

## รายละเอียดทั่วไปงานคลังทาวเวอร์ ระบบปรับอากาศตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี

### ๑. ความเป็นมา

เนื่องจากคลังทาวเวอร์ระบบปรับอากาศที่มีอยู่เดิมนั้นมีอายุการใช้งานเป็นเวลานาน ระบบปรับอากาศมีความจำเป็นต้องรองรับรับงานสำคัญต่างๆของมหาวิทยาลัย เช่น งานพิธีพระราชทานปริญญาบัตร งานปฐมนิเทศนักศึกษา งานสถาปนามหาวิทยาลัยและรองรับการใช้งานอบรมนักศึกษาตลอด ๒๔ ชั่วโมง จึงทำให้อุปกรณ์หลายส่วนเสื่อมสภาพหากใช้งานต่อไปจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาและซ่อมแซม สูงขึ้น และสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า

### ๒. วัตถุประสงค์

เพื่อปรับปรุงคลังทาวเวอร์ระบบปรับอากาศ ให้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ป้องกันความชำรุดบกพร่องที่จะเกิดขึ้น ลดความเสี่ยงกับอุปกรณ์ที่เสื่อมสภาพจากการใช้งาน ลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาและค่าซ่อมแซมที่เพิ่มสูงขึ้น

### ๓. คุณสมบัติผู้เสนอราคา

๓.๑ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตามคณะกรรมการนโยบายกำหนด (รายละเอียดระบุในเอกสารประกาศประกวดราคา/หนังสือเชิญชวน)

๓.๒ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องยื่นใบขึ้นทะเบียนผู้ประกอบการวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) (ถ้ามี)

๓.๓ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องประกอบกิจการดังกล่าวมาแล้วไม่น้อยกว่า ๕ ปี นับถึงวันยื่นข้อเสนอ

๓.๔ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องยื่นสำเนาเอกสารหนังสือรับรองในวันยื่นข้อเสนอ

๓.๕ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องจัดหาวิศวกรไฟฟ้าและเครื่องกลที่ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมระดับภาคีวิศวกรและเป็นพนักงานบริษัทฯ ที่มีความรู้ความสามารถเหมาะสมกับงานที่ได้รับมอบหมายตามมาตรฐานและทำงานถูกต้องตามหลักวิชาการ ทั้งนี้ต้องยื่นเอกสารรับรองการผ่านงาน วุฒิการศึกษา ใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม และต้องมีประสบการณ์ไม่น้อยกว่า ๓ ปี โดยผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องยื่นสำเนาเอกสารและเซ็นรับรองในวันยื่นข้อเสนอ

๓.๖ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องจัดหาวิศวกรผู้รับผิดชอบโครงการของผู้รับจ้าง ต้องเป็นวิศวกรที่ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม ระดับสามัญวิศวกรเครื่องกล โดยได้รับใบอนุญาตมาเป็นเวลาไม่น้อยกว่า ๕ ปีและเป็นพนักงานของบริษัทฯ เพื่อควบคุมดูแลการติดตั้งระบบปรับอากาศให้เป็นไปตามหลักวิศวกรรมโดยผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องยื่นสำเนาเอกสารและเซ็นรับรองในวันยื่นข้อเสนอ

๓.๗ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีผลงานขายติดตั้งซ่อมแซมและบำรุงรักษาระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ประเภทเดียวกันกับงานที่ประกวดราคาจัดจ้างด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์ ในวงเงินไม่น้อยกว่า ๘๐๐,๐๐๐.- บาท (แปดแสนบาทถ้วน) ในสัญญาฉบับเดียวกัน และเป็นผลงานที่เป็นคู่สัญญาโดยตรงกับส่วนราชการ หรือหน่วยงานอื่นที่มีกฎหมายบัญญัติให้มีฐานะเป็นราชการบริหารส่วนท้องถิ่น รัฐวิสาหกิจ หรือหน่วยงานเอกชนที่

มหาวิทยาลัยเชื่อถือที่ผ่านมาไม่เกิน ๕ ปี และให้ผู้เสนอราคาจะต้องยื่นเอกสารสำเนาหนังสือรับรองผลงานและสำเนาหนังสือคู่สัญญาที่เป็นผลงานเดียวกันในวันยื่นข้อเสนอ

๓.๘ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องจัดทำเอกสารตารางเปรียบเทียบรายละเอียดคุณลักษณะทางเทคนิคที่กำหนดทั้งหมดกับรายละเอียดที่บริษัทเสนอ โดยระบุ รุ่น ยี่ห้อของคุลิ่งทาวเวอร์และอุปกรณ์ประกอบเบื้องต้น พร้อมแนบแคตตาล็อก และต้องขีดเส้นใต้ระบุหมายเลขข้อที่อ้างอิงให้ชัดเจน โดยผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องยื่นสำเนาเอกสารและเซ็นรับรองในวันยื่นข้อเสนอ

#### ๔. รายละเอียดการจัดหาพัสดุ

ตามรายละเอียดในเอกสารแนบท้ายเอกสารประกวดราคางานคุลิ่งทาวเวอร์ ระบบปรับอากาศ ต่าบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี

#### ๕. ระยะเวลาส่งมอบงาน

ภายใน ๑๘๐ วันนับถัดจากวันลงนามในสัญญา

#### ๖. เอกสารหลักฐานเพิ่มเติมที่ต้องยื่น ณ. วันยื่นข้อเสนอ

๖.๑ เอกสารนิติบุคคลที่ประกอบอาชีพด้านระบบปรับอากาศขนาดใหญ่แบบซิลเลอร์มาแล้วไม่น้อยกว่า ๕ ปี นับถึงวันยื่นข้อเสนอ

๖.๒ หนังสือการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องยื่นสำเนาเอกสารหนังสือรับรองในวันยื่นข้อเสนอ

๖.๓ เอกสารวิศวกรไฟฟ้าและวิศวกรเครื่องกลที่ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมระดับภาคีวิศวกรและเป็นพนักงานบริษัท ที่มีความรู้ความสามารถเหมาะสมกับงานที่ได้รับมอบหมายตามมาตรฐานและทำงานถูกต้องตามหลักวิชาการ ทั้งนี้ต้องยื่นเอกสารรับรองการผ่านงาน วุฒิการศึกษา ใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม และต้องมีประสบการณ์ไม่น้อยกว่า ๓ ปี โดยผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องยื่นสำเนาเอกสารและเซ็นรับรองในวันยื่นข้อเสนอ

๖.๔ เอกสารวิศวกรเครื่องกลที่ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม ระดับสามัญวิศวกร โดยได้รับใบอนุญาตมาเป็นเวลาไม่น้อยกว่า ๕ ปีและเป็นพนักงานของบริษัทฯ เพื่อควบคุมดูแลการติดตั้งระบบปรับอากาศให้เป็นไปตามหลักวิศวกรรมโดยผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องยื่นสำเนาเอกสารและเซ็นรับรองในวันยื่นข้อเสนอ

๖.๕ เอกสารผลงานขายติดตั้งซ่อมแซมและบำรุงรักษาระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ ประเภทเดียวกันกับงานที่ประกวดราคาจัดจ้างด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์ ในวงเงินไม่น้อยกว่า ๘๐๐,๐๐๐.-บาท (แปดแสนบาทถ้วน) ในสัญญาฉบับเดียวกัน และเป็นผลงานที่เป็นคู่สัญญาโดยตรงกับส่วนราชการ หรือหน่วยงานอื่นที่มีกฎหมายบัญญัติให้มีฐานะเป็นราชการบริหารส่วนท้องถิ่น รัฐวิสาหกิจ หรือหน่วยงานเอกชนที่มหาวิทยาลัยเชื่อถือที่ผ่านมาไม่เกิน ๕ ปี และให้ผู้เสนอราคาจะต้องยื่นเอกสารสำเนาหนังสือรับรองผลงานและสำเนาหนังสือคู่สัญญาที่เป็นผลงานเดียวกันในวันยื่นข้อเสนอ

๖.๕ เอกสารตารางเปรียบเทียบรายละเอียดคุณลักษณะทางเทคนิคที่กำหนดทั้งหมดกับรายละเอียดที่บริษัทเสนอ โดยระบุ รุ่น ยี่ห้อของคู่มือทาวเวอร์และอุปกรณ์ประกอบเบื้องต้น พร้อมแนบแคตตาล็อก และต้องขีดเส้นใต้ระบุหมายเลขข้อที่อ้างอิงให้ชัดเจน โดยผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องยื่นสำเนาเอกสารและเซ็นรับรองในวันยื่นข้อเสนอ

๖.๖ เอกสารใบขึ้นทะเบียนผู้ประกอบการวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) (ถ้ามี)

## ๗. หลักเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

ใช้เกณฑ์ราคา

## ๘. วงเงินในการจัดจ้าง

๑,๘๐๐,๐๐๐ บาท (หนึ่งล้านแปดแสนบาทถ้วน)

## ๙. งวดงาน – งวดเงิน

๑ งวดงาน ๑ งวดเงิน

## ๑๐. อัตราค่าปรับ

ค่าปรับเป็นรายวันเป็นจำนวนเงินตายตัวในอัตราร้อยละ ๐.๒๐ ของราคาค่าพัสดุนั้น แต่จะต้องไม่ต่ำกว่าวันละ ๑๐๐ บาท

## หมายเหตุ

ประชาชนผู้สนใจสามารถพิจารณาขอซื้อคิดเห็น หรือข้อเสนอแนะ เกี่ยวกับร่างขอบเขตของงานนี้ (Terms of Reference : TOR) เป็นลายลักษณ์อักษร โดยทางไปรษณีย์ตอบรับด่วนพิเศษ (EMS) ส่งไปที่ กองพัสดุ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช เลขที่ ๙/๙ หมู่ ๙ ถนนแจ้งวัฒนะ ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี ๑๑๑๒๐ หรือทางโทรสารหมายเลข ๐-๒๕๐๓-๒๕๔๘ หรือทาง E-mail: pm.proffice@stou.ac.th โดยระบุชื่อ ที่อยู่ หมายเลขโทรศัพท์ที่สามารถติดต่อได้

## รายละเอียดขอบเขตงานคลังทาวเวอร์ ระบบปรับอากาศตำบลบางพูด

### อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี

#### ก. รายการทั่วไป

##### 1. ข้อกำหนดทั่วไป

โครงการงานคลังทาวเวอร์ ระบบปรับอากาศตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี มีความประสงค์จะจัดซื้อปรับปรุงคลังทาวเวอร์ระบบปรับอากาศจำนวน 1 งาน ดังที่ได้ระบุไว้ในแบบรูปและรายละเอียดประกอบแบบดังต่อไปนี้

ความมุ่งหมายของแบบรูปและรายละเอียดประกอบแบบที่จะกล่าวดังต่อไปนี้เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ขายเสนอราคาในการรื้อถอนระบบเครื่องปรับอากาศเดิมและส่วนควบ การติดตั้งระบบเครื่องปรับอากาศ พร้อมทั้งอุปกรณ์รวมทั้งการทดสอบปรับแต่งระบบตลอดจนการเตรียมการเพื่อการฝึกอบรมการใช้งาน ของระบบปรับอากาศให้เรียบร้อยและใช้งานตามงานวิศวกรรมระบบปรับอากาศได้ดีสำหรับอุปกรณ์และรายละเอียดอื่นๆที่ไม่ได้แสดงในแบบหรือระบุไว้ในรายการหากเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อจะได้มาซึ่งระบบการทำงานของเครื่องปรับอากาศที่สมบูรณ์แล้ว ผู้ขายจะต้องดำเนินการให้แล้วเสร็จเรียบร้อยครบถ้วนตามหลักวิชาการ และหลักวิศวกรรมให้สามารถใช้งานได้ตามสัญญา

รายการประกอบแบบของระบบฉบับนี้เป็นรายการมาตรฐานที่ได้รวบรวมรายละเอียดของงานตามสัญญาไว้ เพื่อเป็นแนวทางและข้อกำหนดในการจัดหา และติดตั้งอุปกรณ์เครื่องประกอบต่างๆ ของงานให้เป็นไปอย่างถูกต้องอันเป็นวัตถุประสงค์ของผู้ว่าจ้าง ซึ่งผู้ขายจะต้องศึกษา แบบแปลน แผนผัง และรายละเอียดอื่น ๆ ของงานที่ใช้ประกอบสัญญาอย่างถี่ถ้วน ถ้าหากมีปัญหาหรือข้อขัดข้องใด ๆ เกี่ยวกับแบบรูปและรายละเอียดประกอบแบบฯ ผู้ขายจะต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบก่อนการลงนามในสัญญา มิฉะนั้นผู้ว่าจ้างจะถือว่าผู้ขายได้ศึกษาราคาแบบรูปและรายละเอียดประกอบแบบฯ ครบถ้วนสมบูรณ์เรียบร้อยแล้ว โดยผู้ขายจะต้องดำเนินการให้แล้วเสร็จเรียบร้อยครบถ้วนจนใช้งานได้ตามสัญญา

##### 2. ขอบเขตของงาน

- 2.1. ผู้ขายจะต้องเป็นผู้จัดหาแรงงาน วัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งระบบปรับอากาศ ทั้งนี้รวมถึงการขนส่งเครื่องจักรอุปกรณ์ตลอดจนเครื่องมือเครื่องใช้ที่จำเป็น สำหรับการติดตั้งระบบปรับอากาศและอุปกรณ์ส่วนควบปรับอากาศ และอุปกรณ์ต่าง ๆ รวมทั้งการทำการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ และอุปกรณ์ให้แล้วเสร็จตามกำหนด และทำการทดสอบเครื่องปรับอากาศและอุปกรณ์ทุกชิ้นจนใช้งานได้เรียบร้อยสมบูรณ์เป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิต ผู้ขายต้องทำการปรับ

