

รายละเอียดงานจ้างปรับปรุงหอระบายความร้อน (Cooling Tower) พร้อมงานท่อ  
อาคารพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์

1. วัตถุประสงค์ในการจ้าง

องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ (อพวช.) มีความประสงค์จะว่าจ้างจัดหาติดตั้ง ปรับปรุงหอระบายความร้อน (Cooling Tower) พร้อมงานท่อ อาคารพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ

2. ข้อมูลเบื้องต้น

- |                  |                                      |
|------------------|--------------------------------------|
| 2.1 เจ้าของอาคาร | องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ |
| 2.2 สถานที่ตั้ง  | ต.คลองห้า อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี      |
| 2.3 ประเภทอาคาร  | พิพิธภัณฑ์และสำนักงาน                |

3. รายละเอียดของการว่าจ้าง

ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการจัดหาติดตั้งหอระบายความร้อน (Cooling Tower) พร้อมงานท่อ อาคารพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ โดยทำการปรับปรุงตามรายละเอียดที่ระบุในแบบที่แนบมา ซึ่งมีรายการต่างๆ ดังนี้

- 3.1 จัดหาอุปกรณ์ตามแบบและข้อกำหนด
- 3.2 เปลี่ยนหอระบายความร้อนแบบ Cross Flow Cooling Tower, Film-Type Filling Tower , Film-Type Filling Capacity 600 RT พร้อมปล่องไค้ง 45 องศา ( 1 Unit 2 cell ) จำนวน 3 ชุด
- 3.3 เปลี่ยนท่อน้ำคอนเดนเซอร์ ข้อต่อ วาล์ว ท่อน้ำทิ้งและอุปกรณ์อื่นประกอบงานท่อของหอระบายความร้อนแบบ Cross Flow Cooling Tower ภายนอกอาคารทั้งหมด อย่างน้อยตามแบบที่กำหนด ยกเว้น MAKEUP TANK
- 3.4 ทำโครงสร้างเหล็ก H-200\*200\*10\*16 mm. พร้อมทำสี Epoxy Coating 3000 ไมครอน เบื้องต้นตามแบบที่กำหนดและสามารถปรับระยะได้ตามขนาดของหอระบายความร้อนแบบ Cross Flow Cooling Tower ที่นำมาติดตั้ง
- 3.5 เปลี่ยนตู้เมนไฟฟ้าแทนตู้ AMCC ของเดิมพร้อมเดินท่อร้อยสายไฟฟ้าหอระบายความร้อนแบบ Cross Flow Cooling Tower ใหม่ ( สายเมนเข้าตู้ AMCC , สายไฟฟ้าเข้า CDP , CHP ให้ใช้ของเดิม )
- 3.6 อุปกรณ์ที่นำมาใช้ในงานจ้างนี้ต้องเป็นของใหม่ ไม่เก่าเก็บ ไม่เกิดข้อบกพร่องในการขนส่งหรือการการติดตั้งและทดสอบระบบจนทำให้ประสิทธิภาพลดลงหรือเสี่ยงต่อการรับประกันเปลี่ยนแปลงไป
- 3.7 จัดหาอุปกรณ์, เครื่องมือวัด, เครื่องมือที่จำเป็นในงานจ้างนี้
- 3.8 ควบคุมดูแลการปฏิบัติงานของบุคลากรของผู้รับจ้างเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของผู้ว่าจ้าง
- 3.9 ติดตั้ง , ทดสอบ ( test run ) , แก้ไข , ปรับแต่ง , จัดบันทึกสรุปรายงานผลการจนสามารถใช้งานได้ อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย
- 3.10 ระยะเวลาการดำเนินการ 90 วัน
- 3.11 ระยะเวลาในการรับประกัน 2 ปี นับถัดจากวันที่ส่งมอบงาน

องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ



## 4. ข้อกำหนดวัสดุอุปกรณ์และการติดตั้ง

## 4.1 หอระบายความร้อนแบบ Cross Flow Cooling Tower, Film-Type Filling

## ก. ความต้องการทั่วไป

- ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งหอระบายความร้อนตามขนาดความสามารถการระบายความร้อน และจำนวนตามที่กำหนดไว้ในแบบและรายการ รวมไปถึงอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ประกอบเพื่อให้การทำงานของหอระบายความร้อนเป็นไปอย่างสมบูรณ์ ถึงแม้ว่าอุปกรณ์นั้นจะไม่ได้กล่าวถึงในรายละเอียดก็ตาม

- หอระบายความร้อนต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งใช้งานกลางแจ้ง และถูกออกแบบมาให้สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ในบริเวณที่ติดตั้งได้อย่างดี เช่น แรงลมธรรมชาติ เป็นต้น ในการประกอบชุดหอระบายความร้อนนั้นสามารถนำชิ้นส่วนอุปกรณ์มาประกอบ ณ สถานที่ติดตั้งได้ หากชิ้นส่วนอุปกรณ์ใดที่ถูกตรวจสอบพบว่าชำรุดเสียหาย ผู้รับจ้างจะต้องทำการหาชิ้นส่วนอุปกรณ์ใหม่มาเปลี่ยนใหม่ให้แทน โดยไม่อนุญาตให้นำชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่ชำรุดเสียหายนั้นมาซ่อมแซม ทั้งนี้แม้ว่าชิ้นส่วนอุปกรณ์นั้นได้ประกอบเข้าชุดแล้วก็ตาม

## ข. ชนิดของหอระบายความร้อน (Type of Cooling Tower)

เป็นแบบ Induced-Draft Cross Flow, Draw-Through Type และมี Basic Heat Transfer Surface เป็นแบบ Film-Type Filling

## ค. ตัวถังและโครงสร้าง (Casing and Structure)

วัสดุที่ใช้ทำตัวถังและโครงสร้างของหอระบายความร้อน รวมไปถึงแผงบานเกล็ดกันน้ำกระเซ็น (Inlet Louver) ให้เป็นไปตามรายละเอียดอย่างใดอย่างหนึ่ง ตามข้อกำหนดต่อไปนี้

ทางเลือกที่	ตัวถัง (Casing)	โครงสร้าง (Structure)	แผงบานเกล็ด (Inlet Louver)
1.	Fiberglass Reinforced Polyester (FRP)	Hot Dip Galvanized Steel	Fiberglass+Reinforced Polyester (FRP)
2.	Hot Dip Galvanized Steel	Hot Dip Galvanized Steel	Polyvinyl Chloride (PVC)

โดยการยึดตัวถังและแผงบานเกล็ดกับโครงสร้างจะต้องแข็งแรงและมั่นคง ได้ตามมาตรฐานของผู้ผลิต

## ง. Filling และ Filling Support

Filling ต้องทำจาก Polyvinyl Chloride (PVC) ยึดติดเข้ารูปกันอย่างแน่นหนา แข็งแรงและวางเรียงซ้อนกันอย่างมีระเบียบอยู่บน Filling Support ซึ่งทำจาก Hot Dip Galvanized Steel เพื่อให้ให้น้ำร้อนตกลงมาแผ่กระจายได้อย่างสม่ำเสมอและทั่วถึง



## จ. Drift Eliminator

หอระบายความร้อนทุกชุดจะต้องมี Drift Eliminator ไว้เพื่อป้องกันการสูญเสียของละอองน้ำ โดยต้องทำจาก Polyvinyl Chloride (PVC) ต้องสามารถลดการสูญเสีย (Drift Loss) ได้อยู่ในช่วง 0.002-0.2% ของอัตราไหลของน้ำที่ผ่านหอระบายความร้อน

