแขวนใต้ฝ้า CASSETTE TYPE เป็นรุ่นที่สามารถปรับแรงลมแต่ละทิศทางได้อย่างอิสระ
- ระบบควบคุม มีสวิทช์ เปิด ปิด เครื่องและปรับความเร็วรอบพัดลม พร้อมทั้งสวิทช์เทอร์โมสแตต อยู่ที่เครื่อง หรือเป็นแบบตั้งแยก (REMOTE TYPE) ที่ต่อสายส่งสัญญาณควบคุมการทำงาน ระหว่างเครื่องส่งลมเย็นกับชุดควบคุมการทำงาน (CONTROLLER) เป็นแบบ NON POLARITY ด้วยสาย 2 แกน
- แผงกรองอากาศเป็นแบบอลูมิเนียม , ใยสังเคราะห์ หรือ RESIN NET ที่สามารถถอดล้างทำความสะอาดได้
- ระบบไฟฟ้า 220 V / 1 Ø / 50 Hz

9.3 ท่อสารทำความเย็น ท่อน้ำทิ้ง และอุปกรณ์

1. ท่อสารทำความเย็น ให้ใช้ท่อทองแดงดังตารางต่อไปนี้

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก	ชนิดของท่อทองแดง
6.4 มม. หรือ 1/4"	O1 or 1/2 H
9.5 มม. หรือ 3/8"	1/2 H
12.7 มม. หรือ 1/2"	1/2 H
15.9 มม. หรือ 5/8"	1/2 H
19.1 มม. หรือ 3/4"	1/2 H
22.2 มม. หรือ 7/8"	1/2 H
25.4 มม. หรือ 1"	1/2 H
28.6 มม. หรือ 1 1/8"	1/2 H
31.8 มม. หรือ 1 1/4"	1/2 H
34.9 มม. หรือ 1 3/8"	1/2 H
38.1 มม. หรือ 1 1/2"	1/2 H
41.3 มม. หรือ 1 5/8"	1/2 H

หมายเหตุ

O1 = Soft Drawn (ท่อม้วน) ความหนาขั้นต่ำ 0.80 มม.

1/2 H = Hard Drawn (ท่อตรง) Type L

1.1 ข้อต่อทองแดงสามทางสำหรับแยกสารทำความเย็น ให้ใช้ Refnet Joint ซึ่งจะมีลักษณะคล้ายตัว Y ซึ่งสามารถแบ่งจ่ายสารทำความเย็นได้อย่างสม่ำเสมอ ไม่อนุญาตให้ใช้ข้อต่อสามทางรูปตัว T ซึ่งการแบ่งจ่ายสารทำความเย็นอาจจะไม่สม่ำเสมอ

1.2 ท่อสารทำความเย็น ให้หุ้มรอบด้วย FLEXIBLE CLOSED CELL ELASTOMERIC THERMAL INSULATION ชนิดไม่ลามไฟ ที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 19 มม. หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ

1.3 ท่อน้ำทิ้งขนาดไม่เล็กกว่า 20 มม. เป็นท่อพี.วี.ซี ชั้น 8.5 ตาม มอก.17 ท่อส่วนที่อยู่ภายในฝ้าเพดานหรือท่อส่วนที่อยู่ภายในอาคารที่ไม่อยู่ในบริเวณปรับอากาศให้หุ้มด้วยฉนวนหนาไม่น้อยกว่า 9.5 มม.

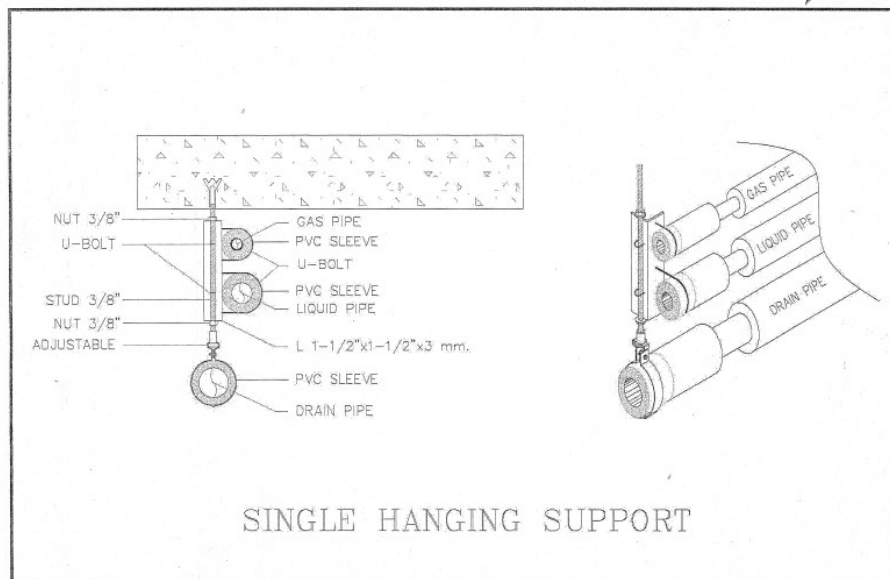
1.4 การติดตั้งท่อสารทำความเย็น จะต้องเดินให้ขนานหรือได้ฉากกับตัวอาคาร หรือตามแนวในแบบ ในส่วนที่ผ่านคาน กำแพง หรือพื้น จะต้องมีการวางปลอก (SLEEVE) ถ้าปลอกติดตั้งในส่วนที่ติดกับด้านนอกของอาคาร จะต้องอุดช่องว่างระหว่างท่อสารทำความเย็นและปลอกด้วยวัสดุยาง หรือวัสดุอื่นที่เทียบเท่า พร้อมทั้งตกแต่งอย่างเรียบร้อย และท่อสารทำความเย็นต้องยึดอยู่กับอุปกรณ์รองรับอย่างมั่นคง ระบบการทำงานของคอนเด็นซิ่งยูนิตและเครื่องส่งลมเย็นจะต้องสามารถทำให้น้ำมันหล่อลื่นกลับไปที่คอมเพรสเซอร์ได้โดยไม่เกิดปัญหาต่อ

ระบบโดยไม่ต้องติดตั้ง OIL TRAP ที่ท่อสารความเย็น ท่อสารทำความเย็นต้องมีขนาดพอเหมาะคือ ให้ค่าความดันตกในท่อไม่เกินกว่าค่าที่ทำให้อุณหภูมิความดันเปลี่ยนแปลงไปเกินกว่า $1 - 2^{\circ}\text{C}$ หรือมีขนาดตามที่กำหนดในแบบ

ผู้ติดตั้งไม่จำเป็นต้องติดตั้ง Sight Glass เพื่อตรวจสอบความชื้นและสารความเย็นในระบบ

แต่ผู้ติดตั้งจำเป็นต้องทำการเชื่อม ทดสอบรั่ว และทำสุญญากาศในระบบท่ออย่างถูกต้อง ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดในข้อ 1.7, 1.8, 1.9

- 1.5 ท่อสารทำความเย็นทั้งหมด จะต้องติดตั้งอยู่บนอุปกรณ์รองรับ (SUPPORT, HANGER) ทุกระยะไม่เกิน 1.5 เมตร โดยให้เรียงท่อ Gas และท่อ Liquid คนละระดับตามแนวตั้ง เพราะเมื่อถึงจุดที่ติดตั้ง Refnet Joint ท่อที่แยกออกไปของท่อ Gas และท่อ Liquid จะอยู่คนละระดับ จึงไม่จำเป็นต้องยกท่อเส้นหนึ่งเพื่อหลบท่ออีกเส้นหนึ่ง ซึ่งปกติการยกท่อหลบนั้นจะต้องใช้ข้องอ 4 ตัว และเชื่อม 8 รอย การจัดเรียงท่อตามแนวตั้งจึงช่วยลดรอยเชื่อมได้ถึง 8 รอย ภาพต่อไปนี้ เป็นตัวอย่างการติดตั้งดังกล่าวโดยรวมท่อน้ำทิ้งไว้ด้วยโดยใช้ Hanger เพียงตัวเดียว เจาะรูยึดเข้ากับเพดานเพียงจุดเดียว โดยระดับของท่อน้ำทิ้งสามารถปรับได้เพื่อให้มีความลาดเอียง



กรณีที่ระดับเนื้อที่บนฝ้ามีไม่เพียงพอ ให้แยกท่อน้ำทิ้งออกแล้วใช้ Hanger ต่างหาก ถ้าระดับเนื้อที่บนฝ้ายังคงไม่พอสำหรับการจัดเรียงท่อ Gas กับ ท่อ Liquid ให้อยู่คนละระดับ จึงให้จัดเรียงท่อทั้งหมดในระดับเดียวกันได้

การยึดท่อเข้ากับ Support หรือ Hanger แยกเป็น 2 กรณี ดังนี้

1. ท่อแนวนอน – ให้ใช้ท่อ พี.วี.ซี. ผ่าครึ่งตามยาว หรือ แผ่นเหล็กอาบสังกะสีไม่บางกว่าเบอร์ 22 B.W.G. ยาวไม่น้อยกว่า 20 ซม. ประกบ แล้วรัดด้วย Clamp

สำหรับบริเวณที่ Support หรือ Hanger อยู่ใกล้กับท่อแนวดิ่ง และมีน้ำหนักกดทับจากท่อแนวดิ่งมากจนฉนวนมีการยุบตัวมาก ให้ใช้ฉนวนสำหรับรับน้ำหนักโดยเฉพาะ (Insulation Pipe Support) แทนฉนวนปกติ เพื่อมิให้ฉนวนมีการยุบตัว

2. ท่อแนวดิ่ง – ให้ใช้ฉนวนสำหรับรับน้ำหนักโดยเฉพาะ (Insulation Pipe Support) แล้วจึงรัดด้วย Clamp เข้ากับ Support เพื่อให้สามารถรับน้ำหนักในแนวดิ่งได้ ป้องกันมิให้ท่อในแนวดิ่งเกิดการเลื่อนไถลลงซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อระบบท่อได้

- 1.6 ในการติดตั้งท่อสารความเย็น ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังมิให้สิ่งสกปรกฝุ่นผงเข้าไปในท่อโดยใช้วัสดุที่เหมาะสมปิดปลายท่อไว้ ถ้าการปิดปลายท่อใช้วิธีหุ้มด้วยพลาสติกแล้วพันด้วยกระดาษขาว หรือ เทปพันสายไฟ หรือวัสดุที่มีความเหนียว ให้พันในระยะที่ห่างจากปลายท่อน้อยกว่า 3” มิเช่นนั้นเวลาเชื่อมปลายท่อ รอยเชื่อมอาจจะไม่ดีอันเกิดจากคราบขาวที่ติดอยู่ที่ผิวท่อ

ถ้าหากสิ่งสกปรกฝุ่นผงได้เข้าไปแล้วให้ทำความสะอาดภายในท่อโดยใช้ฟองน้ำชุบน้ำยา R141B เช็ดภายในท่อทองแดงหลายๆครั้ง โดยในแต่ละครั้งให้เปลี่ยนฟองน้ำโดยใช้ฟองน้ำที่สะอาด จนกว่าฟองน้ำที่เช็ดแล้วจะไม่มีคราบสกปรกติดออกมา

- 1.7 ในการเชื่อมท่อทองแดงให้ผ่านก๊าซในโตรเจนภายในท่อตลอดเวลาขณะเชื่อมเพื่อป้องกันมิให้เกิดเขม่าออกไซด์ของทองแดงขึ้นภายในท่อซึ่งจะเป็นฝุ่นผงที่ก่อให้เกิดความเสียหายแก่อุปกรณ์ภายในต่อไปในอนาคตได้

- 1.8 ภายหลังการเชื่อมระบบท่อสารทำความเย็นแล้ว ให้ทำการทดสอบหารอยรั่วด้วยการอัดก๊าซไนโตรเจนเข้าไปภายในท่อ ใช้ Regulator ปรับให้มีความดันตามลำดับ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ความดันไม่ต่ำกว่า 42 PSI หรือ 3 kgf/cm² เป็นเวลาอย่างน้อยกว่า 3 นาที

ขั้นที่ 2 ความดันไม่ต่ำกว่า 213 PSI หรือ 15 kgf/cm² เป็นเวลาอย่างน้อยกว่า 3 นาที

ขั้นที่ 3 ความดันไม่ต่ำกว่า 540 PSI หรือ 38 kgf/cm² เป็นเวลาอย่างน้อยกว่า 24 ชม.

ให้บันทึกอุณหภูมิบรรยากาศก่อนและหลังทดสอบไว้ด้วย เนื่องจากความดันภายในท่อจะมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามอุณหภูมิบรรยากาศที่เปลี่ยนไปในอัตราประมาณ 1 kgf/cm² ต่อ 0.1 °C

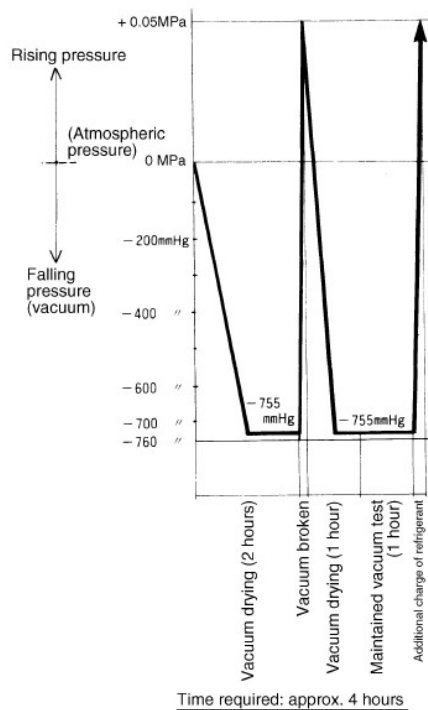
- 1.9 หลังจากทดสอบหารอยรั่วแล้วไม่พบว่ามียอยรั่ว ให้ทำการดูดความชื้นออกจากภายในท่อโดยทำให้เป็นสุญญากาศด้วยปั๊มดูดสุญญากาศ (VACUUM PUMP) โดยมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำสุญญากาศ จนมีความดัน -755 mmHg หรือ -1 kgf/cm² ทำต่อให้ครบ 2 ชั่วโมง

ขั้นที่ 2 อัดก๊าซไนโตรเจนจนมีความดัน 0.05 MPa หรือ 0.51 kgf/cm²

ขั้นที่ 3 ทำสุญญากาศอีกครั้ง จนมีความดัน -755 mmHg หรือ -1 kgf/cm² หลังจากนั้นรักษาความดันที่ระดับนี้เป็นเวลาอย่างน้อย 1 ชั่วโมง

ขั้นที่ 4 เติมน้ำสารความเย็นเข้าไปในระบบท่อ



9.4 ระบบท่อส่งลมเย็น

1. ท่อลมมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- วัสดุ ใช้แผ่นเหล็กกล้า ออบสังกะสี โดยมีความหนาและการเสริมเหล็กฉาก ตามมาตรฐานของ ASHRAE หรือ SMACNA แห่งสหรัฐอเมริกา ขนาดท่อลมให้ปฏิบัติตามที่กำหนดในแบบ
- ตารางแสดงความหนาของเหล็กแผ่นประกอบท่อลม

ขนาดความกว้างของท่อลม	ความหนาเหล็กแผ่น ออบสังกะสี	
	เบอร์ (B.W.G)	มม.
ไม่เกิน 12"	26	0.47 – 0.63
เกิน 12" แต่ไม่เกิน 30"	24	0.60 – 0.80
เกิน 30" แต่ไม่เกิน 54"	22	0.80 – 0.95
เกิน 54" แต่ไม่เกิน 85"	20	0.90 – 1.10
เกิน 85"	18	1.18 – 1.44

- ให้มีเหล็กฉากรองรับท่อตามที่ ASHRAE หรือ SMACNA หรือ ตามที่กำหนดในแบบ
- การติดตั้ง และการต่อท่อต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ ASHRAE หรือ SMACNA หรือ ตามที่กำหนดในแบบ

- การโค้งท่อ ต้องให้รัศมีมีความโค้งเท่ากับขนาดท่อในทิศทางที่โค้งนั้น หากมีที่ไม่พอจึงจะขออนุญาตให้มีรัศมีความโค้งน้อยกว่านี้ได้ แต่ต้องใส่ GUIDE VANE โดยมีจำนวนและตำแหน่งตามมาตรฐาน ASHRAE หรือ ตามที่กำหนดในแบบ
- จุดต่อระหว่างท่อลมกับอุปกรณ์ที่มีความสั่นสะเทือน ให้ใช้แผ่นผ้าใบอย่างหนา
- ท่อลมที่มีขนาดความกว้างในแนวนอนไม่เกิน 100 ซม. ต้องมีอุปกรณ์แขวน หรือ ที่ยึดท่อทุกระยะ 3.0 เมตร ถ้าใหญ่กว่านี้ให้มีทุกระยะ 2.50 เมตร และสำหรับจุดต่อแยกต้องยึดติดโดยเริ่มจากจุดต่อแยกไม่เกิน 0.60 เมตร

2. ฉนวนหุ้มท่อลมเย็นส่ง และท่อลมเย็นกลับ จะต้องบุด้วยฉนวนใยแก้วชนิดอ่อน ที่มีความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 16 กิโลกรัม / ลูกบาศก์เมตร หนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร และเป็นชนิดมีแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์แบบทนไฟ ทำหน้าที่เป็น VAPOR BARRIER ปะทับหลังมาเรียบร้อยจากโรงงานผู้ผลิต รอยต่อของฉนวนต้องให้ปลายแผ่นฉนวนซ้อนเหลื่อมกันไม่น้อยกว่า 4 ซม. ให้ใช้ PRESSURE ALUMINIUM TAPE กว้างไม่น้อยกว่า 50 มม. ปิดทับในการหุ้มฉนวน ให้รัศมีความโค้งด้วยเทปพลาสติก หรือ พี.วี.ซี. กว้างไม่น้อยกว่า 15 มม. อีกทุกระยะ 0.5 เมตร ที่ทางแยกของท่อลมทุก ๆ ทางแยก จะต้องมีแผ่นช่องลมเฉียง (SPLITTER DAMPER) ซึ่งทำด้วยแผ่นสังกะสีทำท่อลม และสามารถปรับแผ่นช่องลมเฉียงนี้ โดยก้านเหล็กที่ทะลุพื้น หรือ กำแพงต้องทำปอดกท่อลม (DUCT SLEEVE) ด้วยเหล็กฉาก หรือ ไม้ตามความเหมาะสม

3. อุปกรณ์ระบบลม

- อุปกรณ์ต่อไปนี้ ต้องทำมาเรียบร้อยจากโรงงาน และเป็นแบบ ANODIZED EXTRUDED ALUMINIUM มีขนาดตามที่แสดงในแบบ
- หัวจ่ายลมจากฝ้าเพดานเป็นแบบสี่เหลี่ยม (SQUARE OR RECTANGULAR) แบบกลม (ROUND) หรือแบบตามยาว (SLOT , LINEAR) ดังในแบบ
- สำหรับแบบสี่เหลี่ยมและแบบกลม ต้องมีชุดแผ่นปรับปริมาณลม (OPPOSED BLADE VOLUME DAMPER) หัวจ่ายลมด้านข้างเป็นแบบสี่เหลี่ยม ต้องมีบานเกล็ดปรับได้ 4 ทิศทาง และหัวจ่ายต้องมีชุดแผ่นปรับปริมาณลม
- หัวดูดอากาศภายนอก เป็นแบบสี่เหลี่ยมชนิดที่มีบานเกล็ดกับฝน มีตะแกรงกันแมลงและยุง และมีชุดปรับปริมาณลม (ถ้ากำหนดในแบบ)
- หัวดูดอากาศกลับ เป็นแบบสี่เหลี่ยม มีบานเกล็ดปรับทิศทางเดียว หรือสองทาง และอาจมีชุดแผ่นปรับปริมาณลม (ถ้ากำหนดในแบบ)

9.5 ระบบควบคุมแยกส่วนแบบ Wired Remote Controller

เป็นอุปกรณ์ที่สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องส่งลมเย็นได้ดังนี้
ความต้องการทั่วไป

- สามารถติดตั้งไกลจากตัวเครื่องปรับอากาศได้สูงสุด 500 เมตร
- ต้องเป็นยี่ห้อเดียวกันกับระบบปรับอากาศ

- ปรับอุณหภูมิ
- ปรับปริมาณลม

โหมดประหยัดพลังงาน

- สามารถกำหนดช่วงอุณหภูมิสูงสุด และต่ำสุดได้ เพื่อป้องกันผู้ใช้ปรับอุณหภูมิเกินกำหนด

(Setpoint Rang Set)

- สามารถตั้งเวลาให้กลับมาใช้อุณหภูมิเดิมได้ตามเวลาที่กำหนด (Setpoint Auto Reset)
- สามารถตั้งเวลาปิดเครื่องปรับอากาศได้ (Off Timer)
- ตั้งเวลาได้เป็นรายสัปดาห์
- สามารถตั้งเวลาได้สูงสุด 5 เหตุการณ์ต่อวัน
- ตำแหน่งติดตั้ง ระบบควบคุมแยกส่วนแบบ Wired Remote Controller ให้ติดตั้งที่บริเวณประตู หน้าห้อง ตำแหน่งเดียวกับสวิตช์เปิดดวงโคมไฟฟ้า โดยจัดตำแหน่งให้เหมาะสม สะดวกต่อการใช้งาน ในทุกๆห้อง

9.6 ระบบไฟฟ้าสำหรับปรับอากาศ

1. ผู้รับจ้างระบบปรับอากาศตามแบบ และรายการประกอบนี้ และอื่น ๆ ที่จำเป็นต้องจัดหา และติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับที่มีอาจได้กำหนดไว้ โดยการติดตั้ง ทั้งหมดต้องเป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าฯ หรือมาตรฐาน NEC.
2. มอเตอร์เป็นผลิตภัณฑ์ของประเทศไทย ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา หรือยุโรป และมอเตอร์ขนาดโตกว่า 746 วัตต์ ต้องเป็นแบบ TOTALLY ENCLOSED ส่วนมอเตอร์ในคอนเด็นซิ่งยูนิต ต้องเป็นแบบ TOTALLY ENCLOSED เท่านั้น และถ้ามอเตอร์เป็นผลิตภัณฑ์ของประเทศไทย จะต้องมีความเหมาะสมและคุณภาพเหมาะสมตามข้อพิจารณาของผู้ว่าจ้าง
3. สวิตช์อัตโนมัติ ในตู้แผงสวิตช์เมน และสวิตช์อัตโนมัติย่อย (LOAD CENTER) เป็นผลิตภัณฑ์ของ SQUARE D, WESTING HOUSE, GE ฯลฯ หรือเทียบเท่า
4. สายไฟฟ้าทั้งหมดให้ใช้สายทองแดงหุ้มฉนวน ที่ได้รับอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก.11-2531 อาทิ BANGKOK CABLE, THAI YAZAKI, PHELPS DODGE ยกเว้นสายไฟฟ้าภายในตัวเครื่องปรับอากาศ หรือที่ส่วนประกอบของอุปกรณ์ที่เป็นผลิตภัณฑ์จากต่างประเทศเท่านั้น อาจเป็นผลิตภัณฑ์ของประเศอื่น ๆ ได้
5. ชนิดของสายไฟฟ้า หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ใช้ดังนี้
 - สายไฟฟ้าเมนให้ใช้ชนิด THW 750 V. 70 °C PVC TYPE – A
 - สายไฟฟ้าคอนโทรลให้ใช้ชนิด VCT 750 V. 70 °C PVC หรือตามรายละเอียดที่กำหนด