- ปริมาณลมของห้องต่าง ๆ และปรับปริมาณน้ำเย็นที่ไหลเข้าเครื่องเป่าลมเย็นให้มีปริมาณถูกต้องตามหลักวิศวกรรมให้สามารถใช้งานได้โดยอ้างอิงมาตรฐานระบบปรับอากาศและระบายอากาศของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย สมบูรณ์และถูกต้องตามความประสงค์ของมหาวิทยาลัย
- 2.2. ผู้ขายจะต้องรับผิดชอบต่อวัสดุอุปกรณ์งานระบบปรับอากาศที่ยังไม่ได้ส่งมอบแก่ผู้ว่าจ้าง จะยังคงเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้ขายซึ่งจะต้องรับผิดชอบต่อการสูญหาย ความเสื่อมสภาพ สภาพความไม่สมบูรณ์แบบหรือถูกทำลายจนกว่าจะมอบงานที่แล้วเสร็จสมบูรณ์แก่ผู้ว่าจ้าง นอกจากนี้ผู้ขายจะต้องระมัดระวังความปลอดภัยทั้งในด้านชีวิตและทรัพย์สินรวมทั้งป้องกันอัคคีภัยความเสียหายต่างๆ ซึ่งมีสาเหตุเกิดมาจากการปฏิบัติงานของผู้ขาย ผู้ขายจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบเองทั้งสิ้น
  - 2.3. ในกรณีที่เกิดข้อขัดแย้งปรากฏในแบบรูปและรายการประกอบแบบหรือมีการขัดแย้งระหว่างแบบรูปสถาปัตยกรรมและ/หรือวิศวกรรมอื่นๆหรือในแบบมีรายละเอียดระบุไว้ไม่ครบสมบูรณ์ให้ผู้ขายเป็นผู้ดำเนินการรับผิดชอบผู้จัดหาและติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมให้ครบถ้วนเรียบร้อย โดยเป็นค่าใช้จ่ายของผู้ขายเองทั้งหมด
  - 2.4. การติดต่อดำเนินการและค่าธรรมเนียม ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ผู้ขายเป็นผู้ติดต่อประสานงานกับมหาวิทยาลัยและหน่วยงานภายนอกที่เกี่ยวข้องกับงานจ้างนี้ เพื่อให้ได้มาซึ่งความสมบูรณ์ของระบบประกอบอาคารนั้น สำหรับใช้ในโครงการโดยค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ในการติดต่อดำเนินการรวมถึงค่าธรรมเนียมและค่าดำเนินการโดยมหาวิทยาลัยที่ถูกเรียกเก็บ ผู้ขายเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น
  - 2.5. ตำแหน่งของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่แสดงไว้ในแบบรูปรายการข้อกำหนดในเบื้องต้นเป็นตำแหน่ง ซึ่งอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขได้ตามความเหมาะสมตามหลักวิศวกรรม โดยผ่านความเห็นชอบของผู้ควบคุมงานและวิศวกรผู้ออกแบบ
  - 2.6. การอนุมัติการติดตั้งหรืออุปกรณ์ที่ให้ใช้ได้ โดยวิศวกรผู้ว่าจ้างหรือควบคุมงานนั้นไม่ทำให้ผู้ขายสิ้นสุดความรับผิดชอบที่จะต้องปฏิบัติตามแบบและข้อกำหนดเพื่อให้ได้ผลงานตามวัตถุประสงค์ของมหาวิทยาลัย
  - 2.7. ผู้ขายจะต้องทำการปรับปรุงระบบปรับอากาศให้เป็นไปตามมาตรฐานวิศวกรรมระบบปรับอากาศหรือมาตรฐานผู้ผลิตซึ่งสอดคล้องตามมาตรฐานระบบปรับอากาศและระบายอากาศของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ปรับแต่งอุปกรณ์ทั้งหมดในระบบปรับอากาศและอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดให้เหมาะสมกับสภาพใช้งาน
  - 2.8. ผู้ขายจะต้องเป็นเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือตัวแทนจำหน่ายโดยตรงและมีหนังสือแต่งตั้งเป็นทางการจากเจ้าของผลิตภัณฑ์พร้อมหนังสือรับรองจากบริษัทผู้ผลิตในการดูแลบำรุงรักษาหลังจากหมดระยะรับประกันให้กับทางมหาวิทยาลัย

### 3. สถาบันมาตรฐานที่ใช้ในงาน

ถ้ามีได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น มาตรฐานทั่วไปของวัสดุอุปกรณ์การประกอบการติดตั้งที่ระบุไว้ในแบบ และรายละเอียดประกอบแบบ เพื่อใช้อ้างอิงสำหรับงานตามสัญญาในโครงการนี้ให้ถือตามมาตรฐานของ สถาบันที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

- สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย AIR CONDITIONING ENGINEERS ASSOCIATION OF THAILAND (ACAT)
- สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ENGINEERING INSTITUTE OF THAILAND (EIT)
- AMERICAN SOCIETY OF HEATING REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS (ASHRAE)
- AIR CONDITIONING AND REFRIGERATION INSTITUTE (ARI)
- SHEET METAL AND CONDITIONING CONTRACTORS NATIONAL ASSOCIATION, INC. (SMACNA)
- AIR MOVEMENT AND CONTROLS ASSOCIATION (AMCA)
- UNDERWRITERS LABORATORIES, INC. (UL)
- AMERICAN SOCIETY OF TESTING MATERIALS (ASTM)
- THAILAND INDUSTRIAL STANDARD (TIS)
- AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE (ANSI)
- NATIONAL FIRE CODE (NFC)
- NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA)
- JAPAN INDUSTRIAL STANDARD (JIS)
- BRITISH STANDARD (BS)
- NATIONAL ELECTRIC CODE (NEC)
- NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION (NEMA)
- มาตรฐานไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง (MEA)

### 4. อุปกรณ์และเครื่องประกอบ

- 4.1. อุปกรณ์และเครื่องประกอบที่นำมาติดตั้งจะต้องเป็นของใหม่ทั้งหมด ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัทที่เชื่อถือได้ หรือผลิตภัณฑ์ที่ระบุไว้ในแบบหรือรายการประกอบ และได้รับ

การตรวจรับรองคุณภาพจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของกระทรวงอุตสาหกรรม หรือสถาบันมาตรฐานสากล

- 4.2. อุปกรณ์และเครื่องประกอบที่ใช้ในการติดตั้งทั้งหมดนี้ จะต้องปรากฏชื่อผู้ผลิต เครื่องหมายการค้า หรือเครื่องหมายใด ๆ ที่แสดงถึงการเป็นเจ้าของต่อผลิตภัณฑ์นั้น ๆ โดยถูกต้องตามกฎหมาย พร้อมทั้งมีรายละเอียดเกี่ยวกับขีดความสามารถต่าง ๆ ระบุไว้อย่างชัดเจน

## 5. ความรับผิดชอบ

### 5.1. การสำรวจบริเวณสถานที่ปรับปรุง

ผู้ขายต้องดำเนินการสำรวจตรวจสอบสถานที่ปรับปรุงก่อนดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์ส่วนควบสำหรับการติดตั้งระบบปรับอากาศ ทั้งนี้เพื่อศึกษาให้เข้าใจถึงลักษณะและสภาพทั่วไป ข้อจำกัดในประการต่าง ๆ ภายในบริเวณหรือขอบเขตของบริเวณพื้นที่สิ่งก่อสร้างที่มีอยู่ สาธารณูปโภคต่าง ๆ มีความเข้าใจเป็นอย่างดีไม่ว่ากรณีใด ๆ ก็ตาม ผู้ขายจะยกข้ออ้างถึงการที่ตนไม่ทราบข้อเท็จจริงหรือข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้นเพื่อประโยชน์ใดๆของตนเองมิได้

### 5.2. การปิดกั้นพื้นที่ปรับปรุง

ผู้ขายต้องดำเนินการปิดกั้นพื้นที่โดยรอบบริเวณที่ปรับปรุงและพื้นที่จัดเก็บวัสดุอุปกรณ์ส่วนควบที่เกี่ยวข้องในระบบปรับอากาศที่ทำการรื้อถอนออกมาจากงานปรับปรุงดังกล่าวตามที่มหาวิทยาลัยกำหนด พร้อมจัดทำบัญชีรายการแยกส่วนประกอบต่างๆโดยละเอียด

### 5.3. การตรวจสอบรูปแบบรายการ และข้อกำหนด

- (1) ผู้ขายต้องตรวจสอบรูปแบบรายการและข้อกำหนดต่าง ๆ จนเข้าใจถึงเงื่อนไขต่าง ๆ โดยละเอียด เมื่อมีข้อสงสัย หรือพบเห็นปัญหาให้สอบถามผู้คุมงานเป็นลายลักษณ์อักษร
- (2) ผู้ขายต้องตรวจสอบรายละเอียดจากแบบสถาปัตยกรรม และงานวิศวกรรมโครงสร้างรวมทั้งระบบวิศวกรรมอื่นๆที่เกี่ยวข้องพร้อมไปกับแบบวิศวกรรมสาขาอื่น ๆ ที่ปรากฏในโครงการนี้ ก่อนการติดตั้งวัสดุอุปกรณ์เสมอ เพื่อลดข้อโต้แย้งที่อาจปรากฏขึ้นมาก่อนหรือระหว่างการติดตั้งปรับปรุง

## 6. วิศวกรโครงการและผู้ปฏิบัติงาน

- 6.1 ผู้ขายต้องจัดหาวิศวกรไฟฟ้าและวิศวกรเครื่องกลที่ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมประเภทภาควิศวกรและเป็นพนักงานบริษัทที่มีประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 3 ปี ความสามารถที่เหมาะสมกับงานที่ได้รับมอบหมายและหัวหน้าช่าง และช่างที่ชำนาญงานเท่านั้น เข้ามาปฏิบัติงานให้เป็นตาม

แผนงานและมาตรฐานการปฏิบัติงานและทำงานที่ต้องตามหลักวิชาการและมีจำนวนเพียงพอสำหรับการปฏิบัติงานได้ทันที และสามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้วเสร็จตามกำหนด

- 6.2 ผู้ขายต้องจัดหาวิศวกรไฟฟ้าประเภทสามัญวิศวกร เป็นผู้รับผิดชอบโครงการของผู้ขาย ในการดำเนินงาน และควบคุมการติดตั้งให้เป็นตามแบบไฟฟ้าที่มีประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 10 ปี รายการและข้อกำหนดให้ถูกต้องตามหลักวิชาและวิธีปฏิบัติ ซึ่งเป็นที่ยอมรับการลงนามในเอกสารขณะปฏิบัติงานจะถือเป็นความผูกพันของผู้ขายไม่ว่ากรณีใด ๆ
- 6.3 ผู้ขายต้องจัดหาวิศวกรเครื่องกลประเภทสามัญวิศวกร เป็นผู้รับผิดชอบโครงการของผู้ขาย ในการดำเนินงานและควบคุมการติดตั้งให้เป็นตามแบบเครื่องกลที่มีประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 10 ปี รายการและข้อกำหนดให้ถูกต้องตามหลักวิชาและวิธีปฏิบัติ ซึ่งเป็นที่ยอมรับการลงนามในเอกสารขณะปฏิบัติงานจะถือเป็นความผูกพันของผู้ขายไม่ว่ากรณีใด ๆ
- 6.4 มหาวิทยาลัยสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้ผู้ขายเปลี่ยนวิศวกรโครงการและผู้ปฏิบัติงาน ที่เห็นว่าความรับผิดชอบต่องานไม่มีประสิทธิภาพหรือปฏิบัติงานบกพร่อง ที่ไม่สามารถปฏิบัติงานตามวัตถุประสงค์ของสัญญา
- 6.5 ผู้ขายต้องเสนอชื่อประวัติและผลงานของวิศวกรและหัวหน้าช่างทุกคน พร้อมทั้งตำแหน่งหน้าที่ในการปฏิบัติงานโครงการให้มหาวิทยาลัยพิจารณาอนุมัติก่อนเริ่มโครงการ
- 6.6 ผู้ขายต้องเสนอชื่อประวัติและผลงานของเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานวิชาชีพ (Safety Officer) ซึ่งมีหน้าที่ในการคอยดูแลและป้องกันไม่ให้เกิดอุบัติเหตุจากการทำงาน
- 6.7 ผู้ขายต้องจัดหาช่างไฟฟ้าที่มีความรู้ความสามารถตามประกาศกระทรวงแรงงานเรื่องกำหนดสาขาอาชีพที่อาจเป็นอันตรายต่อสาธารณะ ที่ได้รับหนังสือรับรองและใบอนุญาต

## 7 การจัดหาน้ำประปา หรือไฟฟ้า ฯลฯ เพื่อใช้ระหว่างปรับปรุง

- 7.1 ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ผู้ขายต้องเป็นผู้ติดตั้งมิเตอร์น้ำประปาและมิเตอร์ไฟฟ้าชั่วคราว สำหรับใช้ในส่วนทั่วไปเช่นการทดสอบประสิทธิภาพการติดตั้ง การทดสอบและปรับแต่งระบบโดยตลอดระยะเวลา ผู้ขายต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นในระหว่างดำเนินการตามสัญญา

## 8 การเสนอรายละเอียด วัสดุอุปกรณ์ เพื่อขออนุมัติ

- 8.1 ผู้ขายต้องจัดทำรายละเอียด วัสดุอุปกรณ์ เสนอมหาวิทยาลัยเพื่ออนุมัติก่อนการสั่งซื้ออย่างน้อย 15 - 30 วันทำการล่วงหน้า รายการใดที่ไม่อนุมัติห้ามนำเข้ามายังบริเวณมหาวิทยาลัยโดยเด็ดขาด
- 8.2 ผู้ขายจะต้องทำการจัดส่งรายละเอียดของอุปกรณ์ และหรือตัวอย่างอุปกรณ์ทุกชนิด ที่จะใช้ติดตั้งในอาคารสถานที่ก่อสร้างเพื่ออนุมัติ โดยรายละเอียดของอุปกรณ์ที่จัดส่งมาของอนุมัติ จะต้องระบุบริษัทผู้ผลิต ชื่อผลิตภัณฑ์และรุ่น (MODEL) , แคตตาล็อก (CATALOG), ข้อมูลแผงวงจรไฟฟ้าและข้อมูล

ประกอบทางด้านเทคนิค (TECHNICAL INFORMATION) โดยรวมถึงอุปกรณ์ส่วนควบอื่นๆเช่นระบบไฟฟ้า ฯลฯ เป็นต้น สำหรับอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ผู้ขายจะต้องเร่งรัดดำเนินการตามแผนการเพื่ออนุมัติติดตั้ง ผู้ขายจะต้องรับผิดชอบต่อการสั่งซื้อวัสดุอุปกรณ์จากต่างประเทศเพื่อไม่ให้เกิดความล่าช้า ผู้รับผิดชอบต้องจัดแผนเตรียมการเพื่อให้เกิดการมีประสิทธิภาพ

- 8.3 ตัวอย่างอุปกรณ์เพื่อให้การขออนุมัติใช้งาน ผู้ขายต้องนำตัวอย่างของวัสดุอุปกรณ์อย่างน้อย 1 ชุด เสนอผ่านผู้ควบคุมงานมาประกอบการพิจารณาเพื่อขออนุมัติ โดยตัวอย่างอุปกรณ์ที่จัดส่งมาให้ต้องตรงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ผู้ผลิตทุกประการ โดยผู้ขายและวิศวกรผู้รับผิดชอบลงลายมือชื่อรับรองเอกสาร
- 8.4 ผู้ขายต้องประทับตราเครื่องหมายชื่อบริษัทหรือลงชื่อกำกับเอกสารทุกชิ้นที่เสนอเพื่อขออนุมัติ
- 8.5 ผู้ขายต้องจัดทำเอกสารตารางเปรียบเทียบรายละเอียดคุณลักษณะทางเทคนิคที่กำหนดทั้งหมดกับรายละเอียดที่บริษัทเสนอ โดยระบุ รุ่น ยี่ห้อ และอุปกรณ์ประกอบเบื้องต้น พร้อมแนบแคตตาล็อก และต้องขีดเส้นใต้ระบุหมายเลขข้อที่อ้างอิงให้ชัดเจน
- 8.6 ผู้ขายต้องดำเนินการจัดทำ Shop Drawing เพื่อขออนุมัติคณะกรรมการโดยมีวิศวกรที่เกี่ยวข้องลงนามรับรอง รวมถึงแบบระบบต่างๆที่เกี่ยวข้องก่อนดำเนินการปรับปรุง

## 9 การทดสอบอุปกรณ์ประกอบและระบบปรับอากาศ

- 9.1 ผู้ขายต้องจัดทำตารางแผนงานโดยละเอียดพร้อมระบุกำหนดการสำหรับกรณีการทดสอบแบบแยกส่วน และการทดสอบระบบโดยรวม รวมทั้งจัดเตรียมเอกสารคู่มือการใช้งานจากผู้ผลิตเสนอผ่านผู้ควบคุมภายใน 15 วัน โดยผู้ขายจะต้องกำหนดนัดหมายบุคลากรผู้รับผิดชอบสำหรับการดำเนินการฝึกอบรม
- 9.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบและปรับแต่งระบบที่จำเป็นทั้งหมดผู้ขายต้องเป็นผู้จัดหาทั้งหมด
- 9.3 ผู้ขายต้องทำการทดสอบเครื่องอุปกรณ์ประกอบและระบบปรับอากาศและข้อกำหนดของผู้ผลิต โดยเจ้าหน้าที่ของมหาวิทยาลัย อยู่ร่วมขณะดำเนินการทดสอบด้วย