## ฉ. ระบบการกระจายน้ำร้อน (Hot Water Distribution System)

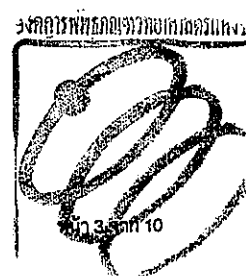
การกระจายน้ำร้อนผ่าน Filling จะต้องใช้วิธีจ่ายน้ำร้อนผ่าน Metering Orifice และตกผ่าน Filling ด้วยแรงดึงดูดของโลก โดยหอระบายความร้อนแต่ละชุดจะต้องมีภาคน้ำร้อน (Hot Water Basin) ทำด้วย Hot Dip Galvanized Steel หรือ Fiberglass Reinforced Polyester (FRP) ก่อนที่จะจ่ายน้ำร้อนผ่าน Metering Orifice ดังกล่าว ในกรณีที่หอระบายความร้อนมีภาคน้ำร้อน 2 ชุด ท่อน้ำที่จ่ายเข้าภาคน้ำร้อนนี้จะต้องมีวาล์วคอยคุมปริมาณน้ำ (Control Valve) ที่มีก้านวาล์วแบบปรับให้ปริมาณน้ำผ่านคงที่และสามารถล็อกตำแหน่งได้ ส่วนขนาดของภาคน้ำร้อน จะต้องมีความใหญ่พอที่จะรับปริมาณน้ำได้ถึง 150% ของอัตราไหลของน้ำที่กำหนด โดยน้ำร้อนต้องไม่ล้นหรือกระเซ็นออกมาได้

## ช. พัดลม ระบบขับเคลื่อน และอุปกรณ์ประกอบ (Fan, Driving System and Accessories)

- พัดลมเป็นชนิด Axial Flow ใบพัดเป็นแบบ Airfoil, Adjustable Pitch ทำจาก Aluminium Alloy ขณะทำงานเสียงเงียบ ระบบขับเคลื่อนพัดลมใช้เฟลาเป็นอุปกรณ์ส่งกำลัง และมีอุปกรณ์การลดรอบพัดลม (Fan Speed Reducer) โดยใช้สายพาน ไม่น้อยกว่า 3 เส้น
- มอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนต้องติดตั้งอยู่นอกกระแสน้ำร้อนที่เป่าออก เป็นแบบ Weather Proof Induction Motor จะต้องถูกออกแบบมาตามมาตรฐาน NEMA หรือ IEC เป็นชนิด Totally Enclosed Fan Cooled (TEFC) IP 55 ฉนวนขดลวด Class F ใช้กับระบบไฟฟ้า 380 โวลต์ 3 เฟส 50 เฮิร์ต
- ปล่องพัดลม (Fan Deck) ทำจาก Hot Dip Galvanized Steel หรือ Fiberglass Reinforced Polyester (FRP) และต้องให้ค่า Tip Clearance ไม่มากกว่ามาตรฐานของผู้ผลิต พร้อมทั้งต้องมีตะแกรงพัดลม (Fan Guard) ติดตั้งอยู่ด้านบนของปล่องพัดลม ทำจาก Hot Dip Galvanized Steel

## ซ. Cold Water Basin

ทำด้วย Hot Dip Galvanized Steel หรือ Fiberglass Reinforced Polyester (FRP) ผิวด้านในเรียบ โดย Cold Water Basin แต่ละชุดต้องแบ่งแยกออกจากกัน เพื่อให้สามารถทำความสะอาดได้ โดยขนาดความจุและความสูงของ Cold Water Basin จะต้องมากพอที่จะไม่ทำให้อากาศถูกดูดตามออกไปทางท่อดูดในขณะที่ใช้งาน



ณ. อื่น ๆ

- อุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ เช่น Outlet & Inlet Connection, Overflow, Drain, Pilot Operated Float Controlled Valve สำหรับ Make-Up Water, Inlet Air Screen และ Suction Strainer เป็นต้น ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาให้ครบถ้วน และต้องเป็นวัสดุตามมาตรฐานผู้ผลิต
- ประตูบริการ (Service Door) ต้องทำจากวัสดุที่ใช้ทำผนัง (Casing) ของหอบายความร้อน และไม่มีลมผ่านช่องประตูในขณะที่ประตูปิด ในกรณีที่ตำแหน่งของประตูบริการไม่สามารถใช้งานได้สะดวก ทางผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งบันไดให้ด้วย
- หอผึ่งน้ำที่ติดตั้งต่อเนื่องกันตั้งแต่ 2 ชุดขึ้นไป ภายในหอบายความร้อนจะต้องมีทางเดินบริการให้ด้วย โดยทางเดินบริการจะต้องยาวต่อเนื่องกันไปตลอดความยาวของหอบายความร้อน
- ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งบันได ราวกันตก สำหรับขึ้นบนคาน้ำฟ้าของหอบายความร้อนได้ โดยสะดวก โดยทำจากวัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อน พร้อมทั้งติดตั้ง ท่อลมร้อน (Hot Air Duct) ออกจากปล่องพัดลม ซึ่งทำจากวัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี

ณ. การเสนออุปกรณ์เพื่อขออนุมัติ

ผู้รับจ้างต้องทำการตรวจสอบขนาดของหอบายความร้อนกับขนาดของสถานที่ติดตั้งก่อนขออนุมัติ และในการส่งเอกสารเพื่อขออนุมัติอุปกรณ์ จะต้องแนบเอกสารการเลือกอุปกรณ์หรือรายการคำนวณเพื่อขออนุมัติด้วย ทั้งนี้ให้ถือข้อมูลที่กำหนดไว้ในแบบและรายการเป็นสำคัญ

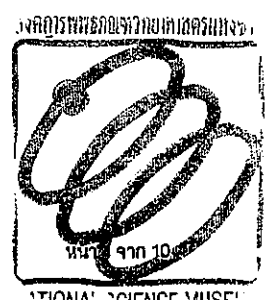
ณ. ตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน Cooling Tower

- Marley
- Nihon Spindle
- Square-Cooling
- Liang Chi

4.2 วัสดุท่อน้ำระบบปรับอากาศ (Pipe and Fitting Material)

ก. ความต้องการทั่วไป

- วัสดุท่อน้ำ ข้อต่อท่อน้ำและอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการติดตั้งสำหรับระบบปรับอากาศ จะต้องได้มาตรฐานตามข้อกำหนดและในรายละเอียดของหมวด “วัสดุท่อน้ำระบบปรับอากาศ” และจะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานเสียก่อน จึงจะนำมาใช้ในการติดตั้งได้



- วัสดุท่อและข้อต่อต่าง ๆ ก่อนนำไปติดตั้ง จะต้องได้รับการทาสีป้องกันสนิมเสียก่อนตามรายละเอียดของหมวด “การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี” และสีจะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานเสียก่อน จึงจะนำมาใช้งานได้

ข. ท่อน้ำคอนเดนเซอร์และข้อต่อ (Condenser Water Pipe and Fitting)

- ท่อน้ำคอนเดนเซอร์ (Condenser Water Pipe) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 24 นิ้ว และเล็กกว่า กำหนดให้ใช้เป็นท่อเหล็กดำ (Black Steel Pipe) ชนิด ERW Seamed Pipe มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน API-5L หรือ ASTM A-53 Grade A หรือ grade B ความหนาไม่น้อยกว่า Schedule 40 ท่อทุกท่อจะต้องทำปลายท่อแบบ Bevel End และพินัฟรหัสเครื่องหมายมาตรฐานท่อ และขนาดระบุลงบนตัวท่อสำหรับท่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเกิน 18 นิ้ว)
- วัสดุข้อต่อท่อน้ำคอนเดนเซอร์ (Pipe Fitting) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 24 นิ้ว และเล็กกว่า กำหนดให้ใช้ Standard Weight Fitting แบบเชื่อมหรือแบบต่อด้วยเกลียว ท่อน้ำและข้อต่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว และเล็กกว่า สามารถต่อแบบเกลียวได้ส่วนท่อน้ำและข้อต่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 1/2 นิ้ว จนถึง 24 นิ้ว ให้ต่อด้วยวิธีเชื่อม (Welded Joints) หรือการต่อด้วยหน้าแปลน (Flanged Connections) หน้าแปลนใช้ Forged-Steel แบบ Slip-On, Welding Neck หรือ Socket Welding ตามมาตรฐาน BS10 Table F, มาตรฐาน ANSI B16.5 (BS 1560) ปะเก็นใช้ Natural Rubber หรือ Asbestos อุปกรณ์ประกอบท่อแบบ Union ใช้แบบ Ground Joint Bronze or Brass to Iron Seat ข้อต่อท่อน้ำ (Pipe Fitting) จะต้องสามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของ Working Pressure ท่อน้ำคอนเดนเซอร์ และข้อต่อทั้งหมดบริเวณหอระบายความร้อน ระบุให้ใช้เป็นท่อเหล็กดำอบสังกะสี (Hot Dip Galvanized steel pipe) ตามมาตรฐาน ASTM A83 Grade A Schedule 40