6. ขนาดสายไฟฟ้าเมนเครื่องปรับอากาศ หากมิได้กำหนดไว้ ขนาดสายไฟฟ้าจะต้องเป็นขนาดที่รับกระแสได้ไม่ต่ำกว่า 125% ของกระแสใช้งานเต็มที่ (FULL LOAD) และขนาดเล็กสุด 2.5 ตร.มม.
7. ขนาดสายไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์ปรับความเร็วลม ให้ใช้สายไฟฟ้าขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 ตร.มม.
8. ขนาดของสายไฟฟ้าของระบบคอนโทรลเครื่องปรับอากาศ เป็นสายชนิด Twisted pair shield 2 Cores เบอร์ 18 AWG.
9. การติดตั้งระบบสายดินตัวเครื่องปรับอากาศที่เป็นโลหะ ในการทำงานปกติต้องไม่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน (NON CURRENT – CARRYING METAL PARTS OF SYSTEM OF EQUIPMENT) ขนาดสายดิน ให้เป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ หรือที่กำหนดในแบบ
10. ท่อร้อยสายไฟฟ้า ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก.
11. การเดินสายไฟฟ้า หากมิได้กำหนดไว้ ต้องเดินสายในท่อ EMT หรือ IMC ขนาดและจำนวนสายในท่อ ให้เป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ หรือที่กำหนดในแบบ
12. การตัดสายไฟฟ้า ต้องทำในกล่องต่อสาย กล่องสวิตช์ หรือรางเดินสายเท่านั้น ตำแหน่งที่ทำการต่อสายไฟฟ้า ต้องอยู่ในตำแหน่งที่สามารถทำการตรวจสอบหรือซ่อมบำรุงได้ง่าย
13. การเชื่อมต่อสายไฟฟ้าขนาดไม่เกิน 10 ตร.มม. ให้ใช้ WIRE NUT หรือ SCOTT LOCK ขนาดโตกว่า ให้ใช้ SPLIT BOLT หรือ BOLT หรือ SLEEVE พันด้วยเทปไฟฟ้า ให้มีฉนวนเทียบเท่าฉนวนของสายไฟฟ้า
14. การเดินสายไฟฟ้าเข้ากับมอเตอร์ ของแฟนคอยล์ยูนิต หรือ คอนเด็นซิ่งยูนิต ให้เดินร้อยสายใน FLEXIBLE CONDUIT
15. ท่อร้อยสายไฟฟ้า ที่เดินซ่อนไว้ในฝ้าเพดาน หรือเดินเกาะเพดาน หรือฝังในผนังให้ใช้ท่อ EMT
16. ท่อร้อยสายไฟฟ้า ที่เดินฝังในคอนกรีตหรือนอกอาคาร ให้ใช้ท่อ IMC
17. ท่อร้อยสายไฟฟ้าคอนโทรล ให้ใช้ท่อ EMT และท่อ FLEXIBLE CONDUIT

9.7 การปรับปริมาณอากาศและการทดสอบ

- 1 เมื่อติดตั้งระบบปรับอากาศเสร็จเรียบร้อยแล้ว ถ้ามีระบบท่อม และหัวจ่ายลมแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องปรับปริมาณอากาศ ให้เท่ากับปริมาณที่กำหนดไว้ในแบบ โดยที่ยอมให้มีความแตกต่างได้ไม่เกินร้อยละ 10 และอากาศที่ออกมาจากแต่ละหัวจ่าย จะต้องสมดุลกันทุกทิศทาง การปรับปริมาณลมนั้น ให้ปรับที่แผ่นของลมแล้ว หรืออาจจะปรับที่ชุดแผ่นรับปริมาณลม ที่หัวจ่ายลมก็ได้ แต่ต้องไม่ให้เกิดเสียงดัง
2. การทดสอบ ให้กระทำโดยตรวจวัดข้อมูลต่างๆ ทางวิศวกรรมที่สำคัญๆ เช่น ความดันของสารทำความเย็น กระแสไฟฟ้าที่ใช้ของมอเตอร์ทุกตัว ปริมาณลมที่หัวจ่ายลมทุกหัว อุณหภูมิในห้องปรับอากาศ อุณหภูมิที่ออกจากคอยล์เย็น อุณหภูมิภายนอก อุณหภูมิก่อนเข้าและออกจากคอนเด็นซิ่ง

นี้คือ การทำงานของเทอร์โมสแตท และสวิตช์คอนโทรลต่างๆ เป็นต้น โดยผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการทดสอบดังกล่าว โดยมีตัวแทนของผู้ว่าจ้างมาทำการควบคุม และลงนามกำกับแบบฟอร์มการทดสอบ เพื่อเสนอต่อผู้ว่าจ้าง ในการส่งมอบงานระบบปรับอากาศงวดสุดท้าย ค่าใช้จ่ายในการทดสอบ ซึ่งรวมถึงค่ากระแสไฟฟ้า ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น

9.8 การส่งมอบ

ผู้รับจ้าง ต้องแนบรายการ และรายละเอียดของการทดสอบเครื่องปรับอากาศ พร้อมทั้งแบบแสดงการติดตั้งจริง (ASBUILT DRAWING) ทั้งระบบ พร้อมทั้งคู่มือการใช้งาน หากระบบคอนโทรลเป็นระบบพิเศษ หรือมีขนาดใหญ่กว่า 15 ตันความเย็น จะต้องทำ DIAGRAM แสดงวิธีการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ เคลือบด้วยพลาสติกใสติดไว้ที่ตู้ควบคุม และนำส่งมาพร้อมกับหนังสือส่งมอบงาน อย่างน้อย 4 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้

- แบบ ASBUILT DRAWING พร้อมแคตตาล็อกเครื่องปรับอากาศและคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษามันทีทัก เป็นไฟล์คอมพิวเตอร์ใน FLASH DRIVE จำนวน 4 ชุด

- แบบ ASBUILT DRAWING ถ่ายพิมพ์ขาว จำนวน 4 ชุด

- แคตตาล็อกเครื่องปรับอากาศพร้อมคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษา จำนวน 4 ชุด

เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบอากาศ Energy Recovery Ventilator (ERV)

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบอากาศ Energy Recovery Ventilator (ERV)

เป็นพัดลมระบายอากาศที่นำอากาศที่จะระบายทิ้ง (Exhaust Air) ในพื้นที่ระบายอากาศ มาแลกเปลี่ยนกับอากาศจากภายนอก (Fresh Air) เพื่อให้ Fresh Air อุณหภูมิลดลงก่อนนำไปจ่ายในพื้นที่ระบายอากาศ เพื่อการประหยัดพลังงาน ซึ่งต้องเป็นเครื่องที่ประกอบเสร็จจากโรงงานของบริษัทผู้ผลิต โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 1.1 พัดลมต้องเป็นพัดลมแบบ Electronically Commutated Fan (EC Fan) ตัวใบพัดต้องได้สมดุลทั้งแบบคงที่และแบบไดนามิก มอเตอร์ใช้ไฟ 220 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์ จำนวนพัดลมต้องมี 2 หรือ 4 ตัวแยกกันสำหรับฝั่งระบายอากาศ 1-2 ตัวและดูดอากาศ 1-2 ตัว และต้องสามารถปรับความเร็วพัดลมได้ 3 ระดับต่ำ สูง และ สูงสุด
- 1.2 แกนกลางสำหรับแลกเปลี่ยนความร้อนเป็นโพลิเมอร์ชนิดพิเศษช่วยลดความชื้นและช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียชนิด Microban ซึ่งการแลกเปลี่ยนอากาศจากภายนอก (Fresh air) กับอากาศที่ระบายทิ้ง (Exhaust Air) แยกจากกันโดยไม่ผสมกัน
- 1.3 การปรับระดับแรงลมสามารถปรับแยกอิสระระหว่างด้านอากาศจากภายนอก (Fresh air) และด้านอากาศที่ระบายทิ้ง (Exhaust Air) โดยปรับได้อย่างน้อย 3 ระดับคือ แรง, ปานกลาง และต่ำ โดยรีโมทเฉพาะของผลิตภัณฑ์
- 1.4 แผ่นกรองอากาศ (Pre-filter) ที่มีขนาดการกรองไม่น้อยกว่า MERV 8 และมีแผ่นกรองอากาศ (HEPA-filter) ที่มีขนาดการกรองไม่น้อยกว่า H11
- 1.5 มีความความดันสถิต (External Static Pressure) ที่รวมแผ่นกรอง HEPA filter แล้วมีค่าไม่น้อยกว่า 100 Pa ที่ความเร็วลมสูงสุด
- 1.6 รีโมทมีสาย สามารถแสดงค่า PM2.5, ความชื้นในอาคาร, และ คาร์บอนไดออกไซด์ ในอาคารได้เพื่อสามารถวัดค่าประสิทธิภาพการทำงานของตัวเครื่อง

บทที่ 11

ระบบส่งลมและอุปกรณ์

(AIR DISTRIBUTION AND ACCESSORIES)

11.1 ความต้องการทั่วไป

ท่อลมโดยทั่วไปถ้าไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่นประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กชุบสังกะสีมีความหนาตามระบุ วิธีการประกอบและการติดตั้งตามที่ระบุไว้ในแบบ และรายละเอียดส่วนใดที่ไม่ได้ระบุไว้ในแบบหรือในรายละเอียดจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ SMACNA และ/หรือ ASHRAE Standard

ให้ตรวจสอบขนาด และแนวทางการเดินท่อลมให้สอดคล้องกับงานติดตั้งในระบบอื่นๆ และจะต้องทำการแก้ไขเมื่อเกิดปัญหาขัดแย้ง

ข้อโค้งจะต้องเป็นแบบ Full Radius และมีรัศมีความโค้งที่กลางท่อไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของความกว้างท่อลม ถ้าไม่สามารถทำได้เนื่องจากสถานที่ติดตั้งจำกัด ให้ใช้ข้ออหักฉาก (Mitre Bend) มี Turning Vane ตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในแบบ

ท่อลมสี่เหลี่ยมที่มีด้านใหญ่สุดเกินกว่า 300 มิลลิเมตร (12 นิ้ว) จะต้องทำ Cross-Break และทุกทางแยกของท่อลม (Branch Duct) จะต้องติดตั้ง Splitter Damper หรือ Opposed Blade Volume Damper ณ จุดแยกท่อในกรณีที่ไม่มีพื้นที่เพียงพอต่อการทำ Splitter Damper

ท่อลมที่เดินทะลุผ่านพื้นหรือกำแพงต้องมีวงกบ (Duct Sleeve) ทำด้วยไม้เนื้อแข็งหนาไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) หนากว้างเท่ากับความหนาพื้นหรือกำแพง และอุดช่องว่างด้วยวัสดุทนไฟอย่างน้อย 2 ชั่วโมง พร้อมทั้งมีกรอบทำด้วยอลูมิเนียมหนา 2 มิลลิเมตร, ปิดทั้งสองด้าน

ท่อลมที่ไม่ได้หุ้มฉนวน และปรากฏแก่สายตาต้องทำสีตามรายละเอียดในหมวดการทาสีป้องกันการผุกร่อนและรื้อสี

ท่อลมที่ต่อกับพัดลมเครื่องปรับอากาศหรือเครื่องที่กำเนิดความสั่นสะเทือนต้องใช้ข้อต่ออ่อน (Flexible Duct Connection) ทำด้วยวัสดุ Polyester Fabric เว้นระยะเพียงพอต่อการรองรับแรงสั่นสะเทือน

ข้อต่ออ่อนที่ใช้ภายนอกอาคารจะต้องเคลือบด้วย Neoprene ให้สามารถกันน้ำได้ ความยาวของช่วงข้อต่ออ่อนประมาณ 15 เซนติเมตร (6 นิ้ว) ในกรณีที่ระบุให้ใช้ท่อลมกลมอ่อน (Round Flexible Duct) สำหรับต่อเข้าหัวจ่ายลม ความยาวของท่อลมกลมอ่อนที่ใช้ต่อจะต้องมีความยาวไม่เกิน 3.0 เมตร (10 ฟุต)

รอยต่อทอลมตามแนวขวาง (Transverse Joint) ทั้งหมดจะต้องอุดตลอดแนวด้วยวัสดุทนไฟภายนอก และ/หรือ ภายในทอลม

จะต้องมีช่องเปิดบริการ (Access Door) สำหรับ Splitter Damper และ Volume Damper ที่มีขนาดใบ โดกว่า 0.1 ตารางเมตรทุกชุด, Access Door จะต้องเป็นแบบบานพับ (Hinge) มี Sash Lock อย่างน้อยสองตัว มี ขอบเป็นรูปหน้าแปลนและมีปะเก็น Neoprene ติดที่ขอบโดยรอบกันอากาศรั่วและ Access Door ที่ติดตั้งบนทอล มที่มีจำนวนหุ้มต้องทำเป็น 2 ชั้นระหว่างชั้นบุด้วยฉนวนกันความร้อนชนิดเดียวกับที่ใช้หุ้มทอลม

ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้กำหนดขนาด และตำแหน่งของช่องเปิดบนฝ้าเพื่อการตรวจซ่อมและบริการ ทอลม ท่อน้ำ เครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ เสนอขออนุมัติต่อวิศวกรก่อนการทำฝ้า ค่าใช้จ่าย ในการทำช่องเปิดให้อยู่ใน ความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

(Screw) สลักเกลียว (Bolt) น็อต (Nut) และหมุดย้ำ (Rivet) ที่ใช้กับงานทอลมจะต้องทำด้วยวัสดุปลอด สนิม หรือชุบด้วยสังกะสีหรือแคดเมียม

11.2 การแขวนยึดทอลม

การแขวนยึดทอลมให้ใช้ขนาดเหล็กแขวน (Hanger Rod) และเหล็กกรอง (Support) ตามที่ระบุไว้ใน แบบ การแขวนยึดทอลมห้ามใช้ลวดในการแขวนยึดท่อโดยเด็ดขาด ตำแหน่งการเจาะยึดกับโครงสร้างของ อาคารจะต้องเสนอขออนุมัติต่อวิศวกรก่อนดำเนินการ

โครงเหล็กต่างๆ ที่ใช้ในการยึดแขวนทอลม เหล็กเสริมคอนกรีต, Insert, Expansion Bolt และอื่นๆ ที่ ใช้ ถือเป็นส่วนหนึ่งของงานติดตั้งระบบทอลม และให้ทำสีตามรายละเอียดในหมวดการทาสีป้องกันการผุ กร่อนและร้าวร้าว

การแขวนยึดทอลมกับโครงสร้างของอาคาร ผู้ว่าจ้างจะต้องใช้ระบบแขวนยึดที่เหมาะสมกับโครงสร้าง ของอาคารนั้นๆ โดยผ่านการเสนอขออนุมัติต่อวิศวกรก่อนดำเนินการ

11.3 DAMPER

Splitter Damper จะต้องทำขึ้นโดยมีรายละเอียดดังแสดงในแบบ ตัวใบทำด้วยแผ่นสังกะสี ขนาดความ หนากว่าทอลมช่วงนั้นอีกสองเบอร์ ความยาวของตัวใบประมาณ 1.10 เท่าของทอลมที่แยกออกมา ก้านเป็น ทองเหลืองหรือเหล็กชุบสังกะสี (Push Rod) สำหรับปรับตำแหน่งใบ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 9 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว)

Volume Damper เป็นแบบใบเดี่ยว (Single Blade) หรือหลายใบ (Multiple Blade) โดยใบปรับแต่ละใบ ของ Multiple Blade จะต้องมีความกว้างไม่เกิน 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ความยาวใบเต็มตามความกว้างของทอลม แต่ไม่เกิน 1,000 มิลลิเมตร (40 นิ้ว) ส่วนใบปรับใบเดี่ยวกว้างได้ถึง 350 มิลลิเมตร (14 นิ้ว) ลักษณะใบเป็นแบบ

Balance Type ตัวใบประกอบขึ้นจากแผ่นสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ขอบใบพับรอย(Hemmed) เป็นแบบ Interlocking Edge แกนปรับใบ (Damper Rod) จะต้องมียุติปลายด้านหนึ่งเป็นหัวจตุรัสยึดตะกั่วตัวถังสอดผ่าน Bearing Plate ชนิดที่เป็น Lever Type Locking Device แกนใบจะต้องมี Nylon Bushing หรือ Bronze Bearing Sleeve รองรับ, Damper ชนิดที่มีหลายใบ จะต้องจัดใบเป็นแบบ Opposed Blade ชนิด Gear Operated

11.4 วัสดุท่อลม

ท่อลมไม่ว่าจะเป็นท่อลมกลม หรือท่อลมรูปสี่เหลี่ยม ประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กเรียบอบสังกะสี ปริมาณสังกะสีที่อบไม่น้อยกว่า 300 กรัมต่อตารางเมตร (1.0 ออนซ์ต่อตารางฟุต) รอยตัดรอยพับที่ทำให้สังกะสีที่อบไว้แตกหลุดจะต้องทาด้วย Zinc Chromate และสีทาภายนอกเพื่อป้องกันสนิม

ความหนาของแผ่นสังกะสีที่ระบุใช้ตามขนาดเบอร์เกจ (Gauge Number) จะหมายถึง B.W.G. Gauge ผู้รับจ้างสามารถเลือกใช้แผ่นสังกะสีตามลิเมตรมาตรฐานอื่นได้แต่จะต้องเทียบให้ได้ความหนาไม่ต่ำกว่าเบอร์ B.W.G. Gauge ที่ระบุให้ใช้

ท่อลมแบบกลมชนิด Flexible Duct จะต้องทำด้วยวัสดุคูมูนิเนี่ยมยัดโดยวิธีทางกลแบบtriple Lock Seam โดยสามารถทนความดันลมได้ไม่น้อยกว่า 5 KPA (20" WG) และทนความร้อนได้ถึง 130 องศาเซลเซียส (266 องศาฟาเรนไฮต์)

11.5 หน้ากากลม

หน้ากากลมที่ติดตั้งภายในอาคารทุกตัว ต้องมีฟองน้ำหรือยางรองรอบด้านหลังปีก เพื่อป้องกันลมรั่ว การติดตั้งต้องแนบสนิทกับผนังหรือฝ้าเพดาน

หัวจ่ายลมแบบ Ceiling Diffuser (CD) ไม่ว่าจะเป็นแบบกลมหรือแบบจ่ายลมได้ตั้งแต่ 1 ถึง 4 ทิศทางตามที่ระบุในแบบทำด้วย Extruded Aluminum, Removable Cores ติดตั้งแนบฝ้าเพดานแบบ Flush Mount หรือถ้าขอบหน้ากากเป็นแบบยกขอบสูงให้ติดตั้งเป็น Surface Mount มี Opposed Blade Volume Damper ทุกหัวจ่าย และมีก้านปรับปริมาณลม สามารถปรับแต่งได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก

หน้ากากลมแบบ Supply Air Grille (Sag) ทำด้วย Extruded Aluminum มีใบปรับทิศทางการจ่ายลมได้ทั้งในแนวตั้งและแนวนอน (Double Deflection) โดยใบปรับวางซ้อนกันและสามารถปรับทิศทางของแต่ละใบได้โดยอิสระ ใบปรับด้านหน้าติดตั้งในแนวตั้งส่วนด้านหลังติดตั้งในแนวนอน

หน้ากากลมแบบ Supply Air Register (SAR) ลักษณะเหมือนกับ Supply Air Grille พร้อมทั้งมี Opposed Blade Volume Damper ติดตั้งด้านหลังหน้ากาก สามารถปรับแต่งปริมาณลมได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก

หัวจ่ายลมแบบ Linear Slot Diffuser (LSD) ทำด้วย Extruded Aluminum มีช่องจ่ายลมช่องเดียวหรือหลายช่องพร้อมกล่องลม (Air Plenum) ตามที่ระบุในแบบหากไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ช่องจ่ายลมแต่ละช่องขนาดไม่เกิน 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว)

หน้าากลมกลับ Return Air Grille (Rag) ทำด้วย Extruded Aluminum มีใบยึดติดแน่นกับหน้าากในแนวนอน ทำมุมประมาณ 45 องศา

หน้าากลมกลับแบบ Transfer (Tag) มีลักษณะเหมือนกับหน้าากลมกลับ ถ้าติดตั้งบนผนัง ต้องมีหน้าากติดทั้งสองด้านของผนัง

หน้าากลมบริสุทธิ์ Fresh Air Grille (Fag) ลักษณะเหมือนกับหน้าากลมกลับ พร้อมทั้งมี Opposed Blade Volume Damper และตาข่ายกันแมลงติดตั้งด้านหลังหน้าากสามารถปรับแต่งปริมาณลมได้โดยไม่ต้องถอดหน้าากออก

Outside Air Louver (OAL) ทำด้วย Extruded Aluminum มีใบยึดติดแน่นกับโครงในแนวนอนทำมุมประมาณ 45 องศา ปลายใบทั้งด้านในและด้านนอกหักมุมป้องกันฝนสาดความหนาของโครงจะต้องไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ด้านในบุด้วยตาข่ายอลูมิเนียมหรือเหล็กปลอดสนิม มีขนาดตาข่ายไม่ต่ำกว่า 5 ตารางเซนติเมตร (1 ตารางนิ้ว) และตาข่ายกันแมลง สามารถถอดล้างได้ ช่องว่างระหว่างโครงกับผนังอาคารอุดด้วยสารกันน้ำทั้งสองด้าน

หน้าากลมระบายอากาศ Exhaust Air Grille (EAG) ลักษณะเหมือนกับหน้าากลมกลับ หากไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น หน้าากลมระบายอากาศที่ติดตั้งอยู่ทางด้านสุดของพัดลมระบายอากาศทุกชุด ต้องมี Opposed Blade Volume Damper ด้วย

หน้าากลมทุกชนิด ทำด้วย Extruded Aluminium แล้วพ่นด้วยสีฝุ่นอบแห้ง (Bake On Enamel) ส่วนลักษณะของสีให้เป็นไปตามความเห็นชอบของสถาปนิกหรือวิศวกร

11.6 ฉนวนหุ้มท่อลม (Duct Insulation)

ท่อส่งลมเย็นทั้งหมด จะต้องหุ้มด้วยฉนวนใยแก้ว ท่อลมกลับที่เดินอยู่ในช่องลมกลับ (Return Air Chamber) ซึ่งอยู่เหนือฝ้าหรือในห้องเครื่องไม่ต้องหุ้มฉนวน ส่วนท่อลมกลับที่เดินเหนือฝ้าเพดานและในห้องเครื่องที่ไม่ได้ใช้เป็น Return Air Chamber จะต้องหุ้มฉนวนเหมือนท่อส่งลมเย็น ท่อลมสำหรับอากาศบริสุทธิ์ก่อนเข้าคอยล์เย็น และท่อลมสำหรับระบายอากาศทั่วไป ไม่ต้องหุ้มฉนวน แต่ท่อลมสำหรับระบายอากาศที่ดูดลมจากห้องปรับอากาศ เดินผ่านห้องที่ไม่ได้ทำการปรับอากาศหรือที่มีความชื้นสูง ต้องหุ้มฉนวนเหมือนท่อส่งลมเย็น

ฉนวนใยแก้วจะต้องใช้แบบที่มี Aluminium Foil ชนิดไม่ติดไฟ (Sisalation เบอร์ 431 หรือ AHI เบอร์ 524 หรือเทียบเท่า) ปะหลัง ความหนาของฉนวนใยแก้วไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 16 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (1 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต) ฉนวนใยแก้วที่ใช้หุ้มท่อลมกลมอ่อน ให้ใช้ฉนวนที่มีความหนาแน่น 16 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (1 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต) ด้วยเช่นกัน

