จะหักค่าใช้จ่ายจากเงินค้ำประกันผลงานของผู้รับจ้างหรือเรียกร้องเอาจากผู้รับจ้างอีกต่อหนึ่ง ลักษณะของการรับประกันที่ต้องการให้เป็นไปตามข้อกำหนดนี้

1.5.1 ครุภัณฑ์ประเภทเครื่องเรือนและอุปกรณ์สำนักงานที่ไม่ใช่เครื่องใช้ไฟฟ้า ที่เป็นการจัดซื้อ

- การรับประกันไม่น้อยกว่า 2 ปีนับจากวันที่มีการตรวจจริง
- กรณีที่มีการรับประกันจากผู้ผลิตหรือผู้จัดจำหน่ายให้ระบุชื่อผู้ซื้อหรือผู้รับประกันว่า "มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน" และสามารถใช้ใบรับประกันนี้ประกอบการรับประกันของผู้ว่าจ้างได้
- ถึงแม้จะมีการรับประกันจากผู้ผลิตหรือผู้จัดจำหน่าย ความรับผิดชอบในการรับประกันความเสียหายต่างๆของครุภัณฑ์ยังเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น ผู้รับจ้างไม่สามรถปัดความรับผิดชอบให้แก่ผู้ผลิตหรือผู้จัดจำหน่ายได้

1.5.2 ครุภัณฑ์ประเภทเครื่องเรือน และอุปกรณ์สำนักงานที่ไม่ใช่เครื่องใช้ไฟฟ้า ที่เป็นการจัดทำ

- การรับประกันไม่น้อยกว่า 2 ปีนับจากวันที่มีการตรวจจริง
- ครุภัณฑ์ประเภทนี้จะต้องเป็นการรับประกันจากผู้รับจ้างเท่านั้นห้ามไม่ให้ใช้การรับประกันจากผู้ผลิต หรือผู้รับจ้างช่วงโดยเด็ดขาด

1.5.3 ครุภัณฑ์ประเภทเครื่องใช้ไฟฟ้า

- เครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไปให้มีการรับประกันไม่น้อยกว่า 2 ปีนับจากวันที่ตรวจรับ
- เครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทอุปกรณ์คอพิวเตอร์ และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับระบบคอมพิวเตอร์ให้รับประกันการใช้งานไม่น้อยกว่า 2 ปี และรับประกันการซ่อมบำรุงไม่น้อยกว่า 3 ปี
- กรณีข้อกำหนดเฉพาะรายการครุภัณฑ์ระบุให้มีระยะเวลารับประกันที่มากกว่านี้ให้ปฏิบัติตามข้อกำหนดดังกล่าว
- กรณีที่มีการรับประกันจากผู้ผลิตหรือผู้จัดจำหน่ายให้ระบุชื่อผู้ซื้อหรือผู้รับประกันว่า "มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน" และสามารถใช้ใบรับประกันนี้ประกอบการรับประกันของผู้ว่าจ้างได้
- ถึงแม้จะมีการรับประกันจากผู้ผลิตหรือผู้จัดจำหน่าย ความรับผิดชอบในการรับประกันความเสียหายต่างๆของครุภัณฑ์ยังเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น ผู้รับจ้างไม่สามารถปัดความรับผิดชอบให้แก่ผู้ผลิตหรือผู้จัดจำหน่ายได้

1.6 การจัดทำบัญชีครุภัณฑ์

ให้ผู้รับจ้างดำเนินการจัดทำบัญชีครุภัณฑ์ โดยแยกหมวดหมู่และรหัสของครุภัณฑ์ให้ถูกต้องตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการพัสดุ และผู้รับจ้างจ้างจะต้องทำการประสานงานกับเจ้าหน้าที่พัสดุของผู้ว่าจ้าง เพื่อให้การจัดทำบัญชีครุภัณฑ์นั้นถูกต้องตามระเบียบ หากผู้รับจ้างไม่ทำการศึกษาระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการพัสดุ ให้เข้าใจหรือไม่ปรึกษาต่อเจ้าหน้าที่พัสดุของผู้ว่าจ้างและทำบัญชีครุภัณฑ์ผิดพลาด ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการแก้ไขให้ถูกต้องโดยจะเรียกร้องค่าเสียหายหรือเวลาอันเกิดจากข้อผิดพลาดดังกล่าวไม่ได้ และนอกเหนือจากระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการพัสดุที่กำหนดไว้ให้ผู้รับจ้างดำเนินการดังต่อไปนี้

1.6.1 ให้ผู้รับจ้างดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์ประเภท RFID หรืออุปกรณ์ที่มีเทคโนโลยีสูงกว่ากับครุภัณฑ์ทุกชิ้นที่ผู้รับจ้างได้จัดซื้อหรือจัดทำ

1.6.2 ให้ผู้รับจ้างดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์ประเภท RFID หรืออุปกรณ์ที่มีเทคโนโลยีสูงกว่ากับครุภัณฑ์เดิมที่เคลื่อนย้ายมาจากที่อื่นของมหาวิทยาลัย

1.6.3 ผู้รับจ้างต้องจัดทำบัญชีรายการครุภัณฑ์ โดยแยกตามหมวดหมู่และประเภทของครุภัณฑ์ตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการพัสดุ และบันทึกไว้ในระบบดิจิตอล

1.6.4 ผู้รับจ้างต้องจัดส่งร่างบัญชีครุภัณฑ์ให้แก่ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างตรวจสอบก่อนวันนัดตรวจรับพัสดุไม่น้อยกว่า 14 วัน ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างหรือเจ้าหน้าที่พัสดุจะทำการตรวจสอบบัญชีครุภัณฑ์ดังกล่าวว่ามีความถูกต้องหรือไม่ และจะส่งให้ผู้รับจ้างแก้ไขในวันนัดตรวจรับครุภัณฑ์ และผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการแก้ไขให้ถูกต้องภายในระยะเวลา 7 วัน เมื่อผู้รับจ้างจัดส่งบัญชีครุภัณฑ์ฉบับสมบูรณ์ให้แก่ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างแล้วจึงจะถือว่าการตรวจรับครุภัณฑ์นั้นเสร็จสมบูรณ์

2 รายละเอียดและคุณสมบัติ

2.1 โต๊ะปฏิบัติการ (IB)

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะโต๊ะปฏิบัติการ (IB) ขนาด 0.75x1.80x0.80 ม.(ขนาดที่ระบุเป็นเพียง Guide Line ขนาดจริงตามมาตรฐานของผู้ผลิตแต่ต้องมีขนาดใกล้เคียงกับที่ระบุไว้)

2.1.1 โครงสร้างขาเหล็กกล่อง (Leg Frame) ขนาดไม่น้อยกว่า 1x2 นิ้ว หนาไม่น้อยกว่า 2 มม. พ่นเคลือบด้วยสี Epoxy Powder ตามกรรมวิธี Electrostatic อบที่ความร้อน 180-200 องศาเซลเซียส ส่วนของปลายขาโครงสร้างเหล็กด้านล่างติดปุ่มปรับประดับสูง-ต่ำ เพื่อแก้ปัญหาพื้นห้องไม่เรียบ โดยสามารถรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 200 กิโลกรัม ส่วนของโต๊ะปฏิบัติการที่ชิดผนังออกแบบให้มีช่องสำหรับเดินอุปกรณ์งานระบบ (Service Panel) บริเวณส่วนหลังออกแบบให้สามารถเปิด/ปิด เพื่อตรวจสอบซ่อมแซมอุปกรณ์ภายในได้โดยไม่ต้องอาศัยเครื่องมือหรืออุปกรณ์ใดๆ

2.1.2 ส่วนของพื้นโต๊ะปฏิบัติการ (Work Top) แผ่น Phenolic Resin ชนิด Lab Grade ผ่านกรรมวิธีชุบเคลือบแกนในด้วยน้ำยา Phenolic Resin ภายใต้กระบวนการอัดด้วยแรงดันและความร้อน มีความหนาตลอดทั้งแผ่น 16มม. สามารถทนการขีดข่วนและกระแทรกได้ดี มีความทนทานต่อการกัดกร่อนของสารเคมีได้ บริเวณส่วนใต้ของแผ่น Work Top จะต้องทำการเซาะร่อง Water Drop เพื่อป้องกันการไหลย้อนของน้ำ และสารเคมีเข้าตัวตู้ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับรองมาตรฐาน ISO 4525

2.1.3 เป็นผลิตภัณฑ์ของ Neotech บริษัท นีโอแลบ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด หรือ Prolab บริษัท ดีไซน์ ออลเทอร์เนทีฟ จำกัด

2.2 เก้าอี้สตูลกลม

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะเก้าอี้สตูลกลม

2.2.1 โครงสร้างขาเก้าอี้เป็นขาเหล็กกลม 1 นิ้ว หนา 1.2 มิลลิเมตร 5 แฉก ห่วงรับขากลม ¾ หนา 1.2 มิลลิเมตร แกนกลางเป็นเกลียวเหล็กกลม 1 นิ้ว ยาว 9 นิ้ว

2.2.2 แป้นที่นั่งเป็นแบบกลมสามารถหมุนได้ 360 องศา วัสดุทำด้วยโพลียูลีเทน เส้นผ่าศูนย์กลาง 350 มิลลิเมตร ความหนา 30 มิลลิเมตร ขนาดรวม 450x450 สูง 530-630 มิลลิเมตร

2.2.3 สามารถปรับระดับสูงต่ำได้ 530 มิลลิเมตร ปรับสูงสุด 630 มิลลิเมตร และสามารถรับน้ำหนักได้ 180 กิโลกรัม

2.2.4 เป็นผลิตภัณฑ์ของ Neotech บริษัท นีโอแลบ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด หรือ Prolab บริษัท ดีไซน์ ออลเทอร์เนทีฟ จำกัด

2.3 ตู้ดูดไอระเหยสารเคมี (Fume Cupboard)

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะตู้ดูดไอระเหยสารเคมี (Fume Cupboard)

ลักษณะทั่วไป เป็นตู้ดูดไอระเหยสารเคมีชนิดตั้งพื้น ทำหน้าที่ดูดไอสารเคมีเพื่อป้องกันอันตรายแก่ผู้ใช้งานในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ประกอบเป็นชุดสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิตที่ได้รับมาตรฐาน ISO 9001:2008 มีการบังคับทิศทางการไหลของไอระเหยสารเคมีแบบ VAV การออกแบบจะเป็นไปตามหลักอากาศพลศาสตร์ (aerodynamic) เพื่อควบคุมการเคลื่อนไหวของอากาศภายในตู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งานและสิ่งแวดล้อม การออกแบบเป็นไปตามมาตรฐาน AS/NZS 2243.8

รุ่น (Model)	ขนาด (กว้างxลึกxสูง)
- FRP/FRP/VAV	1500 x 910 x 2450 มม.

2.3.1 ตู้ดูดไอระเหยสารเคมีตอนบน (Working Area Part) (ขนาดที่ระบุเป็นเพียง Guide Line ขนาดจริงตามมาตรฐานของผู้ผลิตแต่ต้องมีขนาดใกล้เคียงกับที่ระบุไว้)

ก. โครงสร้างภายนอก และภายใน (external part) วัสดุทำด้วยไฟเบอร์กลาสเสริมแรงเป็นวัสดุที่มีความทนทานต่อสารเคมีสูง (excellent chemical resistance) ทนทานต่อความชื้นไม่เป็นสนิม (good weathering resistance) มีความทนทานต่อความร้อนและไม่ลุกลามไฟ (self extinguishing) คุณภาพของสีมีความคงทนและมีสีในตัว (good color stability) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตตามมาตรฐาน ASTM-D-648

ข. ด้านหน้าช่องทำงาน (front area and aerofoil) ออกแบบให้เป็นไปตามมาตรฐานตามหลักอากาศพลศาสตร์ (aerodynamic) เพื่อป้องกันการหมุนวนของอากาศ (turbulence) บริเวณหน้าตู้

ค. ด้านหลังตู้ภายใน ติดตั้งแผ่น back baffle เพื่อบังคับทิศทางลมให้เกิดการไหลแบบ laminar flow ทำด้วยไฟเบอร์กลาสเสริมแรง เป็นวัสดุชนิดเดียวกับโครงสร้างภายในของตู้ดูดไอระเหยสารเคมี พื้นตู้ส่วนบน (Base) เป็นส่วนที่ใช้ปฏิบัติงาน (working area) ผู้ปฏิบัติงานสามารถใช้ประโยชน์กับพื้นที่ปฏิบัติงานได้อย่างเต็มที่ โดยพื้นที่ปฏิบัติงานนี้ปูด้วยวัสดุ Phenolic Resin ความหนา 16 มม. สามารถรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 100 กก. ผู้ใช้สามารถยกออกมาเพื่อทำความสะอาด และวางกลับที่เดิมได้

- พื้นตู้ส่วนล่าง (sump) ทำด้วยไฟเบอร์กลาสเสริมแรง วัสดุเป็นชนิดเดียวกับโครงสร้างตัวตู้ หล่อขึ้นรูปเป็นชิ้นเดียวกัน (one piece molded) บริเวณพื้นตู้ส่วนล่าง (sump) นี้จะต้องเป็นอ่างลาดเอียง(slope) เพื่อรองรับน้ำหรือสารเคมีที่หกไม่ว่าจะเกิดขึ้นที่ส่วนใดภายในตู้ ขนาดของพื้นตู้ส่วนล่าง ต้องมีความจุไม่น้อยกว่า 5 ลิตร ช่องน้ำทิ้งด้านล่างจะต่อเข้ากับขวดดักตะกอนที่ดักกลิ่น (bottle trap) วัสดุทำจากโพลีโพรไพลีน (polypropylene) ทนทานต่อสารเคมี สามารถถอดเพื่อทำความสะอาดได้ด้วยระบบ mechanical joint บริเวณพื้นส่วนล่างนี้มีขอบเพื่อรองรับแผ่นพื้นตู้ส่วนบนนอกจากนี้ยังมีช่องว่างพอที่จะให้น้ำหรือสารเคมีไหลลงสู่พื้นด้านล่างในปริมาณมากได้สะดวกและรวดเร็วอีกด้วย

ง. กระจกหน้าตู้ (sash) เป็นชนิดบานเลื่อนขึ้นลงตามแนวดิ่งพร้อมกรอบไฟเบอร์กลาส วัสดุทำจากกระจกนิรภัยใสชนิด toughened glass หนา 6 มม. การออกแบบกรอบกระจกส่วนหน้าด้านล่างจะมีลักษณะเฉียงตรงหรือโค้งมน เพื่อบังคับทิศทางลมให้เป็นแบบ aerodynamic

จ. แสงสว่าง (light) ติดตั้งหลอดไฟชนิดฟลูออเรสเซนต์ ความสว่างไม่น้อยกว่า 400 LUX ติดตั้งบริเวณส่วนบนของตู้ดูดไอระเหยสารเคมี โดยเจาะช่องภายในและปิดด้วยกระจกนิรภัยใสอย่างสนิท เพื่อป้องกันไม่ให้ไอสารเคมีสัมผัสส่วนต่างๆของหลอดไฟ ห่อหุ้มด้านบนด้วยชุดโคมไฟเบอร์กลาสหล่อจากโมลด์เป็นชิ้นเดียว (one piece molded) ครอบหลอดไฟสามารถถอดออกได้จากภายนอก โดยไม่ต้องเกี่ยวข้องกับพื้นที่ส่วนปฏิบัติงานภายในตู้

ฉ. อุปกรณ์ประกอบการใช้งาน โดยมีคุณสมบัติดังนี้

- ชุดควบคุมการจ่ายน้ำ (front control valve) พร้อมก๊อกน้ำ จำนวน 1 ชุด เป็นชนิด Water efficient tapware สามารถควบคุมการจ่ายน้ำภายในตู้โดยมีมือจับเปิด-ปิดอยู่ด้านหน้าภายนอกตู้ดูดไอระเหยสารเคมี วัสดุทั้งตัวก๊อก, มือจับและหัวก๊อกทำด้วยทองเหลืองชนิด dezincification resistant หรือ DR Brass เพื่อลดความเป็นพิษของน้ำและรักษาสิ่งแวดล้อม เคลือบทับด้วย epoxy powder โดยระบบ electrostatic ลักษณะของ valve เป็นชนิด ceramic disc valve ภายในมีตะแกรงกันตะกอนหรือเศษผงที่อาจจะผ่านมากับระบบน้ำภายในท่อได้ผู้ใช้สามารถถอดส่วนประกอบต่างๆ ของชุดควบคุมได้อย่างสะดวก โดยเฉพาะอย่างยิ่งสามารถถอดชุดของ valve เพื่อทำความสะอาดและประกอบกลับได้อย่างสะดวก เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทนแรงดันของน้ำได้ไม่น้อย

กว่า 300PSI ชุดควบคุมการจ่ายน้ำมีท่อต่อตรงไปยังด้านในตู้ การเชื่อมต่อเป็นแบบ mechanical joint กับก๊อกน้ำซึ่งอยู่ภายในตู้ด้านข้าง

- ชุดควบคุมการจ่ายแก๊ส (front control valve) พร้อมก๊อกแก๊ส จำนวน 1 ชุด เป็นชนิดรีโมทคอนโทรลวาล์วเป็นผลิตภัณฑ์ใช้ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์วัสดุทั้งตัวก๊อก,มือจับและหัวก๊อกทำด้วยทองเหลืองชนิด Dezincification resistant หรือ DR Brass เพื่อลดความเป็นพิษของน้ำ และรักษาสิ่งแวดล้อม เคลือบทับด้วย epoxy powder โดยระบบ electrostatic ลักษณะของ valve เป็นชนิด Needle valve ผู้ใช้สามารถถอดส่วนประกอบต่างๆ ของชุดควบคุมได้อย่างสะดวก โดยเฉพาะอย่างยิ่งสามารถถอดชุดของ valve เพื่อทำความสะอาดและประกอบกลับได้อย่างสะดวก เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทนแรงดันของน้ำได้ไม่น้อยกว่า 300 PSI

2.3.2 ตู้ดูดไอสารระเหยสารเคมีตอนล่าง (storage part) ทำด้วยไฟเบอร์กลาสโดยใช้วัสดุชนิดเดียวกันกับโครงสร้างตู้ดูดไอระเหยสารเคมี ซึ่งในแต่ละส่วนประกอบมีรายละเอียดดังนี้

ก. โครงสร้าง ตู้ตอนล่างจะเป็นฐานรองรับตู้ดูดไอระเหยสารเคมีสามารถรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 250 กิโลกรัม

ข. ตัวตู้ด้านหลัง เป็นผนัง 2 ชั้น เพื่อความปลอดภัย และติดตั้งอุปกรณ์งานระบบ เช่น ท่อน้ำดี, น้ำทิ้ง, แก๊ส หรืออื่นๆ ทั้งนี้ผู้ปฏิบัติงานสามารถถอดแผ่นหลังเพื่อตรวจสอบอุปกรณ์หรือซ่อมบำรุงได้ง่าย

ค. ภายในตู้ โครงสร้าง (structure) ของแผงตั้งจะเป็นส่วนของการรับน้ำหนัก โดยมีชั้นปรับระดับขึ้นลงได้

ง. บานประตูเปิดปิดตู้ตอนล่าง วัสดุทำจากวัสดุเดียวกับตัวตู้ตอนล่างพร้อมมีช่องระบายอากาศ (Grill) ติดตั้งบานพับทำด้วย Stainless Steel ที่หน้าบานแต่ละบานติดตั้งมือจับรูปตัวซี

2.3.3 พัดลมดูดอากาศ (Blower) เป็นพัดลมชนิดหอยโข่ง (centrifugal extractor fan) มีการออกแบบการเชื่อมต่อ และการทดสอบส่วนประกอบต่างๆ ของ blower ให้เป็นชุดเดียวกัน โดยสมบูรณ์ได้มาตรฐานตาม AS/NZS 2243.8 โดยมีรายละเอียดส่วนประกอบดังนี้

ก. โครงสร้างของเสื้อ (Blower cast) วัสดุทำด้วยโพลีโพรไพลีนฉีดขึ้นรูป (Injection moulded) ด้านล่างมีช่องระบายน้ำ ขนาดไม่น้อยกว่า 15 มม.

ข. ใบพัด (impeller) วัสดุทำจาก Polypropylene ฉีดขึ้นรูป (Injection moulded) ที่ทนทานต่อการกัดกร่อนของสารเคมี (chemical-resistant materials for extraction of acid corrosive fume)

ค. มอเตอร์ เป็นชนิดกันน้ำ (out door type) ได้มาตรฐาน IP55

ง. แท่นมอเตอร์ วัสดุทำด้วยโลหะเคลือบสีกันสนิมอย่างดี

จ. ขามอเตอร์ เป็นเหล็กฉากพ่นทับด้วย epoxy powder เชื่อมกับฐานมอเตอร์ด้วย vibration proof rubber

ฉ. ฝาครอบมอเตอร์ ผลิตจากวัสดุไฟเบอร์กลาส

ช. ข้อต่อปรับได้สำหรับช่องเข้าพัดลม ผลิตจากเทอร์โมพลาสติกแบบทนการกัดร่อน ทั้งชิ้นข้อต่อแบบปรับขนาดได้นี้จะเชื่อมต่อท่อระบบเมตริกที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางมาตรฐานเข้ากับช่องเข้าของพัดลมซึ่งจะช่วยลดการสั้นสะเทือนที่ส่งมาจากพัดลมและระบบท่อ

ซ. ท่อทิ้งของเหลว ชิ้นส่วนท่อกลมสำหรับทิ้งของเหลวที่ควบแน่นและสารละลาย

2.3.4 ระบบควบคุมการทำงานของตู้ดูดไอระเหยสารเคมี (control system for fume hood) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ประกอบเป็นชุดเดียวกันทั้งชุด ผ่านการพัฒนา และทดสอบให้ตรวจสอบปริมาณลมผ่านบริเวณหน้าตู้ (Face Velocity) ซึ่งทำให้ผู้ใช้งานมีความปลอดภัย และใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และง่ายต่อการซ่อมบำรุงเพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐาน AS/NZS 2243.8 และ BS 7258 โดยใช้ระบบการผลิตแบบ Pb-free ตามมาตรฐาน RoHS.

Model : KOSMIK GREEN

ก. ระบบปุ่มควบคุมการทำงานและการป้อนข้อมูล (Input)

- Light : ปุ่มสำหรับเปิด – ปิด แสงสว่าง
- Fan : ปุ่มสำหรับเปิด – ปิด ระบบดูดอากาศ
- Booth : ปุ่มสำหรับเพิ่ม – ลด ความเร็วลม
- Scrub : ปุ่มสำหรับเปิด – ปิด ชุดกำจัดไอกรด
- Aux / Edit : ปุ่มสำหรับตั้งค่าต่าง ๆ ของระบบ

ข. ระบบควบคุมการประหยัดพลังงานไฟฟ้า (Super Air Volume and Energy Saver (SAVES) (เป็นอุปกรณ์เสริม/ Option) การออกแบบเป็นไปตาม AS/NZS 2243.8: (Section 3) 3.1.5.2 ระบบจะปรับค่า Face Velocity ให้อยู่ในค่ามาตรฐานอย่างสม่ำเสมอในทุกระยะของการเปิดกระจกหน้าตู้ดูดไอระเหยสารเคมี Super Air Volume and Energy Saver (SAVES) เป็นระบบที่ควบคุมการไหลของลมให้อยู่

ในปริมาณที่เหมาะสม และปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน อีกทั้งยังประหยัดพลังงานเป็นจำนวนมาก เมื่อเทียบกับระบบธรรมดา (by-Pass) การออกแบบเป็นไปตาม AS/NZS 2243-8 (Section 3):3.1.5.2

2.3.5 ตู้กำจัดไอกรด (Fume Scrubber) ขนาดไม่น้อยกว่า 750 x 750 x 1500 มม. (กว้าง x ลึก x สูง) เป็นระบบดักและกำจัดไอระเหยสารเคมี (fume scrubber) ไม่ให้ออกไปสู่บรรยากาศภายนอก ตามมาตรฐาน AS/NZS 2243.8 (Section2): 2.10 โดยมีรายละเอียดดังนี้

ก. ระบบควบคุมการทำงาน (control system) แผงควบคุม (control panel) จะแสดงผลทางสัญลักษณ์ระบุขั้นตอนการใช้งานที่จอ LCD (monitoring status) จะกำหนดให้เป็นระบบ manual หรือ auto ก็ได้

ข. โครงสร้างวัสดุทำจากไฟเบอร์กลาส (Glass-Fiber reinforced plastics materials) ผลิตตามมาตรฐาน BS7258: Part 1:5 และ Part 3: 4.3.11, AS/NZS2243.8: A4 (C) เป็นวัสดุที่มีความทนทานต่อสารเคมีสูง (excellent chemical resistance) ทนทานต่อความชื้นและสภาพอากาศได้ดี (good weathering extinguishing) คุณภาพของสีมีความคงทนเมื่อใช้งานเป็นระยะเวลานาน (good color stability) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพมาตรฐานผ่านการตรวจสอบ ASTM-D-648 ผลิตโดยบริษัทที่ได้คุณภาพมาตรฐาน ISO 9001 กรรมวิธีการผลิตแบบหล่อจากโมลด์

ค. ภายในแบ่งการทำงานเป็น 4 ส่วน คือ

- ส่วนที่ 1 สำหรับติดตั้งปั๊มทนสารเคมีเพื่อเพิ่มแรงดันน้ำให้ประสิทธิภาพในการทำลายไอกรดได้ดีขึ้น
- ส่วนที่ 2 เป็นถังบรรจุน้ำได้ไม่น้อยกว่า 120 ลิตร เพื่อให้พอเพียงกับการหมุนเวียนของน้ำภายในตู้
- ส่วนที่ 3 เป็นส่วนที่บรรจุตัวจับไอสารเคมี (pack media)
- ส่วนที่ 4 สเปรย์น้ำ จำนวน 3 หัว เพื่อทำให้ไอสารเคมีที่ผ่านเข้าไปในตู้จับกับน้ำได้มากที่สุด
    - มีระบบป้องกันน้ำล้น (ลูกลอย) ซึ่งอุปกรณ์ภายในทำด้วยวัสดุโพลีโพรไพลีน หรือ stainless steel
    - ติดตั้งท่อน้ำล้นเพื่อป้องกันน้ำท่วมตู้กำจัดไอกรด
    - มีก๊อกน้ำสำหรับรองรับน้ำในตู้เพื่อนำไปตรวจสอบคุณภาพของน้ำ
    - ด้านบนสุดจะติดตั้ง mist eliminator สกัดไอน้ำและป้องกันละอองน้ำออกสู่ภายนอก วัสดุทนกรด-ด่าง ซึ่งจะไม่มีผลต่อแรงดูดภายในท่อ

2.3.6 ระบบท่อระบายไอระเหยสารเคมี (fume exhaust systems) เป็นไปตามมาตรฐาน AS/NZS2243.8 โดยมีรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะดังนี้

ก. ท่อไฟเบอร์กลาส พร้อมข้อโค้งข้อต่อต่างๆ เป็นวัสดุท่อมีลักษณะเรียบด้านใน (smooth) เพื่อลด static pressure ภายในท่อและควบคุมการไหลของลมได้เป็นอย่างดีโดยไม่มีการขัดขวางภายในท่อ

ข. การติดตั้งระบบท่อดูดไอสารเคมี ต้องมีขนาดที่เหมาะสม เพื่อไม่ให้มีเสียงดังเกินควร จากการไหลของอากาศ และประหยัดพลังงานได้ บริเวณส่วนของปลายท่อจะเป็นลักษณะขึ้นตรงไปบนหลังคา มีความสูงไม่น้อยกว่า 3 เมตร ผลิตตามมาตรฐาน AS/NZS 2243.8

ค. ผู้รับจ้างจะต้องแนบ กรรมวิธีการผลิตพร้อมรูปถ่ายกระบวนการผลิตท่อดูดไอระเหยสารเคมี ตลอดจนแนบ Catalog ที่ระบุเกรดของ Resin, Motor and Blower

ง. ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบการรั่วของท่อด้วยการทำ Smoke Test และจะต้องทดสอบ มอเตอร์ และโบลเวอร์

จ. หลังทำการติดตั้งและทดสอบการติดตั้งแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการรักษาสภาพหน้างานเดิมให้มีความเรียบร้อยเหมือนเดิม

ฉ. ตลอดระยะเวลาของการดำเนินการ ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามระเบียบด้านความปลอดภัย สิ่งแวดล้อมและความมั่นคงอย่างเคร่งครัด

ช. ตัวท่อ ข้องอข้อต่อ วัสดุทำด้วย ไฟเบอร์กลาส ชนิดไม่ลามไฟ (fiber reinforced plastics; FRP with Fire-Retardant materials)

ซ. ต้องมีองค์ประกอบของเส้นใย Chopstrand Mat คุณสมบัติ เสริมความแข็งแรง ไม่ไหม้ไฟใช้ขึ้นรูปทำชิ้นงานอย่างน้อยต้องประกอบไปด้วยเบอร์ #300, #450, #600 และเสริมความแข็งแรงด้วยใยเส้นเบอร์ #2400ที่มีคุณสมบัติเสริมความแข็งแรงได้มากกว่าใยแก้วทั่วไป ไม่ไหม้ไฟ

ฌ. วัสดุเรซิ่นอย่างน้อยต้องเป็น Iso-Phthalic ที่มีคุณสมบัติ ทนกรด ทนความร้อนและน้ำ ใช้เกาะยึดผสานเป็นเนื้อเดียวกันของชั้นเส้นใยไฟเบอร์

ญ. วัสดุและองค์ประกอบของ Hardener และ Pigment มีคุณสมบัติเป็นตัวเร่งให้ท่อแข็งแรงและมี Pigment ทีมีคุณสมบัติใช้ผสมในเรซิ่นตามความต้องการของชิ้นงานและวัสดุที่ได้มีสีในตัวมีความทนทานต่อสภาพภูมิอากาศร้อนชื้นได้เป็นอย่างดี

ฎ. กระบวนการลิต (Process) ต้องประกอบไปด้วยการพันไมล่าฟิล์ม สำหรับขึ้นรูปท่อชั้นแรก Milar Film ตามด้วยการพันท่อ จากเครื่อง Filament ที่มีทั้ง

กระบวนการผ่านน้ำยาเรซิ่นและกระบวนการเสริมแรง ท่อท่านกระบวนการเสร็จแล้ว จะต้องผ่านการ Top Coat ที่วัสดุท่อสำเร็จแล้วมีคุณสมบัติ ทำให้ผิวเรียบลื่น ช่วยกันแสง UV

ฎ. อุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งระบบท่อ FRP ประเก็นยางกันสารเคมี EPDM

ฐ. ติดตั้งชุดป้องกันการไหลกลับ (Preventing Reverse Flow Device) เพื่อป้องกันการไหลย้อนกลับของไอสารเคมีในกรณีปิดตู้ดูดไอระเหยสารเคมี

2.3.7 การบริการหลังการขาย (maintenance)

การบริการหลังการขายเป็นไปตาม Maintenance Program ซึ่งเป็นมาตรฐาน AS/NZS 2243.8 Maintenance and testing schedule โดยทีมงานมืออาชีพในเรื่องนี้โดยตรง

2.3.8 รับประกันคุณภาพการใช้งานเป็นเวลา 2 ปี

2.3.9 เป็นผลิตภัณฑ์ของ Neoflow บริษัท นีโอแลบ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด หรือ Prolab บริษัท ดีไซน์ ออลเทอร์เนทีฟ จำกัด

2.4 โต๊ะเขียนหนังสือ

2.4.1 คุณลักษณะที่ต้องการ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาโต๊ะเขียนหนังสือที่มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

ก. โต๊ะเขียนหนังสือ ขนาดไม่เล็กกว่า 52 ×59× 82 มม. (กว้างxยาวxสูง) (ขนาดที่ระบุเป็นเพียง Guide Line ขนาดจริงตามมาตรฐานของผู้ผลิตแต่ต้องมีขนาดใกล้เคียงกับที่ระบุไว้)

ข. โครงเก้าอี้ ทำจากเหล็กกลมชุบโครเมียมขนาด 7/8 ความหนา 1.2 mm มีคานช่วยรับน้ำหนัก เชื่อมยึดติดกัน

ค. ที่นั่งและพนักพิงทำจาก PP COPOLYMER

ง. แขนกระดานเลคเชอร์ ทำจากเหล็กแป๊ป ทำจากเหล็กกลมชุบโครเมียมขนาด 3/4 ความหนา 1.2 mm

จ. กระดานเลคเชอร์ทำจากไม้อัดตัดขึ้นรูปความหนาไม่น้อยกว่า 16 มม. ปิดผิวด้วยโฟเมก้า ปิดขอบด้วยยางสีดำ

ฉ. รูปแบบเป็นไปตามเอกสารหรือดีกว่า

2.4.2 การขออนุมัติครุภัณฑ์

ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งแบบขยาย รายละเอียดของวัสดุ และข้อมูลทางเทคนิคของครุภัณฑ์ตามข้อกำหนด พร้อมตัวอย่างของครุภัณฑ์ จำนวน 1 ชิ้น เพื่อขออนุมัติต่อผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง

2.4.3 การติดตั้งและตำแหน่งครุภัณฑ์

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำผังรายละเอียดแสดงการติดตั้งครุภัณฑ์ (SHOP DRAWING) ทั้งหมด เสนอต่อผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการ โดยให้เป็นไปตามแบบรูปที่แสดงไว้

ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง หรือเจ้าหน้าที่พัสดุของผู้ว่าจ้าง มีสิทธิให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนแปลงตำแหน่งการติดตั้งครุภัณฑ์นี้ได้ ทั้งนี้ก่อนที่ผู้รับจ้างจะดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์หรือระหว่างที่ผู้รับจ้างได้เสนอผังการติดตั้งครุภัณฑ์ (SHOP DRAWING) ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามโดยไม่สามารถคิดค่าใช้จ่ายหรือเวลาเพิ่มเติมได้

2.4.4 การทำความสะอาด

เมื่อผู้รับจ้างทำการติดตั้งครุภัณฑ์แล้วเสร็จ ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาด กำจัดฝุ่นหรือสิ่งสกปรกอื่นใดที่ติดอยู่บนครุภัณฑ์ ก่อนที่จะทำการป้องกันครุภัณฑ์ด้วยสิ่งห่อหุ้มอื่นและผู้รับจ้างต้องทำความสะอาดครุภัณฑ์ก่อนการตรวจรับงานอีกครั้งหนึ่ง

2.4.5 การรับประกัน

ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันการใช้งานครุภัณฑ์อันไม่เกิดจากการใช้งานครุภัณฑ์ผิดประเภท เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี นับตั้งแต่วันที่ได้มีการตรวจรับครุภัณฑ์ครั้งสุดท้าย

2.5 โต๊ะคอมพิวเตอร์

2.5.1 **คุณลักษณะที่ต้องการ**

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาโต๊ะคอมพิวเตอร์ที่มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

ก. โต๊ะคอมพิวเตอร์ ขนาดไม่เล็กว่า 600x750x750 มม. (กว้างxยาวxสูง) ขนาดที่ระบุเป็นเพียง Guide Line ขนาดจริงตามมาตรฐานของผู้ผลิตแต่ต้องมีขนาดใกล้เคียงกับที่ระบุไว้)

ข. พื้นโต๊ะผลิตจากไม้ปาติเกิ้ลบอร์ด หนาไม่น้อยกว่า 19 มม. สามารถทนความชื้นได้ดี ปิดผิวหน้าด้านบนด้วยโฟเมก้า สีตามระบุในแบบ และเจาะรูสำหรับร้อยสายอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ รูปวงกลม เส้นผ่านศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 5 ซม. พร้อมฝาครอบปิด ปิดขอบด้วยพลาสติกวัสดุประสานสำหรับงานปิดผิว ต้องมีความแข็งแรงทนต่อความร้อนและความชื้นได้เป็นอย่างดี ไม่มีสารระเหยที่เป็นอันตราย อาทิ ฟอร์มัลดีไฮด์

ค. รางเลื่อนสำหรับวางคีย์บอร์ด ผลิตจากไม้ปาติเกิ้ลบอร์ด หนาไม่น้อยกว่า 12 มม. ปิดผิวด้วยโฟเมก้า รางเลื่อนทำจากเหล็กพ่นสีขาว ที่มีความมั่นคงแข็งแรงจำนวน 2 ชุด

ง. ขาโต๊ะทำจากเหล็กที่มีความแข็งแรง พ่นทับด้วย Powder Coating สีดำ ปลายขาปิดด้วยแป้นยางหรือพลาสติกแข็ง

จ. สีโฟเมก้าที่ใช้งานให้ใช้สีขาว ตามที่ระบุในแบบ

2.5.2 การขออนุมัติครุภัณฑ์

ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งแบบขยาย รายละเอียดของวัสดุ และข้อมูลทางเทคนิคของครุภัณฑ์ตามข้อกำหนด พร้อมตัวอย่างของครุภัณฑ์ จำนวน 1 ชิ้น เพื่อขออนุมัติต่อผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง

2.5.3 การติดตั้งและตำแหน่งครุภัณฑ์

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำผังรายละเอียดแสดงการติดตั้งครุภัณฑ์ (SHOP DRAWING) ทั้งหมด เสนอต่อผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการ โดยให้เป็นไปตามแบบรูปที่แสดงไว้

ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง หรือเจ้าหน้าที่พัสดุของผู้ว่าจ้าง มีสิทธิให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนแปลงตำแหน่งการติดตั้งครุภัณฑ์นี้ได้ ทั้งนี้ก่อนที่ผู้รับจ้างจะดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์หรือระหว่างที่ผู้รับจ้างได้เสนอผังการติดตั้งครุภัณฑ์ (SHOP DRAWING) ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามโดยไม่สามารถคิดค่าใช้จ่ายหรือเวลาเพิ่มเติมได้

2.5.4 การทำความสะอาด

เมื่อผู้รับจ้างทำการติดตั้งครุภัณฑ์แล้วเสร็จ ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาด กำจัดฝุ่นหรือสิ่งสกปรกอื่นใดที่ติดอยู่บนครุภัณฑ์ ก่อนที่จะทำการป้องกันครุภัณฑ์ด้วย

2.5.5 **การรับประกัน**

ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันการใช้งานครุภัณฑ์อันไม่เกิดจากการใช้งานครุภัณฑ์ผิดประเภท เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี นับตั้งแต่วันที่ได้มีการตรวจรับครุภัณฑ์ครั้งสุดท้าย

2.6 เก้าอี้คอมพิวเตอร์

2.6.1 คุณลักษณะที่ต้องการ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเก้าอี้ห้องประชุมที่มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

ก. เก้าอี้สำนักงาน ไม่โยก

ข. เก้าอี้ผลิตจากโครงเหล็กคุณภาพดี วัสดุบุผิว บุด้วยผ้าฝ้ายสีตามที่ระบุในแบบ

ค. ที่ท้าวแขนผลิตจากพลาสติก

ง. สามารถปรับระดับสูง-ต่ำได้ด้วยระบบโช๊คอัป-แก๊ส

จ. ฐานล้อหมุนมีโครงขาล้อและล้อ ไม่น้อยกว่า 5 จุด

2.6.2 การขออนุมัติครุภัณฑ์

ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งแบบขยาย รายละเอียดของวัสดุ และข้อมูลทางเทคนิคของครุภัณฑ์ตามข้อกำหนด พร้อมตัวอย่างของครุภัณฑ์ จำนวน 1 ชิ้น เพื่อขออนุมัติต่อผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง

2.6.3 การติดตั้งและตำแหน่งครุภัณฑ์

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำผังรายละเอียดแสดงการติดตั้งครุภัณฑ์ (SHOP DRAWING) ทั้งหมด เสนอต่อผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการ โดยให้เป็นไปตามแบบรูปที่แสดงไว้

ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง หรือเจ้าหน้าที่พัสดุของผู้ว่าจ้าง มีสิทธิให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนแปลงตำแหน่งการติดตั้งครุภัณฑ์นี้ได้ ทั้งนี้ก่อนที่ผู้รับจ้างจะดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์หรือระหว่างที่ผู้รับจ้างได้เสนอผังการติดตั้งครุภัณฑ์ (SHOP DRAWING) ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามโดยไม่สามารถคิดค่าใช้จ่ายหรือเวลาเพิ่มเติมได้

2.6.4 การทำความสะอาด

เมื่อผู้รับจ้างทำการติดตั้งครุภัณฑ์แล้วเสร็จ ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาด กำจัดฝุ่นหรือสิ่งสกปรกอื่นใดที่ติดอยู่บนครุภัณฑ์ ก่อนที่จะทำการป้องกันครุภัณฑ์ด้วย

2.6.5 การรับประกัน

ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันการใช้งานครุภัณฑ์อันไม่เกิดจากการใช้งานครุภัณฑ์ผิดประเภท เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี นับตั้งแต่วันที่ได้มีการตรวจรับครุภัณฑ์ครั้งสุดท้าย

2.7 โต๊ะเขียนแบบ

2.7.1 คุณลักษณะที่ต้องการ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาโต๊ะคอมพิวเตอร์ที่มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

ก. โต๊ะคอมพิวเตอร์ ขนาดไม่เล็กว่า 1200x800x750 มม. (กว้างxยาวxสูง) ขนาดที่ระบุเป็นเพียง Guide Line ขนาดจริงตามมาตรฐานของผู้ผลิตแต่ต้องมีขนาดใกล้เคียงกับที่ระบุไว้)

ข. พื้นโต๊ะผลิตจากไม้ปาติเก้ลบอร์ด หนาไม่น้อยกว่า 19 มม. สามารถทนความชื้นได้ดี ปิดผิวหน้าด้านบนด้วยโฟเมก้า สีตามระบุในแบบ ปิดขอบด้วยพลาสติกวัสดุประสานสำหรับงานปิดผิว ต้องมีความแข็งแรงทนต่อความร้อนและความชื้นได้เป็นอย่างดี ไม่มีสารระเหยที่เป็นอันตราย อาทิ ฟอร์มัลดีไฮด์

ค. พื้นโต๊ะสามารถปรับมุมได้ตั้งแต่ 0 – 90 องศา และมีอุปกรณ์ล๊อกระดับได้ตามต้องการที่มั่นคงแข็งแรง

ง. ขาโต๊ะทำจากเหล็กที่มีความแข็งแรง พ่นทับด้วย Powder Coating สีดำ ปลายขาปิดด้วยเป้นยางหรือพลาสติกแข็ง สามารถปรับระดับสูง-ต่ำได้

จ. สีโฟเมก้าที่ใช้งานให้ใช้สีขาว ตามที่ระบุในแบบ

2.7.2 การขออนุมัติครุภัณฑ์

ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งแบบขยาย รายละเอียดของวัสดุ และข้อมูลทางเทคนิคของครุภัณฑ์ตามข้อกำหนด พร้อมตัวอย่างของครุภัณฑ์ จำนวน 1 ชิ้น เพื่อขออนุมัติต่อผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง

2.7.3 การติดตั้งและตำแหน่งครุภัณฑ์

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำผังรายละเอียดแสดงการติดตั้งครุภัณฑ์ (SHOP DRAWING) ทั้งหมด เสนอต่อผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการ โดยให้เป็นไปตามแบบรูปที่แสดงไว้

ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง หรือเจ้าหน้าที่พัสดุของผู้ว่าจ้าง มีสิทธิให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนแปลงตำแหน่งการติดตั้งครุภัณฑ์นี้ได้ ทั้งนี้ก่อนที่ผู้รับจ้างจะดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์หรือระหว่างที่ผู้รับจ้างได้เสนอผังการติดตั้งครุภัณฑ์ (SHOP DRAWING) ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามโดยไม่สามารถคิดค่าใช้จ่ายหรือเวลาเพิ่มเติมได้

2.7.4 การทำความสะอาด

เมื่อผู้รับจ้างทำการติดตั้งครุภัณฑ์แล้วเสร็จ ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาด กำจัดฝุ่นหรือสิ่งสกปรกอื่นใดที่ติดอยู่บนครุภัณฑ์ ก่อนที่จะทำการป้องกันครุภัณฑ์ด้วย

2.7.5 การรับประกัน

ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันการใช้งานครุภัณฑ์อันไม่เกิดจากการใช้งานครุภัณฑ์ผิดประเภท เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี นับตั้งแต่วันที่ได้มีการตรวจรับครุภัณฑ์ครั้งสุดท้าย

2.8 เก้าอี้เขียนแบบ

2.8.1 คุณลักษณะที่ต้องการ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเก้าอี้ห้องประชุมที่มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

ก. โครงสร้างขาเก้าอี้เป็นขาเหล็กกลม 1 นิ้ว หนา 1.2 มิลลิเมตร 5 แฉก ห่วงรับขากลม ¾ หนา 1.2 มิลลิเมตร แกนกลางเป็นเกลียวเหล็กกลม 1 นิ้ว ยาว 9 นิ้ว

ข. แป้นที่นั่งเป็นแบบกลมสามารถหมุนได้ 360 องศา วัสดุทำด้วยโพลียูลีเทน เส้นผ่าศูนย์กลาง 350 มิลลิเมตร ความหนา 30 มิลลิเมตร ขนาดรวม 450x450 สูง 530-630 มิลลิเมตร ขนาดที่ระบุเป็นเพียง Guide Line ขนาดจริงตามมาตรฐานของผู้ผลิตแต่ต้องมีขนาดใกล้เคียงกับที่ระบุไว้)

ค. สามารถปรับระดับสูงต่ำได้ 530 มิลลิเมตร ปรับสูงสุด 630 มิลลิเมตร และสามารถรับน้ำหนักได้ 120 กิโลกรัม

ง. ฐานล้อหมุนมีโครงขาล้อและล้อ ไม่น้อยกว่า 5 จุด

2.8.2 การขออนุมัติครุภัณฑ์

ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งแบบขยาย รายละเอียดของวัสดุ และข้อมูลทางเทคนิคของครุภัณฑ์ตามข้อกำหนด พร้อมตัวอย่างของครุภัณฑ์ จำนวน 1 ชิ้น เพื่อขออนุมัติต่อผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง

2.8.3 การติดตั้งและตำแหน่งครุภัณฑ์

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำผังรายละเอียดแสดงการติดตั้งครุภัณฑ์ (SHOP DRAWING) ทั้งหมด เสนอต่อผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการ โดยให้เป็นไปตามแบบรูปที่แสดงไว้

ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง หรือเจ้าหน้าที่พัสดุของผู้ว่าจ้าง มีสิทธิให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนแปลงตำแหน่งการติดตั้งครุภัณฑ์นี้ได้ ทั้งนี้ก่อนที่ผู้รับจ้างจะดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์หรือระหว่างที่ผู้รับจ้างได้เสนอผังการติดตั้งครุภัณฑ์ (SHOP DRAWING) ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามโดยไม่สามารถคิดค่าใช้จ่ายหรือเวลาเพิ่มเติมได้

2.8.4 การทำความสะอาด

เมื่อผู้รับจ้างทำการติดตั้งครุภัณฑ์แล้วเสร็จ ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาด กำจัดฝุ่นหรือสิ่งสกปรกอื่นใดที่ติดอยู่บนครุภัณฑ์ ก่อนที่จะทำการป้องกันครุภัณฑ์ด้วย

2.8.5 การรับประกัน

ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันการใช้งานครุภัณฑ์อันไม่เกิดจากการใช้งานครุภัณฑ์ผิดประเภท เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี นับตั้งแต่วันที่ได้มีการตรวจรับครุภัณฑ์ครั้งสุดท้าย

2.9 โต๊ะห้องพักครู

2.9.1 คุณลักษณะที่ต้องการ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาโต๊ะคอมพิวเตอร์ที่มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

ก. โต๊ะห้องพักครู ขนาดไม่เล็กว่า 1350x800x750 มม. (กว้างxยาวxสูง) ขนาดที่ระบุเป็นเพียง Guide Line ขนาดจริงตามมาตรฐานของผู้ผลิตแต่ต้องมีขนาดใกล้เคียงกับที่ระบุไว้)

ข. พื้นโต๊ะผลิตจากไม้ปาติเกิ้ลบอร์ด หนาไม่น้อยกว่า 25 มม. สามารถทนความชื้นได้ดี ปิดผิวหน้าด้านบนด้วยโฟเมก้า สีตามระบุในแบบ และเจาะรูสำหรับร้อยสายอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ รูปวงกลม เส้นผ่านศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 5 ซม. พร้อมฝาครอบปิด ปิดขอบด้วยพลาสติกวัสดุประสานสำหรับงานปิดผิว ต้องมีความแข็งแรงทนต่อความร้อนและความชื้นได้เป็นอย่างดี ไม่มีสารระเหยที่เป็นอันตราย อาทิ ฟอร์มัลดีไฮด์

ค. รางเลื่อนสำหรับวางคีย์บอร์ด ผลิตจากไม้ปาติเกิ้ลบอร์ด หนาไม่น้อยกว่า 12 มม. ปิดผิวด้วยโฟเมก้า รางเลื่อนทำจากเหล็กพ่นสีขาว ที่มีความมั่นคงแข็งแรงจำนวน 2 ชุด

ง. มีตู้ลิ้นชัดข้านข้าง (ซ้ายหรือขวา) จำนวน 2 ชั้น โดยชั้นล่างต้องสามารถใส่แฟ้มแขวนได้ รางลิ้นชักทำจากเหล็กชุบสีขาว มือจับทำจากเหล็กชุบโครเมียม

จ. ขาโต๊ะทำจากเหล็กที่มีความแข็งแรง พ่นทับด้วย Powder Coating สีดำ ปลายขาปิดด้วยแป้นยางหรือพลาสติกแข็ง

ฉ. สีโฟเมก้าที่ใช้งานให้ใช้สีขาว ตามที่ระบุในแบบ

2.9.2 การขออนุมัติครุภัณฑ์

ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งแบบขยาย รายละเอียดของวัสดุ และข้อมูลทางเทคนิคของครุภัณฑ์ตามข้อกำหนด พร้อมตัวอย่างของครุภัณฑ์ จำนวน 1 ชิ้น เพื่อขออนุมัติต่อผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง

2.9.3 การติดตั้งและตำแหน่งครุภัณฑ์

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำผังรายละเอียดแสดงการติดตั้งครุภัณฑ์ (SHOP DRAWING) ทั้งหมด เสนอต่อผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการ โดยให้เป็นไปตามแบบรูปที่แสดงไว้

ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง หรือเจ้าหน้าที่พัสดุของผู้ว่าจ้าง มีสิทธิให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนแปลงตำแหน่งการติดตั้งครุภัณฑ์นี้ได้ ทั้งนี้ก่อนที่ผู้รับจ้างจะดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์หรือระหว่างที่ผู้รับจ้างได้เสนอผังการติดตั้งครุภัณฑ์ (SHOP DRAWING) ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามโดยไม่สามารถคิดค่าใช้จ่ายหรือเวลาเพิ่มเติมได้

2.9.4 การทำความสะอาด

เมื่อผู้รับจ้างทำการติดตั้งครุภัณฑ์แล้วเสร็จ ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาด กำจัดฝุ่นหรือสิ่งสกปรกอื่นใดที่ติดอยู่บนครุภัณฑ์ ก่อนที่จะทำการป้องกันครุภัณฑ์ด้วย

2.9.5 การรับประกัน

ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันการใช้งานครุภัณฑ์อันไม่เกิดจากการใช้งานครุภัณฑ์ผิดประเภท เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี นับตั้งแต่วันที่ได้มีการตรวจรับครุภัณฑ์ครั้งสุดท้าย

2.10 เก้าอี้ห้องพักครู

2.10.1 คุณลักษณะที่ต้องการ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเก้าอี้สำนักงานผู้บริหารที่มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

ก. เก้าอี้สำนักงานพนักพิงต่ำ ขนาดไม่เล็กว่า 640x710x930-1050 มม. (กว้างxยาวxสูง) ขนาดที่ระบุเป็นเพียง Guide Line ขนาดจริงตามมาตรฐานของผู้ผลิตแต่ต้องมีขนาดใกล้เคียงกับที่ระบุไว้)

ข. เก้าอี้ผลิตจากโครงเหล็กคุณภาพดี วัสดุบุผิว บุด้วยหนังสีดำคุณภาพสูง พนักพิงสามารถปรับเอนหลังได้

ค. ที่ท้าวแขนผลิตจากเหล็กชุปโครเมี่ยม บริเวณที่ท้าวแขนมีที่รองบุด้วยหนังสีดำ

ง. สามารถปรับระดับสูง-ต่ำได้ด้วยระบบโช๊คอัป-แก๊ส

จ. ฐานล้อหมุนมีโครงขาล้อและล้อ ไม่น้อยกว่า 5 จุด

2.10.2 การขออนุมัติครุภัณฑ์

ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งแบบขยาย รายละเอียดของวัสดุ และข้อมูลทางเทคนิคของครุภัณฑ์ตามข้อกำหนด พร้อมตัวอย่างของครุภัณฑ์ จำนวน 1 ชิ้น เพื่อขออนุมัติต่อผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง

2.10.3 การติดตั้งและตำแหน่งครุภัณฑ์

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำผังรายละเอียดแสดงการติดตั้งครุภัณฑ์ (SHOP DRAWING) ทั้งหมด เสนอต่อผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการ โดยให้เป็นไปตามแบบรูปที่แสดงไว้

ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง หรือเจ้าหน้าที่พัสดุของผู้ว่าจ้าง มีสิทธิให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนแปลงตำแหน่งการติดตั้งครุภัณฑ์นี้ได้ ทั้งนี้ก่อนที่ผู้รับจ้างจะดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์หรือระหว่างที่ผู้รับจ้างได้เสนอผังการติดตั้งครุภัณฑ์ (SHOP DRAWING) ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามโดยไม่สามารถคิดค่าใช้จ่ายหรือเวลาเพิ่มเติมได้

2.10.4 การทำความสะอาด

เมื่อผู้รับจ้างทำการติดตั้งครุภัณฑ์แล้วเสร็จ ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาด กำจัดฝุ่นหรือสิ่งสกปรกอื่นใดที่ติดอยู่บนครุภัณฑ์ ก่อนที่จะทำการป้องกันครุภัณฑ์ด้วย

2.10.5 การรับประกัน

ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันการใช้งานครุภัณฑ์อันไม่เกิดจากการใช้งานครุภัณฑ์ผิดประเภท เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี นับตั้งแต่วันที่ได้มีการตรวจรับครุภัณฑ์ครั้งสุดท้าย

2.11 โต๊ะหัวหน้า

2.11.1 คุณลักษณะที่ต้องการ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาโต๊ะคอมพิวเตอร์ที่มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

ก. โต๊ะห้องพักครู ขนาดไม่เล็กว่า 1500x800x750 มม. (กว้างxยาวxสูง) ขนาดที่ระบุเป็นเพียง Guide Line ขนาดจริงตามมาตรฐานของผู้ผลิตแต่ต้องมีขนาดใกล้เคียงกับที่ระบุไว้)

ข. พื้นโต๊ะผลิตจากไม้ปาติเกิ้ลบอร์ด หนาไม่น้อยกว่า 25 มม. สามารถทนความชื้นได้ดี ปิดผิวหน้าด้านบนด้วยโฟเมก้า สีตามระบุในแบบ และเจาะรูสำหรับร้อยสายอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ รูปวงกลม เส้นผ่านศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 5 ซม. พร้อมฝาครอบปิด ปิดขอบด้วยพลาสติกวัสดุประสานสำหรับงานปิดผิว ต้องมีความแข็งแรงทนต่อความร้อนและความชื้นได้เป็นอย่างดี ไม่มีสารระเหยที่เป็นอันตราย อาทิ ฟอร์มัลดีไฮด์

ค. รางเลื่อนสำหรับวางคีบอร์ด ผลิตจากไม้ปาติเกิ้ลบอร์ด หนาไม่น้อยกว่า 12 มม. ปิดผิวด้วยโฟเมก้า รางเลื่อนทำจากเหล็กพ่นสีขาว ที่มีความมั่นคงแข็งแรงจำนวน 2 ชุด

ง. มีตู้ลิ้นชักข้านข้าง (ซ้ายหรือขวา) จำนวน 2 ชั้น โดยชั้นล่างต้องสามารถใส่แฟ้มแขวนได้ รางลิ้นชักทำจากเหล็กชุบสีขาว มือจับทำจากเหล็กชุบโครเมียม

จ. ขาโต๊ะทำจากเหล็กที่มีความแข็งแรง พ่นทับด้วย Powder Coating สีดำ ปลายขาปิดด้วยแป้นยางหรือพลาสติกแข็ง

ฉ. สีโฟเมก้าที่ใช้งานให้ใช้สีขาว ตามที่ระบุในแบบ

2.11.2 การขออนุมัติครุภัณฑ์

ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งแบบขยาย รายละเอียดของวัสดุ และข้อมูลทางเทคนิคของครุภัณฑ์ตามข้อกำหนด พร้อมตัวอย่างของครุภัณฑ์ จำนวน 1 ชิ้น เพื่อขออนุมัติต่อผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง

2.11.3 การติดตั้งและตำแหน่งครุภัณฑ์

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำผังรายละเอียดแสดงการติดตั้งครุภัณฑ์ (SHOP DRAWING) ทั้งหมด เสนอต่อผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการ โดยให้เป็นไปตามแบบรูปที่แสดงไว้

ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง หรือเจ้าหน้าที่พัสดุของผู้ว่าจ้าง มีสิทธิให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนแปลงตำแหน่งการติดตั้งครุภัณฑ์นี้ได้ ทั้งนี้ก่อนที่ผู้รับจ้างจะดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์ หรือระหว่างที่ผู้รับจ้างได้เสนอผังการติดตั้งครุภัณฑ์ (SHOP DRAWING) ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามโดยไม่สามารถคิดค่าใช้จ่ายหรือเวลาเพิ่มเติมได้

2.11.4 การทำความสะอาด

เมื่อผู้รับจ้างทำการติดตั้งครุภัณฑ์แล้วเสร็จ ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาด กำจัดฝุ่นหรือสิ่งสกปรกอื่นใดที่ติดอยู่บนครุภัณฑ์ ก่อนที่จะทำการป้องกันครุภัณฑ์ด้วย

2.11.5 การรับประกัน

ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันการใช้งานครุภัณฑ์อันไม่เกิดจากการใช้งานครุภัณฑ์ผิดประเภท เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี นับตั้งแต่วันที่ได้มีการตรวจรับครุภัณฑ์ครั้งสุดท้าย

2.12 เก้าอี้หัวหน้า

2.12.1 คุณลักษณะที่ต้องการ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเก้าอี้สำนักงานผู้บริหารที่มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

ก. เก้าอี้สำนักงานพนักพิงสูง ขนาดไม่เล็กว่า 640x770x1300 มม. (กว้างxยาวxสูง) ขนาดที่ระบุเป็นเพียง Guide Line ขนาดจริงตามมาตรฐานของผู้ผลิตแต่ต้องมีขนาดใกล้เคียงกับที่ระบุไว้)

ข. เก้าอี้ผลิตจากโครงเหล็กคุณภาพดี วัสดุบุผิว บุด้วยหนังสีดำคุณภาพสูง พนักพิงสามารถปรับเอนหลังได้

ค. ที่ท้าวแขนผลิตจากเหล็กชุปโครเมี่ยม บริเวณที่ท้าวแขนมีที่รองบุด้วยหนังสีดำ

ง. สามารถปรับระดับสูง-ต่ำได้ด้วยระบบโช๊คอัป-แก๊ส

จ. ฐานล้อหมุนมีโครงขาล้อและล้อ ไม่น้อยกว่า 5 จุด

2.12.2 การขออนุมัติครุภัณฑ์

ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งแบบขยาย รายละเอียดของวัสดุ และข้อมูลทางเทคนิคของครุภัณฑ์ตามข้อกำหนด พร้อมตัวอย่างของครุภัณฑ์ จำนวน 1 ชิ้น เพื่อขออนุมัติต่อผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง

2.12.3 การติดตั้งและตำแหน่งครุภัณฑ์

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำผังรายละเอียดแสดงการติดตั้งครุภัณฑ์ (SHOP DRAWING) ทั้งหมด เสนอต่อผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการ โดยให้เป็นไปตามแบบรูปที่แสดงไว้

ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง หรือเจ้าหน้าที่พัสดุของผู้ว่าจ้าง มีสิทธิให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนแปลงตำแหน่งการติดตั้งครุภัณฑ์นี้ได้ ทั้งนี้ก่อนที่ผู้รับจ้างจะดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์หรือระหว่างที่ผู้รับจ้างได้เสนอผังการติดตั้งครุภัณฑ์ (SHOP DRAWING) ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามโดยไม่สามารถคิดค่าใช้จ่ายหรือเวลาเพิ่มเติมได้

2.12.4 การทำความสะอาด

เมื่อผู้รับจ้างทำการติดตั้งครุภัณฑ์แล้วเสร็จ ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาด กำจัดฝุ่นหรือสิ่งสกปรกอื่นใดที่ติดอยู่บนครุภัณฑ์ ก่อนที่จะทำการป้องกันครุภัณฑ์ด้วย

2.12.5 การรับประกัน

ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันการใช้งานครุภัณฑ์อันไม่เกิดจากการใช้งานครุภัณฑ์ผิดประเภท เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี นับตั้งแต่วันที่ได้มีการตรวจรับครุภัณฑ์ครั้งสุดท้าย

2.13 โต๊ะประชุม

2.13.1 คุณลักษณะที่ต้องการ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาโต๊ะคอมพิวเตอร์ที่มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

ก. โต๊ะประชุม ขนาดไม่เล็กว่า 1800x750x750 มม.(กว้างxยาวxสูง) ขนาดที่ระบุเป็นเพียง Guide Line ขนาดจริงตามมาตรฐานของผู้ผลิตแต่ต้องมีขนาดใกล้เคียงกับที่ระบุไว้)

ข. พื้นโต๊ะผลิตจากไม้ปาติเกิ้ลบอร์ด หนาไม่น้อยกว่า 25 มม. สามารถทนความชื้นได้ดี ปิดผิวหน้าด้านบนด้วยโฟเมก้า สีตามระบุในแบบ และเจาะรูสำหรับร้อยสายอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ รูปวงกลม เส้นผ่านศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 5 ซม. พร้อมฝาครอบปิด ปิดขอบด้วยพลาสติกวัสดุประสานสำหรับงานปิดผิว ต้องมีความแข็งแรงทนต่อความร้อนและความชื้นได้เป็นอย่างดี ไม่มีสารระเหยที่เป็นอันตราย อาทิ ฟอร์มัลดีไฮด์

ค. ขาโต๊ะทำจากเหล็กที่มีความแข็งแรง พ่นทับด้วย Powder Coating สีดำ ปลายขาปิดด้วยแป้นยางหรือพลาสติกแข็ง

ง. สีโฟเมก้าที่ใช้งานให้ใช้สีขาว ตามที่ระบุในแบบ

2.13.2 พื้นการขออนุมัติครุภัณฑ์

ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งแบบขยาย รายละเอียดของวัสดุ และข้อมูลทางเทคนิคของครุภัณฑ์ตามข้อกำหนด พร้อมตัวอย่างของครุภัณฑ์ จำนวน 1 ชิ้น เพื่อขออนุมัติต่อผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง

2.13.3 การติดตั้งและตำแหน่งครุภัณฑ์

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำผังรายละเอียดแสดงการติดตั้งครุภัณฑ์ (SHOP DRAWING) ทั้งหมด เสนอต่อผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการ โดยให้เป็นไปตามแบบรูปที่แสดงไว้

ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง หรือเจ้าหน้าที่พัสดุของผู้ว่าจ้าง มีสิทธิให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนแปลงตำแหน่งการติดตั้งครุภัณฑ์นี้ได้ ทั้งนี้ก่อนที่ผู้รับจ้างจะดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์หรือระหว่างที่ผู้รับจ้างได้เสนอผังการติดตั้งครุภัณฑ์ (SHOP DRAWING) ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามโดยไม่สามารถคิดค่าใช้จ่ายหรือเวลาเพิ่มเติมได้

2.13.4 การทำความสะอาด

เมื่อผู้รับจ้างทำการติดตั้งครุภัณฑ์แล้วเสร็จ ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาด กำจัดฝุ่นหรือสิ่งสกปรกอื่นใดที่ติดอยู่บนครุภัณฑ์ ก่อนที่จะทำการป้องกันครุภัณฑ์ด้วย

2.13.5 การรับประกัน

ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันการใช้งานครุภัณฑ์อันไม่เกิดจากการใช้งานครุภัณฑ์ผิดประเภท เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี นับตั้งแต่วันที่ได้มีการตรวจรับครุภัณฑ์ครั้งสุดท้าย

2.14 เก้าอี้ห้องประชุม

2.14.1 คุณลักษณะที่ต้องการ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเก้าอี้สำนักงานผู้บริหารที่มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

ก. เก้าอี้สำนักงานพนักพิงสูง ขนาดไม่เล็กว่า 640x770x1300 มม. (กว้างxยาวxสูง) ขนาดที่ระบุเป็นเพียง Guide Line ขนาดจริงตามมาตรฐานของผู้ผลิตแต่ต้องมีขนาดใกล้เคียงกับที่ระบุไว้)

ข. เก้าอี้ผลิตจากโครงเหล็กคุณภาพดี วัสดุบุผิว บุด้วยหนังสีดำคุณภาพสูง พนักพิงสามารถปรับเอนหลังได้

ค. ที่ท้าวแขนผลิตจากเหล็กชุปโครเมี่ยม บริเวณที่ท้าวแขนมีที่รองบุด้วยหนังสีดำ

ง. สามารถปรับระดับสูง-ต่ำได้ด้วยระบบโช๊คอัป-แก๊ส

จ. ฐานล้อหมุนมีโครงขาล้อและล้อ ไม่น้อยกว่า 5 จุด

ฉ.