#### 4.3 ท่ออื่นๆ

ก. ท่อน้ำเติม

- ท่อน้ำเติม (Make-Up Water Piping) และท่อน้ำทั้งจากหอระบายความร้อน (Cooling Tower Drain) วัสดุที่ใช้ประกอบระบบท่อน้ำเติมและท่อน้ำทั้งจากจุดต่อของระบบประปาของอาคารจนถึง Expansion Tank หรือหอระบายความร้อนให้ใช้ท่อเหล็กอบสังกะสี (Galvanized Steel Pipe) ตามมาตรฐาน มอก. 277-2532 Class Medium หรือมาตรฐาน BS 1387 Medium Weight
- วัสดุข้อต่อสำหรับท่อเหล็กอบสังกะสี (Galvanized Steel Fittings) ให้ใช้ข้อต่อที่ทำด้วย Galvanized Malleable Cast-Iron ตามมาตรฐาน ASTM A 120-73 หรือมาตรฐาน มอก. 249-2520

ข. ท่อน้ำทิ้ง

- ท่อน้ำทิ้งจากเครื่องปรับอากาศ (Condensated Drain) กำหนดให้ใช้เป็นท่อ PVC แข็ง, Class 8.5 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 17-2532
- วัสดุข้อต่อสำหรับท่อน้ำทิ้งจากเครื่องปรับอากาศต้องใช้ชนิดที่มีความหนาตามประเภทท่อที่ใช้ และ



ใช้น้ำยาต่อตามคำแนะนำของผู้ผลิต

- ท่อน้ำทั้งจะต้องหุ้มฉนวนไม่ลามไฟชนิด Closed Cell Insulation ความหนาไม่น้อยกว่า 12 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว)

ค. ท่อจ่ายสารเคมี

ท่อจ่ายสารเคมีหรือ ท่อในระบบเติม Ozone และข้อต่อต่าง ๆ กำหนดให้ใช้เป็นท่อ PB แข็ง ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 910-2532

ง. ตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน Black Steel Pipe and Galvanized steel Pipe

- Inter Steel Industries
- Saha Thai Steel Pipe
- Mitr Steel
- NKK
- Nippon Steel
- Sumitomo Metal
- Kawazaki
- Hyundai Pipe

4.4 วาล์ว และอุปกรณ์ประกอบ (Valve and Accessories)

ก. ข้อกำหนดทั่วไป (General Requirement)

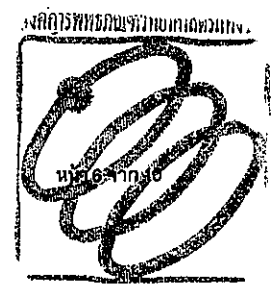
- วาล์วต้องทนความดันใช้งานไม่ต่ำกว่า 150 ปอนด์ต่อตร.นิ้ว (10.35 บาร์) ผู้รับจ้างต้องติดวาล์วแต่ละประเภทตามจำนวนและตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบ และในที่อื่นๆ ซึ่งมีความจำเป็นต้องใช้ (ตามคำแนะนำของผู้ผลิต)
- วาล์วทุกชนิด (ยกเว้น Control Valve) ต้องมีขนาดเท่ากับท่อน้ำที่วาล์วติดตั้งอยู่
- วาล์วที่ติดตั้งบนท่อน้ำในแนวนอน ต้องให้ก้านวาล์วอยู่ในแนวตั้ง (เว้นแต่จะมีอุปกรณ์การติดตั้งจะยอมให้ก้านวาล์วเอียงได้)