## 10 การส่งมอบงาน

- 10.1 ผู้ขายจะต้องจัดเตรียมการทดสอบและปรับแต่งให้เป็นไปตามรายการการทดสอบมาตรฐานทั้งส่วนของการติดตั้งและการทดสอบประสิทธิภาพการใช้งาน (COMMISSIONING TEST) และการทดสอบสถานการณ์ต่างๆ (SIMULATION TESTING) รวมทั้งจัดทำรายการตรวจสอบ (CHECKLISTS) ตามเกณฑ์กำหนดมาตรฐานและการทดสอบการใช้งานเต็มสมรรถนะ (FULL LOAD CAPACITY) ในช่วงเวลา 24 -48 ชั่วโมงต่อเนื่องติดต่อกัน
- 10.2 ผู้ขายต้องทำการทดสอบเครื่องอุปกรณ์ประกอบและระบบปรับอากาศให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของสัญญา

10.3 รายการสิ่งของต่าง ๆ ที่ผู้ขายส่งมอบให้แก่มหาวิทยาลัย ในวันส่งมอบงานซึ่งถือเป็นส่วนหนึ่งของการตรวจรับมอบงานด้วยคือ

- แบบก่อสร้างจริง (AS-Built) ขนาด A3 จำนวน 3 ชุด
- แบบก่อสร้างจริง (AS-Built) ขนาด A1 จำนวน 3 ชุด
- ไฟล์งานแบบสร้างจริง (AUTOCAD FILE) และไฟล์อื่นๆที่เกี่ยวข้องกับงานปรับปรุงในรูปแบบ External harddisk ขนาดไม่น้อยกว่า 1 TB จำนวน 2 ชุด
- คู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์ จำนวน 3 ชุด
- เครื่องมือพร้อมอุปกรณ์เฉพาะสำหรับการปรับแต่ง ดูแลบำรุงรักษาเครื่องจักร อุปกรณ์ระบบปรับอากาศตามมาตรฐานผู้ผลิต
- รายการอะไหล่ต่าง ๆ การกำหนดรายละเอียดเรื่อง SPARE PART และ/หรือ WEAR PART ตามมาตรฐานผู้ผลิตข้อกำหนด (SPARE PART LIST)
- หนังสือรับรองการติดตั้ง

10.4 ผู้ขายต้องจัดทำและส่งมอบรายละเอียดเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งเพื่อจัดทำสติกเกอร์กำหนดรหัสครุภัณฑ์ โดยผู้ขายต้องประสานรายละเอียดข้อมูลกับงานคลังพัสดุ กองพัสดุ เพื่อดำเนินการติดสติกเกอร์รหัสครุภัณฑ์ให้เรียบร้อยตามที่มหาวิทยาลัยกำหนด

## 11 การรับประกัน

- 11.1 หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ผู้ขายต้องรับประกันคุณภาพทั้งการประกอบติดตั้งของระบบปรับอากาศและอุปกรณ์ส่วนควบและคุณลักษณะของระบบปรับอากาศรวมส่วนควบอุปกรณ์ที่ได้ดำเนินการประกอบและการติดตั้งว่าใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามมาตรฐานผู้ผลิตเป็นระยะเวลา 1 ปี นับจากวันตรวจรับมอบงาน
- 11.2 ระหว่างระยะเวลาของการรับประกัน หากมหาวิทยาลัยตรวจพบว่าการดำเนินการติดตั้งไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของสัญญาอุปกรณ์ประกอบและระบบปรับอากาศที่ไม่ถูกต้องหรือมีคุณภาพต่ำกว่าตลอดจนงานติดตั้งไม่ถูกต้องหรือไม่เรียบร้อย ผู้ขายต้องเข้าตรวจสอบทันทีภายใน 1 วัน และดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไขให้ถูกต้องภายใน 7 วัน นับตั้งแต่วันที่ได้รับแจ้ง และหากผู้ขายไม่ดำเนินการ มหาวิทยาลัยรักษาสีตามสัญญา
- 11.3 ในกรณีที่เครื่องวัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ เกิดชำรุดเสียหายหรือเสื่อมคุณภาพ อันเนื่องมาจากข้อผิดพลาดของผู้ผลิตหรือการติดตั้งในระหว่างเวลาประกัน ผู้ขายต้องดำเนินการเปลี่ยน

ทดแทนใหม่อยู่ในองค์ประกอบของสภาพใช้งานที่มีประสิทธิภาพมีสมรรถนะการใช้งานที่เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิตทุกประการเช่นเดิมโดยมิชักช้า

- 11.4 ผู้ขายต้องดำเนินการโดยทันทีที่ได้รับแจ้งจากมหาวิทยาลัยให้ดำเนินการแก้ไข อุปกรณ์ประกอบและระบบปรับอากาศตามข้อกำหนดของสัญญาและการรับประกันภายหลังการติดตั้ง มิฉะนั้นมหาวิทยาลัยสงวนสิทธิ์ที่จะจัดหาผู้อื่นมาดำเนินการโดยค่าใช้จ่ายทั้งสิ้นผู้ขายต้องเป็นผู้รับผิดชอบ

## 12 การให้บริการ

- 12.1 ผู้ขายต้องเตรียมการจัดหาช่างผู้ชำนาญในแต่ละระบบไว้สำหรับตรวจสอบซ่อมแซมและบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดี เป็นประจำทุกเดือนเป็นระยะเวลา 1 ปี พร้อมจัดทำรายงานผลการตรวจสอบ เสนอมหาวิทยาลัย
- 12.2 ในปีที่ 2 ของการใช้งาน ผู้ขายต้องจัดส่งช่างผู้ชำนาญมาตรวจสอบเครื่องอุปกรณ์ และระบบต่าง ๆ ทุก ๆ 3 เดือน เป็นระยะเวลา 1 ปี พร้อมจัดทำรายงานผลการตรวจสอบ เสนอมหาวิทยาลัย
- 12.3 ผู้ขายต้องจัดทำรายงานผลการตรวจสอบซ่อมแซมและบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์ประกอบระบบปรับอากาศและการบำรุงรักษา เสนอมหาวิทยาลัยภายใน 7 วัน นับจากวันตรวจสอบทุกครั้ง
- 12.4 ผู้ขายต้องดำเนินการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง อัดจาระบี ตรวจสอบแรงดันสารทำความเย็นและวัสดุสิ้นเปลืองอื่น ๆ ตามมาตรฐานวิศวกรรมระบบปรับอากาศหรือมาตรฐานผู้ผลิต
- 12.5 ผู้ขายต้องเข้าดำเนินการตรวจสอบและอยู่ประจำหน้างานระหว่างช่วงระยะรับประกันในสัญญาเมื่อมหาวิทยาลัยมีงานสำคัญเช่น งานพิธีพระราชทานปริญญาบัตร งานปฐมนิเทศนักศึกษาใหม่ งานสถาปนา โดยรายละเอียดทางมหาวิทยาลัยแจ้งให้ทราบเป็นกรณีไป

## 13 รหัส ป้ายชื่อ และเครื่องหมายของวัสดุ และอุปกรณ์ประกอบและระบบปรับอากาศ

ผู้ขายต้องจัดทำรหัส ป้ายชื่อ (Nameplate) และตำแหน่งระบุเครื่องหมายลูกศร แสดงทิศทางและตำแหน่งของเครื่องและอุปกรณ์ส่วนควบต่าง ๆ ที่นำมาติดตั้งในมหาวิทยาลัย เพื่ออำนวยความสะดวกในการตรวจสอบ และซ่อมบำรุง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่มืดซิด หรือเข้าถึงได้ยากจะต้องมีเครื่องหมายที่มองเห็นได้ง่าย ทั้งนี้อยู่ในดุลยพินิจของผู้คุมงานด้วย

## 14 การป้องกันการผุกร่อน

งานเหล็กบริเวณที่มีโอกาสสัมผัสกับน้ำหรืออุปกรณ์จับยึดท่อที่เกี่ยวข้องกับงานเหล็กต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันการผุกร่อนด้วยวิธีกลวาไนซ์เท่านั้น (GALVANIZATION) ยกเว้นอุปกรณ์บางรายการที่ต้องอนุมัติต่อคณะกรรมการตรวจรับพัสดุผ่านผู้ควบคุมงาน

## 15 การฝึกอบรม

ผู้ขายจะต้องจัดฝึกอบรมความรู้เบื้องต้นในการใช้งานอย่างถูกวิธี การใช้งานโปรแกรมควบคุม CONTROLLER MICRO COMPUTER SYSTEM การปรับแก้ค่า DEFAULT ของการทำงานให้กลับคืนสู่สถานะปกติของการแก้ไขเบื้องต้นและลำดับขั้นตอนการทำงานของระบบ CONTROLLER MICRO COMPUTER SYSTEM ไม่น้อยกว่า 12 ชั่วโมง ให้แก่บุคลากร มหาวิทยาลัยในส่วนที่เกี่ยวข้อง พร้อมคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์ ฉบับภาษาไทย

### ก. รายละเอียดทางเทคนิคระบบปรับอากาศ

#### 1.ข้อกำหนดการดำเนินการทั่วไป

1.1 ผู้ขายต้องดำเนินการติดตั้งปรับปรุงคลุ่ลิ่งทาวเวอร์ระบบปรับอากาศอาคารบรรณสาร อาคารสัมมนา2 อาคารตรีศรให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งหรือตามที่มหาวิทยาลัยกำหนด ดังนี้

- อาคารบรรณสาร

หอผึ่งน้ำชนิด CROSS FLOW ขนาดไม่น้อยกว่า 125 TON จำนวน 2 ชุด CT - 01 , CT - 02

- อาคารสัมมนา2

หอผึ่งน้ำชนิด CROSS FLOW ขนาดไม่น้อยกว่า 150 TON จำนวน 2 ชุด CT - 01 , CT - 02

- อาคารตรีศร

หอผึ่งน้ำชนิด CROSS FLOW ขนาดไม่น้อยกว่า 175 TON จำนวน 3 ชุด CT - 01 , CT - 02 , CT - 03

1.2 ผู้ขายต้องดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์ประกอบต่างๆให้เป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิตหรือตามที่มหาวิทยาลัยกำหนด

1.3 ผู้ขายต้องจัดทำระบบเมนไฟฟ้าและ Control Starter โดยเชื่อมต่อระบบเดิมของมหาวิทยาลัย และทดสอบระบบให้เป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิตหรือตามที่มหาวิทยาลัยกำหนด

1.4 ผู้ขายต้องดำเนินการรื้อถอนและดำเนินการติดตั้งท่อพร้อมอุปกรณ์ประกอบทั้งหมดและทดสอบระบบให้เป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิตหรือตามที่มหาวิทยาลัยกำหนด

1.5 ผู้ขายต้องดำเนินการติดตั้งงานฐานคอนกรีตและอุปกรณ์ป้องกันการสั่นสะเทือนให้เป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิตหรือตามที่มหาวิทยาลัยกำหนด

1.6 ผู้ขายต้องดำเนินการเข้าสำรวจพื้นที่ติดตั้งคลุ่ลิ่งทาวเวอร์ให้เป็นไปตามรูปแบบการติดตั้งจริง เช่น แบบแนวท่อน้ำ,แบบฐานคอนกรีตและอุปกรณ์ป้องกันการสั่นสะเทือน ,แบบแนวท่อน้ำทิ้ง,ระบบไฟฟ้าควบคุม

เป็นต้น และส่งรายละเอียดสเปกการติดตั้ง Shop Drawing เพื่อขออนุมัติคณะกรรมการโดยมีวิศวกรที่เกี่ยวข้องลงนามรับรองขออนุมัติต่อคณะกรรมการตรวจรับพัสดุก่อนเข้าดำเนินการอีกครั้ง

## 2. หอผึ่งน้ำ (COOLING TOWER)

### 2.1 ความต้องการทั่วไป

2.1.1 สมรรถนะของหอผึ่งน้ำจะต้องสามารถระบายความร้อนของน้ำได้ในอัตรา (FLOW RATE) และสภาวะเท่ากับที่กำหนดรวมกับอุปกรณ์เดิมของมหาวิทยาลัย

2.1.2 เป็นแบบ MULTICELLS, Crossflow low noise และ Vertical Discharge เหมาะสมที่จะติดตั้งนอกอาคาร มีทั้งแบบ EXTERNAL PIPING TYPE และ INTERNAL PIPING TYPE

2.1.3 ระดับเสียงต้องไม่เกิน 70 dBA ที่ระยะ 2 เมตร

2.1.4 ท่อน้ำออกแบบท่ออย่างกับการสันสะเทือน ติดตั้งมากับคูลิ่งทาวเวอร์

2.2 ตัวถัง ทำด้วยวัสดุ FIBERGLASS REINFORCED POLYESTER (FRP) สามารถทนแรงลมธรรมชาติและ ทนต่อการกัดกร่อนได้ดีเป็นวัสดุชนิดผิวเรียบมัน

2.3 โครงสร้าง (Structure) และ Fasteners ให้ทำจาก Hot Dip Galvanized Steel (HDGS) โดยการยึดตัวถังกับโครงสร้างจะต้องแข็งแรงและมั่นคง ได้ตามมาตรฐานของผู้ผลิต

2.4 FILLING ทำด้วยวัสดุ P.V.C Sheet, Vertical compacted fill และมี Filter Support รองรับ Fill ในแต่ละชั้นและสามารถถอด FILLER เข้าออกเพื่อทำความสะอาดได้ FILL สามารถทนอุณหภูมิของน้ำไม่ต่ำกว่า 55°C เพื่อให้ทำให้น้ำร้อนตกลงมาแผ่กระจายได้อย่างสม่ำเสมอและทั่วถึง มี DRIFT ELIMINATION ทำด้วยวัสดุ P.V.C Sheet ที่มีคุณสมบัติกันรังสี Ultra Violet ได้ สามารถลดการสูญเสียน้ำ (DRIFT LOSS ไม่เกิน 0.005% Of rate water flow) โดยเชื่อมติดกับ FILLER เป็นอุปกรณ์มาตรฐาน

2.5 ถาดน้ำเย็นล่าง (Cold Water Basin) ทำด้วย Fiberglass Reinforced Polyester (FRP) ผิวด้านในเรียบ โดย Cold Water Basin แต่ละชุดต้องแบ่งแยกออกจากกัน เพื่อให้สามารถทำความสะอาดได้ โดยขนาดความจุและความสูงของ Cold Water Basin จะต้องมากพอที่จะไม่ทำให้อากาศถูกดูดตามออกไปทางท่อดูดในขณะใช้งาน ที่ Basin ของหอผึ่งน้ำทุกตัวต้องต่อถึงกันเพื่อปรับระดับใน Basin ของหอผึ่งน้ำแต่ละชุดขณะใช้งานให้ใกล้เคียงกัน

2.6 มอเตอร์ ที่ใช้ขับเคลื่อนต้องออกเป็นแบบ Weather Proof Induction Motor จะต้องถูกออกแบบตามมาตรฐาน NEMA หรือ IEC เป็นชนิด Totally Enclosed Fan Cooled (TEFC) IP ๕๕ ฉนวนขดลวด class F ใช้กับระบบไฟฟ้า ๓๘๐ โวลต์ ๓ เฟส ๕๐ เฮิรตซ์ ติดตั้งอยู่ด้านข้างเพื่อหลบกระแสลมร้อนและต้องสามารถทน