2.14.2 การขออนุมัติครุภัณฑ์

ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งแบบขยาย รายละเอียดของวัสดุ และข้อมูลทางเทคนิคของครุภัณฑ์ตามข้อกำหนด พร้อมตัวอย่างของครุภัณฑ์ จำนวน 1 ชิ้น เพื่อขออนุมัติต่อผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง

2.14.3 การติดตั้งและตำแหน่งครุภัณฑ์

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำผังรายละเอียดแสดงการติดตั้งครุภัณฑ์ (SHOP DRAWING) ทั้งหมด เสนอต่อผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการ โดยให้เป็นไปตามแบบรูปที่แสดงไว้

ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง หรือเจ้าหน้าที่พัสดุของผู้ว่าจ้าง มีสิทธิให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนแปลงตำแหน่งการติดตั้งครุภัณฑ์นี้ได้ ทั้งนี้ก่อนที่ผู้รับจ้างจะดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์หรือระหว่างที่ผู้รับจ้างได้เสนอผังการติดตั้งครุภัณฑ์ (SHOP DRAWING) ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามโดยไม่สามารถคิดค่าใช้จ่ายหรือเวลาเพิ่มเติมได้

2.14.4 การทำความสะอาด

เมื่อผู้รับจ้างทำการติดตั้งครุภัณฑ์แล้วเสร็จ ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาด กำจัดฝุ่นหรือสิ่งสกปรกอื่นใดที่ติดอยู่บนครุภัณฑ์ ก่อนที่จะทำการป้องกันครุภัณฑ์ด้วย

2.14.5 การรับประกัน

ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันการใช้งานครุภัณฑ์อันไม่เกิดจากการใช้งานครุภัณฑ์ผิดประเภท เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี นับตั้งแต่วันที่ได้มีการตรวจรับครุภัณฑ์ครั้งสุดท้าย

2.15 โต๊ะโรงอาหาร

2.15.1 คุณลักษณะที่ต้องการ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาโต๊ะคอมพิวเตอร์ที่มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

ก. โต๊ะโรงอาหาร ขนาดไม่เล็กว่า 1800x600x750 มม.(กว้างxยาวxสูง) ขนาดที่ระบุเป็นเพียง Guide Line ขนาดจริงตามมาตรฐานของผู้ผลิตแต่ต้องมีขนาดใกล้เคียงกับที่ระบุไว้)

ข. พื้นโต๊ะผลิตจากไม้ปาติเกิ้ลบอร์ด หนาไม่น้อยกว่า 25 มม. สามารถทนความชื้นได้ดี ปิดผิวหน้าด้านบนด้วยโฟเมก้า ปิดขอบด้วยพลาสติกวัสดุประสานสำหรับงานปิดผิว ต้องมีความแข็งแรงทนต่อความร้อนและความชื้นได้เป็นอย่างดี ไม่มีสารระเหยที่เป็นอันตราย อาทิ ฟอร์มัลดีไฮด์

ค. ขาโต๊ะทำจากเหล็กที่มีความแข็งแรง พ่นทับด้วย Powder Coating สีดำ ปลายขาปิดด้วยแป้นยางหรือพลาสติกแข็ง

ง. สีโฟเมก้าที่ใช้งานให้ใช้สีขาว ตามที่ระบุในแบบ

จ. เก้าอี้ ขนาดไม่เล็กกว่า 1800x300x400 มม.(กว้างxยาวxสูง) ขนาดที่ระบุเป็นเพียง Guide Line ขนาดจริงตามมาตรฐานของผู้ผลิตแต่ต้องมีขนาดใกล้เคียงกับที่ระบุไว้)จำนวน 2 ตัวต่อชุด

ฉ. ที่นั่งทำจากไม้ยาง ตีระแนงเว้นร่องสามารถระบายน้ำได้ดี

2.15.2 พื้นการขออนุมัติครุภัณฑ์

ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งแบบขยาย รายละเอียดของวัสดุ และข้อมูลทางเทคนิคของครุภัณฑ์ตามข้อกำหนด พร้อมตัวอย่างของครุภัณฑ์ จำนวน 1 ชิ้น เพื่อขออนุมัติต่อผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง

2.15.3 การติดตั้งและตำแหน่งครุภัณฑ์

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำผังรายละเอียดแสดงการติดตั้งครุภัณฑ์ (SHOP DRAWING) ทั้งหมด เสนอต่อผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการ โดยให้เป็นไปตามแบบรูปที่แสดงไว้

ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง หรือเจ้าหน้าที่พัสดุของผู้ว่าจ้าง มีสิทธิให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนแปลงตำแหน่งการติดตั้งครุภัณฑ์นี้ได้ ทั้งนี้ก่อนที่ผู้รับจ้างจะดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์หรือระหว่างที่ผู้รับจ้างได้เสนอผังการติดตั้งครุภัณฑ์ (SHOP DRAWING) ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามโดยไม่สามารถคิดค่าใช้จ่ายหรือเวลาเพิ่มเติมได้

2.15.4 การทำความสะอาด

เมื่อผู้รับจ้างทำการติดตั้งครุภัณฑ์แล้วเสร็จ ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาด กำจัดฝุ่นหรือสิ่งสกปรกอื่นใดที่ติดอยู่บนครุภัณฑ์ ก่อนที่จะทำการป้องกันครุภัณฑ์ด้วย

2.15.5 การรับประกัน

ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันการใช้งานครุภัณฑ์อันไม่เกิดจากการใช้งานครุภัณฑ์ผิดประเภท เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี นับตั้งแต่วันที่ได้มีการตรวจรับครุภัณฑ์ครั้งสุดท้าย

งานวิศวกรรม
โครงสร้าง/โยธา

สารบัญ

	หน้า
งานโยธาพื้นที่ก่อสร้าง	1
การสำรวจรังวัด (SURVEYS)	6
สิ่งอำนวยความสะดวก	7
การรื้อถอน (DEMOLITION)	12
งานคอนกรีต(CONCRETE)	14
งานแบบหล่อคอนกรีต (CONCRETE FORMING)	27
งานเหล็กเสริมคอนกรีต (CONCRETE REINFORCING)	31
งานคอนกรีตเทในที่ (CAST-IN-PLACE CONCRETE)	35
การบ่มคอนกรีต (CONCRETE CURING)	41
งานพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป (PRECAST CONCRETE HOLLOW CORE PLANKS)	42
งานโลหะ และ เหล็กรูปพรรณ (Metals)	43
งานโครงสร้างเหล็ก (STRUCTURAL STEEL FRAMING)	50
งานโลหะ (METAL FABRICATIONS)	54
งานทางเดินแขวน (CATWALKS)	56
งานราวโลหะ (METAL RAILING)	59
งานถนนแอสฟัลต์คอนกรีต (ASPHALTIC CONCRETE ROAD)	62

งานโยธาพื้นที่ก่อสร้าง

Site Construction

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 ขอบเขตของงาน

1.1.1 ข้อกำหนดนี้ควบคุมงานดินและงานปรับปรุงบริเวณของโครงการ ซึ่งประกอบด้วย

1) งานปรับพื้นที่เดิมของสถานที่ก่อสร้าง
2) งานถมที่
3) งานขุดและงานถมสำหรับการก่อสร้าง
4) งานถนน
5) ทางเดินเท้า

1.1.2 ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการตามกฎหมายและเงื่อนไขตามสัญญา เกี่ยวกับการป้องกันความเสียหาย ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นกับอสังหาริมทรัพย์ใกล้เคียงพื้นที่บริเวณพื้นที่ก่อสร้าง และต้องรับผิดชอบชดใช้ค่าเสียหาย ที่อาจเกิดขึ้นต่อระบบสาธารณูปโภค เช่น ถนน ทางระบายน้ำ สนามหญ้า ต้นไม้ใกล้เคียง อันเนื่องมาจากการดำเนินงานของผู้รับจ้าง

1.1.3 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการขนย้ายวัสดุที่ไม่มีประโยชน์ ออกนอกบริเวณก่อสร้าง รวมถึงสถานที่ทิ้งวัสดุดังกล่าว

1.2 การปรับพื้นที่เดิมของสถานที่ก่อสร้าง

งานปรับพื้นที่บริเวณพื้นที่ก่อสร้าง จะมีขอบเขตของพื้นที่ตามที่แสดงในแบบงานปรับพื้นที่ซึ่งรวมถึงการถางหญ้าที่ขุดตอ เก็บเศษหิน กากปูน ขยะ และวัชพืชอื่น ๆ ออกไปทิ้งนอกบริเวณก่อสร้าง นอกจากนั้นยังรวมถึงการรื้อถอนสิ่งปลูกสร้างที่มีอยู่เดิมในพื้นที่ ๆ จะทำการก่อสร้าง เช่น อาคาร รั้ว ท่อคอนกรีต บ่อพัก ฯลฯ ซึ่งแสดงไว้ในแบบหรือไม่แสดงไว้แต่เป็นความประสงค์ของคณะกรรมการตรวจการจ้าง

1.2.1 การรื้อถอน

1) ผู้รับจ้างจะต้องทำการรื้อออก ถอน หรือย้ายออกสิ่งปลูกสร้างทุกอย่างที่อยู่เหนือดิน เช่น รั้ว อาคาร รวมทั้งฐานรากและสิ่งที่อยู่ใต้ดิน เช่น ท่อระบายน้ำ และท่อพักเดิมรวมทั้งการตัดกิ่งไม้ภายในบริเวณพื้นที่จะก่อสร้าง เว้นแต่คณะกรรมการตรวจการจ้างจะสั่งให้ปล่อยไว้ตามสภาพเดิม
2) หลุมหรือช่องว่างที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งที่อยู่ใต้ดินออกไป จะต้องทำการถม และบดอัดให้แน่นด้วยวัสดุถมและวิธีการที่กำหนดในข้อกำหนดนี้

3) ต้นไม้ยืนต้นที่อยู่บริเวณที่ ๆ จะก่อสร้างจะต้องรักษาให้คงอยู่ในสภาพเดิม นอกจากคณะกรรมการตรวจการจ้างให้ตัดทิ้ง

1.2.2 วัสดุที่ได้จากการรื้อถอน

1) หากมีสิ่งก่อสร้างใด ๆ ซึ่งคณะกรรมการตรวจการจ้างพิจารณาแล้วเห็นสมควรนำไปใช้ที่อื่นได้จ้างผู้รับจ้างจะต้องทำการรื้อถอนออกด้วยความระมัดระวังพร้อมกับทำเครื่องหมายสำหรับนำไปประกอบหรือติดตั้งในที่ใหม่ได้โดยง่าย

2) สิ่งก่อสร้างอื่น ๆ ซึ่งคณะกรรมการตรวจการจ้างพิจารณาแล้วว่าไม่มีประโยชน์ให้ผู้รับจ้างรื้อถอน และย้ายออกจากพื้นที่บริเวณก่อสร้างได้

2. ผลิตภัณฑ์

2.1 วัสดุเพื่อการถมที่

2.1.1 วัสดุถมที่ใช้จะต้องเป็นวัสดุที่เหมาะสม เช่น ดินหรือทรายถมที่อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือปนกันหรือเป็นวัสดุที่ได้รับอนุมัติจากคณะกรรมการตรวจการจ้างตามหลักเกณฑ์ เปอร์เซ็นต์มากที่สุดของวัสดุผ่านตะแกรงร่อนเบอร์ 200 ได้ 25% วัสดุถมที่จะต้องปราศจากวัชพืช เศษขยะ หิน อิฐ กรวด หรือสารเคมีเจือปน

3. การดำเนินการ

3.1 วิธีการดำเนินการ

3.1.1 ในบริเวณที่ ๆ มีน้ำใต้ดินอยู่ตื้นมาก ผู้รับจ้างจะต้องทำการระบายน้ำออก อาจจะกระทำได้โดยการขุดร่องระบายน้ำ หรือก่อสร้างบ่อพักน้ำให้น้ำไหลลงไปแล้วทำการสูบออก

3.1.2 ถ้าวัสดุถมที่เป็นดินทรายหรือดินปนทรายจะต้องทำการถมเป็นชั้น ๆ โดยแต่ละชั้นจะต้องมีความหนาไม่เกิน 30 ซม. บดอัดทุกชั้นด้วยเครื่องกระทุ้ง หรือลูกกลิ้งหรือรถบดที่มีแรงกดไม่น้อยกว่า 3 ตัน เพื่อให้มีความแน่นไม่น้อยกว่า 90% ตามมาตรฐานของ AASHTO T-99

3.1.3 ในการถมที่ ไม่ว่าจะถมส่วนล่างด้วยดินหรือดินปนทรายก็ตาม ผิวชั้นบนสุดจะต้องเป็นดินความหนาของเนื้อดินที่ผิวบนจะต้องไม่น้อยกว่า 30 ซม. และทำการปรับผิวด้วยการเกลี่ยดิน แล้วบดอัดให้แน่น (เมื่อแห้ง) ไม่น้อยกว่า 90% ตามมาตรฐานของ AASHTO T-99 ด้วยเครื่องกระทุ้ง ลูกกลิ้งหรือรถบดที่มีแรงกดไม่น้อยกว่า 3 ตัน ระดับดินเมื่อบดอัดเรียบร้อยแล้ว จะต้องสูงกว่าระดับดินที่กำหนด ให้ประมาณ 5 ซม. ทุกจุด

3.1.4 การถมที่ในบริเวณที่จะทำการก่อสร้างถนน จะต้องทำการบดอัดแน่นตามที่ระบุไว้ในหัวข้องานถนน

3.2 การขุดและการถมสำหรับการก่อสร้าง

ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมคนงานและเครื่องมือที่เหมาะสมในการขุด และงานถม สำหรับการก่อสร้างฐานรากของอาคารห้องใต้ดิน ฯลฯ ตลอดจนการสร้างค้ำยันผนังกันดิน การสูบน้ำออกจากหลุมที่ขุด การถมดินกลบหลังจากการก่อสร้างดังกล่าวแล้วเสร็จ และการนำวัสดุที่ขุดขึ้นมาซึ่งใช้ประโยชน์ต่อไม่ได้ออกไปทิ้งนอกสถานที่ก่อสร้าง

3.2.1 การขุด

1) ก่อนทำการขุด ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งคณะกรรมการตรวจการจ้างก่อนล่วงหน้าในเวลาพอสมควร เพื่อทำการตรวจสอบตำแหน่งที่จะทำการขุดให้ถูกต้อง
2) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และจัดทำค้ำยัน นั่งร้าน ผนังกันดิน สำหรับการขุดทุกชนิด เพื่อป้องกันมิให้หลุมขุดเกิดการพังทลายขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแบบวิธีการค้ำยัน นั่งร้านผนังกันดิน ที่จะใช้งานให้คณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นชอบก่อนดำเนินงาน อย่างไรก็ตามผู้รับจ้างจะยังคงรับผิดชอบในความมั่นคง แข็งแรงของค้ำยัน นั่งร้าน ผนังกันดินที่ได้ออกแบบ และเสนอมา หากมีอุบัติเหตุและหรืออันตรายเกิดขึ้นกับบุคคลในบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง
3) พื้นดินบริเวณที่ติดกับโครงสร้าง ไม่ควรได้รับความกระทบกระเทือนให้เสียคุณสมบัติของดินเดิม นอกจากจะได้รับความยินยอมจากคณะกรรมการตรวจการจ้างเสียก่อน
4) การสูบน้ำออกจากหลุมขุดสำหรับฐานรากหรือโครงสร้างใด ๆ จะต้องกระทำในลักษณะที่การไหลของน้ำจะไม่เซาะขอบของคอนกรีต ที่จะหล่อลงไปก่อนการเทคอนกรีต หรือในระหว่างการเทคอนกรีตก้นหลุมของโครงสร้าง จะต้องสูบน้ำออกให้แห้งมากที่สุดเท่าที่ทำได้
5) หลังจากขุดแต่ละงานเสร็จสิ้นลง ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งคณะกรรมการตรวจการจ้างเพื่อทำการตรวจสอบและอนุมัติ รูปร่าง ความลึกและลักษณะของดินที่ก้นหลุมเสียก่อนจึงจะดำเนินการอย่างอื่นต่อไปได้
6) ในการขุดหลุมเพื่อการก่อสร้างฐานรากของอาคาร จะต้องระมัดระวังไม่ให้ดินก้นหลุมถูกกระทบกระเทือนมากนัก ถ้าพบว่าดินก้นหลุมอ่อนเกินไป ให้อยู่ในดุลยพินิจของวิศวกรผู้ควบคุมงานที่สั่งให้ขุดดินอ่อนออกไป แล้วถมกลับด้วยวัสดุที่เหมาะสม จนถึงระดับที่จะก่อสร้างฐานราก โดยทำการบดอัดแน่น วัสดุที่ถมเป็นชั้น ๆ มีความหนา 5 ซม. ความแน่นของการบดอัดจะกำหนดโดยวิศวกรผู้ควบคุมงาน

7) ถ้าวัสดุที่ขุดขึ้นมามีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ถมที่ หรือถมทำคันดินที่ถนน ผู้รับจ้างไปกองไว้ในบริเวณที่จัดไว้ให้เรียบร้อย เศษวัสดุที่ไม่มีประโยชน์จะต้องนำออกไปทิ้งนอกบริเวณก่อสร้าง

3.2.2 การถม

1) วัสดุที่ใช้ถมจะต้องเป็นดินเหนียว ดินร่วน หรือทรายซึ่งสามารถทำการบดอัดแน่นได้ และจะต้องไม่มีเศษขยะ หิน อิฐ กรวด วัชพืช หรือสารเคมี

2) ช่องว่างที่มีภายในหลุมขุด หลังจากทำการก่อสร้างฐานรากหรือโครงสร้างอื่น ๆ แล้วเสร็จ ผู้รับจ้างจะต้องถมช่องว่างนั้นด้วยวัสดุตามที่กล่าวข้างต้น

3) การถมซึ่งมิได้เป็นการถมทำฐานรับถนน ผู้รับจ้างจะต้องทำการถมด้วยวัสดุถมและบดอัดแน่นเป็นชั้น ๆ โดยแต่ละชั้นจะต้องมีความหนาไม่เกิน 25 ซม. (วัดเมื่อยังไม่ได้ทำการบดอัดแน่น) เมื่อทำการบดอัดแน่นแล้ว จะต้องมีความแน่นของดินเดิมที่อยู่ใกล้เคียง หรือที่กำหนดไว้ในแบบ

4) การบดอัดแน่นของวัสดุถมในแต่ละชั้น จะต้องมีความชื้นโดยการรดน้ำให้สม่ำเสมอ การบดอัดแน่นด้วยมือจะกระทำได้ ต่อเมื่อวิศวกรผู้ควบคุมงานอนุมัติให้ทำได้เท่านั้น ห้ามใช้น้ำฉีดหรือวิธีการบดอัดอื่น ๆ ด้วยแรงดันของน้ำ การบดอัดใกล้ฐานรากหรือโครงสร้างต้องระวังไม่ให้แรงบดอัดมากเกินไป

5) การถมดินรอบอาคาร จะต้องถมดินจากขอบทางเท้า หรือรางระบายน้ำรอบอาคารเอียงลาด 1 ต่อ 2 (แนวดิ่ง 1 ส่วนต่อแนวนอน 2 ส่วน) ลงสู่ระดับดินพร้อมตกแต่งและบดอัดจนเรียบ

6) การถมดินหลังท่อและการบดอัด

- สำหรับท่อที่อยู่ในผิวจราจร ให้ถมหลังท่อด้วยทรายถมที่สะอาดมีขนาดเม็ดผ่านตะแกรงเบอร์ 2/8" ได้ 100% และมีส่วนเม็ดผ่านตะแกรงเบอร์ 200 ได้ไม่เกิน 20% เป็นชั้น ๆ แต่ละชั้นหนาไม่เกิน 15 ซม. (ความหนาหลวมตัวก่อนบดอัด) ตามความยาวของท่อ และบดอัดด้วยเครื่องมือที่เหมาะสมให้มีความหนาแน่น (เมื่อแห้ง) ไม่น้อยกว่า 95% ตามมาตรฐาน AASHTO T-99 จนถึงระดับที่จะทำพื้นฐาน
- สำหรับท่อที่อยู่ในทางเท้าหรืออื่น ๆ ให้ถมข้างท่อ และหลังท่อด้วยทรายถมตามมาตรฐานจนเหนือหลังท่อขึ้นมาไม่น้อยกว่า 30 ซม. หรือตามสภาพแล้วจึงถมด้วยทรายเป็นชั้น ๆ ตามความยาวของท่อบดอัดแน่นไม่น้อยกว่า 90% ตามมาตรฐาน AASHTO T-99 เป็นชั้น ๆ ด้วยเครื่องกระทุ้งหรือรถบด จนถึงระดับฐานของทางเท้า

3.3 การทดสอบ

ให้ผู้รับจ้างจัดหาเครื่องมือ อุปกรณ์อื่น ๆ สำหรับทำการทดสอบความแน่นของดินของแต่ละชั้นที่ได้บดอัดเรียบร้อยแล้ว 1 จุดต่อพื้นที่ไม่เกิน 500 ตารางเมตร ตามมาตรฐานการทดสอบของ AASHTO TEST T-147 หรือ ASTM D-1556

การสำรวจรังวัด

Surveys

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 การสำรวจพื้นที่ก่อสร้าง

1.1.1 ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการตรวจสอบสำรวจพื้นที่จะทำการก่อสร้าง เพื่อให้รู้สภาพต่างๆ ของสถานที่ก่อสร้าง หรือบริเวณก่อสร้าง จะได้เป็นแนวทางในการพิจารณาทำงาน Site work ต่างๆ เช่น ทางเข้า-ออก สภาพพื้นที่ที่จะก่อสร้าง สภาพรั้วเดิมโดยรอบ และสภาพอาคารข้างเคียง เป็นต้น

1.1.2 ผู้รับจ้างจะต้องทำการรังวัดสถานที่ก่อสร้าง วางผังอาคาร จัดทำระดับอ้างอิง ตรวจสอบแนวและระยะต่างๆ ตามแบบก่อสร้าง ตรวจสอบหลักเขตที่ดินให้ถูกต้องตามโฉนดที่ดิน พร้อมจัดทำรายงานความถูกต้อง หรือความคลาดเคลื่อนต่างๆ ที่แตกต่างไปจากแบบก่อสร้างเป็นลายลักษณ์อักษร ให้ผู้ควบคุมงาน และผู้ออกแบบพิจารณาตรวจสอบ และอนุมัติ ก่อนดำเนินงานขั้นต่อไป

1.1.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ ที่ทันสมัย ช่างฝีมือดี และแรงงานที่เหมาะสมเพียงพอ โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อน เพื่อการปฏิบัติงานสำรวจรังวัด วางผัง วางระดับ ตรวจสอบแนวดิ่ง แนวฉาก และระยะต่างๆ ของงานก่อสร้าง ด้วยความรวดเร็ว มีประสิทธิภาพ และได้ผลงานที่ถูกต้องแม่นยำตามมาตรฐานที่ดี ตั้งแต่เริ่มต้นงานก่อสร้างจนงานแล้วเสร็จสมบูรณ์ รวมถึงการดูแลรักษาหมุดอ้างอิงต่างๆ ให้อยู่ในสภาพดี และถูกต้องตลอดระยะเวลาก่อสร้าง

1.1.4 ผู้รับจ้างจะต้องทำการสำรวจอาคารข้างเคียงโดยรอบบริเวณก่อสร้าง โดยทำการถ่ายรูปสภาพปัจจุบัน ทั้งภายนอก และภายในของอาคารข้างเคียงทุกหลัง พร้อมทำบันทึกไว้เป็นหลักฐาน โดยมีพยาน ก่อนลงมือทำการก่อสร้าง

2. ผลิตภัณฑ์

ไม่มี

3. การดำเนินการ

ไม่มี

สิ่งอำนวยความสะดวก

Site Facilities

1. สิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ

1.1 โรงเก็บอุปกรณ์

ผู้รับจ้างจะต้องสร้างโรงเก็บวัสดุอุปกรณ์ เพื่อเก็บและป้องกันความเสียหาของวัสดุอุปกรร์ทุกชนิดที่นำมาใช้ในงานก่อสร้าง โดยมีขนาดตามความเหมาะสมและเพียงพอกับความต้องการ ทั้งนี้ห้ามผู้รับจ้างนำวัสดุอุปกรณ์ที่ไม่ได้ใช้ในงานก่อสร้างนี้มาเก็บไว้ในโรงเก็บดังกล่าว

1.2 สำนักงานสนาม

1. ผู้รับจ้างจะต้องสร้างหรือจัดหาสำนักงานสนามสำหรับผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง หรือผู้ควบคุมงาน และจะต้องอยู่ มีขนาดพื้นที่ไม่น้อยกว่า 30 ตร.ม. พร้อมจัดหาอุปกรณ์สำนักงานดังนี้
   - โต๊ะและเก้าอี้ทำงานจำนวน 5 ชุด
   - ตู้จัดเก็บเอกสาร ชั้นเก็บเอกสาร และแฟ้มเก็บเอกสารให้เพียงพอ
   - กระดานไวท์บอร์ดขนาด 0.80x1.20 ม. จำนวน 1 ชุด
   - โทรศัพท์ พร้อมเครื่องโทรสาร
   - Printer สี ขนาด A3 ความละเอียดในการพิมพ์สีไม่น้อยกว่า 600x600 dpi
   - เครื่องปรับอากาศและระบบระบายอากาศ โดยให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่
   - ไฟฟ้าแสงสว่างในห้องไม่น้อยกว่า 500 Lux หรือ 16.7 Watt/m2
   - ปลั๊กเสียบไฟฟ้าอย่างน้อยจำนวน 6 จุด พร้อมจัดทำระบบ Grounding
   - ตู้เย็นไม่น้อยกว่า 5 Cu.F และน้ำดื่มที่สะอาดให้พอเพียงตลอดการก่อสร้างแล้วเสร็จโครงการ
   - อุปกรณ์เครื่องใช้และเครื่องเขียนต่าง ๆ ที่จำเป็นอื่น ๆ โดยอุปกรณ์สำนักงานทุกอย่างจะต้องใช้งานได้ดีตลอดระยะเวลาก่อสร้าง
   - อุปกรณ์ความปลอดภัยส่วนบุคคล เช่น หมวกนิรภัยจำนวนไม่น้อยกว่า 10 ชุด และรองเท้านิรภัยไม่น้อยกว่า 5 ชุด สำหรับผู้ว่าจ้าง หรือผู้ควบคุมงาน
2. จัดหาหรือก่อสร้าง และห้องส้วม จำนวน 2 ห้อง พร้อมสุขภัณฑ์ สำหรับผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง หรือผู้ควบคุมงาน พร้อมจัดให้มีอุปกรณ์และเครื่องสุขภัณฑ์ที่ใช้งานได้ดีดังนี้
   - ไฟฟ้าแสงสว่างและระบบระบายอากาศ

- อ่างล้างมือ
- โถส้วมชนิดนั่งราบระบบ ฟรัชแท้งก์
- อ่างล้างมือและล้างหน้าพร้อมหิ้งวางของ
- ล้างมือและล้างหน้าพร้อมหิ้งวางของ
- สายอ่อนชำระ
- ที่ใส่กระดาษชำระ พร้อมกระดาษชำระตลอดระยะเวลาก่อสร้าง

3. จัดสร้างหรือจัดหาโรงจอดและเข้า-ออกได้สะดวก สำหรับผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง หรือผู้ควบคุมงาน บริเวณสำนักงานสนาม
4. ผู้รับจ้างจะต้องจัดสร้างหรือจัดหาดังรายละเอียดตาม ข้อ 1 และ 2 รวมถึงระบบไฟฟ้า-น้ำ ให้แล้วเสร็จภายใน 60 วัน หลังจากวันเริ่มงานตามสัญญา

1.3 บ้านพักคนงาน

ผู้รับจ้างจะต้องสร้างบ้านพักคนงาน ห้องน้ำ ห้องส้วม และสิ่งสาธารณูปโภคที่จำเป็น โดยมีการดูแลให้อยู่ในสภาพที่ปลอดภัย ถูกสุขลักษณ ะมีการขจัดขยะมูลฝอยเป็นประจำ ห้ามผู้รับจ้าง หรือลูกจ้างปลูกสร้างร้านค้า ร้านอาหารภายในที่ดินของผู้ว่าจ้างเป็นอันขาด นอกจากจะได้รับอนุมัติจากผู้ว่าจ้าง หากสถานที่สร้างบ้านพักคนงานไม่เพียงพอ หรือผู้ว่าจ้างไม่อนุมัติให้สร้าง ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาที่อื่นเอง

1.4 ห้องประชุม

ผู้รับจ้างต้องจัดสร้างห้องประชุมในสำนักงานชั่วคราว ขนาดที่เพียงพอสำหรับเป็นที่ประชุมในหน่วนงานก่อสร้าง ประกอบด้วย โต๊ะ เก้าอี้ กระดาน พร้อมอุปกรณ์เครื่องเขียน และสิ่งจำเป็นต่างๆ ตามความเหมาะสม

1.5 ป้ายชื่อโครงการ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำป้ายชื่อโครงการขนาดไม่เล็กกว่า 1.20 × 2.40 เมตร หน้าบริเวณที่ก่อสร้าง พร้อมไฟส่องป้ายที่เหมาะสม โดยมีข้อความให้ถูกต้องครบถ้วนตามข้อกำหนดของกฎหมาย ป้ายดังกล่าวจะต้องมั่นคงแข็งแรงตลอดระยะเวลาก่อสร้าง

1.6 แบบรายละเอียดและผังแสดงสิ่งปลูกสร้างชั่วคราว

ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบผังแสดงการจัดวางตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราว ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาเพื่อเสนอผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อน และต้องเริ่มก่อสร้างสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวทันทีที่ได้รับการอนุมัติ ในกรณีที่ต้องมีถนนชั่วคราวควรจัดวางตำแหน่งให้ตรงกับถนนที่จะก่อสร้างจริงตามแบบก่อสร้าง และจะต้องจัดลำดับตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวให้สัมพันธ์กับงานก่อสร้าง รวมทั้งจัดระบบ

การจราจรทั้งภายในและภายนอกให้มีประสิทธิภาพไม่ก่อให้เกิดการกีดขวางต่องานก่อสร้างและการจราจรส่วนรวมภายนอกบริเวณก่อสร้าง

1.7 เครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ประกอบงานก่อสร้าง

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งนั่งร้านที่แข็งแรง มั่นคง ถูกต้องตามข้อกำหนดนั่งร้านสำหรับงานก่อสร้างอาคาร ติดตั้งลิฟต์ส่งของหรืออุปกรณ์เครื่องยกต่างๆ หรือ Tower Crane ถูกต้องตามมาตรฐานความปลอดภัยของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย และตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง การติดตั้ง เคลื่อนย้าย รื้อถอน จะต้องได้รับการพิจารณาอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน

1.8 การดูแลรักษา

ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีคนงานประจำ เพื่อดูแลความสะอาดสำหรับสิ่งปลูกสร้างชั่วคราว มีช่างประจำสำหรับการบำรุงรักษาและซ่อมแซมเครื่องจักร เครื่องมือ ให้อยู่ในสภาพปลอดภัยและใช้งานได้ดีตลอดระยะเวลาก่อสร้าง

1.9 ค่าใช้จ่าย

ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการจัดให้มีสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ การขออนุญาต การดูแลรักษาความสะอาดและซ่อมบำรุงระบบสาธารณูปโภคต่างๆ รวมถึงการรื้อถอนและทำความสะอาดเมื่องานก่อสร้างแล้วเสร็จ เป็นค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

2. รั้วชั่วคราวและยามรักษาการ

ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีรั้วชั่วคราวรอบบริเวณก่อสร้าง ตามแนวเขตที่ดินที่ระบุในแบบ และต้องตรวจสอบให้ถูกต้องตามหลักหมุดที่ระบุไว้ในโฉนด โดยทำด้วยโครงไม้หรือเหล็กและบุด้วยแผ่นสังกะสีสีเขียว หรือแผนเหล็กเคลือบสี สูงไม่ต่ำกว่า 2.40 เมตร จากพื้นดิน มีความมั่นคงแข็งแรง มีประตูปิด-เปิด มีป้อมยามและยามคอยควบคุมการเข้าออกตลอดเวลาทั้งกลางวันและกลางคืน ส่วนที่ติดกับที่สาธารณะและอาคารข้างเคียง จะต้องมีการป้องกันวัสดุตกลงมาเป็นอันตรายต่อชีวิต หรือสร้างความเสียหาต่อทรัพย์สินที่อยู่ข้างเคียง ถือเป็นหน้าที่ที่ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติอย่างเคร่งครัด และผู้รับจ้างต้องรักษาซ่อมแซมให้ดีอยู่เสมอตลอดระยะเวลาก่อสร้าง ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการจัดทำ ติดตั้ง การขออนุญาต ค่าธรรมเนียม ค่าบำรุงรักษา ค่ารื้อถอน รวมถึงค่ายามรักษาการ

3. ถนน ที่จอดรถ และทางเดินชั่วคราว

3.1 ถนนและที่จอดรถชั่วคราว

ในระหว่างการก่อสร้างผู้รับจ้างต้องจัดให้มีทางเข้าออกบริเวณที่ก่อสร้างและที่จอดรถชั่วคราว โดยใช้แอสฟัลต์ หรือคอนกรีตที่สามารถรับน้ำหนักรถบรรทุกของรถขนส่งได้ โดยไม่ก่อให้เกิด

ความเสียหาต่อระบบระบายน้ำหรือกีดขวางทางสัญจรและทางน้ำสาธารณะ ผู้รับจ้างต้องดูแลรักษาทางเข้าออกดังกล่าว ให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดีตลอดระยะเวลาก่อสร้าง เมื่องานก่อสร้างแล้วเสร็จ ให้ปรับปรุงซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพดีดังเดิม

3.2 ทางเดินชั่วคราว

ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีทางเดินและบันไดชั่วคราวในบริเวณก่อสร้างตามความจำเป็น และตามขั้นตอนของงานก่อสร้าง เพื่อให้สามารถเข้าถึงบริเวณต่างๆ ของงานก่อสร้างได้ทุกแห่ง มีสภาพที่แข็งแรง ปลอดภัย และเมื่อหมดความจำเป็น ให้รื้อถอนออกไป พร้อมทั้งซ่อมแซมส่วนก่อสร้างที่เสียหายให้เรียบร้อย โดยเป็นค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

4. การตัดทางเท้าและต่อเชื่อมท่อระบายน้ำ

ในกรณีที่ต้องปฏิบัติตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง เช่น ตัดทางเท้า ต่อเชื่อมท่อระบายน้ำกับท่อระบายน้ำสาธารณะ ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบดำเนินการขออนุญาตต่อทางราชการให้ถูกต้อง โดยเป็นค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

5. ไฟฟ้าที่ใช้ในงานก่อสร้าง

5.1 ระบบไฟฟ้าชั่วคราว

ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีระบบไฟฟ้าชั่วคราวเพื่อใช้ในการก่อสร้าง ตั้งแต่เริ่มงานจนงานแล้วเสร็จ โดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายตั้งแต่การขออนุญาตติดตั้งระบบไฟฟ้าชั่วคราวจากการไฟฟ้า รวมทั้งค่าใช้จ่ายอุปกรณ์ทั้งหลายค่ากระแสไฟฟ้า ค่าบำรุงรักษา ค่ารื้อถอน

5.2 ความปลอดภัยจากการใช้ไฟฟ้าชั่วคราว

ผู้รับจ้างต้องจัดหาอุปกร์และดำเนินการติดตั้งระบบไฟฟ้าชั่วคราวที่ใช้ในงานก่อสร้าง ให้มีความปลอดภัย โดยทั้งมีระบบการป้องกันการลัดวงจรและการตัดตอนไฟฟ้าได้เมื่อเกิดอุบัติเหตุ และเป็นไปตามกฎข้อบังคับของการไฟฟ้าฯ หรือตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

5.3 ขนาดของกระแสไฟฟ้าชั่วคราว

ขนาดของกระแสดไฟฟ้าชั่วคราวที่ใช้ในงานก่อสร้าง ให้เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างที่ต้องจัดให้มีเพียงพอกับการใช้งานดังกล่าว ตั้งแต่เริ่มงานจนงานแล้วเสร็จ รวมถังการทดสอบระบบไฟฟ้าทั้งหมดก่อนส่งมอบงานงวดสุดท้าย ผู้ควบคุมงานอาจออกคำสั่งให้ผู้รับจ้างแก้ไขเพิ่มเติมขนาดกระแสไฟฟ้าชั่วคราวให้เหมาะสมได้ โดยเป็นค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

6. น้ำประปาที่ใช้ในงานก่อสร้าง

ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีระบบน้ำประปาชั่วคราว เพื่อใช้ในงานก่อสร้างตั้งแต่เริ่มต้นงานจนงานแล้วเสร็จ รวมถึงการทดสอบระบบน้ำใช้และระบบสุขาภิบาลทั้งหมดก่อนส่งมอบงานงวดสุดท้าย โดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายตั้งแต่การขออนุญาตติดตั้งระบบน้ำประปาชั่วคราวจากการประปาฯ รวมทั้งค่าอุปกรณ์ต่างๆ ค่าน้ำประปา ค่าบำรุงรักษา ค่ารื้อถอน

7. การรักษาความสะอาดและสิ่งแวดล้อม

7.1 ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตาม "ประกาศกรุงเทพมหานคร เรื่องกำหนดหลักเกณฑ์ในการก่อสร้างอาคารและสาธารณูปโภค" ลงวันที่ 23 กันยายน 2539 และกฎหมายที่เกี่ยวข้อง โดยไม่ก่อให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญต่อผู้อยู่อาศัยข้างเคียง กรณีงานก่อสร้างนอกเหนือจากในกรุงเทพมหานครให้ปฏิบัติตามประกาศกรุงเทพมหานครฉบับดังกล่าวโดยอนุโลม

7.2 ผู้รับจ้างต้องจัดทำระบบบำบัดและระบายน้ำทิ้งของห้องน้ำชั่วคราวให้ถูกสุขลักษณะและถูกต้องตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง รวมถึงระบบระบายน้ำที่เกิดจากการก่อสร้างและจากฝนตก โดยจะต้องไม่ให้มีน้ำขังหรือส่งกลิ่นเหม็นในบริเวณก่อสร้าง และที่ข้างเคียง

7.3 ผู้รับจ้างต้องต้องขนขยะมูลฝอย เศษวัสดุ สิ่งของเหลือใช้ต่างๆ ที่ทำความสกปรกหรือกีดขวางการทำงานออกจากบริเวณก่อสร้างอย่างสม่ำเสมอทุกวัน โดยผู้รับจ้างต้องปฏิบัติอย่างเคร่งครัดเพื่อความปลอดภัย ความสะอาด และความเป็นระเบียบเรียบร้อยของอาคารและบริเวณก่อสร้างตลอดระยะเวลาก่อสร้าง รวมถึงต้องทำความสะอาด ให้เรียบร้อยทุกส่วนของอาคารและทั่วบริเวณก่อสร้างก่อนส่งมอบงานงวดสุดท้าย

การรื้อถอน

Demolition

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 การรื้อถอนอาคาร และสิ่งปลูกสร้างเดิม

ในทันทีที่ผู้รับจ้างได้รับมอบสถานที่ก่อสร้างจากผู้ว่าจ้าง หรือได้รับอนุมัติให้เข้าเริ่มทำการก่อสร้าง ในบริเวณสถานที่ก่อสร้างตามสัญญา ให้ผู้รับจ้างดำเนินการรื้อถอนอาคารเดิม ต้นไม้ และอื่นๆ ที่มีอยู่ในบริเวณนั้นทันที ตามระบุในแบบ และสัญญา ซึ่งผู้รับจ้างต้องใช้ความระมัดระวังต่อสิ่งปลูกสร้างข้างเคียง ต้นไม้เดิม และระบบสาธารณูปโภคเดิม เช่น ท่อประปา สายไฟฟ้าใต้ดิน เป็นต้น ไม่ให้กระทบกระเทือน หรือเกิดความเสียหายใดๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการรื้อถอนอาคาร และสิ่งปลูกสร้างเดิม หากจำเป็นต้องรื้อถอนสิ่งปลูกสร้างข้างเคียง หรือตัดต้นไม้ หรือโยกย้ายระบบสาธารณูปโภคเดิม ผู้รับจ้างจะต้องขออนุมัติจากผู้ควบคุมงาน และผู้ว่าจ้างก่อนดำเนินการ

1.2 วิธีการรื้อถอนอาคาร และสิ่งปลูกสร้างเดิม

ห้ามผู้รับจ้างใช้วิธีการรื้อถอนอาคาร และสิ่งปลูกสร้างเดิม หรือต้นไม้ โดยวิธีที่จะก่อให้เกิดอันตรายใดๆ หรือเป็นเหตุให้เกิดความตระหนกตกใจจากการกระทำดังกล่าวแก่ผู้อยู่อาศัยข้างเคียง ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการขออนุญาตรื้อถอนอาคารตามกฎหมายที่เกี่ยวข้องก่อน โดยถือเป็นภาระและเป็นค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างทั้งสิ้น ยกเว้นระบุไว้เป็นอย่างอื่นในแบบ และสัญญา

1.3 กรรมสิทธิ์ในวัสดุสิ่งของ

วัสดุสิ่งของที่ได้จากการรื้อถอนอาคาร และสิ่งปลูกสร้างทั้งหมดให้ตกเป็นของผู้รับจ้าง ยกเว้นวัสดุสิ่งของที่ได้ระบุไว้เป็นพิเศษให้ส่งมอบแก่ผู้ว่าจ้างตามสัญญา ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องทำการรื้อถอนด้วยความประณีต ไม่ให้วัสดุสิ่งของดังกล่าวเสียหาย และส่งมอบให้ผู้ว่าจ้างตามสถานที่ ที่ผู้ว่าจ้างกำหนดให้

1.4 การขนย้าย และถมกลับ

ผู้รับจ้างต้องขนย้ายวัสดุสิ่งของที่รื้อถอนทั้งหมดออกไปจากบริเวณก่อสร้าง รวมถึงส่วนของอาคารที่อยู่ใต้ดิน เช่น ฐานราก เสาเข็ม บ่อน้ำ สระน้ำ แท่นคอนกรีต รากต้นไม้ และสิ่งกีดขวางงานก่อสร้างทั้งหลาย ทั้งที่อยู่บนดิน และใต้ดิน พร้อมทั้งถมดินกลับให้เรียบร้อยตามระดับดินเดิม เพื่อสามารถดำเนินการก่อสร้างขั้นต่อไป โดยถือเป็นภาระ และค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

ค่าใช้จ่ายในส่วนที่มองไม่เห็น และผู้รับจ้างไม่ได้เสนอค่าราคาเหมารวมไว้ในสัญญา ให้คิดเป็นงานเพิ่มตามความเป็นจริง หรือตามการพิจารณาอนุมัติของผู้รับจ้าง โดยผู้รับจ้างจะต้องมีภาพถ่าย

หรือหลักฐานอื่นที่เชื่อถือได้ และมีพยานจากฝ่ายผู้ว่าจ้าง หรือผู้ควบคุมงานตรวจสอบดูแลอยู่ตลอดเวลา

2. ผลิตภัณฑ์

ไม่มี

3. การดำเนินการ

ไม่มี

งานคอนกรีต

Concrete

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 งานคอนกรีตในที่นี้ หมายรวมถึงงานคอนกรีตสำหรับโครงสร้าง ซึ่งต้องเสร็จสมบูรณ์ และเป็นไปตามแบบ และบทกำหนดอย่างเคร่งครัด และเป็นไปตามข้อกำหนด และสภาวะต่างๆ ของสัญญา

1.2 หากมิได้ระบุในแบบ และ/หรือบทกำหนดนี้ รายละเอียดต่างๆ เกี่ยวกับองค์อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก และงานคอนกรีตทั้งหมดให้เป็นไปตาม "มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก" ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ ที่ 1007-34 ทุกประการ

2. ผลิตภัณฑ์

2.1 วัสดุ

วัสดุต่างๆ ที่เป็นส่วนผสมของคอนกรีตจะต้องเป็นไปตามบทกำหนด และเกณฑ์กำหนดอื่นๆ ดังนี้คือ

2.1.1 ปูนซีเมนต์จะต้องเป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ มอก. 15-2547 ชนิดที่เหมาะสมกับงาน และต้องเป็นปูนซีเมนต์ที่แห้งไม่จับตัวเป็นก้อน

2.1.2 น้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตจะต้องสะอาด ใช้ดื่มได้

2.1.3 มวลรวม

- มวลรวมที่ใช้สำหรับคอนกรีตจะแข็งแกร่ง มีความคงตัว เฉื่อย ไม่ทำปฏิกิริยากับด่างในปูนซีเมนต์
- มวลรวมหยาบ และมวลรวมละเอียดให้ถือเป็นวัสดุคนละอย่าง มวลรวมหยาบแต่ละขนาด หรือหลายขนาดผสมกันจะต้องมีส่วนขนาดคละตามเกณฑ์กำหนดของข้อกำหนด ASTM ที่เหมาะสม

2.1.4 สารผสมเพิ่ม สำหรับคอนกรีตส่วนที่มิใช่ฐานรากทั้งหมดให้ใช้ Workability Agent ส่วนที่เป็นโครงสร้างห้องใต้ดินทั้งหมดให้ผสมตัวยากันน้ำซึมชนิดทนแรง และกันน้ำได้ โดยใช้ตามคำแนะนำของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด สำหรับคอนกรีต ที่มีมวลใหญ่มากๆ เช่น ฐานราก หนาเกิน 1 ม. หากไม่กำหนดเป็นอย่างอื่นให้ใช้สารผสมเพิ่มประเภท Superplasticizer เพื่อลดการแตกร้าวในคอนกรีต นอกจากที่กล่าวนี้ห้ามใช้สารผสมเพิ่มชนิดอื่น หรือปูนซีเมนต์ที่ผสมสารเหล่านั้น นอกจากจะได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้ควบคุมงานก่อน

2.1.5 การเก็บวัสดุ

- ให้เก็บปูนซีเมนต์ไว้ในอาคาร ถังเก็บ หรือไซโลที่ป้องกันความชื้น และความสกปรกได้ และในการส่งให้ส่งในปริมาณเพียงพอที่จะไม่ทำให้งานคอนกรีตต้องชะงัก หรือล่าช้าไม่ว่ากรณีใดจะต้องแยกวัสดุที่ส่งมาแต่ละครั้งให้เป็นสัดส่วนไม่ปะปนกัน
- การส่งมวลรวมหยาบให้ส่งแยกขนาดไปยังสถานที่ก่อสร้าง นอกจากจะได้รับอนุมัติจากวิศวกร ให้เป็นไปอย่างอื่น
- การกองมวลรวม จะต้องกองในลักษณะที่จะป้องกันมิให้ปะปนกับมวลรวมกองอื่น ซึ่งมีขนาดต่างกัน เพื่อให้เป็นไปตามนี้ อาจจะต้องทำการทดสอบว่าส่วนขนาดคละตลอดจนความสะอาดของมวลรวมตรงตามเกณฑ์กำหนดหรือไม่ โดยเก็บตัวอย่าง ณ ที่ทำการผสมคอนกรีต
- ในการเก็บสารผสมเพิ่ม ต้องระวังอย่าให้เกิดการแปดเปื้อน การระเหย หรือเสื่อมคุณภาพ สำหรับสารผสมเพิ่มชนิดที่อยู่ในรูปสารลอยตัว หรือสารละลายที่ไม่คงตัว จะต้องจัดหาอุปกรณ์สำหรับกวนเพื่อให้ตัวยากระจาย โดยสม่ำเสมอถ้าเป็นสารผสมเพิ่มชนิดเหลวจะต้องป้องกันมิให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมากนัก เพราะจะทำให้คุณสมบัติของสารนั้นเปลี่ยนแปลงได้

2.2 คุณสมบัติของคอนกรีต

2.2.1 องค์ประกอบ คอนกรีตต้องประกอบด้วยปูนซีเมนต์ ทราย มวลรวมหยาบ น้ำ และสารผสมเพิ่มตามแต่จะกำหนด ผสมให้เข้ากันเป็นอย่างดีโดยมีความข้นเหลวที่พอเหมาะ

2.2.2 ความข้นเหลว คอนกรีตที่จะใช้กับทุกส่วนของงานจะต้องผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน โดยมีความข้นเหลวที่พอเหมาะที่สามารถทำให้แน่นได้ภายในแบบหล่อ และรอบเหล็กเสริมหลังจากอัดแน่นโดยการกระทุ้งด้วยมือ หรือโดยวิธีสั่นที่ได้รับการเห็นชอบแล้ว จะต้องไม่มีน้ำที่ผิวคอนกรีตมากเกินไป และจะต้องมีผิวหน้าเรียบปราศจากโพรง การแยกแยะรูพรุน เมื่อแข็งตัวแล้วจะต้องมีกำลังตามที่ต้องการตลอดจนความทนทานต่อการแตกสลาย ความคงทน ความทนต่อการขัดสี ความสามารถในการกันน้ำ รูปลักษณะ และคุณสมบัติอื่นๆ ตามที่กำหนด

2.2.3 กำลังอัดคอนกรีตสำหรับแต่ละส่วนของอาคาร จะต้องมีกำลังอัดตามที่แสดงไว้ในตารางที่แสดงในแบบ (ชื่อแบบรายการประกอบแบบงานวิศวกรรมโครงสร้าง) กำลังอัดที่สูงสุดให้คิดที่อายุ 28 วันเป็นหลัก สำหรับปูนซีเมนต์ชนิดที่ 1 ธรรมดา แต่ถ้าใช้ปูนซีเมนต์ชนิดที่ 3 ซึ่งให้กำลังสูงเร็วให้คิดที่อายุ 7 วัน ทั้งนี้ให้ใช้แท่งกระบอกคอนกรีตขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 150 มม. และสูง 300 มม.

2.2.4 ขนาดใหญ่สุดของมวลรวมหยาบ ขนาดระบุใหญ่สุดของมวลรวมหยาบจะต้องเป็นไปตามตารางที่ 3

ตารางที่ 1

การแบ่งประเภทคอนกรีต และเกณฑ์กำหนดเกี่ยวกับกำลังอัด

ชนิดของการก่อสร้าง	ประเภท	ค่าต่ำสุดของกำลังอัดของแท่งกระบอกคอนกรีตหลังเทแล้ว 28 วัน-กก./ซม.^{2}
4.1 ฐานราก และเสา คาน คานซอย ผนังคอนกรีตเสริมเหล็กที่ใช้รับน้ำหนักหนาตั้งแต่ 100 มม. ขึ้นไป แผ่นพื้น และถังเก็บน้ำ	ก.	280
4.2 ผนังคอนกรีตเสริมเหล็กที่บางกว่า 100 มม. ที่ไม่ได้รับน้ำหนัก และกรีบ ค.ส.ล.	ข.	280
4.3 คอนกรีตหยาบ	ค.	180

** คอนกรีตสำหรับฐานราก พื้น คาน และกำแพงที่สัมผัสดิน สระน้ำ ถังน้ำ และหลังคาจะต้องผสมน้ำยากันซึม และมีอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ไม่เกิน 0.50

2.2.5 การยุบ การยุบของคอนกรีตซึ่งมีน้ำหนักปกติซึ่งหาโดย "วิธีทดสอบค่าการยุบของคอนกรีตซึ่งใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์" (ASTM C143) จะต้องเป็นไปตามค่าที่ให้ไว้ในตารางที่ 2 ข้างล่างนี้

ตารางที่ 2

ค่าการยุบสำหรับงานก่อสร้างชนิดต่างๆ

ชนิดของงานก่อสร้าง	ค่าการยุบ มม.	
	สูงสุด	ต่ำสุด
ฐานราก	100	50
แผ่นพื้น คาน ผนัง ค.ส.ล.	100	50
เสา	125	50
ครีบ ค.ส.ล. และผนังบางๆ	125	50

ตารางที่ 3

ขนาดใหญ่สุดของมวลรวมหยาบที่ใช้กับคอนกรีต

ชนิดของงานก่อสร้าง	ขนาดใหญ่สุด มม.
ฐานราก เสา และคาน	20
ผนัง ค.ส.ล. หนาตั้งแต่ 150 มม. ขึ้นไป	20
ผนัง ค.ส.ล. หนาตั้งแต่ 100 มม. ลงมา	20
แผ่นพื้น ครีบ ค.ส.ล.	20

3. การดำเนินการ

1.1 การคำนวณการออกแบบส่วนผสม

1.1.1 ห้ามมิให้นำคอนกรีตมาเทส่วนที่เป็นโครงสร้างใดๆ จนกว่าส่วนผสมของคอนกรีตที่จะนำมาใช้นั้นได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรแล้ว

1.1.2 ก่อนเทคอนกรีตอย่างน้อย 30 วัน ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมส่วนผสมคอนกรีตต่างๆ ในห้องปฏิบัติการเพื่อให้วิศวกรตรวจให้ความเห็นชอบก่อน

1.1.3 การที่วิศวกรให้ความเห็นชอบต่อส่วนผสมที่เสนอมา หรือที่แก้ไข (หากมี) นั้น มิได้หมายความว่าจะลดความรับผิดชอบของผู้รับจ้างที่มีต่อคุณสมบัติของคอนกรีตที่ได้จากส่วนผสมนั้น

1.1.4 การจัดปฏิภาคส่วนผสม

- จะต้องหาอัตราส่วน น้ำ : ซีเมนต์ที่เหมาะสม โดยการทดลองขั้นตอนตามวิธีการต่อไปนี้

3.1.4.1 จะต้องทดลองทำอัตราส่วนผสมคอนกรีตที่มีอัตราส่วนและความข้นเหลวที่เหมาะสมกับงานโดยเปลี่ยนอัตราส่วน น้ำ : ซีเมนต์อย่างน้อย 3 ค่า ซึ่งจะให้กำลังต่างๆ กัน โดยอยู่ในขอบข่ายของค่าที่กำหนดสำหรับงานนี้ และจะต้องคำนวณออกแบบ สำหรับค่าการยุบสูงสุดเท่าที่ยอมให้

3.1.4.2 จากนั้นให้หาปฏิภาคของวัสดุผสม แล้วทำการทดสอบตามหลัก และวิธีการที่ให้ไว้ในเรื่อง"ข้อแนะนำวิธีการเลือกปฏิภาคส่วนผสมสำหรับคอนกรีต" (ACI 211)

3.1.4.3 สำหรับอัตราส่วน น้ำ : ซีเมนต์แต่ละค่า ให้หล่อชิ้นตัวอย่างอย่างน้อย 3 ชิ้น สำหรับแต่ละอายุเพื่อนำไปทดสอบ โดยเตรียม และบ่มตัวอย่างตาม "วิธีทำและบ่มชิ้นตัวอย่างคอนกรีตสำหรับใช้ทดสอบแรงอัด และแรงดัด" (ASTM

C192) และทดสอบที่อายุ 7 และ 28 วัน การทดสอบให้ปฏิบัติตาม "วิธีทดสอบกำลังอัดแท่งกระบอกคอนกรีต" (ASTM C39)

3.1.4.4 ให้นำผลที่ได้จากการทดสอบไปเขียนเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วน

น้ำ : ซีเมนต์ ที่จะใช้ดังนี้

คอนกรีตประเภท ก. อัตราส่วนน้ำ : ซีเมนต์สูงสุดที่ยอมให้ จะต้องได้มาจากค่าที่แสดงโดยกราฟที่ให้ค่ากำลังต่ำสุดเกินร้อยละ 10 ของกำลังที่กำหนด

3.1.4.5 สำหรับคอนกรีตโครงสร้างทั่วไป ปริมาณปูนซีเมนต์จะต้องไม่น้อยกว่า 325 กก./ลบ.ม.ของคอนกรีต

- การใช้อัตราส่วนน้ำ : ซีเมนต์ค่าที่ต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ในกรณีที่ใช้มวลรวมหยาบชนิดเม็ดเล็ก เช่น ในผนังบางๆ หรือในที่ที่เหล็กแน่นมากๆ จะต้องพยายามรักษาค่าอัตราส่วนน้ำ : ซีเมนต์ให้คงที่เมื่อได้เลือกอัตราส่วนน้ำ : ซีเมนต์ที่เหมาะสมได้แล้ว ให้หาปฏิบัติภาคส่วนผสมของคอนกรีตตามวิธีในข้อ 3.1.4 เรื่อง "การหาปฏิภาคของวัสดุผสม" ดังอธิบายข้างบน

3.2 การผสมคอนกรีต

3.2.1 คอนกรีตผสมเสร็จ การผสม และการขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จให้ปฏิบัติตาม "บทกำหนดสำหรับคอนกรีตผสมเสร็จ" (ASTM C94)

3.2.2 การผสมด้วยเครื่อง ณ สถานที่ก่อสร้าง

- การผสมคอนกรีตต้องใช้เครื่องผสมชนิดซึ่งได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรแล้ว ที่เครื่องผสมจะต้องมีแผ่นป้ายแสดงความจุ และจำนวนรอบต่อนาทีที่เหมาะสม และผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำเหล่านี้ทุกประการ เครื่องผสมจะต้องสามารถผสมมวลรวมซีเมนต์ และน้ำให้เข้ากันโดยทั่วถึงภายในเวลาที่กำหนด และต้องสามารถปล่อยคอนกรีตออกได้โดยไม่เกิดการแยกแยะ
- ในการบรรจุวัสดุผสมเข้าเครื่อง จะต้องบรรจุน้ำส่วนหนึ่งเข้าเครื่องก่อนซีเมนต์ และมวลรวมแล้วค่อยๆ เติมน้ำส่วนที่เหลือเมื่อผสมไปแล้วประมาณหนึ่งในสี่ของเวลาผสมที่กำหนดจะต้องมีที่ควบคุมมิให้ปล่อยคอนกรีตก่อนจะถึงเวลาที่กำหนด และจะต้องสามารถปล่อยคอนกรีตออกให้หมดก่อนที่จะบรรจุวัสดุใหม่
- เวลาที่ใช้ในการผสมคอนกรีตซึ่งมีปริมาณตั้งแต่ 1 ลบ.ม. ลงมาจะต้องไม่น้อยกว่า 2 นาที และให้เพิ่มอีก 20 วินาที สำหรับทุกๆ 1 ลบ.ม. หรือส่วนของ ลบ.ม. ที่เพิ่มขึ้น

3.3 การผสมต่อ

3.3.1 ให้ผสมคอนกรีตเฉพาะเท่าที่ต้องการใช้เท่านั้น ห้ามนำคอนกรีตที่ก่อตัวแล้วมาผสมต่อเป็นอันขาด แต่ให้ทิ้งไป

3.3.2 ห้ามมิให้เติมน้ำเพื่อเติมค่าการยุบเป็นอันขาดการเติมน้ำจะกระทำได้ ณ สถานที่ก่อสร้างหรือที่โรงผสมคอนกรีตกลางโดยความเห็นชอบของวิศวกรเท่านั้น แต่ไม่ว่าในกรณีใดจะเติมน้ำในระหว่าง การขนส่งไม่ได้

3.4 การเตรียมการเทคอนกรีตในอากาศร้อน

ในกรณีที่จะเทคอนกรีตในอากาศร้อนจัด หรือจะเทองค์อาคารขนาดใหญ่ เช่น คานขนาดใหญ่ ฐานรากหนาๆ จะต้องหาวิธีลดอุณหภูมิของคอนกรีตสดให้ต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ อาทิ ทำหลังคาคลุมโม่ผสมคอนกรีต กองวัสดุ ถังเก็บน้ำ ในบางกรณีอาจจะต้องใช้น้ำแข็ง หรือสารผสมช่วย ซึ่งจะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกร

3.5 การขนส่ง และการเท

3.5.1 การเตรียมการก่อนเท

- จะต้องขจัดคอนกรีตที่แข็งตัวแล้ว และวัสดุแปลกปลอมอื่นๆ ออกจากด้านในของอุปกรณ์ที่ใช้ในการลำเลียงออกให้หมด
- แบบหล่อจะต้องเสร็จเรียบร้อยจะต้องขจัดน้ำส่วนที่เกิน และวัสดุแปลกปลอมใดๆ ออกให้หมด เหล็กเสริมผูกเข้าที่เสร็จเรียบร้อย วัสดุต่างๆ ที่จะฝังในคอนกรีตต้องเข้าที่เรียบร้อย และการเตรียมการต่างๆ ทั้งหมดได้รับความเห็นชอบแล้วจึงจะดำเนินการเทคอนกรีตได้

3.5.2 การลำเลียง วิธีการขนส่ง และเทคอนกรีต จะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรก่อน ในการขนส่งคอนกรีตจากเครื่องผสมจะต้องระมัดระวังมิให้เกิดการแยกแยะ หรือการแยกตัว หรือการสูญเสียของวัสดุผสมและต้องกระทำในลักษณะที่จะทำให้ได้คอนกรีตที่มีคุณสมบัติตามที่กำหนด

3.5.3 การเท

- ผู้รับจ้างจะเทคอนกรีตส่วนหนึ่งส่วนใดของโครงสร้างยังมิได้ จนกว่าจะได้รับอนุมัติจากวิศวกรเรียบร้อยแล้ว และเมื่อได้รับอนุมัติแล้วถ้าผู้รับจ้างยังไม่เริ่มเทคอนกรีตภายใน 24 ชั่วโมง จะต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรอีกครั้งจึงจะเทได้
- การเทคอนกรีตจะต้องกระทำต่อเนื่องกันตลอดทั้งพื้นที่ รอยต่อขณะก่อสร้างจะต้องอยู่ที่ตำแหน่งซึ่งกำหนดไว้ในแบบ หรือได้รับความเห็นชอบแล้ว การเทคอนกรีตจะต้องกระทำในอัตราที่คอนกรีตซึ่งเทไปแล้วจะต่อกับคอนกรีตที่จะเทใหม่ ยังคงสภาพเหลวพอที่จะเทต่อกันได้ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งห้ามมิให้เทคอนกรีตต่อกับคอนกรีตซึ่งเทไว้แล้วเกิน 30 นาที แต่จะต้องทิ้งไว้ประมาณ 20 ชั่วโมง จึงจะเทต่อได้

- ห้ามมิให้นำคอนกรีตที่แข็งตัวบ้างแล้วบางส่วน หรือแข็งตัวทั้งหมด หรือที่มีวัสดุแปลกปลอมมาเทปะปนกันเป็นอันขาด
- เมื่อเทคอนกรีตลงในแบบหล่อแล้ว จะต้องอัดคอนกรีตนั้นให้แน่นภายใน 30 นาที นับตั้งแต่ปล่อยคอนกรีตออกจากเครื่องผสม นอกจากจะมีเครื่องกวนพิเศษสำหรับการนี้โดยเฉพาะ หรือมีเครื่องผสมติดรถซึ่งจะกวนอยู่ตลอดเวลา ในกรณีเช่นนั้นให้เพิ่มเวลาได้เป็น 2 ชั่วโมง นับตั้งแต่บรรจุซีเมนต์เข้าเครื่องผสม ต้องเทภายใน 30 นาที นับตั้งแต่ปล่อยคอนกรีตออกจากเครื่องกวน
- จะต้องเทคอนกรีตให้ใกล้ตำแหน่งสุดท้ายมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดการแยกแยะอันเนื่องจากการโยกย้าย และการไหลตัวของคอนกรีต ต้องระวังอย่าใช้วิธีการใดๆ ที่จะทำให้คอนกรีตเกิดการแยกแยะ ห้ามปล่อยคอนกรีตเข้าที่จากระยะสูงเกินกว่า 2 ม. นอกจากจะได้รับอนุมัติจากวิศวกร
- ในกรณีที่ใช้คอนกรีตเปลือยโดยมีมอร์ต้าเป็นผิว จะต้องใช้เครื่องมือที่เหมาะสมดันหินให้ออกจากข้างแบบ เพื่อให้มอร์ต้าออกมาอยู่ที่ผิวให้เต็มโดยไม่เป็นโพรงเมื่อถอดแบบ การทำให้คอนกรีตแน่นให้ใช้วิธีสั่นด้วยเครื่อง หรือกระทุ้งเพื่อให้คอนกรีตหุ้มเหล็กเสริม และสิ่งที่ฝังจนทั่ว และเข้าไปอัดตามมุมต่างๆ จนเต็มโดยขจัดกระเปาะอากาศและกระเปาะหินอันจะทำให้คอนกรีตเป็นโพรงเป็นหลุมบ่อ หรือเกิดระนาบที่ไม่แข็งแรงออกให้หมดสิ้น เครื่องสั่นจะต้องมีความถี่อย่างน้อย 7000 รอบต่อนาที และผู้ที่ใช้งานจะต้องมีความชำนาญเพียงพอ ห้ามมิให้ทำการสั่นคอนกรีตเกินขนาด และใช้เครื่องสั่นเป็นตัวเขยื้อนคอนกรีตให้เคลื่อนที่จากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งภายในแบบหล่อเป็นอันขาด ให้จุ่ม และถอนเครื่องสั่นขึ้นลงตรงๆ ที่หลายๆ จุด ห่างกันประมาณ 500 มม. ในการจุ่มแต่ละครั้งจะต้องทิ้งระยะเวลาให้เพียงพอที่จะทำให้คอนกรีตแน่นตัว แต่ต้องไม่เกินไปจนเป็นเหตุให้เกิดการแยกแยะ โดยปกติจุดหนึ่งๆ ควรจุ่มอยู่ระหว่าง 5 ถึง 15 วินาที ในกรณีที่หน้าตัดของคอนกรีตบางเกินไปจนไม่อาจแหย่เครื่องสั่นลงไปได้ ก็ให้ใช้เครื่องสั่นนั้นแนบกับข้างแบบ หรือใช้วิธีอื่นที่ได้รับการเห็นชอบแล้ว สำหรับองค์อาคารสูงๆ และหน้าตัดกว้าง เช่น เสาขนาดใหญ่ควรใช้เครื่องสั่นชนิดเกาะติดกับข้างแบบ แต่ทั้งนี้แบบหล่อต้องแข็งแรงพอที่จะสามารถรับความสั่นได้โดยไม่ทำให้รูปร่างขององค์อาคารผิดไปจากที่กำหนด จะต้องมีเครื่องสั่นคอนกรีตสำรองอย่างน้อยหนึ่งเครื่องประจำ ณ สถานที่ก่อสร้างเสมอในขณะเทคอนกรีต

3.5.4 การหยุดเทคอนกรีต

ในกรณีที่ไม่สามารถเทคอนกรีตให้เสร็จในครั้งเดียวกันก็ให้หยุดเทตามที่วิศวกรกำหนด หรือตามตำแหน่งดังนี้

- สำหรับเสาให้หยุดที่ระดับ 25 มม.ต่ำจากท้องคาน
- สำหรับคาน และพื้นให้หยุดที่ระยะ L/3 จากที่รองรับที่เทต่อเนื่องมา โดยหยุดเป็นแนวดิ่งตรง
- สำหรับโครงสร้างพิเศษให้เป็นไปตามข้อกำหนดในแบบก่อสร้าง
- สำหรับกำแพง ค.ส.ล. ให้เสริมเหล็กตามที่วิศวกรกำหนดตามแนวนอนใต้รอยหยุด 25 มม.