ข. วาล์วประตู (Gate Valve)

- วาล์วขนาด 1/2 นิ้ว ถึง 2 นิ้ว เป็นชนิด Screwed Bonnet, Rising Stem, Solid Wedge Disc ตัววาล์วทำด้วย Bronze ต่อกับท่อโดยเกลียว (Screwed End)
- วาล์วขนาด 2 1/2 นิ้ว หรือใหญ่กว่า เป็นชนิด Rising Stem, Outside Screw and Yoke ตัววาล์วทำด้วย Cast Iron หรือ Steel ต่อกับท่อโดยหน้าแปลน (Flanged End)

ค. โกลบวาล์ว (Globe Valve)

- วาล์วขนาด 1/2 นิ้ว ถึง 2 นิ้ว เป็นชนิด Screwed Bonnet, Disc สามารถเปลี่ยนใหม่ได้เมื่อสึกหรอ (Renewable) ตัววาล์วทำด้วย Bronze ต่อกับท่อโดยเกลียว (Screwed End)



- วาล์วขนาด 2 ½ นิ้ว หรือใหญ่กว่า เป็นชนิด Bolted Bonnet, Outside Screw and Yoke ตัววาล์วทำด้วย Cast Iron, Seat และ Disc ทำด้วย Bronze ต่อกับท่อโดยหน้าแปลน (Flanged End)
- ง. วาล์วปีกผีเสื้อ (Butterfly Valve)
  - เป็นชนิด Lug Type ตัววาล์วทำด้วย Cast Iron หรือ Steel, Disc ทำด้วย Aluminium Bronze หรือ Stainless Steel, Stem ทำด้วย Stainless Steel, Seat ต้องเป็น Buna – N หรือ EPDM
  - วาล์วขนาด 2 ½ นิ้ว ถึง 5 นิ้ว เป็น Hand-Lever Operation
  - วาล์วขนาด 6 นิ้ว หรือใหญ่กว่า เป็น Hand-Wheel Gear Operation
- จ. ข้อต่ออ่อน (Flexible Connector)
  - สำหรับท่อด้านดูดหรือด้านส่งของเครื่องสูบน้ำ เป็นชนิด Spherical, Spring Steel wire, Neoprene Elastomer Floating Flange ทนความดันได้ ไม่น้อยกว่า 150 ปอนด์ ต่อตร. นิ้ว (10.35 บาร์)
  - ขนาด 2 นิ้ว หรือเล็กกว่า ต่อกับท่อโดยเกลียว (Screwed End)
  - ขนาด 2 ½ นิ้ว หรือเล็กกว่า ต่อกับท่อโดยหน้าแปลน (Flanged End) และต้องมี Guide และ Stopper เพื่อป้องกัน
- ฉ. ตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน
  - Gate Valve, Globe Valve  
Kitz , Nibco , Watts ,Tour & Anderson , Keystone , Ebro , Tozen
  - Butterfly Valve  
Kitz , Nibco , Watts ,Tour & Anderson , Keystone , Ebro , Tozen
  - Flexible Connector  
Mason , Metraflex , Tozen

#### 4.5 สายไฟฟ้า

- ชนิดของสายไฟฟ้า
  - ก. สายไฟฟ้ามีตัวนำเป็นทองแดงหุ้มด้วยฉนวน Polyvinyl Chloride (PVC) สามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลต์ และทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส ตาม มอก. 11-2531
  - ข. สายไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่กว่า 6 ตารางมิลลิเมตร ต้องเป็นชนิดลวดทองแดงตีเกลียว (Stranded Wire)
  - ค. สายไฟฟ้าที่ใช้ร้อยในท่อโลหะ หรือ Wireways โดยทั่วไปกำหนดให้เป็นสายไฟฟ้าตัวนำแกนเดียว (Single-Core) ตาม มอก. 11-2531
- การติดตั้ง
  - ก. ให้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้เมื่อมีการติดตั้งท่อเรียบร้อยแล้ว
  - ข. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อต้องใช้อุปกรณ์ช่วย ซึ่งออกแบบให้ใช้เฉพาะงานดึงสายไฟฟ้า