ความขึ้นได้ดี ขับพัดลมด้วยสายพานตัววี (V-Belt Reducer) และมีฝาครอบทำจาก FRP ปิดครอบหมดเพื่อป้องกันละอองน้ำเข้า (Bearing Box , Belt Guard , Fan Cover) และต่อท่ออัดจารบีหรือขับตรงตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต

2.7 พัดลม เป็นชนิด AXIAL FLOW ทำด้วยวัสดุ ALUMINUM ALLOY หรือชนิดไฟเบอร์กลาส (FRP) มีน้ำหนักเบา Hub ทำด้วย Hot Dip Galvanized Steel ด้านบนของหอยมีตะแกรงอย่างหนาป้องกันพัดลม (Fan Guard) มาตรฐานผลิตประเทศญี่ปุ่น, อเมริกา, ยุโรป ตั้งศูนย์สมดุลได้ถูกต้องทั้งแบบ STATIC และ % DYNAMIC จากประเทศญี่ปุ่น, อเมริกา, ยุโรปจากโรงงานผู้ผลิต

2.8 อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ เช่น Outlet & Inlet Connection, Overflow, Drain, Pilot Operated Float Controlled Valve สำหรับ Make-Up Water, Inlet Air Screen และ Suction Strainer เป็นต้น ผู้ขายจะต้องจัดหาให้ครบถ้วนเป็นวัสดุที่สามารถทนการกัดกร่อนและต้องเป็นวัสดุตามมาตรฐานผู้ผลิต

2.9 ติดตั้งบันไดและราวกันตก ทำจาก Hot Dip Galvanized Steel สำหรับขึ้นบนดาดฟ้าของหอยมีน้ำได้โดยสะดวก

2.10 หอยมีน้ำทุกชุดต้องติดตั้งอยู่บน Vibration Pad ชนิดที่เหมาะสมหรือตามมาตรฐานผู้ผลิต

### 3 การปรับสภาพน้ำของระบบน้ำ (CHEMICAL FEEDER TANK)

ให้ผู้ขายจัดหาเคมีภัณฑ์ เพื่อเติมลงในระบบน้ำเย็น โดยต้องทำการเติมรวม 4 ครั้ง ดังนี้ โดยครั้งแรก หลังจากติดตั้งท่อน้ำเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ล้างถ่ายสิ่งสกปรกออก 2 ครั้ง เติมน้ำด้วยน้ำอ่อน แล้วจึงถ่ายน้ำทิ้งออกจากระบบแล้วเติมเคมีภัณฑ์เป็นครั้งที่สอง หลังจากนั้นอีก 5 เดือน จึงเติมเคมีภัณฑ์เป็นครั้งที่ 3 และก่อนครบ 12 เดือน หลังจาก START – UP ให้เติม เคมีภัณฑ์เป็นครั้งที่ 4 เคมีภัณฑ์ที่ใช้ปริมาณและความเข้มข้นต้องเป็นไปตามคำแนะนำของผู้แทนจำหน่ายหรือตามหนังสือแนะนำของผู้ผลิต ต้องติดตั้งถังพร้อมปั๊มและอุปกรณ์เคมีสำหรับเติมสารเคมีเข้าไปในระบบน้ำเย็นพร้อมทั้งอุปกรณ์ควบคุมการทำงานให้เรียบร้อย ขนาดถังใส่สารเคมีและปั๊มให้เลือกตามความเหมาะสมของการใช้งาน (ขนาดประมาณ 200 LITRE) และต้องเสนอรายละเอียดมา และต้องทำแบบติดตั้ง (SHOP DRAWING) มาให้ตรวจเสนอ เพื่อขออนุมัติก่อนลงมือทำงาน

### 4 ท่อน้ำและอุปกรณ์ (WATER PIPING AND ACCESSORIES)

#### 4.1 ท่อ (PIPE)

ท่อน้ำสำหรับระบบน้ำเย็นเป็นท่อแบบ ASTM SCHEDULE 40 STANDARD WEIGHT SEAM STEEL PIPE , HDPE PN10 , PPR PN10 ส่วนท่อระบายน้ำทิ้ง (CONDENSE DRAIN PIPE) ท่อ เป็นแบบ PVC CLASS 8.5 ท่อน้ำทิ้งจะมี TRAP และเดินไปยังท่อน้ำทิ้งของอาคาร การต่อท่อ (PIPE JOINTS) การต่อท่อใช้แบบเชื่อมสำหรับท่อน้ำเย็นหรือต่อด้วยหน้าแปลน (FLANGED CONNECTION) ท่อน้ำเย็นที่ต่อเข้ากับเครื่องเป่าลมเย็นให้ใช้ท่ออ่อนชนิด STAINLESS STEEL WIRE Braid จะต้องมียาระยะ OFFSET ที่เหมาะสม

## ข้อต่อท่อ (PIPE FITTING) มีรายละเอียดดังนี้

### ตารางข้อต่อ (PIPE FITTING)

| การใช้งาน     | ขนาด            | วัสดุ     | แบบ    |
|---------------|-----------------|-----------|--------|
| ท่อน้ำเย็น    | 3/4" ถึง 2 1/2" | เหล็กหล่อ | เกลียว |
|               | 3" ถึง 24"      | STEEL     | เชื่อม |
| ท่อน้ำทิ้ง    | 3/4" ถึง 6"     | PVC       | น้ำยา  |
| ท่อน้ำใช้เติม | 1/2" ถึง 6"     | เหล็กหล่อ | เกลียว |

## 4.2 วาล์ว (VALVES)

วาล์ว (VALVES) ขนาด 2 1/2" และเล็กกว่าเป็นบรอนซ์ขนาด 3 นิ้ว และใหญ่กว่า เป็นเหล็กหล่อ ใช้สำหรับ 150 LB CLASS สำหรับวาล์วที่มีขนาดตั้งแต่ 2 1/2" ขึ้นไปใช้ BUTTERFLY VALVES WAFFER TYPE , CAST IRON BODY , ALUMINIUM BRONZE DISC , STAINLESS STEEL STEM , HEAVY DUTY STEM BUSHING , AND PACKING SIZE 3" SHALL BE LEVER OPERATED , TWO POSITION LEVER LOCK HANDLE FOR SHUT OFF SERVICE. SIZE 4" OR LARGER SHALL BE GEARED HANDWHEEL OPERATED

## 4.3 PRESSURE RELIEF VALE

PRESSURE RELIEF VALE เป็นแบบ 2 -WAYS ซึ่งเป็นแบบ PROPORTIONAL CONTROL ใช้ (150 LB CLASS)

## 4.4 BALANCING VALVE

BALANCING VALVE สำหรับ VALVE ขนาด 2" และต่ำกว่า เป็นแบบเกลียวทำจาก BRONZE หรือ BRASS ส่วนวาล์วขนาด 3" หรือใหญ่กว่าทำด้วย CAST IRON หรือ DUCTILE IRON หรือ BRONZE แบบต่อด้วยหน้าแปลน การติดตั้งให้ดูตำแหน่งตามแบบ วาล์วที่ใช้ต้องทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 150 LB CLASS เป็นอย่างน้อย ในการติดตั้งมีท่อสำหรับ TAP OFF ในการทำ WATER BALANCING ของ SYSTEM

## 4.5 เช็ควาล์ว (CHECK VALVES)

เช็ควาล์ว (CHECK VALVES) เป็น STEEL, BRONZE TRIMMED FLANED CONNECTION, SILENT CHECK VALVE ใช้สำหรับความดัน 150 LB CLASS SILENT CHECK VALVE ให้ติดตั้งทางด้าน DISCHARGE ของปั๊มน้ำทุกตัว

## 4.6 STRAINERS

STRAINERS จะต้องเป็นแบบ Y-TYPE CAST IRON STRAINER ซึ่งมี SCREEN เป็น STAINLESS STEEL ทนความดันได้ไม่น้อยกว่า CLASS 125

## 4.7 ข้อต่ออ่อน (FLEXIBLE CONNECTIONS)

ข้อต่ออ่อน (FLEXIBLE CONNECTIONS) ให้ท่ออ่อนชนิด STAINLESS STEEL WIRE Braid หรือ FLEXIBLE RUBBER จะต้องติดตั้งที่ PUMP INLETS, PUMP OUTLETS, CONDENSER INLETS ,

CONDENSER OUTLETS , CHILLER INLETS และ CHILLER OUTLETS ในห้องเครื่อง ข้อต่ออ่อนต้องทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 150 LB CLASS

#### 4.8 ที่แขวนท่อหรือที่ยึดท่อ (PIPE HANGERS OR SUPPORTS)

ที่แขวนท่อหรือที่ยึดท่อ (PIPE HANGERS OR SUPPORTS) การติดตั้งท่อต้องมีการยึดแขวนให้ถูกต้อง เพื่อความมั่นคงแข็งแรง โดยต้องป้องกันการขยายตัวและการสั่นสะเทือน ดูรายละเอียดจากแบบ

#### 4.9 ปลอกรองท่อ (PIPE SLEEVE)

ปลอกรองท่อ (PIPE SLEEVE) ส่วนต่าง ๆ ของอาคาร เช่น กำแพง ผนัง คาน และพื้น เมื่อท่อน้ำหรือท่อสายไฟฟ้าเดินผ่านทะลุจะต้องมีการปลอกรองท่อที่มี CHROMIUM PLATE BRASS ESCUTCHEONS ติดตั้งอยู่เมื่อท่อเดินทะลุกำแพงช่องว่างระหว่างท่อและปลอกรองท่อต้องอุดด้วยวัสดุทนไฟไหม้ ผู้ขายต้องปรึกษาวิศวกรโครงสร้างก่อนลงมือทำงาน และทำแบบติดตั้งมาขออนุมัติ

#### 4.10 การทาสี (PAINTING)

การทาสี (PAINTING) ที่แขวน ที่ยึดท่อ ท่อน้ำเย็น ต้องทาสีรองพื้นกันสนิม 2 ครั้ง แล้วจึงค่อยทาสีจริงไปก่อนทาสีกันสนิมต้องทำความสะอาดผิวโลหะก่อน ท่อน้ำเย็นทาสีฟ้า ให้พ้นสีขาวแสดงทางการไหลเขาออกของน้ำ

#### 4.11 PIPE JACKET

ท่อน้ำเย็นที่เดินภายนอกอาคารหรือเดินในบริเวณที่ไม่มีการปรับอากาศให้มี JACKET จะต้องหุ้มปิดด้วย STAINLESS STEEL JACKET NO. 26 ที่สามารถถอดประกอบ JACKET เพื่อซ่อมท่อได้

### 5 ฉนวน (INSULATION)

#### 5.1 ฉนวนสำหรับบุหลังคาอาคาร ได้หลังคา ชั้นหลังคา

บริเวณที่มีการปรับอากาศทุกห้อง เพดานใต้หลังคาต้องบุฉนวนไปเปอร์กลาสหนา 2 นิ้ว ซึ่งมีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 ปอนด์/ลบ.ฟุต แบบมีแผ่นอลูมิเนียมปะหลังสองด้าน อลูมิเนียม เป็นแบบ FIRE RETARDANT รอยต่อของฉนวนในการบุหลังคาต้องมี OVERLAP และใช้เทปเหนียวชนิดอลูมิเนียมฟอยส์ปะให้ดูเรียบร้อยรวมทั้งมี WIRE MESH รองใต้ฉนวน ยึดด้วยหมุดและแผ่นโลหะปะกันเพื่อป้องกันมิให้หลุดหรือหล่นลงมา

#### 5.2 ฉนวนสำหรับหุ้มท่อน้ำ (CHILLED WATER PIPES INSULATION)

ท่อน้ำหุ้มด้วยฉนวน CLOSED CELL ELASTOMERIC THERMAL INSULATION (EPDM) ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 4 ปอนด์/ลบ.ฟุต ค่า K ไม่มากกว่า 0.27 BTUH IN FT<sup>2</sup>-F เป็นชนิดไฟไม่ลาม (SELF EXTINGUISHING)

ความหนาของฉนวนหุ้มท่อน้ำเย็น

การใช้งาน

ขนาดท่อ

ความหนา (นิ้ว)

|                        |               |        |
|------------------------|---------------|--------|
| ท่อน้ำเย็น             | 1/2" ถึง 2"   | 1"     |
|                        | 2 1/2" ถึง 3" | 1 1/2" |
|                        | 4" ถึง 12"    | 2"     |
| ท่อน้ำทิ้งที่เดินในฝ้า | 3/4" ถึง 2"   | 1/2"   |
|                        | 2 1/2" ถึง 6" | 3/4"   |

ในการหุ้มฉนวนนี้ เมื่อหุ้มฉนวนกับท่อแล้วต้องใช้ CLOSE CELL ELASTOMERIC THERMAL INSULATION TAPE ปิดรอยต่อให้เรียบร้อย สำหรับส่วนที่เดินภายนอกอาคารหรือเดินท่อน้ำเย็น ในบริเวณที่ไม่มีการปรับอากาศให้มี JACKET เป็นแบบ STAINLESS STEEL ความหนาไม่น้อยกว่า NO.24 หุ้มอยู่ฉนวน สำหรับหุ้มผิวที่เย็นของเครื่อง และอุปกรณ์ทุกชนิดให้หุ้มด้วยฉนวน CLOSED CELL ELASTOMERIC THERMAL INSULATION หนาไม่น้อยกว่า 1- 1/4 นิ้ว พร้อมทั้งทาสีให้เรียบร้อย ส่วนที่รองรับกับ SUPPORT ให้ใช้อย่างแข็งแรงรองรับท่อ

### 5.3 ฉนวนสำหรับหุ้มท่อส่งลมเย็น (AIR DUCT INSULATION)

ฉนวนหุ้มท่อส่งลมเย็นและท่อลมเย็นกลับจะต้องหุ้มด้วยฉนวนโฟมเบอร์กลาสชนิดอ่อนมีความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 16 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร หนาไม่น้อยกว่า 1 นิ้ว เป็นแบบชนิดอลูมิเนียมฟอยล์แบบทนไฟปะทับ ปิดหลังมาเรียบร้อยจากโรงงานผู้ผลิตรอยต่อของฉนวนต้องให้ปลายแผ่นฉนวนซ้อนเหลื่อมกันไม่น้อยกว่า 2 นิ้ว ให้ใช้ PRESSURE ALUMINIUM TAPE กว้างไม่น้อยกว่า 2 นิ้ว ปิดทับในการหุ้มฉนวนทับหากท่อลมที่มีขนาดกว้างกว่า 24 นิ้ว ให้ใช้ CLAMP PIN ยึดฉนวนระยะ CLAMP ON ให้เป็นไปตามผู้ผลิตแนะนำหรือตามที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบ สำหรับท่อลมชนิด EXPOSED DUCT หรือท่อลมเปลือยซึ่งมีฉนวนหุ้มอยู่ด้านในของท่อลม ฉนวนที่ใช้เป็นฉนวนชนิด CLOSED CELL RUBBER ซึ่งหนา 1/2 นิ้ว (K= 0.26 บีทียู-นิ้ว/ตร.ฟุต-ชั่วโมง-องศาฟาเรนไฮต์