ก่อนที่จะหุ้มฉนวนเข้ากับท่อลม จะต้องทาพื้นผิวภายนอกท่อลมทั้งหมด ยกเว้นท่อ Flexible Duct ด้วยกาวชนิดไม่ติดไฟให้ทั่วเสียก่อน ตรงรอยต่อของฉนวนจะต้องคาดทับด้วยเทปอลูมิเนียมชนิดกาวในตัว ขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) คาดรัดด้วยสายรัดอลูมิเนียม ขนาดความกว้าง 15 มิลลิเมตร หนา 1 มิลลิเมตร รัดรอบฉนวนใยแก้ว ที่หุ้มท่อลมทุกๆ ระยะ 0.5 เมตร ป้องกันไม่ให้ฉนวนใต้ท่อลมตกแอ่นลง ท่อตั้งแต่ 24 นิ้ว ขึ้นไป ให้ใช้ตะปู (Mechanical Pin) ยึดด้านใต้ท่อเป็นตารางหมากรุกห่างกันทุกๆ 1 ฟุต การคาดแถบสายรัด จะต้องทำทันทีหลังการหุ้มฉนวนและจะต้องหาวิธีป้องกันตรงมุมต่อไม่ให้สายรัดบาด Aluminium Foil ของฉนวนจนฉีกขาด ส่วนถลอก ฉีกขาดของ Aluminium Foil จะต้องปิดซ่อมด้วย Acrylic Aluminium Tape

ทุกๆ จุดที่แขวนรองรับท่อลมจะต้องใช้ Gypsum Board หนา 9 Mm. ขนาดกว้าง 15 เซนติเมตร (6 นิ้ว) ปิดรอยตัดด้วย Aluminium Tape เพื่อป้องกันการแตกเสียหายของ gypsum Board รองรับใต้ท่อลมเพื่อป้องกันไม่ให้ฉนวนได้รับความเสียหาย หรือถูกกดแบน จากการแขวน

11.7 ฉนวนบุภายในท่อลม (Duct Liner)

ท่อส่งลมเย็นและลมกลับที่ติดตั้งผ่านห้องหรือโรงที่ไม่มีฝ้า และ/หรือ ใต้ฝ้าตามที่ระบุไว้ในแบบ ให้บุด้วยฉนวนใยภายใน พื้นที่หน้าตัดของท่อลมส่วนที่บุฉนวนภายใน ต้องไม่เล็กกว่าพื้นที่หน้าตัดของท่อลมส่วนที่หุ้มฉนวนภายนอกที่มีขนาดท่อลมเท่ากัน

ฉนวนทำด้วยไฟเบอร์กลาสอย่างแข็ง (Rigid Board) ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 48 ก.ก.ต่อลูกบาศก์เมตร (3 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต) ความหนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) หรือตามที่ระบุในแบบ พ่นทับหน้าด้านสัมผัสด้วย Neoprene พร้อมปิดทับด้วย Wire Mesh หรือยึดด้วยหมุด (Pin) เพื่อป้องกันการชำรุดของฉนวนเนื่องจากแรงลม

ฉนวนต้องยึดแน่นติดกับท่อลมด้วยกาวชนิดไม่ติดไฟ หรือหมุดยึด (Pin) รอยต่ออุดด้วยกาวชนิดไม่ติดไฟตามคำแนะนำของผู้ผลิต ช่วงหัว-ท้าย ยึดด้วยกรอบสังกะสีเบอร์เกจเดียวกับท่อลม

11.8 การทดสอบและปรับปริมาณลม

ภายหลังการติดตั้งระบบปรับอากาศ และระบายอากาศเสร็จเรียบร้อยแล้วก่อนการส่งมอบงานต้องได้รับการทดสอบและปรับแต่ปริมาณลมให้ได้ตามต้องการ ปริมาณลมที่หน้ากากจ่ายลมต้องปรับแต่งให้อยู่ในช่วง □ □ + □ □ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณลมที่ระบุไว้ในแบบ

การวัดปริมาณลมในท่อเมนและท่อแยกที่สำคัญ ให้ใช้วิธี Traverse โดยใช้ Pilot Tube ช่องเปิดสำหรับสอด Pilot Tube ต้องมี Plug อุดกันรั่วทุกจุดหลังจากการปรับแต่งเสร็จเรียบร้อยแล้ว

การปรับปริมาณลมที่ออกจากเครื่องปรับอากาศ ให้ใช้วิธีปรับรอบพัดลม ปริมาณลมในท่อแยกให้ปรับที่ Volume Damper หรือ Splitter Damper หลังจากปรับแต่ง Damper แล้วต้องทำเครื่องหมายแสดงตำแหน่งที่แน่นอนทุก ๆ แห่ง

11.9 การทำความสะอาดท่อลม

ในระหว่างการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องระวังป้องกันไม่ให้มีเศษฉนวน เศษไม้และขยะต่าง ๆ ตกค้างอยู่ในระบบท่อลม

ก่อนที่จะมีการติดตั้งฝ้าเพดาน ผู้รับจ้างจะต้องใช้พัดลมขนาดเล็ก (Portable Fan) Temporary Fan ใช้ในการปรับปริมาณลมในชั้นแรกก่อน (Pre-Balancing)

ในกรณีที่ใช้พัดลมของเครื่องปรับอากาศจะต้องติดตั้งแผงกรองอากาศเข้าไว้ด้วย หลังจากการทำความสะอาดระบบท่อลม ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งแผงกรองอากาศชุดใหม่เปลี่ยนให้กับผู้ว่าจ้าง

บทที่ 12

ระบบไฟฟ้า

12.1 ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านคุณสมบัติและการติดตั้งวัสดุ อุปกรณ์ ระบบไฟฟ้ากำลัง และไฟฟ้าควบคุม ซึ่งเป็นขอบเขตงานที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้เพื่อให้มีความสอดคล้องกับข้อกำหนดของวัสดุ อุปกรณ์ และการติดตั้งระบบไฟฟ้าทั้งหมดในโครงการ

12.2 มาตรฐานวัสดุ อุปกรณ์และการติดตั้ง

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น มาตรฐานของเครื่อง วัสดุ อุปกรณ์ การประกอบและการติดตั้งต้องถือตามมาตรฐานของสถาบันที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)

กฎและประกาศกระทรวงมหาดไทย

มาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (ในพระบรมราชูปถัมภ์)

มาตรฐานการพลังงานแห่งชาติ

กฎและระเบียบการไฟฟ้านครหลวง

ANSI	:	AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE
ASTM	:	AMERICAN SOCIETY OF TESTING MATERIAL
BS	:	BRITISH STANDARD
DIN	:	DEUTSCHE INDUSTRIENORMEN
IEC	:	INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
JIS	:	JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD
NEC	:	NATIONAL ELECTRICAL CODE
NEMA	:	NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION
NESC	:	NATIONAL ELECTRICAL SAFETY CODE
NFPA	:	NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION
UL	:	UNDERWRITERS LABORATORIES, INC.
VDE	:	VERBAND DEUTSCHER ELECTROTECHNIKER

12.3 ระบบแรงดันไฟฟ้าและรหัส

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ระบบไฟฟ้าในโครงการนี้เป็นระบบ 415/240 โวลต์, 3-เฟส, 4-สาย, 50 เฮิร์ต, Y-Connection, Solid Ground

กำหนดให้ใช้รหัสสีของ BUSBAR, ของสายไฟฟ้าเป็นไปตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้.-

- สีแดง สำหรับเฟส A (R)
- สีเหลือง สำหรับเฟส B (S)
- สีน้ำเงิน สำหรับเฟส C (T)
- สีขาว สำหรับสายศูนย์ (NEUTRAL)
- สีเขียวหรือเขียวคาดเหลือง สำหรับสายดิน

ในกรณีที่สายไฟฟ้ามีมาตรฐานการผลิตเป็นสีเดียว ให้ใช้ปลอก พีวีซี สีตามกำหนด สวมไว้ที่ปลายสายทั้งสองด้านและภายในกล่องต่อแยกสายไฟฟ้าทุกจุด

อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าต่างๆ ต้องมีรหัสสีแดงไว้เพื่อง่ายในการตรวจสอบและซ่อมบำรุงภายหลังโดยกำหนดให้ใช้รหัสสีดังนี้.-

- สีแดง สำหรับอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้ากำลัง
- สีฟ้า สำหรับอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าควบคุม

โดยให้ทำสีกาที่ต่อร้อยสายไฟฟ้าทุกๆ ระยะไม่เกิน 1 เมตร หรือทำสีที่อุปกรณ์ยึดต่อ(CLAMP) ส่วนกล่องต่อสาย กล่องพักสาย ให้ทำสีภายในกล่องและฝากล่องทุกๆ กล่อง

12.4 การต่อลงดิน

วัสดุ อุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิดที่มีส่วนห่อหุ้ม หรือโครงสร้างภายนอกเป็นโลหะ อันเป็นส่วนที่ไม่ควรมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ต้องต่อลงดินตามกำหนดในมาตรฐานดังต่อไปนี้

- ประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า "หมวด 6 สายดินและการต่อลงดิน"
- มาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้าสำนักงานพลังงานแห่งชาติ "TSES 24-1084 การต่อลงดิน"
- NATIONAL ELECTRICAL CODE (NEC) ARTICLE 250
- NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA) NO.78

สายตัวนำไฟฟ้าสำหรับการต่อลงดิน ให้เป็นตัวนำทองแดง มีขนาดสัมพันธ์กับขนาดของอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าของแต่ละวงจร หรืออุปกรณ์นั้นๆ โดยมีขนาดไม่เล็กกว่ากำหนดในตาราง

พิกัดกระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ตัดตอน (ไม่เกิน.....แอมแปร์)	ขนาดสายดิน ตัวนำทองแดง (ตารางมิลลิเมตร)
15	2.5
20	4.0
30-60	6.0
100	10.0
200	16.0
400	35.0
600	50.0
800-1000	70.0
1200	95.0
1600	120.0
2000	150.0
2500	185.0
3000	240.0
4000	300.0
5000	400.0
6000	500.0

ขนาดสายดินสำหรับต่อส่วนห่อหุ้มที่เป็นโลหะของอุปกรณ์ไฟฟ้าลงดิน

12.5 การเดินสายไฟฟ้า

ถ้ามิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ให้เดินสายไฟฟ้ากำลังและสายไฟฟ้าควบคุมในอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าที่เหมาะสมเพื่อการฝังในคอนกรีตหรือผนัง หรือเดินลอยซ่อนในฝ้าเพดานแล้วแต่กรณีสำหรับการใช้สายไฟฟ้าและอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า ให้เป็นไปตามที่ระบุในหมวดต่อไป

12.6 แผงควบคุม

แผงควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ให้เป็นไปตามข้อกำหนดในหมวดต่อไป

12.7 การป้องกันไฟและควันลาม

การป้องกันไฟและควันลามต้องเป็นไปตาม NEC, ARTICLE 300-21 และ ASTM

ให้ติดตั้งอุปกรณ์หรือวัสดุป้องกันไฟและควันลามตามตำแหน่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- ช่องเปิดทุกช่อง ไม่ว่าจะอยู่ที่ใดของผนังหรือพื้น ซึ่งได้เตรียมไว้สำหรับการใช้งานติดตั้งระบบไฟฟ้า
- ช่องเปิดหรือช่องลอด (SLEEVE) ที่เตรียมการไว้สำหรับติดตั้งระบบไฟฟ้าในอนาคต
- ช่องเปิดหรือช่องลอด (SLEEVE) ที่ใช้สายไฟฟ้าหรือท่อร้อยสายไฟฟ้าที่มีช่องว่างอยู่แม้เพียงช่องเล็กน้อยก็ตาม
- ภายในท่อร้อยสายไฟฟ้าที่วางทะลุพื้นคอนกรีต ผนังคอนกรีต ซึ่งเป็นผนังทนไฟ เพื่อป้องกันไฟและควันลามตามท่อร้อยสายไฟฟ้า

12.8 การตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้า

การตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้า ให้กระทำครบถ้วนดังต่อไปนี้

- ตรวจสอบค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ทั้งหมด
- ตรวจสอบค่าความต้านทานของการต่อลงดินของอุปกรณ์ทั้งหมด เพื่อให้แน่ใจในความต่อเนื่องทางไฟฟ้าของการต่อลงดิน
- ตรวจสอบและทดสอบการทำงานของระบบควบคุมต่างๆ
- ตรวจสอบและทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ
- จัดทำรายงานการทดสอบต่างๆ อย่างครบถ้วน

บทที่ 13

อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า

13.1 ความต้องการทั่วไป

เพื่อให้การใช้งานและการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและถูกต้องตามมาตรฐาน จึงกำหนดให้การจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ และการติดตั้งเป็นไปตามข้อกำหนดดังรายละเอียดนี้

13.2 ท่อร้อยสายไฟฟ้า

ท่อร้อยสายไฟฟ้าโดยปกติแบ่งออกเป็น 4 ชนิด ตามลักษณะความเหมาะสมในการใช้งาน โดยท่อทุกชนิดต้องเป็นท่อโลหะตามมาตรฐาน ANSI ชุบป้องกันสนิมโดยวิธี Hot-Dip Galvanized ซึ่งผลิตขึ้นเพื่อใช้งานร้อยสายไฟฟ้าโดยเฉพาะดังต่อไปนี้

ท่อโลหะชนิดหนานปานกลาง (Intermediate Metal Conduit : IMC) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียวกับท่อโลหะบาง และติดตั้งฝังในคอนกรีตได้ แต่ห้ามใช้ฝังดินโดยตรงและใช้ในสถานที่อันตรายตามกำหนดใน NEC ARTICLE 345

ท่อโลหะชนิดหนา (Rigid Steel Conduit : RSC) สามารถใช้งานแทนท่อ EMT และ IMC ได้ทุกประการ และให้ใช้ในสถานที่อันตรายและฝังดินได้โดยตรงตามกำหนดใน NEC ARTICLE 346

(Flexible Metal Conduit) เป็นท่อโลหะอ่อนที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์ หรือ เครื่องไฟฟ้าที่มี หรือ อาจมีการสั่นสะเทือนได้ หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บ้าง เช่นมอเตอร์ โคมไฟแสงสว่าง เป็นต้น ท่ออ่อนที่ใช้ในสถานที่ชื้นแฉะ และนอกอาคาร ต้องใช้ท่ออ่อนชนิดกันน้ำ การติดตั้งใช้งานโดยทั่วไปให้เป็นไปตามข้อกำหนดใน NEC ARTICLE 350

อุปกรณ์ประกอบการเดินท่อ ได้แก่ Coupling, Connector, Lock Nut, Bushing และ Service Entrance Cap ต่าง ๆ ต้องเหมาะสมกับสภาพและสถานที่ใช้งาน Connector

13.3 การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า

ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อก่อนทำการติดตั้ง

การติดตั้งท่อ ต้องไม่ทำให้ท่อเสียรูปทรง และรัศมีมีความโค้งของการติดตั้งต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ NEC

ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ ทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร

ท่อแต่ละส่วนหรือแต่ละระยะต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อน จึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะที่กำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้น

การเดินท่อในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC ARTICLE 500 ต้องมีอุปกรณ์ประกอบพิเศษเหมาะสมกับแต่ละสภาพและสถานที่ การใช้ท่ออ่อน ต้องใช้ความยาวไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร แนวการติดตั้งท่อต้องเป็นแนวขนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคารเสมอ หากมีอุปสรรคจนทำให้ไม่สามารถติดตั้งท่อตามแนวดังกล่าวได้ ให้ปรึกษากับผู้คุมงานเป็นแต่ละกรณีไป

13.4 กล่องต่อสาย

กล่องต่อสายในที่นี้ ให้รวมถึงกล่องสวิตช์ กล่องเด้ารับ กล่องต่อสาย (JUNCTION BOX) กล่องพักสายหรือกล่องดึงสาย (Pull Box) ตามกำหนดใน NEC ARTICLE 370 รายละเอียดของกล่องต่อสายต้องเป็นไปตามกำหนดดังต่อไปนี้

กล่องต่อสายมาตรฐานโดยทั่วไป ต้องเป็นเหล็กมีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ Galvanized และกล่องต่อสายชนิดกันน้ำ ต้องผลิตจากเหล็กหล่อหรืออลูมิเนียมหล่อที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.4 มิลลิเมตร

กล่องต่อสายที่มีปริมาตรใหญ่กว่า 100 ลูกบาศก์นิ้ว ต้องพับขึ้นจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของกล่องต่อการใช้งาน ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ Galvanized และกล่องแบบกันน้ำต้องมีกรรมวิธีที่ดี

กล่องต่อสายชนิดกันระเบิด ซึ่งใช้ในสถานที่อาจเกิดอันตรายต่างๆ ได้ตามที่ระบุใน NEC ARTICLE 500 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองคุณภาพจาก UL (Underwriters Laboratory)

ขนาดของกล่องต่อสาย ขึ้นอยู่กับขนาด จำนวน ของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้าและออกกล่องนั้นๆ และขึ้นกับขนาด จำนวนท่อร้อยสายหรืออุปกรณ์เดินสายอื่นๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีการโค้งงอของสายตามกำหนดใน NEC ARTICLE 373

กล่องต่อสายทุกชนิดและทุกขนาด ต้องมีฝาปิดที่เหมาะสม

การติดตั้งกล่องต่อสาย ต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ และกล่องต่อสายสำหรับแต่ละระบบให้มีรหัสสีทากายในและที่ฝากล่องให้เห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งของกล่องต่อสายต้องติดตั้งอยู่ในที่ซึ่งเข้าถึงและทำงานได้สะดวก

13.5 การติดตั้ง

ถึงแม้ว่าข้อกำหนดจะระบุให้ใช้อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเป็นตัวนำสำหรับการต่อลงดินหรือไม่ก็ตาม แต่ต้องทำการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเหล่านี้ทุกๆ ช่วง ให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าตลอด เพื่อเสริมระบบการต่อลงดินให้มีความแน่นนอนและสมบูรณ์

13.6 การทดสอบ

ให้ทดสอบเพื่อให้เชื่อมั่นได้ว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าในทุกๆ ช่วง

การทดสอบทำความสะอาดและการปรับแต่ง

14.1 การทดสอบระบบท่อน้ำ

ท่อน้ำในระบบ ต้องได้รับการทดสอบความดันด้วยน้ำตามวิธีการที่ระบุไว้ในข้อกำหนดการจัดหาเครื่องมือ เครื่องใช้ในการทดสอบอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

การทดสอบอาจทำเป็นช่วงๆ ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพิจารณาและอนุมัติของผู้คุมงาน

การทดสอบความดัน ใช้วิธีเติมน้ำให้เต็มท่อส่วนที่ต้องการทดสอบแล้วอัดความดันให้สูงขึ้นจนถึงความดันที่ระบุไว้ การทดสอบต้องกระทำขณะที่ผู้คุมงานร่วมรู้เห็นอยู่ด้วย

ท่อ Schedule 40 หรือ Standard Weight ต้องทดสอบความดันไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของความดันสูงสุดขณะใช้งาน แต่ไม่น้อยกว่า 10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (150 ปอนด์ต่อ ตารางนิ้ว) และรักษาความดันไว้ไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง

ท่อน้ำทั้งต้องได้รับการทดสอบความดันไม่น้อยกว่าความสูงของน้ำ 3 เมตร (10 ฟุต) และรักษาความดันไว้ไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง หากความดันลดลงเกินกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ภายในเวลาที่กำหนดข้างต้น ต้องหารอยรั่วและซ่อมแซม แล้วทดสอบใหม่อีกจนได้ผลเป็นที่น่าพอใจ

รอยรั่วที่ข้อต่อเกลียวต้องเปลี่ยนข้อต่อและเทพันเกลียวใหม่ รอยรั่วที่รอยเชื่อมต้องตัดออกแล้วเชื่อมใหม่

อุปกรณ์ที่บอบบางหรือไม่สามารถทนความดันขณะทดสอบได้ ต้องถอดออกก่อนการทดสอบ

14.2 การทำความสะอาดระบบท่อน้ำ

ท่อที่เก็บไว้ในบริเวณหน่วยงานต้องได้รับการป้องกันฝุ่น สิ่งสกปรกและสนิมโดยเก็บรักษาท่อสูงจากพื้น และปิดปลายท่อทั้งสองด้าน

ระหว่างการติดตั้งท่อ วาล์ว ข้อต่อ ต้องทำความสะอาดโดยไล่สิ่งสกปรกภายในออกให้หมด

หลังการติดตั้งและทดสอบความดันของทั้งระบบเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้เติมน้ำจนเต็มและถ่ายน้ำทิ้งจนหมดอย่างน้อยสองครั้ง และเติมน้ำใหม่พร้อมทั้งเดินเครื่องสูบน้ำให้น้ำหมุนเวียนในระบบ หลังจากนั้นถ่ายน้ำทิ้งจนน้ำที่ถ่ายทิ้งใสสะอาดเมื่อดูด้วยตาเปล่า

14.3 การปรับปริมาณน้ำ

ภายหลังการติดตั้งและทดสอบระบบท่อน้ำเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก่อนส่งมอบงาน ผู้รับจ้างต้องทำการปรับแต่งปริมาณการไหลของน้ำในระบบและที่เครื่องทุกชุดให้ได้ปริมาณน้ำตามต้องการอยู่ในช่วง ± 10 เปอร์เซ็นต์จากที่ระบุไว้ในแบบและรายการอุปกรณ์

การปรับปริมาณน้ำจากเครื่องสูบน้ำ ให้วัดจากผลต่างของความดันน้ำเข้า-ออก และเทียบกับ pump Curve ของผู้ผลิต

วาล์วปรับปริมาณน้ำหลังจากปรับแต่งครั้งสุดท้ายแล้ว ต้องทำเครื่องหมายแสดงตำแหน่งที่แน่นอนทุกตัว

Flow Meter ที่ระบุในแบบและรายการอุปกรณ์ ต้องติดตั้งตามคำแนะนำของผู้ผลิต

14.4 การทดสอบและปรับปริมาณลม

ภายหลังการติดตั้งระบบปรับอากาศ และระบายอากาศเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก่อนส่งมอบงานต้องได้รับการทดสอบและปรับแต่งปริมาณลมให้ได้ตามต้องการ ปริมาณลมที่หน้ากากจ่ายลม ต้องปรับแต่งให้อยู่ในช่วง ± 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณลมที่ระบุไว้ในแบบ

การวัดปริมาณลมในท่อเมนและท่อแยกที่สำคัญ ให้ใช้วิธี Traverse โดยใช้ Pitot Tube ช่องเปิดสำหรับสอด Pitot Tube ต้องมี Plug อุดกันรั่วทุกจุดหลังจากการปรับแต่งเสร็จเรียบร้อยแล้ว

การปรับปริมาณลมที่ออกจากเครื่องปรับอากาศ ให้ใช้วิธีปรับรอบพัดลม ปริมาณลมในท่อแยก ให้ปรับที่ Volume Damper หรือ Splitter Damper หลังจากปรับแต่ง Damper แล้วต้องทำเครื่องหมายแสดงตำแหน่งที่แน่นอนทุกๆ แห่ง

14.5 การทำความสะอาดท่อลม

ในระหว่างการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องระวังป้องกันไม่ให้มีเศษฉนวน เศษไม้และขยะต่างๆ ตกค้างอยู่ในระบบท่อลม