- ค. การติดตั้งหรือออสายไฟฟ้าไม่ว่าในกรณีใดๆ ต้องมีรัศมีมีความโค้งไม่น้อยกว่าข้อกำหนดใน วสท 2001-45 และประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยทางไฟฟ้า
- ง. การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า ให้กระทำได้ภายในกล่องต่อแยกสายไฟฟ้าเท่านั้น ห้ามต่อในช่องท่อโดยเด็ดขาด

- การทดสอบ

ให้ทดสอบค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้างดังนี้.-

- ก. ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ต่างๆ ทั้งสองทาง แล้ววัดค่าความต้านทานของฉนวนไม่น้อยกว่า 0.5 เมกกะโอห์ม ในทุกๆ กรณี
- ข. การวัดค่าของฉนวนที่กล่าว ต้องใช้เครื่องมือที่จ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 500 โวลต์ และวัดเป็นเวลา 30 วินาที ต่อเนื่องกัน

#### 4.6 ท่อร้อยสายไฟฟ้า

ท่อร้อยสายไฟฟ้าตามลักษณะความเหมาะสมในการใช้งาน ต้องเป็นท่อโลหะตามมาตรฐาน ANSI ชูบป้องกันสนิมโดยวิธี Hot-Dip Galvanized ซึ่งผลิตขึ้นเพื่อใช้งานร้อยสายไฟฟ้าโดยเฉพาะดังต่อไปนี้.-

- ก. ท่อโลหะชนิดบาง (Electrical Metallic Tubing: EMT) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานในกรณีที่ติดตั้งลอยหรือซ่อนในฝ้าเพดาน การติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามกำหนดใน วสท 2001-45
- ข. ท่อโลหะชนิดหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit: IMC) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียวกับท่อโลหะบาง และติดตั้งฝังในคอนกรีตได้ แต่ห้ามใช้ในสถานที่ อันตรายตามกำหนดใน วสท 2001-45
- ค. อุปกรณ์ประกอบการเดินท่อ ได้แก่ Coupling, Connector, Lock Nut, Bushing และ Service Entrance Cap ต่างๆ ต้องเหมาะสมกับสภาพและสถานที่ใช้งาน
- ง. การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้.-
  - ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อก่อนทำการติดตั้ง
  - การติดตั้งท่อต้องไม่ทำให้ท่อเสียรูปทรงและรัศมีมีความโค้งของการติดตั้งต้องเป็นไปตามกำหนดของ NEC
  - ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ ทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร
  - ท่อแต่ละส่วนหรือท่อแต่ละระยะต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อน จึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะที่กำลังติดตั้งท่อนั้น
  - การเดินท่อในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC Article 500 ต้องมีอุปกรณ์ประกอบพิเศษ เหมาะสมกับแต่ละสภาพและสถานที่
  - การใช้ท่ออ่อนต้องใช้ความยาวไม่น้อยกว่า 0.3 เมตร
  - แนวการติดตั้งท่อต้องเป็นแนวขนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคารเสมอ หากมีอุปสรรคจนทำให้ไม่สามารถติดตั้งท่อตามแนวดังกล่าวได้ให้ปรึกษากับผู้ควบคุมงานเป็นแต่ละกรณีไป





#### 4.7 Wireways

- ก. Wireways ต้องพับขึ้นจากเหล็กแผ่นที่มีความหนาไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบพร้อมฝาครอบปิดผ่าน การ ป้องกันสนิมโดยวิธีชุบ Electro-Galvanized พร้อมพ่นสีทับหรือแผ่นเหล็ก Aluzinc
- ข. การติดตั้งใช้งาน Wireways ต้องเป็นไปตาม วสท 2001-45 NEC Article 300 และต้องยึดกับ โครงสร้างอาคารทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร
- ค. ภายใน Wireways ต้องมี Cable Support ทุกระยะ 50 เซนติเมตร