เมื่อจะเทคอนกรีตต่อจากที่หยุดไว้ ให้กะเทาะทำความสะอาดหน้าคอนกรีตเก่า และแปรงด้วยแปรงลวดราดน้ำเปียกแล้วใช้น้ำยาผสมปูนซีเมนต์ และทรายในอัตราส่วนที่เท่าๆ กัน ราดให้ทั่วผิวหน้าที่จะเทคอนกรีตต่อแล้วจึงเทคอนกรีตต่อไปได้ สำหรับรอยต่อคอนกรีตส่วนที่สัมผัสกับพื้นดิน และน้ำให้ใส่ Water Stop ขนาด ไม่เล็กกว่า 200 มม. เมื่อเทคอนกรีตในขณะที่มีอากาศร้อนจัด จะต้องราดน้ำไม้แบบให้เปียกชุ่ม และมีที่บังแดดมิให้ถูกพื้นที่ที่จะเทคอนกรีตโดยตรงในฤดูฝนผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุกันฝนไว้ให้พร้อม เพื่อปกปิดหน้าคอนกรีตที่ยังไม่แข็งตัวในขณะที่ฝนตก

3.6 รอยต่อ และสิ่งที่ฝังในคอนกรีต

3.6.1 รอยต่อขณะก่อสร้างอาคาร (Construction Joint)

- ในกรณีมิได้ระบุตำแหน่ง และรายละเอียดของรอยต่อนี้ในแบบ จะต้องจัดทำ และวางในตำแหน่งซึ่งจะทำให้โครงสร้างเสียความแข็งแรงน้อยที่สุด และให้เกิดรอยร้าวเนื่องจากการหดตัวน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ และจะต้องได้รับความเห็นชอบก่อน
- ผิวบนของผนัง และเสาคอนกรีตจะต้องอยู่ในแนวราบ คอนกรีตซึ่งเททับเหนือรอยต่อขณะก่อสร้างที่อยู่ในแนวราบ จะต้องไม่ใช้คอนกรีตส่วนแรกที่ออกจากเครื่องผสม และจะต้องอัดแน่นให้ทั่วโดยอัดให้เท่ากับคอนกรีตซึ่งเทไว้ก่อนแล้ว
- ในกรณีของผิวทางแนวตั้ง ให้ใช้ปูนทรายในอัตราส่วน 1 : 1 ผสมน้ำข้นๆ ไล้ที่ผิวให้ทั่วก่อนที่จะเทคอนกรีตใหม่ลงไป
- สำหรับรอยต่อในผนังทั้งหมด และระหว่างผนังกับแผ่นพื้น หรือฐานราก หากมิได้ระบุในแบบเป็นอย่างอื่น ให้เดินเหล็กเสริมต่อเนื่องผ่านรอยต่อไป และจะต้องใส่สลัก และเดือยเอียงตามแต่วิศวกรผู้ควบคุมงานจะเห็นสมควร โดยจะต้องมีสลักตายยาวลึกอย่างน้อย 50 มม.
- ในกรณีที่เทคอนกรีตเป็นชั้นๆ จะต้องยึดเหล็กที่โผล่เหนือแต่ละชั้นให้แน่นหนา เพื่อป้องกันการเคลื่อนตัวของเหล็กเสริมขณะเทคอนกรีต และในขณะคอนกรีตกำลังก่อตัว

- ในขณะคอนกรีตยังไม่ก่อตัวให้ขจัดฝ้าน้ำปูน และวัสดุที่หลุดร่วงออกให้หมด โดยไม่เป็นต้องทำให้ผิวหยาบอีก แต่หากไม่สามารถปฏิบัติตามนี้ได้ ก็ให้ขจัดออกโดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสมหลังจากเทคอนกรีตแล้ว 24 ชั่วโมงขึ้นไป แล้วให้ล้างผิวที่ทำให้หยาบนั้นด้วยน้ำสะอาดทันที ก่อนที่จะเทคอนกรีตใหม่ให้พรมน้ำผิวคอนกรีตที่รอยต่อทุกแห่งให้ชื้นแต่ไม่ให้เปียกโชก
- ถ้าหากต้องการ หรือได้รับการยินยอม อาจเพิ่มความยึดหน่วงได้ตามวิธีต่อไปนี้

3.6.1.1 ใช้สารผสมเพิ่มที่ได้รับความเห็นชอบแล้ว

3.6.1.2 ใช้สารหน่วงซึ่งได้รับความเห็นชอบแล้ว เพื่อทำให้การก่อตัวของมอร์ต้าที่ผิวช้าลงแต่ห้ามใส่มากจนไม่ก่อตัวเลย

3.6.1.3 ทำผิวคอนกรีตให้หยาบตามวิธีที่ได้รับรับรองแล้ว โดยวิธีนี้จะทำให้มวลรวมโผล่ โดยสม่ำเสมอปราศจากฝ้าน้ำปูน หรือเม็ดมวลรวมที่หลุดร่วง หรือผิวคอนกรีตที่ชำรุด

3.6.2 วัสดุฝังในคอนกรีต

- ก่อนเทคอนกรีตจะต้องฝังปลอก ไส้ สมอ และวัสดุฝังอื่นๆ ที่จะต้องทำงานต่อไปในภายหลังให้เรียบร้อย
- ผู้รับจ้างช่วงซึ่งทำงานเกี่ยวข้องกับงานคอนกรีต จะต้องได้รับแจ้งล่วงหน้าเพื่อให้มีโอกาสที่จะจัดวางสิ่งซึ่งจะฝังได้ทันก่อนการเทคอนกรีต
- จะต้องจัดวางแผ่นกันน้ำ ท่อร้อยสายไฟ และสิ่งซึ่งจะฝังอื่นๆ เข้าที่ให้ถูกตำแหน่งอย่างแน่นอน และยึดให้ดีเพื่อมิให้เกิดการเคลื่อนตัว สำหรับช่องว่างในปลอกไส้ และร่องสมอ จะต้องอุดด้วยวัสดุที่จะเอาออกได้ง่ายเป็นการชั่วคราว เพื่อป้องกันมิให้คอนกรีตไหลเข้าไปในช่องว่างนั้น
- รอยต่อระหว่างคอนกรีตของผนัง ถังน้ำ และสระว่ายน้ำ จะต้องใส่ Water Stop ยาวตลอดโดยใช้ขนาดตามที่ระบุในแบบรายละเอียด การต่อ Water Stop ให้ต่อทาบยาว 200 มม. ทาด้วยกาวชนิดพิเศษ

3.6.3 รอยต่อสำหรับพื้นถนน

รอยต่อทางยาวตลอดจนรอยต่อสำหรับกันการหด และการยึดตัวจะต้องอยู่ในตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบ ในกรณีที่ไม่สามารถเทคอนกรีตได้เต็มช่วง จะต้องทำรอยต่อขณะก่อสร้างขึ้นในช่วงหนึ่งๆ จะมีรอยต่อระหว่างก่อสร้างเกินหนึ่งรอยไม่ได้ และรอยต่อดังกล่าวจะต้องอยู่ภายในช่วงกลางแบ่งสามส่วนของช่วง

ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ สำหรับรอยต่อต่างๆ จะยอมให้มีความผิดพลาดมากที่สุดได้ไม่เกินค่าต่อไปนี้

ระยะทางแนวราบ	6	มม.
ระยะทางแนวดิ่ง	3	มม.

3.7 การซ่อมผิวที่ชำรุด

3.7.1 ห้ามปะซ่อมรูร้อยเหล็กยึด และเนื้อที่ชำรุดทั้งหมดก่อนที่วิศวกร หรือผู้แทนผู้ว่าจ้างจะได้ตรวจสอบแล้ว

3.7.2 สำหรับคอนกรีตที่เป็นรูพรุนเล็กๆ และชำรุดเล็กน้อย หากวิศวกรลงความเห็นว่าพอที่จะซ่อมแซมให้ดีได้ จะต้องสกัดคอนกรีตที่ชำรุดออกให้หมดจนถึงคอนกรีตดี เพื่อป้องกันมิให้น้ำในมอร์ต้าที่จะปะซ่อมนั้นถูกดูดซึมไป จะต้องทำคอนกรีตบริเวณที่จะปะซ่อม และเนื้อที่บริเวณโดยรอบเป็นระยะออกไปอย่างน้อย 150 มม. มอร์ต้าที่ใช้เป็นตัวประสานจะต้องประกอบด้วยส่วนผสมของซีเมนต์ 1 ส่วนต่อทรายละเอียดซึ่งผ่านตะแกรงเบอร์ 30 แล้ว 1 ส่วน ให้ละเลงมอร์ต้านี้ให้ทั่วพื้นที่ผิว

3.7.3 ส่วนผสมสำหรับใช้อุดให้ประกอบด้วยซีเมนต์ 1 ส่วนต่อทรายที่ใช้ผสมคอนกรีต 2 1/2 ส่วน โดยปริมาตรชื้น และหลวม สำหรับคอนกรีตเปลือยภายนอกให้ผสมซีเมนต์ขาวเข้ากับซีเมนต์ธรรมดา 2 ส่วน บ้าง เพื่อให้ส่วนผสมที่ปะซ่อมมีสีกลมกลืนกับสีของคอนกรีตข้างเคียง ทั้งนี้โดยใช้วิธีทดลองหาส่วนผสมเอาเอง

3.7.4 ให้จำกัดปริมาณของน้ำให้พอดีเท่าที่จำเป็นในการยกย้าย และการปะซ่อมเท่านั้น

3.7.5 หลังจากที่น้ำซึ่งค้างบนผิวได้ระเหยออกจากพื้นที่ที่จะปะซ่อมหมดแล้ว ให้ละเลงชั้นยึดหน่วงลงบนผิวนั้นให้ทั่ว เมื่อชั้นยึดหน่วงนี้เริ่มเสียน้ำให้ฉาบมอร์ต้าที่ใช้ปะซ่อมทันที ให้อัดมอร์ต้าให้แน่นโดยทั่วถึง และปาดออกให้เนื้อนูนกว่าคอนกรีตโดยรอบเล็กน้อย และจะต้องทิ้งไว้เฉยๆ อย่างน้อย 1 ชั่วโมง เพื่อให้เกิดการหดตัวขั้นต้นก่อนที่จะตกแต่งขั้นสุดท้ายบริเวณที่ปะซ่อมแล้วให้รักษาให้ชื้นอย่างน้อย 7 วัน สำหรับผิวคอนกรีตเปลือยที่ต้องการรักษาลายไม้แบบ ห้ามใช้เครื่องมือที่เป็นโลหะฉาบเป็นอันขาด

3.7.6 ในกรณีที่รูพรุนนั้นกว้างมาก หรือลึกจนมองเห็นเหล็ก และหากวิศวกรลงความเห็นว่าอยู่ในวิสัยที่จะซ่อมแซมได้ ก็ให้ปะซ่อมได้โดยใช้มอร์ต้าชนิดที่ผสมตัวยากันการหดตัว (Non Shrink Mortar) เป็นวัสดุแทนปูนทรายธรรมดา หากคอนกรีตที่เหลือเป็นคอนกรีตดี แต่มีรูพรุนมากให้ใช้ Pressurized Epoxy Grouting ชั้นหนึ่งก่อนที่จะปะซ่อม ทั้งนี้ ให้ปฏิบัติตามข้อแนะนำของผู้ผลิตโดยเคร่งครัด

3.7.7 ในกรณีที่โพรงใหญ่ และลึกมากหรือเกิดข้อเสียหายใดๆ เช่นคอนกรีตมีกำลังต่ำกว่ากำหนด และวิศวกรผู้ควบคุมงานมีความเห็นว่าอาจทำให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้อาคารได้

ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการแก้ไขข้อบกพร่องเหล่านั้นตามวิธีที่วิศวกรผู้ควบคุมงานได้เห็นชอบด้วยแล้ว หรือหากวิศวกรผู้ควบคุมงานเห็นว่าการชำรุดมากจนไม่อาจแก้ไขให้ดีได้ อาจสั่งให้ทุบทิ้งแล้วสร้างขึ้นใหม่ โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งสิ้น

3.8 การบ่มและการป้องกัน

หลังจากได้เทคอนกรีตแล้ว และอยู่ในระยะกำลังแข็งตัว จะต้องป้องกันคอนกรีตนั้นจากอันตรายที่อาจเกิดจากแสงแดด ลมแห้ง ฝน น้ำไหล การเสียด และจากการบรรทุกน้ำหนักเกินสมควร สำหรับคอนกรีตซึ่งใช้ปูนซีเมนต์ชนิดที่ 1 จะต้องรักษาให้ชื้นต่อเนื่องกันเป็นเวลาอย่างน้อย 7 วัน โดยวิธีคลุมด้วยกระสอบ หรือผ้าใบเปียก หรือขัง หรือพ่นน้ำ หรือโดยวิธีที่เหมาะสมอื่นๆ ตามที่วิศวกรผู้ควบคุมงานเห็นชอบ สำหรับผิวคอนกรีตในแนวตั้ง เช่น เสา ผนัง และด้านข้างของคาน ให้หุ้มกระสอบ หรือผ้าใบให้เหลื่อมซ้อนกัน และรักษาให้ชื้น โดยให้สิ่งที่คลุมนี้แนบติดกับคอนกรีต ในกรณีที่ใช้ปูนซีเมนต์ชนิดให้กำลังสูงเร็ว ระยะเวลาการบ่มชื้นให้อยู่ในวินิจฉัยของวิศวกร ผู้ควบคุมงาน

3.9 การทดสอบ

3.9.1 การทดสอบแท่งกระบอกคอนกรีต ชิ้นตัวอย่างสำหรับการทดสอบอาจนำมาจากทุกๆ รถ หรือตามแต่วิศวกรจะกำหนด แต่ทั้งนี้จำนวนของการเก็บตัวอย่างต้องไม่น้อยกว่า 1 ครั้งต่อวัน หรือ 1 ครั้ง ต่อการเทคอนกรีตต่อเนื่องทุกๆ 25 ลบ.ม. โดยจะต้องเก็บชิ้นตัวอย่างไม่น้อยกว่า 6 ชิ้น สำหรับทดสอบ 7 วัน 3 ก้อน และ 28 วัน 3 ก้อน วิธีเก็บ เตรียม บ่ม และทดสอบชิ้นตัวอย่างให้เป็นไปตาม "วิธีทำ และบ่มชิ้นตัวอย่างคอนกรีตรับแรงอัด และแรงดัดในสนาม" (ASTM C31) และ "วิธีทดสอบสำหรับกำลังอัดของแท่งกระบอกคอนกรีต" (ASTM C390) ตามลำดับ

3.9.2 รายงานผู้รับจ้างจะต้องส่งรายงานผลการทดสอบกำลังอัดคอนกรีตรวม 3 ชุด สำหรับผู้แทนผู้ว่าจ้าง 1 ชุด และสำนักงานวิศวกร และสถาปนิก 2 ชุด
รายงานจะต้องรวบรวมข้อมูลต่างๆ ดังต่อไปนี้

- วันที่หล่อ
- วันที่ทดสอบ
- ประเภทของคอนกรีต
- ค่าการยุบ
- ส่วนผสม
- หน่วยน้ำหนัก

- กำลังอัด

3.9.2..1 ณ จุดเริ่มร้าว

3.9.2..2 ณ จุดประลัย

3.9.3 การทดสอบแนว ระดับ ความลาด และความไม่สม่ำเสมอของพื้นถนนคอนกรีตในบริเวณอาคาร เมื่อคอนกรีตพื้นถนนแข็งตัวแล้ว จะต้องทำการตรวจสอบแนวระดับความลาดตลอดจนความไม่สม่ำเสมอต่างๆ อีกครั้งหนึ่ง หาก ณ จุดใดผิวถนนสูงกว่าบริเวณข้างเคียงเกิน 3 มม. จะต้องขัดออก แต่ถ้าสูงมากกว่านั้นผู้รับจ้างจะต้องทุบพื้นช่วงนั้นออกแล้วหล่อใหม่โดยต้องออกค่าใช้จ่ายเองทั้งหมด

3.9.4 การทดสอบความหนาของพื้นคอนกรีตในบริเวณอาคาร
ผู้ว่าจ้าง หรือผู้แทนอาจกำหนดให้มีการทดสอบความหนาของพื้นถนนคอนกรีตโดยวิธีเจาะเอาแก่นไปตรวจตามวิธีของ ASTM C174 ก็ได้ หากปรากฏว่าความหนาเฉลี่ยน้อยกว่าที่กำหนดเกิน 3 มม. วิศวกรผู้ออกแบบ จะเป็นผู้ตัดสินว่าถนนนั้นมีกำลังพอจะรับน้ำหนักบรรทุกที่คำนวณออกแบบไว้ ได้หรือไม่ หากวิศวกรลงความเห็นว่าพื้นถนนนั้นไม่แข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักบรรทุกที่คำนวณออกแบบไว้ได้ ผู้รับจ้างจะต้องทุบออกแล้วเทคอนกรีตใหม่โดยจะเรียกเงินเพิ่มจากผู้ว่าจ้างมิได้

3.10 การประเมินผลการทดสอบกำลังอัด

3.10.1 ค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบชิ้นตัวอย่างสามชิ้น หรือมากกว่าซึ่งบ่มในห้องปฏิบัติการจะต้องไม่ต่ำกว่าค่าที่กำหนด และจะต้องไม่มีค่าใดต่ำกว่าร้อยละ 80 ของค่ากำลังอัดที่กำหนด

3.10.2 หากกำลังอัดมีค่าต่ำกว่าที่กำหนด ก็อาจจำเป็นต้องเจาะเอาแก่นคอนกรีตไปทำการทดสอบ

3.10.3 การทดสอบแก่นคอนกรีตจะต้องปฏิบัติตาม "วิธีเจาะและทดสอบแก่นคอนกรีตที่เจาะและคานคอนกรีตที่เลื่อยตัดมา" (ASTM C24) การทดสอบแก่นคอนกรีตต้องกระทำในสภาพผึ่งแห้งในอากาศ

3.10.4 องค์อาคาร หรือพื้นที่คอนกรีตส่วนใดที่วิศวกรพิจารณาเห็นว่าไม่แข็งแรงพอให้เจาะแก่นอย่างน้อยสองก้อนจากแต่ละองค์อาคาร หรือพื้นที่นั้นๆ ตำแหน่งที่จะเจาะแก่นให้วิศวกรเป็นผู้กำหนด

3.10.5 กำลังของแก่นที่ได้จากแต่ละองค์อาคาร หรือพื้นที่จะต้องมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ หรือสูงกว่าร้อยละ 90 ของกำลังที่กำหนดจึงจะถือว่าใช้ได้

3.10.6 จะต้องอุดรูซึ่งเจาะเอาแก่นออกมาตามวิธีในข้อ 3.7 ด้วย Non Shrink Mortar

3.10.7 หากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าคอนกรีตมีความแข็งแรงไม่พอ จะต้องทุบคอนกรีตนั้นทิ้งแล้วหล่อใหม่โดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น

3.10.8 ชิ้นตัวอย่างแท่งกระบอกคอนกรีตอาจใช้ลูกบาศก์ขนาด 150x150x150 มม. แทนได้ โดยให้เปรียบเทียบค่ากำลังอัดตามมาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กของ ว.ส.ท.

งานแบบหล่อคอนกรีต

Concrete Forming

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้คำนวณออกแบบงานไม้ โดยต้องคำนึงถึงการโก่งตัวขององค์อาคารอย่างระมัดระวังและจะต้องใช้แรงงานที่มีฝีมือและความชำนาญในการติดตั้งงานไม้แบบ เพื่อให้ได้ผิวคอนกรีตที่ดี มีขนาดตามระบุในแบบ

1.2 ค้ำยัน

1.2.1 เมื่อใช้ค้ำยัน การต่อ หรือวิธีการค้ำยันซึ่งได้จดทะเบียนสิทธิบัตรไว้ จะต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำของผู้ผลิตเกี่ยวกับความสามารถในการรับน้ำหนักอย่างเคร่งครัดในเรื่องการยึดโยงและน้ำหนักบรรทุกความปลอดภัยสำหรับความยาวระหว่างที่ยึดของค้ำยัน

1.2.2 ห้ามใช้การต่อแบบทาบมากกว่า 3 อันสลับกันสำหรับค้ำยันใต้แผ่นพื้น หรือไม่เกินทุกๆ 3 อันสำหรับค้ำยันใต้คาน และห้ามต่อค้ำยันเกินกว่าหนึ่งแห่ง นอกจากจะมีการยึดทแยงที่จุดต่อทุกๆ แห่ง การต่อค้ำยันดังกล่าวจะต้องกระจายให้สม่ำเสมอทั่วไปเท่าที่จะทำได้ รอยต่อจะต้องไม่อยู่ใกล้กับกึ่งกลางของตัวค้ำยันโดยไม่มีที่ยึดด้านข้าง ทั้งนี้ เพื่อป้องกันการโก่ง

1.2.3 จะต้องคำนวณ ออกแบบรอยให้ต้านทานการโก่งและการดัด เช่นเดียวกับองค์อาคารที่รับแรงอัดอื่นๆ วัสดุที่ใช้ต่อค้ำยันไม้จะต้องไม่สั้นกว่าหนึ่งเมตร

1.3 การยึดทแยง ระบบไม้แบบจะต้องคำนวณการออกแบบให้ถ่ายแรงทางข้างลงสู่พื้นดินในลักษณะปลอดภัยตลอดเวลา จะต้องจัดให้มีการยึดทแยงทั้งในระนาบดิ่งและระนาบตามต้องการ เพื่อให้มีสติฟเนส (Stiffness) สูง และเพื่อป้องกันการโก่งขององค์อาคารเดี่ยวๆ

1.4 งานไม้แบบสำหรับฐานราก จะต้องสร้างให้สามารถปรับระดับทางแนวดิ่งได้ เพื่อเป็นการชดเชยกับการทรุดตัวที่อาจเกิดขึ้น เพื่อให้เกิดการทรุดตัวน้อยที่สุดเมื่อรับน้ำหนักเต็มที่ ในกรณีที่ใช้ไม้ต้องพยายามให้มีจำนวนรอยต่อทางแนวราบน้อยที่สุดโดยเฉพาะจำนวนรอยต่อ ซึ่งแนวเสี้ยนบรรจบบนแนวเสี้ยนด้านข้างอาจใช้ลิ่มสอดที่ยอดหรือก้นของค้ำยันอย่างใดอย่างหนึ่ง แต่จะใช้สองปลายไม่ได้ เพื่อให้สามารถปรับแก้การทรุดตัวที่ไม่สม่ำเสมอทางแนวดิ่งได้ หรือเพื่อสะดวกในการถอดแบบ

1.5 ผู้รับจ้างจะต้องส่งแบบแสดงรายละเอียดของงานแบบหล่อ เพื่อให้ผู้ควบคุมงานอนุมัติก่อน หากแบบดังกล่าวไม่ถูกต้องครบถ้วน ผู้รับจ้างจะต้องจัดการแก้ไขตามที่กำหนดให้แล้วเสร็จก่อนที่จะเริ่มงาน การที่ผู้ควบคุมงานอนุมัติในแบบที่จะเสนอแก้ไขมาแล้ว มิได้หมายความว่าผู้รับจ้างจะหมดความรับผิดชอบที่จะต้องทำการก่อสร้างให้ดี และดูแลรักษาให้แบบหล่ออยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดีตลอดเวลา

1.6 สมมติฐานในการคำนวณออกแบบสำหรับแบบหล่อจะต้องแสดงค่าต่างๆ ที่สำคัญ ตลอดจนสภาพการบรรทุกน้ำหนัก รวมทั้งน้ำหนักบรรทุกจร อัตราการบรรทุก ความสูงของคอนกรีตที่จะปล่อยลงมา น้ำหนักอุปกรณ์เคลื่อนที่ซึ่งอาจต้องทำงานบนแบบหล่อ แรงดันฐาน หน่วยแรงต่างๆ และข้อมูลที่สำคัญอื่นๆ

1.7 รายการต่างๆ ที่ต้องปรากฏในแบบสำหรับงานแบบหล่อ มีดังนี้

1.7.1 สมอ ค้ำยันการยึดโยง

1.7.2 การปรับแบบหล่อในระหว่างเทคอนกรีต

1.7.3 แผ่นกั้นน้ำ ร่องลิ้น และสิ่งที่จะต้องสอดไว้

1.7.4 นั่งร้าน

1.7.5 รูน้ำตา หรือรูที่เจาะไว้สำหรับเครื่องจี้ ถ้ากำหนด

1.7.6 ช่องสำหรับทำความสะอาด

1.7.7 รอยต่อในขณะก่อสร้าง รอยต่อสำหรับควบคุม และรอยต่อขยายตัวตามที่ระบุในแบบ

1.7.8 แถบมนสำหรับมุมที่ไม่ฉาบ (เปลือย)

1.7.9 การยกท้องคาน และพื้นกันแอ่น

1.7.10 การเคลือบผิวแบบหล่อ

1.7.11 รายละเอียดในการค้ำยัน ปกติจะไม่ยอมให้มีการค้ำยันซ้อน นอกจากผู้ควบคุมงานจะอนุมัติ

2. ผลิตภัณฑ์

ผู้รับจ้างอาจใช้วัสดุใดทำแบบหล่อก็ได้ การทำแบบหล่อจะต้องให้พอดี เมื่อคอนกรีตแข็งตัวแล้วจะอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง มีขนาดและผิวตรงตามที่กำหนดในแบบ

3. การดำเนินการ

3.1 ทั่วไป

- แบบหล่อจะต้องได้รับการตรวจก่อนที่จะเรียงเหล็กเสริมได้
- แบบหล่อจะต้องแน่นสนิท เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำปูนไหลออกจากคอนกรีต
- แบบหล่อจะต้องสะอาด ในกรณีที่ไม่สามารถเข้าถึงก้นแบบจากภายในได้ จะต้องจัดช่องไว้สำหรับขจัดสิ่งที่ไม่ต้องการต่างๆ ออกก่อนเทคอนกรีต
- ห้ามนำแบบหล่อที่ชำรุดจนถึงขั้นที่จะทำลายผิวหน้า หรือคุณภาพคอนกรีตได้มาใช้อีก
- ให้หลีกเลี่ยงการบรรทุกน้ำหนักบนคอนกรีตซึ่งเทได้เพียงหนึ่งสัปดาห์ ห้ามโยนของหนักๆ เช่น มวลรวมไม้ กระดาน เหล็กเสริม หรืออื่นๆ ลงบนคอนกรีตใหม่ หรือแม้กระทั่งการกองวัสดุ
- ห้ามโยนหรือกองวัสดุก่อสร้างบนแบบหล่อในลักษณะที่จะทำให้แบบหล่อนั้นชำรุด หรือเป็นการเพิ่มน้ำหนักเกินไป

3.2 งานปรับแบบหล่อ

3.2.1 ก่อนเทคอนกรีต

- จะต้องติดตั้งอุปกรณ์สำหรับให้ความสะดวกในการจัดการเคลื่อนตัวของแบบหล่อขณะเทคอนกรีตไว้ที่แบบส่วนที่มีที่รองรับ
- หลังจากตรวจสอบขั้นสุดท้ายก่อนเทคอนกรีต จะต้องใช้ลิ่มที่ใช้ในการจัดแบบหล่อให้ได้ที่ให้แน่นหนา
- จะต้องยึดแบบหล่อกับค้ำยันข้างใต้ให้แน่นหนาพอที่จะไม่เกิดการเคลื่อนตัวทั้งทางด้านข้าง และด้านขึ้นลงของส่วนหนึ่งส่วนใดของระบบแบบหล่อทั้งหมดขณะเทคอนกรีต
- จะต้องเผื่อระดับมุมไว้สำหรับรอยต่อต่างๆ ของแบบหล่อ การทรุดการหดตัวของไม้ การแอ่น เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกคงที่ และการหดตัวทางอีลาสติกขององค์อาคารในแบบหล่อตลอดจนการยกท้องคานและพื้น ซึ่งกำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง
- จะต้องจัดเตรียมวิธีปรับระดับของค้ำยัน ในกรณีที่เกิดการทรุดตัวมากเกินไป เช่น ใช้ลิ่มหรือแม่แรง
- ควรจัดทำทางเดินสำหรับอุปกรณ์ที่เคลื่อนที่ได้ โดยทำเสาหรือขารองรับตามแต่ต้องการและต้องวางบนแบบหล่อ หรือองค์อาคารที่เป็นโครงสร้างโดยตรง ไม่ควรวางบนเหล็กเสริม นอกจากจะทำที่รองรับเหล็กนั้นเป็นพิเศษ แบบหล่อจะต้องพอเหมาะกับที่รองรับของบนทางเดินดังกล่าว โดยยอมให้เกิดการแอ่น ความคลาดเคลื่อน หรือการเคลื่อนตัวทางข้างไม่เกินค่าที่ยอมให้

3.2.2 ระหว่างและหลังการเทคอนกรีต

- ในระหว่างและหลังการเทคอนกรีต จะต้องตรวจสอบระดับการยกท้องคานและพื้น และการได้ดิ่งของระบบแบบหล่อ หากจำเป็นต้องรีบดำเนินการแก้ไขทันทีในระหว่างการก่อสร้าง หากปรากฏว่าแบบหล่อเริ่มไม่แข็งแรง และแสดงให้เห็นว่าเกิดการทรุดตัวมากเกินไปหรือเกิดการโก่งบิดเบี้ยวแล้ว ให้หยุดงานทันที หากเห็นว่าส่วนใดชำรุดมาก ให้รื้อออกแล้วเสริมแบบหล่อให้แข็งแรงยิ่งขึ้น
- จะต้องมีผู้เฝ้าคอยสังเกตแบบหล่ออยู่ตลอดเวลา เพื่อที่ว่าเมื่อเห็นว่าสมควรจะแก้ไขส่วนใดจะได้ดำเนินการได้ทันที ผู้ที่ทำหน้าที่นี้ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยเป็นหลักสำคัญ
- การถอดแบบหล่อและที่รองรับ หลังจากการเทคอนกรีตแล้วจะต้องคงที่รองรับไว้กับที่เป็นเวลาไม่น้อยกว่าที่กำหนดข้างล่างนี้ ในกรณีที่ใช้คอนกรีตชนิดที่ให้กำลังสูงเร็ว อาจลดระยะเวลาดังกล่าวลงได้ตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

ค้ำยันใต้คาน	21	วัน
ค้ำยันใต้แผ่นพื้น	21	วัน
ผนัง	48	ชั่วโมง

เสา 48 ชั่วโมง

ผู้ควบคุมงานอาจสั่งให้ยืดเวลาการถอดแบบออกไปอีกได้หากเห็นสมควร

3.3 การแก้ไขผิวที่ไม่เรียบร้อย

3.3.1 ทันทีที่ถอดแบบจะต้องทำการตรวจสอบ หากพบว่าคอนกรีตไม่เรียบร้อยจะต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบทันที เมื่อผู้ควบคุมงานให้ความเห็นชอบวิธีการแก้ไขแล้ว ผู้รับจ้างต้องดำเนินการซ่อมในทันที

3.3.2 หากปรากฏว่ามีการซ่อมแซมผิวคอนกรีตก่อนได้รับการตรวจสอบจากผู้ควบคุมงาน คอนกรีตส่วนนั้นอาจถือเป็นคอนกรีตเสียได้

งานเหล็กเสริมคอนกรีต

Concrete Reinforcing

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 ข้อกำหนดในหมวดนี้ให้รวมถึงการจัดหา การตัด การดัด และการเรียงเหล็กเสริม ตามชนิดและชั้นที่ระบุไว้ในแบบและรายการประกอบแบบ งานที่ทำจะต้องตรงตามแบบและตามคำแนะนำของผู้ควบคุมงานอย่างเคร่งครัด รายละเอียดเกี่ยวกับเหล็กเสริมคอนกรีตซึ่งมิได้ระบุในแบบและรายการประกอบแบบนี้ให้ปฏิบัติตาม "มาตรฐานอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน" ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

1.2 รายการอ้างอิง

- มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม *มอก. 20 - 2543* เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต: เหล็กเส้นกลม
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม *มอก. 24 – 2548* เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต: เหล็กข้ออ้อย
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม *มอก. 138 - 2535* ลวดผูกเหล็ก

2. ผลิตภัณฑ์

2.1 เหล็กเสริมคอนกรีต หมายถึง เหล็กเส้นกลมเกลี้ยงธรรมดาหรือเหล็กข้ออ้อย เป็นเหล็กที่มีขนาดโตเสมอต้นเสมอปลาย มีพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่าการคำนวณจากเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กตามระบุในแบบ เป็นเหล็กใหม่ผิวสะอาด ปราศจากสนิมขุม หรือน้ำมัน ไม่มีรอยแตกร้าว และมีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. ทั้งขนาด น้ำหนัก และคุณสมบัติอื่นๆ

2.2 ปริมาณและขนาดทั้งหมดของเหล็กเสริมคอนกรีต ให้ถือตามที่กำหนดไว้ในแบบโครงสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมเหล็กเสริมตามตำแหน่ง ปริมาณและขนาด ให้ถูกต้องตามแบบและรายการประกอบแบบโดยเคร่งครัด

2.3 คุณสมบัติของเหล็กเสริมคอนกรีต

ถ้าไม่ได้ระบุไว้ในแบบ ให้ใช้คุณสมบัติของเหล็กเสริมคอนกรีตดังต่อไปนี้

ก. เหล็กเส้นกลม (SR-24) ใช้สำหรับเหล็กที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 ถึง 9 มิลลิเมตร คุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม *มอก. 20 - 2543* เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต: เหล็กเส้นกลม

ข. เหล็กข้ออ้อย (SD-40) ใช้สำหรับเหล็กที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 12 ถึง 32 มิลลิเมตร คุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม *มอก. 24 - 2548* เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต: เหล็กข้ออ้อย

3. การดำเนินการ

3.1 การทดสอบ

3.1.1 ผู้ควบคุมงานมีสิทธิสั่งให้ผู้รับจ้างสุ่มนำตัวอย่างเหล็กแต่ละขนาดจากเหล็กกองใดๆ ก็ได้ ที่นำมาใช้ไปทำการทดสอบคุณสมบัติดังกล่าวข้างต้น ณ สถาบันที่เชื่อถือได้ และต้องเสนอผลการทดสอบเหล็กตัวอย่างต่อผู้ควบคุมงานเป็นจำนวน 3 ชุด ทุกครั้งที่มีการเก็บตัวอย่าง โดยผู้รับจ้างจะต้องออกค่าใช้จ่ายในการทดสอบเองทั้งสิ้น การสุ่มเก็บตัวอย่างให้ทำทุกครั้งเมื่อมีการส่งเหล็กเส้นเข้าสู่หน่วยงานก่อสร้าง

3.1.2 เหล็กเสริมที่ผ่านการทดสอบคุณภาพแล้วเท่านั้น จึงจะสามารถนำมาใช้ในงานก่อสร้างได้ ส่วนเหล็กเสริมที่รอผลการทดสอบห้ามนำมาใช้ และห้ามนำเหล็กรีดซ้ำ (SRR) มาใช้ในงานก่อสร้างโครงการนี้เหล็กเสริมที่มีคุณภาพต่ำกว่าข้อกำหนดให้ผู้รับจ้างนำออกไปให้พ้นบริเวณก่อสร้างโดยทันที

3.2 การเก็บรักษาเหล็กเสริมคอนกรีต

3.2.1 จะต้องเก็บเหล็กเสริมคอนกรีตไว้เหนือพื้นดินอย่างน้อย 300 มิลลิเมตร และต้องมีหลังคาป้องกัน น้ำค้าง น้ำฝน และเก็บรักษาให้พ้นสิ่งสกปรก ดิน สี น้ำมัน ฯลฯ

3.2.2 เหล็กเสริมคอนกรีตที่ส่งเข้าหน่วยงานก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องจัดกองเก็บแยกกองก่อนหลัง ที่นำเข้ามาตามลำดับ เหล็กที่นำเข้ามาก่อนซึ่งได้รับการตรวจสอบและอนุมัติจากผู้ควบคุมงานแล้ว ให้นำไปใช้ก่อน โดยไม่ปะปนกับเหล็กที่นำเข้ามาใหม่ ซึ่งยังไม่ได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน

3.3 วิธีการก่อสร้าง

3.3.1 การตัดและประกอบเหล็กเสริม จะต้องมีขนาดตรงตามที่กำหนดในแบบ การตัดและดัดจะต้องไม่ทำให้เหล็กเสริมชำรุดเสียหาย

3.3.2 การงอเหล็กเสริมจะต้องใช้วิธีดัดงอเย็นสำหรับของอ หากในแบบไม่ได้ระบุถึงรัศมีของการงอเหล็ก ให้งอตามกำหนดต่อไปนี้

- ส่วนที่งอเป็นครึ่งวงกลม โดยมีส่วนที่ยื่นต่อออกไปอย่างน้อย 4 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กนั้น แต่ระยะยื่นนี้ต้องไม่น้อยกว่า 60 มิลลิเมตร
- ส่วนที่งอเป็นมุมฉาก โดยมีส่วนที่ยื่นต่อออกไปถึงปลายสุดของเหล็กอีกอย่างน้อย 12 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเหล็กนั้น
- เฉพาะเหล็กลูกตั้งและเหล็กปลอก ให้งอ 90 องศา หรือ 135 องศา โดยมีส่วนที่ยื่นถึงปลายขออีกอย่างน้อย 6 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็ก แต่ต้องไม่น้อยกว่า 60 มิลลิเมตร

3.4 การเรียงเหล็กเสริม

3.4.1 ก่อนเรียงเหล็กเสริมเข้าที่จะต้องทำความสะอาดเหล็กมิให้เป็นสนิมขุม และวัสดุเคลือบต่างๆ ที่จะทำให้การยึดเหนียวเสียไป

3.4.2 จะต้องเรียงเหล็กเสริมอย่างประณีต ให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องพอดีและผูกยึดให้แน่นหนา ระหว่างเทคอนกรีต หากจำเป็นอาจใช้เหล็กเสริมพิเศษช่วยในการยึดได้ ซึ่งในแต่ละจุดของโครงสร้าง ผู้รับจ้างต้องจัดยึดให้เหมาะสม

3.4.3 ที่จุดตัดกันของเหล็กเสริมทุกแห่ง จะต้องผูกให้แน่นด้วยลวดผูกเหล็กเบอร์ 18 SWG (Annealed Iron Wire) โดยผูกแบบพันสาแหรกและพับปลายลวดเข้าในส่วนที่จะเป็นเนื้อคอนกรีตภายใน

3.4.4 ให้รักษาระยะห่างระหว่างแบบกับเหล็กเสริมให้ถูกต้อง โดยใช้เหล็กแขวนก้อนมอร์ต้ายึดกับเหล็กเสริม หรือวิธีที่ผู้ควบคุมงานอนุมัติ ก้อนมอร์ต้าให้ใช้ส่วนผสมซีเมนต์ 1 ส่วนต่อทราย 1 ส่วน

3.4.5 ในกรณีที่มีเหล็กเสริมหลายๆ ชั้น จะต้องเสริมโดยมีช่องว่างระหว่างผิวเหล็ก (Clear Distance) ไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 40 มิลลิเมตร

3.4.6 หลังจากผูกเหล็กเสริมแล้วจะต้องให้ผู้ควบคุมงานตรวจก่อนเทคอนกรีตทุกครั้ง หากผูกทิ้งไว้นานเกินควร จะต้องทำความสะอาด และให้ผู้ควบคุมงานตรวจอีกครั้งก่อนเทคอนกรีต เหล็กพื้นเมื่อผูกเสร็จแล้วให้ทำทางเดินเหนือเหล็ก โดยมีที่รองรับวางตรงช่องว่างระหว่างเหล็ก ห้ามเหยียบย่ำบนเหล็กเสริมเป็นอันขาดและต้องตรวจสอบให้ไม้แบบแข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักของทางเดินและน้ำหนักบรรทุกบนทางเดินด้วย

3.5 การต่อเหล็กเสริม

3.5.1 การต่อแบบทาบ ให้ทาบเหล็กเสริมซ้อนกันโดยระยะทาบไม่น้อยกว่า 48 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเส้นกลมธรรมดา และ 36 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กข้ออ้อย แต่ต้องไม่น้อยกว่า 300 มิลลิเมตร แล้วให้มัดด้วยลวดผูกเหล็กเบอร์ 18 SWG. เป็นระยะๆ ทุก 100 มิลลิเมตร การต่อเหล็กเสริมด้วยวิธีทาบในกรณีที่ต่อเหล็กต่างขนาดกัน ให้ใช้ความยาวที่ทาบซ้อนกันตามขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อนเหล็กที่ใหญ่กว่าเป็นหลัก

3.5.2 การต่อแบบเชื่อม ให้ใช้สำหรับเหล็กเสริมที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร ขึ้นไป และเชื่อมด้วยวิธีเหลาปลายเหล็กแบบเหลาดินสอ ชนปลายและต่อเชื่อมด้วยไฟฟ้า (Electric Arc Welding) โดยจะต้องให้กำลังของรอยเชื่อมไม่น้อยกว่าร้อยละ 125 ของกำลังของเหล็กเสริมนั้น ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบส่งตัวอย่างรอยเชื่อม และสำเนาผลการทดสอบกำลังประลัยของรอยเชื่อมจากสถาบันที่กำหนดให้ผู้ควบคุมงานไว้ตรวจสอบ โดยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้าง

3.6 รอยต่อเหล็กเสริม

3.6.1 ในกรณีที่มีความจำเป็นจะต้องต่อเหล็กเสริม ให้ต่อตามตำแหน่งต่อไปนี้

- พื้น ผนัง คสล. ให้ต่อที่บริเวณคานใต้เหล็กเสริมพิเศษ
- คานทั่วไป เหล็กบนต่อที่ประมาณกลางคาน เหล็กล่างต่อที่หน้าเสาถึงระยะ L/5 จากศูนย์กลางเสา

- เสา ต่อบริเวณเหนือระดับพื้น 1.00 เมตร จนถึงระดับกึ่งกลางของความสูง

3.6.2 รอยต่อทุกแห่งจะต้องได้รับการตรวจสอบและอนุมัติโดยผู้ควบคุมงานก่อนเทคอนกรีต หน้าตัดใดๆ ของคาน-พื้น จะมีรอยต่อของเหล็กเสริมเกิน 25% ของจำนวนเหล็กเสริมคานทั้งหมดไม่ได้

3.6.3 หน้าตัดๆ ของเสา, ผนัง จะมีรอยต่อของเหล็กเสริมเกิน 50% ของจำนวนเหล็กเสริมทั้งหมดไม่ได้

3.6.4 คานยื่น และฐานราก ห้ามต่อเหล็กเสริมโดยเด็ดขาด

งานคอนกรีตเทในที่

Cast-in-Place Concrete

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 งานคอนกรีตในที่นี้หมายถึง งานคอนกรีตสำหรับโครงสร้างซึ่งต้องเสร็จสมบูรณ์ และเป็นไปตามแบบและรายการประกอบแบบอย่างเคร่งครัด

1.2 ส่วนที่มิได้ระบุ รายละเอียดเกี่ยวกับองค์อาคารคอนกรีตเสริมเหล็กและงานคอนกรีตให้เป็นไปตาม "มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก" ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

1.3 การเก็บวัสดุ

1.3.1 ให้เก็บปูนซีเมนต์ไว้ในตัวอาคาร ถังเก็บ หรือไซโล ที่ป้องกันความชื้นและความสกปรกได้ และในการส่ง ให้ส่งไปในปริมาณเพียงพอที่จะไม่ทำให้งานคอนกรีตต้องชะงัก หรือล่าช้าไม่ว่ากรณีใด จะต้องแยกวัสดุที่ส่งมาแต่ละครั้งให้ชัดเจนไม่ปะปนกัน

1.3.2 การส่งมวลรวมหยาบ ให้ส่งแยกขนาดไปยังสถานที่ก่อสร้าง นอกจากจะได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานให้เป็นอย่างอื่น

1.3.3 การกองมวลรวม จะต้องกองในลักษณะที่มีการป้องกันมิให้ปะปนกับมวลรวมกองอื่นซึ่งมีขนาดต่างกัน อาจจะต้องทำการทดสอบว่าส่วนขนาดคละ ตลอดจนความสะอาดของมวลรวมตรงตามกำหนดหรือไม่ โดยเก็บตัวอย่าง ณ ที่ๆ ทำการผสมคอนกรีต

1.3.4 ในการเก็บสารผสมเพิ่ม ต้องระวังอย่าให้เกิดการปนเปื้อน การระเหย หรือเสื่อมคุณภาพ สำหรับสารผสมเพิ่มชนิดที่อยู่ในรูปสารลอยตัว หรือสารละลายที่ไม่คงตัว จะต้องจัดอุปกรณ์สำหรับกวนเพื่อให้ตัวสารกระจายโดยสม่ำเสมอ

1.4 การทดสอบ

1.4.1 ผู้รับจ้างจะต้องหล่อแท่งทดสอบทุกครั้งเมื่อมีการเทคอนกรีตโครงสร้างหลักของอาคาร เช่น ฐานราก เสา คาน พื้น เป็นต้น เพื่อนำมาทดสอบหากำลังอัด วิธีเก็บเตรียมบ่ม และทดสอบชิ้นตัวอย่างให้เป็นไปตามมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม *มอก.409-2525* วิธีทดสอบความต้านแรงอัดของแท่งคอนกรีต หรือ ASTM C 42 "วิธีเจาะและทดสอบแก่นคอนกรีตที่เจาะและคานคอนกรีตที่เลื่อยตัดมา"

1.4.2 รายงาน ผู้รับจ้างจะต้องรายงานผลการทดสอบกำลังอัดคอนกรีตรวม 3 ชุด สำหรับผู้ควบคุมงาน 1 ชุด และวิศวกรผู้ออกแบบ 1 ชุด รายงานจะต้องมีข้อมูล ดังต่อไปนี้

- วันที่หล่อ
- วันที่ทดสอบ
- ประเภทของคอนกรีต
- ค่าการยุบ

- ส่วนผสม
- หน่วยน้ำหนัก
- กำลังอัด

1.5 การประเมินผลการทดสอบกำลังอัด

1.5.1 ค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบชิ้นตัวอย่าง 3 ชิ้น หรือมากกว่าซึ่งบ่มในห้องปฏิบัติการจะต้องไม่ต่ำกว่าค่าที่กำหนด และจะต้องไม่มีค่าใดต่ำกว่าร้อยละ 80 ของค่ากำลังอัดที่กำหนด

1.5.2 หากกำลังอัดมีค่าต่ำกว่าที่กำหนด ก็อาจจำเป็นต้องเจาะเอาแก่นคอนกรีตไปทำการทดสอบ

1.5.3 การทดสอบแก่นคอนกรีตจะต้องปฏิบัติตาม มอก. 409-2525 หรือ ASTM C 42 การทดสอบแก่นคอนกรีตต้องกระทำในสภาพผึ่งแห้งในอากาศ

1.5.4 องค์อาคารหรือพื้นที่คอนกรีตส่วนใดที่วิศวกรพิจารณาเห็นว่าไม่แข็งแรงพอ ให้เจาะแก่นอย่างน้อยสองก้อนจากแต่ละองค์อาคาร

1.5.5 หากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า คอนกรีตมีความแข็งแรงไม่พอ จะต้องทุบทิ้งและหล่อใหม่ โดยค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นของผู้รับจ้าง

2. ผลิตภัณฑ์

2.1 ปูนซีเมนต์จะต้องเป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทหนึ่งตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (*มอก. 15 เล่ม 1-2547*) และต้องเป็นปูนซีเมนต์ที่แห้งสนิทไม่จับตัวเป็นก้อน

2.2 น้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตจะต้องสะอาดปราศจากสิ่งเจือปน และไม่มีความเป็นกรด ด่าง มากเกินไป

2.3 มวลรวม

2.3.1 มวลรวมที่ใช้สำหรับคอนกรีตจะต้องแข็งแกร่ง มีความคงตัว เฉื่อย ไม่ทำปฏิกิริยากับด่างในปูนซีเมนต์

2.3.2 มวลรวมหยาบและมวลละเอียดให้ถือเป็นวัสดุคนละอย่าง มวลรวมหยาบแต่ละขนาดผสมกันจะต้องมีส่วนขนาดคละตรงตามข้อกำหนด มอก. 566-2528 มวลผสมคอนกรีต

2.4 สารผสมเพิ่มสำหรับคอนกรีตส่วนที่ไม่ใช่ฐานราก ให้ใช้สารชนิดเพื่อเพิ่มความสามารถได้ ส่วนที่เป็นโครงสร้างห้องใต้ดินให้ผสมน้ำยากันซึมชนิดทนแรงดันน้ำได้ โดยใช้ตามคำแนะนำของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด นอกจากที่กล่าวนี้ ห้ามใช้สารผสมชนิดอื่น นอกจากจะได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อน

3. การดำเนินการ

3.1 องค์ประกอบ คอนกรีตต้องประกอบด้วยปูนซีเมนต์ ทราย มวลรวมหยาบ น้ำ และสารผสมเพิ่มตามแต่จะกำหนดโดยการชั่งน้ำหนัก ผสมให้เข้ากันเป็นอย่างดีด้วยเครื่องผสมคอนกรีต โดยมีความข้นเหลวที่พอเหมาะ

3.2 ความข้นเหลว คอนกรีตที่จะใช้กับทุกส่วนของงานจะต้องผสมให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียวกัน โดยมีความข้นเหลวที่พอเหมาะที่จะสามารถทำให้แน่นได้ภายในแบบหล่อ และรอบเหล็กเสริม และหลังจากอัดแน่นโดยการกระทุ้งด้วยมือ หรือโดยวิธีสั่นที่ได้รับการอนุมัติ จะต้องไม่มีน้ำที่ผิวคอนกรีตมากเกินไป จะต้องมีผิวเรียบปราศจากโพรง รูพรุน และเมื่อแข็งตัวแล้วจะมีกำลัง มีความทนทานต่อการแตกสลาย ความคงทนต่อการขัดสี ความสามารถในการกันน้ำ และคุณสมบัติอื่นๆ ตามที่กำหนด

3.3 กำลังอัด คอนกรีตจะต้องมีกำลังอัดไม่น้อยกว่า 240 ksc. สำหรับโครงสร้าง คสล. ที่อายุ 28 วัน โดยใช้ตัวอย่างทดสอบทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 150 มิลลิเมตร สูง 300 มิลลิเมตร และทดสอบตาม มอก. 409-2525 วิธีทดสอบความต้านแรงอัดของแท่งคอนกรีต

3.4 การยุบของคอนกรีตซึ่งหาโดย "วิธีทดสอบค่าการยุบของคอนกรีตซึ่งใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์" (ASTM C 143 Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete) จะต้องเป็นไปตามค่าที่ให้ไว้ในตาราง ดังนี้

ชนิดของงานก่อสร้าง	ค่าการยุบ (มม.)	
	สูงสุด	ต่ำสุด
แผ่นพื้น คาน ผนัง คสล. ฐานราก	100	40
เสา	100	50
ครีบ คสล. และผนังเบาๆ	100	50
พื้นอัดแรง	130	50

3.5 ขนาดใหญ่สุดของมวลหยาบ จะต้องเป็นไปตามตาราง ดังนี้

ชนิดของงานก่อสร้าง	ขนาดใหญ่สุด (มม.)
ฐานราก เสาและคาน	40
ผนัง คสล. หนาตั้งแต่ 150 มิลลิเมตร ขึ้นไป	40
ผนัง คสล. หนาตั้งแต่ 100 มิลลิเมตร ลงมา	20
แผ่นพื้น ครีบ และผนังกั้นห้อง คสล.	20

3.6 การคำนวณออกแบบส่วนผสม

3.6.1 ห้ามนำคอนกรีตมาเทส่วนที่เป็นโครงสร้าง จนกว่าส่วนผสมของคอนกรีตที่จะนำมาใช้ได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน

3.6.2 ก่อนเทคอนกรีตอย่างน้อย 30 วัน ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมส่วนผสมคอนกรีตต่างๆ และทำแท่งคอนกรีตตัวอย่างเพื่อให้ผู้ควบคุมงานอนุมัติก่อน

3.6.3 การที่ผู้ควบคุมงานให้ความเห็นชอบต่อส่วนผสมที่เสนอมาหรือที่แก้ไข (ถ้ามี) มิได้หมายความว่าจะพ้นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างที่มีต่อคุณสมบัติของคอนกรีตที่ได้รับอนุมัติส่วนผสมนั้น

3.7 การผสมคอนกรีต

3.7.1 คอนกรีตผสมเสร็จ การผสมและการขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จให้ปฏิบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตผสมเสร็จ *มอก.213-2520* คอนกรีตผสมเสร็จ

3.7.2 การผสมด้วยเครื่อง ณ สถานที่ก่อสร้าง

- การผสมคอนกรีตต้องใช้เครื่องผสมชนิดซึ่งได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน ที่เครื่องผสมจะต้องมีแผ่นป้ายแสดงความจุ และจำนวนรอบต่อทีที่เหมาะสม และผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำเหล่านี้ทุกประการ เครื่องผสมจะต้องสามารถผสมมวลรวมซีเมนต์และน้ำให้เข้ากันโดยทั่วถึงภายในเวลาที่กำหนด และต้องสามารถปล่อยคอนกรีตออกได้โดยไม่เกิดการแยกตัว
- ในการบรรจุวัสดุผสมเข้าเครื่อง จะต้องบรรจุน้ำส่วนหนึ่งเข้าเครื่องก่อนซีเมนต์และมวลรวม แล้วคุมมิให้ปล่อยคอนกรีตก่อนถึงเวลาที่กำหนด และปล่อยคอนกรีตออกให้หมดก่อนที่จะบรรจุวัสดุใหม่
- เวลาที่ใช้ในการผสมคอนกรีตซึ่งมีปริมาณตั้งแต่ 1 ลูกบาศก์เมตรลงมา จะต้องไม่น้อยกว่า 2 นาที และให้เพิ่มอีก 20 วินาที สำหรับทุกๆ 1 ลูกบาศก์เมตร หรือส่วนของลูกบาศก์เมตรที่เพิ่มขึ้น
- ให้ผสมคอนกรีตเฉพาะเท่าที่ต้องการใช้เท่านั้น ห้ามนำคอนกรีตที่ก่อตัวแล้วมาผสมต่อเป็นอันขาด
- ห้ามมิให้เติมน้ำเพื่อการยุบตัวเป็นอันขาด การเติมน้ำจะกระทำได้ ณ โรงงานผสมคอนกรีตกลาง โดยได้รับอนุมัติผู้ควบคุมงานแล้วเท่านั้น

3.8 การเทคอนกรีต

3.8.1 การเตรียมการก่อนเท

- จะต้องขจัดคอนกรีตที่แข็งตัวแล้ว และวัสดุอื่นๆ ออกจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการลำเลียง
- แบบหล่อจะต้องเสร็จเรียบร้อย จะต้องขจัดน้ำส่วนที่เกินและวัสดุอื่นใด ออกให้หมด เหล็กเสริมผูกเข้าที่เรียบร้อย วัสดุต่างๆ ที่จะฝังในคอนกรีตเข้าที่เรียบร้อย การเตรียมการต่างๆ จะต้องได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานแล้ว จึงจะดำเนินการเทคอนกรีตได้

3.8.2 การลำเลียง

วิธีการขนส่งและเทคอนกรีตจะต้องได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อน ในการขนส่งคอนกรีตจากเครื่องผสมจะต้องระมัดระวังมิให้เกิดการแยกตัว หรือการสูญเสียของส่วนผสม และต้องกระทำในลักษณะที่จะทำให้ได้รับคอนกรีตที่มีคุณสมบัติตามที่กำหนด

3.8.3 การเท

- ผู้รับจ้างจะเทคอนกรีตยังมิได้ จนกว่าจะได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อน และเมื่อได้รับอนุมัติแล้ว ผู้รับจ้างยังไม่เริ่มเทคอนกรีตภายใน 24 ชั่วโมง จะต้องได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานใหม่อีกครั้งจึงจะเทคอนกรีตได้
- การเทคอนกรีตจะต้องกระทำต่อเนื่องกันตลอดทั้งพื้นที่ รอยต่อขณะก่อสร้างจะต้องอยู่ที่ตำแหน่งซึ่งกำหนดไว้ในแบบหรือได้รับการอนุมัติแล้ว การเทคอนกรีตจะต้องกระทำในอัตราที่คอนกรีตซึ่งเทไปแล้วจะต่อกับคอนกรีตที่จะเทใหม่ยังคงสภาพเหลวพอที่จะต่อกันได้
- ห้ามมิให้นำคอนกรีตที่แข็งตัวแล้ว หรือมีวัสดุอื่นใดเทปะปนเป็นอันขาด
- เมื่อเทคอนกรีตลงในแบบหล่อแล้ว จะต้องแต่งคอนกรีตนั้นให้แน่นภายในเวลา 30 นาที นับตั้งแต่ปล่อยคอนกรีตออกจากเครื่องผสม นอกจากจะมีเครื่องกวน หรือมีเครื่องผสมติดรถ ซึ่งเครื่องผสมจะกวนคอนกรีตอยู่ตลอดเวลา ในกรณีนี้ให้เพิ่มเวลาเป็น 1 ชั่วโมง
- จะต้องเทคอนกรีตให้ใกล้ตำแหน่งสุดท้ายมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดการแยกตัวเนื่องจากการเท และการไหลตัวของคอนกรีต ห้ามปล่อยคอนกรีตเข้าที่จากระยะสูงเกินกว่า 2 เมตร นอกจากจะได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้ออกแบบ
- การทำให้คอนกรีตแน่นให้ใช้วิธีสั่นด้วยเครื่อง หรือกระทุ้งเพื่อให้คอนกรีตหุ้มเหล็กเสริมและสิ่งที่ฝังจนทั่ว และเข้าไปอัดตามมุมต่างๆ จนเต็ม โดยขจัดกระเปาะอากาศและกระเปาะหินอันจะทำให้คอนกรีตเป็นโพรง หรือเกิดระนาบที่ไม่แข็งแรงออกให้หมดสิ้น เครื่องสั่นจะต้องมีความถี่ที่เหมาะสม และผู้ที่ใช้งานจะต้องมีความชำนาญเพียงพอ ห้ามมิให้ใช้เครื่องสั่นเป็นตัวเคลื่อนที่คอนกรีตจากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งภายในแบบหล่อ ให้จุ่มและถอนเครื่องสั่นขึ้นลงตรงๆ ที่หลายๆ จุดห่างกันประมาณ 500 มิลลิเมตร ในการจุ่มแต่ละครั้งจะต้องทิ้งระยะเวลาให้เพียงพอที่จะทำให้คอนกรีตแน่นตัว โดยปกติจุดหนึ่งๆ ควรจุ่มอยู่ระหว่าง 5 ถึง 15 วินาที ในกรณีที่หน้าตัดของคอนกรีตบางเกินไปจนไม่อาจแหย่เครื่องสั่นลงไปได้ก็ให้ใช้เครื่องสั่นชนิดเกาะติดข้างแบบ หรือใช้วิธีอื่นที่ได้รับการอนุมัติ สำหรับองค์อาคารสูงๆ และหน้าตัดกว้าง เช่น เสาขนาดใหญ่ ควรใช้เครื่องสั่นชนิดเกาะติดกับข้างแบบ แต่ทั้งนี้แบบหล่อต้องแข็งแรงพอที่จะสามารถรับความสั่นได้โดยไม่ทำให้รูปร่างขององค์อาคารผิดไป จะต้องมีเครื่องสั่นคอนกรีตสำรองอย่างน้อยหนึ่งเครื่องประจำ ณ สถานที่ก่อสร้างเสมอในขณะเทคอนกรีต พร้อมเครื่องปั่นไฟ