ก่อนที่จะมีการติดตั้งฝ้าเพดาน ผู้รับจ้างจะต้องใช้พัดลมขนาดเล็ก (Portable Fan) หรือ พัดลมของเครื่องปรับอากาศเป่าลมทำความสะอาดภายในท่อลม ใช้เครื่องดูดฝุ่นหรืออุปกรณ์ที่สามารถจับเศษ ฝุ่น ผงออกจากท่อลมให้หมด

ในกรณีที่ใช้พัดลมของเครื่องปรับอากาศจะต้องติดตั้งแผงกรองอากาศเข้าไว้ด้วย หลังจากการทำความสะอาดระบบท่อลม ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งแผงกรองอากาศชุดใหม่ให้กับเจ้าของโครงการ

การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี

15.1 ความต้องการทั่วไป

ในผิวงานโลหะทุกชนิด ก่อนนำเข้าไปติดตั้งในหน่วยงานต้องผ่านกรรมวิธีการป้องกันการผุกร่อน และ/หรือ การทาสีตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนดนั้นทุกประการ วิธีการทาสีต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตสีโดยเคร่งครัด เครื่องจักร อุปกรณ์ หรือวัสดุใดๆ ที่ได้ผ่านการป้องกันการผุกร่อน และทาสีจากโรงงานผู้ผลิตมาแล้ว หากตรวจพบว่า มีรอยถลอก ขูดขีด รอยคราบสนิมจับ และอื่นๆ ผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซม ชัดดู และทาสีให้เรียบร้อยโดยได้รับความเห็นชอบจากผู้คุมงาน

ในระหว่างการทาสีใดๆ ก็ตาม ผู้รับจ้างต้องหาวิธีป้องกันมิให้สีหยดลงบนพื้น ผนัง และอุปกรณ์ใกล้เคียงอื่นๆ หากเกิดการหยดเบื่อนต้องทำความสะอาดทันที ผลเสียหายใดๆ ที่เกิดขึ้นต้องอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

15.2 การเตรียมและการทำความสะอาดพื้นผิวก่อนทาสี

พื้นผิวโลหะที่เป็นหลัก หรือ โลหะที่มีส่วนผสมของหลัก

ให้ใช้เครื่องขัดสนิมตามรอยต่อเชื่อม และตำแหน่งต่างๆ จากนั้นใช้แปรงลวดหรือกระดาษทรายขัดผิวงานให้เรียบ และปราศจากสนิม หรืออาจใช้วิธีพ่นทรายเพื่อกำจัดคราบสนิมและเศษวัตถุแปลกปลอมออกจากนั้นจึงทำความสะอาดผิวงานไม่ให้มีคราบไขมัน หรือน้ำมันเคลือบผิวหลงเหลืออยู่ โดยใช้ น้ำมันประเภทระเหยไว (Volatile Solvent) เช่น ทินเนอร์ หรือ น้ำมันก๊าดเช็ดถูหลายๆ ครั้ง แล้วใช้น้ำสะอาดล้างอีกครั้งหนึ่งจนผิวงานนั้นสะอาด พร้อมกับเช็ดหรือ เป่าลมให้แห้งสนิท จึงทาสีรองพื้นตามคำแนะนำของผู้ผลิตสีโดยเคร่งครัด

ในกรณีที่ผิวงานนั้นเคยถูกทาสีมาก่อน ต้องขูดสีเดิมออกก่อน จึงเริ่มทำตามกรรมวิธีดังกล่าวข้างต้น

พื้นผิวสังกะสีและเหล็กที่เคลือบสังกะสี

ให้ใช้น้ำยาเช็ดถูเพื่อกำจัดคราบไขมันและฝุ่นออกก่อนทาสีรองพื้น

15.3 การทาหรือพ่นสี

ในการทาแต่ละชั้น ต้องให้สีที่ทาไปแล้วแห้งสนิทก่อน จึงให้ทาชั้นต่อไปได้ สีที่ใช้ทาประกอบด้วยสี 2 ส่วนคือ สีรองพื้นใช้สำหรับป้องกันสนิม และ/หรือ เพื่อให้ยึดเกาะระหว่างสีทับหน้ากับผิวงาน และ สีทับหน้าใช้สำหรับเป็นสีเคลือบชั้นสุดท้าย เพื่อใช้ในการแสดงรหัสสีของระบบต่างๆ ชนิด สีที่ใช้ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม

ประเภทหรือชนิดของสีที่ใช้ให้เป็นไปตามระบุในตารางข้อ 4

ตารางการใช้ประเภทสีตามชนิดของวัสดุในสภาวะแวดล้อม (ตารางข้อ 4)

ชนิดของผิววัสดุ	บริเวณทั่วไป	บริเวณที่มีความชื้นสูง, บริเวณที่มีการผุกร่อนสูง
Black Steel Pipe, Black Steel Hanger & Support Black Steel Sheet, Switchboard, Panel Board ซึ่งทำจาก Black Steel Sheet	ชั้นที่ 1 Red Lead Primer ชั้นที่ 2 Red Lead Primer ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Alkyd ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Alkyd	ชั้นที่ 1 Epoxy Red Lead Primer ชั้นที่ 2 Epoxy Red Lead Primer ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Epoxy ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Epoxy
Galvanized Steel Pipe Galvanized Steel Hanger & Support Galvanized Steel Sheet	ชั้นที่ 1 Wash Primer ชั้นที่ 2 Zinc Chromate Primer ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Alkyd ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Alkyd	ชั้นที่ 1 Wash Primer ชั้นที่ 2 Epoxy Red Lead Primer ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Epoxy ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Epoxy
ในกรณีที่ไม่ได้ระบุรหัสสี ให้ใช้สีทับหน้าเป็นสีออลูมิเนียม		

หมายเหตุ : ในกรณีที่มีการซ่อมสีเนื่องจากการเชื่อม การตัดการเจาะ การขัดหรือการทำเกลียว ให้ใช้สีรองพื้นจำพวก ZINC RICH PRIMER ก่อนลงสีทับหน้า

15.4 รหัสสีและสีสัญลักษณ์

การทาสีทับหน้าแสดงรหัสสีให้ทาตลอดทั้งเส้นท่อ ยกเว้นถ้าท่อนั้นๆ มีการหุ้มฉนวน ให้ทาเฉพาะสีรองพื้นเท่านั้น

ในระบบไฟฟ้า ให้แสดงรหัสสีเฉพาะตรงที่ CLAMP ของท่อร้อยสายและฝาครอบกล่องต่อสายเท่านั้น

ขนาดแถบรหัสสี (เฉพาะท่อที่หุ้มฉนวน) และตัวอักษร กำหนดดังนี้.-

ขนาดท่อ (DIA.)	ความกว้างของแถบรหัสสี	ขนาดตัวอักษร
20 มิลลิเมตร. (3/4") - 32 มิลลิเมตร. (1 1/4")	200 มิลลิเมตร. (8")	15 มิลลิเมตร. (1/2")
40 มิลลิเมตร. (1 1/2") - 50 มิลลิเมตร. (2")	200 มิลลิเมตร. (8")	20 มิลลิเมตร. (3/4")
65 มิลลิเมตร. (2 1/2") - 150 มิลลิเมตร. (6")	300 มิลลิเมตร. (12")	32 มิลลิเมตร. (1 1/4")
200 มิลลิเมตร. (8") - 250 มิลลิเมตร. (10")	300 มิลลิเมตร. (12")	65 มิลลิเมตร. (2 1/2")
300 มิลลิเมตร. (12") - มากกว่า	500 มิลลิเมตร. (20")	SDOS SYS

ระยะของแถบรหัสสี อักษรสัญลักษณ์ และสัญลักษณ์ลูกศรแสดงทิศทาง กำหนดเป็นดังนี้.-

- ทุกๆ ระยะ ไม่เกิน 6 เมตร (20 ฟุต) ของท่อในแนวตรง
- ใกล้ตำแหน่งวาล์วทุกตัว
- เมื่อมีการเปลี่ยนทิศทาง และ/หรือ มีท่อแยก
- เมื่อท่อผ่านกำแพงหรือทะลุพื้น
- บริเวณช่องเปิดบริการ

กำหนดสีของรหัส และสัญลักษณ์ต่างๆ ตามตารางข้อ 6

15.5 ตารางแสดงรหัสสีและสัญลักษณ์

รายละเอียด	ตัวอักษร	รหัสสี	สัญลักษณ์
Chilled Water Supply/Return	CHS/R	เขียว	ขาว
ท่อ ราง สายไฟฟ้ากำลัง ปกติ	N	แดง	ดำ
ท่อ รางสายไฟฟ้า ลูกฉิ่ง	E	เหลือง	แดง
ท่อรางสายไฟฟ้าควบคุม ระบบ ปรับอากาศ	AC	ฟ้า	ฟ้า
อุปกรณ์เขวน ยึด และรองรับท่อ	-	เทาเข้ม	
Distribution Board & Motor Control Board ไฟฟ้าปกติ	-	งาช้าง	ดำ

หมายเหตุ : ท่อที่ปรากฏแก่สายตาและมีได้ระบุรหัสสี ให้ใช้ประเภทหรือชนิดของสีตามตารางข้อ 4 ส่วนรหัสของสีทับหน้า ให้เป็นไปตามสีของอาคารในบริเวณที่ท่อนั้นติดตั้งอยู่

บทที่ 16

แผงสวิตช์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า

16.1 ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุครอบคลุมถึงความต้องการด้านออกแบบ และสร้างแผงสวิตช์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า (Motor Control Center) แบบตั้งพื้น (Floor Standing) และแบบติดผนัง (Wall Mounted)

16.2 พิกัดของแผงสวิตช์

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้แผงสวิตช์ไฟฟ้าที่กล่าวถึง รวมทั้งวัสดุ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง มีการออกแบบ สร้าง และทดสอบตาม NEMA-, ANSI-, IEC-, DIN- หรือ VDE-STANDARD แต่ต้องไม่ขัดต่อระเบียบและมาตรฐานการไฟฟ้าท้องถิ่นที่กำหนด โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อยดังต่อไปนี้.-

Rate System Voltage	415V/240V
System Wiring	3-PHASE, 4-WIRE, EFFECTIVELY GROUNDED
Rated Frequency	50 HZ
Rated Current	ตามระบุในแบบ
Rate Short-Time Withstand	ไม่น้อยกว่า Rated Short-Time
Current (0.5 Second)	Circuit Current ของ Main Circuit Breaker ที่ระบุในแบบ
Rated Peak Withstand Current	ไม่น้อยกว่า 2.83 เท่าของ Rated Short-Circuit Current ของ Main Circuit Breaker ที่ระบุในแบบ
Rated Withstand Voltage (Phase-To-Ground)	2,200V, 1-MINUTE
Rated Insulation Level	1,000V
Control Voltage	200-240V
Temperature Rise	25° C
Finishing	ENAMEL PAINTED

16.3 ลักษณะโครงสร้างของแผงสวิทช์

โครงสร้างของแผงสวิทช์ต้องเป็นแบบ Self-Standing Metal Structure โดยโครงสร้างที่เป็นส่วนเสริมความแข็งแรงต้องเป็นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร. ส่วนฝาทุกด้านรวมทั้งแผ่นกั้นแบ่ง Compartment ต้องเป็นแผ่นเหล็กมีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร. ทั้งนี้ฝาของแผงสวิทช์ แต่ละด้านต้องเป็นไปตามกำหนดดังนี้

ฝาด้านบน ให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ แบ่งอย่างน้อยเป็น 2 ชั้น โดยชั้นหนึ่งเป็นฝาปิดเฉพาะส่วน Cable Compartment ยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิทช์ด้วยสกรู หรือน็อต ขนาดและจำนวนเหมาะสม ให้มีความแข็งแรง

ฝาด้านล่าง ให้เป็นแผ่นเหล็กเรียบ การแบ่งชั้นฝาและการยึดโครงสร้างแผงสวิทช์ ให้มีลักษณะเช่นเดียวกับฝาด้านบน

ฝาด้านข้างทั้ง 2 ด้าน ให้เป็นแผ่นเหล็กเรียบหรือพับขึ้นขอบด้านละ 1 ชั้น ยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิทช์ด้วยสกรู หรือน็อต ขนาดและจำนวนเหมาะสม ให้มีความแข็งแรง แต่ในกรณีที่ต้องใช้แผงสวิทช์หลายส่วน (Vertical Section) เรียงต่อกัน ให้ใช้ฝากั้นระหว่างท่อ ได้แก่ Coup ส่วนเป็นแผ่นเหล็กเรียบแทน โดยมีช่องเจาะทะลุถึงกันเพียงพอตามต้องการ

ฝาด้านหลังให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ มีด้านหนึ่งเป็น Removable Pin Hinges เพื่อสะดวกในการเปิดและถอดฝา ส่วนอีกด้านหนึ่งเมื่อปิดแล้วให้ใช้ Screw Lock หรือ Key ก็ได้

ฝาด้านหน้าให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ เป็นฝาของแต่ละ Compartment และฝาของแต่ละ Module ของ Unit Compartment อย่างเป็นอิสระ แต่ละฝาให้มีด้านหนึ่งเป็น Removable Pin Hinges ส่วนอีกด้านหนึ่งเป็น Key Lock

การประกอบแผงต้องคำนึงถึงกรรมวิธีระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ภายใน โดยวิธีไหลเวียนของอากาศตามธรรมชาติ ทั้งนี้อาจเจาะเกร็ดระบายอากาศที่ฝาด้านใดด้านหนึ่งหรือหลายด้านอย่างเพียงพอพร้อมติดตั้งตะแกรงกันแมลง (Insect Screen)

การป้องกันสนิมและการทาสี ให้เหล็กและแผ่นเหล็กทุกชิ้นที่ใช้เป็นเหล็กชุบ Electro galvanized หรือชุบป้องกันสนิมด้วยวิธีอื่นที่เทียบเท่าหรือดีกว่าตามกำหนดในหมวดว่าด้วยการทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี

16.4 ลักษณะโครงสร้างของแผงสวิทช์แบบติดผนัง

แผงสวิทช์ต้องมีความกว้างไม่เกินกว่า 800 มิลลิเมตร

แผงสวิตช์ต้องประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร และในกรณีที่แผงสวิตช์มีความสูงเกินกว่า 1 เมตร ต้องมีโครงเหล็กเพื่อเสริมความแข็งแรง

ฝาด้านหน้าของแผงสวิตช์ต้องพับขอบพร้อมกุญแจแบบ Flush Lock

การจัดวางอุปกรณ์ต่างๆ ภายในแผงสวิตช์ ให้ยึดถือลักษณะเดียวกับแบบตั้งพื้นเป็นเกณฑ์การออกแบบและสร้าง

การระบายความร้อนภายในแผงสวิตช์ตลอดจนการป้องกันสนิมและการทาสี ให้กระทำเช่นเดียวกับแบบตั้งพื้น

16.5 CIRCUIT BREAKER

Circuit Breaker ที่ใช้ทั้งหมด ต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน Nema, Vde หรือ IEC

Main Circuit Breaker ต้องใช้ระบบ Solid State Trip สามารถทำงานควบคุมและป้องกันทางไฟฟ้าได้อย่างน้อยตามกำหนดดังนี้.-

- Overcurrent Protection
- Phase Failure Protection
- 3 เฟส Over-And Undervoltage Protection โดยตั้งได้ที่ $\pm 10\%$ ของ Rated Voltage พร้อมด้วยระบบ Instantaneous Trip และ Long Time And Short Time Delay Setting โดยมี Continuous Current Rating และ Interrupting Capacity ให้เป็นไปตามระบุในแบบ

Feeder และ Sub-Feeder Circuit Breaker ต้องเป็น Molded Case, Toggle Operating Mechanism ทำงานด้วยระบบ Trip Free, Quick-Make และ Quick break พร้อม Individual Thermal และ Electromagnetic Trip ขนาด Continuous Current Rating และ Interrupting Capacity ต้องเป็นไปตามกำหนดในแบบ

16.6 MOTOR STARTER

Motor Starter ในที่นี้ให้รวมทั้งแบบ Direct-On-Line, Star-Delta, Two-Speed และ ซึ่งต้องมีอุปกรณ์ประกอบที่มีคุณสมบัติดังนี้.-

Contactors ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อย

- ผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน Vde, Iec, Bs หรือเทียบเท่า
- อุปกรณ์ภายใน เช่น Holding Coil, Moving Contact ต้องสามารถถอดเปลี่ยนได้เมื่อชำรุด

- ต้องมี Auxiliary Contact อย่างน้อย Normally-Opened (No) 2 ชุด และ normally-Closed (Nc) 2 ชุด หรือมี Changeover Contact 2 ชุด
- Starter สำหรับแบบ Star-Delta ต้องใช้ชนิด 3-Contactor
- ขนาด ต้องมีความเหมาะสม สามารถรับกระแสไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์แต่ละตัวได้ ทั้งในขณะสตาร์ท ตามคำแนะนำของผู้ผลิต

Delayed Thermal Overload Relays ต้องเป็นชนิด 3 เฟส และมี Auxiliary Contact อย่างน้อย 1-NO และ 1-Nc หรือ 1-Changeover เพื่อสามารถใช้ประโยชน์อื่นๆ ได้อีก

Pushbutton ต้องเหมาะสม และผู้ผลิตแนะนำให้ใช้ได้สำหรับเป็นชุดควบคุม

16.7 เครื่องวัดและอุปกรณ์

Ammeter และ Voltmeter ต้องเป็นแบบ Switchboard Mounted ขนาดหน้าปัดไม่น้อยกว่า 96 X 96 มิลลิเมตร. Scale ชนิด Wide Angle และ Accuracy Class 1.5

Pilot Lamp หรือ Indicating Lamp แบบ Flush Mounting บนตู้ Switchboard ใช้หลอด Incandescent 0.6 W 6 V พร้อม Transformer แปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 220 โวลต์ เป็น 6 โวลต์ เพื่อใช้กับหลอดไฟ ฝาครอบเป็นพลาสติกแบบ Len ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร

Selector Switch แบบ Switchboard Mounting จำนวน 7 Step สำหรับ Volt Selector Switch และ 4 Step สำหรับ Amp-Selector Switch

16.8 BUSBAR และฉนวนยึด

Busbars ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% มีขนาดที่กำหนด ความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้าตามมาตรฐาน DIN 43671 (Bare Rating) แต่ต้องไม่เกิน 1.5 แอมแปร์ต่อตารางมิลลิเมตร และได้รับการยอมรับตามมาตรฐานการไฟฟ้าท้องถิ่นที่กำหนดแต่ทั้งนี้ Main Busbars ทั้ง Phase-, Neutral- และ Ground-Bus ต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 120 ตารางมิลลิเมตร

การจัด Busbars ทั้ง Phase-To-Phase และ Phase-To-Ground ต้องจัดให้ส่วนที่เป็นตัวนำไฟฟ้า (Line Part) มีระยะห่างกันได้ไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร ในกรณีที่ไม่สามารถจัดระยะตามที่กำหนดนี้ได้ ให้หุ้มด้วยฉนวนไฟฟ้าที่ถูกต้องแบบให้ใช้หุ้ม Busbar โดยเฉพาะ และมีสีของฉนวนตรงตามรหัสสีของ Busbar ที่กำหนด ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้าของ Busbar ที่อาจลดลง

Busbar Holders ต้องเป็นวัสดุประเภท Fiberglass Reinforced Polyester หรือ Epoxy Resin แบบสองชั้นประกบ Busbar โดยยึดด้วย Bolt และ Nut หุ้ม Spacer ที่เป็นฉนวนไฟฟ้า ห้ามใช้วัสดุในตระกูล Bakelite หรือตระกูล Phenolics เป็นหรือแทนฉนวนไฟฟ้าโดยเด็ดขาด

Busbar และ Busbar Holders ต้องมีข้อมูลทางเทคนิคและผลการคำนวณเพื่อแสดงว่าสามารถทนต่อแรงใดๆ ที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้โดยไม่เกิดการเสียหายใดๆ รวมทั้ง BOLTS และ NUTS ต้องทนแรงเหล่านั้นได้ด้วยเช่นกัน

16.9 สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัดภายในแผงสวิตช์

สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัด ซึ่งเดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้ากับ Terminal Block ให้ใช้สายชนิด Flexible Annealed Copper Wire 750 Volts, PVC Insulated ขนาดของสายไฟฟ้าต้องสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้

Current Circuit	4 ตารางมิลลิเมตร
Voltage Circuit	2.5 ตารางมิลลิเมตร
Control Circuit	1.5 ตารางมิลลิเมตร
Ground ระหว่างตัวแผงกับบานประตู	10 ตารางมิลลิเมตร

สายไฟฟ้าทั้งหมดต้องวางอยู่ในรางสาย (Trunking) หรือท่ออ่อน เพื่อป้องกันการชำรุดของฉนวนสายไฟฟ้าแต่ละเส้นที่เชื่อมระหว่างจุดที่กล่าว ห้ามมิให้ทำการตัดต่อโดยเด็ดขาด

สายไฟฟ้าทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้าน ต้องมีหมายเลขกำกับ (Wire Mark) เป็นแบบบล็อกสวมขากแก่การลอกหลุดหาย

16.10 MIMIC BUS และ NAMEPLATE

ที่หน้าแผงสวิตช์ควบคุมต้องมี Mimic Bus เพื่อแสดงการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าและออก ทำด้วย

แผ่นพลาสติกสีดำสำหรับแผงสวิตช์ระบบไฟฟ้าปกติและสีแดงสำหรับแผงสวิตช์ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน หรือสีที่ผู้คุมงานเห็นชอบมีความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร และกว้างไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร ยึดแน่นกับแผงสวิตช์ด้วยสกรูอย่างหนาแน่น

ให้มี Nameplate เพื่อแสดงว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละชุดใช้ควบคุมอุปกรณ์ใด เป็นแผ่นพลาสติกพื้นสีเช่นเดียวกับ Mimic Bus แกะเป็นตัวอักษรสีขาว มีความสูงของตัวอักษรไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร หรือตามที่ผู้คุมงานเห็นชอบ

16.11 REMOTE AND LOCAL CONTROL PANEL

Remote และ Local-Control Panel ต้องเป็นกล่องพับขึ้นรูปตามที่กำหนดในหัวข้อลักษณะโครงสร้างของแผงสวิทช์

Remote Control Panel จะต้องตั้งอยู่ตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบ ซึ่งอาจมีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งเล็กน้อยเพื่อความเหมาะสม

Local Control Panel ที่ประจำอยู่ในตำแหน่งติดตั้งมอเตอร์ ต้องมี Local Remote Selector Switch และในกรณีที่จำเป็นอาจต้องใช้ Auxiliary Relay สำหรับการต่อเชื่อมระบบที่แรงดันไฟฟ้าแตกต่างกัน

Remote Control Panel จะต้อง มี On-Off Pushbutton พร้อม Indicating Lamp และ Remote-Local Indicating Lamp

การจัดสร้าง Remote และ Local-Control Panel ต้องจัดทำ Shop Drawing แสดง Control Circuit Diagram และรูปแบบของตัวตู้แผง เสนออนุมัติจากผู้คุมงานก่อน

กรณีที่มีเครื่องวัดและอุปกรณ์อื่นๆ ให้เป็นไปตามกำหนดเช่นเดียวกับ Motor Control Center

16.12 การติดตั้ง

แผงสวิทช์ที่ติดตั้งในสถานที่ใช้งานจริง ต้องยึดติดกับฐานที่ตั้งด้วยน๊อต จำนวนไม่น้อยกว่า 4 จุดตามมุมทั้งสี่อย่างแน่นหนา