## 6 เกจวัดความดัน เทอร์โมมิเตอร์และมาตรวัดการไหล (PRESSURE GAUGES THERMOMETER AND FLOW METERS)

- เกจวัดความดัน (PRESSURE GAUGE) เกจเป็นแบบกลมทำด้วย CAT ALUMINIUM มีหน้าปัทม์ใหญ่ไม่น้อยกว่า 4" สเกลมีช่วงอยู่ระหว่าง 0 ถึง 160 ปอนด์/ตร.นิ้ว มี "T" HAND COCK และ PRESSURE SNUBBER ทนต่อแรงดันไม่น้อยกว่า 200 ปอนด์/ตร.นิ้ว
- เทอร์โมมิเตอร์ เป็นแบบ BACK ANGLE CLASS TUBE ขนาด 9" มี STEM LENGTH มีขนาด 3 1/2" มี STAINLESS STEEL SOCKET สำหรับต่อเข้ากับท่อน้ำ สเกลของเทอร์โมมิเตอร์ 0-100 F ใช้กับการวัดอุณหภูมิในท่อน้ำเย็นสามารถทนต่อแรงดันใช้งานไม่น้อยกว่า 150 ปอนด์/ตร.นิ้ว

## 7 ระบบควบคุม

- 7.1 เป็นระบบ V V V F มี VSD ควบคุมการทำงาน MOTOR โดยมี DP (DIFFERENTIAL PRESSURE) ควบคุมการทำงาน VSD มี BYPASS RELIEF VALVE ช่วยปรับแรงดันน้ำในระบบ ผู้ขายจะต้องเสนอ

และแสดงวิธีการควบคุมระบบน้ำเย็นนี้เพื่อให้สามารถควบคุมการใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ของผู้ว่าจ้าง

- 7.2 แผน MIMIC DIAGRAM แสดงการทำงานของ CHILLERS, PUMPS COOLING TOWERS โดยทำเป็นแผนขนาดใหญ่พร้อมมีหลอดไฟแสดงสถานการณ์ทำงานของอุปกรณ์นั้น ๆ

## 8 ระบบไฟฟ้าและควบคุมของเครื่องปรับอากาศ

การติดตั้ง/ทดสอบระบบไฟฟ้า

- ผู้ขายจะต้องมีวิศวกรไฟฟ้าพร้อมใบอนุญาตประกอบวิชาชีพในแขนงไฟฟ้ากำลังเป็นผู้ควบคุมงานและตรวจเอกสารต่างๆ ของฝ่ายผู้ขายรวมทั้งเซ็นรับรองเอกสารต่างๆ ก่อนดำเนินการส่งให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติตามขั้นตอนต่อไป
- การติดตั้งจะต้องถูกต้องตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ฉบับล่าสุด กฎระเบียบและประกาศของกระทรวงมหาดไทย และจะต้องติดตั้งอย่างดีที่สุดตามวิธีการที่โรงงานผู้ผลิตวัสดุนั้นๆ แนะนำ
- การทดสอบและตรวจรับการทดสอบระบบไฟฟ้าจะต้องให้สอดคล้องกับกฎการไฟฟ้า โดยเมื่อติดตั้งระบบต่างๆ เสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้ขายจะต้องทดสอบระบบไฟฟ้าทั้งภายในภายนอกอาคาร ต่อหน้าผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง ค่าใช้จ่ายในการทดสอบทั้งหมดรวมทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ อยู่ในความรับผิดชอบของผู้ขาย
- System Test อุปกรณ์ระบบไฟฟ้าแรงสูงและระบบไฟฟ้าแรงต่ำทั้งหมดถูก Energized อยู่ในสภาพเหมือนถูกใช้งานปกติ Relay หรือ Circuit Breaker จะต้อง Set Up ให้อยู่ในระดับที่ต้องการ หากพบว่าอุปกรณ์ไม่ทำงานหรือคลาดเคลื่อนไปจากความต้องการ ผู้ขายจะต้องทำการแก้ไขให้เรียบร้อยก่อนที่จะทำการส่งมอบ
- Equipment test อุปกรณ์ทุกชนิดจะต้องถูก Energized ตรวจสอบหน้าที่และการทำงานตลอดจนคุณสมบัติ ความบกพร่อง หรือความเสียหายจากผลของการติดตั้ง ต้องแก้ไข หรือเปลี่ยนแปลงโดยทันที
- Insulation Test อุปกรณ์ที่มีฉนวนทุกชนิดจะต้องถูกทดสอบโดยการปลดปลายสายทั้งสองข้างของ Feeder หรือ Sub-Feeder แล้วป้อนแรงดันไฟฟ้าขนาด 500 โวลต์ เป็นเวลาต่อเนื่องกัน 30 วินาที ค่าความต้านทานระหว่างสายกับสายและสายกับดิน จะต้องไม่ต่ำกว่า 0.5 เมกะโอห์ม
- ระบบไฟฟ้าแรงสูงให้ต่อจากสายส่งแรงสูงที่เดินพาดเสาไฟฟ้า แล้วเดินสายส่งแรงสูงมายังหม้อแปลงและเดินสายไปยังตู้ไฟฟ้าภายในอาคารตามที่แสดงในแบบ โดยผู้ขายจะต้องติดต่อประสานงานกับเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบของทางผู้ว่าจ้าง และการไฟฟ้าฯ ทำการตรวจสอบระบบไฟฟ้าแรงสูงบริเวณที่ก่อสร้าง ผู้ขายจะต้องจัดเตรียมอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าแรงสูงให้ตรง

กับข้อกำหนดและระเบียบของการไฟฟ้า โดยผู้ขายจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบและประสานงานกับการไฟฟ้า

### 8.1 วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุอุปกรณ์ตามแบบและรายการประกอบแบบนี้ ต้องเป็นของใหม่ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อนและต้องเป็นผลิตภัณฑ์วงจรแบบล่าสุด รวมถึงอุปกรณ์หลักจะต้องมีตัวแทนจำหน่ายและการบริการหลังการขายในประเทศพร้อมมีหนังสือรับรอง ผู้ขายต้องนำตัวอย่างและหรือรายละเอียดของวัสดุและอุปกรณ์เสนอให้ผู้ว่าจ้างตรวจอนุมัติ เมื่อได้ตรวจอนุมัติแล้วจึงนำไปติดตั้งได้ ตัวอย่างของวัสดุและอุปกรณ์และหรือรายละเอียดต้องนำไปเก็บแสดงไว้ที่หน่วยงานก่อสร้างดังต่อไปนี้

- สวิตช์และฝาครอบ
- สายไฟฟ้าและหัวต่อสาย
- ท่อและอุปกรณ์ประกอบท่อ
- รางเดินสายและอุปกรณ์ประกอบราง
- รายละเอียดทางเทคนิคของเซอร์กิตเบรกเกอร์ , แผงวงจรย่อย

### 8.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)

วัสดุอุปกรณ์ที่ได้กำหนดข้อมูลความต้องการไว้ในแบบและ/หรือรายการประกอบแบบให้เป็นไปตามเงื่อนไขต่อไปนี้

- (1) ถ้าผลิตภัณฑ์ใดมีผู้ได้รับใบอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก. (ในประเภท ชนิด และขนาดเดียวกัน) ตั้งแต่สามรายขึ้นไป ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในประเทศไทย และได้รับใบอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก. เท่านั้น
- (2) ถ้าผลิตภัณฑ์ใด ผลิตจากโรงงานที่ได้รับการรับรองระบบคุณภาพ (ในประเภท ชนิด และขนาดเดียวกัน) ตั้งแต่สามรายขึ้นไป ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในประเทศไทย จากโรงงานที่ได้รับการรับรองระบบคุณภาพเท่านั้น
- (3) ถ้าผลิตภัณฑ์ใดมีผู้ได้รับใบอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก. และผลิตจากโรงงานที่ได้รับการรับรองระบบคุณภาพ (ในประเภท ชนิด และขนาดเดียวกัน) ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในประเทศไทยจากโรงงานที่ได้ผ่านการรับรองระบบคุณภาพและได้รับใบอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก. เท่านั้น
- (4) ถ้าผลิตภัณฑ์ใดมีประกาศ มอก. แล้ว (ในประเภท ชนิด และขนาดเดียวกัน) แต่มีใบอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก. น้อยกว่าสามราย ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในประเทศไทย
- (5) ถ้าผลิตภัณฑ์ใดมีผู้ผลิตที่ได้รับการรับรองระบบคุณภาพแล้ว (ในประเภท ชนิด และขนาดเดียวกัน) แต่มีโรงงานที่ได้รับการรับรองระบบคุณภาพน้อยกว่าสามราย ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในประเทศไทย

- (6) ถ้าผลิตภัณฑ์ใด ยังไม่มีประเภท มอก. (ในประเภท ชนิด และขนาดเดียวกัน) แต่มีผู้ได้รับการจดทะเบียนผลิตภัณฑ์ไว้กับกระทรวงอุตสาหกรรมแล้ว ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะตามที่ได้จดทะเบียนไว้
- (7) การพิจารณาว่าผู้ผลิตรายใดได้รับใบอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก.หรือโรงงานใดได้รับการรับรองระบบคุณภาพหรือรายใดได้รับการจดทะเบียนผลิตภัณฑ์ไว้กับกระทรวงอุตสาหกรรม ให้ถือตามที่ปรากฏในบัญชีคู่มือผู้ซื้อ หรือใบแทรกคู่มือผู้ซื้อ ที่กระทรวงอุตสาหกรรมจัดทำขึ้นถึงเดือนก่อนหน้าเดือนที่เสนอราคา

### 8.3 มาตรฐานทั่วไป

วัสดุและอุปกรณ์ให้เป็นไปตามมาตรฐานฉบับหนึ่งที่กำหนดไว้ในรายละเอียดเฉพาะวัสดุอุปกรณ์ในเรื่องที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

|      |                                                                   |
|------|-------------------------------------------------------------------|
| JEC  | INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION                         |
| ANSI | AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE                              |
| NEMA | NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION                     |
| BS   | BRITISH STANDARD                                                  |
| UL   | UNDERWRITERS LABORATORIES INC. VERBAND DEUTSCHER ELEKTROTECHNIKER |
| VDE  | VERBAND DEUTSCHER ELEKTROTECHNIKER                                |
| DIN  | DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG                                    |
| JIS  | JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD                                      |
| CSA  | CANADIAN STANDARD ASSOCIATION                                     |

8.4 มาตรฐานการติดตั้งระบบไฟฟ้า เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, กฎการไฟฟ้า, NEC , มาตรฐานการไฟฟ้านครหลวง

### 8.5 แผงสวิตช์ไฟฟ้าประธานแรงต่ำ ประจำอาคาร

#### 8.5.1 ความต้องการทั่วไป

- (1) ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านออกแบบและการสร้างแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำซึ่งประกอบด้วยแผงสวิตช์ไฟฟ้าประธาน (MAIN PANEL ; MDB) แผงสวิตช์ไฟฟ้าประธานฉุกเฉิน (EMERGENCY MAIN PANEL BOARD : EMPB) และแผงสวิตช์ไฟฟ้ารอง (SUB PANEL BOARD ; SPB)
- (2) ผู้ขายต้องส่ง SHOP DRAWING รายละเอียดของวัสดุอุปกรณ์ และ CONTROL DIAGRAM ที่จะใช้เสนอผู้ว่าจ้างเพื่อพิจารณา
- (3) ผู้ขายต้องจัดหาแผงสวิตช์ให้มีขนาดที่เหมาะสมและไม่เล็กกว่าตามที่กำหนดในแบบ

#### 8.5.2 พิกัดของแผงสวิตช์

- RATED SYSTEM VOLTAGE : LOCAL STANDARD
- RATED FREQUENCY : 50 HZ
- RATED PEAK WITHSTAND : 1,000 VOLT
- AMBIENT TEMPERATURE : 40°C
- TYPICAL FORMS : FORM 2

(ถ้าไม่กำหนดในแบบเป็นอย่างอื่น)

### 8.5.3 มาตรฐาน

แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำต้องผลิตและทดสอบได้ตามมาตรฐาน IEC

### 8.5.4 การทดสอบ

- (1) แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำทุกชุดต้องผ่านการทดสอบ ROUTINE TEST ตามมาตรฐานข้างต้น
- (2) เมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานแล้ว ผู้ขายทดสอบอย่างน้อยดังนี้
  - ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนของอุปกรณ์ภายในแผงสวิตช์ทั้งหมด
  - ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ภายในแผงสวิตช์ทั้งหมด

### 8.5.5 ลักษณะโครงสร้างของแผงสวิตช์

- (1) โครงสร้างของแผงสวิตช์ทำด้วยเหล็กฉากขนาดไม่น้อยกว่า 50x50x30 มม. หรือเป็นแบบ MODULARIZED DESIGN SYSTEM เชื่อมติดกันหรือยึดติดกันด้วยนอต ตูที่ติดตั้งติดกันให้ยึดถึงกันด้วยนอตและสกรู
- (2) เหล็กแผ่นประกอบด้วยตัวตู้หนาไม่น้อยกว่า 2.0 มม. ส่วนที่เป็นแผ่นปิดด้านหน้า ด้านหลังและด้านข้างให้ทำเป็นแบบพับขอบ และมีร่องสำหรับยึดยางกันกระแทก ด้านบนให้ใช้แบบแผ่นเรียบยึดด้วยสกรู
- (3) บานประตูของช่องใส่อุปกรณ์เป็นแบบเปิดได้ ใช้บานพับชนิดซ้อน เปิดปิดโดยใช้กุญแจ สามารถถอดบานประตูออกได้โดยเปิดกว้างแล้วยกขึ้น
- (4) ฝาปิดช่วงล่างด้านหน้า ฝาปิดด้านหลังทั้งหมดและฝาด้านข้างเปิดปิดโดยใช้สกรูและให้เจาะเกร็ดเพื่อระบายอากาศโดยวิธีไหลเวียนของอากาศตามธรรมชาติอย่างเพียงพอ พร้อมติดตั้งตะแกรงด้านใน (IP 21)
- (5) แผ่นกั้น COMPARTMENT PARTITION ต้องหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มม.
- (6) ตัวตู้ทั้งหมดที่เป็นโลหะ ต้องทำความสะอาดและ/หรือผ่านกรรมวิธีการป้องกันสนิมแล้วพ่นทับด้วยสีฝุ่นแบบอีพ็อกซี-โพลีเอสเตอร์ทั้งภายในภายนอกและอบแห้ง
- (7) ฐานของตัวตู้ต้องยึดติดบนฐานคอนกรีตด้วยกรูขยาย

- (8) บัสบาร์ ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% ขนาดตามที่กำหนด ผลิตขึ้นเพื่อใช้กับงานไฟฟ้าโดยเฉพาะ บัสบาร์ ต้องยึดติดกับโครงสร้างด้วยฉนวนยึดบัสบาร์ให้แข็งแรง ทนกระแสลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 50 KA หรือตามที่กำหนดในแบบ
- (9) หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นบัสบาร์ช่วงต่อกับหม้อแปลงจะต้องมีส่วนที่เป็นบัสบาร์ชนิดบดงอได้ (FLEXIBLE BUS) เพื่อลดแรงบิดและแรงดึง
- (10) บัสบาร์ต้องทำความสะอาดและพ่นสีทนความร้อนหรือหุ้มด้วยพีวีวี (HEAT SHRINK) โดยใช้หุ้มสีเหมือนสายไฟฟ้าขนาดกระแสของบัสบาร์ทองแดง ต้องเป็นไปตามตารางที่ 1
- (11) BUSBAR HOLDERS ต้องเป็นวัสดุประเภท FIBERGLASS REINFORCED POLYTER หรือ EPOXY RESIN ยึดด้วย BOLTS และ NUTS หุ้ม SPACER ที่เป็นฉนวนไฟฟ้า
- (12) การจัดเรียงบัสบาร์ในแผงสวิตช์ ให้จัดเรียงตามเฟสเอ เฟสบี และเฟสซี ให้เรียงจากด้านหน้าไปหลัง จากบนลงล่างหรือจากซ้ายไปขวา
- (13) ผู้ขายต้องทำรายการคำนวณเพื่อแสดงว่า BUSBAR และ HOLDERS สามารถทนต่อแรงใดๆ ที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่ากระแสลัดวงจรด้านแรงต่ำของหม้อแปลง หรือตามที่กำหนด โดยไม่เกิดความเสียหายซึ่งรวมถึง BOLTS และ NUTS ต้องทนต่อแรงเหล่านั้นได้ด้วย พร้อมเสนอผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติ

#### 8.6 PROTECTION RELAY

- (1) UNDERVOLTAGE RELAY (ถ้าแบบกำหนดให้ติดตั้ง) ต้องเป็นชนิด SOLID STATE CONTROLLED ต่อโดยตรงเข้ากับระบบ สามารถตัดวงจรเมื่อโวลต์ระหว่างเฟสแตกต่างกันตั้งแต่ 9 % ขึ้นไปหรือโวลต์ทั้ง 3 เฟส ลดลงต่ำกว่า 12 % หรือเกิดการสลับเฟสโดยสามารถหน่วงเวลาก่อนการทำงาน ประมาณ 2 นาที
- (2) หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น GROUND FAULT PROTECTION ที่กำหนดในแบบต้องเป็นชนิด SOLID STATE CONTROLLED แบบ BUILT-IN ทำงานเมื่อมีการลัดวงจรลงดิน สามารถหน่วงเวลาการทำงานได้ตามต้องการ

#### 8.7 เครื่องวัด (METERING) ที่ใช้ติดตั้งกับแผงสวิตช์ (ถ้าแบบกำหนดให้ติดตั้ง)

- (1) โวลต์มิเตอร์ ต้องเป็นชนิดต่อตรงกับระบบแรงดัน ความคลาดเคลื่อน 1.5 % หรือดีกว่า
- (2) โวลต์มิเตอร์สวิตช์ ต้องเป็นชนิดเลือกได้ 7 จังหวะ คือ จังหวะปิด 1 จังหวะ ระหว่างเฟสกับเฟส 3 จังหวะ และระหว่างเฟส 3 จังหวะ
- (3) แอมมิเตอร์ ต้องเป็นชนิดต่อตรงกับระบบแรงดัน หรือต่อผ่านหม้อแปลงกระแส ความคลาดเคลื่อน 15 % หรือดีกว่า
- (4) แอมมิเตอร์สวิตช์ ต้องเป็นชนิดเลือกได้ 4 จังหวะ คือ จังหวะปิด 1 จังหวะ และเฟส 3 จังหวะ

- (5) หม้อแปลงไฟฟ้ากระแส ต้องมีกระแสต้านออก 5 AMP และกระแสต้านเข้าตามที่กำหนด ความคลาดเคลื่อน 15 % หรือดีกว่า
- (6) กิโลวัตต์ และกิโลวัตต์ฮิวมิเตอร์ เป็นชนิด 1 เฟส หรือ 3 เฟส ต่อตรงกับระบบแรงดัน หรือ ต่อผ่านหม้อแปลงไฟฟ้ากระแส ตามที่กำหนดในแบบ ความคลาดเคลื่อน 2.5 % หรือว่า ดีกว่า ผ่านการทดสอบจากสถาบันที่เชื่อถือได้
- (7) เพาเวอร์แฟกเตอร์มิเตอร์ ต้องเป็นแบบใช้กับระบบไฟฟ้า 3 เฟส ต่อโดยตรงกับระบบ แรงดันและหม้อแปลงไฟฟ้ากระแส มีระยะพิกัด LEAD 0.5..1..0.5 LAG หรือมากกว่า ความคลาดเคลื่อน 1.5 % หรือดีกว่า
- (8) ฟรีควนซีมิเตอร์ ต้องเป็นชนิด VIBRATING REED มี 13 REEDS ต่อเข้ากับระบบแรงดัน มี ระยะพิกัด 47-53 HZ ความคลาดเคลื่อน 0.5% หรือดีกว่า

#### 8.8 PILOT LAMP

หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้ชนิด LED 220-240VAC. ขนาดไม่น้อยกว่า 22 มม. สีของเลนส์ ให้เป็นตามที่กำหนด

#### 8.9 PUSH BUTTON

หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้ชนิดที่ปุ่มกดมี O-RING โลหะล้อมรอบ ขนาดไม่เล็กกว่า 22 มม. สีของปุ่มกดตามที่กำหนด

#### 8.10 MAGNETIC CONTACTOR

หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้ขนาด CURRENT RATING ของ CONTACT ตาม AC3 DUTY มาตรฐาน IEC หรือเทียบเท่า

#### 8.11 MAGNETIC CONTROL RELAY

หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ขนาด RESISTIVE LOAD ของ CONTACT ต้องไม่น้อยกว่า 10 A ที่ 230 V

#### 8.12 MIMIC BUS และ NAMEPLATE

- (1) ด้านหน้าแผงสวิตช์ต้องมี MIMIC BUS แสดงการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าออก ทำด้วยแผ่นพลาสติก สีดำ ขนาดกว้าง 10 มม. ความหนาไม่น้อยกว่า 3 มม.
- (2) ให้มี NAMEPLATE เพื่อแสดงป้ายชื่อหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าเซอร์กิตเบรกเกอร์จ่ายหรือควบคุมอยู่ เป็นแผ่นพลาสติกพื้นสีเขียวเช่นเดียวกับ MIMIC BUS และเป็นตัวอักษรสีขาว ความสูงของ ตัวอักษรไม่น้อยกว่า 20 มม.

#### 8.13 แผงย่อย (PANEL BOARD) หรือแผงสวิตช์อัตโนมัติ

##### 8.13.1 มาตรฐาน

แผงย่อยต้องผลิตและทดสอบมาตรฐานล่าสุดของ IEC

##### 8.13.2 พิกัดของแผงย่อย

แผงย่อยต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐานข้างต้น ใช้ได้กับระบบไฟฟ้า 3 PHASE 4 WIRE

380/220V. 50 HZ. และระบบไฟฟ้า 1 PHASE 220V. 50 HZ.

#### 8.13.3 คุณสมบัติของแผงย่อย

- (1) เหล็กแผ่นประกอบตู้ หนาไม่น้อยกว่า 0.8 มม. ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมแล้วพ่นทับด้วยสีและอบแห้งทั้งภายในภายนอก ด้านในของฝาด้านหน้าต้องมีที่ยึดแผ่นตารางแสดงการใช้งานของสวิตช์อัตโนมัติแต่ละตัว ตารางนี้ทำด้วยกระดาษแข็งมีขนาดเหมาะสม
- (2) บัสบาร์ต้องเป็นทองแดงสำหรับใช้งานทางไฟฟ้าโดยเฉพาะยึดติดบนฉนวนอย่างแข็งแรงสามารถทนกระแสลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนด
- (3) เซอร์กิตเบรกเกอร์ ผลิตตามมาตรฐาน IEC ชนิดและขนาดตามที่กำหนด หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นขนาด IC RATING ต้องไม่น้อยกว่า 5KA. 240 V. และเซอร์กิตเบรกเกอร์เมน ต้องไม่น้อยกว่า 25 KA 415 V การวางเรียงสวิตช์อัตโนมัติ ต้องสามารถถอดเปลี่ยนได้โดยโดยไม่หยุดการทำงานของเซอร์กิตเบรกเกอร์ตัวอื่น ๆ การติดตั้งเป็นแบบ PLUG IN หรือ BOLT ON

#### 8.14 เซอร์กิตเบรกเกอร์

8.14.1 เซอร์กิตเบรกเกอร์ต้องผลิตตามมาตรฐาน IEC ชนิดและขนาดตามแบบ สามารถกระแสลัดวงจรไม่น้อยกว่าที่กำหนดในแบบ

8.14.2 MAIN CIRCUIT BREAKER ขนาดตั้งแต่ 600 แอมแปร์เฟรมขึ้นไป ต้องใช้ระบบ SOLIDSTATE TRIPDEVICE มีFUNCTION การทำงานไม่น้อยกว่าดังนี้ LONG TIME DELAY , SHORT TIME DELAY , INSTANTANEOUS และ GROUND FAULT

#### 8.15 สวิตช์ปลดวงจร

สวิตช์ ปลดวงจร (SAFETY SWITCH, DISCONNECTING SWITCH, LOAD BREAK SWITCH OR ISOLATING SWITCH) ชนิดและขนาดตามที่กำหนดในแบบ ผลิตตามมาตรฐาน IEC การติดตั้งเป็นไปตามส่วนที่เกี่ยวข้อง

## ตารางที่ 1

ขนาดกระแสของบัสบาร์ทองแดง อุณหภูมิแวดล้อม 40°C

| ขนาดมม.  | น้ำหนัก กก. / ม. | บัสบาร์พ่นสี (แอมป์) |        | บัสบาร์เปลือย (แอมป์) |        |
|----------|------------------|----------------------|--------|-----------------------|--------|
|          |                  | 1 บาร์               | 2 บาร์ | 1 บาร์                | 2 บาร์ |
| 12 x 6 2 | 0.209            | 123                  | 202    | 108                   | 182    |
| 15 x 2   | 0.626            | 148                  | 240    | 128                   | 212    |
| 15 x 3   | 0.396            | 187                  | 316    | 162                   | 282    |
| 20 x 2   | 0.351            | 189                  | 302    | 162                   | 264    |
| 20 x 3   | 0.529            | 237                  | 394    | 204                   | 348    |
| 20 x 5   | 0.882            | 319                  | 650    | 274                   | 500    |
| 25 x 3   | 0.663            | 287                  | 470    | 245                   | 412    |
| 25 x 5   | 1.110            | 384                  | 662    | 327                   | 586    |
| 30 x 3   | 0.796            | 337                  | 544    | 285                   | 476    |
| 30 x 5   | 1.330            | 447                  | 760    | 379                   | 672    |
| 40 x 3   | 1.050            | 435                  | 692    | 366                   | 600    |
| 40 x 5   | 1.770            | 573                  | 952    | 482                   | 836    |
| 40 x 10  | 3.550            | 850                  | 1470   | 715                   | 1290   |
| 50 x 5   | 2.220            | 697                  | 1140   | 583                   | 994    |
| 50 x 10  | 4.440            | 1020                 | 1720   | 852                   | 1510   |
| 60 x 5   | 2.660            | 826                  | 1330   | 688                   | 1150   |
| 60 x 10  | 5.330            | 1180                 | 1960   | 989                   | 1720   |
| 80 x 5   | 3.550            | 1070                 | 1680   | 885                   | 1450   |
| 80 x 10  | 7.110            | 1500                 | 2410   | 1240                  | 2110   |
| 100 x 5  | 4.440            | 1300                 | 2010   | 1080                  | 1730   |
| 100 x 10 | 8.890            | 1810                 | 2850   | 1490                  | 2480   |
| 120 x 10 | 10.70            | 2110                 | 3280   | 1740                  | 2860   |
| 160 x 10 | 14.20            | 2700                 | 4130   | 2220                  | 3590   |
| 200 x 10 | 17.80            | 3290                 | 4970   | 2690                  | 4310   |

## 8.16 ท่อร้อยสายไฟฟ้า

### 8.16.1 มาตรฐาน

- (1) ท่อเหล็กกล้าเคลือบสังกะสีสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้า ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ไฟฟ้ารับอนุญาต แสดงเครื่องหมาย มอก. 770-2533

ประเภทของท่อเหล็กกล้าเคลือบสังกะสี

ประเภทที่ 1 ผนังท่อบางชื่อย่อว่า EMT (ELECTICAL METALLIC TUBING)

ประเภทที่ 2 ผนังท่อนานปานกลาง ชื่อย่อว่า IMC (INTERMEDIATE METAL CONDUIT)

ประเภทที่ 3 ผนังท่อนหนา ชื่อย่อว่า RSC (RIGID STEEL CONDUIT)

- (2) ท่อเอชดีพีอี (HDPE) ต้องมีความหนาไม่น้อยกว่าที่กำหนดในมาตรฐาน NEMA TC2-1983 SCHEDULE 40

- (3) ท่อโลหะอ่อน ชื่อย่อว่า FMC (FLEXIBLE METAL CONDUIT) เป็นท่อโลหะท่อที่โค้งงอได้ง่ายผิวภายในปราศจากคม ในกรณีที่ระบุเป็นชนิดกันน้ำท่อโลหะอ่อนต้องมีปลอกพลาสติกหุ้มภายนอกอีกชั้นหนึ่ง

### 8.16.2 การเลือกใช้ท่อร้อยสายไฟฟ้า

- (1) ท่อทุกชนิดที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้า ต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 12.7 มม. ( ½ นิ้ว)
- (2) ท่อร้อยสายไฟฟ้าที่ต่อกับอุปกรณ์ที่สันสะท้อนขนาดใช้งานปกติ ต้องใช้ท่อ FMC ในกรณีที่อยู่นอกอาคารหรือบริเวณที่เปียกชื้นให้ใช้ท่อ FMC ชนิดกันน้ำ
- (3) ในกรณีที่มีกำหนดชนิดของท่อเหล็กกล้าเคลือบสังกะสีที่ฝังในคอนกรีตต้องใช้ท่อ IMC หรือ RSC
- (4) ในกรณีที่มีกำหนดชนิดของท่อเหล็กกล้าเคลือบสังกะสีที่ซ่อนไว้เหนือฝ้าเพดานหรือเดินท่อลอยเกาะเพดานหรือฝังในผนังที่มีใช้คอนกรีตให้ใช้ท่อ EMT ในบริเวณดังกล่าวได้
- (5) ในกรณีที่กำหนดให้ใช้ท่อ EMT หากท่อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตกว่า 50 มม. (2 นิ้ว) ให้ใช้ท่อ IMC และเส้นผ่านศูนย์กลางโตกว่า 100 มม. (4 นิ้ว) ให้ใช้ท่อ RSC แทน

### 8.16.3 การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า

- (1) ต้องทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อนำมาติดตั้ง
- (2) การตัดงอท่อแข็ง ต้องใช้เครื่องมือสำหรับตัดท่อโดยเฉพาะและต้องไม่ให้ท่อชำรุดหรือตีบรัศมีความโค้งของท่อต้องไม่น้อยกว่า 6 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ
- (3) การยึดท่อแข็งติดกับโครงสร้างต้องยึดทุกระยะไม่เกิน 3 เมตร ในแนวตั้ง ไม่เกิน 1.80 เมตรในแนวราบ และต้องยึดท่อในระยะไม่เกิน 0.60 เมตรจากกล่องต่อสาย กล่องดึงสาย แผงสวิตช์หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ และต้องยึดให้มั่นคงแข็งแรง
- (4) การยึดท่ออ่อนติดกับโครงสร้างต้องยึดทุกระยะไม่เกิน 1.50 เมตรและต้องยึดท่อในระยะไม่เกิน 0.30 เมตร จากกล่องต่อสาย กล่องดึงสายและแผงสวิตช์