3.9 รอยต่อและสิ่งที่ฝังในคอนกรีต

3.9.1 รอยต่อขณะก่อสร้างของอาคาร

- ในกรณีที่มิได้ระบุตำแหน่งและรายละเอียดของรอยต่อนี้ในแบบ จะต้องจัดทำและวางในตำแหน่งซึ่งจะทำให้โครงสร้างเสียความแข็งแรงน้อยที่สุด และให้เกิดรอยร้าวเนื่องจากการหดตัวน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ และจะต้องได้รับการอนุมัติก่อน
- ผิวบนผนังและเสาคอนกรีตจะต้องอยู่ในแนวราบ คอนกรีตซึ่งเททับเหนือรอยต่อขณะก่อสร้างที่อยู่ในแนวราบ จะต้องไม่ใช่คอนกรีตส่วนแรกที่ออกจากเครื่องผสมและจะต้องอัดแน่นให้ทั่วโดยอัดให้เข้ากับคอนกรีตซึ่งเทไว้ก่อนแล้ว
- ในกรณีของผิวทางแนวตั้ง ให้ใช้ปูนทรายในอัตราส่วน 1:1 ผสมน้ำข้นๆ ไล้ที่ผิวให้ทั่วก่อนที่จะเทคอนกรีตใหม่ลงไป
- ให้เดินเหล็กเสริมต่อเนื่องผ่านรอยต่อไป และจะต้องใส่สลักและเดือยตามที่วิศวกรผู้ออกแบบให้ความเห็นชอบ จัดให้มีสลักตามยาวลึกอย่างน้อย 50 มิลลิเมตร สำหรับรอยต่อในผนังและผนังกับพื้นหรือฐานราก
- ในกรณีที่เทคอนกรีตเป็นชั้นๆ จะต้องยึดเหล็กที่โผล่เหนือแต่ละชั้นให้แน่นหนา เพื่อป้องกันการเคลื่อนตัวของเหล็กเสริมขณะเทคอนกรีต และในขณะคอนกรีตกำลังก่อตัว
- ในขณะคอนกรีตยังไม่ก่อตัวให้ขจัดฝ้า น้ำปูน และวัสดุที่หลุดร่วงออกให้หมดโดยไม่จำเป็นต้องทำให้ผิวหยาบอีก แต่หากไม่สามารถปฏิบัติตามนี้ได้ก็ให้ขจัดออกโดยใช้เครื่องมือหลังจากเทคอนกรีตแล้ว 24 ชั่วโมงขึ้นไป ให้ล้างผิวที่ทำให้หยาบนั้นด้วยน้ำสะอาดทันทีก่อนที่จะเทคอนกรีตใหม่ ให้พรมน้ำผิวคอนกรีตที่รอยต่อทุกแห่งให้ชื้นแต่ไม่ให้เปียกโชก
- ถ้าหากได้รับการอนุมัติ อาจเพิ่มความยึดหน่วงได้ตามวิธีต่อไปนี้
  - ใช้สารผสมเพิ่มที่ได้รับอนุมัติแล้ว
  - ใช้สารหน่วงซึ่งได้รับอนุมัติแล้ว เพื่อทำให้การก่อตัวของมอรต้าที่ผิวช้าลง แต่ห้ามใส่มากจนไม่ก่อตัว
  - ทำผิวคอนกรีตให้หยาบตามวิธีที่ได้รับการอนุมัติ โดยวิธีนี้จะทำให้มวลรวมโผล่โดยสม่ำเสมอ ปราศจากฝ้าน้ำปูน หรือเม็ดมวลรวมที่หลุดร่วงหรือผิวคอนกรีตที่ชำรุด
- รอยต่อของผนังและเสาคอนกรีตจะต้องอยู่ในแนวราบ ให้ใช้ปูนทรายในอัตราส่วน 1:1 ผสมน้ำข้นๆ เทลงไปก่อน แล้วจึงเทคอนกรีตทับ

3.9.2 วัสดุฝังในคอนกรีต

- ก่อนเทคอนกรีตจะต้องฝังปลอก ไส้ สมอ และวัสดุฝังอื่นๆ ที่จะต้องทำงานต่อในภายหลังให้เรียบร้อย
- ผู้รับเหมาช่วงงานระบบสุขาภิบาล, ไฟฟ้า และอื่นๆ ซึ่งทำงานเกี่ยวข้องกับงานคอนกรีตจะต้องได้รับแจ้งล่วงหน้า เพื่อที่จะจัดวางสิ่งซึ่งจะฝังได้ทันก่อนเทคอนกรีต

- จะต้องจัดวางแผ่นกันน้ำ ท่อประปา ท่อร้อยสายไฟ และสิ่งซึ่งจะฝังอื่นๆ เข้าที่ให้ถูกตำแหน่งอย่างแน่นอนและยึดให้แข็งแรง เพื่อมิให้เกิดการเคลื่อนตัว สำหรับช่องว่างในท่อปลอกและร่องต่างๆ จะต้องอุดด้วยวัสดุที่จะเอาออกได้ง่ายเป็นการชั่วคราว เพื่อป้องกันมิให้คอนกรีตไหลเข้าไปในช่องว่างนั้น

3.10 การซ่อมผิวที่ชำรุด

3.10.1 ห้ามปะซ่อมคอนกรีตที่ชำรุดทั้งหมดก่อนที่ผู้ควบคุมงานจะได้ตรวจสอบ

3.10.2 สำหรับคอนกรีตที่เป็นรูพรุนเล็กๆ และชำรุดเล็กน้อย หากผู้ควบคุมงานอนุมัติให้ซ่อมแซมได้ จะต้องสกัดคอนกรีตที่ชำรุดออกให้หมดจนถึงคอนกรีตดี เพื่อป้องกันมิให้น้ำในมอร์ต้าที่จะไปปะซ่อมนั้นถูกดูดซึมไป จะต้องทำคอนกรีตบริเวณที่จะปะซ่อมและเนื้อที่บริเวณโดยรอบเป็นระยะออกมาอย่างน้อย 150 มิลลิเมตร ให้เปียกชื้น มอร์ต้าที่จะใช้เป็นตัวประสานประกอบด้วยส่วนผสมของซีเมนต์ 1 ส่วน ต่อทรายละเอียดซึ่งผ่านตะแกรงเบอร์ 30 หนึ่งส่วน ให้ละเลงมอร์ต้านี้ให้ทั่วพื้นที่ผิว

3.10.3 ส่วนผสมสำหรับใช้อุดให้ประกอบด้วยซีเมนต์ 1 ส่วน ต่อทรายที่ใช้ผสมคอนกรีต 2.5 ส่วน โดยปริมาตร สำหรับคอนกรีตเปลือยภายนอกให้ผสมซีเมนต์ขาวกับซีเมนต์ธรรมดา เพื่อให้ส่วนผสมที่ปะซ่อมมีสีกลมกลืนกับสีของคอนกรีตข้างเคียง

3.10.4 หลังจากที่น้ำซึ่งค้างบนผิวได้ระเหยออกจากพื้นที่ที่จะปะซ่อมหมดแล้ว ให้ละเลงชั้นยึดหน่วงลงบนผิวนั้นให้ทั่ว เมื่อชั้นยึดหน่วงนี้เริ่มเสียน้ำ ให้ฉาบมอร์ต้าที่ใช้ปะซ่อมทันที ให้อัดมอร์ต้าให้แน่นโดยทั่วถึงและปาดออกให้เหลือเนื้อนูนกว่าคอนกรีตโดยรอบเล็กน้อย และจะต้องทิ้งไว้เฉยๆ อย่างน้อย 1 ชั่วโมง เพื่อให้เกิดการหดตัวขั้นต้นก่อนที่จะตกแต่งขั้นสุดท้าย บริเวณที่ปะซ่อมแล้วให้รักษาให้ชื้นอย่างน้อย 7 วัน

3.10.5 ในกรณีที่รูพรุนนั้นกว้างมากหรือลึกจนมองเห็นเหล็ก และหากวิศวกรผู้ออกแบบเห็นว่าอยู่ในวิสัยที่จะซ่อมแซมได้ ก็ให้ปะซ่อมได้โดยใช้มอร์ต้าชนิดที่ผสมด้วยยากันการหดตัว โดยให้ปฏิบัติตามข้อแนะนำของผู้ผลิตโดยได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน

3.10.6 ในกรณีที่โพรงใหญ่และลึกมาก หรืออาจเกิดความเสียหาย เช่น คอนกรีตมีกำลังต่ำกว่ากำหนด และวิศวกรผู้ออกแบบเห็นว่า อาจทำให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้อาคาร ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไข โดยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้าง

การบ่มคอนกรีต

Concrete Curing

1. **ความต้องการทั่วไป**

   หลังจากเทคอนกรีตแล้วเสร็จและอยู่ในระยะกำลังแข็งตัว จะต้องป้องกันคอนกรีตนั้นจากอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากแสงแดด ลมแรง ฝนตก น้ำไหล น้ำเซาะ การเสียดสีต่าง ๆ และการบรรทุกน้ำหนักเกินสมควร

2. **ผลิตภัณฑ์**

   ไม่มี

3. **การดำเนินการ**

   3.1 สำหรับคอนกรีตซึ่งใช้ปูนซิเมนต์ชนิดที่ 1 จะต้องรักษาให้ชื้นต่อเนื่องกันเป็นเวลาอย่างน้อย 7 วัน

   3.2 สำหรับพื้นให้ใช้วิธีคลุมด้วยกระสอบหรือผ้าใบเปียกหรือขังหรือพ่นน้ำ โดยวิธีที่เหมาะสมอื่น ๆ ตามที่ผู้ควบคุมงานอนุมัติ

   3.3 สำหรับผิวคอนกรีตในแนวตั้ง เช่น เสา ผนัง และด้านข้างของคาน ให้หุ้มกระสอบหรือผ้าใบให้เหลื่อมซ้อนกัน และรักษาให้ชื้น โดยให้สิ่งที่คลุมนี้แนบกับคอนกรีตเป็นเวลาอย่างน้อย 7 วัน

   3.4 ในกรณีที่ใช้ปูนซิเมนต์ชนิดให้กำลังสูงเร็ว ระยะเวลาการบ่มชื้นตามการพิจารณาอนุมัติของผู้ควบคุมงาน

   3.5 การบ่มคอนกรีตด้วยวิธีอื่นๆ จะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรผู้ออกแบบ

งานพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป

Precast Concrete Hollow Core Planks

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 หากระบุในแบบให้ใช้พื้นสำเร็จรูปแบบตันหรือท้องเรียบ (Planks) จะต้องมีคุณภาพมาตรฐานอุตสาหกรรม *มอก. 576-2546* (แผ่นคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จสำหรับระบบพื้นคอนกรีต) หากระบุในแบบให้ใช้พื้นสำเร็จรูปแบบ Hollow Core จะต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานอุตสาหกรรม *มอก. 828-2531* (ชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จสำหรับระบบพื้นประกอบ) สามารถรับน้ำหนักจรได้ไม่น้อยกว่าตามที่ระบุในแบบ และเมื่อปูเสร็จเรียบร้อยแล้ว ต้องมีลักษณะท้องเรียบโดยสม่ำเสมอไม่โก่งแตกต่างกันระหว่างแผ่นจนปรากฏเห็นชัดเจน

1.2 การเก็บกองแผ่นพื้นสำเร็จรูป ควรใช้ไม้หมอนหนุนตรงจุดหูยกของแผ่นพื้นสำเร็จรูป

2. ผลิตภัณฑ์

2.1 แผ่นพื้นสำเร็จรูปท้องเรียบ ขนาดและลักษณะ การรับน้ำหนัก ต้องเป็นไปตามที่กำหนดในแบบก่อสร้าง

2.2 แผ่นพื้นสำเร็จรูปท้องเรียบที่มีความยาวพื้นที่ตั้งแต่ 3.00 เมตรขึ้นไป ต้องมีแผ่นเหล็กเชื่อมข้าง (Shear Key)

2.3 คอนกรีตทับหน้า (Topping) หนา 50 มิลลิเมตร เสริมเหล็กตะแกรง ให้ยึดตามที่แบบกำหนด หากไม่ระบุในแบบ คอนกรีตทับหน้าให้ใช้อัตราส่วนของปูนซิเมนต์:ทราย:หิน 1:2:4 และกำลังอัดของคอนกรีตไม่ต่ำกว่า 240 ksc

2.4 ก่อนการเทคอนกรีตทับหน้าต้องได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานทุกครั้ง

2.5 หลังจากเทคอนกรีตทับหน้าแล้วต้องบ่มคอนกรีตด้วยน้ำติดต่อกันไม่น้อยกว่า 3 วัน

2.6 การถอดค้ำยัน ถอดได้เมื่อคอนกรีตมีอายุครบ 7 วัน หรือตามที่วิศวกรผู้ออกแบบกำหนด

2.7 คานรับพื้นสำเร็จรูปที่ระดับหลังคานต่ำเกินไป ไม่ควรใช้อิฐก่อเสริมปรับระดับ ควรปรับระดับด้วยปูนทรายหรือเทคอนกรีตเสริมหลังคานโดยต้องเสริมเหล็กด้วย

3. การดำเนินการ

3.1 การเรียงพื้นสำเร็จรูปท้องเรียบบนคาน ทิศทางการวางต้องเป็นไปตามแบบ โดยให้ส่วนปลายวางบนคานอย่างน้อย 50 มิลลิเมตร หรือตามมาตรฐานของผู้ผลิต โดยได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน

3.2 ความยาวแผ่นพื้นไม่เกิน 1.00 เมตร ไม่ต้องค้ำยัน ความยาวแผ่นพื้น 1.00 – 3.00 เมตร ค้ำยัน 1 จุด ที่กึ่งกลาง ความยาวแผ่นพื้นตั้งแต่ 3.00 เมตรขึ้นไป ค้ำยัน 2 จุด ที่ระยะ 1/3 ของความยาวพื้น และสามารถใช้ค้ำยันในการปรับระดับแผ่นพื้นให้เสมอกัน โดยต้องค้ำยันทั้งพื้นชั้นล่างและชั้นบน

3.3 กรณีที่ต้องมีการตัดแผ่นพื้น ให้ใช้ไฟเบอร์ในการตัดเท่านั้น ห้ามใช้วิธีสกัด ทุบ โดยเด็ดขาด

งานโลหะ และ เหล็กรูปพรรณ

Metals

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 ผู้รับจ้างก่อสร้างจะต้องเป็นผู้จัดหา วัสดุ อุปกรณ์ ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะงาน ตลอดจนแรงงาน โรงงาน การติดตั้ง เคลื่อนย้าย และสิ่งที่จำเป็นสำหรับงานโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ

1.2 เหล็กรูปพรรณทั้งปวงที่ระบุในแบบรวมหมายถึง งานป้องกันสนิม ด้วยกรรมวิธีที่เหมาะสม

1.3 ผู้รับจ้างก่อสร้างจะต้องจัดส่งตัวอย่างเหล็ก และวัสดุประกอบงานเหล็กอื่นๆ ที่ใช้งาน พร้อมทั้งข้อมูลทางเทคนิคของผู้ผลิต พร้อมผลการทดสอบจากสถาบันที่รัฐรับรองให้ผู้แทนผู้ว่าจ้างเพื่อตรวจสอบ และควบคุมคุณภาพ

1.4 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบขยาย เพื่อแสดงรายละเอียดและวิธีการทำงานตามที่ผู้แทนผู้ว่าจ้างแนะนำ เพื่อให้การทำงานและควบคุมงานถูกต้อง

1.5 ผู้รับจ้างก่อสร้างจะต้องจัดให้มีการตรวจสอบ คุณภาพงาน และทดสอบ หากพบภายหลังว่าผลงานก่อสร้างไม่มั่นคง หรือมีข้อบกพร่อง

1.6 บทกำหนดหมวดนี้คลุมถึงเหล็กรูปพรรณ ท่อกลม ท่อเหลี่ยม (STEEL TUBING) ทุกชนิด

1.7 รายละเอียดเกี่ยวกับเหล็กรูปพรรณ ซึ่งมิได้ระบุในแบบและบทกำหนดนี้ ให้ถือปฏิบัติตาม "มาตรฐานสำหรับอาคารเหล็กรูปพรรณ" ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ ทุกประการ

2. ผลิตภัณฑ์

2.1 เหล็กรูปพรรณทั้งหมดจะต้องมีคุณสมบัติสอดคล้องกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ มอก. 116-2517 หรือ ASTM หรือ JIS ที่เหมาะสม ในกรณีที่มิได้ระบุในแบบให้ถือว่าเป็นเหล็กชนิดเทียบเท่า A 36 หรือ SS 400

2.2 เหล็กปลอดสนิม (STAINLESS STELL) ในกรณีที่ระบุให้ใช้เหล็กปลอดสนิมจะต้องมีขนาดและรูปร่างตามที่ระบุในแบบขยายผิวจะต้องขัดให้เรียบ รอยต่อต่าง ๆ จะต้องสนิทและเรียบร้อย ทั่วไปใช้ STAINLESS NTK 304 ยกเว้น ในแบบรายละเอียดระบุไว้

3. การดำเนินการ

3.1 การกองเก็บวัสดุ

เหล็กรูปพรรณทั้งที่ประกอบแล้วและยังไม่ได้ประกอบบนยกพื้นเหนือพื้นดิน จะต้องรักษาเหล็กให้ปราศจากฝุ่น ไขมัน หรือสิ่งแปลกปลอมอื่นๆ และต้องระวังรักษาอย่าให้เหล็กเป็นสนิม ในกรณีที่ใช้เหล็กที่มีคุณสมบัติต่างกันหลายชนิดต้องแยกเก็บและทำเครื่องหมาย เช่น โดยการทาสีแบ่งแยกให้เห็นอย่างชัดเจน

3.2 การจัดทำ SHOP DRAWING

- ก่อนที่จะทำการประกอบเหล็กรูปพรรณทุกชิ้น ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ SHOP DRAWING ส่งต่อวิศวกรผู้ควบคุมงานเพื่อรับความเห็นชอบ โดย SHOP DRAWING นั้น จะต้องประกอบด้วย
- แบบที่สมบูรณ์แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับการตัดต่อ การประกอบ และการติดตั้ง รูสลักเกลียว รอยเชื่อม และรอยต่อที่กระทำในโรงงาน
- สัญลักษณ์ต่างๆ ที่ใช้จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานสากล
- จะต้องมีสำเนาเอกสารแสดงบัญชีวัสดุ และวิธีการยกติดตั้ง ตลอดจนการยึดโดยชั่วคราว

3.3 การตัด

การตัดต้องทำด้วยความระมัดระวังเพื่อมิให้เกิดการบิดเบี้ยว หรือเกิดเป็นริ้วลูกคลื่น การตัดแผ่นเหล็กที่มีอุณหภูมิปกติจะต้องใช้รัศมีของการตัดไม่น้อยกว่า 2 เท่า ของความหนาของแผ่นเหล็กนั้น ในกรณีที่ทำการตัดที่อุณหภูมิสูงห้ามทำให้เย็นตัวโดยเร็ว สำหรับเหล็กกำลังสูง (HIGH-STRENGTH STEEL) ให้ทำการตัดที่อุณหภูมิสูงเท่านั้น

3.4 รูและช่องเปิด

การเจาะ การตัด หรือกดทะลุให้เป็นรู ต้องกระทำตั้งฉากกับผิวของเหล็กนอกจากจะระบุเป็นอย่างอื่น ห้ามใช้วิธีเจาะรูด้วยไฟ หากรูที่เจาะไว้ไม่ถูกต้องจะต้องอุดให้เต็มด้วยวิธีเชื่อมและเจาะรูใหม่ให้ถูกตำแหน่ง ในเสาที่เป็นเหล็กรูปพรรณซึ่งต่อกับคาน คสล.

3.5 การประกอบและยกติดตั้ง

- ให้พยายามประกอบที่โรงงานให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
- การตัดเฉือน ตัดด้วยไฟ สกัด และกดทะลุ ต้องกระทำอย่างละเอียดประณีต
- องค์อาคารที่วางทาบกันจะต้องวางให้แนบสนิทเต็มหน้า
- การติดตัวเสริมกำลังและองค์อาคารยึดโยงให้กระทำอย่างประณีต สำหรับตัวเสริมกำลังที่ติดแบบอัดแน่นต้องอัดให้สนิทจริง
- รายละเอียดให้เป็นไปตาม "มาตรฐานสำหรับอาคารรูปพรรณ" ของวิศวกรรมสถานที่แห่งประเทศไทยฯ ที่ 1003-18 ทุกประการ
- ไฟที่ใช้ตัดควรมีเครื่องมือกลเป็นตัวนำ

3.6 การเชื่อม

3.6.1 ให้เป็นไปตามมาตรฐาน AWS สำหรับการเชื่อมในงานก่อสร้างอาคาร

3.6.2 ผิวหน้าที่จะทำการเชื่อมจะต้องยึดชิ้นส่วนที่จะเชื่อมติดกันให้แน่น เพื่อให้ผิวแนบสนิทสามารถทาสีอุดได้โดยง่าย

3.6.3 หากสามารถปฏิบัติได้ ให้พยายามเชื่อมในตำแหน่งราบ

3.6.4 ให้วางลำดับการเชื่อมโยงให้ดี เพื่อหลีกเลี่ยงการบิดเบี้ยวและหน่วยแรงตกค้างในระหว่างกระบวนการเชื่อม

3.6.5 ในการเชื่อมแบบชนจะต้องเชื่อมในลักษณะที่จะให้ได้ PENETRATION โดยสมบูรณ์ โดยมิให้กระเปาะตะกรันขังอยู่ ในกรณีนี้อาจใช้วิธีลบมุมตามขอบหรือ BACKING PLATES ก็ได้

3.6.6 ชิ้นส่วนที่จะต้องเชื่อมแบบทาบจะต้องวางให้ชิดกันที่สุดเท่าที่จะมากได้ และไม่ว่ากรณีใดจะต้องห่างกันไม่เกิน 6 มิลลิเมตร

3.6.7 ช่างเชื่อมจะต้องมีความชำนาญในเรื่องการเชื่อมเป็นอย่างดี โดยช่างเชื่อมทุกคนจะต้องมีหนังสือรับรองว่าผ่านการทดสอบจากสถาบันที่เชื่อถือได้ เช่น กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน เป็นต้น

3.6.8 สำหรับเหล็กหนาตั้งแต่ 25 มม. ขึ้นไปต้อง PREHEAT ก่อนเชื่อมโดยให้ผู้รับจ้างเสนอวิธีการต่อวิศวกรผู้ควบคุมงานเพื่อรับความเห็นชอบ

3.6.9 สำหรับเหล็กหนา 50 มม. ขึ้นไป ให้เชื่อมแบบ SUBMERGED ARC WELDING

3.6.10 การเชื่อมสเตนเลส

- ให้เป็นไปตามมาตรฐาน AMS สำหรับการเชื่อมในงานก่อสร้างอาคาร
- ผิวหน้าที่ทำการเชื่อมจะต้องสะอาดปราศจากสะเก็ดกร่อน, ตะกรัน, ไขมัน, สี และวัสดุแปลกปลอมอื่น ๆ ที่จะทำให้เกิดผลเสียต่อการเชื่อมได้
- ในระหว่างการเชื่อมจะต้องยึดชิ้นส่วนที่เชื่อมติดกันให้แน่นเพื่อให้ผิวแนบสนิท
- ชิ้นส่วนที่จะต่อเชื่อมแบบทาบ จะต้องวางให้ชิดกันที่สุดเท่าที่จะมากได้ และไม่ว่ากรณีใดจะต้องห่างไม่เกิน 6 มิลลิเมตร

3.7 การตรวจสอบรอยเชื่อม

3.7.1 ผู้รับจ้างจะต้องทำการตรวจสอบความสมบูรณ์ของรอยเชื่อมในตำแหน่งที่วิศวกรผู้ออกแบบ หรือวิศวกรผู้ควบคุมงานเป็นผู้กำหนด ลักษณะของรอยเชื่อมที่ยอมรับได้จะต้องมีพื้นผิวที่เรียบ ไม่มีมุมแหลมคมได้ขนาดตามที่กำหนดในแบบ และจะต้องไม่มีรอยแตกร้าว โดยใช้วิธีการตรวจสอบดังต่อไปนี้

1) ในกรณีการเชื่อมแบบทาบ (FILLET WELD)
ให้ทดสอบโดยการใช้ DYE PENETRANT ซึ่งรายละเอียดการทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM E 165 หรือทดสอบโดยการใช้ MAGNETIC PARTICLE ซึ่งรายละเอียดการทดสอบให้เป็นไปตามาตรฐาน ASTM E 709

2) ในกรณีการเชื่อมแบบต่อชน (BUTT WELD)

- เมื่อแผ่นเหล็กที่นำมาต่อเชื่อมมีความหนาไม่เกิน 40 มม. ให้ทำการตรวจสอบรอยเชื่อมโดยใช้วิธีเอกซเรย์ (X-RAY) รายละเอียดการทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM E 94 และ ASTM E 142
- เมื่อแผ่นเหล็กที่นำมาต่อเชื่อมความหนาเกิน 40 มม. ให้ทำการตรวจสอบรอยเชื่อมโดยใช้วิธีรังสีแกมมา (GAMMA-RAY) หรือทดสอบโดยใช้อุลตราโซนิค (ULTRASONIC)

ทั้งนี้ผลการทดสอบจะต้องได้รับการรับรองจากผู้เชี่ยวชาญจากสถาบันที่เชื่อถือได้ รายละเอียดเกี่ยวกับการตรวจสอบรอยเชื่อมนอกเหนือจากที่กำหนดในข้อกำหนดนี้ให้เป็นไปตามมาตรฐาน AWS

3.8 การซ่อมแซมรอยเชื่อม

- บริเวณที่ได้รับการตรวจสอบรอยเชื่อมแล้วพบว่ามีปัญหา จะต้องทำการขจัดทิ้งและทำการเชื่อม แล้วตรวจสอบใหม่
- ในบริเวณโลหะเชื่อมที่มีรอยแตกจะต้องขจัดรอยเชื่อมออกวัดจากปลายรอยแตกไม่น้อยกว่า 50 มม. และทำการเชื่อมใหม่
- หากองค์อาคารเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างขึ้นจากการเชื่อมจะต้องทำการแก้ไขให้ได้รูปทรงที่ถูกต้อง หรือเสริมความแข็งแรงให้มากกว่าหรือเทียบเท่ากับรูปทรงที่เกิดจากการเชื่อมที่ถูกต้อง

3.9 งานสลักเกลียว

- การตอกสลักเกลียวจะต้องกระทำด้วยความประณีตโดยไม่ทำให้เกลียวเสียหาย
- ต้องแน่ใจว่าผิวรอยต่อเรียบ และผิวที่รองรับจะต้องสัมผัสกันเต็มหน้าก่อนจะทำการขันเกลียว
- ขันรอยต่อด้วยสลักเกลียวทุกแห่งให้แน่นโดยใช้กุญแจปากตายที่ถูกขนาด
- ให้ขันสลักเกลียวให้แน่นโดยมีเกลียวโผล่จากสลักเกลียวไม่น้อยกว่า 3 เกลียว หลังจากนั้นให้ทุบปลายเกลียวเพื่อป้องกันมิให้สลักเกลียวคลายตัว

3.10 การต่อและประกอบในสนาม

3.10.1 ให้ปฏิบัติตามที่ระบุในแบบขยายและคำแนะนำในการแยกติดตั้งโดยเคร่งครัด

3.10.2 ค่าผิดพลาดที่ยอมให้ ให้ถือปฏิบัติตามมาตรฐานสากล

3.10.3 จะต้องทำนั่งร้าน ค้ำยัน ยึดโยง ฯลฯ ให้พอเพียง เพื่อยึดโครงสร้างให้แน่นอยู่ในแนวและตำแหน่งที่ต้องการเพื่อความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานจนกว่างานประกอบจะเสร็จเรียบร้อยและแข็งแรงดีแล้ว

3.10.4 ห้ามใช้วิธีตัดด้วยแก๊สเป็นอันขาด นอกจากจะได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้ควบคุมงาน

3.10.5 สลักเกลียวยึดและสมอให้ติดตั้งโดยใช้แบบนำเท่านั้น

3.10.6 แผ่นรอง (BASE PLATE)

- ใช้ตามที่กำหนดในแบบขยาย
- ให้รองรับและปรับแนวด้วยลิ่มเหล็ก
- หลังจากได้ยกติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้อัดมอร์ต้าชนิดที่ไม่หดตัว (NON-SHRINK MORTAR) ใต้แผ่นรองให้แน่นแล้วตัดขอบลิ่มให้เสมอกับขอบแผ่นรองโดยทิ้งส่วนที่เหลือไว้ในที่
- ในกรณีที่ใช้ ANCHOR BOLT จะต้องฝัง ANCHOR BOLT ให้ได้ตำแหน่งและความสูงที่ถูกต้องและระวังไม่ให้หัวเกลียวบิด งอ เสียรูปหรือขึ้นสนิม และถ้าไม่มีการระบุในแบบให้ยึดขันกับแผ่นรองโดยใช้ DOUBLE NUTS

3.11 การป้องกันเหล็กมิให้ผุกร่อน

3.11.1 เกณฑ์กำหนดทั่วไป

งานนี้รวมถึง การทาสีและการป้องกันการผุกร่อนของงานเหล็กให้ตรวจตามบทกำหนดและแบบและให้เป็นไปตามข้อกำหนดของสัญญานี้ทุกประการ

3.11.2 ผิวที่จะทาสี

1) การทำความสะอาด

- ก่อนจะทาสีบนผิวใดๆ ยกเว้นผิวที่อาบโลหะจะต้องขัดให้สะอาดโดยใช้เครื่องมือขัด เช่น จาน คาร์บอรันดัม หรือเครื่องมือชนิดอื่นที่เหมาะสม จากนั้นให้ขัดด้วยแปรงลวดเหล็กและกระดาษทรายเพื่อขจัดเศษโลหะที่หลุดร่อนออกให้หมด แต่ต้องพยายามหลีกเลี่ยงการใช้เครื่องขัดด้วยลวดเป็นระยะเวลานานเพราะอาจทำให้เนื้อโลหะไหม้ได้
- สำหรับรอยเชื่อมผิวเหล็กที่ได้รับความกระทบกระเทือนจากการเชื่อมจะต้องเตรียมผิวสำหรับทาสีใหม่เช่นเดียวกับผิวทั่วไปตามวิธีในข้อ (1)
- ทันทีก่อนที่จะทาสีครั้งต่อไปให้ทำความสะอาดผิวซึ่งทาสีไว้ก่อน หรือผิวที่ต้องฉาบไว้จะต้องขจัดสีที่ร่อนหลุดและสนิมออกให้หมดและจะต้องทำความสะอาดพื้นที่ส่วนถูกน้ำและไขมันต่างๆ แล้วปล่อยให้แห้งสนิทก่อนที่จะทาสีทับ

2) สีรองพื้น

หากมิได้ระบุเป็นอย่างอื่น งานเหล็กรูปพรรณทั้งหมดให้ทาสีชนิด EPOXY PAINTED กรรมวิธีการทาสีให้ยึดถือตามผู้ผลิตวัสดุสีซึ่งจะต้องส่งขออนุมัติจาก

วิศวกรผู้ควบคุมงานก่อน ในกรณีที่เหล็กรูปพรรณฝังในคอนกรีตไม่ต้องการทาสีทั้งหมดแต่จะต้องขัดผิวให้สะอาดก่อนเทคอนกรีตหุ้ม

3.12 การป้องกันไฟ

ชิ้นส่วนเหล็กรูปพรรณซึ่งถูกกำหนดให้มีการป้องกันไฟตามแบบนั้นให้ถือปฏิบัติตาม "มาตรฐานป้องกันอัคคีภัย" ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ ที่ 0001-26 ทุกประการ

งานโครงสร้างเหล็ก

Structural Steel Framing

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ แรงงานที่มีฝีมือและความชำนาญ มีระบบควบคุมคุณภาพ ในการก่อสร้างงานโครงสร้างเหล็กและงานโลหะ ตามที่ระบุในแบบและรายการประกอบแบบ

1.2 งานโลหะที่ระบุในแบบสถาปัตยกรรม ปรับอากาศ ไฟฟ้า สุขาภิบาล ภูมิสถาปัตยกรรมและงานตกแต่งภายใน จะต้องมีคุณสมบัติสอดคล้องตามหมวดนี้ สำหรับงานโครงสร้างเหล็กให้ยึดถือตามระบุในหมวดงานโครงสร้างเป็นหลัก หากไม่ระบุให้ยึดตามหมวดนี้

1.3 งานโครงสร้างเหล็ก ให้รวมถึงการจัดหาโรงงานที่ได้มาตรฐาน และได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน

1.4 การกองหรือเก็บวัสดุจะต้องกระทำด้วยความระมัดระวังและเอาใจใส่ต่อการป้องกันสนิมที่จะเกิดขึ้น

1.5 การประกอบและติดตั้งโครงสร้างเหล็ก เพื่อให้ได้ตามที่ระบุในแบบ จะต้องมีการเผื่อความโก่งของโครงสร้างนั้นๆ ด้วยกรรมวิธีหรือการคำนวณของผู้รับจ้างเอง และภายในการควบคุมดูแลของผู้เชี่ยวชาญของผู้รับจ้าง

1.6 ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งตัวอย่างเหล็ก โลหะ และวัสดุประกอบอื่นๆ พร้อมทั้งข้อมูลทางเทคนิคและผลทดสอบจากสถาบันที่กำหนดไว้ ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการสั่งซื้อ

1.7 ผู้ควบคุมงานอาจจัดส่งตัวอย่างเหล็กรูปพรรณที่ส่งเข้าหน่วยงานก่อสร้างแล้ว ไปทดสอบที่สถาบันที่กำหนดไว้ เพื่อเป็นการตรวจสอบ โดยถือเป็นภาระและค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้าง

1.8 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบขยายและรายละเอียดต่างๆ วิธีการติดตั้ง ขั้นตอนการทำงานให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการตัดและประกอบ

1.9 ผู้รับจ้างจะต้องจัดให้มีการตรวจสอบคุณภาพงาน พร้อมเสนอวิธีการทดสอบ หากพบภายหลังว่างานก่อสร้างโครงสร้างเหล็กไม่มั่นคง แข็งแรง หรือมีข้อบกพร่อง โดยจะต้องจัดหาทีมงานหรือที่ปรึกษาที่มีประสบการณ์เป็นที่ยอมรับของผู้ว่าจ้าง

1.10 อื่นๆ ตามระบุในแบบ โดยได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน และตามวัตถุประสงค์ของผู้ออกแบบ

2. ผลิตภัณฑ์

2.1 วัสดุงานโครงสร้างเหล็กและงานโลหะ

2.1.1 เหล็กรูปตัวซี เป็นเหล็กรูปพรรณผลิตเย็น ผลิตตามมาตรฐาน มอก. 1288-2538

2.1.2 เหล็กกลมกลวง เป็นเหล็กรูปพรรณผลิตเย็น ชนิดท่อเหล็กผสมคาร์บอน ผลิตตามมาตรฐาน มอก. 107-2533 HS41

2.1.3 ให้ใช้ของ บริษัท แปซิฟิกไพพ์ จำกัด (มหาชน) หรือ บริษัท สามชัย สตีล อินดัสทรี จำกัด (มหาชน) หรือ เทียบเท่า

2.1.4 เหล็กสี่เหลี่ยมจัตุรัส, เหลี่ยมผืนผ้ากลวง เป็นเหล็กรูปพรรณผลิตเย็น ผลิตตามมาตรฐาน มอก. 107-2533 HS41 ให้ใช้ของ บริษัท แปซิฟิกไพพ์ จำกัด (มหาชน) หรือ บริษัท สามชัย สตีล อินดัสทรี จำกัด (มหาชน) หรือ เทียบเท่า

2.2 เหล็กฉาก, เหล็กรางน้ำ, เหล็กรูปตัวไอ, เหล็กรูปตัว H เป็นเหล็กรูปพรรณผลิตร้อน ผลิตตามมาตรฐาน มอก. 1227-2539 SM400

2.3 เหล็กแผ่นเรียบ, เหล็กแผ่นลาย เป็นเหล็กแผ่นผลิตร้อน ผลิตตามมาตรฐาน JIS G3101 SS400

2.4 เหล็กไร้สนิมหรือสแตนเลส (Stainless steel) สำหรับงานราวบันไดหรือราวระเบียง ขนาดตามที่ระบุในแบบ ให้ใช้สแตนเลส ผลิตตามมาตรฐาน JIS G3459 GRADE 316 รวมถึงลวดเชื่อม ให้ใช้เกรดเดียวกัน

2.5 ลวดตาข่าย หากไม่ระบุขนาดในแบบ ให้ใช้ลวดตาข่ายถักสำเร็จรูปชุบสังกะสีตาสี่เหลี่ยมจัตุรัส 1-1/2x1-1/2 นิ้ว ขนาดลวด 3.2 มิลลิเมตร หรือตามวัตถุประสงค์ของผู้ออกแบบ เชื่อมติดกับโครงเหล็กกลมกลวง Dia. 50 มิลลิเมตร หนา 3.2 มิลลิเมตร ระยะ 1.50x1.50 เมตร หรือตามระบุในแบบ

2.6 ตะแกรงเหล็กรางระบายน้ำ หากไม่ระบุในแบบ ให้ใช้ตะแกรงสำเร็จรูปชุบสังกะสีของ บริษัท วี แอนด์ พี เอ็กซแพนด์ เมททัล จำกัด หรือ บริษัท สยามสตีล เกรตติ้งส์ จำกัด หรือ บริษัท บิลเลี่ยน เมส อินดัสตรี้ จำกัด หรือเทียบเท่า ขนาดตามระบุในแบบงานสุขาภิบาล หรือตามวัตถุประสงค์ของวิศวกรผู้ออกแบบ

2.7 ตะแกรงเหล็กฉีก หากไม่ระบุในแบบ ให้ใช้ของ V&P EXPENDED METAL หรือ BMI หรือ SIAM INDUSTRIAL WIRE เทียบเท่า ขนาด ลายและรุ่นตามระบุในแบบ หรือตามวัตถุประสงค์ของผู้ออกแบบ

2.8 สลักเกลียวฝังในคอนกรีตชนิดยึดด้วย Epoxy หรือแบบขยายตัว ให้ใช้ของ POWERS FASTENER หรือ AUTUS INTERNATIONAL หรือเทียบเท่า

2.9 สีป้องกันสนิม ให้ใช้สีรองพื้นเหล็ก Red lead primer หรือสีรองพื้นเหล็กชุบสังกะสี Zinc chromate หรือตามระบุในหมวดงานทาสี

3. การดำเนินการ

3.1 การตัดและต่องานโครงสร้างเหล็กและงานโลหะ

- วิธีการตัดต้องใช้เครื่องกลมือที่เหมาะสมกับคุณสมบัติของเหล็ก หากใช้ความร้อน การทำให้เหล็ก เย็นตัวจะต้องปล่อยเหล็กเย็นตัวลงตามธรรมชาติ หรือใช้น้ำยาพิเศษเพื่อป้องกันมิให้เหล็กบริเวณที่ถูกความร้อนเสียคุณภาพและเสียรูป

- การต่อเหล็ก ให้ใช้วิธีการเชื่อมด้วยลวดไฟฟ้า หรือก๊าซ หรือสลักเกลียว ตามที่ระบุในแบบ หรือที่ได้อนุมัติจากผู้ควบคุมงาน
- การต่อเหล็กความยาวที่ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ วัดโดยเทปเหล็กไม่เกิน 2 มิลลิเมตร
- การเชื่อมเหล็กต้องกระทำด้วยความระมัดระวัง ช่างเชื่อมมีประสบการณ์ในวิชาชีพ ปฏิบัติถูกต้องตามมาตรฐานวิชาช่าง และวิธีการเชื่อมสอดคล้องกับมาตรฐาน AWS
- การต่อเหล็กด้วยสลักเกลียว ขนาดของรูเจาะต้องเหมาะสม ระยะขอบ ต้องได้ตามมาตรฐาน AISC

3.2 การประกอบและติดตั้งงานโครงสร้างเหล็ก

- การประกอบโครงสร้างจากโรงงาน จะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน โดยพิจารณาจากมาตรฐานฝีมือ ประสบการณ์ เครื่องมือ เครื่องจักร และวิธีการขนย้าย
- การประกอบโครงสร้าง ณ สถานที่ก่อสร้าง จะต้องอยู่ภายใต้การควบคุมของผู้ควบคุมงาน โดยผู้รับจ้างจะมีเครื่องมือ เครื่องจักรที่เหมาะสม มีช่างและแรงงานที่มีฝีมือและความชำนาญ มีอุปกรณ์ความปลอดภัย มีเครื่องยกที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพ
- เหล็กโครงสร้างที่ประกอบติดตั้งแล้ว จะต้องมีความโก่งไม่เกิน 1 มิลลิเมตร ในความยาว 1 เมตร ระยะโก่งของ โครงสร้างที่จำเป็นต้องเผื่อไว้สำหรับการก่อสร้าง หรือตามวัตถุประสงค์ของวิศวกรผู้ออกแบบ

3.3 ฐานรองรับหรือจุดยึดงานโครงสร้างเหล็ก

- การยึดและรายละเอียดการยึดโครงเหล็ก จะต้องจัดทำแบบขยายและแสดงรายละเอียดวัสดุที่ใช้เพื่อให้เหมาะสมกับการติดตั้งจริง
- ฐานรองแผ่นเหล็ก จะต้องปรับให้ได้ระดับ ด้วยซีเมนต์พิเศษ ไม่เป็นสนิม และไม่หดตัว
- การฝังสลักเกลียวหรือขอยึดสำหรับแผ่นเหล็ก หากใช้สลักเกลียวชนิดฝังในคอนกรีต จะต้องกระทำพร้อมการเทคอนกรีต หากใช้วิธีการเจาะ ฝัง จะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อน

3.4 การป้องกันสนิมงานโครงสร้างเหล็กและงานโลหะ

- ชิ้นส่วนของโครงสร้างเหล็กและโลหะ ยกเว้นสแตนเลส จะต้องทาสีป้องกันสนิมตามวิธีที่ผู้ผลิตสีแนะนำ โดยได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน
- ส่วนของรอยต่อโดยการเชื่อม จะต้องลอกคราบตะกรันออก โดยขัดด้วยแปรงลวดให้เห็นเนื้อเหล็กและทำความสะอาด ก่อนทาสีป้องกันสนิม
- ส่วนของสลักเกลียว ให้ขันเกลียวให้ได้ตามที่กำหนด ทำความสะอาดคราบน้ำมันและส่วนสกปรกต่างๆ ขัดด้วยแปรงเหล็กก่อนทาสีป้องกันสนิม
- ทาสีรองพื้นเหล็กหรือสีป้องกันสนิม ตามที่ระบุไว้ในหมวดงานทาสี

3.5 การป้องกันไฟงานโครงสร้างเหล็ก

หากอาคารอยู่ในประเภทที่ต้องป้องกันไฟโครงสร้างเหล็กตามกฎหมาย งานโครงสร้างเหล็ก ให้ใช้สีทาหรือพ่นกันไฟของ Firekote S99ของ Bitec Enterprise ltd. หรือ Sika ของ Sika (Thailand) ltd. หรือ Fire Guard 180M ของ Right System Co.,Ltd. หรือ ดู-ไฟร์ชิลด์#682 ของ Duracrete หรือเทียบเท่า โดยมีเอกสารรับรองการทนไฟได้ตามกฎข้อบังคับของกฎกระทรวงฉบับที่ 48 และ 60 เกี่ยวกับอัตราการทนไฟ จากสถาบันที่เชื่อถือได้

งานโลหะ

Metal Fabrications

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ แรงงานที่มีฝีมือ และความชำนาญ มีระบบควบคุมคุณภาพ ในการก่อสร้างงานโลหะ ตามที่ระบุในแบบ และรายการประกอบแบบ

1.2 งานโลหะที่ระบุในแบบสถาปัตยกรรม ระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้า ระบบสุขาภิบาล งานภูมิสถาปัตยกรรม และ งานตกแต่งภายใน จะต้องมีคุณสมบัติสอดคล้องตามหมวดนี้

1.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบขยาย และรายละเอียดต่างๆ วิธีการติดตั้ง ขั้นตอนการทำงานให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการดำเนินการ

1.4 การกอง หรือเก็บวัสดุจะต้องกระทำด้วยความระมัดระวัง และเอาใจใส่ต่อการป้องกันสนิมที่จะเกิดขึ้น

1.5 อื่นๆ ตามระบุในแบบ โดยได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน และตามวัตถุประสงค์ของผู้ออกแบบ

2. ผลิตภัณฑ์

2.1 วัสดุที่เป็นเหล็กทุกชนิด จะต้องมีคุณภาพดี ไม่มีตำหนิ ไม่มีสนิมขุม มีมาตรฐานสามารถรับความเค้น ความเครียด และพิกัดต่างๆ ตามมาตรฐานของการผลิตทั่วไป

2.2 วัสดุชุบโครเมียม จะต้องได้มาตรฐานว่าด้วยการชุบโครเมียม จะต้องมีความหนาพอเพียง และจะต้องขัดแต่งวัสดุนั้นให้เรียบร้อยก่อนทำการชุบ

2.3 เหล็กหล่อทุกชนิด ชิ้นงานจะต้องเรียบร้อย มีขนาด และรูปร่างตามแบบขยาย ไม่บิด โก่ง เป็นรูโพรง หรือบิ่น

2.4 เหล็กไร้สนิม หรือเหล็กสเตนเลส (Stainless Steel) สำหรับ งานราวบันได หรือราวระเบียง ขนาดตามที่ระบุในแบบ ให้ใช้เหล็กสเตนเลส ผลิตตามมาตรฐาน JIS G3459 Grade 304 รวมถึงลวดเชื่อม ให้ใช้เกรดเดียวกัน

2.5 เหล็กกลมกลวง, เหล็กสี่เหลี่ยมจัตุรัส, เหลี่ยมผืนผ้ากลวง ผลิตตามมาตรฐาน มอก. 107-2533 หรือเทียบเท่า ให้ใช้ของ บริษัท แปซิฟิกไพพ์ จำกัด (มหาชน) หรือ บริษัท สามชัย สตีล อินดัสทรี จำกัด (มหาชน) หรือ เทียบเท่า

2.6 เหล็กฉาก, เหล็กรางน้ำ, เหล็กรูปตัวไอ, เหล็กรูปตัว H ผลิตตามมาตรฐาน มอก. 1227-2539 หรือเทียบเท่า

2.7 เหล็กแผ่นเรียบ, เหล็กแผ่นลาย เป็นเหล็กแผ่นผลิตร้อน ผลิตตามมาตรฐาน JIS G3101 SS400

2.8 ลวดตาข่าย หากไม่ระบุขนาดในแบบ ให้ใช้ ลวดตาข่ายถักสำเร็จรูปชุบสังกะสีตาสี่เหลี่ยมจัตุรัส 1 1/2x1 1/2 นิ้ว ขนาดลวด 3.2 มม. หรือตามวัตถุประสงค์ของผู้ออกแบบ เชื่อมติดกับโครงเหล็กกลมกลวง เส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มม. หนา 3.2 มม. ระยะ 1 500x1 500 มม. หรือตามระบุในแบบ

2.9 เหล็กรางระบายน้ำ หากไม่ระบุในแบบ ให้ใช้ตะแกรงสำเร็จรูปชุบสังกะสีของ CHANCON COMPANY LIMITED หรือเทียบเท่า ขนาดตามระบุในแบบงานสุขาภิบาล หรือตามวัตถุประสงค์ของวิศวกรผู้ออกแบบ

2.10 ตะแกรงเหล็กฉีก หากไม่ระบุในแบบ ให้ใช้ของ บริษัท วี แอนด์ พี เอ็กซแพนด์ เมททัล จำกัด หรือ บริษัท โปร เจเนอรัล (ประเทศไทย) จำกัด หรือ บริษัท ณัฐทรัพย์ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด หรือเทียบเท่า ขนาด ลาย และรุ่นตามระบุในแบบ หรือตามวัตถุประสงค์ของผู้ออกแบบ

2.11 Wrought Iron หากไม่ระบุในแบบ ให้ใช้ของ ห้างหุ้นส่วนจำกัด ส.ช.อ. การช่าง หรือ PAS Classic Steel Co., Ltd. หรือ Euro Wrought Iron Co.Ltd. หรือเทียบเท่า

2.12 สลักเกลียวฝังในคอนกรีตชนิดยึดด้วย Epoxy หรือแบบขยายตัว ให้ใช้ตามมาตรฐานการใช้งานของ ผู้ผลิต

2.13 สีป้องกันสนิม ให้ใช้สีรองพื้นเหล็ก Red Lead Primer หรือสีรองพื้นเหล็กชุบสังกะสี Zinc Chromate หรือตามระบุในหมวด 09 91 00 งานทาสี

2.14 งานโลหะส่วนตกแต่งทั้งหมด ให้ดำเนินการติดตั้งโดย ตามวัตถุประสงค์ของวิศวกรผู้ออกแบบ

3. การดำเนินการ

3.1 การประกอบ และติดตั้ง

งานโลหะเบ็ดเตล็ดทั้งหมด จะต้องมีขนาด และรูปร่างตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง การตัดต่อการเชื่อม จะต้องเรียบร้อย ได้ฉาก ได้แนว และได้ระดับ รอยต่อต่างๆ จะต้องเรียบร้อย และสนิท การยึดด้วยนอต สกรูทุกแห่งต้องใส่แหวนรองรับ และขันสกรูจนแน่น โดยให้ใช้วัสดุอุปกรณ์ตามตัวอย่างที่ได้รับการอนุมัติ และถือปฏิบัติตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ใน Shop Drawing ที่ได้รับการพิจารณาอนุมัติจากผู้ควบคุมงานแล้ว

3.2 การตกแต่ง

วัสดุที่เป็นเหล็กทั้งหมด จะต้องล้างออกให้สะอาด ปราศจากสนิม รอยต่อ และรอยเชื่อมต่างๆ จะต้องขัดตกแต่งให้เรียบร้อย และทาสีกันสนิมก่อน จึงทาสีทับหน้าตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในหมวด 09 91 00 งานทาสี

งานทางเดินแขวน

Catwalks

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ แรงงานที่มีฝีมือและความชำนาญ มีระบบควบคุมคุณภาพ ในการก่อสร้างงานทางเดินแขวนเหล็กและงานราวกันโลหะ ตามที่ระบุในแบบและรายการประกอบแบบ

1.2 งานโครงเหล็ก และงานโลหะให้รวมถึงการจัดหาโรงงานที่ได้มาตรฐาน และได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน

1.3 การกองหรือเก็บวัสดุจะต้องกระทำด้วยความระมัดระวังและเอาใจใส่ต่อการป้องกันสนิมที่จะเกิดขึ้น

1.4 การประกอบและติดตั้งโครงเหล็ก และงานโลหะ เพื่อให้ได้ตามที่ระบุในแบบ จะต้องมีการเผื่อความโก่งของ โครงสร้างนั้นๆ ด้วยกรรมวิธีหรือการคำนวณของผู้รับจ้างเอง และภายในการควบคุมดูแลของผู้เชี่ยวชาญของผู้รับจ้าง

1.5 ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งตัวอย่างเหล็ก โลหะ และวัสดุประกอบอื่นๆ พร้อมทั้งข้อมูลทางเทคนิคและผลทดสอบจากสถาบันที่กำหนดไว้ ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการสั่งซื้อ

1.6 ผู้ควบคุมงานอาจจัดส่งตัวอย่างเหล็กรูปพรรณที่ส่งเข้าหน่วยงานก่อสร้างแล้ว ไปทดสอบที่สถาบันที่กำหนดไว้ เพื่อเป็นการตรวจสอบ โดยถือเป็นภาระและค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้าง

1.7 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบขยายและรายละเอียดต่างๆ วิธีการติดตั้ง ขั้นตอนการทำงานให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการตัดและประกอบ แบบขยายเหล่านี้จะต้องแสดงขนาด จุดเชื่อม และระยะต่างๆ โดยละเอียด

1.8 ผู้รับจ้างจะต้องจัดให้มีการตรวจสอบคุณภาพงาน พร้อมเสนอวิธีการทดสอบ หากพบภายหลังว่างานก่อสร้างโครงเหล็กไม่มั่นคง แข็งแรง หรือมีข้อบกพร่อง โดยจะต้องจัดหาทีมงานหรือที่ปรึกษาที่มีประสบการณ์เป็นที่ยอมรับของผู้ว่าจ้าง

1.9 โลหะที่จะนำมาติดตั้ง จะต้องส่งตัวอย่างให้ผู้ควบคุมงานตรวจเสียก่อน ภายหลังจากที่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรแล้ว จึงทำการติดตั้ง

1.10 อื่นๆ ตามระบุในแบบ โดยได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน และตามวัตถุประสงค์ของผู้ออกแบบ

2. ผลิตภัณฑ์

2.1 เหล็กรูปตัวซี เป็นเหล็กรูปพรรณผลิตเย็น ผลิตตามมาตรฐาน มอก. 1288-2538

2.2 เหล็กกลมกลวง เป็นเหล็กรูปพรรณผลิตเย็น ชนิดท่อเหล็กผสมคาร์บอน ผลิตตามมาตรฐาน มอก. 107-2533 HS41

2.3 เหล็กสี่เหลี่ยมจัตุรัส, เหลี่ยมผืนผ้ากลวง เป็นเหล็กรูปพรรณผลิตเย็น ผลิตตามมาตรฐาน มอก. 107-2533 HS41

2.4 เหล็กฉาก, เหล็กรางน้ำ, เหล็กรูปตัวไอ, เหล็กรูปตัว H เป็นเหล็กรูปพรรณผลิตร้อน ผลิตตามมาตรฐาน มอก. 1227-2539 SM400

2.5 เหล็กแผ่นเรียบ, เหล็กแผ่นลาย เป็นเหล็กแผ่นผลิตร้อน ผลิตตามมาตรฐาน JIS G3101 SS400

2.6 ตะแกรงเหล็กฉีก หากไม่ระบุในแบบ ให้ใช้ของ V&P Expended Metal หรือ BMI หรือ Siam Industrial Wire หรือเทียบเท่า ขนาด ลาย และรุ่นตามที่ระบุในแบบ หรือตามวัตถุประสงค์ของผู้ออกแบบ

2.7 ตะแกรงไฟเบอร์กล๊าสเรซิ่นขึ้นรูปคุณภาพสูง ทนกรด ด่าง สารเคมี ไม่ลามไฟ ไม่เป็นสื่อนำไฟฟ้า ขนาดของตะรางและความหนาของตะแกรง ให้เป็นไปตามกำหนดในแบบ แต่ต้องสอดคล้องกับช่วงรับน้ำหนัก (LOAD SPAN) ตามมาตรฐานผู้ผลิต โดยใช้ผลิตภัณฑ์ของ KONNGEATE หรือ FIBERGEATE บริษัท 949 ซัพพลายส์ จำกัด หรือเทียบเท่า โดยก่อนการติดตั้งต้องส่งรูปแบบขนาด ให้ผู้ควบคุมงานอนุมัติ ส่วนการติดตั้งเป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิต

2.8 สลักเกลียวฝังในคอนกรีตชนิดยึดด้วย Epoxy หรือแบบขยายตัว ให้ใช้ของ POWERS FASTENER หรือ AUTUS INTERNATIONAL หรือเทียบเท่า

2.9 สีป้องกันสนิม ให้ใช้สีรองพื้นเหล็ก Red lead primer หรือสีรองพื้นเหล็กชุบสังกะสี Zinc chromate หรือตามระบุในหมวดงานทาสี

3. การดำเนินการ

3.1 การตัดและต่องานทางเดินแขวนเหล็กและงานราวกันโลหะ

3.1.1 วิธีการตัดต้องใช้เครื่องกลมือที่เหมาะสมกับคุณสมบัติของเหล็ก หากใช้ความร้อน การทำให้เหล็ก เย็นตัวจะต้องปล่อยเหล็กเย็นตัวลงตามธรรมชาติ หรือใช้น้ำยาพิเศษเพื่อป้องกันมิให้เหล็กบริเวณที่ถูกความร้อนเสียคุณภาพและเสียรูป

3.1.2 การต่อเหล็ก ให้ใช้วิธีการเชื่อมด้วยลวดไฟฟ้า หรือก๊าซ หรือสลักเกลียว ตามที่ระบุในแบบหรือที่ได้อนุมัติจากผู้ควบคุมงาน

3.1.3 การต่อเหล็กความยาวที่ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ วัดโดยเทปเหล็กไม่เกิน 2 มิลลิเมตร

3.1.4 การเชื่อมเหล็กต้องกระทำด้วยความระมัดระวัง ช่างเชื่อมมีประสบการณ์ในวิชาชีพ ปฏิบัติถูกต้องตามมาตรฐานวิชาช่าง และวิธีการเชื่อมสอดคล้องกับมาตรฐาน AWS

3.1.5 การต่อเหล็กด้วยสลักเกลียว ขนาดของรูเจาะต้องเหมาะสม ระยะขอบ ต้องได้ตามมาตรฐาน AISC

3.2 การประกอบและติดตั้งงานโครงเหล็ก

3.2.1 การประกอบโครงจากโรงงาน จะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน โดยพิจารณาจากมาตรฐานฝีมือ ประสบการณ์ เครื่องมือ เครื่องจักร และวิธีการขนย้าย

3.2.2 การประกอบโครงเหล็ก ณ สถานที่ก่อสร้าง จะต้องอยู่ภายใต้การควบคุมของผู้ควบคุมงาน โดยผู้รับจ้างจะมีเครื่องมือ เครื่องจักรที่เหมาะสม มีช่างและแรงงานที่มีฝีมือและความชำนาญ มีอุปกรณ์ความปลอดภัย มีเครื่องยกที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพ

3.2.3 โครงเหล็กที่ประกอบติดตั้งแล้ว จะต้องมีความโก่งไม่เกิน 1 มิลลิเมตร ในความยาว 1 เมตร ระยะโก่งของ โครงสร้างที่จำเป็นต้องเผื่อไว้สำหรับการก่อสร้าง หรือตามวัตถุประสงค์ของวิศวกรผู้ออกแบบ

3.3 ฐานรองรับหรือจุดยึดงานโครงสร้างเหล็ก

3.3.1 การยึดและรายละเอียดการยึดโครงเหล็ก จะต้องจัดทำแบบขยายและแสดงรายละเอียดวัสดุที่ใช้ เพื่อให้เหมาะสมกับการติดตั้งจริง

3.3.2 ฐานรองแผ่นเหล็ก จะต้องปรับให้ได้ระดับ ด้วยซีเมนต์พิเศษ ไม่เป็นสนิม และไม่หดตัว

3.3.3 การฝังสลักเกลียวหรือขอยึดสำหรับแผ่นเหล็ก หากใช้สลักเกลียวชนิดฝังในคอนกรีต จะต้องกระทำพร้อมการเทคอนกรีต หากใช้วิธีการเจาะ ฝัง จะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อน

3.4 การป้องกันสนิมงานทางเดินแขวนและงานราวกันโลหะ

3.4.1 ชิ้นส่วนของโครงเหล็กและโลหะ จะต้องทาสีป้องกันสนิมตามวิธีที่ผู้ผลิตสีแนะนำ โดยได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน

3.4.2 ส่วนของรอยต่อโดยการเชื่อม จะต้องลอกคราบตะกรันออก โดยขัดด้วยแปรงลวดให้เห็นเนื้อเหล็กและทำความสะอาด ก่อนทาสีป้องกันสนิม

3.4.3 ส่วนของสลักเกลียว ให้ขันเกลียวให้ได้ตามที่กำหนด ทำความสะอาดคราบน้ำมันและส่วนสกปรกต่างๆ ขัดด้วยแปรงเหล็กก่อนทาสีป้องกันสนิม

3.4.4 ทาสีรองพื้นเหล็กหรือสีป้องกันสนิม ตามที่ระบุไว้ในหมวดงานทาสี

งานราวโลหะ

Metal Railing

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ แรงงานที่มีฝีมือและความชำนาญ มีระบบควบคุมคุณภาพ ในการก่อสร้างงานทางเดินแขวนเหล็กและงานราวกันโลหะ ตามที่ระบุในแบบและรายการประกอบแบบ

1.2 งานโครงเหล็ก และงานโลหะให้รวมถึงการจัดหาโรงงานที่ได้มาตรฐาน และได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน

1.3 การกองหรือเก็บวัสดุจะต้องกระทำด้วยความระมัดระวังและเอาใจใส่ต่อการป้องกันสนิมที่จะเกิดขึ้น

1.4 การประกอบและติดตั้งโครงเหล็ก และงานโลหะ เพื่อให้ได้ตามที่ระบุในแบบ จะต้องมีการเผื่อความโก่งของ โครงสร้างนั้นๆ ด้วยกรรมวิธีหรือการคำนวณของผู้รับจ้างเอง และภายในการควบคุมดูแลของผู้เชี่ยวชาญของผู้รับจ้าง

1.5 ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งตัวอย่างเหล็ก โลหะ และวัสดุประกอบอื่นๆ พร้อมทั้งข้อมูลทางเทคนิคและผลทดสอบจากสถาบันที่กำหนดไว้ ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการสั่งซื้อ

1.6 ผู้ควบคุมงานอาจจัดส่งตัวอย่างเหล็กรูปพรรณที่ส่งเข้าหน่วยงานก่อสร้างแล้ว ไปทดสอบที่สถาบันที่กำหนดไว้ เพื่อเป็นการตรวจสอบ โดยถือเป็นภาระและค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้าง

1.7 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบขยายและรายละเอียดต่างๆ วิธีการติดตั้ง ขั้นตอนการทำงานให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการตัดและประกอบ แบบขยายเหล่านี้จะต้องแสดงขนาด จุดเชื่อม และระยะต่างๆ โดยละเอียด

1.8 ผู้รับจ้างจะต้องจัดให้มีการตรวจสอบคุณภาพงาน พร้อมเสนอวิธีการทดสอบ หากพบภายหลังว่างานก่อสร้างโครงเหล็กไม่มั่นคง แข็งแรง หรือมีข้อบกพร่อง โดยจะต้องจัดหาทีมงานหรือที่ปรึกษาที่มีประสบการณ์เป็นที่ยอมรับของผู้ว่าจ้าง

1.9 โลหะที่จะนำมาติดตั้ง จะต้องส่งตัวอย่างให้ผู้ควบคุมงานตรวจเสียก่อน ภายหลังจากที่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรแล้ว จึงทำการติดตั้ง

1.10 อื่นๆ ตามระบุในแบบ โดยได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน และตามวัตถุประสงค์ของผู้ออกแบบ

2 ผลิตภัณฑ์

2.1 เหล็กรูปตัวซี เป็นเหล็กรูปพรรณผลิตเย็น ผลิตตามมาตรฐาน มอก. 1288-2538

2.2 เหล็กกลมกลวง เป็นเหล็กรูปพรรณผลิตเย็น ชนิดท่อเหล็กผสมคาร์บอน ผลิตตามมาตรฐาน มอก. 107-2533 HS41

2.3 เหล็กสี่เหลี่ยมจัตุรัส, เหลี่ยมผืนผ้ากลวง เป็นเหล็กรูปพรรณผลิตเย็น ผลิตตามมาตรฐาน มอก. 107-2533 HS41

2.4 เหล็กฉาก, เหล็กรางน้ำ, เหล็กรูปตัวไอ, เหล็กรูปตัว H เป็นเหล็กรูปพรรณผลิตร้อน ผลิตตามมาตรฐาน มอก. 1227-2539 SM400

2.5 สลักเกลียวฝังในคอนกรีตชนิดยึดด้วย Epoxy หรือแบบขยายตัว ให้ใช้ของ POWERS FASTENER หรือ AUTUS INTERNATIONAL หรือเทียบเท่า

2.6 สีป้องกันสนิม ให้ใช้สีรองพื้นเหล็ก Red lead primer หรือสีรองพื้นเหล็กชุบสังกะสี Zinc chromate หรือตามระบุในหมวดงานทาสี

3 การดำเนินการ

3.1 การตัดและต่องานรางกันโลหะ

3.1.1 วิธีการตัดต้องใช้เครื่องกลมือที่เหมาะสมกับคุณสมบัติของเหล็ก หากใช้ความร้อน การทำให้เหล็ก เย็นตัวจะต้องปล่อยเหล็กเย็นตัวลงตามธรรมชาติ หรือใช้น้ำยาพิเศษเพื่อป้องกันมิให้เหล็กบริเวณที่ถูกความร้อนเสียคุณภาพและเสียรูป

3.1.2 การต่อเหล็ก ให้ใช้วิธีการเชื่อมด้วยลวดไฟฟ้า หรือก๊าซ หรือสลักเกลียว ตามที่ระบุในแบบหรือที่ได้อนุมัติจากผู้ควบคุมงาน

3.1.3 การต่อเหล็กความยาวที่ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ วัดโดยเทปเหล็กไม่เกิน 2 มิลลิเมตร