ในกรณีที่เป็นพื้นคอนกรีต น๊อตที่ใช้ต้องเป็นแบบ Expansion Bolt

16.13 การทดสอบ

นอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของผู้คุมงานแล้ว เมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานแล้ว ต้องตรวจทดสอบอย่างน้อยดังนี้.-

ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในแผงสวิทช์ทั้งหมด

ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายป้อน (Feeder) ต่างๆ ที่ออกจากแผงสวิทช์

ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อทดสอบความถูกต้อง

ส่วนที่ 5 บัญชีรายการผลิตภัณฑ์

โครงการ

ออกแบบปรับปรุงลานกิจกรรมการเรียนรู้ศิลปกรรมเพื่อชุมชน
คณะศิลปกรรมศาสตร์

สารบัญ

	หน้า
หมวดที่ 1 งานวิศวกรรมโครงสร้าง (เอางานที่จัดรถ)	5-3
ปูนซีเมนต์	5-3
เหล็กรูปพรรณและท่อเหล็ก	5-3
สีทาโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ (สีกันสนิม)	5-3
อุปกรณ์ฝังยึดในคอนกรีตภายหลัง	5-4
วัสดุรอยต่ออาคาร (Expansion and Seismic Joint Systems)	5-4
หมวดที่ 2 งานวิศวกรรมระบบไฟฟ้า-สื่อสาร	5-4
ดิสทริบิวชันบอร์ด (Distribution Board) และ MDB	5-4
สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ (Circuit breaker)	5-4
โหลดเซ็นเตอร์ (Load center)	5-4
คาปาซิเตอร์ และชุดควบคุม	5-5
Digital Power Meter	5-5
Current Transformer & Potential Transformer	5-5
Switch Disconnectors	5-5
Contactor	5-5
อุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูงและ RING MAIN UNIT (RMU)	5-6
เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator Set) และอุปกรณ์ประกอบ	5-6
บัสเวย์ (Busway)	5-7
สายไฟฟ้า (Conductors) ,สายไฟฟ้าชนิดทนไฟ	5-7
ช่องเดินสาย รังเดินสายไฟและรางเคเบิล	5-7
สวิตช์ และเต้ารับไฟฟ้า/สื่อสาร,โคมไฟฟ้าสำหรับ Fluorescent และDownLight	5-8
หลอดไฟฟ้า และอุปกรณ์ประกอบ	5-8
อุปกรณ์โทรศัพท์ คอมพิวเตอร์ และระบบสื่อสารต่างๆ	5-9
ระบบแจ้งสัญญาณเพลิงไหม้ (Fire Alarm System)	5-10
ระบบโทรทัศน์รวมแบบดิจิตอล (Digital MATV System)	5-11
ระบบกักเก็บไฟฟ้าต่อเนื่อง (UPS)	5-11
โคมไฟแสงสว่างฉุกเฉินและป้ายทางหนีไฟ	5-11
อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอก	5-11
ระบบโทรทัศน์วงจรปิด	5-12
ระบบควบคุมการเข้า-ออกอาคาร	5-12
Fire Barrier ,สีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี	5-12
หมวดที่ 3 งานวิศวกรรมระบบสุขาภิบาล	5-12 – 5-14
หมวดที่ 4 งานระบบปรับอากาศ-ระบายอากาศ	5-14 – 5-19

ส่วนที่ 5 บัญชีรายชื่ออุปกรณ์และวัสดุมาตรฐาน (Vendor List)

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งงานต่างๆ โดยเลือกใช้อุปกรณ์และวัสดุมาตรฐานตามที่ระบุในบัญชีรายชื่อนี้

- ในกรณีที่ใช้วัสดุอุปกรณ์อื่นนอกเหนือจากที่ระบุไว้ จะสามารถกระทำได้เฉพาะในกรณีที่อุปกรณ์ตามรายการประกอบแบบเลิกผลิต หรือมีกำลังผลิตไม่เพียงพอ หรือผลิตภัณฑ์นั้นผู้ขายเสนอราคาสูงเกินความจริงหรือไม่เป็นไปตามกลไกการตลาด โดยมีหลักฐานที่สามารถพิสูจน์ได้ โดยผู้รับจ้างจะต้องมีเอกสารหรือหลักฐานที่เชื่อถือได้ ให้ผู้ว่าจ้างและ/หรือผู้ควบคุมงานพิจารณาตามขั้นตอนก่อนดำเนินการ
- การใช้วัสดุอุปกรณ์อื่นนอกเหนือจากที่ระบุไว้ด้านล่างนี้ สามารถกระทำได้โดยจะต้องเป็นวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพเทียบเท่าหรือดีกว่า โดยผู้ขาย/ผู้รับจ้างจะต้องมีเอกสารหรือหลักฐานที่เชื่อถือได้ ให้ผู้ว่าจ้างและ/หรือผู้ควบคุมงานพิจารณาตามขั้นตอนก่อนดำเนินการ
- ลำดับบัญชีรายชื่อที่ระบุด้านล่างนี้ การเรียงลำดับไม่มีความสำคัญแต่อย่างใด

หมวดที่ 1 งานวิศวกรรมโครงสร้าง

1. ปูนซีเมนต์
 - ตราช้าง
 - ตรานกอินทรี
 - TPI
2. เหล็กรูปพรรณและท่อเหล็ก
 - บริษัท เหล็กสยามยามาโตะ จำกัด
 - บริษัท ไทรมัลล์สตีล จำกัด
 - บริษัท ทาทา สตีล (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)
 - บริษัท เหล็กทรัพย์กรู๊ป จำกัด
 - บริษัท สามชัยสตีล อินดัสทรี จำกัด (มหาชน)
 - บริษัท แปซิฟิกไพพ์ จำกัด (มหาชน)
 - หรือเทียบเท่า
4. สีทาโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ (สีกันสนิม)
 - TOA CHUGOKU PAINT
 - RUST-OLEUM PAINT
 - SHERWIN WILLIAM PAINT
 - NIPPON PAINT
 - หรือเทียบเท่า

6. อุปกรณ์ฝังยึดในคอนกรีตภายหลัง
 - Hilti
 - Simpson
 - Fischer
 - เทียบเท่า
7. วัสดุรอยต่ออาคาร (Expansion and Seismic Joint Systems)
 - BALCO (EGISRO 02-863-3200)
 - MIGUA (GOLDEN HOPE 02-381-7591)
 - WATSON BOWMAN (BASF 02-769-8500)
 - หรือเทียบเท่า

หมวดที่ 2 งานระบบไฟฟ้า และสื่อสาร

1. ดิสทริบิวชันบอร์ด (Distribution Board) และ MDB
 - TIC
 - ESI
 - ASEFA
 - PMK
 - หรือเทียบเท่า
2. สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ (Circuit breaker)
 - SCHNEIDER ELECTRIC
 - SIEMEN
 - ABB
 - EATON
 - หรือเทียบเท่า
3. โหลดเซ็นเตอร์ (Load center)
 - SCHNEIDER ELECTRIC
 - BTICINO
 - ABB
 - SIEMENS
 - หรือเทียบเท่า

4. คาปาซิเตอร์ และชุดควบคุม

- ABB
- CIRCUTOR
- SCHNEIDER ELECTRIC
- MKS
- หรือเทียบเท่า

5. Digital Power Meter

- SCHNEIDER ELECTRIC
- CIRCUTOR
- SIEMENS
- ABB
- MITSUBISHI
- E-POWER
- หรือเทียบเท่า

6. Current Transformer & Potential Transformer

- CIRCUTOR
- ABB
- CROMPTON
- MITSUBISHI
- FUJI
- หรือเทียบเท่า

7. Switch Disconnectors

- ABB
- SIEMENS
- SCHNEIDER ELECTRIC
- หรือเทียบเท่า

8. Contactor

- CIRCUTOR
- SCHNEIDER ELECTRIC
- SIEMENS

- ABB
- TELEMCHANIQUE
- GE
- หรือเทียบเท่า

9. อุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูงและ RING MAIN UNIT (RMU)

- ABB
- SCHNEIDER ELECTRIC
- SIEMENS
- หรือเทียบเท่า

10. หม้อแปลงไฟฟ้า

10.1 หม้อแปลงไฟฟ้า ชนิดน้ำมัน (OIL TYPE)

- CHAREONCHAI
- EKARAT
- TIRATHAI
- THAI MAXWELL
- หรือเทียบเท่า

11. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator Set) และอุปกรณ์ประกอบ

- HIMOINSA (ENGINE CUMMINS)
- CUMMINS (ENGINE CUMMINS)
- TEKSAN (ENGINE CUMMINS)
- หรือเทียบเท่า

12. บัสเวย์ (Busway)

- ABB
- SCHNEIDER ELECTRIC
- GE SPECTRA SERIES
- EATON
- หรือเทียบเท่า

13. สายไฟฟ้า (Conductors)

- THAI YAZAKI
- BANGKOK CABLE
- PHELDODGE
- หรือเทียบเท่า

14. **สายไฟฟ้าชนิดทนไฟ**
 - STUDER/SWITZERLAND
 - DRAKA /UK
 - RADOX/SWITZERLAND
 - หรือเทียบเท่า
15. **ช่องเดินสาย รางเดินสายไฟและรางเคเบิล**
 - 15.1 **ท่อร้อยสายไฟฟ้า (Conduit)**
 - 15.1.1 Steel Conduit
 - PANASONIC
 - BSM
 - SCI
 - ABSO
 - หรือเทียบเท่า
 - 15.1.2 UPVC Conduit
 - Clipsal
 - ท่อน้ำไทย
 - ตราช้าง
 - หรือเทียบเท่า
 - 15.2 **รางเดินสายไฟและรางเคเบิล**
 - TIC
 - BSM
 - ASEFA
 - ESI
 - SCI
 - SIM
 - หรือเทียบเท่า
16. **สวิตช์ และเต้ารับไฟฟ้า/สื่อสาร**
 - HACO
 - BTICINO
 - PANSONIC

- SCHNEIDER ELECTRIC
 - หรือเทียบเท่า
17. **โคมไฟฟ้าสำหรับ Fluorescent และ DownLight**
(ไม่รวมโคมไฟประดับ ที่ถูกกำหนดโดยสถาปนิกให้ดูรายละเอียดในแบบ)
- PHILIPS
 - L&E
 - DELIGHT
 - THORN
 - LIGMAN
 - LEKISE
 - หรือเทียบเท่า
18. **หลอดไฟฟ้า และอุปกรณ์ประกอบ**
- 18.1 หลอดไฟ
- PHILIPS
 - OSRAM
 - TOSHIBA
 - SYLVANIA
 - หรือเทียบเท่า
- 18.2 บัลลัสต์
- PHILIPS
 - OSRAM
 - SYLVANIA
 - DYNO
 - ECONO-WALD
 - หรือเทียบเท่า
19. **อุปกรณ์โทรศัพท์ คอมพิวเตอร์ และระบบสื่อสารต่างๆ**
- 19.1 สายสัญญาณ
- SYSTEMAX
 - AVAYA
 - AMP (NETCONNECT)

- LINK
- หรือเทียบเท่า

19.2 แผงต่อสาย

- SYSTEMAX
- CAE
- AVAYA
- LINK
- หรือเทียบเท่า

19.3 PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE (PABX)

- NEC
- PHONIK
- PANASONIC
- หรือเทียบเท่า

19.4 STANDARD CUBICLE

- PREMIUM LINE
- CAE
- GERMANY 19"
- หรือเทียบเท่า

19.5 NETWORK SWITCH

- ACATEL
- HP
- 3COM
- CISCO
- ALLIED TELESIS
- หรือเทียบเท่า

19.6 ACCESS POINT

- CISCO
- HP
- 3COM
- หรือเทียบเท่า

20. ระบบแจ้งสัญญาณเพลิงไหม้ (Fire Alarm System)

20.1 Fire Alarm Control Panel&Equipment

- HONEYWELL
- EDWARD
- NOTIFIER
- หรือเทียบเท่า

20.2 Workstation

- HP
- LENOVO
- DELL
- หรือเทียบเท่า

20.3 สายสัญญาณ

- STUDER/SWITZERLAND
- BELDEN
- PIRELLI
- หรือเทียบเท่า

20.4 สายไฟฟ้าชนิดทนไฟ

- STUDER/SWITZERLAND
- PIRELLI
- PHELPDODGE หรือ เทียบเท่า

21. ระบบโทรทัศน์รวมแบบดิจิตอล (Digital MATV System)

- FRACARRO
- SAMART
- HIRSCHMANN
- TELEVES
- หรือเทียบเท่า

22. ระบบกักพลังงานไฟฟ้าต่อเนื่อง (UPS)

- GE
- APC
- EMERSON

- SOCOMEC

- หรือเทียบเท่า

23. โคมไฟแสงสว่างฉุกเฉินและป้ายทางหนีไฟ

- SUNNY

- CEE

- OLMPIA ELECTRONICS

- หรือเทียบเท่า

24. อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชาก

- DEHN

- CIRPROTEC

- PHOENIX CONTACT

- ERICO

- POWER Q

- หรือเทียบเท่า

25. ระบบโทรทัศน์วงจรปิด

25.1 Camera, Monitor & DVR

- PANASONIC

- HONEYWELL

- HIKVISION

- SAMSUNG (WISENET) หรือ เทียบเท่า

25.2 Workstation

- HP

- IBM

- DELL

- หรือเทียบเท่า

26. ระบบควบคุมการเข้า-ออกอาคาร

26.1 Equipment

- TAC (SCHNEIDER)

- GE

- HONEYWELL

- หรือเทียบเท่า

26.2 Workstation

- HP
- LENOVO
- DELL
- หรือเทียบเท่า

27. Fire Barrier

- STI
- HILTI
- 3M
- หรือเทียบเท่า

28. สีสองกันการผุกร่อนและรหัสสี

- GAPTAIN
- TOA
- BEGER
- หรือเทียบเท่า

หมวดที่ 3 งานระบบสุขาภิบาลและดับเพลิง

รายชื่อผลิตภัณฑ์มาตรฐาน

1. ท่อพีพีอาร์

- THAI PP-R Thailand
- SCG Thailand
- UHM Thailand
- หรือเทียบเท่า

2. ท่อพีวีซี

- ท่อน้ำไทย Thailand
- SCG Thailand
- เสื่อ Thailand
- หรือเทียบเท่า

3. ท่อเหล็กดำ

- THAI PP-R Thailand

- SCG Thailand
- UHM Thailand
- หรือเทียบเท่า

4. ประตูน้ำเกต

- SANWA Thailand
- TOYO Japan
- KITZ Japan
- หรือเทียบเท่า

5. ประตูน้ำบอลล์

- SANWA Thailand
- TOYO Japan
- KITZ Japan
- หรือเทียบเท่า

6. ข้อต่อยึดหุ่น

- TOZEN Japan
- TOPFLEX Japan
- MASON USA
- หรือเทียบเท่า

7. ช่องระบายน้ำที่พื้น

- American Standard Thailand
- EIDOSA China
- COTTO Thailand
- หรือเทียบเท่า

8. หัวรับน้ำฝนบนหลังคา

- KNACK Thailand
- HDPIPETHAI Thailand
- VRH Thailand
- หรือเทียบเท่า

9. หัวกระจายน้ำดับเพลิง

- TYPCO USA
- VIKING USA

- RELIABLE USA

- หรือเทียบเท่า

10. ถังดับเพลิงมือถือ

- Fireman Pro Japan

- MAHAJAK Thailand

- IMPERIAL Thailand

- หรือเทียบเท่า

หมวดที่ 4 งานระบบปรับอากาศ และระบายอากาศ

1. เครื่องปรับอากาศแบบ VARIABLE REFRIGERANT FLOW (VRF)

- DAIKIN JAPAN

- MITSUBISHI ELECTRIC JAPAN

- MITSUBISHI HEAVY DUTY JAPAN

- หรือเทียบเท่า

2. เครื่องปรับอากาศแบบ SPLIT TYPE AIR CONDITIONING UNIT

- DAIKIN JAPAN

- MITSUBISHI JAPAN

- MITSUBISHI HEAVY DUTY JAPAN

- หรือเทียบเท่า

3. พัดลมระบายอากาศ VENTILATION & EXHAUST FAN

- PANASONIC JAPAN

- MITSUBISHI JAPAN

- LOREN-COOKS USA

- WOOD UK

- GREEN HECK USA

- หรือเทียบเท่า

4. ท่อเหล็กอบสังกะสี (GALVANIZED STEEL PIPE)

- HIGH PRESSURE STEEL PIPE THAILAND

- THAI STEEL PIPE THAILAND

- SIAM STEEL PIPE THAILAND

- THAI UNION STEEL PIPE THAILAND
- หรือเทียบเท่า

5. ท่อ พี วี ซี (PVC)

- THAI PIPE THAILAND
- D-PLAST THAILAND
- BANGKOK PAIBOON PIPE THAILAND
- หรือเทียบเท่า

6. FLEXIBLE PIPE CONNECTION

- MASON USA
- METRAFLEX USA
- HYSpan USA
- VIBRATION MOUNT & CONTROL USA
- TOZEN JAPAN
- หรือเทียบเท่า

7. PRESSURE GAUGE

- TRERICE USA
- WEKSLER USA
- WIKA GERMANY
- หรือเทียบเท่า

8. THERMOMETER

- TRERICE USA
- WEKSLER USA
- WIKA GERMANY
- หรือเทียบเท่า

9. GALVANIZED STEEL SHEET

- SING HA THAILAND
- THAI GALVANIZED STEEL THAILAND
- SANGKASI THAI THAILAND
- หรือเทียบเท่า

10. AUTOMATIC CONTROL EQUIPMENT

- HONEYWELL USA
- JOHNSON CONTROLS USA

- TOUR & ANDERSON SWEDEN
- หรือเทียบเท่า

11. ELECTRIC MOTOR

- NEWMAN UK
- BROOK UK
- SIEMENS GERMANY
- US MOTOR USA
- ABB SWITZERLAND
- หรือเทียบเท่า

12. LOW VOLTAGE CIRCUIT BREAKER (AIR AND MOLDED CASE)

- WESTINGHOUSE USA
- GE USA
- SQUARE-D USA
- ITE USA
- SIEMENS GERMANY
- FUJI JAPAN
- MERIN GERIN FRANCE
- หรือเทียบเท่า

13. SAFETY SWITCH OR LOAD BREAK SWITCH

- WESTINGHOUSE USA
- GE USA
- SQUARE-D USA
- ITE USA
- หรือเทียบเท่า

14. CONTACTOR AND CONTROL RELAY

- SIEMENS GERMANY
- FUJI JAPAN
- MITSUBISHI JAPAN
- ABB SWEDEN
- PRECHCHER & SCHUCH SWITZERLAND
- หรือเทียบเท่า

15. CONDUIT (METAL)

- MARUICHI JAPAN
- MATSUSHITA JAPAN OR THAILAND
- TAS THAILAND
- หรือเทียบเท่า

16. CABLE AND WIRE (ELECTRIC)

- PHELPS DODGE THAILAND
- THAI YAZAKI THAILAND
- BANGKOK CABLE THAILAND
- หรือเทียบเท่า

17. LV SWITCHBOARD LOCAL MANUFACTURER

- B. GRIMM
- BERLI JUCKER
- ASEA
- WESTINGHOUSE
- หรือเทียบเท่า

18. METERING AND ASSOCIATED EQUIPMENT

- SIEMENS GERMANY
- FUJI JAPAN
- MITSUBISHI JAPAN
- ABB SWEDEN
- WESTINGHOUSE USA
- หรือเทียบเท่า

19. SPRING VIBRATION ISOLATOR

- MASON USA
- METRAFLEX USA
- HYSpan USA
- VIBRATION MOUNT & CONTROL, USA
- หรือเทียบเท่า

20. CLOSED CELL FOAMED PLASTIC INSULATION

- AEROFLEX THAILAND
- RUBATEX USA

- ARMAFLEX USA
- หรือเทียบเท่า

21. FLEXIBLE ROUND DUCT

- AERODUCT THAILAND
- FABRIFLEX SINGAPORE
- FABRIFLEX SINGAPORE
- หรือเทียบเท่า

22. AIR GRILLE DIFFUSER AND REGISTER

- KOMFORT FLOW THAILAND
- FLOTHRU THAILAND
- WATERLOO THAILAND
- หรือเทียบเท่า

23. ALUMINIUM FOR AIR GRILLE

- ALCAN THAI THAILAND
- หรือเทียบเท่า

24. FIBERGLASS INSULATION

- MICRO-FIBER THAILAND
- ASAHI THAILAND
- SFG INSULATION THAILAND
- หรือเทียบเท่า

25. ALUMINIUM FOIL VAPOUR BARRIER

- SISALATION (431) AUSTRALIA
- AHI FLAME STOP (524) NEWZEALAND
- หรือเทียบเท่า

26. AIR FILTER

- AMERICAN AIR FILTER USA
- CAMBRIDGE USA
- FARR USA
- AIR GUARD USA
- หรือเทียบเท่า

27. CALCIUM SILICATE

- PROMAT GERMANY
- ASAHI(ASK) JAPAN

28.COPPER TUBE

- MUELLER USA
- CAMBRIDGE USA
- THAI NAIR PRODUCT THAILAND
- NIBCO USA
- หรือเทียบเท่า

29.เครื่องฟอกอากาศ (AIR PURIFIER)

- EST RF1200 THAILAND
- หรือเทียบเท่า

-

ส่วนที่ 6 : งานระบบโสตทัศนูปกรณ์

โครงการ

ออกแบบปรับปรุงลานกิจกรรมการเรียนรู้ศิลปกรรมเพื่อชุมชน

คณะศิลปกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

รายการครุภัณฑ์ระบบโสตทัศนูปกรณ์ พร้อมติดตั้ง จำนวน 1 งาน ประกอบด้วย

โครงการ Front Plaza ลานกิจกรรมชั้น1-2

คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ข้อกำหนดทางเทคนิค

1. โฟนชุดหลักแบบคอลัมน์พร้อมภาคขยายในตัว

จำนวนตามแบบรูปรายการ



คุณลักษณะทั่วไปและคุณลักษณะเฉพาะ

1. เป็นลำโพง All-In-One Powered Column PA พร้อม Mixer และ DSP
2. ลำโพงเสียงแหลมเป็นแบบอาร์เรย์แนวตั้งขนาดไม่น้อยกว่า 2.5 นิ้วอย่างน้อย 12 ตัว
3. ลำโพงเสียงต่ำเป็นแบบ Bass-Reflex ขนาดไม่น้อยกว่า 12 นิ้วอย่างน้อย 1 ตัว
4. มุมกระจายเสียงแนวนอน 130° และแนวตั้ง 30° หรือดีกว่า
5. สามารถติดตั้งได้ทั้งแบบแขวนหรือแบบตั้งพื้น
6. มี Mixer แบบ Digital ในตัวขนาดไม่น้อยกว่า 7 Ch. อย่างน้อยประกอบด้วย 4 XLR Combo, 2 Hi-Z, 1 1/8-inch/Bluetooth audio
7. มี Effect จาก Lexicon ที่มี delay, reverb chorus, echo, sub synth หรือดีกว่า
8. มีฟังก์ชัน AFS (Automatic Feedback Suppression), 8-band master EQ, system limiter, gates และ compressors หรือดีกว่า
9. มีฟังก์ชัน Ducking ในตัวเป็นอย่างน้อย
10. มีหน้าจอ LCD ช่วยในการเข้าถึงฟังก์ชันต่างๆได้สะดวก
11. มี User Preset ให้เลือกใช้งานไม่น้อยกว่า 8 Preset
12. มีช่อง 2.0 USB Power Port อย่างน้อย 2 ช่อง สำหรับชาร์จอุปกรณ์ภายนอก
13. มี +48V phantom power สำหรับช่องสัญญาณอย่างน้อย 2 ช่อง
14. มี Bluetooth 5.0 สำหรับควบคุมระยะไกล ได้พร้อมกันอย่างน้อย 10 เครื่อง ผ่านแอปพลิเคชัน หรือดีกว่า