- (5) ปลายท่อต้องลบคมออกให้หมดโดยใช้ CONDUIT REAMER หรือเครื่องมืออื่นที่เหมาะสม
- (6) ท่อที่วางลอดใต้ถนนต้องฝังให้ลึกไม่น้อยกว่า 0.6 เมตร
- (7) ท่อโลหะที่ฝังดิน ต้องทาด้วยพินโค้ดภายนอกอย่างน้อย 2 ชั้น
- (8) ท่อ EMT และ FMC ที่ยึดกับกล่องต่อสาย กล่องดึงสายหรือแผงสวิตช์ต้องใช้ CONINECTOR และ BUSHING ประกอบปลายท่อ
- (9) ท่อ IMX หรือ RSC ที่ยึดกับกล่องต่อสาย กล่องดึงสาย หรือแผงสวิตช์ต้องใช้ LOCK NUT และ BUSHING ประกอบปลายท่อ
- (10) ห้ามใช้ท่อเป็นตัวนำสำหรับต่อลงดินหรือสายดินของบริษัท
- (11) กล่องต่อสายรวมถึงฝาปิดและแคลมป์ยึดท่อให้ทำดังนี้
 

|                    |                |
|--------------------|----------------|
| - ระบบไฟฟ้า        | สีส้ม          |
| - ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน | สีเหลือง       |
| - ระบบอื่น ๆ       | ตามความเหมาะสม |

#### 8.17 กล่องสำหรับงานไฟฟ้า (BOX)

##### 8.17.1 ขอบเขต

ครอบคลุมการติดตั้งและการใช้กล่องสำหรับไฟฟ้า เช่น กล่องรับจุดต่อไฟฟ้าของสวิตช์หรืออุปกรณ์กล่องต่อสาย กล่องดึงสาย กล่องแยกสาย และกล่องอื่น ๆ ที่ติดตั้งเพื่อวัตถุประสงค์ในการเดินสายไฟฟ้า

##### 8.17.2 ข้อกำหนดและลักษณะการใช้งาน

- (1) กล่องต้องทำจากวัสดุที่ทนต่อการผุกร่อนหรือมีการป้องกันที่เหมาะสม ทั้งภายในและภายนอก เช่น เคลือบด้วยสีหรืออาบสังกะสี หรือวิธีอื่น ๆ สำหรับภายนอกอาคารให้ใช้ชนิดโลหะหล่อ
- (2) กล่องต่อสายต้องมีฝาเปิด-ปิด ยึดด้วยสกรู ความหนาของเหล็กแผ่นประกอบกล่องต้องไม่น้อยกว่า 1.6 มม. ขนาดของกล่องที่ใช้เป็นไปตาม NEMA การเลือกใช้เป็นไปตาม NEC
- (3) กล่องต่อสายและกล่องดึงสายติดซ่อนไว้ในฝ้าเพดาน ผนังเรียบผนัง ผนังเรียบเพดาน หรือติดตั้งลอยตามลักษณะของการใช้งาน สามารถเข้าไปตรวจสอบได้ง่าย
- (4) กล่องต่อสายและกล่องดึงสายที่ติดตั้งซ่อนในเพดานหรือติดตั้งลอย ต้องยึดตรึงให้แข็งแรงกับโครงสร้างของอาคาร ห้ามใช้ท่อเป็นตัวรับน้ำหนัก
- (5) กล่องต้องสามารถบรรจุตัวนำหรือเคเบิลได้ทั้งหมด
- (6) รูของกล่องที่ไม่ได้ใช้งาน ต้องปิดให้เรียบร้อย กล่องทุกกล่องต้องมีฝาปิด

#### 8.18 รางเดินสายโลหะ ( METAL WIRE WAY )

##### 8.18.1 ข้อกำหนดทั่วไป

- (1) เป็นรางเดินสายพร้อมฝาครอบรางชนิดกดล็อก หรือยึดด้วยสกรู (เฉพาะระบบรางเดินสายในแนวตั้ง ฝาครอบต้องเป็นชนิดยึดด้วยสกรู) ทำด้วยเหล็กแผ่นขนาดตามที่กำหนดในแบบ เหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่าที่กำหนดในตารางที่ 2
- (2) พื้นหน้าตัดนำและฉนวนทั้งหมดรวมกันไม่เกินร้อยละ 20 ของพื้นที่หน้าตัดภายในรางเดินสาย
- (3) จำนวนไฟในแต่ละรางต้องไม่เกิน 30 เส้น ทั้งนี้ไม่นับรวมสายควบคุมและสายดิน
- (4) ทั้งนี้การเดินสายไฟฟ้าในรางต้องเป็นไปตามมาตรฐานงานไฟฟ้า

#### 8.18.2 คุณลักษณะของรางเดินสายโลหะ

หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นวัสดุที่ใช้ทำรางเดินสายมีดังนี้

- (1) แผ่นเหล็กผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมและพ่นสีทับ เช่น แผ่นเหล็กผ่านกรรมวิธีล้างทำความสะอาดด้วยน้ำยาล้างไขมัน และเคลือบฟอสเฟตด้วยน้ำยา ZINC PHOSPHATE หลังจากนั้นจึงพ่นทับด้วยสีฝุ่น (POWDER PAINT) หรือใช้กรรมวิธีอื่นที่เทียบเท่า
- (2) แผ่นเหล็กชุบสังกะสีโดยวิธีทางไฟฟ้า
- (3) แผ่นเหล็กชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน
- (4) แผ่นเหล็กชุบอลูซิงค์ (ALUZINC)

หมายเหตุ กรณีที่ติดตั้งในสถานที่เปียกหรือชื้นให้ใช้วัสดุตามข้อ (3)หรือ (4) ความยาวแนะนำในการผลิตของรางเดินสายมีขนาด 2.40 เมตร หรือ 3.00 เมตร

#### ตารางที่ 2

ขนาดตารางเดินสายโลหะที่แนะนำในการผลิต

| ขนาดความสูง x ความกว้าง (มม.) | ความหนาต่ำสุด (มม.) |
|-------------------------------|---------------------|
| 50 x 50                       | 1.00                |
| 50 x 100                      | 1.00                |
| 100 x 100                     | 1.20                |
| 100 x 150                     | 1.20                |
| 100 x 200 หรือ 150 x 200      | 1.60                |
| 100 x 300 หรือ 150 x 300      | 1.60                |
| 100 x 400 หรือ 150 x 400      | 1.60                |

### 8.18.3 การติดตั้ง

- (1) รางเดินสายต้องติดตั้งในที่เปิดโล่งหรือในช่องไฟฟ้า และต้องมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะไม่เสียรูปภายใต้การติดตั้ง
- (2) การติดตั้งจะต้องแขวนหรือยึดติดกับโครงสร้างด้วยเหล็กฉาบทุกระยะ 1.50 เมตร ในแนวราบและ 2.40 เมตร ในแนวตั้งหรือทุกระยะที่ได้จากการคำนวณการรับน้ำหนักของรางเดินสายและสายไฟฟ้ารวมกัน
- (3) รางเดินสายในแนวตั้ง ต้องมีชั้นบันไดทุกระยะไม่เกิน 2.40 ม. สำหรับยึดและรับน้ำหนักสายไฟฟ้า

8.18.4 อุปกรณ์ประกอบรางเดินสายได้แก่ ข้องอ ข้อต่อ ฝาปิดท้าย ข้อต่อลดขนาด กล้องแยก 3 ทาง กล้องแยก 4 ทาง ข้อต่อรางเดินสายเข้ากับแผงไฟฟ้า ให้ใช้อุปกรณ์สำเร็จรูปจากโรงงาน

8.18.5 ห้ามใช้รางเดินสายเป็นตัวนำสำหรับต่อลงดินหรือสายดินของบริษัท

### 8.19 สายไฟฟ้า

#### 8.19.1 มาตรฐาน

สายไฟฟ้าทั้งหมด ให้ใช้สายทองแดงหุ้มฉนวน ที่ได้รับอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก. 11-2553

#### 8.19.2 การเลือกใช้สายไฟฟ้า

- (1) เครื่องหมายประจำสายไฟฟ้าให้ใช้สีของฉนวนไฟฟ้า หรือผ้าเทปสีม้วนสายหรืออักษรกำกับสายดังนี้

|          |       |                  |
|----------|-------|------------------|
| สายดิน   | -G-   | สีเขียวแถบเหลือง |
| สายศูนย์ | -N-   | สีฟ้า            |
| สายเฟส A | - A - | สีน้ำตาล         |
| สายเฟส B | - B - | สีดำ             |
| สายเฟส C | - C - | สีเทา            |

- (2) ชนิดของสายไฟฟ้าหากมิได้กำหนดไว้ เป็นอย่างอื่นให้ใช้ดังนี้

- วงจรไฟฟ้าระบบ 1 เฟส ให้ใช้สายไฟฟ้าแรงดัน 300 v
- วงจรไฟฟ้าระบบ 3 เฟส ให้ใช้สายไฟฟ้าแรงดัน 750 v
- สายไฟฟ้าเดินลอยให้ใช้ TYPE-B (VAF)
- สายไฟฟ้าเดินลอยสำหรับเต้ารับให้ใช้ TYPE B-G (VAF - GROUND)
- สายไฟฟ้าร้อยท่อ ในรางเดินสาย ให้ใช้ TYPE-A (IEC-01)
- สายไฟฟ้าใต้ดินร้อยท่อ หรือฝังดินโดยตรงให้ใช้ TYPE-CS หรือ TYPE-D (NYY)

(3) ขนาดของสายไฟฟ้า หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้ขนาดไม่เล็กกว่าที่กำหนดดังต่อไปนี้

- สายวงจรย่อย 2.5 ตร.มม. ใช้กับเซอร์กิตเบรกเกอร์ไม่เกิน 16 AT

- สายวงจรย่อย 4 ตร. มม. ใช้กับเซอร์กิตเบรกเกอร์ไม่เกิน 16 AT

- ในกรณีร้อยท่อสายแยกจากวงจรย่อยเข้า เตารับ ดวงโคมไฟฟ้าและพัดลม ให้ใช้สายไฟฟ้าขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 ตร. มม. TYPE A

- ในกรณีเดินสายลอย สายแยกจากวงจรย่อยเข้า เตารับ ดวงโคมไฟฟ้าและพัดลม ให้ใช้สายไฟฟ้าขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 ตร.มม. TYPE B หรือ TYPE B-G

## 9. การเดินสาย

(1) การต่อสายเข้ากัน BUSBAR ของแผงสวิตช์ไฟฟ้าประธานและหรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ให้ใช้ทางปลามีลักษณะเป็นแบบท่อทองแดงไม่มีตะเข็บ (COPPER TUBE LUGS TERMINAL) ชนิดหนาขึ้นรูปผ่านการ ELECTROLYTIC และชุบด้วยดีบุก หุ้มด้วยฉนวนตามรหัสสีของสาย

(2) การร้อยสายในท่อหรือรางเดินสาย ต้องทำหลังจากการติดตั้งท่อ หรือรางเดินสายเสร็จเรียบร้อยแล้ว

(3) การตัดต่อสาย ต้องทำในกล่องต่อสาย , กล่องสวิตช์, กล่องเตารับ, กล่องดวงโคม หรือ รางเดินสายเท่านั้น ตำแหน่งที่ทำการตัดต่อสาย ต้องอยู่ในตำแหน่งที่สามารถทำการตรวจสอบ หรือซ่อมบำรุงได้โดยง่าย

(4) การตัดสายขนาด 4 ตร.มม. หรือเล็กกว่าให้ใช้ WIRE NUT และการต่อสายขนาด 6 ตร.มม. หรือโตกว่าให้ใช้ SPLIT BOLT หรือ SLEEVE พันด้วยเทปพันสายไฟฟ้าให้มีฉนวนเทียบเท่าฉนวนของสายไฟฟ้า

(5) การดึงสาย หากมีความจำเป็นอาจใช้สายบางชนิดช่วยลดความฝืดของท่อได้ แต่สารชนิดนั้นต้องไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนหุ้มสายไฟฟ้า

(6) สายที่เดินในรางเดินสายในแนวตั้ง ต้องยึดกับชั้นบันได้ตามข้อ 2.4.3.3.

(7) การเดินสายลอยเกาะผิวอาคาร ต้องยึดด้วยเข็มขัดรัดสายทุกระยะห่างไม่เกิน 0.10 ม.

(8) การเดินสายใต้ดิน

(A) สายไฟฟ้าฝังดินโดยตรง ท่อร้อยสายหรือเครื่องหุ้มสายไฟฟ้าประเภทอ่านได้รับการรับรองแล้ว ความลึกในการติดตั้งต้องเป็นไปตามตารางที่ 3

(B) ส่วนที่เป็นโลหะหุ้มเคเบิลได้แก่ ปลอก ลวดเหล็กตีเกลียว และช่องเดินสายที่เป็นโลหะ ต้องมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าถึงกันเป็นอย่างดีและต่อลงดินที่ต้นทางและปลายทาง

- (C) สายไฟฟ้าใต้ดินที่ติดตั้งใต้อาคารต้องอยู่ช่องเดินสาย หากร้อยสายไปยังภายนอกอาคารช่องเดินสายต้องยื่นพ้นแนวมุขด้านนอกของอาคารออกไปไม่น้อยกว่า 0.15 เมตร
- (D) ตัวนำที่โผล่พื้นดินต้องอยู่ในที่ล้อม หรือในช่องเดินสายที่ได้รับการรับรองเพื่อจุดประสงค์นั้นสำหรับช่องเดินสายที่ติดตั้งกับเสาไฟฟ้าต้องมีความแข็งแรงไม่น้อยกว่าท่อโลหะหนาปานกลาง และต้องโผล่เหนือดินถึงระดับสูงไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร
- (E) สายไฟฟ้าใต้ดิน อนุญาตให้ต่อสายต่อแยกสายในรางเดินสายหรือบ่อพักสาย โดยไม่ต้องมีกล่องต่อสายได้ เมื่อการต่อหรือการต่อแยกนั้น ดำเนินการตามกรรมวิธีและใช้อุปกรณ์การต่อแยกที่ได้รับการอนุมัติจากมหาวิทยาลัย
- (F) ช่องเดินสายที่ความชื้นอาจเข้าไปสัมผัสส่วนที่มีไฟฟ้าได้ ต้องปิดผนึกที่ปลายช่องเดินสาย
- (G) เมื่อสายไฟฟ้าออกจากท่อร้อยสายไปฝังดินโดยตรง ที่ปลายท่อต้องมีปลอกป้องกันฉนวน
- (H) สายแกนเดี่ยวของวงจรเดียวกันรวมทั้งสายดิน (ถ้ามี) ต้องติดตั้งในช่องเดินสายเดียวกันหรือเมื่อฝังดินโดยตรงต้องวางชิดกันในร่องเดินสายเดียวกัน
- (9) จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้า TYPE-A (IEC-01) ในท่อร้อยสาย ให้เป็นไปตามตารางที่ 4 และตารางที่ 5

### ตารางที่ 3

ความลึกต่ำสุดในการติดตั้งใต้ดินสำหรับระบบแรงต่ำ

| วิธีที่ | วิธีการเดินสาย                                                                    | ค่าความลึกต่ำสุด<br>(เมตร) |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 1       | เคเบิลฝังดินโดยตรง                                                                | 0.60                       |
| 2       | เคเบิลฝังดินโดยตรงและมีแผ่นคอนกรีตหนา ไม่น้อยกว่า 0.05 ม.<br>วางอยู่เหนือสาย      | 0.45                       |
| 3       | ท่อโลหะหนาและหนาปานกลาง                                                           | 0.15                       |
| 4       | ท่อโลหะซึ่งรับรองให้ฝังดินโดยตรงได้โดยไม่ต้องมีคอนกรีตหุ้ม<br>(เช่น HDPE และ PVC) | 0.45                       |
| 5       | ท่อใยหิน หุ้มคอนกรีตเสริมเหล็ก                                                    | 0.45                       |
| 6       | ท่อร้อยสายอื่น ๆ ซึ่งได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง                               | 0.45                       |