3.1.4 การเชื่อมเหล็กต้องกระทำด้วยความระมัดระวัง ช่างเชื่อมมีประสบการณ์ในวิชาชีพ ปฏิบัติถูกต้องตามมาตรฐานวิชาช่าง และวิธีการเชื่อมสอดคล้องกับมาตรฐาน AWS

3.1.5 การต่อเหล็กด้วยสลักเกลียว ขนาดของรูเจาะต้องเหมาะสม ระยะขอบ ต้องได้ตามมาตรฐาน AISC

3.2 การประกอบและติดตั้งงานโครงเหล็ก

3.2.1 การประกอบโครงจากโรงงาน จะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน โดยพิจารณาจากมาตรฐานฝีมือ ประสบการณ์ เครื่องมือ เครื่องจักร และวิธีการขนย้าย

3.2.2 การประกอบโครงเหล็ก ณ สถานที่ก่อสร้าง จะต้องอยู่ภายใต้การควบคุมของผู้ควบคุมงาน โดยผู้รับจ้างจะมีเครื่องมือ เครื่องจักรที่เหมาะสม มีช่างและแรงงานที่มีฝีมือและความชำนาญ มีอุปกรณ์ความปลอดภัย มีเครื่องยกที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพ

3.2.3 โครงเหล็กที่ประกอบติดตั้งแล้ว จะต้องมีความโก่งไม่เกิน 1 มิลลิเมตร ในความยาว 1 เมตร ระยะโก่งของ โครงสร้างที่จำเป็นต้องเผื่อไว้สำหรับการก่อสร้าง หรือตามวัตถุประสงค์ของวิศวกรผู้ออกแบบ

3.3 การป้องกันสนิมงานราวกันโลหะ

3.3.1 ชิ้นส่วนของโครงเหล็กและโลหะ จะต้องทาสีป้องกันสนิมตามวิธีที่ผู้ผลิตสีแนะนำ โดยได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน

3.3.2 ส่วนของรอยต่อโดยการเชื่อม จะต้องลอกคราบตะกรันออก โดยขัดด้วยแปรงลวดให้เห็นเนื้อเหล็กและทำความสะอาด ก่อนทาสีป้องกันสนิม

3.3.3 ส่วนของสลักเกลียว ให้ขันเกลียวให้ได้ตามที่กำหนด ทำความสะอาดคราบน้ำมันและส่วนสกปรกต่างๆ ขัดด้วยแปรงเหล็กก่อนทาสีป้องกันสนิม

3.3.4 ทาสีรองพื้นเหล็กหรือสีป้องกันสนิม ตามที่ระบุไว้ในหมวดงานทาสี

งานถนนแอสฟัลต์คอนกรีต

(ASPHALTIC CONCRETE ROAD)

1. ขอบเขต

งานในหมวดนี้ได้แก่ งานก่อสร้างถนนลาดยางชนิดผิวทาง ASPHALTIC CONCRETE ซึ่งมีขั้นตอนการก่อสร้างดังนี้

1.1 การเตรียมพื้นดิน

1.2 การก่อสร้างคันทาง

1.3 การทำชั้นรองพื้นทาง

1.4 การทำชั้นพื้นทาง

1.5 การทำไหล่ทาง

1.6 การทำ PRIME COAT

1.7 การทำ TACK COAT

1.8 การทำผิวทาง

2. การเตรียมพื้นดิน

การเตรียมพื้นดินสำหรับก่อสร้างถนน ประกอบด้วยงาน ถางป่าขุดตอ (CLEARING AND GRUBBING) และงานตกแต่งเกลี่ยพื้นคันทาง

2.1 การถางป่าขุดตอ หมายถึง การกำจัดต้นไม้, พุ่มไม้, ตอไม้, ไม้ผุ, ขยะ, วัชพืช และสิ่งที่ไม่พึงประสงค์ต่างๆ ภายในบริเวณก่อสร้าง ตามที่กำหนดในแบบ การขุดตอไม้, รากไม้ บริเวณที่จะก่อสร้างคันทาง ให้ขุดออกต่ำกว่าระดับดินเดิมไม่น้อยกว่า 30 ซม. วัสดุที่ได้จากการถางและขุดลอกให้นำไปทิ้งให้เรียบร้อย ณ บริเวณที่ได้รับการเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง

2.2 การตกแต่งเกลี่ยพื้นคันทาง ให้ใช้ GRADER หรือเครื่องมืออื่นที่เหมาะสม แต่งเกลี่ยผิวตลอดความกว้างของถนนและไหล่ทางทั้งสองข้างจนได้ระดับที่ต้องการ ตอนใดที่สูงให้ปาดออก ตอนใดที่เป็นหลุม, บ่อ หรือแอ่ง ให้ขุดแต่งบริเวณนั้น แล้วใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับที่ใช้ทำชั้นรองพื้นทางหรือชั้นคันทาง เกลี่ยเป็นชั้นๆ พรมน้ำและบดทับให้ได้ความแน่นแห้งไม่น้อยกว่า 95% STANDARD PROCTOR DENSITY ในกรณีที่การก่อสร้างผ่านบริเวณที่เป็นดินเลน หรือดินชนิดอื่นที่เหมาะสม ให้ขุดดินนั้นออก แล้วถมกลับด้วยดินที่เหมาะสม โดยบดอัดเป็นชั้นๆ ให้ได้ความแน่นแห้งไม่น้อยกว่า 95% STANDARD PROCTOR DENSITY

3. การก่อสร้างคันทาง

3.1 งานถมคันทาง (EMBANKMENT) หมายถึง การก่อสร้างถมคันทางโดยจัดหาวัสดุที่มีคุณสมบัติถูกต้องตามที่กำหนดมาถม, บดอัด และแต่งให้ได้แนว, ระดับ, ความลาด, ขนาด, และรูปตัดตามที่กำหนดในแบบ

3.1.1 วัสดุ

วัสดุที่ใช้ถมคันทาง หากมิได้ระบุเป็นอย่างอื่นในแบบจะต้องมีการบวมตัวจากการทดลองหาค่า C.B.R. ไม่เกินร้อยละ 4 และมีความแน่นแห้ง ไม่น้อยกว่า 1,440 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

3.1.2 การดำเนินการ

การถมคันทางจะต้องสร้างให้ได้แนว, ระดับ ความลาด, ขนาด และรูปตัดตามที่กำหนดไว้ในแบบ วัสดุที่ใช้ถมจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง การถมคันทางจะต้องทำเป็น ชั้นๆ ชั้นหนึ่งหนาไม่เกิน 20 เซนติเมตร ทุกๆ ชั้นจะต้องบดอัดให้แน่น ความแน่นแห้ง จะต้องไม่น้อยกว่า 95% ของความแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จากการทดสอบ STANDARD PROCTOR TEST ตามมาตรฐาน ASTM D 698 หรือ กรม ทางหลวง ที่ ทล.ท.107/2517

3.2 งานตัดคันทาง (EXCAVATION)

3.2.1 งานตัดคันทาง หมายถึง การขุดแต่งคันทางให้มีรูปร่าง และระดับตามรูปตัดและข้อกำหนดในแบบ รวมทั้งการนำวัสดุที่ขุดแล้วไปใช้ และ/หรือ นำวัสดุที่ไม่ต้องการไปทิ้งด้วย

3.2.2 การตัดคันทาง ให้ใช้เครื่องมือและวิธีการที่เหมาะสมกับประเภทของวัสดุ เช่น งานตัดหินผุจะต้องใช้เครื่องจักรขุดที่มีกำลังไม่น้อยกว่า 270 แรงม้า ติดใบคราด (RIPPER) งานตัดหินแข็งจะต้องดำเนินการด้วยวิธีการเจาะและระเบิด เป็นต้น สำหรับการเจาะและระเบิดหิน ผู้รับจ้างจะต้องขออนุมัติจากผู้ว่าจ้างและหน่วยรับผิดชอบพื้นที่ ก่อนดำเนินการ

3.2.3 วัสดุที่มีคุณสมบัติไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดในการก่อสร้างคันทางหรือชั้นรองพื้นทาง ให้ผู้รับจ้างสามารถนำไปใช้ในการก่อสร้างได้ วัสดุส่วนที่เหลือหรือไม่ใช้ ให้นำไปทิ้งในบริเวณพื้นที่ที่ผู้ว่าจ้างเห็นสมควร

3.2.4 วัสดุที่มีคุณสมบัติไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดในการก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องขุดลอกและให้นำไปทิ้งบริเวณพื้นที่ที่ผู้ว่าจ้างเห็นสมควร

3.2.5 ลาดดินตัดจะต้องแต่งให้เรียบร้อยและประณีต เหมาะสมกับวัสดุแต่ละชนิด

4. การทำชั้นรองพื้นทาง

4.1 วัสดุ

วัสดุที่จะนำมาใช้จะต้องมีส่วนคละและคุณสมบัติอื่นๆ ตรงตามที่ระบุในตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 ส่วนคละของวัสดุที่นำมาใช้

ขนาดตะแกรง	เปอร์เซ็นต์ผ่านตะแกรง				
	A	B	C	D	E
2"	100	100	-	-	-
1"	-	-	100	100	100
3/8"	30-65	40-75	50-85	60-100	-
No.10	15-40	20-45	25-50	40-70	40-100
No.40	8-20	15-30	15-30	25-45	20-50
No.200	2-5	5-20	5-15	5-20	6-20

ตารางที่ 2 คุณสมบัติอื่นๆ

LIQUID LIMIT	ไม่เกิน 35
PLASTICITY INDEX	ไม่เกิน 10
% WEAR ของส่วนหยาบ	ไม่เกิน 60
(จาก LOS ANGELES ABRASION TEST)	
ค่า LAB CBR	ไม่น้อยกว่า 40

ผู้รับจ้างจะต้องส่งผลการทดสอบคุณสมบัติวัสดุรองพื้นทางให้ราชการเห็นชอบก่อนนำมาใช้งาน

4.2 วิธีก่อสร้าง

4.2.1 วัสดุรองพื้นทางที่ได้คุณภาพตามข้อ 4.1 ต้องนำมาคลุกเคล้าจนมีลักษณะสม่ำเสมอกัน ให้กองไว้เป็น STOCK PILE เพื่อให้ผู้ควบคุมงาน หรือกรรมการตรวจการจ้างสามารถตรวจสอบ

4.2.2 ก่อนลงวัสดุรองพื้นทาง พื้นคันทางจะต้องได้ระดับตามแนวทางและแนวลาดที่กำหนดตามรูปตัดที่แสดงไว้ในแบบ ผิวหน้าของพื้นคันทางจะต้องราดน้ำให้เปียกเสียก่อน แล้วจึงลงวัสดุรองพื้นทาง การบดอัดให้ทำเป็นชั้น ในแต่ละชั้นต้องมีความหนาก่อนบดอัดไม่เกิน 20 เซนติเมตร แต่ละชั้นให้พรมน้ำจนได้ OPTIMUM MOISTURE CONTENT ±3% และบดทับแต่ละชั้นให้ได้ความแน่นแห้งไม่น้อยกว่า 95% ของความแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จากการทดสอบตามวิธี MODIFIED PROCTOR TEST (AASHTO T 180, ASTM D1557)

4.3 การตรวจสอบ

4.3.1 ระดับ

ระดับชั้นรองพื้นทางที่บดอัดแน่นแล้วทุกจุด จะสูงหรอต่ำกว่าระดับตามแบบได้ไม่เกิน 1.5 เซนติเมตร

4.3.2 ความหนา

จะต้องวัดทุกๆ 500 ตารางเมตร โดยการเจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7.5 เซนติเมตร ถึงชั้น SUBGRADE ความหนาจะผิดได้ไม่เกิน 5 มิลลิเมตร

4.3.3 ความแน่น

ผู้ควบคุมของผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้กำหนดตำแหน่งที่จะทำการตรวจสอบความแน่นของชั้นรองพื้นทาง แต่ทั้งนี้จะไม่มากกว่า1 จุด ต่อพื้นที่ถนน 500 ตารางเมตร

5. การทำชั้นพื้นทาง (BASE COURSE)

5.1 วัสดุ

วัสดุที่ยอมให้ใช้งานพื้นทางจะต้องเป็นหินโม่ หรือกรวดโม่ที่สะอาด, แห้ง, เหนียว ไม่มีวัชพืช และสิ่งไม่พึงประสงค์เจือปน และต้องมีคุณสมบัติและส่วนคละตามตารางที่ 3 และ 4

ตารางที่ 3 ส่วนคละของวัสดุที่ใช้ทำพื้นทาง

ขนาดตะแกรง	เปอร์เซ็นต์ผ่านตะแกรง			
	A	B	C	D
2”	100	100	-	-
1”	-	-	100	100
3/8”	30-65	40-75	50-85	60-100
No.10	15-40	20-45	25-50	40-70
No.40	8-20	15-30	15-30	25-45
No.200	2-5	5-20	5-15	5-20

ตารางที่ 4 คุณสมบัติทั่วไป

% ความสึกหรอ (จาก LOS ANGELES ABRASION TEST)	ไม่เกิน 40
LIQUID LIMIT	ไม่เกิน 25
PLASTIC INDEX	ไม่เกิน 6
ค่า LAB CBR	ไม่น้อยกว่า 75

5.2 วิธีการก่อสร้าง

5.2.1 วัสดุซึ่งมีคุณสมบัติตามในข้อ 5.1 ต้องคลุกเคล้าให้เข้ากัน โดยมีลักษณะสม่ำเสมอ พรมน้ำจนได้ปริมาณ ±3% ของ OPTIMUM MOISTURE CONTENT แต่ละชั้นให้นำวัสดุชั้นพื้นทางมาเกลี่ยลงบนผิวชั้นรองพื้นทางที่ได้ราดน้ำให้ชุ่มพอสมควร เกลี่ยให้สม่ำเสมอตลอด

5.2.2 การบดทับ ใช้บดทับด้วยรถบดล้อยาง (PNEUMATIC-TIRED ROLLER) ให้บดทับทันทีหลังจากที่ได้เกลี่ยวัสดุชั้นพื้นทางเสร็จ การบดทับต้องบดจนกระทั่งได้ความแน่นแห้งไม่ต่ำกว่า 95% ของความแน่นแห้งสูงสุด จากการทดสอบ MODIFIED PROTOR TEST (AASHTO T 180) เสร็จแล้วจึงบดชั้นสุดท้ายด้วยรถบดล้อเหล็กที่มีน้ำหนักไม่น้อยกว่า 10 ตัน เพื่อได้ผิวหน้าชั้นพื้นทางที่เรียบสม่ำเสมอ

5.3 การตรวจสอบ

5.3.1 ระดับ

ระดับชั้นพื้นทางที่บดอัดแน่นแล้วทุกจุด จะสูงหรือต่ำกว่าระดับตามแบบได้ไม่เกิน 1.5 เซนติเมตร

5.3.2 ความหนา

ความหนาให้วัดทุกๆ 500 ตารางเมตร โดยเจาะรูให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง7.5 เซนติเมตร ทะลุถึงชั้นรองพื้นทาง หรือชั้น SUBBASE ความหนาจะผิดได้ไม่เกิน 5 มิลลิเมตร

5.3.3 ความแน่น

ความแน่นตรวจสอบเช่นเดียวกับข้อ 4.3.3

6. การทำไหล่ทาง

6.1 วัสดุ ให้ใช้วัสดุตามที่ระบุในแบบ หากไม่ระบุให้ใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติตามที่ระบุในข้อ 4.1

6.2 วิธีการก่อสร้าง

เกลี่ยวัสดุที่ทำไหล่ทางเป็นชั้นๆ สม่ำเสมอกัน ความหนาแน่นไม่เกินชั้นละ 15 เซนติเมตรให้บดอัดแน่นทุกชั้น จะได้ความแน่นแห้งไม่น้อยกว่า 95% ของความแน่นแห้งสูงสุด ที่ได้จากการทดสอบตามวิธี MODIFIED PROCTOR TEST (AASHT+180 ASTM D 1557)

7. การทำ PRIME COAT

7.1 วัสดุ

ให้ใช้แอสฟัลท์ชนิดเหลว (LIQUID ASPHALT) ชนิด MEDIUM CURING CUTBACK เกรด MC-30, MC-70 SC-70 (แต่สำหรับผิวพื้นทางที่มีการดูดซึมสูง ให้ใช้แอสฟัลท์ชนิดเหลวเกรด MC-250) ตามมาตรฐาน มอก.865 ฉบับล่าสุด หรือ แอสฟัลท์อิมัลชั่น CSS-1 หรือ CSS-1H ตามมาตรฐาน มอก.371 ฉบับล่าสุด

7.2 วิธีการก่อสร้าง

ก่อนพ่น PRIME COAT พื้นทางจะต้องได้รับการตรวจสอบให้แน่ใจว่าถูกต้องเสียก่อน และจะต้องกวาดหินที่หลุดร่อน หรือฝุ่นออกเสียก่อนด้วยเครื่องมือที่เหมาะสม ปริมาณแอสฟัลท์ที่ใช้ประมาณ 0.8-1.4 ลิตร/ตารางเมตา ขึ้นอยู่กับความแน่นของชั้นพื้นทาง สำหรับอุณหภูมิที่ใช้ราดของแอสฟัลท์ให้ใช้ตามตารางที่ 5

ตารางที่ 5 อุณหภูมิที่ใช้ราดแอสฟัลท์ทำ PRIME COAT

ชนิด	เปอร์เซ็นต์ผ่านตะแกรง	
	F	C
MC-30	85-190	30-90
MC-70	120-225	50-110
MC-250	165-270	75-135
CSS-1	70-160	20-70
CSS-1H	70-160	20-70

หลังจากพ่นแอสฟัลท์ PRIME COAT แล้วให้ทิ้งไว้ไม่น้อยกว่า 48 ชั่วโมง จึงทำผิวได้เมื่อครบ กำหนด แล้วหากมีแอสฟัลท์บางส่วนที่เหลวอยู่ ให้ใช้ทรายสาดทับหน้าในอัตราที่เหมาะสม

8. การทำ TACK COAT

8.1 วัสดุ

ให้ใช้คัตแบกแอสฟัลท์ RC-70 หรือ RC-250 ตามมาตรฐาน มอก.865 ฉบับล่าสุด หรือแอสฟัลท์อิมัลชั่น CRS-1 หรือ CRS-2 ตามมาตรฐาน มอก.371 ฉบับล่าสุด

8.2 วิธีการก่อสร้าง

8.2.1 พื้นผิวที่ TACK COAT จะต้องสะอาดปราศจากฝุ่นและวัสดุอื่นๆ ปะปนต้องกำจัดวัชพืชฝุ่นหรือดินออกจากขอบพื้นผิวเดิมก่อน กรณีที่พื้นผิวเดิมที่จะทำ TACK COAT ไม่สม่ำเสมอให้ตัดแต่ง

ให้สม่ำเสมอ ถ้าเป็นหลุมบ่อจะต้องตัดหรือขุดออก แล้วทำการซ่อมแบบ SKIN PATCH หรือ DEEP PATCH แล้วบดทับให้แน่น ให้มีผิวเรียบสม่ำเสมอ

8.2.2 ปริมาณแอสฟัลท์ที่ใช้ราด ขึ้นกับชนิดของแอสฟัลท์และสภาพพื้นเดิมดังนี้

- กรณีพื้นเดิมเป็น PRIME COAT หรือผิวทางASPHALTIC CONCRETE หรือผิวปอร์ตแลนด์ซีเมนต์คอนกรีตใช้แอสฟัลท์ RC-70 หรือ RC-250 ในอัตรา 0.1-0.3 ลิตร/ตารางเมตร หรือผสมน้ำในอัตราส่วน 1:1 แล้วราดในอัตรา 0.2-0.6 ลิตร/ตารางเมตร
- กรณีที่พื้นเดิมเป็นผิวทางชนิดเซอร์เฟสทรีตเมนต์ หรือ เพนเนเตรชั่นแมคคาดัมใช้แอสฟัลท์ RC-70 หรือ RC-250 ในอัตรา 0.1-0.3 ลิตร/ตารางเมตร

8.2.3 อุณหภูมิของแอสฟัลท์ที่ใช้ราด ให้ใช้ตามตารางที่ 6

ตารางที่ 6 อุณหภูมิที่ใช้ราดแอสฟัลท์ทำ TACK COAT

ชนิด	เปอร์เซ็นต์ผ่านตะแกรง	
	F	C
RC-70	120-225	50-110
RC-250	165-270	75-130
CRS-1	125-185	50-85
CSS-2	125-185	50-85

8.2.4 การทำ *TACK COAT* ให้ดำเนินการก่อนจะทำผิวทางในส่วนนั้น โดยกำหนดพื้นที่ที่จะทำ *TACK COAT* ให้พอดีจะก่อสร้างชั้นผิวทางเสร็จในวันเดียวกัน ไม่อนุญาตให้ทิ้งข้ามคืน และให้ปิดการจราจรเพื่อให้น้ำมันในคัตแบกแอสฟัลท์ หรือน้ำในแอสฟัลท์อิมัลชั่นระเหยออกไป แล้วจึงก่อสร้างชั้นผิวทางได้

9. การทำผิวทาง ASPHALTIC CONCRETE (ASPHALT CONCRETE)

9.1 วัสดุ

9.1.1 แอสฟัลท์

ในกรณีที่ไม่ได้ระบุชนิดของแอสฟัลท์ไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้แอสฟัลท์ซีเมนต์ *AC*60-70 หรือ 80-100 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแอสฟัลท์ซีเมนต์สำหรับงานทาง มาตรฐานเลขที่ มอก. 851 ฉบับล่าสุด และต้องผ่านการวิเคราะห์คุณภาพให้ใช้ได้แล้ว

การใช้แอสฟัลท์อื่นๆ หรือแอสฟัลท์ที่ปรับปรุงคุณสมบัติด้วยสารใดๆ นอกเหนือจากนี้ ต้องมีคุณภาพเท่าหรือดีกว่า ทั้งนี้ต้องผ่านการทดสอบคุณภาพและพิจารณาความเหมาะสม รวมทั้งต้องได้รับอนุญาตให้ใช้จากผู้ว่าจ้างเป็นกรณีไป

ปริมาณการใช้แอสฟัลท์โดยประมาณ ให้เป็นไปตามตารางที่ 7

9.1.2 มวลรวม

มวลรวมประกอบด้วยมวลรวมหยาบ (*COARSE AGGREGATE*) และมวลรวมละเอียด *(FINE AGGREGATE)* กรณีที่มวลรวมละเอียดมีส่วนละเอียดไม่พอหรือต้องการปรับปรุงคุณภาพและความแข็งแรงของ*ASPHALTIC CONCRETE* อาจเพิ่มวัสดุผสมแทรก (*MINERAL FILLER*) ด้วยได้

ขนาดคละของมวลรวม ให้เป็นไปตามตารางที่ 7

วัสดุ *AGGREGATE* ที่มีขนาดค้างตะแกรง *No.4 (U.S.STANDARD SIEVE)* เรียกว่า มวลรวมหยาบ (*COARSE AGGREGATE*) ส่วนที่ผ่านตะแกรง *No.4* เรียกว่ามวลรวมละเอียด *FINE AGGREGATE* ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

9.1.2.1 มวลรวมหยาบ จะต้องเป็นหินย่อย (CREUSHED STONE) กรวดหินย่อย (CRUSHED GRAVEL) หรือหินย่อยและกรวดผสมกัน หรืออย่างอื่นใดที่ผู้ว่าจ้างอนุมัติให้ใช้ จะต้องสะอาดปราศจากสิ่งสกปรก ดินเหนียว SILT หรือ ORGANIC NATTER ผสมหรือปนอยู่และจะต้องไม่มีปฏิกิริยากับวัสดุแอสฟัลท์ หรือทำให้คุณภาพของ ASPHALTIC CONCRETE เสื่อมเสีย และต้องมีคุณสมบัติอื่นดังนี้

จะต้องมีเปอร์เซ็นต์ความสึกหรอไม่เกิน 40 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทดลองโดยวิธี LOSANGELES ABRASION TEST (AASHO T 96)

เมื่อทดลองโดยวิธี SOUNDNESS TEST (AASHO T 104-57) น้ำหนัก AGGREGATES ที่หายไปจะต้องไม่เกิน 9 เปอร์เซ็นต์

เมื่อทดลองโดยวิธี STRIPPING TEST FOR BITUMEN AGGREGATES MIXTURES (AASHO T 182-57) ผิว AGGREGATES จะต้องมีแอสฟัลท์เคลือบไม่น้อยกว่า 95 เปอร์เซ็นต์

เมื่อทดลองหา FLAKINESS BINDEX และ ELONGATION INDEX ต้องมีค่า FLAKINESS INDEX และ ELONGATION INDEX ไม่มากกว่า 30% ตามวิธีของ B.S.812

มวลรวมที่ใช้หลังจากผ่านเครื่องโม่ หรือเครื่องย่อยจนได้ขนาดที่ต้องการแล้ว จะต้องมีหน้าหนึ่งหน้าใดแตกอย่างน้อย 50% ของปริมาณทั้งหมดที่ใช้ทำ ASPHALTIC CONCRETE

9.1.2.2 มวลรวมละเอียดจะต้องเป็นหินฝุ่นหรือทรายที่สะอาดปราศจากสิ่งสกปรก ดินเหนียว SILT หรือ ORGANIC MATTER ผสมหรือปะปนอยู่ และจะต้องไม่มีปฏิกิริยากับ

วัสดุวัสดุแอสฟัลท์ ทำให้คุณภาพของ ASPHALTIC CONCRETE เสื่อมเสีย และมีคุณสมบัติดังนี้

เมื่อทดลองโดยวิธี SAND EQUIVAENT TEST (AASHO T 176-56) จะต้องมีค่าของ SAND EQUIVAENT TEST มากกว่า 50

MINERAL FILLER ถ้าจำเป็นต้องใช้ในกรณีที่ส่วนละเอียดไม่พอ ต้องเป็น STONE DUST, PORTLAND CEMENT, SILICA CEMENT หรือวัสดุพวก NON PLASTIC ซึ่งได้รับอนุมัติจากผู้ว่าจ้างให้ใช้ได้ MINERAL FILLER จะต้องแห้งไม่จับกันเป็นเม็ดกลม เมื่อทดสอบหา SIEVE ANALYSIS จะต้องมีส่วนผ่านตะแกรง ดังต่อไปนี้

SIEVE SIZE (9U.S.STANDARD SIEVEED)	**PERCENT PASSING BY WEIGHT**
No.30	100
No.80	95-100
No.200	65-100

ตารางที่ 7 ขนาดคละของมวลรวมและปริมาณแอสฟัลท์ซีเมนต์ที่ใช้

ขนาดที่ใช้เรียก	มิลลิเมตร (นิ้ว)	**9.5 (3/8)**	**12.5 (1/2)**	**19.0 (3/4)**	**25.0 (1)**
สำหรับชั้นทาง		**Wearing Course**	**Wearing Course**	**Binder Course**	**Base Course**
ความหนา	มิลลิเมตร	**25-35**	**40-70**	**40-80**	**70-100**
ขนาดตะแกรง	มิลลิเมตร (นิ้ว)	ปริมาณผ่านตะแกรง ร้อยละโดยมวล			
37.5 (1 1/2)					100
25.0 (1)				100	90-100
19.0 (3/4)			100	90-100	-
12.5 (1/2)		100	80-100	-	56-80
9.5 (3/8)		90-100	-	56-80	-
4.75 (เบอร์ 4)		55-85	44-74	35-65	29-59
2.36 (เบอร์ 8)		32-67	28-58	23-49	19-45
1.18 (เบอร์ 16)		-	-	-	-
0.600 (เบอร์ 30)		-	-	-	-
0.300 (เบอร์ 50)		7-23	5-21	5-19	5-17

ขนาดที่ใช้เรียก	มิลลิเมตร (นิ้ว)	9.5 (3/8)	12.5 (1/2)	19.0 (3/4)	25.0 (1)
สำหรับชั้นทาง		Wearing Course	Wearing Course	Binder Course	Base Course
ความหนา	มิลลิเมตร	25-35	40-70	40-80	70-100
ขนาดตะแกรง	มิลลิเมตร (นิ้ว)	ปริมาณผ่านตะแกรง ร้อยละโดยมวล			
0.150 (เบอร์ 100)		-	-	-	-
0.150 (เบอร์ /200)		2-10	2-10	2-8	1-7
ประมาณแอสฟัลท์ซีเมนต์ที่ใช้เป็นร้อยละโดยมวลรวมของมวลรวม		4.0-6.0	3.0-7.0	3.0-6.5	3.0-6.0

9.2 การออกแบบส่วนผสม (ASPHASTIC CONCRETE)

ก่อนจะเริ่มงานให้ผู้รับจ้างเสนอผลการออกแบบส่วนผสมให้แก่ผู้ควบคุมงาน การออกแบบส่วนผสมและตั้ง JOB MIX FORMULA นั้น ผู้รับจ้างอาจออกแบบเอง แล้วส่งผลให้กองวิเคราะห์และวิจัยกรมทางหลวงหรือหน่วยงานที่เชื่อถือได้ตรวจสอบ หรือผู้รับจ้างอาจให้กรมทางหลวงเป็นผู้ออกแบบส่วนผสมให้ก็ได้ และเมื่อได้ส่วนผสมที่ถูกต้องแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องส่งผลซึ่งรวมถึงหนังสือรับรองจากกรมทางหลวงหรือหน่วยงานที่เชื่อถือได้ ให้ผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนนำไปใช้ สำหรับข้อกำหนดในการออกแบบส่วนผสมให้เป็นไปตามตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ข้อกำหนดในการออกแบบผิวทางASPHALTIC CONCRETE

รายการ	ชั้นทาง				
	Wearing Course ขนาด9.5 มม.	Wearing Course ขนาด12.5 มม.	Binder Course	Base Course	Shoulder Course
Blows	75	75	75	75	50
Stability N	8006	8006	8006	7117	7117
(LB)	(1800)	(1800)	(1800)	(1600)	(1600)
Flow 0.25 mm. (0.01In)	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16
Percent Air Voids	3-5	3-5	3-6	3-6	3-5
Percent Voids in Mineral					

รายการ	ชั้นทาง Wearing Course ขนาด9.5 มม.	Wearing Course ขนาด12.5 มม.	Binder Course	Base Course	Shoulder Course
Aggregate (VMA) Min	15	14	13	12	14
Stability/Flow Min					
(N/0.25 mm.)	712	712	712	645	645
(lb/0.01in)	(160)	(160)	(160)	(145)	(145)
Percent Strength					
Index Min	75	75	75	75	75

เครื่องผสม

เครื่องผสม ASPHALTIC CONCRETE อาจเป็นชนิด BATCH TYPE หรือ CONTINOUS TYPE ก็ได้ โดยจะต้องผ่านการตรวจสอบโดยผู้ควบคุมงานว่าถูกต้อง จึงจะอนุมัติให้ใช้ทำงานได้ ผู้รับจ้างจะต้องให้รายละเอียดเครื่องมือ และเครื่องจักรของเครื่องผสม ASPHALTIC CONCRETE และของที่ใช้เคลื่อนย้ายวัสดุ

ในการทำ ASPHALTIC แก่ผู้ควบคุมงานก่อนที่จะเริ่มทำงาน ที่ผสมวัสดุ ASPHALTIC CONCRETE (MIXER) จะต้องตั้งอยู่ในระดับที่เมื่อเทวัสดุผสม ASPHALTIC CONCRETE ลงบนรถแล้วจะไม่เกิดการแยกตัว (SEGREGATION) ตลอดระยะเวลาของการทำ ASPHALTIC CONCRETE จะต้องได้รับการเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานว่าถูกต้องและเรียบร้อย ถ้าตรวจพบว่าเครื่องมือ เครื่องจักรส่วนใดเกิดชำรุดเป็นเหตุให้การทำ ASPHALTIC CONCRETE ได้ผลไม่ดีเท่าที่ควร ผู้รับจ้างจะต้องหยุดทำการผสม และซ่อมส่วนที่ชำรุดให้ดีเสียก่อน ผู้ควบคุมงานจึงจะพิจารณาอนุมัติให้ปฏิบัติงานต่อไปได้

9.3 อุณหภูมิในการผสมและบดทับ

9.3.1 อุณหภูมิในการผสม

วัสดุ AGGREGATE จะต้องเผาให้ได้อุณหภูมิ 315 + 15°F ส่วน ASPHALT CEMENT จะต้องมีอุณหภูมิ 300+15°F และอุณหภูมิของ ASPHALT CONCRETE เมื่อนำออกจากเครื่องผสมจะต้องมีอุณหภูมิระหว่าง 270 F - 340°F ถ้าอุณหภูมิแตกต่างกว่านี้ ผู้รับจ้างจะนำวัสดุ ASPHALTIC CONCRETE นั้นไปใช้ไม่ได้

9.3.2 อุณหภูมิขณะปูและบดทับ

ขณะปูและบดทับ ASPHALTIC CONCRETE อุณหภูมิของวัสดุ ASPHALTIC CONCRETE จะต้องไม่ต่ำกว่า 270 °F

9.4 วิธีการก่อสร้าง (CONSTRUCTION METHODS)

9.4.1 การเตรียมสถานที่ของผิวทางหรือพื้นทางที่จะปูด้วย ASPHALTIC CONCRETE จะต้องสะอาดปราศจากสิ่งสกปรก หรือมียางแอสฟัลท์ที่ PRIME COAT หรือ TACK COAT มากหรือน้อยเกินความต้องการ ซึ่งจะต้องผ่านการเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อน จึงจะปู ASPHALTIC CONCRETE ได้

9.4.1.1 PRIME COAT สำหรับชั้นพื้นทางจะต้องลง PRIME COAT ก่อนจะปูด้วย ASPHALTIC CONCRETE

9.4.1.2 TACK COAT สำหรับผิวทางเดิมที่เป็นผิวทางราดยาง หรือ ASPHALTIC CONCRETE จะต้องลงชั้น TACK COAT ก่อนปูทับด้วย ASPHALTIC CONCRETE

9.4.1.3 ในกรณีที่ชั้น PRIME COAT ในข้อ 9.5.1.1 เกิดชำรุดเสียหาย จำเป็นต้องลงชั้น TACK COAT ก่อนปูทับด้วย ASPHALTIC CONCRETE เช่นเดียวกัน โดยผู้รับจ้างต้องออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น

9.4.2 การนำวัสดุ ASPHALTIC CONCRETE จากเครื่องผสมไปยังสถานที่ที่จะลงผิวทางให้นำไปโดยรถ DUMP TRUCK ที่มีพื้นสะอาดและทาด้วยน้ำมันหล่อลื่น หรือน้ำมันพาราฟิน เพื่อกัน*ไม่ให้*วัสดุ ASPHALTIC CONCRETE ติดพื้นรถ แต่น้ำมันที่จะทานี้จะต้องไม่มากเกินไป อันทำให้คุณภาพของ ASPHALTIC CONCRETE เปลี่ยนแปลงไป ถ้าระยะทางไกลจำเป็นต้องใช้ผ้าใบคลุมวัสดุ ASPHALTIC CONCRETE เพื่อมิให้อุณหภูมิของวัสดุ ASPHALTIC CONCRETE ต่ำกว่า 270 oF เมื่อถึงสถานที่ทำการก่อสร้าง

9.4.3 การลงผิวทาง ASPHALTIC CONCRETE ให้ปูด้วย PAVER วัสดุ ASPHALTIC CONCRETE ที่ลงเป็นผิวทางแล้ว (ขณะลงบนถนน) อุณหภูมิจะต้องไม่ต่ำกว่า 250 F ถ้าหากต่ำกว่า 250 F แล้วให้ขุดออกแล้วทำ TRANSVERSE JOINT สำหรับการลงผิวทางต่อไป วัสดุ ASPHALTIC CONCRETE ที่ปูบนผิวทางต้องไม่เกิดการแยกตัวทันทีที่ PAVER ได้ปูวัสดุ ASPHALTIC CONCRETE ให้ตรวจสอบความเรียบของผิวทาง โดยการใช้ STRAIGHTEDGE วัด ถ้าพบบริเวณไหนสูงไปให้ใช้คราดขุดส่วนที่สูงออกแล้วตบแต่งให้เรียบ ส่วนที่ต่ำไปก็ให้เพิ่มวัสดุ ASPHALTIC CONCRETE ลงไปจนได้ระดับ และระวังไม่ให้เกิดการแยกตัวเป็นชั้นๆ ได้ อาจใช้วัสดุ ASPHALTIC CONCRETE ส่วนที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 4 ตบแต่งบริเวณดังกล่าวเพื่อให้ผิวทางเรียบ

9.4.4 การบดทับ (COMPACTION) ภายหลังจาก PAVER ได้ลงวัสดุ ASPHALTIC CONCRETE เป็นผิวทางแล้ว ให้บดครั้งแรกด้วยรถบดล้อเหล็ก 2 ล้อ (TANDEM STEEL-WHEEL ROLLER) หรือรถบดล้อเหล็ก 3 ล้อ (THREE-WHEEL STEEL ROLLED) ที่มีน้ำหนัก 8-10 ตัน บดด้วยความเร็ว 5 กม. ต่อ ชม. การบดทับครั้งแรกเรียกว่า "INTIAL BREAKDOWN ROLLING" อุณหภูมิของ ASPHALTIC CONCRETE จะต้องไม่ต่ำกว่า 250 F การบดทับให้บดทับเริ่มจากขอบถนนเข้าหา CENTRE LINE การบดทับครั้งแรกให้บดประมาณ 2 เที่ยว ทันทีที่การบดทับเที่ยวที่ 1 ผ่านไปให้ตรวจสอบด้วย STRAIGHTEDGE อีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้แน่ใจว่าผิวทางที่ลงได้ระดับดี ถ้าหากส่วนใดต่ำหรือสูงไป ให้รีบแก้ไขด้วยการเติมวัสดุ ASPHALTIC CONCRETE หรือขุดออกในขณะที่ผิวทางยังร้อนอยู่ ถ้าพบว่าระดับยังไม่ดีพอต้องขุดออก และทำการก่อสร้างใหม่เมื่อ INTIAL BREAKDOWN ROLLING เรียบร้อยแล้ว ให้ตามด้วยรถบดล้อยาง (SELF PROPELLED PNEUMATIC TIRED ROLLER) หนักประมาณ 10-12 ตัน ทันที รถบดล้อยางควรมีล้ออย่างน้อย 9 ล้อ บดทับด้วยความเร็ว 7 กม. ต่อ ชม. และมี PRESSURE มากพอที่จะได้ความแน่นตามที่ต้องการ เมื่อแน่ใจว่าผิวทาง ASPHALTIC CONCRETE มีความแน่นตามต้องการแล้ว ให้บดครั้งสุดท้าย (FINISH ROLLING) เพื่อปรับรอยล้อของรถบดล้อยางด้วย TANDEM WHEEL ROLLER ที่มีน้ำหนักพอที่จะลบรอยดังกล่าวได้ ให้บดด้วยความเร็ว 5 กม. ต่อ ชม. หลังจากการบดทับครั้งนี้แล้ว ผิวทางจะต้องเรียบได้ระดับตามที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้าง และไม่มีรอยบดล้อยางหรือรถใดๆ ที่ใช้อยู่บนผิวทางนั้นจนกว่าจะถึงเวลาเปิดให้ใช้ทางได้ ผิวทางที่บดทับเรียบร้อยแล้วควรทิ้งไว้อย่างน้อย 16 ชม. จึงเปิดให้รถผ่านได้ อุณหภูมิของแอสฟัลท์ขณะบดทับชั้นต่างๆ จะต้องเป็นดังนี้

INTIAL BREAKDOWN ROLLING, 250 °F MINIMUM

PNEUMATIC TIRED ROLLING 170 °F + 15 °F

FINISH ROLLING 140 + 15 °F

รถบดล้อเหล็ก 2 ล้อ หรือ 3 ล้อ ซึ่งใช้บดทับครั้งแรกมีน้ำหนักเพื่อกันมิให้วัสดุ ASPHALTIC CONCRETE ติดล้อรถ น้ำที่ใช้หล่อต้องมีปริมาณไม่มากเกินไป เพียงพอเพื่อกันมิให้ ASPHALTIC CONCRETE ติดล้อรถเท่านั้น ซึ่งอยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน และให้หยุดใช้น้ำหล่อทันที เมื่อ ASPHALTIC CONCRETE ไม่ติดล้อรถบดดังกล่าวแล้ว ห้ามใช้วัสดุอื่นใดหล่อ นอกจากได้รับอนุญาตจากผู้ควบคุมงานเสียก่อน น้ำที่ใช้จะต้องไม่มีสารเคมีหรือเกลือใดๆ ละลายอยู่ อันจะทำให้เกิดการเสียหายแก่ผิวทางขึ้นได้ เมื่อเปิดใช้งานแล้ว

9.4.5 การบดทับรอยต่อ (JOINT)

9.4.1.1 TRANSVERSE JOINTS ผิวทางที่บดทับเสร็จแต่ละวันต้องทำ TRANSVERSE JOINT เพื่อลงผิวทางในวันต่อไป TRANSVERSE JOINT ต้องเป็นแนวเส้นตรง และตั้งฉากกับถนน โดยการตัดด้วยเลื่อยหรือขวาน แล้วทาด้วยแอสฟัลท์บางๆ เพื่อให้รอยต่อ

แนบสนิทดี เพื่อความสะดวกให้ใช้ไม้สี่เหลี่ยมที่มีความหนาเท่าหับผิวทาง มีความยาวเท่ากับความกว้างของผิวทางที่ลงแต่ละครั้งฝังลงไปในผิวทาง ASPHALTIC CONCRETE ที่ยังไม่ได้บดทับหลังจากฝังเรียบร้อยแล้วจึงบดทับ เวลาจะลงผิวทางครั้งต่อไปให้แกะไม้ออก และขุดผิวทางส่วนที่ต่อจากไม่ (ที่ทำเป็น SLOPE สำหรับใช้รถปีนขึ้นลง) ออก จึงลงผิวทางต่อไปได้ ผิวทางส่วนที่ขุดออกถ้าพื้นทางเกิดชำรุดเสียหายต้องทำการซ่อมให้เรียบร้อยเสียก่อน ถ้าปูผิวทาง ASPHALTIC CONCRETE ทีละครึ่งของความกว้างของผิวทางจราจรทั้งหมด TRANSVERSE JOINT จะต้องไม่อยู่ที่แนวเดียวกัน และจะต้องห่างกันอย่างน้อย 5 เมตร

9.4.1.2 LONGTITUDINAL JOINTS จะต้องเป็นแนวตั้งฉากกับผิวถนนเช่นเดียวกับ TRANSVERSE JOINT เวลาบดทับต้องพยายามรักษาให้ขอบที่จะใช้เป็น LONGTITUDINAL JOINTS ตั้งได้ฉากกับผิวถนน มิฉะนั้น จะต้องตัดด้วยเลื่อยหรือขวานแล้วทาด้วยแอสฟัลท์บางๆ จึงลงผิวทางอีกข้างหนึ่งได้ ในการทำผิวทาง ASPHALTIC CONCRETE ครั้งหนึ่งๆ จะต้องปูกว้างเท่ากับ 1 ช่องจราจรหรือมากกว่านั้น แต่การเพิ่มต้องเพิ่มเป็นช่องๆ จราจรไป ห้ามไม่ให้มี LONGTITUDINAL JOINT อยู่ระหว่างช่องจราจร การลงผิวทางอีกข้างหนึ่ง ให้ลงเกินมาทางด้านที่ลง และบดทับไว้แล้วประมาณ 2 นิ้ว ใช้รถบดล้อเหล็กบดทับที่รอยต่อให้ล้อรถบดล้อเหล็กทับเข้าไปบนผิวทางที่ลงใหม่ประมาณ 6 นิ้ว บดทับจนกระทั่งรอยต่อเรียบและแน่นดี จึงมาเริ่มต้นบดทับจากขอบเข้าหา CENTRE LINE ของถนนตามข้อ 9.5.4

9.4.6 ผู้รับจ้างจะต้องมีช่างควบคุมเครื่องผสม ASPHALTIC CONCRETE คนเดินเครื่อง PAVER คนขับรถบดที่ชำนาญงาน และจะต้องมีช่างควบคุมงานของผู้รับจ้างของเพื่อให้ได้งานเรียบร้อยตามความต้องการของผู้ว่าจ้าง

9.4.7 ผู้รับจ้างจะต้องเก็บตัวอย่าง AGGREGATES ยางแอสฟัลท์ วัสดุ ASPHALTIC CONCRETE ที่เครื่องผสมและตัดตัวอย่าง ASPHALTIC CONCRETE ที่ลงเป็นผิวทางแล้ว ทุกครั้งที่ผู้ควบคุมงานต้องการโดยไม่คิดราคา

การควบคุมการจราจรระหว่างการก่อสร้าง

ในระหว่างการก่อสร้างชั้นทาง ASPHALTIC CONCRETE จะต้องจัดและควบคุมการจราจรไม่ให้ผ่านชั้นทาง ASPHALTIC CONCRETE ที่ก่อสร้างใหม่ จนกว่าชั้นทาง ASPHALTIC CONCRETE จะเย็นตัวลงมากพอที่เมื่อเปิดให้การจราจรผ่านแล้วจะไม่ทำให้เกิดร่องรอยบนชั้นทาง ASPHALTIC CONCRETE นั้น โดยจะต้องติดตั้งป้ายจราจรพร้อมอุปกรณ์ควบคุมการจราจรอื่นๆ ที่จำเป็นตามที่กำหนด พร้อมจัดบุคลากรเพื่ออำนวยการจราจรให้ผ่านที่ก่อสร้างได้โดยสะดวกปลอดภัย และไม่ทำให้ชั้นทาง ASPHALTIC CONCRETE ที่ก่อสร้างใหม่นั้นเสียหาย ระยะเวลาในการปิดและเปิดการจราจร ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

9.6 การตรวจสอบ

9.6.1 การตรวจสอบลักษณะผิว (SURFACE TEXTURE)

ชั้นทางเป็น ASPHALTIC CONCRETE คอนกรีตที่ก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องได้รับดับและความลาดตามแบบ มีลักษณะผิวและลักษณะการบอดทับที่สม่ำเสมอ ไม่ปรากฏความเสียหาย เช่น แอสฟัลท์ คอนกรีตที่ผิวหน้าหลุด (PULL) รอยฉีก (TORN) ผิวหน้าหลวมหรือแยกตัว (SEGREGATION) เป็นคลื่น (RIPPLE) หรือความเสียหายอื่นๆ หากตรวจสอบแล้วปรากฏความเสียหายดังกล่าว จะต้องดำเนินการแก้ไขให้ถูกต้องเรียบร้อยตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นสมควร

9.6.2 การตรวจสอบความเรียบที่ผิว (SURFACE TOLERANCE)

เมื่อใช้ไม้บรรทัดวัดความเรียบ วางทาบบนผิวของชั้นทาง ASPHALTIC CONCRETE ในแนวตั้งฉากและในแนวขนานกับแนวเส้นแบ่งกึ่งกลางถนน ระดับผิวของชั้นทาง ASPHALTIC CONCRETE ภายใต้ไม้บรรทัดวัดความเรียบจะแตกต่างจากระดับของไม้บรรทัดวัดความเรียบได้ไม่เกิน 6 มิลลิเมตร และ 3 มิลลิเมตร ตามลำดับ

9.6.3 การตรวจสอบความแน่น (DENSITY)

การตรวจสอบความแน่นของชั้นทางแอสฟัลท์ที่ก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว ได้จากการเปรียบเทียบค่าความหนาแน่นของตัวอย่างชั้นทาง ASPHALTIC CONCRETE กับค่าความแน่นของตัวอย่างที่บดอัดในห้องทดลอง "วิธีการทดลอง ASPHALTIC CONCRETE โดยวิธี MARSHALL" โดยคำนวณเป็นค่าความแน่นร้อยละของค่าความแน่นของตัวอย่างที่บดอัดในห้องทดลอง และส่งมอบผลการทดสอบให้ผู้ว่าจ้าง

9.6.4 ให้เก็บตัวอย่างส่วนผสม ASPHALTIC CONCRETE จากรถบรรทุกที่โรงงานผสมก่อนขนส่งออกไปยังสถานที่ก่อสร้าง โดยการสุ่มตัวอย่างจากรถบรรทุกจากการผลิตส่วนผสม ASPHALTIC CONCRETE ประจำวันเป็นระยะๆ แล้วนำไปดำเนินการในห้องทดลอง โดยให้ได้ก้อนตัวอย่าง อย่างน้อย 5 ก้อน ตัวอย่างในแต่ละวันที่ปฏิบัติงานทดลองหาค่าความแน่น แล้วนำค่าความแน่นที่ทดลองได้จากก้อนตัวอย่างทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย เป็นค่าความแน่นในห้องทดลองประจำวัน สำหรับใช้ในการคำนวณเปรียบเทียบเป็นค่าความแน่นร้อยละของตัวอย่างชั้นทาง ASPHALTIC CONCRETE ในสนาม

การเก็บตัวอย่างและการเตรียมตัวอย่างส่วนผสม ASPHALTIC CONCRETE ให้ดำเนินการตามรายละเอียดและวิธีการที่กำหนด การทดลองหาค่าความแน่นให้ดำเนินการตาม ทล.-ท.604 "วิธีการทดลอง ASPHALTIC CONCRETE โดยใช้วิธี MARSHALL" สำหรับอุณหภูมิของส่วนผสม ASPHALTIC CONCRETE ในขณะบดอัดก่อนตัวอย่างในห้องทดลองจะต้องตรงตามที่ระบุไว้ในสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน สำหรับตัวอย่างส่วนผสม ASPHALTIC

CONCRETE ระหว่างดำเนินการในห้องทดลองนั้น อนุญาตให้นำเข้าอบในเตาเพื่อรักษาอุณหภูมิสำหรับการบดอัดที่กำหนดได้นานไม่เกิน 30 นาที ในระหว่างดำเนินการถ้าอุณหภูมิของตัวอย่างส่วนผสม ASPHALTIC CONCRETE ลดลงต่ำกว่าอุณหภูมิการบดอัดที่กำหนด ให้ทิ้งตัวอย่างส่วนผสม ASPHALTIC CONCRETE ดังกล่าว ห้ามนำไปอบเพื่อเพิ่มอุณหภูมิเพื่อนำมาใช้บดอัดทำก้อนตัวอย่างทดลองอีกต่อไป

การจัดเตรียมก้อนตัวอย่าง ASPHALTIC CONCRETE ในสนาม

ให้เจาะก้อนตัวอย่างของชั้นทาง ASPHALTIC CONCRETE ในสนาม ที่ก่อสร้างเสร็จ เรียบร้อยแล้วด้วยเครื่องเจาะตัวอย่าง โดยให้เจาะเก็บก้อนตัวอย่างจำนวน 1 ก้อน ตัวอย่างทุกๆ ระยะทางประมาณ 250 เมตร หรือทุกๆ ส่วนผสม ASPHALTIC CONCRETE ที่นำมาใช้งาน ประมาณ 100 ตัน แล้วนำไปทดลองหาค่าความแน่นตามวิธีการทดลอง ASPHALTIC CONCRETE โดยวิธี MARSHALL

สำหรับชั้นผิวทาง ชั้นรองผิวทาง และชั้นปรับระดับ ASPHALTIC CONCRETE ที่มี ความหนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร ค่าความแน่นของชั้นทาง ASPHALTIC CONCRETE ใน สนามจะต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 98 ของค่าความแน่นเฉลี่ยของก้อนตัวอย่างจากห้องทดลองที่ใช้ เปรียบเทียบประจำวัน

สำหรับชั้นผิวทาง และผิวไหล่ทาง ASPHALTIC CONCRETE ค่าความแน่นของชั้นทาง ASPHALTIC CONCRETE ในสนามจะต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 97 และ 96 ของค่าความแน่นเฉลี่ยของก้อนตัวอย่างจากห้องทดลองที่ใช้เปรียบเทียบประจำวันตามลำดับ

วิศกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

สารบัญ

งานระบบไฟฟ้า

	หน้า
งานไฟฟ้าและสื่อสาร (ELECTRICAL)	1
ระบบกราวด์ (GROUNDING SYSTEM)	6
หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดน้ำมัน (OIL TYPE TRANSFORMER)	8
ตู้สวิตช์เกียร์แรงสูงชนิดริงเมนยูนิต (RING MAIN UNIT)	12
ตู้สวิทช์ไฟ (ELECTRICAL SWITCHBOARD)	17
โคมไฟ (LIGHTING FIXTURE)	24
สวิทซ์และเต้ารับไฟฟ้า (SWITCH AND RECEPTACLE)	27
ตัวนำไฟฟ้า (CABLE)	29
อุปกรณ์เดินสายไฟ (RACEWAY)	33
การป้องกันควันและไฟลาม (FIRE BARRIER)	40
การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี (PAINT)	41
ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์	45
ระบบโทรศัพท์ (TELEPHONE SYSTEM)	62
ระบบห้องเรียนอัจฉริยะ (SMART CLASS ROOM)	65
ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (FIRE ALARM SYSTEM)	82
ระบบเสียงประกาศ (PUBLIC ADDRESS SYSTEM)	88
ตัวอย่างอุปกรณ์ระบบไฟฟ้ากำลังและสื่อสาร (VENDER LIST FOR POWER AND COMMUNICATIN)	99
ภาคผนวก	

งานไฟฟ้าและสื่อสาร

ELECTRICAL

1. วัตถุประสงค์

ผู้ว่าจ้าง มีความประสงค์ที่จะจัดหาพร้อมติดตั้งเครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์สำหรับระบบไฟฟ้า ระบบแสงสว่าง ระบบป้องกันฟ้าผ่า ระบบกราวด์ ระบบโทรศัพท์ ระบบเครือข่ายสัญญาณคอมพิวเตอร์ ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบเสียงประกาศ ระบบห้องเรียนอัจฉริยะ (SMART CLASS ROOM) ระบบโสตทัศนูปกรณ์ และอุปกรณ์อำนวยความสะดวกอื่นๆ โดยวัสดุอุปกรณ์ตลอดจนการติดตั้งระบบต่างๆ ต้องมีความเหมาะสมกับการใช้งานภายใต้สภาพอุณหภูมิแวดล้อมต่อไปนี้

- ความสูงใกล้เคียงระดับน้ำทะเลปานกลาง
- อุณหภูมิ AMBIENT ในอาคาร 40°C และกลางแจ้ง 45°C
- ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด 87.9%

2. ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้าง จะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้ง แรงงาน เครื่องมือ สถานที่เก็บของ นั่งร้าน ชั่วคราว ไฟฟ้าชั่วคราว และอื่นๆ ที่จำเป็น เพื่อให้งานติดตั้งอุปกรณ์ ติดตั้งระบบต่างๆ ตามที่กำหนดในแบบ (DRAWING) ข้อกำหนดอุปกรณ์ (EQUIPMENT SPECIFICATION) และใบปริมาณวัสดุ (BILL OF QUANTITIES) ของงานอย่างเคร่งครัดและติดต่อกับหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ได้มาซึ่งใบอนุญาตการใช้สาธารณูปโภคของรัฐ หรือหน่วยงานที่ให้บริการสาธารณูปโภค เพื่อดำเนินการให้แล้วเสร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ และสามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ของ ผู้ว่าจ้าง ขอบเขตงานโดยสังเขปมีดังต่อไปนี้

2.1 ผู้รับจ้าง จะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ แรงงาน และเครื่องมือ เพื่อให้ติดตั้งระบบจ่ายไฟฟ้า 22 KV และ400/230 V ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบป้องกันฟ้าผ่าสำหรับสิ่งปลูกสร้าง ระบบกราวด์ ระบบโทรศัพท์ ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบเสียงประกาศ ระบบเครือข่ายสายคอมพิวเตอร์ และอื่นๆ พร้อมอุปกรณ์ครบชุด โดยให้มีคุณภาพและมีจำนวนครบถ้วนตามรายละเอียดในเอกสารประกวดราคาทั้งหมด

2.2 ผู้รับจ้าง จะต้องจัดหาและติดตั้งงานไฟฟ้าทั้งหมดให้ถูกต้องตามมาตรฐาน IEC มาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) และ/หรือ กฎข้อบังคับว่าด้วยความปลอดภัยตามประกาศกระทรวงมหาดไทย ทั้งนี้ ผู้รับจ้าง ต้องแก้ไขงานที่ผิดมาตรฐานและกฎข้อบังคับดังกล่าวให้ถูกต้อง โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น

2.3 ผู้รับจ้าง จะต้องศึกษาแบบแปลนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น แบบโครงสร้าง แบบสถาปัตย์และอื่นๆ ให้มีความเข้าใจถึงความสัมพันธ์กัน และให้ความร่วมมือประสานงานกันกับ ผู้รับจ้าง รายอื่นๆ เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างราบรื่น และหลีกเลี่ยงความล่าช้า การเจาะฝังฝ้าเพดาน การสกัดปูน หรืออิฐก่อ การตกแต่งปูนฉาบ สี อันเนื่องจากการดำเนินการของ ผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการเองทั้งหมด โดยค่าใช้จ่ายนั้นรวมอยู่ในการเสนอราคาของ ผู้รับจ้าง แล้ว

3. ความรับผิดชอบ

3.1 การตรวจสอบแบบ รายการ และข้อกำหนด

1) ผู้รับจ้าง ต้องตรวจสอบรายการและข้อกำหนดต่างๆ จนเข้าใจถึงเงื่อนไขต่างๆ โดยละเอียด เมื่อมีข้อสงสัยหรือพบข้อผิดพลาดให้สอบถามจาก ผู้ว่าจ้าง หรือ ผู้ควบคุมงาน หรือ ตัวแทนผู้ว่าจ้าง

2) ผู้รับจ้าง ต้องตรวจสอบรายละเอียดจากแบบสถาปัตย์ และโครงสร้างพร้อมไปกับแบบทางวิศวกรรมสาขาอื่นๆ ที่ปรากฏในโครงการนี้ก่อนการติดตั้งวัสดุอุปกรณ์เสมอ เพื่อขจัดข้อขัดแย้ง

3.2 พนักงาน

1) ผู้รับจ้าง ต้องจัดหา วิศวกร หัวหน้าช่าง และช่างชำนาญงานที่มีประสบการณ์ความสามารถที่เหมาะสมกับงานที่ได้รับมอบหมายเข้ามาปฏิบัติงานโดยมีวิธีการจัดงานและทำงานที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ และมีจำนวนเพียงพอสำหรับการปฏิบัติงานได้ทันที และแล้วเสร็จทันตามความประสงค์ของ ผู้ว่าจ้าง

2) วิศวกรผู้รับผิดชอบโครงการของ ผู้รับจ้าง ต้องเป็นวิศวกรที่ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพ วิศวกรรมควบคุมตามพระราชบัญญัติควบคุมวิชาชีพวิศวกรรม

3) วิศวกรผู้รับผิดชอบโครงการของ ผู้รับจ้าง เป็นผู้รับผิดชอบในการดำเนินงานและควบคุมการติดตั้ง ให้เป็นไปตามแบบรายการ และข้อกำหนดให้ถูกต้องตามหลักวิชาและวิธีปฏิบัติซึ่งเป็นที่ยอมรับ การลงนามในเอกสารขณะปฏิบัติงานจะถือเป็นความผูกพันของ ผู้รับจ้าง ไม่ว่ากรณีใดๆ ผู้รับจ้าง จะยกข้ออ้างถึงการที่ตนไม่ทราบข้อเท็จจริงต่างๆ เพื่อประโยชน์ของตนมิได้

4. การปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับผู้รับจ้าง ก่อสร้างอาคาร

4.1 การทำช่องเปิด

นอกจากช่องเปิดที่โครงสร้างเตรียมไว้แล้ว ผู้รับจ้าง ต้องเป็นผู้จัดหาช่องเปิดต่างๆ บนฝาผนัง พื้น คาน ฝ้าเพดาน หรือหลังคา เพิ่มเติมเท่าที่จำเป็นเอง โดยเป็นค่าใช้จ่ายของ ผู้รับจ้าง เพื่อให้การติดตั้งอุปกรณ์เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของ ผู้ว่าจ้าง

5. แบบและหนังสือคู่มือ

5.1 ระยะ ขนาด และตำแหน่งที่ปรากฏในแบบ

ระยะ ขนาด และตำแหน่งที่ปรากฏในแบบประกอบสัญญา ให้ถือตัวเลขเป็นสำคัญ ห้ามใช้วิธีวัดจากแบบโดยตรง ในส่วนที่ไม่ได้ระบุตัวเลขไว้เป็นการแสดงให้ทราบเป็นแนวทางที่ควรจะเป็นไปได้เท่านั้น ผู้รับจ้าง ต้องตรวจสอบจากเครื่อง วัสดุ อุปกรณ์ที่ได้รับอนุมัติให้ใช้โครงการและสถานที่ติดตั้งจริง

5.2 ข้อขัดแย้งของแบบ

ในกรณีที่เกิดมีความคลาดเคลื่อน ขัดแย้ง หรือไม่ชัดเจนในแบบ รายการเครื่องวัสดุ อุปกรณ์ และเอกสารสัญญา ผู้รับจ้าง ต้องรีบแจ้งให้ ผู้ควบคุมงาน หรือ ตัวแทนผู้ว่าจ้าง ทราบ เพื่อขอคำวินิจฉัยทันที โดย ผู้ควบคุมงานหรือ ตัวแทนผู้ว่าจ้าง จะถือเอาส่วนที่ดีกว่า ถูกต้องกว่าเป็นเกณฑ์ หาก ผู้ควบคุมงานหรือ ตัวแทนผู้ว่าจ้าง ยังไม่แจ้งผลการพิจารณาห้าม ผู้รับจ้าง ดำเนินการในส่วนนั้น มิฉะนั้น ผู้รับจ้าง จะต้องรับผิดชอบข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นและ ผู้ควบคุมงาน หรือ ตัวแทนผู้ว่าจ้าง อาจจะเปลี่ยนแปลงงานส่วนนั้นได้ตามความเหมาะสม ในกรณีผู้รับจ้าง ต้องดำเนินการแก้ไข โดยจะคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มและขอต่อสัญญาไม่ได้

5.3 แบบประกอบสัญญา

แบบประกอบสัญญาจ้างเหมาเป็นเพียงแผนผัง เพื่อให้ ผู้รับจ้าง ทราบเป็นแนวทาง และหลักการของระบบตามความต้องการของเจ้าของโครงการเท่านั้น ในการติดตั้งจริง ผู้รับจ้าง ต้องตรวจสอบกับแบบสถาปัตย์ แบบโครงสร้างและงานระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบกันไปด้วย ทั้งนี้หากจะต้องทำการปรับปรุงงานบางส่วนจากแบบที่ได้แสดงไว้ โดยที่เห็นว่าเป็นความจำเป็นที่จะทำให้การติดตั้งงานระบบถูกต้องได้คุณภาพตามความต้องการแล้วผู้รับจ้าง จะต้องดำเนินการโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม

5.4 แบบใช้งาน (SHOP DRAWINGS)

1) ทันทีที่ได้รับการว่าจ้าง ผู้รับจ้าง ต้องจัดทำ แบบใช้งานซึ่งแสดงรายละเอียดของเครื่องอุปกรณ์และตำแหน่งที่จะดำเนินการติดตั้งยื่นเสนอขออนุมัติดำเนินการต่อ ผู้ควบคุมงาน หรือ ตัวแทนผู้ว่าจ้าง
2) วิศวกรผู้รับผิดชอบของ ผู้รับจ้าง ต้องตรวจสอบ แบบใช้งานให้ถูกต้องตามความต้องการใช้งานและการติดตั้งตามข้อแนะนำของผู้ผลิต พร้อมทั้งลงนามรับรองและลงวันที่กำกับบนแบบที่เสนอขออนุมัติทุกแผ่น
3) ในกรณีที่ แบบใช้งาน ของ ผู้รับจ้าง แตกต่างไปจากแบบประกอบสัญญา ผู้รับจ้าง ต้องจัดทำสารบัญรายการที่แตกต่าง และใส่เครื่องหมายแสดงการเปลี่ยนแปลงกำกับทุกครั้ง พร้อมทั้งลงนามรับรองและลงวันที่ในการแก้ไขครั้งนั้นๆ กำกับ

4) ผู้รับจ้าง ต้องศึกษาทำความเข้าใจแบบสถาปัตย์ แบบโครงสร้าง แบบตกแต่งภายในและงานระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบกัน รวมทั้งตรวจสอบสถานที่ติดตั้งจริง เพื่อให้การจัดทำแบบใช้งานเป็นไปโดยถูกต้อง และไม่เกิดอุปสรรคกับ ผู้รับจ้าง อื่นๆ จนเป็นสาเหตุให้กำหนดการงานโครงการต้องล่าช้า