15. มีหูจับสะดวกในการเคลื่อนย้าย
16. มีช่องต่อ XLR Pass Thru สำหรับต่อไปยังลำโพงอื่นๆได้
17. มีคุณสมบัติค่าทางเทคนิคไม่ด้อยกว่าดังนี้

MAX SPL:	130dB
FREQ RANGE -10:	35-20kHz (หรือ 40-20kHz @-3dB)
HOR DISPERSION:	130°
VERT DISPERSION:	30°
POWER RATING:	2000W Peak, 1000W RMS หรือมากกว่า

18. สินค้าที่เสนอราคาต้องเป็นของแท้ของใหม่ ไม่เป็นของเก่าเก็บ โดยมีหนังสือแต่งตั้งผู้แทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์ในโครงการนี้ จากบริษัทผู้ผลิตหรือเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือบริษัทผู้นำเข้าอย่างเป็นทางการ โดยต้องแนบหลักฐานยืนยันมาพร้อมกันในขั้นตอนการทำเอกสารขออนุมัติวัสดุแสดงต่อหน่วยงานด้วย
19. มีหนังสือรับรองการมีอะไหล่สำรองไม่น้อยกว่า 5 ปี สำหรับผลิตภัณฑ์ในโครงการนี้ จากเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือบริษัทผู้ผลิตหรือบริษัทผู้นำเข้าอย่างเป็นทางการ โดยต้องแนบหลักฐานยืนยันมาพร้อมกันในขั้นตอนการทำเอกสารขออนุมัติวัสดุแสดงต่อหน่วยงาน เพื่อประโยชน์การให้บริการหลังการขาย

2. ลำโพงมอนิเตอร์เวทีขนาดไม่น้อยกว่า 12 นิ้วมีภาคขยายในตัว

จำนวน ตามแบบรูปรายการ



คุณลักษณะทั่วไปและคุณลักษณะเฉพาะ

1. เป็นลำโพงที่มีภาคขยายเสียงในตัวมีดอกลำโพงเสียงต่ำขนาด 12 นิ้วและมี Tweeter HF Driver 1 นิ้วเป็นอย่างน้อย ตัวตู้ออกแบบให้สามารถวางได้ทั้งแบบแนวตั้งและแนวนอน มีหูจับสะดวกในการเคลื่อนย้าย
2. มีมุมกระจายเสียงแนวนอน 100° และแนวตั้ง 60° หรือดีกว่า
3. มี Digital Mixer ในตัวไม่น้อยกว่า 3 ช่องสัญญาณ สามารถรับสัญญาณอินพุตแบบ XLR-1/4" Combination อย่างน้อย 2 ชุด
4. มี DSP ในตัวที่มีฟังก์ชัน Automatic Feedback Suppression, Ducking, 100ms Speaker Delay, Parametric EQ หรือดีกว่า

5. หน้าจอ LCD เรืองแสงช่วยให้เข้าถึงฟังก์ชันต่างๆ ได้ง่าย
6. มี Bluetooth 5.0 เป็นอย่างน้อย
7. สามารถใช้ Application สำหรับควบคุมการปรับแต่งลำโพงได้
8. มีช่องต่อ สำหรับ PassThrough ส่งสัญญาณไปยังลำโพงตัวอื่นๆ ได้
9. มีคุณสมบัติค่าทางเทคนิคไม่ด้อยกว่าดังนี้

Maximum SPL	127dB @1m หรือมากกว่า
Freq. Response	50Hz - 20kHz(-10) / 60Hz - 20kHz(-3) หรือดีกว่า
Hor Dispersion	100° หรือดีกว่า
Vert Dispersion	60° หรือดีกว่า
Power Rating	1300W peak / 650 RMS หรือดีกว่า
Transducer Impedence	LF 4ohm rated, HF 8ohm rated หรือดีกว่า

10. สินค้าที่เสนอราคาต้องเป็นของแท้ของใหม่ ไม่เป็นของเก่าเก็บ โดยมีหนังสือแต่งตั้งผู้แทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์ในโครงการนี้ จากบริษัทผู้ผลิตหรือเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือบริษัทผู้นำเข้าอย่างเป็นทางการ โดยต้องแนบหลักฐานยืนยันมาพร้อมกันในขั้นตอนการทำเอกสารขออนุมัติวัสดุแสดงต่อหน่วยงานด้วย
11. มีหนังสือรับรองการมีอะไหล่สำรองไม่น้อยกว่า 5 ปี สำหรับผลิตภัณฑ์ในโครงการนี้ จากเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือบริษัทผู้ผลิตหรือบริษัทผู้นำเข้าอย่างเป็นทางการ โดยต้องแนบหลักฐานยืนยันมาพร้อมกันในขั้นตอนการทำเอกสารขออนุมัติวัสดุแสดงต่อหน่วยงาน เพื่อประโยชน์การให้บริการหลังการขาย

3. ลำโพงมอนิเตอร์เวทีขนาดไม่น้อยกว่า 15 นิ้วมีภาคขยายในตัว จำนวน ตามแบบรูปรายการ



คุณลักษณะทั่วไปและคุณลักษณะเฉพาะ

1. เป็นลำโพงที่มีภาคขยายเสียงในตัวมีดอกลำโพงเสียงต่ำขนาด 15 นิ้วและมี Tweeter HF Driver 1 นิ้วเป็นอย่างน้อย ตัวตู้ออกแบบให้สามารถวางได้ทั้งแบบแนวตั้งและแนวนอน มีหูจับสะดวกในการเคลื่อนย้าย
2. มีมุมกระจายเสียงแนวนอน 90° และแนวตั้ง 60° หรือดีกว่า

3. มี Digital Mixer ในตัวไม่น้อยกว่า 3 ช่องสัญญาณ สามารถรับสัญญาณอินพุตแบบ XLR-1/4" Combination อย่างน้อย 2 ชุด
4. มี DSP ในตัวที่มีฟังก์ชัน Automatic Feedback Suppression, Ducking, 100ms Speaker Delay, Parametric EQ หรือดีกว่า
5. หน้าจอ LCD เรืองแสงช่วยให้เข้าถึงฟังก์ชันต่างๆ ได้ง่าย
6. มี Bluetooth 5.0 สำหรับ Streaming/Control เป็นอย่างน้อย
7. สามารถใช้ Application สำหรับควบคุมการปรับแต่งลำโพงได้
8. มีช่องต่อ สำหรับ PassThrough ส่งสัญญาณไปยังลำโพงตัวอื่นๆ ได้
9. มีคุณสมบัติทางเทคนิคไม่ด้อยกว่าดังนี้

Maximum SPL	128dB @1m หรือมากกว่า
Freq. Response	45Hz - 20kHz(-10) หรือดีกว่า
Hor Dispersion	90° หรือดีกว่า
Vert Dispersion	60° หรือดีกว่า
Power Rating	1300W peak / 650 RMS หรือดีกว่า
Transducer Impedence	LF 4ohm rated, HF 8ohm rated หรือดีกว่า

10. สินค้าที่เสนอราคาต้องเป็นของแท้ของใหม่ ไม่เป็นของเก่าเก็บ โดยมีหนังสือแต่งตั้งผู้แทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์ในโครงการนี้ จากบริษัทผู้ผลิตหรือเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือบริษัทผู้นำเข้าอย่างเป็นทางการ โดยต้องแนบหลักฐานยืนยันมาพร้อมกันในขั้นตอนการทำเอกสารขออนุมัติวัสดุแสดงต่อหน่วยงานด้วย
11. มีหนังสือรับรองการมีอะไหล่สำรองไม่น้อยกว่า 5 ปี สำหรับผลิตภัณฑ์ในโครงการนี้ จากเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือบริษัทผู้ผลิตหรือบริษัทผู้นำเข้าอย่างเป็นทางการ โดยต้องแนบหลักฐานยืนยันมาพร้อมกันในขั้นตอนการทำเอกสารขออนุมัติวัสดุแสดงต่อหน่วยงาน เพื่อประโยชน์การให้บริการหลังการขาย

4. หูฟังสำหรับห้องควบคุม

จำนวน ตามแบบรูปรายการ



คุณลักษณะทั่วไปและคุณลักษณะเฉพาะ

1. เป็นหูฟังแบบครอบหู (Over Ear) แบบมีสาย ให้เสียงชัดเจน

- มีสายมาให้ในตัวยาวไม่น้อยกว่า 2 เมตรพร้อมคอนเนคเตอร์เป็น Gold-plated 1/8" (3.5 mm) stereo plug และมีอะแดปเตอร์ 1/4" (6.3 mm) gold-plated มาพร้อมด้วยเป็นอย่างน้อย

- มีคุณสมบัติค่าทางเทคนิคไม่ด้อยกว่าดังนี้

Frequency Range	5Hz - 20kHz หรือดีกว่า
Sensitivity	@1kHz 97 dB/mW หรือดีกว่า
Transducer Type	Dynamic, Neodymium magnet หรือดีกว่า
Impedance	@ 1 kHz 40 Ω หรือดีกว่า
Maximum Input Power	500 mW หรือดีกว่า

5. เครื่องปรับแต่งสัญญาณเสียงระบบดิจิตอล

จำนวน ตามแบบรูปรายการ



คุณลักษณะทั่วไปและคุณลักษณะเฉพาะ

- เป็นเครื่องปรับแต่งและควบคุมระบบเสียงในระบบ Digital ขนาดไม่น้อยกว่า 2 อินพุตและไม่น้อยกว่า 6 เอาท์พุต
- มี Function สำหรับการใช้งานเช่น Setup Wizard, Auto EQ., Feedback Suppression, Compressor, Sub-Harmonic Synthesis, Delay Time, Crossover, Parametric Eq., Limiter เป็นอย่างน้อย
- มีช่องต่อไมโครโฟนสามารถใช้เป็นเครื่องวัดค่า RTA ของเสียงได้
- มี Pink Noise Generator ในตัว
- มีจอแสดงผลการปรับแต่งในฟังก์ชันต่างๆ
- มีไฟ LED แสดงระดับสัญญาณทั้งอินพุตและเอาท์พุต
- สามารถควบคุมผ่าน Application ได้ทั้ง iOS, Android, Mac และ Window
- มีคุณสมบัติค่าทางเทคนิคไม่ด้อยกว่าดังนี้

Frequency Response	20Hz - 20kHz; +0/-0.5 dB
Dynamic Range	ไม่น้อยกว่า 110dB, A-Weighted
THD + N	0.003% typical at +4dBu, 1kHz หรือดีกว่า
Interchannel Crosstalk	น้อยกว่า -110dB, -120dB Typical
CMRR	ไม่น้อยกว่า 45dB
Mic Preamp Phantom Power	+15VDC (RTA) หรือดีกว่า

Max Output Level	+20dBu หรือดีกว่า
Input Delay	100ms หรือดีกว่า
Alignment Delay	10ms per Channel (60ms total) หรือดีกว่า
Sample Rate	48kHz หรือดีกว่า

9. สินค้าที่เสนอราคาต้องเป็นของแท้ของใหม่ ไม่เป็นของเก่าเก็บ โดยมีหนังสือแต่งตั้งผู้แทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์ในโครงการนี้ จากบริษัทผู้ผลิตหรือเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือบริษัทผู้นำเข้าอย่างเป็นทางการ โดยต้องแนบหลักฐานยืนยันมาพร้อมกันในขั้นตอนการทำเอกสารขออนุมัติวัสดุแสดงต่อหน่วยงานด้วย
10. มีหนังสือรับรองการมีอะไหล่สำรองไม่น้อยกว่า 5 ปี สำหรับผลิตภัณฑ์ในโครงการนี้ จากเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือบริษัทผู้ผลิตหรือบริษัทผู้นำเข้าอย่างเป็นทางการ โดยต้องแนบหลักฐานยืนยันมาพร้อมกันในขั้นตอนการทำเอกสารขออนุมัติวัสดุแสดงต่อหน่วยงาน เพื่อประโยชน์การให้บริการหลังการขาย

6. เครื่องผสมสัญญาณเสียงแบบดิจิทัลระบบดิจิทัล

จำนวน ตามแบบรูปรายการ



คุณลักษณะทั่วไปและคุณลักษณะเฉพาะ

1. เป็นเครื่องผสมสัญญาณเสียงดิจิทัล (Digital Mixer) ประมวลผลด้วยระบบ XCVI FPGA Core ที่ความละเอียดระดับ 96kHz มีค่าความหน่วงเวลาของระบบ (System Latency) ต่ำกว่า 0.7 มิลลิวินาที
2. รองรับช่องสัญญาณขาเข้าสูงสุดไม่น้อยกว่า 48 ช่องประมวลผล (48 Input Channels) และมี Bus รวมไม่น้อยกว่า 36 Busses
3. มีช่องต่อสัญญาณขาเข้านาฬิก (Local Inputs) บนตัวเครื่อง ประกอบด้วยช่อง XLR Mic/Line ไม่น้อยกว่า 24 ช่อง, ช่อง Stereo Line (TRS) ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง, ช่อง Stereo 3.5 มม. ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง และมีช่องต่อไมโครโฟนสื่อสาร (Talkback XLR) แยกต่างหาก 1 ช่อง
4. มีช่องต่อสัญญาณขาออกนาฬิก (Local Outputs) บนตัวเครื่อง ไม่น้อยกว่า 16 ช่อง (14 XLR + 2 TRS 1/4 นิ้ว) และมีช่องต่อสัญญาณเสียงดิจิทัล AES3 Output ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
5. มี Faders ปรับระดับสัญญาณแบบ (Motorized Faders) ขนาด 100 มิลลิเมตร ไม่น้อยกว่า 25 Faders พร้อมรองรับการจัดเลย์เออร์ (Layers) ได้ไม่น้อยกว่า 6 เลเยอร์

6. มีหน้าจอแสดงผลสัมผัสแบบสัมผัส (Capacitive Touchscreen) ขนาดไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว
7. มีหน้าจอแสดงผล LCD ประจำทุกช่องสัญญาณ (Channel Strip Display) สำหรับแสดงชื่อช่องและระดับสัญญาณ พร้อมไฟ LED ปรับเปลี่ยนสีได้ตามการกำหนดค่า
8. มีเครื่องประมวลผลเอฟเฟกต์ภายในตัวเครื่อง (RackFX Engines) ไม่น้อยกว่า 8 ยูนิท พร้อมช่องคืนสัญญาณเอฟเฟกต์ (Dedicated FX Returns)
9. มีพอร์ต SLink (EtherCON) บนตัวเครื่อง สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ขยายช่องสัญญาณ (Remote Audio / Stage Box) และระบบมอนิเตอร์ส่วนตัว (Personal Monitoring System)
10. มีช่อง I/O Port สำหรับติดตั้งการ์ดอินเทอร์เฟซขยายสัญญาณเพิ่มเติม รองรับโปรโตคอลอุตสาหกรรม เช่น Dante, Waves, MADI หรือ gigaACE
11. รองรับการบันทึกและเล่นไฟล์เสียงแบบมัลติแทร็คผ่านพอร์ต USB-A (SQ-Drive) และรองรับการทำหน้าที่เป็น USB Audio Interface (USB-B) เพื่อบันทึกเสียงร่วมกับคอมพิวเตอร์ได้ไม่น้อยกว่า 32 ช่องสัญญาณ
12. มีปุ่มสั่งการทำงานลัดแบบกำหนดหน้าที่ได้ (SoftKeys) ไม่น้อยกว่า 16 ปุ่ม และปุ่มหมุนกำหนดหน้าที่ได้ (Soft Rotaries) ไม่น้อยกว่า 4 ปุ่ม พร้อมจอ LCD แสดงผลประจำปุ่ม
13. รองรับการควบคุมและผสมเสียงแบบไร้สายผ่านแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการ iOS และ Android รวมถึงรองรับการควบคุมโปรแกรมทำเพลงผ่าน DAW Control Driver
14. มีภาคจ่ายไฟในตัว (Built-in Power Supply) รองรับแรงดันไฟฟ้า AC 100–240V, 50/60 Hz พร้อมสวิตช์เปิด-ปิดเครื่องทางด้านหลัง
15. สินค้าที่เสนอราคาต้องเป็นของแท้ของใหม่ ไม่เป็นของเก่าเก็บ โดยมีหนังสือแต่งตั้งผู้แทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์ในโครงการนี้ จากบริษัทผู้ผลิตหรือเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือบริษัทผู้นำเข้าอย่างเป็นทางการ โดยต้องแนบหลักฐานยืนยันมาพร้อมกันในขั้นตอนการทำเอกสารขออนุมัติวัสดุแสดงต่อหน่วยงานด้วย
16. มีหนังสือรับรองการมีอะไหล่สำรองไม่น้อยกว่า 5 ปี สำหรับผลิตภัณฑ์ในโครงการนี้ จากเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือบริษัทผู้ผลิตหรือบริษัทผู้นำเข้าอย่างเป็นทางการ โดยต้องแนบหลักฐานยืนยันมาพร้อมกันในขั้นตอนการทำเอกสารขออนุมัติวัสดุแสดงต่อหน่วยงาน เพื่อประโยชน์การให้บริการหลังการขาย

7. อุปกรณ์ขยายช่องสัญญาณอินพุตและเอาต์พุต

จำนวน ตามแบบรูปรายการ



คุณลักษณะทั่วไปและคุณลักษณะเฉพาะ

1. มีช่องต่อ Analog Input ขั้วต่อแบบ XLR จำนวนไม่น้อยกว่า 16 ช่อง
2. มีช่องต่อ Analog Output ขั้วต่อแบบ XLR จำนวนไม่น้อยกว่า 8 ช่อง
3. สามารถเชื่อมต่อกับ Digital Mixer ด้วยระบบ MAD1 หรือ Dante หรือโปรโตคอลอื่นที่เชื่อมต่อกับรายการที่(8)ได้และเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน
4. มีช่องเชื่อมต่อแบบ RJ45 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
5. สามารถติดตั้งในตู้เก็บอุปกรณ์ Rack มาตรฐานได้
6. สินค้าที่เสนอราคาต้องเป็นของแท้ของใหม่ ไม่เป็นของเก่าเก็บ โดยมีหนังสือแต่งตั้งผู้แทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์ในโครงการนี้ จากบริษัทผู้ผลิตหรือเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือบริษัทผู้นำเข้าอย่างเป็นทางการ โดยต้องแนบหลักฐานยืนยันมาพร้อมกันในขั้นตอนการทำเอกสารขออนุมัติวัสดุแสดงต่อหน่วยงานด้วย
7. มีหนังสือรับรองการมีอะไหล่สำรองไม่น้อยกว่า 5 ปี สำหรับผลิตภัณฑ์ในโครงการนี้ จากเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือบริษัทผู้ผลิตหรือบริษัทผู้นำเข้าอย่างเป็นทางการ โดยต้องแนบหลักฐานยืนยันมาพร้อมกันในขั้นตอนการทำเอกสารขออนุมัติวัสดุแสดงต่อหน่วยงาน เพื่อประโยชน์การให้บริการหลังการขาย

8. ไมโครโฟนไร้สายแบบคู่ชนิดมือถือ

จำนวน ตามแบบรูปรายการ



คุณลักษณะทั่วไปและคุณลักษณะเฉพาะ

1. เป็นชุดไมโครโฟนไร้สายในระบบ Digital
2. ประกอบด้วยเครื่องรับแบบประจำที่ Dual-Channel 1 ตัว และเครื่องส่งแบบ Handheld Transmitter 2 ตัว

3. ไมโครโฟนเป็นชนิดไดนามิก มีทิศทางการรับเสียงแบบ Cardioid
4. วงจรภาครับแบบ Digital predictive switching diversity
5. รองรับการใช้งานได้ทั้งในย่านความถี่ 694-703 MHz และ 748-758 MHz
6. มี Preset รองรับการเลือกใช้งานได้มากที่สุด 23 Channels
7. มีฟังก์ชัน IR scan และ Sync สำหรับจับคู่การใช้งานของเครื่องส่งและเครื่องรับ โดยอัตโนมัติ
8. ใช้แบตเตอรี่ขนาด AA จำนวน 2 ก้อน อายุการใช้งาน 8 ชั่วโมง
9. รองรับการใช้งานร่วมกับอุปกรณ์เสริม Li-Ion Rechargeable Battery ในรุ่น SB903 จากผู้ผลิต
10. โครงสร้างเครื่องรับเป็นวัสดุประเภทโลหะ
11. โครงสร้างเครื่องส่งเป็นวัสดุประเภทโลหะ
12. เครื่องรับมีหน้าจอแสดงผล ด้านหน้าเครื่อง
13. เครื่องส่งมีหน้าจอแสดงผล บนตัวเครื่อง
14. เครื่องรับมีช่องต่อสำหรับรองรับระบบ Network
15. มีคุณสมบัติค่าทางเทคนิคไม่ด้อยกว่าดังนี้

System

Working Range	ไม่น้อยกว่า 100 m (328 ft) ในที่โล่ง
Image Rejection	>85 dB typical
RF Sensitivity	-97 dBm at 10-5 BER หรือดีกว่า
Audio Latency	2.8 ms หรือดีกว่า
Audio Frequency Response	20 Hz–20 kHz หรือดีกว่า
Audio Dynamic Range	118 dB A-weighted หรือดีกว่า
Total Harmonic Distortion	น้อยกว่า <0.02%

Receiver

Gain Adjustment Range	-18 to +42 dB in 1 dB steps หรือดีกว่า
Full Scale Output	XLR (LINE setting): +18 dBV หรือดีกว่า XLR (MIC setting): -12 dBV หรือดีกว่า
Mic/Line Switch	30 dB pad หรือดีกว่า
Network Interface	Single Port Ethernet 10/100 Mbps

Transmitter

Maximum Input Level	8.2 dBV Note: Dependent on Microphone Type
Antenna Type	Integrated Single-Band Helical

16. สินค้าที่เสนอราคาต้องเป็นของแท้ของใหม่ ไม่เป็นของเก่าเก็บ โดยมีหนังสือแต่งตั้งผู้แทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์ในโครงการนี้ จากบริษัทผู้ผลิตหรือเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือบริษัทผู้นำเข้าอย่างเป็นทางการ โดยต้องแนบหลักฐานยืนยันมาพร้อมกันในขั้นตอนการทำเอกสารขออนุมัติวัสดุแสดงต่อหน่วยงานด้วย
17. มีหนังสือรับรองการมีอะไหล่สำรองไม่น้อยกว่า 5 ปี สำหรับผลิตภัณฑ์ในโครงการนี้ จากเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือบริษัทผู้ผลิตหรือบริษัทผู้นำเข้าอย่างเป็นทางการ โดยต้องแนบหลักฐานยืนยันมาพร้อมกันในขั้นตอนการทำเอกสารขออนุมัติวัสดุแสดงต่อหน่วยงาน เพื่อประโยชน์การให้บริการหลังการขาย