#### 4.8 กล่องต่อสาย

กล่องต่อสายในที่นี้ให้รวมถึง กล่องพักพักสายหรือกล่องดึงสาย (Pull Box) ตามกำหนดใน วสท 2001-45 หรือ NEC Article 370 รายละเอียดของกล่องต่อสายต้องเป็นไปตามกำหนดดังต่อไปนี้-

- ก. กล่องต่อสายมาตรฐานโดยทั่วไป ต้องเป็นเหล็กมีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธี ป้องกันสนิมด้วยการชุบ Galvanized พร้อมพ่นสีทับหรือในแผ่นเหล็ก Aluzinc และกล่องต่อ สายชนิดกันน้ำ ต้องผลิตจากเหล็กหล่อหรืออลูมิเนียมหล่อที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.4 มิลลิเมตร
- ข. กล่องต่อสายที่มีปริมาตรใหญ่กว่า 100 ลูกบาศก์นิ้ว ต้องพับขึ้นจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อย กว่า 1.5 มิลลิเมตร ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของกล่องต่อการใช้งาน ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม ด้วยการชุบ Galvanized หรือใช้แผ่นเหล็ก Aluzinc และกล่องแบบกันน้ำต้องมี กรรมวิธีที่ดี
- ค. ขนาดของกล่องต่อสาย ขึ้นอยู่กับขนาด จำนวนของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้าและออกกล่องนั้นๆ และ ขึ้นกับขนาดจำนวนท่อร้อยสายหรืออุปกรณ์เดินสายอื่นๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีการโค้งงอของ สายตามกำหนดใน วสท 2001-45 หรือ NEC Article 373
- ง. กล่องต่อสายทุกชนิดและทุกขนาดต้องมีฝาปิดที่เหมาะสม
- จ. การติดตั้งกล่องต่อสาย ต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ และกล่องต่อสาย สำหรับแต่ละระบบให้มีรหัสสีทากภายในและที่ฝากล่องให้เห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งของกล่องต่อสาย ต้องติดตั้งอยู่ในที่ซึ่งเข้าถึงและทำงานได้สะดวก

#### 4.9 ตัวอย่างรายการอุปกรณ์มาตรฐาน

- |                      |   |
|----------------------|---|
| - LV Switchboard     | : ASEFA , SMD , TIC , SCI                           |
| - LV Circuit Breaker | : Schneider , Square-D , Siemens , G.E.             |
| - สายไฟฟ้า           | : Phelps Dodge , Bangkok Cable , Thai Yazaki        |
| - ท่อไฟฟ้า           | : Panasonic , TAS , RSI                             |
| - Universal Metering | : Schneider , Iskra , Crompton Ins , MKS Technology |

#### 5. เงื่อนไขอื่นๆ

5.1 ในกรณีที่รายละเอียดนี้มิได้กำหนดไว้หากแต่เพื่อให้การทำงานของระบบสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ให้ผู้รับจ้างเสนอ รายละเอียดเพิ่มเติมให้กับผู้ว่าจ้าง

5.2 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบและยินยอมชดเชยค่าเสียหายหรือซ่อมแซมทรัพย์สินของผู้ว่าจ้างที่เกิดความเสียหายหรือสูญหายซึ่งพิสูจน์ได้ว่าเป็นการกระทำของผู้รับจ้างหรือลูกจ้างของผู้รับจ้างด้วย



5.3 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบและให้ความคุ้มครองคนงานหรือลูกจ้างของผู้รับจ้างที่ทำงานกับผู้รับจ้างเกี่ยวกับสิทธิอันพึงได้ตามกฎหมายแรงงานด้วยไม่เรียกร้องเอาจากผู้ว่าจ้างอีก

5.4 ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการติดตั้งโดยไม่ให้เกิดผลกระทบต่อระบบโดยรวม องค์การพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ เปิดทำการวันจันทร์ - วันอาทิตย์ เวลา 08.30-17.30 น. \*\*\* ในระหว่างการดำเนินการติดตั้งระบบเครื่องทำน้ำเย็นต้องสามารถใช้งานได้ในเวลาทำงานปกติของ อพ.