5) แบบใช้งานต้องมีขนาด และมาตราส่วนเท่ากับแบบประกอบสัญญา นอกจากแบบขยายเพื่อแสดงรายละเอียดที่ชัดเจน และทำความเข้าใจได้ถูกต้อง ให้ใช้ขนาดและมาตราส่วนที่เหมาะสมตามสากลนิยม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของ ผู้ควบคุมงานหรือ ตัวแทนผู้ว่าจ้าง

6) ผู้ควบคุมงานหรือ ตัวแทนผู้ว่าจ้าง มีอำนาจ และหน้าที่สั่งการให้ ผู้รับจ้าง จัดเตรียมแบบขยายแสดงการติดตั้งส่วนหนึ่งส่วนใดของงานระบบที่เห็นว่าจำเป็น

7) ผู้รับจ้าง ต้องไม่ดำเนินการใดๆ ก่อนที่ แบบใช้งานจะได้รับการอนุมัติจาก ผู้ควบคุมงานหรือ ตัวแทนผู้ว่าจ้าง มิฉะนั้นค่าใช้จ่ายที่อาจเกิดขึ้นทั้งหมด หากมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขตามแบบใช้งานที่ได้รับอนุมัติ ผู้รับจ้าง จะต้องเป็นผู้รับผิดชอบ

8) แบบใช้งานที่ได้รับอนุมัติแล้ว มิได้หมายความว่าเป็นการพ้นความรับผิดชอบของ ผู้รับจ้าง หาก ผู้ควบคุมงาน หรือ ตัวแทนผู้ว่าจ้าง ตรวจพบข้อผิดพลาดในภายหลัง ผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขใหม่ให้ถูกต้อง

9) แบบใช้งานที่ไม่มีรายละเอียดเพียงพอ ผู้ควบคุมงาน หรือ ตัวแทนผู้ว่าจ้าง จะแจ้งให้ผู้รับจ้าง ทราบ และส่งคืนโดยไม่มีการพิจารณาแต่ประการใด

10) แบบใช้งานที่ส่งเสนอขออนุมัติ ต้องเป็นพิมพ์เขียวอย่างน้อย 4 ชุด ภายหลังจากได้รับอนุมัติแล้ว ต้องส่งแบบพิมพ์เขียวให้ ผู้ควบคุมงานหรือ ตัวแทนผู้ว่าจ้าง อีก 5 ชุด เพื่อประทับตรา "FOR CONSTRUCTION"

6. ขอบเขตงาน

ขอบเขตของงานครอบคลุมถึงการจัดหา ติดตั้ง และทดสอบอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าและสื่อสารตามแบบและข้อกำหนดจนสามารถที่ใช้การได้สมบูรณ์ตามที่ต้องการ ระบบไฟฟ้าและสื่อสารประกอบด้วยรายการดังต่อไปนี้

6.1 ระบบไฟฟ้า

6.2 ระบบแสงสว่าง

6.3 ระบบป้องกันฟ้าผ่า

6.4 ระบบกราวด์

6.5 ระบบโทรศัพท์

6.6 ระบบเครือข่ายสัญญาณคอมพิวเตอร์

6.7 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

6.8 ระบบเสียงประกาศ
และอื่นๆ ที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง

ระบบกราวด์

GROUNDING SYSTEM

1. ทั่วไป

ข้อกำหนดนี้จะใช้สำหรับการติดตั้งระบบกราวด์ของระบบไฟฟ้า สื่อสาร และระบบป้องกันฟ้าผ่า วัสดุที่ใช้งานจะต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน

2. ตัวนำเปลือย (BARE CONDUCTOR)

ตัวนำเปลือย ทำจากทองแดงชนิด STRAND BARE COPPER ผลิตตามมาตรฐาน มอก. หรือเทียบเท่า

3. ตัวนำหุ้มฉนวน (INSULATED CONDUCTOR)

ตัวนำหุ้มฉนวนมีคุณสมบัติเช่นเดียวกับสาย THW โดยใช้ฉนวนสีเขียว หรือสีเขียวคาดเหลือง

4. แท่งกราวด์ (GROUND ROD)

แท่งกราวด์ต้องทำมาจากเหล็กเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 5/8 นิ้ว ความยาว 10 ฟุต ชุบด้วยทองแดงผลิตตามมาตรฐาน UL 467 หรือเทียบเท่า ส่วนปลายด้านหนึ่งของแท่งกราวด์ต้องเป็นปลายแหลม และการชุบทองแดงจะต้องใช้วิธี MOLTEN-WELD หรือ COPPER-BONDED จะต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 0.01 นิ้ว (0.254 มม.) สำหรับการชุบทองแดงด้วยวิธี COPPER-CLADING หรือ วิธี PRESSED TYPE จะไม่ยอมรับ

5. วัสดุเชื่อม (EXOTHERMITE WELDING)

ในการเชื่อมต่อระหว่างเคเบิ้ลกับเคเบิ้ล หรือเคเบิ้ลกับแท่งกราวด์ หรือ เคเบิ้ลกับโครงเหล็ก จะต้องใช้วิธีเชื่อมแบบ EXOTHERMITE

6. อุปกรณ์อื่น ๆ

1) TERMINAL LUG จะต้องเป็นชนิดรูกลมเดียว ทำจากวัสดุป้องกันการกัดกร่อน เช่น COPPER ALLOY สำหรับสกรูน็อตและแหวนทำจาก BRONZE
2) FLEXIBLE COPPER BRAIDS ทำมาจากทองแดงถักชนิดอ่อนตัวและเคลือบด้วยดีบุกก่อนที่จะทำการถัก ปลายทั้งสองข้างต้องหุ้มด้วย COPPER FERRULE และเจาะรูตามมาตรฐาน NEMA

7. การติดตั้ง

ให้ปฏิบัติตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยของ วสท. (EIT 2001-56) บทที่ 4ตามรายละเอียดที่ได้ระบุดังต่อไปนี้

- สายดินที่ติดตั้งในบริเวณที่อาจทำให้เสียหายชำรุดได้ให้ร้อยในท่อโลหะ
- สายดินที่ไม่ได้ร้อยในท่อ ต้องยึดกับรางวางสายไฟฟ้าที่เป็นโลหะทุกๆ ระยะไม่เกิน 2 เมตร

8. การทดสอบ

ผู้รับจ้าง ต้องทดสอบวัดค่าความต้านทานของสายดิน และความต้านทานของดินต่อ ผู้ว่าจ้าง หรือ ผู้ควบคุมงาน หรือ ตัวแทนผู้ว่าจ้าง ก่อนการถมดิน ถ้าความต้านทานสูงกว่าที่กำหนดไว้ให้ (ไม่เกิน 5 โอหห์ม) ผู้รับจ้าง ทำการแก้ไขโดยการเพิ่ม GROUND ROD หรือตัวนำทองแดงเปลือย

หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดน้ำมัน

OIL TYPE TRANSFORMER

หม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตตามมาตรฐาน IEC 60076 เป็นชนิดมีรูปแบบโครงสร้าง และอุปกรณ์ประกอบตามรายละเอียดข้อกำหนด ดังต่อไปนี้

1. มาตรฐาน

หม้อแปลงไฟฟ้า จะต้องได้รับการผลิต และทดสอบตามมาตรฐานฉบับล่าสุดของ IEC 60076 หรือ มอก. 384 หรือมาตรฐานเทียบเท่า

2. ชนิด ขนาด และคุณลักษณะ

ต้องมีคุณสมบัติและลักษณะสำคัญตามค่าที่กำหนดไว้ดังต่อไปนี้

(1) ชนิด	:	OIL IMMERSE, OUTDOOR TYPE
(2) ชนิดของการระบายความร้อน	:	ONAN
(3) จำนวนเฟส	:	3
(4) RATED FREQUENCY	:	50 Hz
(5) RATED VOLTAGE		
- ด้านแรงสูง	:	22 kV DELTA
- ด้านแรงต่ำ	:	400/230 V GROUNDED WYE
(6) VECTOR GROUP	:	Dyn 11
(7) TAP CHANGER	:	OFF-LOAD TAP CHANGER ±2 x 2.5 & OF PRIMARY VOLTAGE
(8) LOSSES	:	ไม่เกินกว่า 1.5 % ของ FULL CAPACITYที่POWER FACTOR เท่ากับ 1.0
(9) IMPEDANCE VOLTAGE	:	ตามมาตรฐาน IEC
(10) ชนิดของขดลวด		
- ด้านแรงสูง	:	COPPER COIL
- ด้านแรงต่ำ	:	COPPER BAR
(11) AVERAGE TEMPERATURE RISE.-		
- ในขดลวดเมื่อจ่าย	:	ไม่เกิน 65°CCONTINUOUS RATED KVA
- AT TOP OIL	:	ไม่เกิน 60° C

(12) AUDIBLE SOUND LEVELS : ไม่เกิน 56 DB AT 1 M

3. โครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้า

(1) ตัวถังที่ทำจากเหล็กที่ประกอบขึ้นเป็นรูปแล้ว สามารถกันการรั่วซึมของฉนวนน้ำมันได้ ที่ตัวถังจะต้องมีหูหิ้วเพื่อใช้ในการยกขึ้นประกอบติดตั้ง และเมื่อประกอบเสร็จแล้วทุกพื้นผิวของตัวถังจะต้องได้รับการทำความสะอาดอย่างทั่วถึงด้วยวิธีผ่านทราย (SAND BLASTING) แล้วทาสีกันสนิม 1 ครั้ง หลังจากนั้นทาด้วยสีจริง ชนิด WEATHER RESISTANT ก่อนการทาสีพื้นผิวภายในของตัวถัง และจะต้องทาสีด้วยสีทนต่อการทำลายของฉนวนน้ำมันและพื้นผิวภายนอกของตัวถังจะต้องทาสีรองพื้นก่อน แล้วทาทับด้วยสีที่เป็น WEATHER-RESISTANT COATS

โครงสร้างของถัง เป็นแบบ CORRUGATED TYPE (HERMETICAL SEAL) เพื่อให้เกิดการระบายความร้อนด้วยวิธี NATURAL AIR-COOLED ได้ โดยไม่ต้องมี CONVERVATOR TANK

(2) แกนของหม้อแปลงจะต้องทำจากเหล็กซิลิกอนที่มีคุณภาพสูง ไม่เสื่อมสภาพและมีค่า PERMEABILITY สูง แกนของหม้อแปลงประกอบด้วย เหล็กซิลิกอน แผ่นบางที่ตัดได้รูปร่าง โดยมีขอบรอยตัดที่เรียบและต้องจัดเรียงแผ่นเหล็กให้เหลื่อมกัน (STEP-UP) แกนของหม้อแปลงจะต้องจับยึดเข้าด้วยกันให้มั่นคงแข็งแรงเพื่อที่รองรับขดลวดไม่ให้เคลื่อนออกจากตำแหน่งที่ได้จัดวางไว้ เมื่อทำการขนส่งและเพื่อเป็นการลดเสียงสั่นที่เกิดขึ้นจากการใช้งาน

(3) ขดลวดของหม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องได้รับการออกแบบอย่างดี และทันสมัย ขดลวดได้รับการพันและรองรับอย่างเหมาะสม ที่ทำให้มีช่องทางการไหลเวียนของฉนวนน้ำมัน นอกจากนี้ การพันจะต้องมีรูปร่างและการรองรับที่ยอมให้มีการขยายหรือหดตัวตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ โดยไม่ทำให้ฉนวนที่หุ้มไว้มีความเสียหายแต่ทั้งนี้จะต้องมีความมั่นคงที่ไม่ทำให้เกิดการขยับเขยื้อนที่เกิดจากการใช้งานที่ผิดวิธีระหว่างขดลวดและแกนเหล็กจะต้องมีฉนวนกั้นที่เหมาะสมปลาย ขดลวดจะต้องมีการฉนวนเป็นพิเศษที่สามารถทนต่อ ABNORMAL LINE DISTURBANCES ได้ การประกอบแกนเหล็กและขดลวดลงในถังจะต้องกระทำแบบสุญญากาศที่แห้ง และ IMPREGNATED AND IMMERSED IN DRY OIL อย่างทันที

(4) BUSHINGS ของหม้อแปลงไฟฟ้าต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด ส่วนของ BUSHING ที่เป็น PORCELAIN จะต้องเป็นชิ้นเดียวกันตลอด BUSHINGS ที่ระดับแรงดันเดียวกันสามารถเปลี่ยนแทนกันได้ สำหรับ BUSHINGS ด้านแรงสูงจะต้องมี FULL WAVE IMPULSE WITHSTAND VOLTAGE หรือ BIL ที่ไม่ต่ำกว่า 150 kV สำหรับระบบแรงดัน 22 kV

(5) ฉนวนน้ำมันหม้อแปลงเป็น PURE MINERAL OIL ที่ผ่านการกลั่นกรอง และก่อนการบรรจุลงถังหม้อแปลงด้วยวิธีสุญญากาศ จะต้องมีค่า DIELECTRIC STRENGTH ไม่ต่ำกว่า 35 kV โดยวิธีทดสอบตามมาตรฐานฉบับล่าสุดของ ASTM D877 หรือมาตรฐานเทียบเท่า และค่า DIELECTRIC STRENGTH ของฉนวนน้ำมันที่บรรจุลงในหม้อแปลงที่ผลิตใหม่จะต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 27 kV เมื่อวัดโดย

วิธีตามมาตรฐานฉบับล่าสุดของ ANSI ที่เกี่ยวกับวิธีการทดสอบมาตรฐานของฉนวนน้ำมัน

(6) ขั้วต่อสายของหม้อแปลงไฟฟ้าทางด้านแรงสูงที่เป็น BUSHINGS แรงสูงจะต้องมีตัวต่อสาย (CONNECTORS) เป็น SOLDERLESS CLAMP TYPE สำหรับการเข้าสายไฟฟ้าที่ตัวนำเป็นอลูมิเนียมหรือทองแดงได้ ส่วนทางด้านแรงต่ำที่เป็น BUSHINGS แรงต่ำ จะต้องมีตัวต่อสายเป็น SOLDERLESS CLAMP TYPE FOR HIGH CONDUCTIVITY BRONZE AND HOT-TIN DIPPED สำหรับการเข้าสายไฟฟ้าที่ตัวนำเป็นอลูมิเนียมหรือทองแดงได้ที่ตัวต่อสายจะต้องสลักเกลียวนัต แหวนรอง และแหวนรองแบบ LOCK ได้ โดยที่ทำจาก STAINLESS STEEL หรือวัสดุที่ดีกว่า

4. อุปกรณ์ประกอบ

หม้อแปลงไฟฟ้าแต่ละลูกที่นำมาใช้งานในโครงการฯ จะต้องประกอบด้วย อุปกรณ์ ดังนี้

(1) ARCING HORNS ชนิดกันสนิม

(2) TAP CHANGER

(3) THERMOMETER POCKET สำหรับแสดงค่าอุณหภูมิจริงที่สูงสุด (HOTTEST OIL) โดยมี ระดับสัญญาณ 2 จุด (ALARM AND TRIP) ซึ่งสามารถปรับค่าได้

(4) PRESSURE RELIEF ทำหน้าที่ลดแรงดันภายในถังหม้อแปลง เมื่อเกิดความดันสูง

(5) แผ่นป้ายพร้อมไดอะแกรมแสดงการต่อวงจร

(6) วาล์วระบายน้ำมันและเพื่อการชักตัวอย่างทดสอบ

(7) LIFTING LUGS

(8) ขั้วต่อลงดิน

(9) เกจวัดระดับน้ำมัน

(10) LIFTING EYES

(11) OIL CHECK VALVE

5. การทดสอบ

หม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องผ่านการทดสอบ ROUTINE TEST และได้การรับรองให้ใช้งานจากการไฟฟ้าฯ

(1) ROUTINE TESTS

หม้อแปลงไฟฟ้าที่จะนำมาติดตั้งใช้งานในโครงการฯ จะต้องผ่านการทดสอบตามที่จะกล่าวถึงพร้อมกับการรับรองผลจากการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) และ/หรือ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) ROUTINE TESTS ประกอบด้วย

- การวัดค่าความต้านทานของขดลวดทั้งทางด้านแรงสูงและแรงต่ำ
- การวัดค่าความต้านทานของฉนวน

- APPLIED POTENTIAL TEST
- INDUCED POTENTIAL TEST
- RATIO TESTS ON THE RATED VOLTAGE CONNECTIONS AND ON ALL TAP CONNECTION
- POLARITY AND PHASE-RELATION TESTS
- NO-LOAD LOSS TEST AT RATED VOLTAGE
- FULL-LOAD LOSS TEST AT RATED VOLTAGE

ตู้สวิทช์เกียร์แรงสูงชนิดริงเมนยูนิต

RING MAIN UNIT

1. ทั่วไป

1.1 เป็นตู้สวิทช์เกียร์แรงสูง 22 KV ชนิด SELF-SUPPORTED, FLOOR MOUNT และสามารถต่อขยายได้ทั้งทาง ซ้ายและขวา

1.2 ลักษณะตู้สวิทช์เกียร์ที่มีการออกแบบให้มีการบรรจุก๊าซ SF6 อยู่ภายในโครงสร้างที่ห่อหุ้มอุปกรณ์หลัก และ อุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ โดยมีการปิดผนึกอย่างแน่นหนาไม่ให้ SF6 รั่วไหลออกได้ ซึ่งก๊าซ SF6 จะทำหน้าที่ทั้งเป็นสารฉนวนและเป็นสารดับอาร์ค

1.3 การต่อสายเคเบิ้ลทำโดยผ่านบุชชิ่งของสวิทช์เกียร์เข้ากับ ELBOW CONNECTOR เมื่อจ่ายไฟแล้ว ต้องสามารถสัมผัสกับ ELBOW CONNECTOR ได้อย่างปลอดภัย

1.4 ลักษณะของสวิทช์เกียร์ไม่จำเป็นต้องได้รับการซ่อมแซมบำรุงใดๆระหว่างการใช้งานภายใต้สภาวะปกติ (MAINTENANCE FREE)

2. มาตรฐาน

สวิทช์เกียร์ต้องอยู่ภายใต้ข้อกำหนดต่าง ๆ ของมาตรฐาน IEC ดังต่อไปนี้ คือ

IEC 62271-200	AC METAL-ENCLOSED SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR FOR RATED VOLTAGES ABOVE 1 KV AND UP TO AND INCLUDING 54 KV
IEC 62271-100	HIGH-VOLTAGE AC CIRCUIT BREAKERS
IEC 62271-102	AC SWITCH-FUSE COMBINATION
IEC 62271-105	AC DISCONNECTORS AND EARTHING SWITCHES
IEC 60694	COMMON CLAUSES FOR HIGH-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR
IEC 60265	HIGH-VOLTAGE SWITCHES
IEC 60255	ELECTRICAL RELAY

และจะต้องอยู่ภายใต้ข้อกำหนดของการไฟฟ้าฯ ในส่วนที่เกี่ยวข้อง

3. คุณลักษณะทางไฟฟ้า (FEATURE)

คุณลักษณะที่สำคัญทางไฟฟ้า มีดังนี้

RATED VOLTAGE : 24 KV

RATED FREQUENCY : 50 HZ

RATED SHORT-DURATION POWER-FREQVENCY WITHSTAND VOLTAGE

: 50 KV RMS

- IMPULSE WITHSTAND VOLTAGE 1.2 / 50 MICROSEC : 125 KV PEAK
- RATED SHORT-TIME WITHSTAND CURRENT : 20 kV

4. ลักษณะการออกแบบของสวิทช์เกียร์

4.1 โครงสร้าง

1) สวิทช์เกียร์ต้องมีโครงสร้างแบบปิดหรือตัวถัง (TANK) เป็นโลหะทั้งหมด (TOTALLY METAL ENCLOSED) ลักษณะโครงสร้างปิดเป็นแบบ HERMETICALLY SEALED TANK มีระดับการป้องกันฝุ่นและน้ำเข้าเป็น IP67 ตามมาตรฐาน IEC 60529 ภายในบรรจุก๊าซ SF6 ในระบบ ปิดผนึก (SEALED PRESSURE SYSTEM)

2) สวิทช์เกียร์จะประกอบด้วยบัสบาร์ วัสดุฉนวนที่เป็นของแข็ง โหลดเบรคสวิทช์ เซอร์กิตเบรคเกอร์และเอิร์ธติงสวิทช์ โดยมีก๊าซ SF6 เป็นฉนวน

3) สำหรับ BUSBAR ที่ออกแบบไว้เพื่อต่อขยายกับตู้สวิทช์เกียร์อื่น ต้องเป็นชนิด DIRECTED FIELD BUSHING การต่อเชื่อมกับตู้อื่นต้องไม่ใช้เครื่องมือพิเศษและต้องไม่มีจุดบกพร่อง ให้ก๊าซ SF6 รั่วไหลอันเกิดขึ้นสำหรับบริเวณที่เตรียมไว้เพื่อต่อประกอบขยาย

4.2 ระดับการป้องกัน (DEGREE OF PROTECTION)

ส่วนต่าง ๆ ที่มีแรงดันไฟฟ้า 24 KV ภายในสวิทช์เกียร์ ซึ่งอยู่หลังจากหัวสายเคเบิ้ลที่ต่อเข้าด้วยการ PLUG-IN สำหรับกระแส 200 A หรือ BOLT ON สำหรับกระแส 400 A ต้องมีระดับการป้องกันฝุ่นและน้ำ (INGRESS PROTECTION) ตั้งแต่ IP 67 ขึ้นไปตามมาตรฐาน IEC 60529

4.3 คุณสมบัติของโหลดเบรคสวิทช์

1) เป็นสวิทช์แบบ 3 POLE สามารถทำงานขณะมีโหลด สารฉนวนภายในเป็น SF6 จะต้องมีตำแหน่งต่างๆ ในการทำงานดังนี้ คือ CLOSING, OPENING – DISCONNECTION และ EARTHING บังคับการทำงานโดยมือ (HAND OPERATE) และสามารถจะติดตั้งกลไกบังคับการทำงานทางไฟฟ้าเพิ่มเติมภายหลัง โดยไม่จำเป็นต้องดัดแปลงกลไกทางกล

2) มีคุณลักษณะทางไฟฟ้า ดังนี้

- RATED CURRENT : 400 A

- SHORT TIME CURRENT : 20 KA RMS, 1 SEC
- MAKING CAPACITY FOR SWITCH AND EARTHING SWITCHES : 50 KA PEAK

4.4 INTERLOCKINGS

สวิทช์เกียร์จะต้องประกอบด้วยระบบการ INTERLOCK ดังนี้

1) ต้องไม่สามารถบังคับให้โหลดเบรคสวิทช์ทำงานได้เมื่อเอิร์ธติ้งสวิทช์อยู่ในตำแหน่ง closed
2) ต้องไม่สามารถบังคับให้เอิร์ธติ้งสวิทช์ทำงานได้เมื่อโหลดเบรคสวิทช์อยู่ในตำแหน่ง closed

4.5 การล็อคโดยกุญแจ

ต้องมีอุปกรณ์พร้อมสำหรับคล้องกุญแจเพื่อล็อคในกรณีที่ต้องการป้องกันมิให้มีการบังคับให้โหลดเบรคสวิทช์หรือเอิร์ธติ้งสวิทช์ทำงาน

5. EARTHING

5.1 EARTHING CIRCUIT

1) ทุกส่วนที่เป็นโลหะของสวิทช์เกียร์ซึ่งไม่ใช่ส่วนสำหรับใช้นำไฟฟ้าในสภาวะปกติ (ไม่ใช่ LIVE PARTS) จะต้องต่อเชื่อมกันทางไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง ด้วยการ BONDING และต่อลงดิน
2) ต้องสามารถมองเห็นหน้าสัมผัสที่ทำหน้าที่ในการเอิร์ธติ้งได้อย่างชัดเจน เมื่อเอิร์ธติ้งสวิทช์อยู่ในตำแหน่ง CLOSED ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัย โดยอาจมอง ผ่านวัตถุโปร่งใส

5.2 คุณสมบัติของเอิร์ธติ้งสวิทช์

เอิร์ธติ้งสวิทช์จะต้องมีระดับ SHORT CIRCUIT ที่มี MAKING CAPACITY อย่างต่ำ 40KA (PEAK)

6. เกจวัดความดันของก๊าซ SF6

สวิทช์เกียร์จะต้องมีเกจแสดงว่าความดันของก๊าซ SF6 ภายในตัวถัง ลักษณะของเกจต้องแสดงให้เห็นได้อย่างชัดเจนว่า ความดันของก๊าซ SF6 อยู่ในระดับที่ใช้งานได้ปกติหรือไม่

7. **อุปกรณ์ตรวจสอบระดับแรงดันไฟฟ้าและอุปกรณ์ตรวจสอบเพื่อเปรียบเทียบเฟส**

1) ต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจสอบระดับแรงดันไฟฟ้าในทุกวงจรแรงสูงของสวิทช์เกียร์ เพื่อให้แสดงได้ ว่าสายเคเบิ้ลที่ต่ออยู่มีไฟฟ้าหรือไม่ อุปกรณ์ดังกล่าวต้องประกอบด้วย CAPACITOR 3 ชุด ซึ่งให้ OUTPUT ที่เป็น แรงดันไฟฟ้าแรงต่ำและต่อเข้ากับ NEON LAMP

2) ต้องมีจุดเชื่อมต่อ (SOCKET) สำหรับอุปกรณ์ตรวจสอบเพื่อเปรียบเทียบเฟส

8. **ความปลอดภัยของผู้ใช้งานต่อ FAULT ที่เกิดขึ้นภายในสวิทช์เกียร์**

FAULT ที่เกิดขึ้นภายในตัวถังของสวิทช์เกียร์จะต้องไม่ส่งผลกระทบต่อผู้ใช้งานซึ่งยืนอยู่ด้านหน้าของสวิทช์เกียร์ โดยหากระดับของ FAULT รุนแรงจนตัวถังของสวิทช์เกียร์ไม่สามารถทนแรงดันที่เกิดขึ้นจากการขยายตัวของก๊าซได้ จะต้องออกแบบให้มีทิศทางการระบายก๊าซอยู่ในทางด้านหลังหรือด้านล่างของสวิทช์เกียร์

9. **ก้านโยกที่ใช้ในการบังคับการทำงาน (OPERATE)**

1) การบังคับการทำงาน (OPERATE) ทั้งหมดที่ต้องใช้ก้านโยกต้องติดตั้งและทำการบังคับการทำงาน ทางด้านหน้าของสวิทช์เกียร์ โดยต้องเป็นกลไกที่ไร้แรงสะท้อนของอุปกรณ์ (ANTI REFLEX)

2) การบังคับการทำงานต้องกระทำทางด้านหน้าของสวิทช์เกียร์เท่านั้น สวิทช์เกียร์ที่ต้องมีการบังคับการทำงานทางด้านข้างหรือด้านอื่น ๆ ของสวิทช์เกียร์ไม่เป็นที่ยอมรับ

10. **อุปกรณ์ควบคุมกลไกการทำงาน (OPERATING MECHANISM)**

1) อุปกรณ์ควบคุมกลไกการทำงานต้องติดตั้งอยู่ภายใต้ระดับการป้องกัน IP2X ขึ้นไป

2) สามารถถอดอุปกรณ์ควบคุมกลไกการทำงานออกได้โดยไม่ต้องเปิดเข้าไปในโครงสร้างภายในของสวิทช์เกียร์

3) สวิทช์เกียร์ต้องมีสัญลักษณ์แสดงสภาวะในการทำงานของอุปกรณ์สวิทช์ซึ่งทุกชุดอย่างชัดเจน

11. **แผ่นปิดแสดงข้อมูล (NAME PLATE)**

แผ่นปิดแสดงข้อมูลของฟังก์ชั่นต่าง ๆ ของสวิทช์เกียร์ติดอยู่ที่ด้านหน้าของสวิทช์เกียร์

12. **พื้นผิวของสวิทช์เกียร์**

สวิทช์เกียร์จะต้องได้รับการออกแบบให้มีโครงสร้างเหมาะสมสำหรับใช้งานในพื้นที่ที่มีภูมิอากาศร้อนชื้น และแผ่นโลหะภายนอกทั้งหมดจะต้องออกแบบเพื่อป้องกันการกัดกร่อนและต้องพ่นสีฝุ่น (POWDER COATING) ก่อนที่จะประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน

13. บูชชิ่ง

บูชชิ่งสำหรับต่อสายเคเบิ้ลต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 60137 ทำมาจาก EXPOXY RESIN ซึ่งผ่านขบวนทดสอบทั้ง DIELECTRIC ที่แรงดัน POWER FREQUENCY และ PARTIAL DISCHARGE โดยมีคุณสมบัติดังนี้

1) ขนาด 200 A : เป็นชนิด PLUG-IN ค่า SHORT-TIME WITHSTAND CURRENT 20 KA และ 50 KA PEAK
2) ขนาด 400 A : เป็นชนิด BOLT-ON ค่า SHORT-TIME WITHSTAND CURRENT 25 KA และ 62.5 KA PEAK

14. การต่อสายเคเบิ้ลเข้ากับสวิทช์เกียร์

การต่อสายเคเบิ้ลกับสวิทช์เกียร์จะต้องทำจากด้านหน้าของสวิทช์เกียร์ด้วย ELBOW CONNECTOR หรือ TEE CONNECTOR เมื่อต่อสายเข้ากับสวิทช์เกียร์และจ่ายไฟแล้วต้องสัมผัสกับ ELBOW CONNECTOR ได้อย่างปลอดภัย

15. เครื่องมือทดสอบและเครื่องมือสำหรับบำรุงรักษา

1) สวิทช์เกียร์จะต้องมีอุปกรณ์อำนวยความสะดวกในการทดสอบสายเคเบิล โดยไม่ต้องถอดหัวสายออกจากบูชชิ่ง ทั้งนี้เพื่อป้องกันความเสียหายอันอาจเกิดขึ้นได้จากการถอดหัวสายจากบูชชิ่ง ซึ่งการทดสอบความเป็นฉนวนของสายเคเบิลต้องสามารถทำได้กับสายเคเบิ้ลที่ละเฟส
2) ต้องจัดให้มีอุปกรณ์พิเศษอื่นๆที่จำเป็น ตลอดจน ACCESSORIES ต่างๆ สำหรับการติดตั้ง การใช้งานปกติและการบำรุงรักษา ตามมาตรฐานผู้ผลิต หรือผู้ผลิตแนะนำ และให้เสนอมาพร้อมกับเอกสารประกวดราคา
3) เครื่องทดสอบ RELAY สำหรับทดสอบ FUNCTION ต่างๆของ RELAY

ตู้สวิทช์ไฟฟ้า

ELECTRICAL SWITCHBOARD

1. ตู้ไฟฟ้าหลัก (MAIN DISTRIBUTION BOARD : MDB)

1.1 ทั่วไป

ข้อกำหนดของแผงไฟฟ้าจะใช้สำหรับ ตู้จ่ายไฟฟ้าหลัก (MDB) ตู้สวิทช์ถ่ายโอนโหลดอัตโนมัติ (ATS) และตู้คาปาซิเตอร์ (ACP)

1.2 มาตรฐาน

วัสดุอุปกรณ์ การผลิต และการทดสอบในโรงงานจะต้องเป็นไปตามรายละเอียดในมาตรฐาน มอก. 1436, IEC 61439 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า นอกจากนี้โรงงานที่ประกอบตู้จะต้องได้รับมาตรฐาน ISO 9001 หรือ ISO 9002

1.3 พิกัดและคุณลักษณะ

TYPE	:	INDOOR, SELF SUPPORTED, FLOOR STANDING AND METAL-ENCLOSED TYPE
TYPICAL FORM	:	FORM 3
RATED VOLTAGE	:	416/240 V
RATED FREQUENCY	:	50 Hz
RATED CURRENT	:	SPECIFIED ON DRAWINGS
RATED SHORT CIRCUIT WITHSTAND	:	NOT LESS THAN THE RATED SHORT CIRCUIT SPECIFIED ON DRAWINGS
RATED FREQUENCY WITHSTAND VOLTAGE	:	2,500 V RMS
RATED INSULATION VOLTAGE	:	600 V AC
CONTROL VOLTAGE	:	220 V AC
TEMPERATURE RISE	:	25°C (AT AMBIENT TEMPERATURE 40°C)
FINISHING	:	ELECTRO-GALVANIZED AND EPOXY POLYESTER POWDER PAINT COATING
BUSBAR	:	3 PHASE WITH NEUTRAL COPPER
BUSBAR RATING	:	SPECIFIED ON DRAWINGS

IP PROTECTION : IP 3X

1.4 ตู้จ่ายไฟหลักเป็นชนิดใช้ในอาคารและชนิดวางตั้งบนพื้น สามารถเปิดด้านหน้าและด้านหลังได้ และสามารถต่อขยายออกทางด้านข้างได้ ตัวตู้จะต้องมีมิติสม่ำเสมอในทุกด้าน

1.5 ตู้จ่ายไฟหลักจะต้องมีลักษณะเป็น MODULAR ประกอบจากเหล็กรีดเย็น โครงตู้จะต้องประกอบจากเหล็กฉากหรือเหล็กรางยึดติดกันด้วยการเชื่อมหรือใช้น๊อต ประตูด้านหน้า แผ่นปิดด้านข้าง ด้านหลังและด้านบนจะต้องใช้เหล็กทึบที่มีความหนาไม่ต่ำกว่า 2 มม. ป้องกันสนิมด้วย ELECTRO-GALVANIZED และพ่นทับด้วยสี EPOXY/POLYESTER POWDER ประตูด้านหน้าจะต้องมีบานพับและล็อคด้วยกุญแจ แผ่นเหล็กที่กั้นระหว่าง COMPARTMENT จะต้องหนาไม่ต่ำกว่า 2 มม.

1.6 จะต้องติดตั้งกราวด์บาร์ทองแดงตลอดความยาวตู้ RATING ของ BUSBAR ได้ระบุในแบบ

1.7 บัสบาร์เป็นชนิด HARD DRAWN HIGH CONDUCTIVITY COPPER วางและยึดแน่นบนลูกถ้วยที่มีความแข็งแรงและไม่อมความชื้น และต้องพ่นสี เพื่อบ่งชี้เฟสของบัสบาร์

1.8 ประตูจะต้องกราวด์ด้วย FLEXIBLE EARTH TAPE

1.9 การติดตั้ง PHASE BUSBAR และ NEUTRAL BUSBAR ให้ติดตั้งอยู่ด้านบน หรือบริเวณอื่นตามความเหมาะสมของตู้ สำหรับ GROUND BUSBAR ให้ติดตั้งด้านล่างของตู้

2. ตู้จ่ายไฟย่อย (DISTRIBUTION BOARD : DB)

1) เป็นตู้ชนิดตั้งพื้นหรือติดผนังตามที่ระบุในแบบ ออกแบบและผลิตตามมาตรฐาน มอก. 1436 IEC 60439

2) ประตูด้านหน้าและแผ่นปิดด้านข้างและหลังทำมาจากเหล็กหนาไม่ต่ำกว่า 2 มม. ป้องกันสนิมด้วย ELECTRO-GALVANIZED และพ่นทับด้วยสี EPOXY/POLYESTER POWDER

3) เซอร์กิตเบรกเกอร์เป็นชนิดแอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์หรือโมเดสเซอร์กิตเบรกเกอร์พิกัดกระแสตามระบุในแบบ

4) บัสบาร์จะต้องเป็นชนิด HARD DRAWN HIGH CONDUCTIVITY COPPER พิกัดกระแสของบัสบาร์เฟสและนิวตรอนตามระบุในแบบและจะต้องไม่ต่ำกว่าพิกัดกระแสใช้งาน (AMP TRIP) ของ MAIN CB สำหรับกราวด์บัสบาร์ จะต้องไม่ต่ำกว่า 25% ของพิกัดกระแสของบัสบาร์เฟส

5) บัสบาร์ของเฟสจะต้องมีการพ่นสี เพื่อบ่งชี้เฟสของบัสบาร์

6) ช่องเปิดสำหรับ CONDUIT และ WIREWAY จะต้องมีวัสดุเพื่อป้องกันไม่ให้สายเกิดความเสียหาย

7) ภายในตู้จะต้องมีแผ่นเพื่อระบุวงจรและพื้นที่ที่ใช้โหลด

3. ตู้โหลดไฟฟ้า (LOAD CENTER AND CONSUMER UNIT)

3.1 เป็นตู้ที่มีการประกอบสำเร็จจากโรงงาน (FACTORY ASSEMBLY) และทดสอบ TYPE TEST ตามมาตรฐาน IEC 60439

3.2 ตู้โหลดเป็นตู้ชนิดติดตั้งบนผนังและด้านหน้าปลอดภัย (DEAD-FRONT) ฝาปิดด้านหน้ามี 2 ชิ้น ประกอบด้วยประตูด้านหน้า ด้านนอกจะต้องมีบานพับและปิด-เปิด ด้วยชุดล็อคติดเรียบบนฝาตู้ (FLUSH LOCK) และฝาด้านในติดยึดกับตู้ด้วยน็อต (BOLT) ทำหน้าที่ปิดส่วนที่มีไฟ (LIVE PART) เพื่อความปลอดภัย

3.3 บัสบาร์ จะต้องทำด้วยทองแดง มีพิกัดกระแสไม่น้อยกว่าขนาด AMP FRAME ของ MAIN CB

3.4 เมนเซอร์กิตเบรกเกอร์เป็นชนิดโมเดสเซอร์กิตเบรกเกอร์และเซอร์กิตเบรกเกอร์ย่อยเป็นชนิดมินิเอเจอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์ โดยมีพิกัดทางไฟฟ้าตามระบุในแบบหรือข้อกำหนดทางเทคนิค

3.5 MINIATURE CB จะต้องเป็นชนิด PLUG-IN หรือ BOLT ON และการปลั๊กเข้า/ปลดออกของ CB แต่ละตัวจะต้องเป็นอิสระต่อกัน

3.6 ภายในตู้จะต้องมีแผ่นเพื่อระบุวงจรและพื้นที่ที่ใช้โหลด

4. สวิทช์เกียร์แรงต่ำ (LV SWITCHGEAR)

4.1 แอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์ (AIR CIRCUIT BREAKER: ACB)

(1) CB ตั้งแต่ขนาด 630A ขึ้นไป ให้ใช้ชนิด ACB

(2) ACB จะต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC 947-2 หรือเทียบเท่า

(3) ACB เป็นชนิด 3 POLE, TRIP FREE และติดตั้งเรียบเสมอผิวตู้ วัสดุที่หุ้มทำด้วย POLYESTER

(4) ACB อาจเป็นชนิด MANUAL หรือ MOTOR OPERATION ตามที่ได้ระบุในแบบและเป็นชนิด WITHDRAWABLE และถ้าไม่ได้ระบุในแบบ ACB จะต้องมีอุปกรณ์ป้องกันอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- INSTANTANEOUS OVERCURRENT RELAY (50)
- TIME DELAY OVERCURRENT RELAY (51)
- ASYMMETRICAL RELAY หรือ PHASE FAILURE CHECK RELAY ที่สามารถรับตั้งค่าในช่วง ± 5 ถึง 10% ของแรงดันใช้งาน
- UNDERVOLTAGE RELAY ที่สามารถปรับตั้งค่าได้ในช่วง ± 10 ถึง 20%
- SHUNT TRIP
- CLOSING COIL (จะมีเฉพาะกรณีเป็น MOTOR OPERATION)
- GROUND OVERCURRENT RELAY (50G/51G)

4.2 โมลเดสเคจเซอร์กิตเบรกเกอร์ (MOLDED CAGE CIRCUIT BREAKER: MCCB)

1) MCCB จะต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC 947-2 หรือเทียบเท่า
2) กลไกและส่วนที่มีไฟ ยกเว้นขั้วต่อสาย จะต้องบรรจุในวัสดุที่ทนต่อแรงทางกลได้สูง และทนต่อสภาวะแวดล้อมทุกชนิด
3) MCCB จะเป็นชนิด 3 POLE และ TRIP FREE กลไกการทริปจะเป็นชนิด THERMAL MAGNETIC ที่ได้ออกแบบให้ชดเชยการทำงานที่มีผลต่ออุณหภูมิระหว่าง 25°C ถึง 50°C และให้ปรับตั้งค่าไว้ที่ 40°C ในขณะจ่ายโหลดเต็มที่ หรือเป็นชนิด ELECTRONIC TRIP
4) MCCB มีอุปกรณ์ป้องกัน ได้แก่ OVERCURRENT และ SHORT CIRCUIT ลักษณะ CURVE เป็นชนิด TIME DELAY INVERSE PROPORTION ทั้ง SHORT TIME, LONG TIME และ INSTANTANEOUS TRIP รวมทั้งต้องมี UNDERVOLTAGE RELAY
5) สำหรับ MCCB 1,000 AMP ขึ้นไป ให้มี EARTHLEAKAGE CB หรือ GROUND OVERCURRENT RELAY

4.3 มินิเอเจอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์ (MINIATURE CIRCUIT BREAKER: MCB)

1) MCB เป็นชนิด PLUG ON และ ต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC 898 หรือเทียบเท่า
2) MCB จะเป็นชนิด TRIP FREE กลไกการทริปเป็นชนิด THERMAL MAGNETIC ที่ได้ออกแบบให้ชดเชยการทำงานที่มีผลต่ออุณหภูมิระหว่าง 25°C ถึง 50°C และให้ปรับตั้งค่าไว้ที่ 40°C ในขณะจ่ายโหลดเต็มที่
3) ค่ากระแสลัดวงจรของ MCB จะต้องเลือกให้สอดคล้องกับค่ากระแสลัดวงจรตามที่คำนวณได้ แต่ไม่น้อยกว่า 5 KA
4) ในกรณี MCB เป็นชนิด 2 POLE หรือ 3 POLE ถ้าเกิด FAULT ที่เฟสใดเฟสหนึ่งจะต้องมีกลไกให้เกิดการทริปในทุกเฟสพร้อมกัน

4.4 เซอร์กิตเบรกเกอร์ทุกชนิด

ต้องเป็นยี่ห้อเดียวกันและต้องทำงานร่วมกันได้ (CO-ORDINATION) ระหว่างเซอร์กิตเบรกเกอร์ต้นทาง (UPSTREAM) และ ปลายทาง (DOWNSTREAM)

5. การติดตั้ง

ให้ปฏิบัติตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยของ วสท. (EIT 2001-56) บทที่ 5 และตามรายละเอียดที่ได้ระบุดังต่อไปนี้

1) เมื่อมีการส่งตู้ไฟฟ้ามายังสถานที่ที่ก่อสร้าง ผู้รับจ้าง ต้องตรวจดูหีบห่อที่บรรจุตู้สวิทช์ไฟก่อนนำหีบห่อลงจากพาหนะที่ขนมา ถ้าพบว่ามีหีบห่อบรรจุเสียหายหรือเปียกน้ำ และแผงสวิทช์จ่ายไฟอาจจะเป็นอันตรายได้ รวมทั้งในกรณีที่มีการส่งตู้สวิทช์ไฟมาโดยไม่ได้บรรจุหีบห่อ ผู้รับจ้าง ต้องตรวจดูสภาพทั่วไปของตู้สวิทช์ไฟก่อนนำลงจากพาหนะที่ขนส่ง ถ้าพบว่ามีข้อเสียหาย เช่น บุบ สีถลอก หรืออื่นๆ ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงาน/ตัวแทนผู้ว่าจ้างทราบ ต้องแก้ไข ซ่อมแซม
2) ให้เก็บตู้สวิทช์ไฟไว้ตรงที่ๆ จะติดตั้ง เพื่อไม่ให้ต้องเคลื่อนย้ายมากครั้งโดยไม่จำเป็น และอาจจะทำให้ตู้สวิทช์ไฟเสียหายได้ ถ้ามีความจำเป็นอันทำให้ยังนำตู้สวิทช์ไฟเข้าเก็บยังที่ติดตั้งไม่ได้ ผู้รับจ้าง ต้องเก็บตู้สวิทช์ไฟไว้ในที่ๆ ไม่มีความเปียกชื้น และต้องจัดวิธีการทีป้องกันตู้สวิทช์ไฟไม่ให้ได้รับความเสียหายใดๆ ก็ได้ ถ้าเกิดความเสียหายขึ้นกับตู้สวิทช์ไฟในช่วงระหว่างที่เก็บไว้จนถึงระหว่างที่กำลังทำการติดตั้ง ผู้รับจ้าง ต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อค่าเสียหายทุกประการ
3) ระหว่างที่ทำการติดตั้งหรือก่อนจ่ายไฟเข้าตู้สวิทช์จ่ายไฟ ผู้รับจ้าง ต้องตรวจดูว่ามิติของตู้สวิทช์จ่ายไฟถูกต้องตามแบบ ขนาดและจำนวนของอุปกรณ์ที่อยู่ในตู้สวิทช์ไฟทุกอย่างถูกต้องตามแบบการต่อวงจรถูกต้อง และตรวจสอบจุดที่ต่อทุกแห่งต้องแน่นและมั่นคง ถ้ามีสิ่งใดไม่ถูกต้อง ต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงาน/ตัวแทนผู้ว่าจ้างทราบและแก้ไขให้ถูกต้อง
4) ผู้รับจ้าง ต้องทำฐานคอนกรีตสำหรับวางตู้ไฟฟ้าชนิดติดตั้งบนพื้น ฐานต้องกว้างและยาวกว่าตัวตู้โลหะทุกด้านๆ ละ 100 มม. สูงจากพื้นห้อง 100 มม. ด้านข้างของฐานทุกด้านต้องเรียบและตรง ผิวของฐานด้านบนทำเป็นแบบคอนกรีตขัดมันเมื่อทำฐานเสร็จแล้ว ให้ทาด้วยสีน้ำมันชนิดที่ใช้สำหรับทาพื้นคอนกรีตให้ทั่วทุกด้าน
5) ให้ยึดแผงสวิทช์จ่ายไฟกับฐานคอนกรีตด้วย EXPANSION BOLTS ชนิดใช้น้ำยาเคมี
6) อุปกรณ์ต่างๆ ในตู้สวิทช์ไฟที่จะต้องมีการปรับค่า เมื่อเริ่มทดลองจ่ายไฟ เช่น การปรับค่า AMPERRE TRIP ของสวิทช์ตัดตอนอัตโนมัติ ผู้รับจ้าง ต้องเป็นผู้ปรับจนได้ค่าตามต้องการ
7) ตู้สวิทช์ไฟชนิดติดตั้งบนผนัง ให้ติดตั้งสูงจากพื้นถึงด้านล่างตู้สวิทช์ไฟ 1.5 เมตร

ในกรณีที่เจ้าหน้าที่ของการไฟฟ้าท้องถิ่นต้องการตรวจสอบและทดสอบ ผู้รับจ้าง ต้องจัดอำนวยความสะดวกในการตรวจสอบและทดสอบ ถ้าหากมีสิ่งใดต้องแก้ไขเพื่อให้ผ่านการตรวจดังกล่าว ผู้รับจ้าง ต้องแก้ไขโดยไม่คิดค่าใช้จ่าย

6 มาตรวัดแบบดิจิตอล

6.1 ความต้องการทั่วไป

มาตรวัดต้องเป็นแบบดิจิตอล ซึ่งสามารถทำงานได้เป็นอย่างดี สามารถใช้สำหรับวัดและแสดงผลทางไฟฟ้าได้ตามที่กำหนด ทั้งระบบ 3เฟส4สาย และ 3เฟส3สาย ในสภาวะ Balance และ Unbalance load ซึ่งมาตรวัดต้องเป็นชนิดแสดงผลหน้าตู้ (Panel Mount)

มาตรวัดแบบดิจิตอลที่เลือกใช้ สำหรับตู้เมนประธานต้องสามารถใช้งานได้ทั้งในระบบแรงต่ำและแรงสูงได้ร่วมกับ VT โดยสามารถปรับตั้งค่าได้ทั้ง Primary และ Secondary ที่หน้าจอมาตรวัดได้เลย

6.2 มาตรวัดแบบดิจิตอลสำหรับแผงเมนประธานสวิตซ์จ่ายไฟ MDB/EMDB

6.2.1 มาตรฐานรองรับ

- IEC62053-22 Class 0.5S Static meters for active energy 0.5 S
- IEC62053-23 Class 2 Static meters for reactive energy class 2
- IEC61557-12 Equipment for testing, measuring or monitoring of protective

6.2.2 มาตรวัดแบบดิจิตอลที่ใช้สำหรับแผงเมนประธานสวิตซ์จ่ายไฟควรมีและคุณสมบัติดังต่อไปนี้:

- การแสดงผล 96x96 with Backlit LCD screen.
  Percent Current Bar-Graph.
- การรับกระแสจาก CT ปรับ Secondary CT ได้ทั้ง 1A และ 5A และสามารถต่อ CT ที่นิวตรอน เพื่อวัดหาค่ากระแสนิวตรอนได้(In) ไม่ใช่จากการคำนวณของเครื่องมือวัด เพื่อวิเคราะห์ปัญหาของฮาร์โมนิคได้(เฉพาะ Main Incoming ตัวหม้อแปลง 1 ชุด เท่านั้น)
- การทนกระแสเกิน Intermittent overload 10In for 1S
  Sustained overload 6A
- การรับแรงดันจากแหล่งจ่าย แรงดัน L-L 0...700VAC
  แรงดัน L-N 0...400VAC
- การรับแรงดันผ่าน VT Primary up to 500kV
  Secondary ปรับตั้งได้ 60, 100, 110, 173 และ 190 VAC
- ย่านความถี่ 45...65 Hz
- Power Supply ที่ต้องการ Alternating voltage 110 ... 400 VAC ± 10 %
  Direct voltage 120 ... 350 VDC ± 20 %
- อุณหภูมิการใช้งาน -10 ... + 55 °C
- ความชื้นสัมพันธ์ 95 %

- Memory ไม่น้อยกว่า 512 kb โดยสามารถเก็บค่า Alarm และ
- Min, Max ของค่าที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ต้องการได้พร้อมกับตรวจเช็คและบันทึกคุณภาพไฟฟ้า เช่น Voltage Dip/Over Voltage ตามมาตราฐาน EN 50160
- ค่าความแม่นยำ (Accuracy) : Class 0.5 S (according to IEC 62053-22)
- Temperature Function มิเตอร์สามารถแสดงผลอุณหภูมิ และสามารถสั่งงานไปที่อุปกรณ์ตัดตอน เพื่อควบคุมค่าที่เกินกว่าที่ตั้งไว้ได้ (ติดตั้งเฉพาะ Main Incoming เท่านั้น)

เครื่องมือวัดต้องสามารถแสดงค่าทางไฟฟ้าได้ ตามที่กำหนด ดังต่อไปนี้:

- ค่ากระแส (instantaneous: I1, I2, I3, In, average/maximum average: I1, I2, I3, In)
- ค่าแรงดัน (U1, U2, U3, U12, U23, U31 average/maximum average: U1, U2, U3, U12, U23, U31)
- ค่ากำลังงานไฟฟ้า 3P, ΣP, 3Q, ΣQ, 3S, ΣS, average/maximum average :ΣP, ΣQ, ΣS, predictive: (ΣP), (ΣQ), (ΣS)
- ค่าประกอบกำลังไฟฟ้า 3PF, ΣPF, average/maximum average: ΣPF
- ความถี่ (Hz)
- ค่าพลังงานไฟฟ้าจริง (+/- Active energy kWh)
- ค่าพลังงานไฟฟ้า รีแอคตีฟ (+/- Reactive energy kvarh)
- ค่าพลังงานไฟฟ้าปรากฏ (+/- Apparent energy kVAh)
- ชั่วโมงการทำงาน (Hours Run)
- ค่าฮาร์โมนิกส์แยกลำดับ up to 63rd

เครื่องวัดทางไฟฟ้าจะต้องมีคุณสมบัติในการติดต่อสื่อสาร และความสามารถในการควบคุม ดังนี้

- การติดต่อสื่อสารเป็นชนิด JBUS/MODBUS speed up to 38,400 bauds
- เครื่องมือวัดที่ใช้ในระบบทั้งหมดให้ใช้จากผู้ผลิตเดียวกัน ยกเว้นแต่มีการกำหนดไว้ในแบบ

โคมไฟ

LIGHTING FIXTURE

1. ทั่วไป

1) โคมไฟ จะต้องประกอบด้วย ขาจับหลอด บัลลาสต์ หลอดไฟ และอุปกรณ์ประกอบที่จำเป็นให้เรียบร้อยในโรงงานก่อนนำมาติดตั้ง ชนิดและลักษณะของโคมไฟและอุปกรณ์ประกอบจะแสดงไว้ในแบบ ส่วนที่เป็นโลหะของโคมไฟจะต้องมีการป้องกันสนิม สำหรับโคมไฟชนิดแขวนจะต้องมีอุปกรณ์แขวนและมีท่อร้อยสายสำหรับเดินสายด้วย

2) โคมไฟที่ใช้นอกอาคาร ในส่วนที่เป็นโละจะต้องมีการต่อกราวด์ที่เสาไฟและภายในเสาไฟจะต้องมีขั้วต่อสายกราวด์

2. โคมไฟฟลูออเรสเซนต์

1) หลอดไฟเป็นชนิดฟลูออเรสเซต์ T5ใช้กับแรงดัน 220 V, 1 PHASE , 50 HZ ค่าความถูกต้องของสี (RA) ไม่น้อยกว่า 85 โดยวัตต์และสีของหลอดไฟที่ใช้ระบุไว้ในแบบ

2) HOUSING ของโคมจะต้องทำโดยเหล็ก ป้องกันสนิมด้วยขบวนการ ZINC PHOSPHAT และพ่นทับด้วยสีฝุ่น EPOXY หรือ POLYESTER

3) LAMP-HOLDER จะต้องเป็นชนิด ROTARY LOCK ทำมาจากวัสดุที่ไม่ติดไฟ หน้าสัมผัสเป็นชนิด SILVER PLATE COPPER

4) บัลลาสต์จะต้องเป็นชนิดอิเล็กทรอนิกส์ที่ออกแบบใช้งานสำหรับหลอดไฟเป็นชนิดจุดติดทันที (INSTANT START) มีค่าฮาร์มอนิคส์ $\leq 10\%$ และมีค่าตัวประกอบกำลัง (PF) ≤ 0.9 ขณะใช้งานต้องไม่มีเสียงดัง

5) โคมฝังฝ้าจะต้องเลือกชนิดที่เหมาะสมกับฝ้า

3. โคมไฟหลอด HID

1) โคมไฟจะต้องประกอบพร้อมหลอดไฟ บัลลาสต์ อิกนิเตอร์ และสตาร์เตอร์

2) โคมไฟสำหรับหลอด METAL HALIDE และ HIGH PRESSURE SODIUM อุปกรณ์ควบคุมของโคมไฟ (CONTROL GEAR) จะต้องเป็นชนิด BUILT-IN ในโคม

3) บัลลาสต์เป็นชนิด LOW WATT LOSS และขนาดคาปาซิเตอร์จะต้องปรับปรุง POWER FACTOR ไม่ต่ำกว่า 0.9 LAGGING

4) ชุด CONTROL GEAR จะต้องประกอบใน ENCLOSURE ที่มีค่าระดับการป้องกัน IP 65

4. **โคมไฟหลอด LED**

1) โคมไฟจะต้องประกอบพร้อมหลอดไฟ LED เลนส์ และไดร์เวอร์

2) โคมไฟผลิตจากวัสดุ DIE CAST ALUMINIUM หรือดีกว่า

3) อายุการใช้งานยาวนานถึง 50,000 ชั่วโมง เป็นอย่างน้อย (ที่ลูเมนลดลง 30% ณ ที่อุณหภูมิแวดล้อม 35°C)

4) ชุด CONTROL GEAR จะต้องประกอบใน ENCLOSURE ที่มีค่าระดับการป้องกัน IP 65 เป็นอย่างน้อย

5. **โคมไฟฉุกเฉิน (EMERGENCY LIGHT UNIT)**

1) โคมไฟฉุกเฉินจะต้องออกแบบให้สอดคล้องกับมาตรฐาน EIT 2004-51

2) โคมไฟฉุกเฉินจะต้องเหมาะสมในการใช้งานที่แรงดัน 220 V, 50 HZ ขนาดและชนิดหลอดไฟตามที่ระบุในแบบและจะต้องประกอบไปด้วยอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

- AUTOMATIC SOLID STATE CHARGER
- ON/OFF SWITCH
- LAMP TEST SWITCH
- AMBER "READY" LAMP
- RED "CHARGE" LAMP
- BATTERY เป็นชนิด SEALED LEAD ACID ทำงานได้อย่างน้อย 2 ชม.
- มีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินและกระแสลัดวงจร

6. **การติดตั้งอุปกรณ์โคมไฟฟ้า**

กำหนดระดับความสูงจากพื้น ตามตารางข้างล่างหรือที่กำหนดเป็นอย่างอื่น

- ไฟกิ่งติดผนังติดตั้งสูงจากพื้นถึงจุดกึ่งกลาง	2.20 เมตร
- EMERGENCY LIGHT ติดตั้งใต้ฝ้าเพดาน หรือคาน	0.30 เมตร
- EXIT SIGN ติดตั้งเหนือประตูทางออกหรือผนังสูงจากพื้น	2.30 เมตร

7. **การเดินสายของวงจรดวงโคม**

1) สายแยกจากสวิทช์เข้าดวงโคมให้ใช้สาย 2.5 มม.² และสายของอุปกรณ์ประกอบสำหรับดวงโคม ให้ใช้ขนาดสายที่สามารถรับกระแสและอุณหภูมิใช้งานของอุปกรณ์นั้นๆ เช่น สายเดินเข้าบัลลาส์ท ให้ใช้สายทนความร้อนได้ 105 °C เป็นต้น

2) สายวงจรย่อยจากแผงสวิทช์ไฟ (PANEL BOARD) ที่ใช้สำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าของระบบแสงสว่าง ไม่อนุญาตให้เดินสายเกิน 3 เส้น (รวมสายดิน) ในท่อสายเดียวกัน (ยกเว้นมีตัวนำทุกเฟส

รวมทั้งสายกลางและตัวนำต่อลงดินอยู่ในท่อสายเดียวกัน) เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความร้อนเนื่องจากกระแสเหนี่ยวนำ

สวิทช์และเต้ารับไฟฟ้า

SWITCH AND RECEPTACLE

1. สวิทช์

1.1 สวิทช์เป็นชนิดติดตั้งเสมอผิวผนังทำงานแบบกระดก พิกัด กระแส 15 A แรงดัน 250 V

1.2 สวิทช์กันน้ำชนิด 15 A แรงดัน 250 V ประกอบด้วยครอบกันน้ำทำด้วย PVC และ GASKET โดยมีระดับการป้องกัน IP 55

2. เต้ารับไฟฟ้า

2.1 เต้ารับไฟฟ้า เป็นชนิดใช้งานได้กับเต้าเสียบแบบขากลมและแบน (UNIVERSAL TYPE) พร้อมกับขั้วกราวด์ พิกัดกระแส 15 A แรงดัน 250 V

2.2 เต้ารับไฟฟ้าชนิดใช้งานหนัก เป็นชนิด 3 POLE พร้อมกับขั้วกราวด์ พิกัดกระแสตามที่ระบุในแบบ และพิกัดแรงดัน 400 V

2.3 POWER SOCKET พิกัดกระแสตามที่ระบุในแบบพิกัดแรงดัน 380 V 3p 50Hz ชนิด 3 POLE (เฟส+นิวตรอน+กราวด์ (TP & N) ระดับการป้องกัน IP 44 ชนิดใช้ภายในอาคารและ IP 67 สำหรับภายนอกอาคาร

3. แผ่นครอบ (DEVICE PLATE)

แผ่นครอบสวิทช์หรือเต้ารับ เป็นชนิด PVC และเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับสวิทช์หรือเต้ารับ

4. การติดตั้งสวิทช์ และเต้ารับไฟฟ้า

4.1 ผู้รับจ้าง ต้องติดตั้งสวิทช์ และเต้ารับให้ฝังเรียบเสมอผิวผนัง โดยติดตั้งอยู่ในกล่องโลหะ หรือกล่องพีวีซีชนิดที่ใช้สำหรับการติดตั้งหรือการนี้ ยกเว้นในกรณีที่ระบุให้ติดลอย ให้ติดตั้งโดยใช้กล่องโลหะหล่อแบบติดลอย

4.2 การติดตั้งสวิทช์ใช้กล่องเหล็กฝังในผนังสูงจากพื้น 1.20 เมตร วัดจากพื้นถึงกึ่งกลางของสวิทช์

4.3 ในกล่องสวิทช์กล่องเดียวกัน ห้ามไม่ให้มีแรงดันระหว่างสวิทช์เกินกว่า 300 โวลท์ นอกจากจะใส่แผ่นฉนวนกั้นระหว่างสวิทช์

4.4 เต้ารับทั่วไป ให้ติดตั้งสูงจากพื้น 0.30 เมตร วัดจากพื้นถึงกึ่งกลางของเต้ารับ หรือตามที่ระบุความสูงในแบบ

4.5 เต้ารับสำหรับไฟฉุกเฉิน ให้ติดตั้งต่ำจากฝ้าเพดาน 0.30 เมตร หรือตามที่ระบุความสูงในแบบ

4.6 เต้ารับในห้องน้ำ หรือเหนือเคาน์เตอร์ติดตั้งสูงจากพื้น 1.0 เมตร หรือตามที่แสดงไว้ในแบบ

4.7 เต้ารับนอกอาคาร หรือในที่เปียกชื้นได้ให้ใช้ฝาครอบโลหะหล่ออบสี หรือฝาครอบพลาสติกชนิดทนสภาวะอากาศภายนอกอาคาร แบบมีสปริง และยางอัดรอบหรือมีพลาสติกอ่อนครอบ

หมายเหตุ 1. *สวิทช์หรือเต้ารับที่ใช้วงจรไฟฟ้าฉุกเฉิน ต้องมีตัวหนังสือดังกล่าวบนแผ่นฝาครอบสวิทช์หรือเต้ารับที่ไม่ลบเลือนเมื่อจับต้อง*

2. *สวิทช์หรือเต้ารับชนิดกันน้ำ (WATER PROOF, WP) ให้ใช้ชนิดโลหะหล่ออบสีหรือฝาครอบพลาสติก เคลือบสี และมีฝายางอัดรอบหรือตามที่ระบุคุณสมบัติไว้ในแบบ หรือตามที่ระบุคุณสมบัติไว้ในแบบ*

ตัวนำไฟฟ้า

CABLE

1. ทั่วไป

   1) สายไฟฟ้าจะต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน มอก. และมาตรฐาน IEC

   2) ฉนวนสายไฟจะต้องเป็นสีที่ระบุตามมาตรฐาน วสท.