9. เครื่องแยกสัญญาณเสาอากาศโมเดิร์นไร้สาย

จำนวน ตามแบบรูปรายการ



คุณลักษณะทั่วไปและคุณลักษณะเฉพาะ

1. เป็นอุปกรณ์สำหรับใช้ในระบบกระจายสัญญาณความถี่วิทยุ UHF ในระบบไร้สาย
2. สามารถรองรับการส่งสัญญาณไปยังเครื่องรับในระบบไร้สายได้สูงสุด 5 ตัว
3. มีหัวต่อสำหรับต่อเข้ากับเสาอากาศด้านหน้า
4. มีแหล่งจ่ายไฟ DC Output ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง
5. มี Rack-Mounting เป็นอุปกรณ์สำหรับยึดติดกับ Rack มาตรฐานขนาด 19"
6. ใช้แหล่งจ่ายไฟจากภายนอก (External Power Supply)
7. มีสายอากาศสำหรับใช้งานกับเครื่องรับสัญญาณ (Receiver)
8. เป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกับไมโครโฟนไร้สายเพื่อประสิทธิภาพที่ดีในการทำงานร่วมกัน
9. มีคุณสมบัติทางเทคนิคไม่ด้อยกว่าดังนี้

Carrier Frequency Range	ครอบคลุมความถี่ 470-960 MHz หรือดีกว่า
Gain	-1 to +1 dB หรือดีกว่า
Input to any output port (Unused ports terminated in 50 Ω)	
Output Connector Isolation	30 dB, Typical หรือดีกว่า
DC Output	14 to 18 V DC (x4)
Impedance	50 Ohms

10. เสาอากาศสำหรับไมค์ไร้สาย

จำนวน ตามแบบรูปรายการ



คุณลักษณะทั่วไปและคุณลักษณะเฉพาะ

1. เป็นเสาอากาศสำหรับรับสัญญาณความถี่วิทยุในย่าน UHF แบบ Active Directional
2. สามารถสวิตช์ชุดขยายสัญญาณ RF ได้ 4 ระดับ -6dB, 0dB, +6dB และ +12dB ที่ถูกสูญเสียไปในสาย
3. สามารถใช้งานร่วมกับระบบเครื่องรับไมโครโฟนไร้สาย และระบบกระจายสัญญาณสายอากาศที่แรงดัน Bias 10-15 VDC
4. สามารถต่อเข้ากับเกลียวอแดปเตอร์ของขาตั้งไมโครโฟนได้
5. มีมูมรัคมีการรับสัญญาณ 70 องศา หรือดีกว่า
6. มี LED แสดงสถานะการปรับเลือกตั้งค่า Gain และแสดงสถานะ RF Overload
7. เป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกับไมโครโฟนไร้สายเพื่อประสิทธิภาพที่ดีในการทำงานร่วมกัน
8. มีคุณสมบัติค่าทางเทคนิคไม่ด้อยกว่าดังนี้

FR Frequency Range	470-900 MHz
Impedance	50 Ohms
Reception Pattern	3 dB Beam Width (70 degree) หรือดีกว่า
Antenna Gain	7.5dBi (on Axis) หรือดีกว่า
Signal Gain (+/- 1dB, Switchable)	+12dB, +6dB, 0dB, -6dB หรือดีกว่า

11. ไมโครโฟนแบบมีสายสำหรับเสียงพูด เสียงร้อง

จำนวน ตามแบบรูปรายการ



คุณลักษณะทั่วไปและคุณลักษณะเฉพาะ

1. เป็นไมโครโฟนเหมาะสำหรับเสียงร้องและเสียงพูด
2. มีทิศทางการรับเสียงแบบ Cardioid
3. มี Pneumatic shock-mount ป้องกันเสียงรบกวนจากการจับไมโครโฟน

4. มีตะแกรงครอบหัวไมโครโฟนแบบทรงกลม พร้อมมีฟองน้ำภายใน เพื่อกันเสียงลม
5. มี Adapter สำหรับยึดติดขาตั้งไมโครโฟน
6. เป็นไมโครโฟน ชนิด Dynamic
7. มี Switch ปิด/เปิด ที่ตัวไมโครโฟน
8. มีคุณสมบัติค่าทางเทคนิคไม่ด้อยกว่าดังนี้

Type	Dynamic
Frequency response	50Hz - 15,000Hz หรือดีกว่า
Polar Pattern	Cardioid
Sensitivity (at 1,000 Hz)	-54.5dBV/PA (1.85mV) หรือดีกว่า
Impedance	ไม่เกิน 150 Ohms

8. สินค้าที่เสนอราคาต้องเป็นของแท้ของใหม่ ไม่เป็นของเก่าเก็บ โดยมีหนังสือแต่งตั้งผู้แทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์ในโครงการนี้ จากบริษัทผู้ผลิตหรือเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือบริษัทผู้นำเข้าอย่างเป็นทางการ โดยต้องแนบหลักฐานยืนยันมาพร้อมกันในขั้นตอนการทำเอกสารขออนุมัติวัสดุแสดงต่อหน่วยงานด้วย
9. มีหนังสือรับรองการมีอะไหล่สำรองไม่น้อยกว่า 5 ปี สำหรับผลิตภัณฑ์ในโครงการนี้ จากเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือบริษัทผู้ผลิตหรือบริษัทผู้นำเข้าอย่างเป็นทางการ โดยต้องแนบหลักฐานยืนยันมาพร้อมกันในขั้นตอนการทำเอกสารขออนุมัติวัสดุแสดงต่อหน่วยงาน เพื่อประโยชน์การให้บริการหลังการขาย

12. ไมโครโฟนแบบมีสายสำหรับเครื่องดนตรี

จำนวน ตามแบบรูปรายการ



คุณลักษณะทั่วไปและคุณลักษณะเฉพาะ

1. เป็นไมโครโฟนเหมาะสำหรับรับเสียงจากเครื่องดนตรี เช่น กลอง เครื่องเคาะ เครื่องเป่า
2. เป็นไมโครโฟน ชนิด Dynamic มีทิศทางการรับเสียงแบบ Cardioid
3. มี Pneumatic shock-mount ป้องกันเสียงรบกวนจากการจับไมโครโฟน
4. มี Stand Adapter สำหรับยึดติดขาตั้งไมโครโฟน
5. มีคุณสมบัติค่าทางเทคนิคไม่ด้อยกว่าดังนี้

Type	Dynamic
------	---------

Frequency response	40Hz - 15,000Hz หรือดีกว่า
Polar Pattern	Cardioid
Sensitivity (at 1,000Hz)	-56.0dBV/PA (1.6 mV) หรือดีกว่า
Impedance	150 Ohms หรือดีกว่า/น้อยกว่า

6. สินค้าที่เสนอราคาต้องเป็นของแท้ของใหม่ ไม่เป็นของเก่าเก็บ โดยมีหนังสือแต่งตั้งผู้แทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์ในโครงการนี้ จากบริษัทผู้ผลิตหรือเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือบริษัทผู้นำเข้าอย่างเป็นทางการ โดยต้องแนบหลักฐานยืนยันมาพร้อมกันในขั้นตอนการทำเอกสารขออนุมัติวัสดุแสดงต่อหน่วยงานด้วย
7. มีหนังสือรับรองการมีอะไหล่สำรองไม่น้อยกว่า 5 ปี สำหรับผลิตภัณฑ์ในโครงการนี้ จากเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือบริษัทผู้ผลิตหรือบริษัทผู้นำเข้าอย่างเป็นทางการ โดยต้องแนบหลักฐานยืนยันมาพร้อมกันในขั้นตอนการทำเอกสารขออนุมัติวัสดุแสดงต่อหน่วยงาน เพื่อประโยชน์การให้บริการหลังการขาย

13. ไมโครโฟนสำหรับชุดกลอง

จำนวน ตามแบบรูปรายการ



คุณลักษณะทั่วไปและคุณลักษณะเฉพาะ

1. เป็นชุดไมโครโฟนสำหรับการรับเสียงจากเครื่องดนตรีประเภทกลองชุด เช่น Kick Drum, Snare Drum และ Rack/Floor Toms ประกอบด้วย ไมโครโฟนอย่างน้อย 4 ตัว ได้แก่ ไมค์สำหรับกระเดื่องหรือ Kick Drum อย่างน้อย 1 ตัว ไมค์สำหรับ Snare Drum/Rack Floor Tom อย่างน้อยจำนวน 3 ตัว
2. มีขาจับไมโครโฟนสำหรับยึดขอบกลอง ไม่น้อยกว่า 3 ตัว
3. มีกล่องบรรจุพร้อมฟองน้ำกันกระแทกภายในแบบสำเร็จรูปหรือสั่งทำตามความเหมาะสม
4. ไมค์สำหรับกระเดื่องหรือ Kick Drum มีคุณสมบัติทางเทคนิคไม่ด้อยกว่าดังนี้

Type	Dynamic (Moving Coil)
Frequency response	20Hz - 10,000Hz หรือดีกว่า
Polar Pattern	Supercardioid
Output Level (at 1,000 Hz) Open Circuit Voltage	-64.0dBV/Pa (0.6 mV) หรือดีกว่า
Impedance	150 Ohms หรือดีกว่า/น้อยกว่า

5. ไมค์สำหรับ Snare Drum/Rack Floor Tom มีคุณสมบัติทางเทคนิคไม่ด้อยกว่าดังนี้

Type	Dynamic (Moving Coil)
Frequency response	40Hz - 15,000Hz หรือดีกว่า
Polar Pattern	Cardioids (Unidirectional)
Sensitivity (at 1,000 Hz) Open Circuit Voltage	-56.0dBV/Pa (1.6 mV) หรือดีกว่า
Impedance	150 Ohms หรือดีกว่า/น้อยกว่า

6. สินค้าที่เสนอราคาต้องเป็นของแท้ของใหม่ ไม่เป็นของเก่าเก็บ โดยมีหนังสือแต่งตั้งผู้แทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์ในโครงการนี้ จากบริษัทผู้ผลิตหรือเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือบริษัทผู้นำเข้าอย่างเป็นทางการ โดยต้องแนบหลักฐานยืนยันมาพร้อมกันในขั้นตอนการทำเอกสารขออนุมัติวัสดุแสดงต่อหน่วยงานด้วย
7. มีหนังสือรับรองการมีอะไหล่สำรองไม่น้อยกว่า 5 ปี สำหรับผลิตภัณฑ์ในโครงการนี้ จากเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือบริษัทผู้ผลิตหรือบริษัทผู้นำเข้าอย่างเป็นทางการ โดยต้องแนบหลักฐานยืนยันมาพร้อมกันในขั้นตอนการทำเอกสารขออนุมัติวัสดุแสดงต่อหน่วยงาน เพื่อประโยชน์การให้บริการหลังการขาย

14. กล่องปรับระดับสัญญาณเสียง

จำนวน ตามแบบรูปรายการ



คุณลักษณะทั่วไปและคุณลักษณะเฉพาะ

1. เป็นอุปกรณ์แปลงสัญญาณเสียงแบบ Active
2. ช่องขาเข้ามีขั้วต่อแบบ Balanced XLR และ 1/4" TS เป็นอย่างน้อย
3. ช่องขาออกมีขั้วต่อแบบ Balanced XLR เป็นอย่างน้อย
4. มีขั้วต่อ 1/4" TS สำหรับลิ้งค์สัญญาณอินพุต Pass-Through หรือดีกว่า
5. มีปุ่มสวิตช์สำหรับเลือกลดทอนสัญญาณ Input ได้
6. มีปุ่มสวิตช์สำหรับปรับเลือก Ground Lift ได้
7. มีไฟแสดงสถานะของแบตเตอรี่
8. ทำงานด้วยแบตเตอรี่ 9 โวลท์หรือ Phantom Power +18V DC ถึง +48V DC หรือดีกว่า
9. มีคุณสมบัติทางเทคนิคไม่ด้อยกว่าดังนี้

Input Impedance	ไม่น้อยกว่า 250k Ohm
Max Input	+12dBu (at 0dB) Level +32dBu (at -20dB) +52dBu (at -40dB)
Output Impedance	ไม่น้อยกว่า 600 Ohms

Distortion (THD) ไม่เกินกว่า 0.005% at 1kHz, 0dBu

Output Noise ไม่เกินกว่า -100dB unweighted

Frequency Response 10Hz to 70kHz, +0dB/-3dB หรือดีกว่า

10. สินค้าที่เสนอราคาต้องเป็นของแท้ของใหม่ ไม่เป็นของเก่าเก็บ โดยมีหนังสือแต่งตั้งผู้แทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์ในโครงการนี้ จากบริษัทผู้ผลิตหรือเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือบริษัทผู้นำเข้าอย่างเป็นทางการ โดยต้องแนบหลักฐานยืนยันมาพร้อมกันในขั้นตอนการทำเอกสารขออนุมัติวัสดุแสดงต่อหน่วยงานด้วย
11. มีหนังสือรับรองการมีอะไหล่สำรองไม่น้อยกว่า 5 ปี สำหรับผลิตภัณฑ์ในโครงการนี้ จากเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือบริษัทผู้ผลิตหรือบริษัทผู้นำเข้าอย่างเป็นทางการ โดยต้องแนบหลักฐานยืนยันมาพร้อมกันในขั้นตอนการทำเอกสารขออนุมัติวัสดุแสดงต่อหน่วยงาน เพื่อประโยชน์การให้บริการหลังการขาย

15. ขาตั้งไมโครโฟนแบบตั้งโต๊ะ

จำนวน ตามแบบรูปรายการ



คุณลักษณะทั่วไปและคุณลักษณะเฉพาะไม่น้อยกว่าดังนี้

1. เป็นขาตั้งไมค์แบบฐานกลมหรือรูปแบบที่เหมาะสมและมีความแข็งแรงรับน้ำหนักตัวไมค์ได้
2. มีท่อคอด้านความยาวไม่น้อยกว่า 12 นิ้ว หรือขาถ่านไมค์รวมความยาวไม่น้อยกว่า 12 นิ้ว รองรับขาจับไมค์ได้

16. ขาตั้งไมโครโฟนแบบตั้งพื้น

จำนวน ตามแบบรูปรายการ



คุณลักษณะทั่วไปและคุณลักษณะเฉพาะไม่น้อยกว่าดังนี้

1. มีฐานเป็นขาสามขาเป็นสามแฉก Tripod
2. สามารถปรับระดับความสูงได้
3. ทำจากวัสดุสแตนเลส

17. เครื่องสำรองไฟขนาด 3 kVA

จำนวน ตามแบบรูปรายการ



คุณลักษณะทั่วไปและคุณลักษณะเฉพาะไม่น้อยกว่าดังนี้

1. เป็นเครื่องสำรองไฟฟ้าขนาดไม่น้อยกว่า 3kVA/2.4kW
2. เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานแบบ On-Line Double Conversion หรือดีกว่า
3. มีช่วงแรงดัน Input (VAC) 110-300 Vac $\pm$ 10% หรือดีกว่า
4. มีช่วงแรงดัน Output (VAC) 208/220/230/240 Vac $\pm$ 1% หรือดีกว่า
5. สามารถจัดการควบคุมผ่านซอฟต์แวร์ได้
6. มีจอ LCD สำหรับแสดงสถานะของ UPS แบบเรียลไทม์
7. มีระบบทดสอบตัวเองแบบอัตโนมัติเมื่อเปิด UPS
8. มีระบบป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร, ป้องกันฟ้าผ่า, ป้องกันไฟกระชาก
9. มีระยะเวลาชาร์จแบตเตอรี่ 90% ที่ 4 ชั่วโมง หรือดีกว่า
10. มีจำนวน Outlet ไม่น้อยกว่า 6 ช่อง
11. มี Battery แบบ Sealed Lead-acid หรือดีกว่า
12. สามารถทำงานได้ในช่วงอุณหภูมิ 0-40 องศา หรือดีกว่า
13. มีพอร์ตเชื่อมต่อแบบ RS232, USB สำหรับซอฟต์แวร์ในการจัดการ
14. ระยะเวลาสำรองแบตเตอรี่ ที่ 15-30 นาที (ขึ้นอยู่กับโหลดที่ใช้งาน)

18. โคมไฟ 371W Moving Head 3 in 1

จำนวน ตามแบบรูปรายการ



คุณลักษณะทั่วไปและคุณลักษณะเฉพาะ

1. ใช้แหล่งกำเนิดแสงหลอดไฟ 371W
2. สามารถปรับมุมกระจายแสงได้ตั้งแต่ 2 ถึง 52 องศา
3. อุณหภูมิของแสง 8500K
4. การใช้พลังงาน 600 วัตต์
5. มีวงล้อสี สามารถเปลี่ยนสีได้ 13 สี + ช่องเปิด พร้อมเอฟเฟกต์ครึ่งสี

6. มีวงล้อโกโบแบบ Static Gobo Wheel (14 ลาย + ช่องเปิด)
7. มีวงล้อโกโบแบบ Rotating Gobo Wheel (9 ลาย + ช่องเปิด) พร้อมฟังก์ชันหมุนลวดลาย
8. มีปริซึมหมุนได้คู่ 8+16 ปริซึม
9. สามารถปรับหมุนซ้าย-ขวา (Pan) ได้ 540 องศา
10. สามารถปรับก้ม-เงย (Tilt) ได้ 232 องศา
11. มีจอแสดงผล LED
12. มีระบบสโตรบ (Strobe) ที่ความถี่ 0.5-9 ครั้งต่อวินาที
13. มีระบบโฟกัสแบบอิเล็กทรอนิกส์
14. มีระบบปรับความฟุ้งของแสง
15. ช่องสัญญาณควบคุม DMX มีโหมด 17 และ 24 ช่อง
16. มีโหมดการทำงาน ควบคุมผ่านระบบ DMX512
17. ใช้งานกับแหล่งจ่ายไฟ AC 100-240V, 50-60Hz

19. โคมไฟพาร์แอลอีดี (Par LED 90x3w RGBWA)

จำนวน ตามแบบรูปรายการ



คุณลักษณะทั่วไปและคุณลักษณะเฉพาะ

1. ใช้งานกับแหล่งจ่ายไฟ AC 100-240V, 50-60Hz ได้
2. การใช้พลังงาน 260 วัตต์
3. แหล่งกำเนิดแสงจากหลอดไฟ LED (RGBWA) จำนวน 90 หลอด x 3 วัตต์
4. มีโหมดช่องสัญญาณ DMX มีโหมด 6 และ 10 ช่อง
5. มีปุ่มควบคุม 4 ปุ่ม พร้อมหน้าจอแสดงผลแบบ LCD
6. มุมลำแสง 25 องศา
7. มีระบบหรี่แสง (Dimmer) แบบอิเล็กทรอนิกส์ สามารถปรับระดับได้ตั้งแต่ 0-100%
8. มีระบบแฟลช (Strobe) แบบอิเล็กทรอนิกส์สามารถปรับความเร็วได้
9. มีโหมดการทำงานแบบการควบคุมอัตโนมัติ, ควบคุมตามเสียง, ควบคุมผ่านระบบ DMX512, โหมด Master-slave
10. ตัวโคมผลิตจากวัสดุอะลูมิเนียม
11. มาตรฐานป้องกันน้ำและฝุ่นระดับ IP20

20. เครื่องกระจายสัญญาณ DMX512 (DMX Splitter 1 in 4 out) จำนวน ตามแบบรูปรายการ



คุณลักษณะทั่วไปและคุณลักษณะเฉพาะ

1. มี 1 ช่องสัญญาณรองรับสัญญาณขาเข้า DMX512
2. มี 1 ช่องสัญญาณ Thru Output เพื่อการส่งต่อข้อมูล DMX ไปยังอุปกรณ์อื่น
3. มี 4 ช่องสัญญาณ Output ที่แยกสัญญาณด้วยระบบออปติคัล และรองรับฟังก์ชัน RDM สำหรับการตรวจสอบและควบคุมระยะไกล
4. ระบบแยกสัญญาณออปติคัลป้องกันไฟกระชากได้สูงถึง 1000V
5. ขนาดเครื่องมาตรฐาน 19 นิ้ว 1U
6. ใช้งานกับแหล่งจ่ายไฟ AC 100-240V, 50-60Hz

21. เครื่องควบคุมระบบไฟเวที (DMX 1024 Controller) จำนวน ตามแบบรูปรายการ



คุณลักษณะทั่วไปและคุณลักษณะเฉพาะ

1. รองรับช่องสัญญาณ DMX ทั้งหมด 1024 ช่อง
2. มีพอร์ตเชื่อมต่อ DMX จำนวน 2 พอร์ต
3. มีหน้าจอ LCD ทึบสีกรีน ขนาด 7 นิ้ว
4. ปุ่มกดมีไฟส่องสว่างแบบเลือกสีได้ 3 สี
5. มีปุ่มหมุน Optical Encoder จำนวน 4 ตัว พร้อมไฟส่องสว่างสำหรับการตั้งค่าข้อมูล
6. ฟังก์ชันควบคุม Playback สามารถรองรับได้สูงสุดถึง 600 playbacks และมี Fader จำนวน 15 ตัว 40 หน้า โดย Playback สามารถทำงานได้พร้อมกัน 15 ตัว
7. รองรับอุปกรณ์สูงสุด 400 อุปกรณ์
8. รองรับสูงสุด 400 กลุ่ม, 프리เซต มาโครโชว์และรูปแบบเอฟเฟกต์ที่ผู้ใช้กำหนดเอง
9. รองรับพาเลตสีสำหรับการควบคุมอุปกรณ์ที่ใช้ช่อง RGB หรือ CMY
10. มีไลบรารีสีอุปกรณ์มากกว่า 8000 รายการ

11. รองรับไฟล์ไลบรารี R20
12. มีพอร์ตเชื่อมต่อ Midi In และ Out สำหรับการเชื่อมต่อและทำงานร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ
13. มีดิสก์สำหรับแบ็คอัพโฟโต้ในตัว
14. รองรับการสำรองข้อมูลผ่านพอร์ต USB
15. ใช้งานกับแหล่งจ่ายไฟ AC 100-240V, 50-60Hz
22. ตู้เก็บอุปกรณ์เสียงและภาพขนาดไม่น้อยกว่า 15U จำนวน ตามแบบรูปรายการ



คุณลักษณะทั่วไปและคุณลักษณะเฉพาะ

1. เป็นตู้สำหรับใส่อุปกรณ์เครื่องเสียงขนาด 15U พร้อมด้วยพัดลมระบายอากาศ
2. ออกแบบและผลิตระบบ Knock down system สะดวกและง่ายสำหรับประกอบและเคลื่อนย้าย
3. ผลิตจาก Electro Galvanized Sheet มีความหนา 1.5 mm. , เสาคโครงและฐานมีความหนา 2.0 mm. เพื่อความแข็งแรงและฐานล้อมีความหนา 3.0 mm. สามารถป้องกันสนิมได้ 100 %
4. ด้านบนของตู้สามารถติดตั้งพัดลมได้
5. ประตูด้านหน้าบริเวณส่วนกลางเป็น Plastic Acrylic สีขาวหนา 5.0 mm. น้ำหนักเบาพร้อมยางกันฝุ่นรอบขอบประตู
6. ขาปรับระดับได้ทั้ง 4มุม แข็งแรงติดตั้งง่าย และล้อ 4ล้อหมุนได้ 360 องศา เพื่อความสะดวก
7. มีระบบ Grounding มีสาย Ground เชื่อมบานประตูและฝาข้างทั้งหมด

Vender List ระบบโสตทัศนูปกรณ์

1. ชุดเครื่องผสมสัญญาณเสียง อนาล็อก และ ดิจิตอล
 - SOUNDCRAFT
 - MIDAS
 - ALLEN & HEATH
 - ดีกว่าหรือเทียบเท่า
2. เครื่องประมวลสัญญาณเสียงแบบดิจิตอล
 - DBX
 - AMX
 - BSS
 - ดีกว่าหรือเทียบเท่า
3. ไมโครโฟนแบบมีสาย, ไมโครโฟนไร้สาย
 - AKG
 - SHURE
 - SENNHEISER
 - ดีกว่าหรือเทียบเท่า
4. เครื่องรวมสายอากาศ, เครื่องรับสัญญาณคลื่น UHF
 - AUDIO-TECHNICA
 - SHURE
 - SENNHEISER
 - ดีกว่าหรือเทียบเท่า
5. ลำโพงชุดเมน, ลำโพงเสียงต่ำ
 - EV
 - JBL
 - RENKUS HEINZ
 - ดีกว่าหรือเทียบเท่า

6. เครื่องขยายเสียง

- EV
- CROWN
- Lab Gruppen
- ดีกว่าหรือเทียบเท่า

7. อุปกรณ์โคมไฟเวที มูฟวิงเฮด,วอช,พาร์แอลอีดี

- MARTIN
- JANDS
- NIGHTSUN
- ดีกว่าหรือเทียบเท่า

8. เครื่องกระจายสัญญาณ DMX512

- AVOLITES
- CODE
- NIGHTSUN
- ดีกว่าหรือเทียบเท่า

9. ชุดควบคุมระบบไฟเวที

- AVOLITES
- CODE
- NIGHTSUN
- ดีกว่าหรือเทียบเท่า

ข้อกำหนดทั่วไปและขอบเขตการทำงาน

1. สายไฟฟ้าแรงต่ำ

1.1 ข้อกำหนดทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ให้ครอบคลุมถึงคุณสมบัติ สมรรถนะ และการติดตั้งใช้งานสำหรับสายไฟฟ้าแรงต่ำ เพื่อให้ถูกต้องตามมาตรฐานที่กำหนด และเป็นที่ยอมรับของการไฟฟ้าส่วนท้องถิ่น

1.2 มาตรฐาน (STANDARD)

ถ้ามิได้เป็นอย่างอื่น มาตรฐานที่ใช้ในการออกแบบประกอบ และทดสอบให้เป็นไปตามนี้

1. มาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (EIT STANDARD 2001-56)
2. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)
3. INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION (IEC)

แต่ทั้งนี้ต้องไม่ขัดต่อระเบียบ และมาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนท้องถิ่น

1.3 ข้อกำหนดด้านเทคนิค

1. ชนิดของสายไฟฟ้า โดยทั่วไปให้สายไฟฟ้าแรงต่ำมีตัวนำเป็นทองแดงหุ้มด้วยฉนวน POLYVINYL CHLORIDE (PVC)
2. สามารถ ทนแรงดันไฟฟ้าได้ 450/750 โวลต์ และทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส ตามมอก. 11-2553
3. สายไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่กว่า 6 ตร.มม. ต้องเป็นชนิดลวดทองแดงตีเกลียว (STANDARD WIRE)
4. สายไฟฟ้าที่ร้อยในท่อโลหะ หรือ WREWAY โดยทั่วไปกำหนดให้เป็นสายไฟฟ้าตัวนำแกนเดียว (SINGLE-CORE) ตาม มอก. 11-2553 ชนิด IECO1

1.4 การติดตั้ง

ข้อกำหนดการติดตั้งเดินสายไฟฟ้าแรงต่ำทั่วไป ถ้าไม่ได้กำหนดเป็นอย่างอื่นให้ยึดถือตาม มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.2556

1.5 สายไฟที่ใช้ในการติดตั้ง

สายไฟที่ใช้ในการติดตั้งจะต้องมีคุณภาพเทียบเท่ายี่ห้อ Thai yazaki, Phelps dodge, BCC,

2. อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า

อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก, ANS, NEC และมาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนท้องถิ่น และวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย โดยผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งพร้อมอุปกรณ์ ตามที่ได้แสดงในแบบหรือระบุในข้อกำหนด

2.1 ท่อร้อยสาย

1. ท่อร้อยสายเหล็กอบสังกะสีชนิดบาง (ELECTRICAL METALLIC TUBING: EMT) เป็นท่อเหล็กบางผ่านขบวนการชุบสังกะสี หรือ HOT DIP GALVANIZE ตลอดความยาวของท่อ ใช้เดินลอยเกาะติดกับผนังหรือ เพดาน หรือเดินฝังในอิฐก่อ ท่อโลหะชนิดบางโดยทั่วไปใช้การติดตั้งใช้ โดยทั่วไปตามข้อกำหนดใน วสท.และNEC.

2. ท่อร้อยสายเหล็กอบสังกะสีชนิดอ่อน (FLEXIBLE METAL CONDUIT FMC) ต้องทำจาก GALVANIZE STEEL ใช้ต่อเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีการสั่นขณะใช้งาน เช่น มอเตอร์ เป็นต้น หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการความคล่องตัวในการปรับตำแหน่ง เช่น ดวงโคม เป็นต้น หรือใช้ในที่อื่นๆ ที่ไม่สามารถใช้ท่อแข็งได้ ท่อโลหะชนิดอ่อนต้องใช้ข้อต่อที่ทำสำหรับท่ออ่อนโดยเฉพาะ ท่ออ่อนที่ใช้ในบริเวณที่อาจเปียกชื้นหรืออยู่ในที่เปียกชื้นต้องเป็นแบบกันน้ำ และใช้ข้อต่อชนิดกันน้ำ เช่นกัน

3. ท่อร้อยสายเหล็กใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะแวดล้อม ดังที่ได้กล่าวโดยสังเขปมาแล้ว

4. CONDUIT FITTING ต้องเป็นไปตามที่กำหนดของ NEMA และ UL 514
5. ในกรณีที่ใช้ท่อโลหะ ต้องมี LOCK NUT และ BUSHING ในทุกปลายของท่อ
6. ก่อ่งต่อสายไฟฟ้า ต้องเป็นก่่งซุบสังกะสีหรือแคดเมียม
7. ท่อร้อยสายประเภทท่อโลหะ ต้องมีวิธีกันสนิมและป้องกันการบาดสาย
8. อุปกรณ์ประกอบการเดินท่อ ได้แก่ COUPLING, CONNECTOR, LOCK NUT, BUSHING และ SERVICE ENTRANCE CAP ต่าง ๆ ต้องเหมาะสมกับสภาพ และสถานที่ใช้งาน CONNECTOR

2.2 WIREWAY

ต้องพับขึ้นจากเหล็กแผ่นที่มีความหนาเป็นไปตามตารางที่ ฉ.1-1 ขนาดรางเดินสายและความหนาตามมาตรฐาน วสท. 2556 พร้อมฝาครอบ และผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธีชุบ ELECTRO GALVANIZED หรือแผ่นเหล็ก ALUZINC

2.3 ก่อ่งต่อสาย

1. ก่อ่งต่อสายมาตรฐานโดยทั่วไป ต้องเป็นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ GALVANIZED และก่่งแบบกันน้ำต้องผลิตจากเหล็กหรืออลูมิเนียมหล่อที่ดี ความหนาต้องไม่น้อยกว่า 2.4 มิลลิเมตร
2. ก่อ่งต่อสายที่มีปริมาตรใหญ่กว่า 100 ลูกบาศก์นิ้ว ต้องพับขึ้นจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของก่่งต่อการใช้งานผ่านกรรมวิธี ป้องกันสนิม ด้วยการชุบ GALVANIZED และก่่งแบบกันน้ำต้องมีกรรมวิธีที่ดี
3. ขนาดของก่่งต่อสายขึ้นอยู่กัขนาดและจำนวนของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้าและออกก่่งนั้น ๆ และขึ้นกัขนาด จำนวนท่อร้อยสายหรืออุปกรณ์เดินสายอื่น ๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีการโค้งงอของสายตามกำหนดใน NEC หรือมาตรฐานการไฟฟ้าท้องถิ่น
4. ก่อ่งต่อสายชนิดกันระเบิด ซึ่งใช้ในสถานที่อาจเกิดอันตรายต่าง ๆ ได้ตามที่ระบุใน NEC ARTICLE 500 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองคุณภาพจาก UL (UNDERWRITERS-LABORATORY) หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า
5. ก่อ่งต่อสายทุกชนิดและทุกขนาด ต้องมีฝาปิดที่เหมาะสม

2.4 การติดตั้ง

2.4.1 ท่อร้อยสาย

1. ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อก่อนทำการติดตั้ง
2. การดัดงอท่อ ต้องไม่ให้เสียรูปทรงและรัศมีมีความโค้งของการดัดงอต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ NEC

3. ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่น ๆ ทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร
4. ท่อแต่ละส่วนหรือแต่ละระยะต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อน จึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ ห้ามร้อยสายเข้าท่อ ในขณะที่กำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้น
5. การเดินท่อในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC ARTICLE 500 ต้องมีอุปกรณ์ประกอบพิเศษเหมาะสมกับแต่ละสภาพและสถานที่
6. แนวการติดตั้งท่อ ต้องเป็นแนวขนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคารเสมอ หากมีอุปสรรคจนทำให้ไม่สามารถติดตั้งท่อตามแนวดังกล่าวได้ ให้ปรึกษากับผู้ควบคุมงานเป็นแต่ละกรณีไป

2.4.2 WIREWAY

การติดตั้งใช้งาน WIREWAY ต้องเป็นไปตาม NEC หรือมาตรฐานการไฟฟ้าท้องถิ่น และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุก ๆ ระยะไม่เกิน 2.00 ม

2.4.3 กล่องต่อสาย

การติดตั้งกล่องต่อสาย ต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่น ๆ และกล่องต่อสายสำหรับแต่ละระบบให้มีรหัสทาสีภายในที่ฝากล่องให้เห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งของกล่องต่อสาย ต้องติดตั้งอยู่ในที่ซึ่งเข้าถึง และทำงานได้สะดวก

2.4.4 สายไฟที่ใช้ในการติดตั้ง

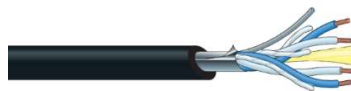
1. ท่อ ที่ใช้ในการติดตั้งจะต้องมีคุณภาพเทียบเท่ายี่ห้อ ARROW PIPE, PANASONIC, UNION, PAT หรือแล้วผู้ควบคุมงานกำหนด
2. WIREWAY ที่ใช้ในการติดตั้งจะต้องมีคุณภาพเทียบเท่ายี่ห้อ KJL, TIC

3. สายสัญญาณภาพ, เสียง และ Connector

สายสัญญาณภาพ, เสียง และ Connector ต่างๆ ที่ใช้ในการติดตั้งทั้งหมด จะต้องเป็นของใหม่ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อนหรือเป็นของเก่าเก็บค้างสต็อกหรือของเหลือใช้

3.1 สายสัญญาณเสียง

3.1.1 Cab01 – สายสัญญาณเสียงชนิดร้อยในท่อและเชื่อมต่อระบบ



1. สายสัญญาณเสียงที่ใช้ในการติดตั้งจะต้องมีลักษณะเป็นสายมีชีลด์ และมีแกนตัวนำสัญญาณ 4 แกนแบบ Star Quad เป็นสายตีเกลียวที่มีระยะห่างน้อยมากเพื่อลดทอนสัญญาณรบกวนได้ดี มี ระยะ Twist pitch ไม่เกิน 21 mm.
2. มีชีลด์เป็น Aluminium Foil Shield 100% Coverage เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวน (Noise)
3. มีฉนวน หุ้มอย่างดี ทำจากวัสดุ PVC หรือ PE หรือดีกว่า
4. มีเส้นใยสังเคราะห์ DuPont Kevlar สามารถต้านทานการยืดของสายเมื่อต้องดึงร้อยสายในท่อ
5. มีขนาดพื้นที่หน้าตัดของสายตัวนำไม่น้อยกว่า 0.18 sq.mm หรือ 25 AWG. หรือดีกว่า
6. มีค่า Electrical Characteristic ของตัวนำ 10.7 ohms/100m. หรือดีกว่า
7. มีคุณภาพเทียบเท่าหรือหือ Belden, Canare, Gotham หรือดีกว่า

3.1.2 Cab02 – สายสัญญาณเสียงและไมโครโฟนชนิดมี Braided shield



1. สายสัญญาณเสียงที่ใช้ในการติดตั้งจะต้องมีลักษณะเป็นสายมีชีลด์ และมีแกนตัวนำสัญญาณ 4 แกนแบบ Star Quad เป็นสายตีเกลียวที่มีระยะห่างน้อยมากเพื่อลดทอนสัญญาณรบกวนได้ดี มี ระยะ Twist pitch ไม่เกิน 20 mm.
2. มีชีลด์เป็น High-density braided shield ไม่น้อยกว่า 94% เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวน (Noise)
3. มีฉนวน หุ้มอย่างดี ทำจากวัสดุ PVC หรือ PE หรือดีกว่า
4. มีขนาดพื้นที่หน้าตัดของสายตัวนำไม่น้อยกว่า 0.20 sq.mm หรือ 24 AWG. หรือดีกว่า
5. มีค่า Electrical Characteristic ของตัวนำ 9.8 ohms/100m. หรือดีกว่า
6. มีคุณภาพเทียบเท่าหรือหือ Belden, Canare, Gotham หรือดีกว่า

1.1.3. Cab03 - สายอากาศ RF 50 Ohms



RG-8A/U

1. เป็นสายชนิด RG-8A/U มีค่าความต้านทาน 50 โอห์ม (Normal Impedance)

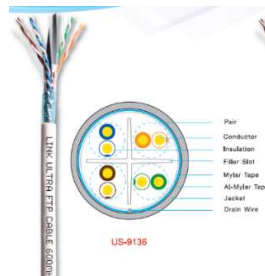
2. มี Braid Shield เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวน (Noise) 100%AL Foil+90% TC Braid Shield มีฉนวนหุ้มอย่างดีทำจากวัสดุ PVC หรือ PE หรือดีกว่า
3. มีค่าลดทอนสัญญาณมาตรฐาน @ 20°C ที่ความถี่ 700 MHz 194 db/km
4. ได้มาตรฐาน UL 1394, 1365, 1478, 1792 หรือดีกว่า
5. มีคุณภาพเทียบเท่าหรือหือ Belden, Canare, Hosiwell หรือดีกว่า

3.1.4 Cab040 – สายสัญญาณเสียงลำโพงแบบ Passive



1. สายลำโพง 4 แกน Star Guard ช่วยลดเสียงรบกวนและฉนวนโพลีเอทิลีนช่วยลดอัตราการเหนี่ยวนำเพื่อเพิ่มลักษณะความถี่
2. High-performance มีฉนวนหุ้มอย่างดีทำจากวัสดุ PVC หรือ PE หรือดีกว่า
3. มีระยะ Twist pitch ไม่เกิน 70 mm.
4. มีขนาดพื้นที่หน้าตัดของสายตัวนำไม่น้อยกว่า 1.27 sq.mm หรือ 16 AWG. หรือดีกว่า
5. มีคุณภาพเทียบเท่าหรือหือ Belden, Canare, Gotham หรือดีกว่า

3.1.5 Cab05 - สายสัญญาณข้อมูลภาพเสียง Cat6 600MHz F/UTP White LSZH



1. เป็นสายเน็ตเวิร์คแบบใช้ภายในอาคาร CAT 6 F/UTP Cable (Indoor) Shield CMR สีขาว และมี Shield Foil หุ้มภายในป้องกันสัญญาณรบกวน มาตรฐาน Category 6
2. ลักษณะของสายเป็นสายเคเบิลแบบสายคู่บิดเกลียวจำนวน 4 คู่และมี Drain Wire
3. สายภายในเป็นลวดทองแดงขนาดตัวนำไฟฟ้า 23 AWG (Conductor Solid Bare Copper)
4. รองรับความเร็วสูงระดับ Gigabit Ethernet ในการรับส่งข้อมูล

5. รองรับปริมาณการรับส่งข้อมูล (Bandwidth) ที่ 600MHz
6. วัสดุเปลือกหุ้มเป็น FR-LSZH สีขาว (แบบ Low Smoke_Zero Halogen) เป็นวัสดุที่ติดไฟได้แต่ไม่
ลุกลามไฟ, มี Filler Slot เป็น FRPE
7. ได้มาตรฐาน :

ANSI/TIA-568-C.2 Category 6

ISO/IEC 11801:2002 Class E

EN 50173-1 Category 6

ICEA S-102-700 Category 6

EN 50288-6-1, NEMA WC 66

IEC 61156-5, ASTM D4566-98, IEC 60332-1-2

UL Listed / CM, CMP,CMR and LSZH

ETL and 3P Verified to TIA-568-C.2 CAT6

UL E197771, RoHS Compliant

PoE, PoE+ (IEEE 802.3af/at) Support

Filler Slot : FRPE

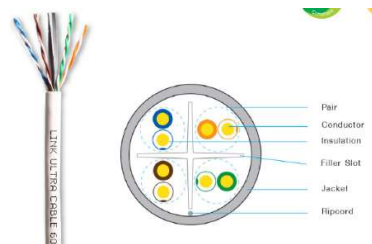
Mylar : Mylar Tape

Shielded : AL-Mylar Tape

Jacket : CMR, FR-LSZH

8. มีคุณภาพเทียบเท่ายี่ห้อ Link, Kramer, Commscope หรือดีกว่า

3.1.6 Cab06 - สายสัญญาณข้อมูลความเร็ว Cat6 600MHz U/UTP White LSZH



1. เป็นสายเน็ตเวิร์คแบบใช้ภายในอาคาร CAT 6 F/UTP Cable (Indoor) CMR สีขาว
2. ลักษณะของสายเป็นสายเคเบิลแบบสายคู่บิดเกลียวจำนวน 4 คู่และมี Ripcord
3. สายภายในเป็นลวดทองแดงขนาดตัวนำไฟฟ้า 23 AWG (Conductor Solid Bare Copper)

4. รองรับความเร็วสูงระดับ Gigabit Ethernet ในการรับส่งข้อมูล
5. รองรับปริมาณการรับส่งข้อมูล (Bandwidth) ที่ 600MHz
6. วัสดุเปลือกหุ้มเป็น FR-LSZH สีขาว (แบบ Low Smoke_Zero Halogen) เป็นวัสดุที่ติดไฟได้แต่ไม่ลุกลามไฟ , มี Filler Slot เป็น FRPE
7. ได้มาตรฐาน :
 - ANSI/TIA-568.2-D Category 6
 - ISO/IEC 11801:2017 Class E
 - EN 50173-1 Category 6
 - ICEA S-102-700 Category 6
 - EN 50288-6-1, EN 50288-6-2, NEMA WC 66
 - IEC 61156-5, ASTM D4566-98, IEC 60332-1-2
 - UL Listed CM, CMP,CMR and LSZH
 - ETL and 3P Verified to Category 6
 - UL E197771, INTERTEK, RoHS Compliant
 - Filler Slot : FRPE
 - Jacket : CMR, FR-LSZH
8. มีคุณภาพเทียบเท่ายี่ห้อ Link, Kramer, Commscope หรือดีกว่า

3.2 Connector พร้อมอุปกรณ์



1. หัวต่อ Connector ต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมกับอุปกรณ์เสียงภาพ เช่น XLR-3Pole, XLR-5Pole , RCA , TRS Phone , BNC Euroblock connector เน้นสัญญาณแบบ Balanced พร้อมอุปกรณ์ประกอบครบชุดพร้อมใช้งานแต่ละจุด เช่น เฟลท บ็อก อุปกรณ์จับยึด
2. Connector มีคุณภาพเทียบเท่ายี่ห้อ Canare, Neutrik, Switchcraft หรือดีกว่า

ขอบเขตการทำงาน

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการจัดหาอุปกรณ์ระบบเสียง และระบบไฟเวที ตามคุณสมบัติเบื้องต้นที่กำหนดไว้เป็นอย่างต่ำหรือดีกว่า และดำเนินการงานที่เกี่ยวข้องในการติดตั้ง เชื่อมต่อระบบ เขียนโปรแกรม ปรับแต่ง พร้อมทดสอบการใช้งานให้แล้วเสร็จสมบูรณ์ตามความต้องการการใช้งานของหน่วยงาน อย่างน้อยดังนี้

1. ติดตั้งอุปกรณ์ระบบเสียง และไฟเวทีไม่น้อยกว่ารายการที่กำหนดไว้เพื่อรองรับการใช้งานแบบเอนกประสงค์ กิจกรรมสันทนาการต่างๆ การแสดงสด
2. ดำเนินการปรับแต่งเสียงทั้งไมค์มีสายและระบบไมค์ไร้สายไม่ให้มีเสียงหอน (Feedback) ขณะใช้งาน และให้มีความชัดเจนพอเราะ
3. ระบบไมค์ไร้สายต้องจัดการคลื่นความถี่ให้ใช้งานได้ดีไม่มีสัญญาณรบกวนในย่านความถี่ที่กสทช. กำหนด
4. ตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ การเดินสาย จุดเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ รวมไปถึงความสะดวกในการใช้งาน และการเลือกสรรวัสดุติดตั้งต่างๆ ผู้รับจ้างต้องเข้าสำรวจหน้างานจริงก่อนการเสนอราคาเพื่อดูความเป็นไปได้ในการติดตั้ง และเพื่อให้ใช้งานร่วมกันได้ตามความต้องการการใช้งานของผู้ใช้งานอย่างเหมาะสม
5. กรณีที่งานติดตั้งต้องมีผลกระทบกับงานตกแต่งภายใน งานโครงสร้าง หรืออุปกรณ์ครุภัณฑ์เดิมที่มีอยู่แล้ว ผู้รับจ้างต้องกระทำการด้วยความรอบคอบ ระมัดระวัง ไม่ให้เกิดความเสียหาย หรือหากเกิดความเสียหายขึ้นผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบแก้ไขให้กลับคืนสู่สภาพเดิมและใช้งานได้ตามปกติโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆเพิ่มเติมภายหลัง
6. หากพื้นที่ทำงานมีปัจจัยภายนอกร่วมด้วยเช่น แดด ลม ฝน ให้จัดหาอุปกรณ์ป้องกันมาตรฐานตามความเหมาะสม
7. ผู้รับจ้างต้องส่งรูปแบบให้คณะกรรมการพิจารณาก่อนทำการติดตั้ง

8. ผู้รับจ้างจะต้องใช้วัสดุและอุปกรณ์เป็นของใหม่ ไม่เคยถูกใช้งานมาก่อน ไม่เป็นของเก่าเก็บ อยู่ในสภาพที่สามารถใช้งานได้ทันที
9. ผู้รับจ้างต้องติดตั้งครุภัณฑ์และส่วนประกอบต่างๆทั้งหมดทั้งอุปกรณ์เดิมที่มีอยู่(ถ้ามี)และอุปกรณ์ใหม่ เพื่อให้ระบบเสียงและไฟเวทีสามารถทำงานร่วมกันได้อย่างสมบูรณ์
10. รับประกันสินค้าอย่างน้อย 2 ปี (กรณีใช้งานปกติไม่ผิดประเภท) และให้บริการดูแลระบบที่ติดตั้งอย่างน้อย 2 ปีโดยหน่วยงานสามารถเรียกใช้บริการได้เมื่อพบปัญหาการใช้งานระบบ
11. ต้องจัดการฝึกอบรมให้กับเจ้าหน้าที่ควบคุมเครื่องและรักษาเครื่องให้มีความรู้ความสามารถในการใช้งานและการบำรุงรักษา