2. สายไฟ THW (IEC01)

   1) เป็นสายไฟชนิดฉนวน PVC มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก. 11-2553

   2) สายไฟจะต้องมีตัวนำเป็นทองแดง ฉนวนเป็น PVC และเปลือกนอกเป็น PVC

   3) สายไฟเป็นชนิด SINGLE CORE

3. สายไฟ NYY

   1) เป็นสายไฟชนิดฉนวน PVC และเปลือกนอก (Sheath) ทำด้วย pvc มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก. 11-2553

   2) สายไฟจะต้องมีตัวนำเป็นทองแดง ฉนวนเป็น PVC และเปลือกนอก เป็น PVC

   3) ขนาดพื้นที่หน้าตัดของตัวนำต้องไม่น้อยกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตร

   4) ขนาดแรงดัน 600/1000V อุณหภูมิ ใช้งาน 90 $^{\circ}$C

4. สายไฟ CV แรงดันกลาง

   1) ผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC 60228 และ IEC 60502-1

   2) สายไฟจะต้องเป็นชนิด MULTICORE มีตัวนำเป็นทองแดง ฉนวนเป็น XLPE เปลือกนอก (SHEATH) เป็น POLYETHYLENE (PE) และ SHIELD เป็นชนิด COPPER WIRE SCREEN และหุ้มด้วย STEEL WIRE ARMOUR

   3) ขนาดแรงดัน 20/24 kV และอุณหภูมิใช้งาน 90 $^{\circ}$C

5. สายไฟฟ้าชนิดทนไฟ (FIRE RESISTANCE CABLE : FRC)

   1) สำหรับสายไฟที่มีขนาดตั้งแต่ 1.5 mm^2 ขึ้นไป ต้องเป็นสายทองแดงชนิดตีเกลียว (Stranded Wire) ตามมาตรฐาน IEC 228 class 2

2) ฉนวนจะประกอบด้วยเทปทนไฟ (Fire Resistance Tape) เช่น Mica Tape หรือวัสดุทนไฟอื่น พันหุ้มรอบตัวนำทองแดง และชั้นนอกจะหุ้มด้วยวัสดุฉนวนประเภท Polyolefin ชนิดพิเศษ หรือ Mineral มีความหนาตาม IEC 502

ในกรณีที่เป็นสายตัวนำหลายแกน (Multicore Cable) ช่องว่างระหว่างตัวนำแต่ละแกนจะต้องมี Filler เพื่อความแข็งแรงของสาย

3) เปลือกหุ้มภายนอก (Outer Sheath) เป็นวัสดุประเภท Polyolefin หรือวัสดุอื่นที่มี คุณสมบัติเป็น Low Smoke, Zero Halogen มีความหนาตาม IEC 502

4) สายไฟฟ้าชนิดทนไฟนี้ต้องมี Rated Voltage 600/1000V สำหรับสาย Power และ Rate Voltage 300/500V สำหรับสาย Control มี Maximum Conductor Operating Temperature ที่ 90°C (20,000 HRS) สำหรับ Continuous Duty และ 250°C ภายใต้สภาวะ Short-Circuit ตามมาตรฐาน IEC 216

5) ไม่ทำให้เกิด Corrosive Gases ขณะเกิดเพลิงไหม้

6) คุณสมบัติและมาตรฐานการทดสอบ

- คุณสมบัติด้าน Fire Resistance ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานต่างๆ ดังนี้
  - IEC 60331
  - BS-6387 Category CWZ
  - VDE 0472 Part 814
- คุณสมบัติด้าน Fire Retardant ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานต่างๆ ดังนี้
  - IEC 60332-3 ABC
  - BS 4066 PART 3
  - IEEE 383
- คุณสมบัติด้าน Flame Retardant ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานต่างๆ ดังนี้
  - IEC 60332-1
  - BS 4066 Part 1
  - VDE 0472 Part 804
- คุณสมบัติด้าน Low Smoke and Fumes (LSF)และ Low Smoke and Zero Halogen (LSOH) ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานต่างๆ เช่น
  - Smoke ; Test Method - $27m^3$ Cable Chamber
  - NBS Chamber
  - Test Standard - ASTM D2863
  - UITP/APTA Test E4
  - London Underground Limited

- IEC 61034-2
- BS 6724
- VDE 0472 Part 816

- Halogen Acid Content Measured (Less Than 5% Halogen Acid)
  - IEC 60754-1 / IEC 60754-2
  - BS 6425 Part 1
  - VDE0472 Part 813

7) ผู้รับจ้างต้องเสนอใบรับรองผลการทดสอบคุณสมบัติสายไฟฟ้าชนิดทนไฟจากสถาบัน LPCB หรือสถาบันที่เชื่อถือได้ ให้ผู้ควบคุม พิจารณาประกอบการขออนุมัติด้วยและเป็นโรงงานที่ได้มาตรฐาน ISO 9001

6. การติดตั้ง

6.1 การเดินสายสำหรับระบบไฟฟ้าแรงต่ำ

ให้ปฏิบัติตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าแห่งประเทศไทยของ วสท. (EIT 2001-56) บทที่ 5 และตามรายละเอียดที่ได้ระบุดังต่อไปนี้

1) การเดินสายไฟฟ้าชนิด THW, CV, NYY, FRC หรือสายอื่นที่มีคุณสมบัติคล้ายกัน ให้เดินสายร้อยในท่อร้อยสายไฟฟ้าที่ติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้วเท่านั้น

2) การต่อสายไฟฟ้าห้ามต่อภายในท่อ อนุญาตต่อได้เฉพาะใน BOXES เท่านั้น อุปกรณ์ที่ใช้ในการต่อสาย ให้ใช้ชนิด COMPRESSION BOLT SCREW หรือ WIRE NUT ห้ามต่อแบบ TWISTED WIRE SPLICE โดยวัสดุต่อสายที่ใช้ต้องเป็นยี่ห้อ 3M หรือเทียบเท่า ห้ามใช้ของปลอมเลียนแบบ

3) สายไฟฟ้าที่ร้อยในท่อ หรือการเดินสายที่ไม่มีส่วนใดปรากฏให้เห็นจากภายนอก ให้ติดหมายเลขสายวงจรด้วย WIRE MARKER สำหรับวงจร BRANCH CIRCUIT ที่ PULL BOX หรือ BOXต่างๆ และมีตัวอักษรหรือหมายเลขตรงกับ WIRE MARKER ใน PANEL BOARD เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา

4) การดึงสายไฟฟ้า ให้ใช้อุปกรณ์ช่วยในการดึงสายไฟ ซึ่งออกแบบโดยเฉพาะ เพื่อใช้กับการดึงสายไฟฟ้าภายในท่อ และต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์ดังกล่าวด้วย

5) ผู้รับจ้าง จะต้องใช้สารหล่อลื่นในการดึงสายไฟฟ้า ตัวหล่อลื่นจะต้องเป็นชนิดที่ผลิตสำหรับการนี้โดยเฉพาะ

6) การต่อเชื่อมสายไฟฟ้าใน PULL BOX หรือ HAND HOLE ซึ่งมีความชื้นหรือน้ำแช่ให้ใช้ COMPOUND ของ 3M ต่อเชื่อมให้เป็นเนื้อเดียวกัน และพันด้วยเทปซึ่งผลิตสำหรับใช้ในการนี้โดยเฉพาะ

7) COLOUR CODE ของสายไฟทั่วไป (ยกเว้นสายไฟทนไฟ) ให้ใช้ ดังต่อไปนี้

PHASE A (R)	สีน้ำตาล
PHASE B (Y)	สีดำ
PHASE C (B)	สีเทา
NEUTRAL	สีฟ้า
GROUND	สีเขียวแถบเหลือง

6.2 การเดินสายสำหรับระบบไฟฟ้าแรงสูง

ให้ปฏิบัติตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยของ วสท. (EIT 2001-56) บทที่ 5 และตามรายละเอียดที่ได้ระบุ ดังต่อไปนี้

1) ห้ามให้มีการต่อสายภายในท่อร้อยสาย อนุญาตให้ต่อสายได้ใน MANHOLE หรือ HANDHOLE หรืออุปกรณ์ที่อนุญาตให้ต่อสายได้

2) ให้มีม้วนสายไฟทิ้งไว้ไม่ต่ำกว่า 1 ม. ใน MANHOLE บ่อแรก บ่อสุดท้าย และบ่อที่มีการ TAP สายไฟเข้าอาคารหรือขึ้นเหนือพื้นดิน

3) การต่อสาย (SPLICE) และการเข้าหัวสาย (TERMINATION) จะต้องดำเนินการ โดยช่างที่มีประสบการณ์และได้รับการอบรมในการต่อสายและเข้าหัวสายจากผู้ผลิตอุปกรณ์

4) ในแต่ละ MANHOLE หรือ HANDHOLE ให้ทำเครื่องหมายสาย (IDENTIFIED WIRE MARKER) ด้วยวัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อน สำหรับรายละเอียดการกำหนดหมายเลขสายให้เสนอขออนุมัติต่อ ผู้ควบคุมงาน หรือ ตัวแทนผู้ว่าจ้าง

5) ก่อนการดึงสายให้ทำความสะอาดท่อด้วย FLEXIBLE CLEANER ที่ทำด้วยไม้ (WOOD) เพื่อไม่ให้มีเศษวัสดุที่อาจจะทำให้คุณสมบัติของสายไฟเสียหายและต้องทดสอบด้วย DUMMY ที่ทำด้วยไม้ ขนาดและรูปแบบของ FLEXIBLE CLEANER และ DUMMY เป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ

6) ในกรณีที่เดินสายไฟบน CABLE RACK หรือ CABLE TRAY จะต้องมีการผูกรัดสายกับวัสดุที่ติดตั้งขวาง (TRANSVERSE MEMBER) กับการเดินสายให้แน่นเพื่อป้องกันสายไฟกระเด็นในกรณีเกิดการลัดวงจร

อุปกรณ์เดินสายไฟ

RACEWAY

1. ทั่วไป

1.1 ท่อร้อยสายชนิด RSC และ IMC สามารถติดตั้งใช้งานภายนอก เดินใต้ดิน ฝังในพื้นคอนกรีต เสาคอนกรีต คอนกรีตทับหน้า และในพื้นที่เปียกชื้น

1.2 ท่อร้อยสายชนิด EMT สามารถติดตั้งใช้งานในบริเวณแห้งหรือหรือเดินซ่อนในฝ้า

1.3 ข้อต่อ (FITTING) ของท่อร้อยสายจะต้องเป็นเหล็กชุบสังกะสีชนิดจุ่มร้อน (HOT DIP GALVANIZED STEEL) ทั้งภายในและภายนอก หรือตามมาตรฐานการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์

1.4 ท่อร้อยสายที่ใช้งานต้องมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า ½"

2. ท่อร้อยสายโลหะชนิด RSC และ IMC

2.1 ท่อร้อยสายชนิด RSC, IMC และข้อต่อ ทำมาจากเหล็กชุบสังกะสีทั้งภายในและภายนอก ผลิตตามมาตรฐาน ANSI C80.1-1983 หรือ UL6 หรือ TIS 770-2533 สำหรับท่อ RSC และผลิตตามมาตรฐาน UL1242 สำหรับท่อ IMC ตัวท่อทำด้วยเหล็ก HEAVY GAUGE ปลายทั้งสองข้างของท่อต้องทำเกลียว รอยเชื่อมตลอดทั้งแนวต้องได้รับการป้องกันสนิม

2.2 ท่อ RSC และ IMC จะต้องทำเกลียวที่ปลายทั้งสองด้านตามมาตรฐาน ANSI B1.20.1-1983 และ ANSI B2.1-1968 ตามลำดับ หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

3. ท่อร้อยสายโลหะชนิด EMT

3.1 ท่อร้อยสาย EMT ทำมาจากเหล็กชุบสังกะสี ตามมาตรฐาน ANSI C80.3-1983 หรือ UL 797 หรือ TIS 770-2533 หรือเทียบเท่า

3.2 ข้อต่อทำจากเหล็กชุบสังกะสี ยึดติดกับท่อด้วยสกรู

4. ท่อร้อยสายชนิดท่ออ่อน (FLEXIBLE CONDUIT)

4.1 เป็นท่ออ่อนทำจากเหล็กชุบสังกะสี ผลิตตามมาตรฐาน ASTM หรือเทียบเท่า

4.2 ขนาดท่อที่ใช้งานต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า ½"

5. ท่อร้อยสายอโลหะชนิด HDPE

5.1 ผลิตจากวัสดุโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง (HIGH DENSITY POLYETHYLENE) ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้าและทนทานต่อสภาพความเป็นกรด-ด่าง ผลิตตามมาตรฐาน มอก. 982-2548 DIN 8074/8075 หรือมาตรฐานการไฟฟ้าและมี CLASS PN6 เป็นอย่างน้อย

5.2 ผิวภายในท่อเรียบมันมีความฝืดต่ำและผิวด้านนอกเรียบและคาดสีส้ม

5.3 ใช้ติดตั้งภายนอกอาคารหรือฝังดินโดยตรง

5.4 การเชื่อมต่อระหว่างท่อนให้มี COUPLING และทากาวด้านใน หรือใช้การต่อแบบปากแตรสวมกับท่อนตรง

6. รางเดินสาย (WIREWAY)

รางเดินสายจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐานผู้ผลิตในประเทศไทยและได้รับการรับรอง

6.1 มาตรฐานสากล ISO9001: 2000 ซึ่งได้ผลิตรางเดินสายอยู่เป็นประจำและเป็นผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือรางเดินสายไฟแต่ละท่อนจะต้องแสดงชื่อและเครื่องหมายการค้าของผู้ผลิตไว้ในที่ๆ เห็นได้ชัดเจน

6.2 มาตรฐานการผลิตรางเดินสายให้กำหนดมาตรฐาน BS 4678 (class 2), NEMA NO.VE1,กฎการไฟฟ้าและมาตรฐาน ว.ส.ท. 2001 – 56 และ

6.3 การติดตั้งรางเดินสายและจำนวนสายให้ใช้กฎและวิธีการตามที่กำหนดNEC CODE,ARTICLE318

6.4 รางเดินสายต้องผลิตจากเหล็กมาตรฐานชนิด GALVANIZED STEEL SHEET

TYPE WG (WxHxL)	**Minimum nominal Thickness of body With return flange (mm)**	**Minimum nominal Thickness of cover (mm)**
WG 75 x50x2440	T = 1.0	T = 1.0
WG 100x50x2440	T = 1.0	T = 1.0
WG 100 x75x2440	T = 1.0	T = 1.0
WG 100 x100x2440	T = 1.2	T = 1.2
WG 150 x100x2440	T = 1.2	T = 1.2
WG 200 x100x2440	T = 1.6	T = 1.6
WG 250x100x2440	T = 1.6	T = 1.6
WG 300 x100x2440	T = 1.6	T = 1.6
WG 350 x100x2440	T = 1.6	T = 1.6

TYPE WG (WxHxL)	Minimum nominal Thickness of body With return flange (mm)	Minimum nominal Thickness of cover (mm)
WG 400 x100x2440	T = 1.6	T = 1.6
WG 450x100x2440	T = 1.6	T = 1.6
WG 500 x100x2440	T = 2.0	T = 1.6

STANDARD LENGTH: 2440 mm.

6.5 การทดสอบ Salt Spray Resistance Test ตามมาตราฐาน ISO 7253 มากกว่า 1440 ชั่วโมง โดยผ่านการรับรองผลการทดสอบจากสถาบันหรือองค์กรที่เชื่อถือได้

7. รางเคเบิ้ล (CABLE LADDER AND CABLE TRAY)

รางเดินสายจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐานผู้ผลิตในประเทศไทยและได้รับการรับรองมาตรฐานสากล ISO9001; 2000 ซึ่งได้ผลิตรางเดินสายอยู่เป็นประจำและเป็นผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ รางเดินสายแต่ละท่อนจะต้องแสดงชื่อและเครื่องหมายการค้าของผู้ผลิตไว้ในที่ ๆเห็นได้ชัดเจน

7.1 การติดตั้งรางเดินสาย และจำนวนสายให้ใช้กฎและวิธีการตามที่กำหนดใน NEC CODE ARTICLE 318 และผลิตตามมาตรฐาน BS, NEMA, กฎของการไฟฟ้าและมาตรฐาน ว.ส.ท.2001 - 56

7.2 รางเดินสาย CABLE LADDER จะต้องทำด้วยเหล็กชุบสังกะสีโดยวิธี Electroplated Zinc และพ่นสีทับด้วยสีฝุ่น Epoxy / Polyester ความหนาสี 60 - 80 Micron

7.2.1 ด้านข้าง (SIDERAIL) สูง100mm.ด้านตัดเป็นรูปตัวอี (E - SHAPE) ความหนาเหล็กดังนี้

- ความหนาเหล็ก 1.6 mm. สำหรับความกว้าง 200 – 500 mm
- ความหนาเหล็ก 2.0 mm. สำหรับความกว้าง 600 – 1000 mm

7.2.2 ลูกขั้น (RUNG) ขนาด 40 x 20 mm. ด้านตัดเป็นรูปตัว ซี (C – SHAPE) เพื่อการรับน้ำหนักตาม มาตรฐานกำหนด

- ความหนาเหล็ก 1.6 mm. สำหรับความกว้าง 200 – 500 mm
- ความหนาเหล็ก 2.0 mm. สำหรับความกว้าง 600 – 1000 mm

7.2.3 ความยาวมาตรฐาน 3000 mm.

7.3 รางเดินสาย (CABLE TRAY) ต้องทำด้วยเหล็กชุบสังกะสี โดยวิธี Electroplated Zinc และพ่นสีทับด้วยสีฝุ่น Epoxy / Polyester ความหนาสี 60 - 80 Micron

7.3.1 โดยมีขอบด้านข้าง (SIDERAIL) สูง 100 mm.เป็นรูปตัวอี (E - SHAPE)

- ความหนาเหล็ก 1.6 mm. สำหรับความกว้าง 200 – 500 mm.
- ความหนาเหล็ก 2.0 mm. สำหรับความกว้าง 600 – 1000 mm

7.3.2 ด้านพื้น (BOTTOM PLATE) เป็นโลหะลูกฟูกมีรูระบายอากาศ (VENTILATED AND CORRUGATED) ไม่น้อยกว่า 30% ของพื้นที่ทั้งหมด

- ความหนาเหล็ก 1.2 mm. สำหรับความกว้าง 200 – 500 mm.
- ความหนาเหล็ก 1.6 mm. สำหรับความกว้าง 600 – 1000 mm.

7.3.3 ความยาวมาตรฐาน 3000 mm.

7.4 รางเดินสายจะต้องรับน้ำหนักสายไฟฟ้าที่ระยะห่าง SUPPORT (SPAN) เท่ากับ 2.0 m. ไม่น้อยกว่า 200 kg/m ที่ UNIFORMLY DISTRIBUTED LOAD โดยไม่เกิดการบิดเบี้ยวและผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน NEMA VE 1 Class 8 C โดยได้รับการับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้ภายในประเทศ

7.5 ขนาดมาตรฐานความกว้าง(WIDTH) ของรางเดินสายต้องเป็นความกว้างระหว่าง 200 – 1000 mm

7.6 การทดสอบ Salt Spray Resistance Test ตามมาตราฐาน ISO 7253 มากกว่า 1000 ชั่วโมง โดยผ่านการรับรองผลการทดสอบจากสถาบันหรือองค์กรที่เชื่อถือได้

8 กล่องต่อสาย (BOXES)

กล่องต่อสายในที่นี้ ให้รวมถึงกล่อง สวิทช์ กล่องเต้ารับ กล่องต่อสาย (Junction Box) กล่องพักสาย หรือกล่องดึงสาย (Pull Box)

8.1 กล่องต่อสายมาตรฐานโดยทั่วไป ต้องเป็นเหล็กมีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ Galvanize และกล่องต่อสายชนิดกันน้ำ ต้องผลิตจากเหล็กหล่อหรืออลูมิเนียมที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.4 มิลลิเมตร หรือโพลีคาร์บอเนต

8.2 กล่องต่อสายที่มีปริมาตรใหญ่กว่า 100 ลูกบาศก์นิ้ว ต้องพับขึ้นจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ทั้งนี้ ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของกล่องต่อการใช้งาน ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ Galvanize และกล่องแบบกันน้ำต้องมีกรรมวิธีที่ดี

8.3 ขนาดของกล่องต่อสายขึ้นอยู่กับขนาด จำนวนของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้า-ออกกล่องนั้นๆ และขึ้นกับขนาด จำนวนท่อร้อยสาย หรืออุปกรณ์เดินสายอื่นๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีการโค้งงอของสายตามมาตรฐาน วสท.

8.4 กล่องต่อสายทุกชนิด และทุกขนาดต้องมีฝาปิดที่มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับกล่องต่อสาย

9. การติดตั้ง

9.1 การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า

ให้ปฏิบัติตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยของ วสท. (EIT 2001-56) และตามรายละเอียดที่ได้ระบุ ดังต่อไปนี้

1) แนวท่อร้อยสายไฟฟ้าที่แสดงในแบบ เป็นเพียง DIAGRAM เท่านั้น การติดตั้งต้องให้เหมาะสมกับสภาพของอาคาร และสภาพพื้นที่ของโครงการ

2) การต่อท่อชนิด EMT ให้ใช้ข้อต่อ (COUPLING) และข้อต่อยึด (CONNECTOR) ต่อให้แน่น กรณีฝังในผนังอิฐก่อ หรือเดินภายนอกอาคารให้ใช้ชนิด CONCRETETIGHT หรือ RAINTIGHT กรณีเดินในฝ้าเพดาน หรือเดินลอยภายในอาคารใช้ชนิด SCREWTIGHT

3) ท่อร้อยสายไฟฟ้าที่เดินซ่อนในฝ้าเพดาน จะต้องแนบอยู่ใต้พื้น SLAB หรือโครงหลังคาห้ามเดินวางบนฝ้าเพดาน ห้อยจากพื้น SLAB หรือโครงหลังคา

4) การยึดท่อร้อยสายไฟฟ้า (CONDUIT SUPPORT) ท่อที่เดินลอยจะต้องมี CONDUIT STRAP อย่างหนาทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร ในกรณีติดตั้งท่อร้อยสายในบริเวณเดียวกัน หรือแนวเดียวกันมากกว่า 3 เส้น ให้ติดตั้งบนรางซีและให้มีระยะห่างระหว่างผิวท่ออย่างต่ำ 1 นิ้ว

5) การเดินท่อร้อยสายไฟฟ้าเข้ากับอุปกรณ์เครื่องมือ เครื่องจักรต่างๆ ให้ใช้ FLEXIBLE CONDUIT มีความยาวไม่น้อยกว่า 0.3 เมตร แต่ไม่เกิน 1.00 เมตร กรณีอุปกรณ์เหล่านั้นอยู่ใกล้น้ำ หรือภายนอกอาคารต้องใช้ FLEXIBLE CONDUIT ชนิด LIQUID TIGHT

6) การติดตั้งท่อร้อยสายเข้ากับกล่องต่อสาย หรือเครื่องประกอบการเดินท่อ หรือตู้ควบคุมต้องจัดให้มี LOCK NUT หรือ BUSHING ขันยึดให้แน่น เพื่อป้องกันไม่ให้ฉนวนหุ้มสายชำรุด กรณีรูของ LOCK NUT ใหญ่กว่าท่อ ต้องใช้ REDUCING WASHER เพื่อไม่ให้มีช่องว่างระหว่างท่อกับฝาของกล่องต่อสาย ส่วนรูว่างที่ไม่ได้ใช้งานให้ปิดด้วยฝาพลาสติก

7) ท่อร้อยสายไฟฟ้าที่ติดตั้งไว้ในขณะก่อสร้าง เพื่อรอการร้อยสายไฟฟ้าต้องอุดปลายท่อด้วยจุกพลาสติกที่มีขนาดพอดีกับท่อ ห้ามใช้กระดาษ หรือเศษไม้อุดปลายท่อ ทั้งนี้เพื่อป้องกันวัสดุต่างๆ เข้าไปอยู่ภายในท่อ จะทำให้เกิดปัญหาในการร้อยสายไฟฟ้าภายหลัง

8) ปลายท่อร้อยสายไฟฟ้าที่ถูกตัดออกต้องลบคม เพื่อป้องกันไม่ให้ฉนวนหุ้มสายไฟฟ้าชำรุด การทำเกลียวท่อต้องใช้เครื่องทำเกลียวชนิดปลายเรียว ทั้งนี้ท่อโลหะชนิดบาง (EMT) ห้ามทำเกลียว

9) การเดินท่อร้อยสายไฟฟ้า ให้พยายามเดินในแนว CORRIDOR ให้มากที่สุดและมีแนวขนาน หรือตั้งฉากกับตัวอาคาร

10) ก่อนนำท่อร้อยสายไฟฟ้าไปติดตั้ง ถ้ามี MOISTURE POCKET ต้องกำจัดออกให้หมดเสียก่อน และท่อที่เสียรูปห้ามนำมาใช้

11) ถ้าไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น การเดินท่อร้อยสายไฟชนิดโลหะถ้าติดตั้งฝังดินให้ใช้ท่อเหล็กชนิดหนา IMC หรือ RSC และต้องทาด้วย FLINT COAT 2 ชั้น

12) ตัวยึด ตัวแขวนและอุปกรณ์รองรับการเดินท่อ ให้ใช้เหล็กชุบสังกะสีทั้งหมด

13) กล่องต่อสายทุกชนิด สำหรับติดตั้งฝังในผนัง ให้ใช้ชนิดชุบสังกะสี (Hot Dip Galvanized) ความหนาของเหล็กไม่น้อยกว่า 1.2 มม.

9.2 การติดตั้งรางเดินสายและการเดินสายในรางเดินสาย (WIRE WAY)

ให้ปฏิบัติตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยของ วสท. (EIT 2001-56) บทที่ 5 และตามรายละเอียดที่ได้ระบุดังต่อไปนี้

1) แนวรางเดินสายที่แสดงในแบบเป็นเพียง DIAGRAM เท่านั้น การติดตั้งจริงต้องให้เหมาะสมกับสภาพของอาคาร

2) สายไฟฟ้าที่ติดตั้งอยู่ใน WIRE WAY จะต้องทำการรัดสายไฟฟ้าแต่ละเฟสของ FEEDER หรือวงจรนั้นๆ เข้าด้วยกันเป็นลักษณะสามเหลี่ยม และมี MARKING SIGN ทุกๆ 20 เมตร หรือในจุดที่มีการต่อเชื่อมสายไฟฟ้า

3) ตัวยึด ตัวแขวนและอุปกรณ์รองรับการติดตั้งรางเดินสาย ให้ใช้เหล็กชุบสังกะสีทั้งหมด

9.3 การติดตั้งรางเคเบิลและการเดินสายในรางเคเบิ้ล (CABLE TRAY)

ให้ปฏิบัติตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยของ วสท. (EIT 2001-56) บทที่ 5 และตามรายละเอียดที่ได้ระบุดังต่อไปนี้

1) แนวรางเคเบิ้ลที่แสดงในแบบเป็นเพียง DIAGRAM เท่านั้น การติดตั้งจริงต้องให้เหมาะสมกับสภาพของอาคาร

2) สายไฟฟ้าที่ติดตั้งในรางเคเบิล จะต้องทำการรัดสายไฟแต่ละเฟสของ FEEDER หรือวงจรนั้นๆ เข้าด้วยกันเป็นลักษณะสามเหลี่ยมและแต่ละ FEEDER ให้มีระยะห่างประมาณ 2.15 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเคเบิล รวมทั้งให้มี MARKING SIGN ทุกๆ 20 ม.หรือในจุดที่มีการต่อเชื่อมสายไฟฟ้า

3) ตัวยึด ตัวแขวน และอุปกรณ์รองรับการติดตั้งรางเคเบิลให้ใช้เหล็กชุบสังกะสีทั้งหมด

9.4 การติดตั้งกล่องสำหรับงานไฟฟ้า (BOX)

กล่องสำหรับงานไฟฟ้า ได้แก่ กล่องต่อสายไฟของสวิทช์ หรืออุปกรณ์กล่องต่อสาย กล่องดึงสาย กล่องแยกสาย และกล่องอื่นๆ ที่ติดตั้ง เพื่อวัตถุประสงค์ในการเดินสาย การติดตั้งให้ปฏิบัติตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยของ วสท. ((EIT 2001-56) บทที่ 5 และตามรายละเอียดที่ได้ระบุดังต่อไปนี้

1) ตำแหน่งของ BOXES และอุปกรณ์ตามที่แสดงไว้ในแบบ เป็นตำแหน่งโดยประมาณเท่านั้น ผู้รับจ้าง รับผิดชอบในการศึกษารายละเอียดและติดตามการเปลี่ยนแปลง หรือเพิ่มเติมแบบของงานสถาปัตย์ และแบบของผู้ผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ โดยละเอียดเพื่อสามารถกำหนดตำแหน่ง BOXES ได้ถูกต้อง ในกรณีที่ แบบ ไม่ได้แสดงไว้และมีความจำเป็นต้องติดตั้ง ผู้รับจ้าง ต้องจัดหาและติดตั้งให้เรียบร้อยสมบูรณ์
2) กล่องต่อสายทุกกล่องต้องมีการต่อลงดิน
3) กล่องต่อสายทุกกล่องมีการจับยึดที่แข็งแรงกับโครงสร้างอาคาร หรือโครงสร้างฉาวรอื่นๆ
4) การต่อท่อเข้ากับกล่องต่อสายต้องประกอบด้วย LOCKNUT และ BUSHING
5) กล่องต่อสายต้องเลือกใช้ และติดตั้งตามสภาวะการใช้งาน และสภาวะแวดล้อม
6) กล่องต่อสายวงจรไฟฟ้าปกติ (NORMAL SUPPLY) ต้องแยกต่างหากจากวงจรไฟฟ้าฉุกเฉิน (EMERGENCY SUPPLY)
7) รู KNOCK-OUT ที่ไม่ใช้งานต้องปิดให้เรียบร้อยด้วยอุปกรณ์ซึ่งสร้างขึ้นเพื่อทำหน้าที่นี้โดยเฉพาะ หรือเปลี่ยน BOX เสียใหม่
8) JUNCTION, OUTLET และ PULL BOX ทุกตัว จะต้องติดตั้งในที่ซึ่งสามารถเข้าไปดำเนินการตรวจซ่อมแซมตัว BOX เอง หรือสายไฟฟ้าได้ตลอดเวลา ภายหลังเมื่อเปิดใช้งานอาคารแล้ว
9) การติดตั้ง BOX ให้ระมัดระวังอย่าให้ติดกับท่อน้ำ ท่อส่งลมเย็นของระบบปรับอากาศ หรือสิ่งกีดขวางสิ่งใด
10) COLOUR CODE กล่องต่อสายทุกกล่อง ต้องทาสีภายในกล่องและฝากล่องเหมือนกับ COLOUR CODE ของท่อร้อยสายไฟ

วัสดุป้องกันควันและไฟลาม

FIRE BARRIER

1. **ทั่วไป**

   วัสดุป้องกันควันและไฟลาม ให้ใช้ติดตั้งครอบคลุมทั้งอาคาร

2. **การติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิตอุปกรณ์ และวัสดุ** โดยติดตั้งตามบริเวณต่างๆ ที่กำหนดดังนี้

   1) ให้ติดตั้งวัสดุป้องกันควันและไฟลามช่องเปิดทุกช่องไม่ว่าจะอยู่ที่ใดของที่ผ่านผนังทนไฟ 2 ชม. (Fire Wall)หรือพื้นอาคาร (Fire Floor) ยกเว้นช่องเดินสายไฟในแนวดิ่ง (Raceway Shaff) ที่สามารถทนไฟได้ 2 ชม. และไม่มีช่องเปิดใดๆ ตลอดความยาวหรือถ้ามีช่องเปิด เช่น ประตู ต้องเป็นวัสดุที่สามารถทนไฟได้ 2 ชม.

   2) ช่องเปิดสำหรับท่อร้อยสายไฟฟ้า และทางเดินสายชนิดต่างๆ ที่เตรียมไว้สำหรับอนาคตที่ผ่านผนังหรือพื้นกันไฟต้องหุ้มปิดไว้ด้วยวัสดุกันไฟ และควันลาม

   3) ค่าวัสดุและค่าติดตั้งให้ผู้รับจ้างคิดรวมไว้ในราคาที่ได้เสนอต่อผู้รับจ้าง

การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี

PAINT

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 ในผิวงานโลหะทุกชนิด ก่อนนำเข้าไปติดตั้งในหน่วยงานต้องผ่านกรรมวิธีการป้องกันการผุกร่อนและ/หรือ การทาสีตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้ทุกประการ วิธีการทาสีต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำของบริษัทผลิตสีโดยเคร่งครัด เครื่องจักร อุปกรณ์ หรือวัสดุใดๆ ที่ได้ผ่านการป้องกันการผุกร่อนและทาสีจากโรงงานผู้ผลิตมาแล้ว หากตรวจพบว่ามีรอยถลอก ขูด ขีด รอยคราบสนิมจับ และอื่นๆ ผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซม ขัดถู และทาสีให้เรียบร้อย โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน

1.2 ในระหว่างการทาสีใดๆ ก็ตามผู้รับจ้างต้องหาวิธีป้องกันมิให้สีหยดลงบนพื้น ผนัง และอุปกรณ์ใกล้เคียงอื่นๆ หากเกิดการหยดเปื้อน ต้องทำความสะอาดทันที ผลเสียหายใดๆที่เกิดขึ้นต้องอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

2. การเตรียมและการทำความสะอาดพื้นผิวก่อนทาสี

2.1 พื้นผิวโลหะที่เป็นเหล็ก หรือโลหะที่มีส่วนผสมของเหล็ก

1) ให้ใช้เครื่องขัดสนิมตามรอยต่อเชื่อม และตำหนิต่างๆ จากนั้นใช้แปรงลวดหรือกระดาษทรายขัดผิวงานให้เรียบ และปราศจากสนิม หรืออาจใช้วิธีพ่นทรายเพื่อกำจัดครบสนิมและเศษวัตถุแปลกปลอมออก จากนั้นจึงทำความสะอาดผิวงานไม่ให้มีคราบไขมันหรือน้ำมันเคลือบผิวหลงเหลืออยู่ โดยใช้น้ำมันประเภทระเหยไว (VOLATILE SOLVENT) เช่น ทินเนอร์ หรือน้ำมันก๊าดเช็ดถูหลายๆครั้งแล้วใช้น้ำสะอาดล้างอีกครั้งหนึ่งจนผิวงานสะอาดพร้อมกับเช็ดหรือเป่าลมให้แห้งสนิท จึงทาสีรองพื้นตามคำแนะนำของผู้ผลิตสีโดยเคร่งครัด

2) กรณีที่ผิวงานนั้นเคยถูกทาสีมาก่อนต้องขูดสีเดิมออกก่อน จึงเริ่มทำตามกรรมวิธีดังกล่าวข้างต้น

2.2 พื้นผิวโลหะที่ไม่มีส่วนผสมของเหล็ก

ให้ทำความสะอาดโดยใช้กระดาษทราย แล้วเช็ดด้วยน้ำมันสน ห้ามใช้เครื่องขัดหรือแปรงลวดโดยเด็ดขาด แล้วจึงทาสีรองพื้น

2.3 พื้นผิวสังกะสีและเหล็กที่เคลือบสังกะสี

ให้ใช้น้ำยาเช็ดถูเพื่อขจัดครบไขมันและฝุ่นออก ก่อนทาสีรองพื้น

2.4 พื้นผิวทองแดง ตะกั่ว พลาสติก ทองเหลือง

ให้ขัดด้วยกระดาษทรายก่อนแล้วใช้น้ำยาเช็ดถูกำจัดฝุ่นก่อนทาสีรองพื้น

3. การทาสีหรือพ่นสี

3.1 ในการทาสีแต่ละชั้น ต้องให้สีที่ทาไปแล้วแห้งสนิทก่อน จึงให้ทาสีชั้นต่อๆ ไปได้

3.2 สีที่ใช้ทา ประกอบด้วยสี 2 ส่วน คือ

1) สีรองพื้นใช้สำหรับป้องกันสนิม และ/หรือ เพื่อให้ยึดเกาะระหว่างสีทับหน้ากับผิวงาน

2) สีทับหน้าใช้สำหรับเป็นสีเคลือบขั้นสุดท้าย เพื่อใช้เป็นการแสดงรหัสของระบบต่างๆ ชนิดสีที่ใช้ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม

3.3 ประเภทหรือชนิดของสีที่ใช้ให้เป็นไปตามระบุในตาราง

ตารางการใช้ประเภทสีตามชนิดของวัสดุในสภาวะแวดล้อม

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 ในกรณีที่ไม่ได้ระบุรหัสสี ให้ใช้สีทับหน้าเป็นสีอลูมิเนียม	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
- CAST IRON PIPE รวมถึงท่อใต้ดิน	ชั้นที่ 1 COAL TAR EPOXY ชั้นที่ 2 COAL TAR EPOXY	ชั้นที่ 1 COAL TAR EPOXY ชั้นที่ 2 COAL TAR EPOXY
- PVC PIPE - PLASTIC PIPE	ชั้นที่ 1 WASH PRIMER ชั้นที่ 2 สีทับหน้า	ชั้นที่ 1 WASH PRIMER ชั้นที่ 2 สีทับหน้า

ชนิดของผิววัสดุ	บริเวณทั่วไป	บริเวณที่มีความชื้นสูง บริเวณที่มีการผุกร่อนสูง
	CHLORINATED RUBBER ชั้นที่ 3 สีทับหน้า CHLORINATE RUBBER	CHLORINATED RUBBER ชั้นที่ 3 สีทับหน้า CHLORINATE RUBBER
- COPPER TUBE - STAINLESS STEEL PIPE/SHEET - ALUMINUM PIPE/SHEET - LIGHT ALLOY - LEAD - CONDUIT CLAMP	ชั้นที่ 1 WASH PRIMER ชั้นที่ 2 สีทับหน้า ALKYD ชั้นที่ 3 สีทับหน้า ALKYD	ชั้นที่ 1 WASH PRIMER ชั้นที่ 2 สีทับหน้า EPOXY ชั้นที่ 3 สีทับหน้า EPOXY
- CLOSED CELL INSULATION ใช้แถวสีแดง รหัสสี		

หมายเหตุ :- ในกรณีที่มีการซ่อมสีเนื่องจากการเชื่อม การตัด การเจาะ การขัดหรือการทำเกลียวให้ใช้สีรองพื้น จำพวก ZINC RICH PRIMER ก่อนลงสีทับหน้า

4. รหัสสีและสีสัญลักษณ์

1) ให้แสดงรหัสสีที่ CLAMP ของท่อร้อยสาย
2) รหัสสีที่ท่อร้อยสายต้องทำเป็นแถบสีมีความกว้างไม่น้อยกว่า 100 มม. ในตำแหน่งใกล้ๆ กับกล่องต่อแยกสาย
3) ที่ฝากล่องต่อแยกสายและกล่องดึงสายให้ทาสีหรือพ่นสีตามรหัสและมีอักษรสัญลักษณ์กำกับ
4) กำหนดสีของรหัส และสัญลักษณ์ต่างๆ ตามตาราง

ตารางรหัสสีและสัญลักษณ์งานระบบไฟฟ้า

ลำดับ	รายละเอียด	ตัวอักษร	รหัสสี	สีสัญลักษณ์
1.	ท่อ-ราง สายฟ้ากำลังปกติ	N	แดง	ดำ
2.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้าสำคัญ	E	เหลือง	แดง
3.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้าสำคัญมาก (วงจรช่วยชีวิต)	V	เหลือง	แดง
4.	ท่อ-ราง สายสัญญาณระบบสัญญาณเตือนเพลิงไหม้	FA	ส้ม	แดง
5.	ท่อ-ราง สายสัญญาณระบบเสียง	S	ขาว	ดำ
6.	ท่อ-ราง สายสัญญาณระบบ AV	AV	ขาว	ดำ
7.	ท่อ-ราง สายสัญญาณวิทยุ-โทรทัศน์รวม	MA	ขาว	ดำ
8.	ท่อ-ราง สายสัญญาณโทรทัศน์วงจรปิด	SS	น้ำเงิน	ดำ
9.	ท่อ-ราง สายสัญญาณระบบรักษาความปลอดภัย	SEC	น้ำเงิน	ดำ
10.	ท่อ-ราง สายสัญญาณนาฬิกาไฟฟ้า	CL	น้ำตาล	ดำ
11.	ท่อ-ราง สายสัญญาณระบบการจัดพลังงาน (BAS)	BAS	ฟ้า	ดำ
12.	ท่อ-ราง สายสัญญาณโทรศัพท์	TEL	เขียว	ดำ
13.	ท่อ-ราง สายสัญญาณคอมพิวเตอร์	COMP	ดำ	ขาว
14.	อุปกรณ์ยึดแขวนท่อร้อยสายไฟฟ้าและสายสัญญาณ	-	เทาเข้ม	-
15.	DISTRIBUTION BOARD & MOTOR CONTROL BOARD ระบบไฟฟ้าปกติ	-	งาช้าง	ดำ
16.	DISTRIBUTION BOARD & MOTOR CONTROL	-	งาช้าง	แดง

ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

(LAN SYSTEM)

ข้อกำหนดทั่วไปของอุปกรณ์ระบบเครือข่าย ระบบเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

1. ผู้รับจ้างต้องติดตั้งอุปกรณ์ระบบเครือข่าย บนตู้ Rack ให้เรียบร้อยและพร้อมใช้งาน
2. ผู้รับจ้างต้องติดตั้ง Network Management Software ทั้งหมดให้เรียบร้อย
3. อุปกรณ์เครือข่ายที่เสนอต้องมีโปรแกรมสำหรับติดตั้งหรือปรับแต่งอุปกรณ์ผู้รับจ้างติดตั้งต้องจัดหามาให้พร้อมกันด้วย
4. อุปกรณ์เครือข่ายที่เสนอต้องได้การรับรองจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ว่าเป็นสินค้าใหม่ไม่ผ่านการใช้งานก่อน และอยู่ในสายการผลิต
5. อุปกรณ์ระบบเครือข่ายชนิด Core Switch, Access Switch, Wireless Controller, Wireless access point,ระบบโทรศัพท์แบบ IP ที่เสนอ จะต้องทำงานร่วมกันได้กับระบบ เครือข่ายเดิมของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยราชมงคลโคราช นครราชสีมา
6. ผู้รับจ้างต้องเสนออุปกรณ์ระบบเครือข่ายชนิด Core Switch, Access Switch, Wireless Controller,Wireless access point,ระบบโทรศัพท์แบบ IP และ อุปกรณ์ Digital Voice Gatewayที่มี เครื่องหมายการค้าเดียวกัน เพื่อให้การทำงานของอุปกรณ์สามารถทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้ง ความสะดวกในการบริหารจัดการและบำรุงรักษา
7. ผู้รับจ้างจะต้องมีการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางด้านเทคนิคของอุปกรณ์ตามข้อกำหนดของผู้ว่าจ้าง (Compare Spec) ที่กำหนดไว้และมีเอกสารยืนยันการเปรียบเทียบข้อกำหนด โดยให้จัดทำเป็นตาราง
   เปรียบเทียบ และเอกสารอ้างอิงแนบเพื่อพิจารณา
8. ผู้รับจ้างต้องจัดซื้ออุปกรณ์สลับสัญญาณหลัก อุปกรณ์สลับสัญญาณสำหรับผู้ใช้ อุปกรณ์ควบคุมเครือข่ายไร้สาย อุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย จากบริษัทที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างเป็นทางการจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยเท่านั้น โดยระบุการอุปกรณ์ดังกล่าวเป็นระยะเวลา 1 ปี พร้อมระบุรุ่น ยี่ห้อ และจำนวนให้ชัดเจน พร้อมเอกสารตัว จริงมาให้ในวันที่ยื่นเอกสาร

บุคลากรบริหารจัดการโครงการ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาผู้เชี่ยวชาญ ที่มาปฏิบัติงานประจำที่โครงการอย่างน้อยจำนวน 1 คน ในวันส่งมอบงาน เพื่อดูแลโครงการ หรือตามที่ผู้ว่าจ้างได้ร้องขอ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ปฏิบัติงานประจำในวันและเวลาราชการตั้งแต่วันจันทร์ถึงวันศุกร์ ตั้งแต่เวลา 8.00 -17.00 น. เป็นระยะเวลา 60 วัน นับแต่วันที่ได้มีการตรวจรับระบบและใช้งานได้เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

2. กรณีมีการปรับเปลี่ยนผู้เชี่ยวชาญที่มาปฏิบัติงานประจำตามข้อที่ 1 ผู้รับจ้างจะต้องทำหนังสือแจ้งล่วงหน้าอย่างน้อย 7 วัน

การส่งมอบ / การติดตั้ง / การฝึกอบรม

1. ต้องเสนอแผนการติดตั้งก่อนการติดตั้งโดยแยกออกเป็นแผนการดำเนินงานและเอกสารการตั้งค่าระบบของอุปกรณ์ รวมถึงการแก้ไขปัญหา หรือการเปลี่ยนแปลงระบบ ที่มีผลกระทบต่อการดำเนินงานปกติของระบบต่างๆ ของโครงการ

2. จัดให้มีการอบรมการใช้งาน การตั้งค่าอุปกรณ์ Network การบริหารจัดการระบบ Network และการบริหารจัดการระบบเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย และหน่วยเก็บข้อมูลให้กับเจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้างจำนวนไม่น้อยกว่า 3-5 คน พร้อมคู่มือการใช้งานฉบับภาษาไทย

การรับประกันและการซ่อมบำรุงรักษา

1. ผู้รับจ้างต้องมีหนังสือรับรองผลิตภัณฑ์ว่าอุปกรณ์ที่นำเสนอต่อผู้ว่าจ้าง เป็นอุปกรณ์ใหม่ และไม่ เคยติดตั้งหรือใช้งานที่อื่นใดมาก่อนจากบริษัทสาขาของผู้ผลิตในประเทศไทยเท่านั้น และต้องนำเสนอเอกสารฉบับจริง
2. ผู้รับจ้าง ต้องมีหนังสือรับรองการรับประกันผลิตภัณฑ์ทั้ง Hard ware และ Soft ware เป็นระยะเวลา 2 ปีจากผู้ผลิต หรือสาขาของผู้ผลิตที่ประจำในประเทศไทยเท่านั้น และต้องนำเสนอเอกสารฉบับจริง
3. ผู้รับจ้าง ต้องเสนอการซ่อมแซมบำรุงรักษาระบบและ/หรือ อุปกรณ์แบบ On site Service 24 ชม. ไม่เว้นวันหยุดราชการเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี
4. ในช่วงระยะเวลารับประกันผู้รับจ้างต้องเข้ามาตรวจการทำงานของระบบ และ/หรือ ผลิตภัณฑ์ ที่เสนอเดือนละ 1 ครั้งเป็นอย่างน้อย
5. ผู้รับจ้างต้องมีศูนย์บริการแจ้งรับปัญหาขัดข้องระบบงาน (Call center หรือ Helpdesk) ซึ่งผู้ว่าจ้าง สามารถติดต่อ ประสานงาน และ/หรือ ร้องขอได้ทุกวันตลอดเวลา โดยไม่เว้นวันหยุดราชการ โดยต้องเสนอรายละเอียดในขั้นตอนการขออนุมัติวัสดุ

ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network)

1. อุปกรณ์ CORE SWITCH มีคุณลักษณะขั้นต่ำดังนี้
   - อุปกรณ์ที่เสนอต้องมีพอร์ตที่เป็น 10/100/1000 Base-T RJ45 ไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต

- อุปกรณ์ที่เสนอต้องมีพอร์ต 1000Base-X SFP ไม่น้อยกว่า 8 พอร์ต พร้อมเสนอชุด Transceiver ที่มีคุณสมบัติความเร็ว 1Gbps, 1000Base-LX, Single Mode, 1310nm Long Wave Length, 10Km, LC SFP มาด้วย
- อุปกรณ์ที่เสนอจะต้อง มี Expansion Slot ไม่น้อยกว่า 2 slot ที่รองรับการเพิ่ม Uplink 10G ไม่น้อยกว่า 6 SFP+ พอร์ต และต้อง Active ได้ทั้ง 6 SFP+(10GBE) พอร์ต
- จะต้องมีหน่วยความจำ RAM ไม่น้อยกว่า 1GB และ Compact Flash Memory 1GB และมี CPU แบบ 64 bit MIPS Processor ความเร็วสัญญาณนาฬิกา ไม่น้อยกว่า 600 MHz
- รองรับ Stacking Port ความเร็วไม่น้อยกว่า 80Gbps โดยการเพิ่ม Module และรองรับการทำ Stack สูงสุด 8 อุปกรณ์
- ต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีขนาดของ Switching Bandwidth ไม่น้อยกว่า 176 Gbps และ Switching Throughput ไม่น้อยกว่า 130.9 Mpps Forwarding Rate
- อุปกรณ์ที่เสนอต้องมี Latency 4 ไมโครวินาที หรือน้อยกว่า ที่ข้อมูล 64 byte
- อุปกรณ์ที่เสนอต้องรองรับ Jumbo Frame ขนาดไม่น้อยกว่า 9KB และรองรับจำนวนไม่น้อยกว่า 4,000 VLANs
- ต้องสามารถรองรับจำนวน MAC Address ไม่น้อยกว่า 32,000 MAC Address
- ระบบปฏิบัติการของอุปกรณ์ที่เสนอต้องสนับสนุน self-healing process เมื่อเกิดการเริ่มต้นการทำงานใหม่ของอุปกรณ์
- ต้องรองรับ Dual Stack ทั้ง IPv4 และ IPv6
- ต้องเป็นอุปกรณ์ที่สามารถทำงานได้ตามมาตรฐาน 802.3ad Link Aggregation, 802.1w RSTP, 802.1s MSTP and PVST+
- ต้องสามารถรองรับ Load Sharing ได้ไม่น้อยกว่า 128 Load Sharing Group
- ต้องรองรับการทำงานแบบ Port-based, Protocol-based, 802.1Q VLANs and 802.1ad VLAN
- ต้องรองรับการทำงานแบบ VLAN Translation
- รองรับการทำงานแบบ VLAN Aggregation ในอนาคตโดยการเพิ่ม License
- รองรับการทำงานแบบ VRRP ตามมาตรฐาน RFC2338, RFC3768 และ RFC2787 ในอนาคตโดยการเพิ่ม License
- รองรับการทำงานตามาตรฐาน RFC2893 Configured Tunnels และ RFC3056 6to4 ใน IPv6 Internetworking ในอนาคตโดยการเพิ่ม License
- รองรับการทำงาน OSPF ได้ในอนาคตโดยการเพิ่ม License
- รองรับการทำงาน MPLS ได้โดยการเพิ่ม License

- รองรับการทำงาน BGP Border Gateway Protocol โดยการเพิ่ม License
- ต้องสามารถทำ IGMP v1/v2/v3 ได้
- ต้องสามารถทำ sFlow หรือ NetFlow ได้
- ต้องสามารถทำฟังก์ชั่น BOOTP/DHCP relay agent and DHCP Server
- ต้องสามารถทำงานได้ตามมาตรฐาน IEEE ได้อย่างน้อยต่อไปนี้
- IEEE802.1D Spanning Tree
- IEEE802.1w Rapid Reconfiguration for STP, RSTP
- IEEE802.1Q Multiple Instances of STP, MSTP และ VLAN Tagging
- IEEE802.1ad Static Load Sharing Configuration and LACP
- IEEE802.1AB LLDP Link Layer Discovery Protocol
- IEEE802.1ag PING and Traceroute, Connectivity Fault Management
- IEEE802.3ah Ethernet OAM Unidirectional Link Fault Management
- รองรับการทำงานตามมาตรฐาน IEEE802.1Audio Video Bridging AVB Standard
- ต้องสามารถรองรับการทำงานของ SDN OpenStack
- ต้องสามารถรองรับการทำงานของ SDN OpenFlow โดยการเพิ่ม License
- ต้องสามารถรองรับ Data Center Bridging eXchange (DCBX) (IEEE P802.1Qaz/D2.3)
- ต้องสามารทำงานได้ตามมาตรฐาน IEEE 802.1AK Multiple Registration Protocol and Multiple VLAN
- อุปกรณ์ที่เสนอจะต้องมี SNMP v1/v2/v3, RMON, SMON, XML management interface
- อุปกรณ์ที่เสนอต้องได้รับการตรวจสอบความปลอดภัย (Safety Standard) จากหน่ายงาน FCC, ICES และ EN เป็นอย่างน้อย
- อุปกรณ์ที่เสนอจะต้องรองรับ Redundant Power Supply ที่มี Power Supply อยู่ใน อุปกรณ์เดียวกัน

- อุปกรณ์ต้องสามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิ 0 -40 องศาเซลเซียส และมี ความชื้นสัมพัทธ์ 10–95% Non-condensing
- รับประกันสินค้าอย่างน้อย 5 ปี

2) อุปกรณ์ ACCESS SWITCH 24 PORTS มีคุณลักษณะขั้นต่ำดังต่อไปนี้

- ต้องมีพอร์ตแบบ 10/100/1000 Base-T ไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต และ 1000Base-X ไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต
- ต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีขนาดของ Switching Bandwidth ไม่น้อยกว่า 56 Gbps และ Switching Throughput ไม่น้อยกว่า 41 Mpps Forwarding Rate

- จะต้องมีหน่วยความจำ DRAM ไม่น้อยกว่า 256 MB และ Compact Flash Memory 256MB และมี CPU แบบ Single Core ความเร็วสัญญาณนาฬิกา ไม่น้อยกว่า 500 MHz
- จะต้องมีค่า Latency ไม่มากไปกว่า 5 micro second
- ต้องสามารถรองรับจำนวน MAC Address ไม่น้อยกว่า 16,000 MAC Address
- ระบบปฏิบัติการของอุปกรณ์ที่เสนอต้องสนับสนุน self-healing process เมื่อเกิดการเริ่มต้นการทำงานใหม่ของอุปกรณ์
- ต้องเป็นอุปกรณ์ที่สามารถทำงานได้ตามมาตรฐาน 802.3ad Link Aggregation, 802.1w RSTP, 802.1s MSTP and PVST+
- ต้องรองรับการทำงานแบบ Private VLAN, VLAN Translation
- ต้องสามารถทำ sFlow หรือ NetFlow ได้
- อุปกรณ์ที่เสนอจะต้องมี SNMP v1/v2/v3, RMON, SMON, XML management interface
- ต้องสามารถทำ IGMP v1/v2/v3 ได้
- ต้องสามารถรองรับ Load Sharing ได้ไม่น้อยกว่า 24 Load Sharing Group
- ต้องมีมาตฐาน ITU-T G.8032 Ethernet Ring Protection Switching
- อุปกรณ์ที่เสนอจะต้องมี 802.1ag L2 Ping and traceroute, Connectivity Fault Management
- อุปกรณ์ที่เสนอจะต้องมี NTP Server และ NTP Client
- อุปกรณ์ที่เสนอจะต้องมี CDP, EDP, ELRP และ ELSM
- ต้องสามารถทำงานได้ตามมาตรฐาน IEEE 802.1AK Multiple Registration Protocol and Multiple VLAN
- รองรับการทำงานตามมารฐาน IEEE802.1Audio Video Bridging AVB Standard โดยการเพิ่ม License
- อุปกรณ์ที่เสนอต้องได้รับการตรวจสอบความปลอดภัย FCC, EN และ IEC เป็นอย่างน้อย
- อุปกรณ์ต้องสามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิ 0 -45 องศาเซลเซียส และมี ความชื้นสัมพัทธ์ 10–93% Non-condensing
- เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับอุปกรณ์ Core Switch เพื่อการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด
- รับประกันสินค้าอย่างน้อย 5 ปี

3) อุปกรณ์ควบคุมระบบเครือข่ายไร้สาย (Wireless Controller)

- ระบบ Wireless Controller ที่เสนอต้องเป็นแบบ Virtual Appliance Software และต้องทำงานบนระบบ VMWare ESX หรือ VMWare ESXi ที่ติดตั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายมาตรฐานทั่วๆไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับการรองรับการขยายระบบในอนาคต สามารถเพิ่มระบบ Wireless Controller อีกหนึ่งระบบและสามารถทำงานกับระบบ Wireless

Controller ที่เสนอในครั้งนี้แบบ High Availability mode ได้โดย ไม่ต้องซื้อ License ในส่วน High-Availability Mode เพิ่มเติมในภายหลัง และในกรณีที่ ระบบ Wireless Controller ชุดใดชุดหนึ่งมีปัญหาใช้งานไม่ได้ High Availability mode ของระบบ Wireless Controller ที่เสนอต้องทางานแบบ Automatic Failover และสามารถรองรับ Access Point ได้ไม่น้อยกว่า 500 ชุด

- ระบบ Wireless Controller ที่เสนอต้องสามารถควบคุมอุปกรณ์ Access Point ได้ (ตามแบบ) โดยสามารถรองรับการขยายจำนวน Access Point ได้อย่างน้อย 250 ชุดต่อระบบเพียงเพิ่มจำนวน License เท่านั้น และสามารถรองรับการขยายการควบคุมอุปกรณ์ Access Point ได้ไม่น้อยกว่า 500 ชุดในการทางานแบบ High Availability mode โดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลง และ/หรือเพิ่ม Hardware ของ WLAN Controller
- สามารถทำงานได้ตามมาตรฐาน IEEE 802.11a, 802.11b, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n และ IEEE 802.11ac
- ระบบ Wireless Controller ที่เสนอต้องสามารถทำหน้าที่ควบคุมอุปกรณ์ Wireless Access Point ที่เสนอได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- เพื่อการทางานที่มีประสิทธิภาพ ระบบ Wireless Controller ที่เสนอจะต้องทำงานบน Virtual Machine CPU จำนวนไม่น้อยกว่า 4 Cores
- สามารถทำ VLAN ได้ตามมาตรฐาน IEEE 802.1Q VLAN Tagging and Trunking
- สามารถบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่านทาง HTTP หรือ HTTPS หรือ SSH หรือ Console ได้
- สามารถทำ static route และ OSPF เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูล IP routing กับอุปกรณ์ router หรือ Layer 3 switch ในโครงข่ายเมื่อมีการเพิ่มหรือลด IP subnet ในโครงข่าย wireless ได้
- ระบบจัดการและควบคุมระบบคอมพิวเตอร์ไร้สาย (Wireless Controller) ที่เสนอ ต้องสามารถรองรับจำนวน concurrent user ได้ 8,100 users เป็นอย่างน้อย
- สามารถให้บริการทางด้าน Guest Access หรือ Guest Services โดยที่สามารถสร้าง Guest User ได้
- รองรับความสามารถการป้องกันการโจมตีทางระบบเครือข่าย (WIPS) ได้
- ต้องสามารถทำฟังก์ชั่น Load Balancing และ Band Steering ได้
- สามารถทำ Dynamic Radio Management และ Flexible Client Access
- สามารถทำ User Authentication แบบ Radius หรือ LDAP ได้
- เพื่อให้การทำงานของระบบมีประสิทธิภาพสูงสุด Wireless Controller ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ยี่ห้อเดียวกันกับ Core Switch และ Wireless Access Point
- ผู้เสนอฯ ต้องทำการจัดหาอุปกรณ์เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server) จำนวน 1 ชุด โดยมีคุณสมบัติ ดังต่อไปนี้
- ใช้หน่วยประมวลผลกลาง (Processor) ของ Intel รุ่น Quad Core Xeon (4C/4T) ความเร็วสัญญาณ Clock Speed ที่ 3.0 GHz จำนวน 1 หน่วย หรือดีกว่า

- มีหน่วยความจำ (Memory) แบบ DDR3 UDIMM Standard ขนาด ไม่น้อยกว่า 8 GB หรือดีกว่า
- มี Hard Disk รองรับการ ทำงานแบบ Simple-Swap SATA 7,200 รอบ/นาที ความจุรวมอย่างน้อย 500GB จำนวนไม่น้อยกว่า 2 หน่วย และ มี Embedded SATA Software RAID หรือดีกว่า
- มีส่วนเชื่อมต่อกับระบบเครือข่าย (Network Controller) ที่สนับสนุนการใช้งานแบบ Gigabit Ethernet จำนวนไม่น้อยกว่า 2 Ports (Dual Gigabit Ethernet) หรือดีกว่า
- มีระบบจ่ายไฟ (Power Supply) ขนาดไม่น้อยกว่า 250W (80+SILVER) หรือดีกว่า
- ตัวเครื่องเป็นแบบ Rack Mounting โดยเฉพาะ

4) อุปกรณ์ควบคุมระบบเครือข่ายไร้สาย (Wireless AP)

- มี Ethernet Port ที่เป็นแบบ 10/100/1000 BASE-T หรือ 100/1000 BASE-T (RJ-45) Autosensing link ไม่น้อยกว่า 1 Ports โดยสามารถทำงานได้ตามมาตรฐาน IEEE802.3af หรือ 802.3at PoE (Power over Ethernet)
- ต้องสามารถทำงานแบบ Dual concurrent, Dual band 802.11a/n (5GHz) and 802.11b/g/n (2.4GHz) connectivity
- ต้องรองรับความเร็วในการเชื่อมต่อได้สูงสุดที่ 300 Mbps เมื่ออยู่บนมาตรฐาน IEEE802.11n, 54 Mbps เมื่ออยู่บนมาตรฐาน IEEE802.11a/g, ความเร็วที่ 11 Mbps บนมาตรฐาน IEEE802.11 b เป็นอย่างน้อย
- ต้องรองรับ 802.11n MIMO แบบ 2x2:2 หรือดีกว่า
- มีเสาอากาศภายในไม่น้อยกว่า 4 เสา ที่มีกำลังขยาย (Gain) 2.5 dBi เป็นอย่างน้อย ทั้งในย่านความถี่ 2.4GHz และ ย่านความถี่ 5GHz
- สามารถเชื่อมต่อกันด้วยคลื่นวิทยุแบบ Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) และ Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)
- ต้องสามารถรองรับ SSID ได้อย่างน้อย 8 SSID/Radio
- รองรับการทำงานในลักษณะที่เป็น Mesh ได้
- ต้องเป็นอุปกรณ์ที่สามารถทำ RF Management หรือ Adaptive Radio Management ได้
- อุปกรณ์จะต้องรองรับการใช้งานที่อุณหภูมิ 0 – 50 องศาเซลเซียส
- อุปกรณ์ที่เสนอต้องได้รับการตรวจสอบความปลอดภัยจากหน่วยงาน UL หรือ EN เป็นอย่างน้อย
- อุปกรณ์ที่เสนอต้องได้รับการตรวจสอบการแพร่กระจายของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Emissions Certifications) จากหน่วยงาน FCC และ EN เป็นอย่างน้อย
- ต้องเป็นอุปกรณ์จากผู้ผลิตยี่ห้อเดียวกันกับอุปกรณ์ Wireless controller เพื่อสามารถทำงานร่วมกับอุปกรณ์ Wireless controller ที่เสนอได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตู้ Rack 19"15U สำหรับติดตั้งอุปกรณ์

ข้อกำหนดทางด้านเทคนิคของตู้เก็บอุปกรณ์ข่ายสายคอมพิวเตอร์

1. ตู้เก็บอุปกรณ์ข่ายสายคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคมจะต้องเสนออุปกรณ์ดังนี้ ตู้เก็บ อุปกรณ์ขนาด 19 นิ้ว รางไฟ, พัดลมระบายอากาศ, ถาดรองอุปกรณ์ และอื่นๆ ให้ครบถ้วน
2. ผู้รับจ้างจะต้องส่งตู้ตัวอย่างเพื่อประกอบการพิจารณาคุณสมบัติก่อนการติดตั้งหรือก่อนการส่งมอบตู้เก็บอุปกรณ์

1. คุณสมบัติทางด้านเทคนิค ตู้ Cabinet Rack ขนาด 19 นิ้ว 15U ตามมาตรฐาน

1. ผลิตจากเหล็ก cold rolled steel, white sheet ความหนา 2.0 mm สีดำทั้งตู้ ซึ่งมีความแข็งแรง และป้องกัน สนิม 100% เสาสี่ต้นสามารถปรับระยะเข้าออกได้อย่างอิสระ สะดวกต่อการติดตั้งอุปกรณ์
   - ฐานตู้ความหนา 2.0mm.ผลิตจากเหล็กcold rolled steel, white sheet ซึ่งมีความแข็งแรง และป้องกันสนิม 100% ตู้สามารถรับน้ำหนักการติดตั้งได้ไม่น้อยกว่า 1,000 กิโลกรัม
   - หลังคาด้านบนมีช่องติดตั้งพัดลมได้ไม่น้อยกว่าสองช่อง แต่ละช่องรองรับพัดลมขนาด (2x4",3x4") ติดตั้งพัดลมได้สูงสุด 6 ตัวเพื่อช่วยระบายอากาศได้เป็นอย่างดี บริเวณด้านข้างของหลังคาเจาะรูพรุน เพื่อช่วยระบายออกาศร้อนออกภายนอกตู้ได้ดียิ่งขึ้น
   - ประตูหน้าเป็นประตูแบบโค้งเจาะรูพรุน (Curve Perforate) (โดยมีรูเจาะขนาด 4.20 mm. พิทด้านแนวนอน 4.76mm พิทด้านแนวตั้ง 4.17mm) มีรูเจาะคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ไม่น้อยกว่า 85% ของ พื้นที่ผาประตู เพื่อประสิทธิภาพในการระบายอากาศได้ดีที่สุด มีกุญแจแบบมือจับพับเก็บได้เพื่อความปลอดภัย สามารถติดตั้งให้เปิดจากขวาหรือทางซ้ายได้ มีเครื่องหมายการค้าสกรีนบริเวณด้านบนของฝาประตู
   - ฝาด้านข้างสามารถถอดได้มีกุญแจล๊อคด้านบนชนิดฝังเรียบกับฝาเพื่อไม่ขูดกับตู้ข้างเคียงเมือวางชิดกัน และมี Snap Lock (Latch Lock) บริเวณส่วนกลางของฝาอีกสองชุด เพื่อความสะดวกในการถอดเข้าออกเพื่อบำรุงรักษา
   - พื้นตู้ด้านล่างมีช่องร้อยสายจากด้านล่างบริเวรกึ่งกลางของพื้น และมีช่องร้อยสายด้านข้างทั้งซ้าย ขวา และด้านหลัง รวมอีก 3 ช่อง เพื่อความสะดวกในการใช้งานและเชื่อมต่อสายสัญญาณ
   - มีขาปรับระดับจำนวนสี่ตัว บริเวณมุมของฐานตู้ ขาปรับระดับมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ไม่น้อยกว่า 0.5 นิ้ว มีความสูง 2 นิ้ว พร้อมแป้นฐานรองหนาไม่น้อยกว่า 6 mm เพื่อความแข็งแรงและรองรับน้ำหนักได้เป็นอย่างดี
   - มีล้อผลิตจาก Nylon หมุนได้ 360 องศา รับน้ำหนักรวมได้ 1,000 กิโลกรัม

- ทุกชิ้นส่วนมีสายกราวด์ (Grounding Cable Kits) เชื่อมต่ออุปกรณ์ทั้งหมดเข้าด้วยกันเพื่อความปลอดภัยและป้องกันไฟรั่วไฟดูด
- มีชุดน็อตM6 CAGE NUTS สำหรับการติดตั้งมาให้พร้อม
- ตู้ที่เสนอต้องผ่านข้อกำหนดความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน RoHS Compliant ตามมาตรฐานยุโรป
- ตู้ที่ผลิตต้องได้มาตรฐานการผลิตอย่างน้อยดังนี้ ANIS/EIA – 310D – 1992 (Rev.EIA – 310 – C), IEC 60297 – 1,IEC 60297 – 2, BS 5954 : Part 2, DIN 41494 และ ISO 9001:2000 และ ISO 14001 เป็นอย่างน้อย
- ตู้ Cabinet Rack ที่นำเสนอต้องเป็นตู้ที่มีเครื่องหมายการค้า และผู้ผลิตรายเดียวกันกับสายนำสัญญาณ CAT 6 และ Fiber Optic ที่นำเสนอ

2 คุณสมบัติทางด้านเทคนิครางไฟ (AC Power Distribution) ขนาด 6 และ 12 Outlet

2.1 ผลิตจากเหล็กที่มีความแข็งแรงและป้องกันสนิม 100% มีสีเดียวกับตัวตู้

2.2 ทนกระแสได้ 32A, 220โวลท์, 50เฮิรตท์ ป้องกันกระแสไฟฟ้าเกิน และลัดวงจรด้วย Electronic circuit Breaker

2.3 สวิทซ์ ปิด-เปิด พร้อมไฟแสดงสภาวะการทำงาน

2.4 ระบบป้องกันไฟรั่ว(Grounding) เพื่อความปลอดภัย

2.5 สายไฟขนาด 3 เมตรพร้อม Power Plug ตามมาตรฐาน EN60309-2

2.6 เต้ารับแบบ 3 ขา Standard type (L, N, G)

2.7 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับตู้เก็บอุปกรณ์

2.8 มีการรับประกันผลิตภัณฑ์ 2 ปี จากบริษัทสาขาของผู้ผลิตในประเทศไทยเท่านั้น พร้อมเอกสารตัวจริงมาแสดงในวันที่ยื่นเอกสาร

3 คุณสมบัติทางด้านเทคนิคพัดลมระบายอากาศ

3.1 พัดลมระบายอากาศขนาด 2x4, 3x4 นิ้ว ติดตั้งบนเพลทมีรูระบายอากาศ สามารถติดตั้งเข้ากับตู้ได้ง่าย มีสายไฟยาว 1 เมตร พร้อมปลั๊ก

3.2 รองรับแรงดันไฟฟ้า Volt 220/240 VAC 50/60 HZ

3.3 มีการรับประกันผลิตภัณฑ์ 2 ปี จากบริษัทสาขาของผู้ผลิตในประเทศไทยเท่านั้น พร้อมเอกสารตัวจริงมาแสดงในวันที่ยื่นเอกสาร

4 คุณสมบัติทางด้านเทคนิคถาดรองอุปกรณ์แบบFront Panel Fix Shelf

4.1 ผลิตจากเหล็ก Cold Rolled Steel, White Sheet โครงหนา 2 mm พื้นหนา 1.5mm พร้อมขายึดและ Cage Nut มีความแข็งแรง สีเดียวกับตัวตู้

4.2 รองรับน้ำหนักได้ 80 Kg./ชั้น

4.3 เป็นผลิตภัณฑ์ ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับตู้เก็บอุปกรณ์

4.4 มีการรับประกันผลิตภัณฑ์ 2 ปี จากบริษัทสาขาของผู้ผลิตในประเทศไทยเท่านั้น พร้อมเอกสารตัวจริงมาแสดงในวันที่ยื่นเอกสาร

ข้อกำหนดทางด้านเทคนิคของระบบสายสัญญาณ UTP CAT6 SOLUTION

ข้อกำหนดทั่วไป

1. ผู้รับจ้างติดตั้งต้อง ดำเนินการติดตั้งระบบสายสัญญาณจะต้องเสนออุปกรณ์ดังนี้ สายใยแก้วนำแสง, สาย UTP, แผงกระจายสาย, เต้ารับ, หัวต่อสาย, สาย Patch Cord และอื่นๆ ให้ครบถ้วน
2. ผู้รับจ้างติดตั้งต้องเสนอผลิตภัณฑ์ในระบบสายสัญญาณที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกัน
3. ผู้รับจ้างติดตั้งต้องผ่านการอบรมทางด้านการติดตั้ง, การออกแบบระบบสายสัญญาณตามมาตรฐาน TIA/EIA 568B จากเจ้าของผลิตภัณฑ์
4. ผู้รับจ้างติดตั้งต้องได้รับหนังสือแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่าย และต้องมีใบรับรอง (Certificate) ว่าเป็น ผู้เชี่ยวชาญจากเจ้าของผลิตภัณฑ์

คุณสมบัติทางด้านเทคนิคสายทองแดงแบบตีเกลียว UTP CAT 6

1 เป็นสายทองแดงแบบตีเกลียว UTP Category 6 (Unshielded Twisted Pair) ที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน TIA/EIA-568-B.2-1, ISO/IEC 11801เป็นอย่างน้อย

2 สามารถรองรับการใช้งาน Gigabit Ethernet, 100Base-Tx, Token Ring, 155Mbps ATM, TP-PMD, ISDN, Analog (Baseband, Broadband) และ Digital Video & Voice.

3 มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าดังนี้

Frequency (MHz)	Attenuation Max.(dB)	NEXT Min.(dB)	ELFEXT Min.(dB)	RL (dB)
250	32.8	41	20	17.3
500	49.2	37	14	15.2
600	54.8	36	12.0	14.7

4 มี Filler Slot ซึ่งทำจาก Polyethylene อยู่ตรงกลางโครงสร้างสาย

5 มี Ripcord เพื่อช่วยให้ง่ายในการปอกสาย

6 เป็นสาย UTP ชนิด 4 คู่สาย ขนาด 23 AWG CMR UL/NEC Rated ชนิดมีตัวนำเป็นทองแดง (Copper Conductor) มี Jacketเป็น FR PVC (Flame Retardant Polyvinyl Chloride)

7 ฉนวนหุ้มทองแดง ทำจาก Polyethylene

8 ได้มาตรฐาน UL Listed File No. E138034

9 ค่า CONDUCTOR RESISTANCE ไม่เกิน 6.658 Ohm /100m (Maximum)

10 ค่า Propagation delay เท่ากับ 536 ns/100 m. max. ที่ความถี่ 250 MHz

11 ค่า Delay Skew สูงสุดเท่ากับ 45 ns/100 m. max.

12 ค่า Mutual capacitance เท่ากับ 5.6 nF max./100 m.

13 รองรับ Voltage ได้เท่ากับ 300 volts AC หรือ DC

14 สามารถเก็บรักษาได้ที่อุณหภูมิระหว่าง -20 ถึง +80 องศาเซลเซียส และ สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิระหว่าง -20 ถึง +60 องศาเซลเซียส

15 เป็นผลิตภัณฑ์ ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับสายใยแก้วนำแสง

อุปกรณ์กระจายสายสัญญาณ (CAT 6 PATCH PANEL) มีคุณสมบัติดังนี้ แบบ 24 ports

1 เป็นอุปกรณ์กระจายสายสัญญาณ ENHANCED CAT 6 ชนิดเข้าสายด้านหลังแบบ 110 CONNECT BLOCK แผงด้านหน้าเป็นแบบ RJ 45 MODULAR JACK มี BEND LIMITED STRAIN RELIEF สำหรับ LOCK สายและช่วยป้องกันการโค้งงอของสายใกล้จุด TERMINATE, มี จำนวน PORT ใช้งาน 24 PORTS หรือ 48 PORT.

2 อุปกรณ์กระจายสายสัญญาณ ประกอบไปด้วยชุดของ MODULE จำนวน 4 MODULE, แต่ละ MODULE ประกอบด้วย MODULAR JACK SL SERIES CAT 6 จำนวน 6 ตัว โดยสามารถถอดประกอบเข้ากับชุดของ MODULE ได้ทีละ 1 ตัว และเป็น MODULAR JACK SL SERIES ที่สามารถใช้งานสำหรับ OUTLET ได้ มี COLOR CODE เพื่อบอกสัญลักษณ์การเข้าสายสัญญาณทั้งแบบ T568A และ T568B

3 110 CONNECT BLOCK ด้านหลังสามารถรองรับการใช้งานสายได้ทั้งแบบ SOLIDE และ STANDED CABLE โดยมีระยะห่างระหว่างคู่สายบริเวณจุด TERMINATE เพื่อลดสัญญาณรบกวนระหว่างคู่สาย (CROSS TALK)

4 MODULAR JACK CAT 6 ที่ติดตั้งใช้งานกับ PATCH PANEL ต้องผ่านเงื่อนไขข้อกำหนดตามมาตรฐาน TIA/EIA 568B.2-1, ISO/IEC 11801. EIA-364: (ELECTRICAL CONNECTOR/SOCKET TEST PROCEDURES),IEC60068:(BASIC ENVIRONMENTAL TESTIONG PROCEDURES), IEC 60512: (ELECTROMECHANICAL COMPONENTS

FOR ELECTRONICS EQUIPMENT),ASTM D4566-98: (STANDARD TEST METHOD) และ RoHS Compliant.

5 วัสดุที่ใช้ผลิต PATCH PANEL FRAME ผลิตจากโลหะสีดำ POWDER-COATED

6 สามารถรองรับแรงดึงได้ไม่น้อยกว่า 89N มีหน้าสัมผัส PIN CONTACT มีความต้านทานไม่เกิน 20m^2. ได้รับการทดสอบการรับแรงสั่นสะเทือนตามมาตรฐาน IEC 60512-6-4.

7 PATCH PANEL มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าดังต่อไปนี้

- มีค่า INSERTION LOSS ไม่เกิน 0.06 dB ที่ความถี่ 100 MHz, และ 0.1 dB ที่ความถี่ 250 MHz.
- มีค่า RETURN LOSS ไม่น้อยกว่า 33.2 dB ที่ความถี่ 100 MHz และ 17.4 dB ที่ความถี่ 250 MHz.
- มีค่า NEXT ไม่น้อยกว่า 57.7 dB ที่ความถี่ 100 MHz และ 47.9 dB ที่ความถี่ 250 MHz.
- มีค่า FEXT ไม่น้อยกว่า 48.7 dB ที่ความถี่ 100 MHz และ 40.1 dB ที่ความถี่ 250 MHz.

8 อุปกรณ์ที่เสนอต้องได้รับการรับประกันการใช้งาน SYSTEM WARRANTY เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 25 ปี จากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์ หรือบริษัทสาขาในประเทศไทย

คุณสมบัติทางด้านเทคนิค เต้ารับสายสัญญาณตัวเมีย (RJ 45 modular Jack) CAT 6

1 เป็นชนิดเข้าสายด้านหลังแบบ 110 Block

2 แผงด้านหน้าเป็นแบบ RJ 45 Modular Jack CAT 6

3 รองรับมาตรฐานการเข้าสาย ได้ทั้ง T568A และ T568B โดยมี Color Code กำกับบนผลิตภัณฑ์

4 รองรับมาตรฐาน TIA/EIA-568-B.2-1 และ ISO/IEC 11801

5 ผ่านข้อกำหนดตามมาตรฐาน UL File Number E81956

6 ความคงทน (durability)

- Modular Jack เท่ากับ 750 Mating Cycles
- 110 Block เท่ากับ 200 termination Cycles

7 วัสดุที่ใช้

- Housing ได้ตามมาตรฐานUL 94V-0 Rated

8 รองรับการ Terminate สายตั้งแต่ขนาด 22-24 AWG สำหรับสายสัญญาณชนิด Solid Cable

9 มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าดังต่อไปนี้

Frequency (MHz)	Attenuation (dB)	NEXT (dB)	FEXT (dB)	RL (dB)
100	0.06	57.7	48.7	33.2
200	0.06	52.5	42.2	21.2
250	0.10	47.9	40.1	17.4

10 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับสาย UTP CAT 6

คุณสมบัติทางด้านเทคนิคสายต่อ UTP (UTP Patch Cord) CAT 6 ความยาว3 meter ความยาว 6 meter จำนวนไม่น้อยกว่าการใช้งาน

1 มีคุณสมบัติเป็น UTP Patch Cord Category 6 ตามมาตรฐาน TIA/EIA-568-B.2-1 และ ISO/IEC 11801, EN 50288-6-2, IEC 61156-6, FCC PART 68 SUBPART F และ RoHS Compliant

2 ปั๊นสาย UTP แบบ Stranded Wire ขนาด 24 AWG รองรับแรงดึงได้ไม่น้อยกว่า 50N และทำงานได้ที่อุณหภูมิ – 20 °C ถึง 60°Cปลายสายทั้งสองข้างเป็นหัวต่อแบบ RJ 45 Modular Plug ที่ มี LOAD BAR ผลิตจาก POLYCARBONATE เพื่อช่วยจัดตำแหน่งของสาย ให้เกิดการรบกวนกันน้อยที่สุด และมี BOOT แบบ SLIM LINE , TRANSPARENT SL BOOT โปร่งใส

3 เป็นสายสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต

4 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับสาย UTP CAT 6

คุณสมบัติทางด้านเทคนิคหน้ากากสำหรับเต้ารับสาย (Face Plate) จำนวนไม่น้อยกว่าการใช้งาน

1 สามารถรองรับการใช้งานกับ RJ45 Jack ได้

2 สัญลักษณ์ (Icon) คอมพิวเตอร์, โทรศัพท์, ช่องว่าง เห็นชัดเจน

3 มีกระดาษขาวทำป้ายชื่อปิดทับรูสกรูและพลาสติกใสปิดทับอีกครั้ง

4 ป้องกันไม่ให้หลุด

5 มีจำนวนช่องสำหรับใช้งานจำนวน 1,2

6 ผลิตจากวัสดุชนิดพลาสติก UL 94V-0 ABS

7 มีฝาปิดป้องกันฝุ่นเลื่อนปิด-เปิดได้

8 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับสาย UTP CAT 6

ข้อกำหนดทางด้านเทคนิคของระบบสายสัญญาณ FIBER OPTIC SOLUTION

ข้อกำหนดทั่วไป

1. ผู้รับจ้างต้องเสนออุปกรณ์ดังนี้ สายใยแก้วนำแสง สาย UTP, แผงกระจายสาย, เต้ารับ, หัวต่อสาย, สาย Patch Cord และอื่นๆ ให้ครบถ้วน
2. ผู้รับจ้างต้องผ่านการอบรมทางด้านการติดตั้ง, การออกแบบระบบสายสัญญาณตามมาตรฐาน TIA/EIA 568B จากเจ้าของผลิตภัณฑ์
3. ผู้รับจ้างต้องดำเนินการติดตั้งจะต้องได้รับหนังสือแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่าย และต้องมีใบรับรอง (Certificate) ว่าเป็นผู้เชี่ยวชาญจากเจ้าของผลิตภัณฑ์
4. ระบบสายนำสัญญาณต้องได้รับการรับประกันประสิทธิภาพการใช้งาน System Warranty ไม่น้อยกว่า 25 ปี จากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์

คุณสมบัติทางด้านเทคนิคสายใยแก้วนำแสงชนิดติดตั้งภายนอกอาคาร (Outdoor) แบบ Armored

1 เป็นสาย Fiber Optic Singlemodeชนิดติดตั้งภายนอกอาคาร โดยโครงสร้างของสาย FIBER OPTIC ประกอบด้วย PBT LOOSE TUBE ด้านในมี Thixotropic Gel เพื่อป้องกันน้ำ (WATER BLOCKING GEL) และมี Glass Yarns อยู่รอบ Loose Tube เพื่อป้องกันความชื้นและช่วยรับแรงดึงในขณะติดตั้ง

2 มีจำนวนแกน FIBER ไม่น้อยกว่า 12 แกนต่อหนึ่งเส้น ติดตั้งจากจุดกระจายสายไปยังปลายทางโดยไม่มีจุดเชื่อมต่อระหว่างทาง และมีการเรียงสีของสายตามมาตรฐาน TIA/EIA 598 เพื่อ ความสะดวกในการใช้งาน

3 มีโครงสร้างของสายแบบ Corrugated Steel Tape Armored ที่มีชั้นของ Copolymer เคลือบไว้ทั้งสองด้านเพื่อช่วยป้องกันสนิม สามารถติดตั้งแบบร้อยท่อ หรือฝังดินได้ (Ducted , Directed burial underground) เพื่อความแข็งแรงปลอดภัยต่อสายสัญญาณในการใช้งานนอกอาคาร

4 มี JACKET เป็น POLYETHYLENE มีความแข็งแรงทนทานเพื่อความสะดวกในการติดตั้งใช้งาน และมีสีดำเพื่อทนทานต่อแสงแดดและรังสี UV

5 สามารถเก็บรักษาและทำงานได้ที่อุณหภูมิระหว่าง -40 ถึง +70 องศาเซลเซียส และติดตั้งได้ที่อุณหภูมิระหว่าง -20 ถึง +60 องศาเซลเซียส

6 มีค่า TENSILE LOAD ขนะติดตั้งไม่น้อยกว่า 2700N และมีรัศมีโค้งงอของสาย (BEND RADIUS) ของสายเท่ากับ 20 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก (OUTSIDE DIAMETER) ในขณะติดตั้ง

7 มีค่า Crush Resistance ไม่น้อยกว่า 1500N/10cm

8 มีการออกแบบและทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐาน TELCORDIA (BELLCORE) GR-20-CORE, ITU G.652D, ISO/IEC 11801, IEEE 802.3 และ TIA/EIA 568B, ICEA 596, ICEA 696, IEC 60793, IEC 60794

9 มีคุณสมบัติการลดทอนสัญญาณ (Typical ATTENUATION) ที่ความยาวคลื่น 1310 และ1383 nm ไม่เกิน 0.36 dB/ km ,และที่ความยาวคลื่น1550nm ไม่เกิน 0.23 db/ km

10 สาย Fiber Optic ที่นำเสนอต้องผ่านมาตรฐานด้านความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม RoHS Compliant

คุณสมบัติทางด้านเทคนิคสายใยแก้วนำแสง 12 Core หรือตามขนาดระบุในแบบ ชนิดติดตั้งภายในอาคาร (Indoor) แบบ Trunk Cable

1 เป็นสายใยแก้วนำแสง MPO Trunk Cable ที่ปลายทั้งสองด้านประกอบด้วยหัวConnector ชนิด MPO ซึ่งประกอบจากโรงงานผลิต เชื่อมต่อกับสายใยแก้วนำแสงชนิด OM3/OM4 สามารถรองรับการใช้งาน 10 Gigabit Ethernet และรองรับการ Upgrade Migration 40/100 Gbps ได้ในอนาคต โดยไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนสาย Trunk Cable

2 สาย MPO Trunk Cable สามารถรองรับการใช้งาน 10Gpbs ได้ที่ระยะไม่น้อยกว่า 300M สำหรับรุ่น OM3 และ 550M สำหรับ OM4, รองรับการใช้งาน 40/100Gbps ได้ ไม่น้อยกว่า 100M สำหรับ OM3 และ 150M สำหรับ OM4

3 เป็นสาย MPO Trunk Cable ชนิด Loose Tube ประกอบด้วยแกนใยแก้วนำแสง 12 แกน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 3.2 mm เพื่อลดขนาดและความหนาแน่นของสายสัญญาณเมื่อติดตั้งในตู้แร็ค และ Wire way และสามารถจัดเก็บม้วนสายได้เล็กลงโดยไม่ลดทอนประสิทธิภาพของการรับส่งข้อมูล

4 เป็นสาย MPO Trunk Cable ชนิด MPOptimateซึ่งเมื่อเชื่อมต่อกับแผงกระจายสาย หรือ Cassette จะมีค่าลดทอนสัญญาณรวมทั้ง Cassette ไม่เกิน 0.35db ต่อ Cassette และมีค่า Return Loss ของสายไม่น้อยกว่า 28dB

5 MPO Trunk Cable มีเปลือกนอกชนิด LSZH มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 1034, IEC 60754-1 , 60754-2 และ IEC 61034 เป็นอย่างน้อย

คุณสมบัติทางด้านเทคนิคกล่องเก็บสายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Distribution Unit)

1 สามารถติดตั้งภายในตู้ Rack ขนาด 19 นิ้ว 1 U ได้ มีลักษณะ Drawer Style สามารถ ลื่อนเข้าออกเพื่อความสะดวกในการติดตั้งสาย Fiber Optic สามารถรองรับแผงหัวต่อ Fiber (Adapter Plate) ชนิดถอดเปลี่ยนได้ (Snap-in) LC Snap-In Adapter Plate หรือ MPOจำนวน 3 ชุด

2 สามารถรองรับหัวต่อ Fibre (Connecter) ชนิด LCได้ไม่น้อยกว่า 72 หัวต่อ

3 Enclosure ผลิตจากโลหะ มีความหนา 18 gauge (1 mm), Mounting Bracket ผลิตจากโลหะ มีความหนา 14 gauge (1.6 mm) มี Cable Clamp Bracket Kit และ Cable Management Spider สำหรับช่วยจัดเก็บสาย Fiber

คุณสมบัติทางด้านเทคนิคหัวต่อสายใยแก้วนำแสง พร้อมสาย (Fiber Optic pigtail)

1 หัวต่อสายใยแก้วนำแสงเป็นชนิด LC ชนิด Single Mode
2 เป็นหัวต่อชนิดที่ใช้กับ Epoxy
3 มีค่า Attenuation [0.3dB สำหรับ 0.2dBและ มีค่า Return Loss, 55dB
4 Ferrule ทำด้วยเซรามิค สามารถใช้งานได้ที่อุณหภูมิ -40°C ถึง 75°C
5 มีค่า Durability ที่500 cycles
6 Connector สามารถรองรับแรงดึงของ Cable ได้ไม่น้อยกว่า 50N
7 เป็นผลิตภัณฑ์ ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับสายใยแก้วนำแสง

คุณสมบัติทางด้านเทคนิค ชุดเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Adapter)

1 เป็นชนิด LC 12 ports
2 ลักษณะเป็นตัวเมีย 2 ด้าน ชนิด Single Modeหรือ Multimode ตามการใช้งาน
3 สามารถติดตั้งเข้ากับ FDU ได้ มี Snap 2 ด้านเป็นลักษณะกดเข้าและดึงออกเพื่อง่ายต่อการติดตั้ง
4 วัสดุที่ใช้ผลิต Alignment Sleeve เป็นชนิด Ceramics และวัสดุที่ใช้ผลิต Coupler Plate ทำจาก Aluminum, Black Anodized
5 เป็นผลิตภัณฑ์ ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับสายใยแก้วนำแสง

คุณสมบัติทางด้านเทคนิค สายเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Patch Cord)

1 เป็นสายเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงที่มีหัวต่อเป็นแบบ LC/LC หรืออื่น ๆตามการใช้งาน
2 วัสดุที่ใช้ผลิต Ferrules เป็นชนิด Ceramic สายรองรับแรงดึง (Tensile Load) ได้ไม่น้อยกว่า 200 N มีรัศมีความโค้ง (Bending Radius) ไม่เกิน 36 mm.
3 มีความยาวของสายอย่างน้อย 3 เมตร
4 เป็นสายประกอบสำเร็จรูปจากโรงงาน มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน TIA/IEA 568B, ISO/IEC 11801:2002,IEEE 802.3, IEC 60793, IEC 60794, IEC 62321, IEC 61300-2,-3, UL 1666 และ RoHS เป็นอย่างน้อย
5 มีค่า Return Loss ไม่น้อยกว่า 50 dB สำหรับ Singlemodeและ ไม่น้อยกว่า 20 dB สำหรับ Multimode
6 เป็นผลิตภัณฑ์ ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับสายใยแก้วนำแสง

คุณสมบัติทางด้านเทคนิคชุดเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงแบบTrunk (Fiber Optic Adapter MPO)

1 เป็นชนิด LC 12 ports

2 ลักษณะเป็นตัวเมีย 2 ด้าน ชนิด Multimodeตามการใช้งาน

3 สามารถติดตั้งเข้ากับ FDU ได้ มี Snap 2 ด้านเป็นลักษณะกดเข้าและดึงออกเพื่อง่ายต่อ การติดตั้ง

4 เป็นผลิตภัณฑ์ ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับสายใยแก้วนำแสง

ระบบโทรศัพท์

(TELEPHONE SYSTEM)

1 แผงกระจายสายหลัก (MAIN DISTRIBUTION FRAME: MDF)

(1) แผงกระจายสายหลัก เป็นแผงสำหรับการเดินสายเข้าและออกจาก PABX ลักษณะการจัดวาง TERMINAL เป็นแบบ CROSS CONNECTION (ประกอบ CONNECTION MODULE และ DISCONNECTION MODULE) และ TERMINAL จะต้องเหมาะสมกับสายโทรศัพท์ขนาด 0.65 มม.

(2) แผงกระจายสายรวมสามารถแยกออกได้ 2 ตอนดังนี้

ก) แผงกระจายสายตอนที่หนึ่ง (DISCONNECTION) สำหรับพักสายสัญญาณทั้งหมดที่เชื่อมต่อกับตู้สาขาโทรศัพท์ และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ โดยเป็นชนิดที่สามารถเสียบปลั๊กเพื่อแยกสายออกได้ทุกคู่สาย

ข) แผงกระจายสายตอนที่สอง (CONNECTION) สำหรับพักสายสัญญาณสายภายนอกที่มาจากองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย และสายของเครื่องภายใน เป็นชนิดที่สามารถติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่าเมื่อใดก็ได้ที่ต้องการ โดยไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนตำแหน่งคู่สาย และมีจำนวนเพียงพอต่อการใช้งาน

(3) TERMINAL STRIP เป็นชนิดแผงไม่ต่ำกว่า 10 TERMINAL และเข้าสายได้เร็ว TERMINAL ต้องไม่ใช่ชนิดสกรู การเชื่อม หรือพันสาย

(4) TERMINAL MODULE ด้านสายนอก(EXTENSION LINE) ให้ใช้ชนิด DISCONNECTION MODULE

(5) TERMINAL ทุกตัวจะต้องมีอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกิน (SURGE ARRESTER) ชนิด GAS-TUBE DISCHARGE และเมื่อมีการขยาย TERMINAL เพิ่มหรือบำรุงรักษาจะต้องไม่มีการ แ ก้ WIRING ของตัวที่ไม่ได้เกี่ยวข้อง

(6) อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินจะทำงานเมื่อแรงดันเกิน 220-230 VAC โดยในภาวะปกติสามารถรับกระแสได้ 20 A และในภาวะผิดปกติ (FAULT) สามารถรับกระแสได้ 20 KA

2 แผงกระจายสายย่อย

(1) ข้อกำหนดนี้ใช้ครอบคลุมแผงกระจายสายย่อย SUB DISTRIBUTION FRAME (SDF) และ TERMINAL CABINET (TC)

(2) ตัวตู้ทำมาจาเหล็กหนาไม่ต่ำกว่า 1.6 มม. และป้องกันสนิมโดยการชุบ ZINC PHOSPHAT และพ่นทับด้วยสีฝุ่น EPOXY หรือเป็นตู้ชนิด MODULAR PVC

(3) TERMINAL STRIP มีคุณสมบัติเช่นเดียวกันหัวข้อ 2.10.9 (3)

(4) อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินเป็นชนิด GAS-TUBE, DISCHARE และเมื่อมีการขยายหรือบำรุงรักษา TERMINAL ใด จะไม่ไปรบกวนการทำงานของ TERMINAL อื่น

3 เต้ารับโทรศัพท์

(1) เป็นชนิด 4 POLE MODULAR JACK ติดตั้งเรียบกับผนัง

(2) หน้าสัมผัสเป็นชนิด GOLD PLATE

(3) เป็นยี่ห้อเดียวกับเต้ารับไฟฟ้า

4 รายละเอียดตู้สาขาโทรศัพท์อัตโนมัติ (IP PABX)

1) ติดตั้งระบบโทรศัพท์ IP PABX ขนาด 32/120 คู่สาย ขยายได้ไม่น้อยกว่า 1500 คู่สายแบบไอพี มีรายละเอียดดังนี้

- จำนวนสายนอกแบบอนาล็อก 16 คู่สาย
- จำนวนสายในแบบอนาล็อก 120 คู่สาย
- สายในแบบไอพี IP PHONE 8 คู่สาย
- เครื่องโทรศัพท์สำหรับพนักงานรับสาย 1 ชุด

2) คุณสมบัติของระบบโทรศัพท์ IP PABX มีรายละเอียดดังนี้

- ระบบโทรศัพท์ที่เสนอมีระบบประมวลผลกลางของระบบเป็น CPU ขนาด 32 bit มีหน่วยความจำหลัก (Main Memory) และหน่วยความจำสำรอง (Back Up memory) เป็นชนิด Flash ROM และสามารถติดตั้งบนมาตรฐาน Rack 19" ได้
- ตู้สาขาโทรศัพท์สามารถต่อกับเครื่องโทรศัพท์ได้ทั้งแบบระบบ Decades Pulse และ DTMF ระบบที่เสนอจะต้องเป็นระบบดิจิตอล แบบ TDM / IP Time Division Switch (Non-Blocking) สามารถสนทนาได้พร้อมกันไม่จำกัดจำนวนคู่สาย พร้อมทั้งเป็นระบบ Internet Protocol
- ระบบโทรศัพท์ที่เสนอ System Data and Customer Data ถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำแบบ SD Card และสามารถเก็บสำรองข้อมูลโดยไม่สูญหายแม้ในกรณีไฟฟ้าขัดข้อง โดยไม่ต้อง มีแบตเตอรี่สำรอง และระบบจะทำการจัดเก็บบันทึกข้อมูลทุกๆ 24 ชั่วโมงโดยอัตโนมัติและระบบต้องสามารถถอดหน่วยความจำ SD Card ได้โดยไม่กระทบการทำงานและระบบ ยังคงทำงานได้ตามปกติ
- ตู้สาขาโทรศัพท์สามารถเชื่อมโยงเข้าด้วยกันผ่านโครงข่ายข้อมูลคอมพิวเตอร์ (VoIP) โดย ที่สามารถบีบอัดสัญญาณเสียงได้ตามมาตรฐาน G.711 และ G.729 , G.722, G726 เป็น อย่างน้อย

- ระบบต้องมี Modem แบบ Built-in ภายในตู้สาขาโทรศัพท์เพื่อทำการตรวจเช็คระบบหรือแก้ไขโปรแกรมบางอย่างจากทางไกลได้ (Remote Maintenance) โดยผ่านคู่สายของบริษัท ทศท จำกัด (มหาชน)
- ตู้สาขาโทรศัพท์ที่เสนอต้องสามารถรองรับ IP Telephone โดยทำงานแบบ Peer To Peer ได้
- ระบบโทรศัพท์ที่เสนอจะต้องสามารถรองรับการเพิ่มขยาย Video Conference และ Web Conference ได้ และจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับระบบโทรศัพท์ที่เสนอ
- ระบบสามารถทำงานได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 0-40 องศาเซลเซียส ที่ความชื้นสัมพันธ์ไม่เกิน 90%
- บริหารจัดการด้วยโปรโตคอลมาตรฐาน Web-Base Administration Tool ได้เป็นอย่างน้อย
- สนับสนุนการใช้งาน FAX ตามมาตรฐาน T.30 หรือ T.38 ได้เป็นอย่างน้อย

3) คุณสมบัติเครื่องโทรศัพท์แบบไอพี สำหรับพนักงานรับสาย (IP – Attendant Console)
   - เป็นเครื่องโทรศัพท์ที่ต่อเข้ากับ LAN (Ethernet Connectivity) แบบ 10/100Mbps โดยมีช่องต่อ RJ45อย่างน้อย 2 ช่องใช้มาตรฐาน G.711 , G.723.1,G.729a ในการบีบอัดสัญญาณเสียง (Voice)
   - มีหน้าจอและ Dial Pad เป็นแบบ Backlit ซึ่งเป็นไฟเรืองแสงทำให้สามารถมองเห็นชัดเจน
   - สนทนาได้โดยไม่ต้องยกหู (Hands free Operation)
   - เป็นเครื่องโทรศัพท์ที่มีหน้าจอแสดงชื่อแ ละหมายเลขภายในของเครื่องที่กำลั งสนทนาอยู่ได้ (Name Display Extension Number) พร้อม Message Waiting Lamp
   - มีปุ่ม Memory Key หรือ Function Key อย่างน้อย 24 ปุ่ม
   - มีปุ่ม Soft Key เพื่อใช้เลือกฟังก์ชั่นการทำงานแบบต่าง ๆ ได้
   - เครื่องโทรศัพท์ IP Phone สามารถใช้ความสามารถต่าง ๆ ของระบบได้เป็นอย่างดี เช่น สามารถทำการประชุม (Conference Call) ร่วมกับ เครื่องโทรศัพท์ IP Phone หรือเครื่องโทรศัพท์ธรรมดาได้
   - สามารถใช้เครื่องโทรศัพท์ธรรมดาทั้งโทรศัพท์อนาล็อคและโทรศัพท์ดิจิตอลเรียกมายังเครื่องโทรศัพท์ IP Phone ได้ โดยการเรียกหมายเลขโทรศัพท์ (Extension Number) ของ IP Phone ในขณะเดียวกัน สามารถใช้ Soft Phone เรียกมายังเครื่องโทรศัพท์ IP Phone ได้ เช่นเดียวกัน
   - มีช่องสำหรับต่อ Headset ได้ โดยตรง ซึ่งจะต้องมีปุ่มสำหรับสลับการใช้ระหว่าง Handset และ Headset บนตัวเครื่องด้วย

ระบบห้องเรียนอัจฉริยะ

1. วัตถุประสงค์

เพื่อออกแบบและก่อสร้างระบบ Smart Classroom หรือห้องเรียนอัจฉริยะ ซึ่งเป็นห้องเรียนที่สามารถสนองตอบต่อการเรียน - การสอน ตามคุณลักษณะต่างๆทางเทคโนโลยี ในยุคทศวรรษที่ 21 ได้อย่างครบถ้วน เช่น การเข้าถึงการเรียน-การสอนแบบทางไกลได้จากทุกที่ทุกเวลา ผู้เรียนและผู้สอนสามารถปฏิสัมพันธ์ในการทางการเรียน-การสอนได้ผ่านทางอุปกรณ์สมัยใหม่ เช่น Notebook, iPad, Smart Phone, Android ทั้งในรูปแบบใช้สายและไร้สาย เพื่อรองรับสื่อการสอนในรูปแบบต่างๆในปัจจุบันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ขอบเขตของงานทั่วไป

2.1 ขอบเขตของอาคารที่ดำเนินงาน

2.1.1 อาคารปฏิบัติการรวมพื้นฐาน (อาคาร B)

2.1.1.1 ห้องเรียน 1 = 500 ที่นั่ง จำนวน 1 ห้อง

2.1.1.2 ห้องเรียน 5 = 200 ที่นั่ง จำนวน 1 ห้อง

2.1.1.3 ห้องเรียน 6 = 200 ที่นั่ง จำนวน 1 ห้อง

2.1.1.4 ห้องเรียน 7 = 200 ที่นั่ง จำนวน 1 ห้อง

2.2 ขอบเขตประเภทของงานที่ดำเนินงาน

2.2.1 งานระบบเสียง (Audio)

2.2.2 งานระบบภาพ (Visual)

2.2.3 งานระบบกล้อง (Camera)

2.2.4 งานระบบ Video Conference

2.2.5 งานระบบควบคุมรวม (Integrated Control)

3. ความต้องการทั่วไปของระบบห้องเรียนอัจฉริยะ

3.1 ระบบเสียง (Audio System)

เนื่องจากเป็นห้องเรียนขนาดใหญ่การออกแบบระบบเสียงจึงถูกออกแบบด้วยชุดลำโพงแบบ Column Line Array ที่สามารถให้พลังเสียงที่ครอบคลุมทั่วทั้งห้องเรียนและเน้นการรองรับที่เป็นเสียงบรรยายโดยเฉพาะ ระบบเสียงทั้งหมดยังควบคุมการใช้งานด้วยเทคโนโลยี Digital Signal Processor เพื่อให้การปรับแต่งเสียงออกมามีความคมชัด ชัดเจนในเสียงเพื่อให้เกิดเสียงที่สมบูรณ์ที่สุดในการใช้งานการบรรยายหรือการสอนมีชุดไมค์โครโฟนไร้สายแบบมือถือและหนีบปกคุณภาพสูง รองรับเพื่อขยายเสียงบรรยายของคณาจารย์

3.2 ระบบภาพ (Visual System)

ประกอบไปด้วยจอ interactive board ขนาดใหญ่ติดตั้งที่หน้าห้องเพื่อให้อาจารย์ผู้สอนสามารถเขียนหรือเน้นข้อความได้ทันทีในระหว่างการสอน พร้อมฉายภาพขึ้นจอโปรเจคเตอร์แบบมอเตอร์ขนาดใหญ่และใช้เทคโนโลยีของตัวโปรเจคเตอร์และเลนส์ที่มีคุณภาพระดับ Full HD สามารถให้ความคมชัดและความละเอียดสูงเพื่อให้ได้ภาพออกมาที่มีคุณภาพและมีความคมชัดของตัวอักษรเพื่อให้นักศึกษาสามารถมองเห็นข้อมูลนำเสนอได้จากทั่วทุกจุดภายในห้อง การควบคุมและจัดการระบบภาพด้วยเมตทริกซ์สวิตเชอร์แบบ HDMI โดยติดตั้งจุดเชื่อมต่อให้แก่อาจารย์ที่หน้าห้องและรองรับพอร์ตการเชื่อมต่อแบบ HDMI ทั้งระบบ และระบบต้องมี output เพื่อรองรับการส่งสัญญาณภาพและเสียงไปยังห้องอื่นได้ ในกรณีจำเป็นต้องทำการถ่ายทอดการเรียนการสอน

3.3 ระบบกล้อง (Camera System)

สภาวะแวดล้อมโดยรวมภายในห้องบันทึก และจัดเก็บด้วยระบบกล้อง autodome ความละเอียดสูงที่ เชื่อมต่อกับระบบจัดเก็บบน IP network และยังสามารถฉายภาพบรรยากาศภายในห้องขึ้นจอโปรเจคเตอร์ได้ ในกรณีที่มีการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนและผู้สอน เพื่อให้การเรียนการสอนเกิดประสิทธิภาพและประโยชน์สูงสุดในขณะที่มีการเรียนการสอนอยู่ ระบบควบคุมกล้องสามารถทำได้จาก joystick หรือจาก touch panel ของระบบควบคุมรวม

3.4 ระบบ Video Conference

ระบบการเรียนการสอนสามารถรองรับการทำ video conference กับอาจารย์หรือผู้สอนที่ไม่ได้อยู่ใน พื้นที่ของมหาวิทยาลัยได้ โดยระบบ video conference ต้องสามารถรองรับการโทรเข้าออกเพื่อทำการประชุมหรือการสอนได้จากระยะทางไกลได้อย่างมีคุณภาพทั้งภาพและเสียง โดยอุปกรณ์ที่สามารถเชื่อมต่อมาเข้าระบบ video conference ได้จะต้องเป็นอุปกรณ์เช่นสมาร์ทโฟน, iPhone, Android, tablet, คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะหรือแล็บท็อปเป็นอย่างน้อย ระบบ video conference ต้องรองรับการสอนแบบทางไกลโดยที่นักศึกษาสามารถเข้ารับการสอนได้ผ่านระบบ video conference จากที่ที่มีสัญญาณอินเตอร์เน็ต

3.5 ระบบควบคุมรวม (Integrated Control System)

เป็นระบบที่รวบรวมการควบคุมการทำงานของระบบต่างๆได้โดยสามารถควบคุมแบบไร้สายได้จากภายในห้อง ควบคุมได้ทั้งระบบเสียง ภาพ กล้อง และ video conference ไว้ที่จอTouch Panel เพียงเครื่องเดียว จะต้องสามารถควบคุมการเลือกสัญญาณภาพและเสียงของ Switcher, การขึ้น-ลงของ Motorized Screen, การเปิด-ปิดของโปรเจคเตอร์/เครื่องเล่น Blu-Ray หรือควบคุม preset ของเครื่องประมวลสัญญาณเสียง (DSP) ได้เป็นอย่างน้อย

3.6 มาตรฐานอ้างอิงของระบบ

3.6.1 งานระบบโสตทัศนูปกรณ์ ระบบแสง เสียง ภาพ และโปรแกรมประกอบ

3.6.2 AES (Audio Engineering Society)

3.6.3 ANSI (American National Standards Institute)

3.6.4 ITU-T (The Telecommunication Standardization of The International Telecommunication Union)

3.6.5 USITT (United State Institute of Theater Technology)

3.6.6 ISO (International Standardization Organization)

3.6.7 IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineering)

3.6.8 IEC (International Electrochemical Commission)

3.6.8 CMMI(Capability Maturity Model Integration)

4. คุณสมบัติทางเทคนิค งานระบบ Smart Classroom 500 ที่นั่ง (จำนวน 1 ห้อง)

4.1 Audio System

4.1.1 ไมโครโฟนตั้งโต๊ะ (Desktop Microphone)

- เป็นไมโครโฟนพร้อมฐานสำหรับตั้งโต๊ะแบบคอห่าน ที่มีขนาดความยาวไม่น้อยกว่า 12 นิ้ว
- มีสวิทช์ที่ฐานไมโครโฟน
- ตอบสนองความถี่ช่วง 60Hz - 17kHz หรือกว้างกว่า
- Dynamic Range ไม่ต่ำกว่า 90 dB
- ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของ Shure, EV, AKG หรือเทียบเท่า

4.1.2 ไมโครโฟนมือถือแบบใช้สาย (Handheld Vocal Microphone)

- เป็นไมโครโฟนเหมาะสำหรับการพูด-บรรยาย-เสียงร้อง
- เป็นไมโครโฟน ชนิด Dynamic
- มี Switch ปิด/เปิดที่ตัวไมโครโฟน
- ตอบสนองความถี่ช่วง 60Hz - 15kHz หรือกว้างกว่า
- Polar Pattern แบบ Cardioid, Supercardioid, Hypercardioid หรือดีกว่า
- ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของ Shure, EV, AKG หรือเทียบเท่า

4.1.3 ไมโครโฟนมือถือแบบไร้สาย (Handheld Wireless Vocal Microphone)

- ไมโครโฟนเป็นชนิด Dynamic
- มีความถี่ในการตอบสนอง 50-15,000 Hz หรือกว้างกว่า
- Polar Pattern แบบ Cardioid, Supercardioid, Hypercardioid หรือดีกว่า
- มีระยะทางการใช้งานไม่น้อยกว่า 80 เมตร
- เครื่องรับมีเสารับแบบ ½ คลื่น สามารถถอดเก็บได้

- เครื่องรับมีหน้าจอแบบ LCD แสดงผลข้อมูลได้ชัดเจนครบถ้วน
- ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของ Shure, EV, AKG หรือเทียบเท่า

4.1.4 ไมโครโฟนหนีบปกแบบไร้สาย (Lavalier Wireless Vocal Microphone)

- ไมโครโฟนเป็นชนิดหนีบปก condenser
- มีความถี่ในการตอบสนอง 50-15,000 Hz หรือกว้างกว่า
- Polar Pattern แบบ Cardioid, Supercardioid, Hypercardioid หรือดีกว่า
- ในชุดมี bodypack transmitter
- มีระยะทางการใช้งานไม่น้อยกว่า 80 เมตร
- เครื่องรับมีเสารับแบบ 1/4 คลื่น สามารถถอดเก็บได้
- เครื่องรับมีหน้าจอแบบ LCD แสดงผลข้อมูลได้ชัดเจนครบถ้วน
- ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของ Shure, EV, AKG หรือเทียบเท่า

4.1.5 เครื่องรวม/ส่งสัญญาณเสาอากาศไมโครโฟนแบบไร้สาย (Antenna Distribution/Combiner System)

- เป็นชุดระบบขยายหรือรวมสัญญาณไมค์ไร้สายเพื่อประสิทธิภาพในการใช้งานไมค์ไร้สายจำนวนมากกว่า 4 ขึ้นไป
- ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของ Shure, EV, AKG หรือเทียบเท่า

4.1.6 เสาอากาศแอคทีฟสำหรับเครื่องรวมเสาอากาศ (Active Antenna)

- เป็นชุด active directional antenna ที่สามารถส่งสัญญาณได้ครอบคลุมทั่วห้องเรียน
- สามารถใช้กับเครื่องรวม/ส่งสัญญาณเสาอากาศไมโครโฟนแบบไร้สาย ได้เป็นอย่างดี
- ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของ Shure, EV, AKG หรือเทียบเท่า

4.1.7 เครื่องผสมสัญญาณเสียง (Audio Mixer)

- มีช่องรับอินพุตไมค์ไม่น้อยกว่า 12 ช่อง
- มีช่องเอาท์พุตแบบ Stereo Out (L/R), Aux Send 1-2, Group Out 1-2 เป็นอย่างน้อย
- ตอบสนองความถี่ที่ 20 – 20kHz หรือกว้างกว่า
- มี Phantom Power +48Vที่ช่องสัญญาณอินพุตไมค์
- มี Parametric EQ สำหรับช่องสัญญาณอินพุต
- ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของ Yamaha, Soundcraft, Midas หรือเทียบเท่า

4.1.8 เครื่องประมวลสัญญาณเสียง (Audio Processor)

- มีช่องสัญญาณไม่น้อยกว่า 8 in 8 out
- มี Sample Rate ที่ 48 kHz หรือดีกว่า
- ตอบสนองความถี่ที่ 20 Hz – 20 kHz หรือกว้างกว่า
- มี Latency ในตัวน้อยกว่า 1.6 ms.
- มีฟังค์ชั่น Signal Routing, Delay, Parametric/Graphic EQ, Limiter เป็นอย่างน้อย
- ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของ Symetrix, BSS, dbx หรือเทียบเท่า

4.1.9 ลำโพงแบบคอลัมน์อาเรย์ (Column Array Speaker)

- มีดอกลำโพงขนาด 2" แบบ Full-Range จำนวนไม่น้อยกว่า 16 ตัว
- ตอบสนองความถี่ที่ 80 Hz – 19 kHz หรือกว้างกว่า
- องศาครอบคลุมในแนวตั้ง (vertical Coverage) ไม่เกิน 40 องศา
- องศาครอบคลุมในแนวนอน (Horizontal Coverage) กว้างกว่า 130 องศา
- กำลังขับสูงกว่า 300W
- ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของ JBL, EV, Bose หรือเทียบเท่า

4.1.10 เครื่องขยายเสียงสำหรับลำโพงหลัก (Power Amplifier For Column Array Speaker)

- มีจำนวนช่องสัญญาณ 2-channel
- กำลังขับ 300W ที่ 8 ohm หรือมากกว่า
- มี Signal to Noise Ratio ไม่น้อยกว่า 100d
- Maximum Input Level +20dBu
- Total Harmonic distortion น้อยกว่า 0.1%
- ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของ Crown, EV, Camco หรือเทียบเท่า

4.1.11 ลำโพงเพดาน (Ceiling Speaker)

- เป็นลำโพงแบบ 2-way หรือ Full-Range
- ตอบสนองความถี่ที่ 80Hz -20kHz หรือกว้างกว่า
- สามารถแท็ปได้ที่ 30W, 15W, 7.5W หรือมากกว่า
- มุมครอบคลุมเสียง 130 องศา
- รองรับ maximum SPL สูงสุด 100 dB หรือสูงกว่า
- ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของ JBL, EV, Bose หรือเทียบเท่า

4.1.12 เครื่องขยายเสียงสำหรับลำโพงเพดาน (Power Amplifier)

- มีจำนวนช่องสัญญาณ 2-channelหรือมากกว่า
- กำลังขับ 250W ที่ 70Vหรือมากกว่า
- มี Signal to Noise Ratio ไม่น้อยกว่า 100dB
- ตอบสนองความถี่ที่ 65Hz -20kHz หรือกว้างกว่า
- Total Harmonic distortion น้อยกว่า 0.1%
- ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของ Crown, EV, Camcoหรือเทียบเท่า

4.1.13 ลำโพงมอนิเตอร์สำหรับห้องควบคุม (Studio Monitor Speaker)

- ตอบสนองความถี่ที่ 85Hz -20kHz หรือกว้างกว่า
- Maximum SPL ไม่น้อยกว่า 105 dB
- ดอกลำโพงแบบ 2-ทาง 5" และ 0.75" หรือดีกว่า
- กำลังขับ 35W หรือมากกว่า
- มีขั้วต่อสัญญาณเสียงแบบ XLR เป็นอย่างน้อย

- ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของ JBL, Yamaha, Genelec หรือเทียบเท่า

4.1.14 หูฟัง(Stereo Headphone)

- ตอบสนองความถี่ที่ 20Hz -20kHz หรือกว้างกว่า
- ค่าความต้านทาน 30 ohms หรือดีกว่า
- ค่าความไวที่ 98 dB/mWหรือดีกว่า
- ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของ Yamaha, Beyerdynamic, AKG หรือเทียบเท่า

4.2 Visual System

4.2.1 เครื่องโปรเจคเตอร์ความละเอียดสูง(Full-HD Projector)

- เครื่องโปรเจคเตอร์เทคโนโลยี LCD หรือดีกว่า
- ความละเอียดระดับ Full-HD 1080p หรือดีกว่า
- สัดส่วนภาพแบบ 16:10 เป็นอย่างน้อย
- ความสว่างไม่น้อยกว่า 5000 Ansi Lumens
- ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของ Sony, Panasonic, Epson หรือเทียบเท่า

4.2.2 จอมอเตอร์ขนาด 250" (Motorized Screen 250")

- มีสัดส่วน 16:9 หรือ 16: 10 ทำงานด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า
- จอมีเนื้อผ้าแบบ Matt White หรือดีกว่า
- เนื้อจอเป็นชิ้นเดียวไม่มีรอยต่อ
- ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของ Vertex, Ocean, Da-Lite หรือเทียบเท่า

4.2.3 ชุดรับสัญญาณภาพเสียงแบบติดผนัง (Inlet Wallplate Transmitter)

- สามารถรับสัญญาณภาพเสียงผ่านพอร์ท HDMI, Audio in ได้เป็นอย่างน้อย
- สามารถส่งสัญญาณภาพเสียงผ่านสาย Cat5 เส้นเดียวได้ หรือดีกว่า
- รองรับความละเอียดของภาพได้ระดับ Full-HD1080p ได้เป็นอย่างน้อย
- มีลักษณะเป็นwallplateติดผนังได้หรือดีกว่า
- ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของ Crestron, Kramer, Extronหรือเทียบเท่า

4.2.4 เครื่องสลับสัญญาณภาพพร้อมเสียง (Matrix Switcher)

- มีช่องสัญญาณ I/O ขนาดไม่น้อยกว่า 8 x 8
- รองรับความละเอียดของภาพได้ระดับ Full-HD1080p ได้เป็นอย่างน้อย
- รองรับการบริหารจัดการ EDID, HDCP ได้เป็นอย่างน้อย
- สามารถแยกเสียงออกจากสาย HDMI ได้
- ช่องสัญญาณภาพและเสียงต้องมีจำนวนเพียงพอต่อการใช้งาน
- ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของ Crestron, Kramer, Extronหรือเทียบเท่า

4.2.5 การ์ดอินพุตแบบ DM (DM Input Card)

- สามารถรับสัญญาณจากชุดรับสัญญาณภาพเสียงแบบติดผนัง(Inlet Wallplate Transmitter)ได้
- รองรับความละเอียดของภาพได้ระดับ Full-HD1080p ได้เป็นอย่างน้อย
- รองรับการบริหารจัดการ EDID, HDCP ได้เป็นอย่างน้อย
- เป็นผลิตภัณฑ์ยี่ห้อเดียวกับเครื่องสลับสัญญาณภาพพร้อมเสียง(Matrix Switcher)
- ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของ Crestron, Kramer, Extronหรือเทียบเท่า

4.2.6 การ์ดอินพุตแบบ HDMI (HDMI Input Card)

- สามารถรับสัญญาณภาพเสียงผ่านขั้วต่อ HDMI ได้
- รองรับความละเอียดของภาพได้ระดับ Full-HD1080p ได้เป็นอย่างน้อย
- รองรับการบริหารจัดการ EDID, HDCP ได้เป็นอย่างน้อย
- เป็นผลิตภัณฑ์ยี่ห้อเดียวกับเครื่องสลับสัญญาณภาพพร้อมเสียง (Matrix Switcher)
- ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของCrestron, Kramer, Extronหรือเทียบเท่า

4.2.7 การ์ดเอาท์พุตแบบ DM (DM Output Card)

- สามารถส่งสัญญาณภาพเสียงไปบนสาย Cat5 เส้นเดียวได้หรือดีกว่า
- รองรับความละเอียดของภาพได้ระดับ Full-HD1080p ได้เป็นอย่างน้อย
- รองรับการบริหารจัดการ EDID, HDCP ได้เป็นอย่างน้อย
- เป็นผลิตภัณฑ์ยี่ห้อเดียวกับเครื่องสลับสัญญาณภาพพร้อมเสียง (Matrix Switcher)
- ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของ Crestron, Kramer, Extronหรือเทียบเท่า

4.2.8 การ์ดเอาท์พุตแบบ HDMI (HDMI Output Card)

- สามารถส่งสัญญาณภาพเสียงผ่านขั้วต่อ HDMI ได้
- รองรับความละเอียดของภาพได้ระดับ Full-HD1080p ได้เป็นอย่างน้อย
- รองรับการบริหารจัดการ EDID, HDCP ได้เป็นอย่างน้อย
- เป็นผลิตภัณฑ์ยี่ห้อเดียวกับเครื่องสลับสัญญาณภาพพร้อมเสียง (Matrix Switcher)
- ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของCrestron, Kramer, Extronหรือเทียบเท่า

4.2.9 เครื่องรับสัญญาณ (DM Receiver)

- สามารถรับสัญญาณจากการ์ดเอาท์พุตแบบ DM (DM Output Card) ได้
- มีช่องต่อเอาท์พุทแบบ HDMI เป็นอย่างน้อย
- มีฟังค์ชั่นปรับความละเอียดภาพ (scaler) ในตัว
- รองรับความละเอียดของภาพได้ระดับ Full-HD1080p ได้เป็นอย่างน้อย
- รองรับการบริหารจัดการ EDID, HDCP ได้เป็นอย่างน้อย
- ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของ Crestron, Kramer, Extronหรือเทียบเท่า

4.2.10 เครื่องนำเสนองานไร้สาย (Wireless Presentation Gateway)

- สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผู้ใช้ได้ไม่น้อยกว่า 30 เครื่องพร้อมกัน

- แบ่งจอนำเสนอเป็น 4 จอ (quad-view) เพื่อนำเสนอพร้อมกันได้หรือมากกว่า
- รองรับคอมพิวเตอร์ระบบปฏิบัติการ Windows,OS X และอุปกรณ์จำพวก iOSและ Android ได้เป็นอย่างน้อย
- การเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์เป็นไปโดย WiFiหรือดีกว่า
- ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของ Crestron, Kramer, Extron หรือเทียบเท่า

4.2.11 เครื่องรับส่งสัญญาณไร้สาย (Wireless Access Point)

- เป็นเครื่อง Wireless Access Point ที่ใช้งานร่วมกับระบบภาพและระบบควบคุมกลางได้เป็นอย่างดี
- ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของCisco, D-Link, Linksysหรือเทียบเท่า

4.2.12 เครื่องบันทึกการนำเสนอแบบเน็ตเวิร์ค(Networked High-Definition Capturing Recorder)

- เป็นเครื่องบันทึกการนำเสนอได้ทั้งภาพและเสียง
- บันทึกได้ที่ความละเอียด H.264 ถึง 1080p เป็นอย่างน้อย
- มีพอร์ทเชื่อมต่อสำหรับไมค์โครโฟน กล้อง ภาพและเสียงจากไฟล์นำเสนอหรือดีกว่า
- สามารถควบคุมผ่านระบบควบคุมกลางได้เป็นอย่างดี
- สามารถจัดเก็บการบันทึกได้บน server กลาง
- ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของCrestron, Kramer, Extronหรือเทียบเท่า

4.2.13 จอสัมผัสแบบอินเตอร์แอ็คทีฟ(Interactive Display)

- มีขนาดไม่น้อยกว่า 21"
- เป็นเทคโนโลยี LED หรือดีกว่า
- รองรับความละเอียดระดับ Full-HD 1080p หรือดีกว่า
- หน้าจอรองรับการวาด ขีดเขียนหรือ Annotate ได้เป็นอย่างดี
- เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์สำหรับนำเสนอผ่านพอร์ท USB หรือดีกว่า
- ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของ LG, Samsung, Panasonic หรือเทียบเท่า

4.2.14 จอมอนิเตอร์สำหรับห้องควบคุม (Control Room Monitor Display)

- มีขนาดไม่น้อยกว่า 21"
- เป็นเทคโนโลยี LED หรือดีกว่า
- มีสัดส่วนหน้าจอแบบ 16:9 หรือ 16:10 หรือตามมาตรฐานปัจจุบัน
- ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของLG, Samsung, Dellหรือเทียบเท่า

4.3 Camera System

4.3.1 กล้องวงจรปิดความละเอียดสูง (HD AutoDome Camera)

- มีลักษณะเป็น AutoDome
- กล้องมีความละเอียดสูงถึง 720p เป็นอย่างน้อย
- สามารถซูมได้ไม่น้อยกว่า (10x optical, 16x digital)

- สามารถควบคุมและปรับแต่งได้ผ่าน Ether
- ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของ Bosch, Axis, Panasonicหรือเทียบเท่า

4.3.2 เครื่องคีย์บอร์ดควบคุมกล้อง (Camera Control Joystick)

- มีก้านควบคุม joystick และแป้นกดคีย์บอร์ด
- เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานร่วมกับกล้องAutoDomeได้เป็นอย่างดี
- ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของ Bosch, Axis, Panasonicหรือเทียบเท่า

4.3.3 เครื่องบันทึกจัดเก็บข้อมูลกล้อง (Camera Recording Storage)

- สามารถบันทึกจัดเก็บข้อมูลกล้องAutoDomeได้
- ความจุไม่น้อยกว่า 1 TB
- เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานร่วมกับกล้องAutoDomeได้เป็นอย่างดี
- ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของ Bosch, Axis, Panasonicหรือเทียบเท่า

4.3.4 เครื่องแปลงสัญญาณ HD-SDI เป็น HDMI

- มีอินพุทแบบ SD/HD/3G HD-SDI หรือดีกว่า
- มีเอาท์พุทแบบ HDMI
- รองรับการส่งผ่านเสียงผ่านพอร์ทการเชื่อมต่อ SD/HD/3G HD-SDI
- ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของ Kramer, Extron, Crestronหรือเทียบเท่า

4.3.5 จอมอนิเตอร์สำหรับคอมพิวเตอร์

- มีขนาดไม่น้อยกว่า 21"
- เป็นเทคโนโลยี LED หรือดีกว่า
- มีสัดส่วนหน้าจอแบบ 16:9 หรือ 16:10 หรือตามมาตรฐานปัจจุบัน
- ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของ LG, Samsung, Dell หรือเทียบเท่า

4.4 Video Conference System

4.4.1 มีอุปกรณ์ควบคุมการทำ Video Conference แบบหลายจุด หรือดีกว่า

4.4.2 สามารถจัดการประชุมทางไกลผ่านจอภาพแบบหลายจุด ที่คุณภาพของวิดีโอ 1080p30 จำนวนได้ไม่น้อยกว่า 5 จุดพร้อมกัน หรือ 480p30 จำนวนได้ไม่น้อยกว่า 20 จุดพร้อมกันได้

4.4.3 มีการบริหารจัดการ และควบคุมการประชุมผ่าน Web-basedได้

4.4.4 มี Software Desktop Conference Client แบบ Web Conference ที่มี Device License หรือ Install License สำหรับติดตั้งบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์และใช้งานได้ฟรีไม่จำกัดจำนวนเครื่อง

4.4.5 มี Application สำหรับการทำ Conference ด้วยอุปกรณ์โมบายที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Android และ iOSที่สามารถติดตั้งได้และใช้งานได้ฟรีไม่จำกัดจำนวนเครื่อง

4.4.6 ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของ Avaya, Tandberg, Polycomหรือเทียบเท่า

4.5 Integrated Control System

4.5.1 เครื่องควบคุมกลาง(Control System)

- เป็นเครื่อง processor สำหรับควบคุมอุปกรณ์ได้เป็นอย่างดี
- เครื่องควบคุมรวมจะต้องมีพอร์ตควบคุมสัญญาณ RS-232, RS-485, IR, Relay, LAN หรือมากกว่า ที่เพียงพอต่อการควบคุมระบบเสียง, ระบบภาพ
- ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของCrestron, AMX, Vityหรือเทียบเท่า

4.5.2 เครื่องไอแพดพร้อมแอพพลิเคชั่นควบคุมกลาง(iPad + Application)

- เป็นเครื่อง iPad ขนาด ไม่น้อยกว่า 16 GB
- ต้องเป็นรุ่นและเจเนอเรชั่นที่สามารถรองรับแอพพลิเคชั่นควบคุมกลางได้
- เป็นรุ่นที่มี Wi-Fi
- ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของ Apple, Crestron, AMX, Vityหรือเทียบเท่า

5. คุณสมบัติทางเทคนิค งานระบบ Smart Classroom 200 ที่นั่ง(จำนวน 3ห้อง)

5.1 Audio System

5.1.1 ไมโครโฟนตั้งโต๊ะ (Desktop Microphone)

- เป็นไมโครโฟนพร้อมฐานสำหรับตั้งโต๊ะแบบคอห่าน ที่มีขนาดความยาวไม่น้อยกว่า 12 นิ้ว
- มีสวิทช์ที่ฐานไมโครโฟน
- ตอบสนองความถี่ช่วง 60Hz - 17kHz หรือกว้างกว่า
- Dynamic Range ไม่ต่ำกว่า 90 dB
- ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของ Shure, EV, AKG หรือเทียบเท่า

5.1.2 ไมโครโฟนมือถือแบบใช้สาย (Handheld Vocal Microphone)

- เป็นไมโครโฟนเหมาะสำหรับการพูด-บรรยาย-เสียงร้อง
- เป็นไมโครโฟน ชนิด Dynamic
- มี Switch ปิด/เปิดที่ตัวไมโครโฟน
- ตอบสนองความถี่ช่วง 60Hz - 15kHz หรือกว้างกว่า
- Polar Pattern แบบ Cardioid, Supercardioid, Hypercardioid หรือดีกว่า
- ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของ Shure, EV, AKG หรือเทียบเท่า

5.1.3 ไมโครโฟนมือถือแบบไร้สาย (Handheld Wireless Vocal Microphone)

- ไมโครโฟนเป็นชนิด Dynamic
- มีความถี่ในการตอบสนอง 50-15,000 Hz หรือกว้างกว่า
- Polar Pattern แบบ Cardioid, Supercardioid, Hypercardioid หรือดีกว่า
- มีระยะทางการใช้งานไม่น้อยกว่า 80 เมตร
- เครื่องรับมีเสารับแบบ ½ คลื่น สามารถถอดเก็บได้