หมายเหตุ (1) ท่อร้อยสายที่ได้รับการรับรองให้ฝังดินได้โดยมีคอนกรีตหุ้มต้องหุ้มด้วยคอนกรีตหนาไม่น้อยกว่า 0.05 เมตรสำหรับวิธีที่ 4, 5 และ 6 หากมีแผ่นคอนกรีตหนาไม่น้อยกว่า 0.05 เมตร วางอยู่เหนือสาย ยอมให้ความลึกลดเหลือ 0.30 เมตรได้ข้อกำหนดสำหรับความลึกนี้ไม่ใช่บังคับสำหรับการติดตั้งใต้อาคารหรือใต้พื้นคอนกรีตซึ่งหนาไม่น้อยกว่า 0.10 เมตร และยื่นเลยออกไปจากแนวติดตั้งไม่น้อยกว่า 0.15 เมตร บริเวณที่มีรถยนต์วิ่งผ่านความลึกต้องไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร

#### ตารางที่ 4

จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้า TYPE -A (IEC-01) ขนาดเดียวกันในท่อร้อยสาย

| ขนาด                | จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าในท่อร้อยสาย |              |            |                |                |            |                |            |                |             |
|---------------------|------------------------------------|--------------|------------|----------------|----------------|------------|----------------|------------|----------------|-------------|
| สาย<br>(SQ.MM<br>.) | 12.7<br>(1/2<br>")                 | 19<br>(3/4") | 25<br>(1") | 32<br>(1-1/4") | 38<br>(1-1/2") | 50<br>(2") | 60<br>(2-1/2") | 75<br>(3") | 90<br>(3-1/2") | 100<br>(4") |
| 1                   | 6                                  | 10           | 18         | 31             | 45             | -          | -              | -          | -              | -           |
| 1.5                 | 5                                  | 10           | 14         | 25             | 35             | -          | -              | -          | -              | -           |
| 2.5                 | 3                                  | 5            | 9          | 16             | 22             | 38         | -              | -          | -              | -           |
| 4                   | 2                                  | 5            | 7          | 13             | 18             | 30         | 47             | -          | -              | -           |
| 6                   | 1                                  | 4            | 5          | 10             | 14             | 23         | 36             | 48         | -              | -           |
| 10                  | 1                                  | 3            | 4          | 6              | 9              | 15         | 22             | 32         | 44             | 50          |
| 16                  | -                                  | 2            | 3          | 4              | 5              | 9          | 14             | 21         | 28             | 37          |
| 25                  | -                                  | -            | -          | 3              | 4              | 7          | 11             | 16         | 22             | 28          |
| 35                  | -                                  | -            | -          | 2              | 3              | 5          | 8              | 13         | 18             | 23          |
| 50                  | -                                  | -            | -          | 1              | 2              | 4          | 6              | 9          | 13             | 16          |
| 70                  | -                                  | -            | -          | 1              | 1              | 3          | 5              | 8          | 10             | 13          |
| 95                  | -                                  | -            | -          | 1              | 1              | 2          | 3              | 6          | 8              | 10          |

|     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 120 | - | - | - | 1 | 1 | 2 | 3 | 6 | 8 | 10 |
| 150 | - | - | - | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | 7 | 9  |
| 185 | - | - | - | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 5 | 7  |
| 240 | - | - | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6  |
| 300 | - | - | - | - | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 5  |
| 400 | - | - | - | - | - | 1 | 1 | 1 | 3 | 4  |
| 500 | - | - | - | - | - | 1 | 1 | 1 | 2 | 3  |

#### 10. การติดตั้งวัสดุและการจัดยึด

- (1) ท่อร้อยสาย รางเดินสาย รางเคเบิล กล่อง ตู้และเครื่องประกอบการเดินท่อ ต้องยึดกับที่ให้นั่นคง
- (2) ช่องเดินสาย เกราะหุ้มเคเบิล และเปลือกนอกของเคเบิลทั้งที่เป็นโลหะและอโลหะต้องต่อกันอย่างต่อเนื่องทางกลระหว่าง ตู้ กล่อง เครื่องประกอบการเดินท่อ เครื่องห่อหุ้มอย่างอื่น หรือจุดต่อไฟฟ้า
- (3) การเดินสายในท่อร้อยสาย สำหรับแต่ละจุดที่มีการต่อสาย ปลายท่อ จุดต่อไฟฟ้า จุดต่อแยก จุดติดสวิตช์ หรือจุดดึงสาย ต้องติดตั้งกล่องหรือเครื่องประกอบการเดินท่อ ยกเว้น การต่อสายในเครื่องห่อหุ้มสายที่มีฝาเปิดออกได้ และเข้าถึงได้ภายหลังการติดตั้ง
- (4) สายไฟฟ้าในช่องเดินสายแนวดิ่งต้องมีการจัดยึดที่ปลายบนของช่องเดินสายและต้องมีการจับยึดเป็นช่วงๆ โดยมีระยะห่างไม่เกินตามที่กำหนดในตารางที่ 6

#### ตารางที่ 6

##### ระยะห่างสำหรับการจับยึดสายไฟฟ้าในแนวดิ่ง

| ขนาดของสายไฟฟ้า (ตร.มม.) | ระยะจับยึดต่ำสุด (เมตร) |
|--------------------------|-------------------------|
| ไม่เกิน 50               | 30                      |
| 70-120                   | 24                      |
| 150-185                  | 18                      |
| 240                      | 15                      |
| 300                      | 12                      |
| เกินกว่า 300             | 10                      |

**\*\*ระยะในการจับยึดสายให้ยึดตามมาตรฐานการไฟฟ้าหรือผู้ควบคุมงานของทางมหาวิทยาลัย**

### 10.1 การป้องกันไฟลาม

(1) บริเวณช่องเปิดทุกช่องไม่ว่าจะอยู่ที่ใดของผนัง พื้น หรือคานของทุกชั้น รวมถึงในช่อง SHAFT ไฟฟ้า จะต้องปิดผนึกด้วยวัสดุป้องกันไฟลาม และต้องสามารถป้องกันไฟลามได้ไม่น้อยกว่า

2 ชั่วโมง การติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐานป้องกันอัคคีภัยของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

(2) ผู้ขายต้องแสดงชนิดวัสดุและวิธีการป้องกันไฟลาม เสนอมหาวิทยาลัยพิจารณาอนุมัติ ก่อนการดำเนินติดตั้ง

### 10.2 สวิตช์และเต้ารับ

(1) ชนิดและขนาดตามที่กำหนดในแบบติดตั้งในกล่องโลหะหรือพลาสติกตามความเหมาะสม

(2) หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นขนาดของสวิตช์และเต้ารับต้องทนกระแสได้ไม่ต่ำกว่า 15 แอมแปร์และทนแรงดันฟ้าไม่ต่ำกว่า 250 V

(3) รูเสียของเต้ารับ ต้องใช้ได้รับทั้งชนิดขากลมและขาแบน พร้อมขั้วดิน

(4) หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น เต้ารับต้องต่อขั้วดินเข้ากับสายดิน

ขนาดของสายดินต้องไม่เล็กกว่าดังต่อไปนี้

- ขนาดเครื่องป้องกันวงจรไม่เกิน 16 แอมแปร์ สายดินขนาด 1.5 ตร.มม.
- ขนาดเครื่องป้องกันวงจรไม่เกิน 20 แอมแปร์ สายดินขนาด 2.5 ตร.มม.
- ขนาดเครื่องป้องกันวงจรไม่เกิน 40 แอมแปร์ สายดินขนาด 4 ตร.มม.

### 10.3 การต่อลงดิน

(1) หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เป็นโลหะ ซึ่งไม่ใช่เป็นทางเดินของ กระแสไฟฟ้าและอยู่สูงจากระดับพื้นอาคารแต่ละชั้นต่ำกว่า 2.50 เมตร ต้องต่อลงดินทั้งหมด ยกเว้นชิ้นส่วนโลหะดังกล่าวอยู่ในตำแหน่งที่สัมผัสไม่ถึง (ระยะห่างไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร ใน แนวราบ) รายละเอียดอื่นให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

(2) หลักสายดิน ต้องใช้ชนิดทองแดง (ห้ามใช้ชนิดทองแดงหุ้มเหล็ก) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5/8"

ยาวไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร ปักจมลงไปดิน โดยให้ส่วนปลายของหลักสายดินต่ำกว่าระดับดิน

0.30 เมตร และหลักสายดินต้องมีจำนวนเพียงพอ ที่จะทำให้ระบบดินมีความต้านทานไม่เกิน 5 โอห์ม ในสภาวะดินแห้ง พร้อมผลการวัดค่าความต้านทาน

(3) สายดิน ต้องใช้ชนิดสายทองแดง หากมิได้กำหนดไว้ในแบบ ขนาดของสายดินให้เป็นไปตามตารางที่ 7 และตารางที่ 8

(4) การต่อสายดินเข้ากับหลักสายดิน ให้ใช้สายดินเชื่อมกับหลักสายดินด้วยวิธี EXOTHERMIC WELDING หรือเชื่อมด้วยความร้อนวิธีอื่นที่เหมาะสม

## ตารางที่ 7

ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับ

| ขนาดตัวนำประธาน<br>(ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.) | ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดิน<br>(ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.) |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| ไม่เกิน 35                                | 10                                                   |
| 50                                        | 16                                                   |
| 70-95                                     | 25                                                   |
| 120-185                                   | 35                                                   |
| 240-300                                   | 50                                                   |
| 400-500                                   | 70                                                   |
| เกิน 500                                  | 95                                                   |

## ตารางที่ 8

### ขนาดของตัวนำสำหรับต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า

| พิกัดหรือขนาดปรับตั้งสูงสุดของ<br>เครื่องป้องกันกระแสเกิน<br>(แอมแปร์) | ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริษัทไฟฟ้า<br>(ตัวนำทองแดง)<br>(ตร.มม.) |
|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 16                                                                     | 1.5                                                            |
| 20                                                                     | 2.5                                                            |
| 40                                                                     | 4                                                              |
| 70                                                                     | 6                                                              |
| 100                                                                    | 10                                                             |
| 200                                                                    | 16                                                             |
| 400                                                                    | 25                                                             |
| 500                                                                    | 35                                                             |
| 800                                                                    | 50                                                             |
| 1,000                                                                  | 70                                                             |
| 1,250                                                                  | 95                                                             |
| 2,000                                                                  | 120                                                            |
| 2,500                                                                  | 185                                                            |
| 4,000                                                                  | 240                                                            |
| 6,000                                                                  | 400                                                            |

## 11. รายละเอียดเพิ่มเติม

11.1 การปรับสภาพน้ำเย็น (WATER TREATMENT FOR CHILLED WATER)ระบบจะต้องประกอบด้วย อุปกรณ์สำหรับป้อนสารเคมีเข้าสู่ระบบโดยให้ผ่านเข้าทาง BYPASS TANK FEEDER ซึ่งบรรจุน้ำยาสำหรับการกัดกร่อนโดยเฉพาะสำหรับน้ำเย็น ถึงป้อนสารเคมี ต้องมีความจุไม่น้อยกว่าที่กำหนด

11.2 สารเคมีอะไหล่ (SPARE CHEMICAL/RASIN) ผู้ขายจะต้องจัดหาสารเคมีชนิดต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ และมีปริมาณเพียงพอที่จะใช้งานได้ 12 เดือนหลังจากรับมอบงานแล้ว

11.3 การทดสอบท่อด้วยความดัน (PRESSURE TESTS)ท่อที่เชื่อมเสร็จแล้ว ต้องนำไปทดสอบอัดด้วยความดันของน้ำ เพื่อหารอยรั่วโดยทำเฉพาะส่วนใดส่วนหนึ่งของระบบขึ้นหนึ่งก่อน แล้วทดสอบทั้งระบบอีกทีเมื่อการติดตั้งเสร็จสมบูรณ์แล้วท่อเมนส่วนที่อยู่ต่ำสุดของระบบให้ใช้ความดัน 250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อัดทดสอบเป็นเวลานาน 4 ชั่วโมง ส่วนท่อแยกและท่อส่งใช้ความดันทดสอบ 150 ปอนด์ต่อตารางนิ้วเป็นเวลา 4 ชั่วโมงก็เพียงพอ หากปรากฏว่ามีรอยรั่วที่ตัวท่อ ข้อต่อ หรือวาล์ว จะต้องถอดชิ้นส่วนนั้นออกแล้วเปลี่ยนด้วยของใหม่ที่ยังไม่เคยใช้งานมาก่อนทำการทดสอบด้วยความดันน้ำอัดจนกว่าจะเป็นที่แน่ใจว่ามีรอยรั่วอยู่ในระบบอีก การทดสอบด้วยความดันนี้ ผู้ขายจะต้องแจ้งให้มหาวิทยาลัยทราบล่วงหน้าเป็นลายลักษณ์อักษร และต้องกระทำต่อหน้าผู้ควบคุมงานหรือคณะกรรมการตรวจการจ้างจนกว่าจะเป็นที่พอใจ ผู้ที่มหาวิทยาลัยมอบหมายจะเป็นผู้เซ็นอนุมัติท่อที่ผ่านการทดสอบแล้ว

11.4 การทดสอบความสะอาด ระบบท่อน้ำ (CLEANING OF PIPING SYSTEMS)ท่อทุกท่อนก่อนนำไปใช้งานต้องเช็ดทำความสะอาดผิวในให้เรียบร้อยก่อน ในขณะที่เชื่อมต่อระบบให้มีให้เศษโลหะจากการเชื่อมหรือสิ่งสกปรกอื่น ๆ ตกหล่นลงในท่อโดยเด็ดขาด ท่อส่วนใดที่ผ่านการทดสอบด้วยความดันแล้ว ให้ระบบน้ำภายในทิ้งให้หมด อดปลายท่อทั้งสองด้านให้แน่นป้องกันฝุ่นและสิ่งสกปรกจากภายนอกเข้าไปอีก

11.5 การทำความสะอาดระบบท่อน้ำครั้งสุดท้าย (FINAL CLEANING OF PIPING SYSTEM)ให้ใช้สารเคมี POLYPHOSPHATES, SYNTHETIC DETERGENTS หรือของผสมระหว่างสารสองอย่างนี้ เติมน้ำให้มีความเข้มข้นเหมาะสมแล้ว สูบน้ำให้ไหลวนเวียนในระบบเพื่อขจัดคราบน้ำมันสารอัดเกลียว (PIE THREAD COMPOUND) และสิ่งสกปรกอื่น ๆ เป็นเวลาหนึ่งหรือสองวัน หลังจากนั้นให้ระบายน้ำทิ้งเติมน้ำอ่อนที่สะอาดลงไปล้างระบบให้ทั่ว อีกครั้งเสร็จแล้วต้องถอด STRAINER และ DIRT POCKET ออกและล้างทำความสะอาดให้หมด

## 12. การทดสอบและปรับแต่งระบบต่าง ๆ (TESTING AND BALANCING OF THE SYSTEMS)

ผู้ขายปรับปรุงระบบปรับอากาศ จะต้องรับผิดชอบต่อการปรับแต่งระบบปรับอากาศ และระบบอากาศให้ทำงานได้ถูกต้องและเหมาะสมตามรูปแบบพิมพ์เขียว มาตรฐานกำหนดหลักทางวิศวกรรมที่ถูกต้อง ผู้ขายปรับปรุงระบบปรับอากาศจะต้องทำการทดลองและทดสอบการเดินเครื่องปรับอากาศ ให้ทำงานติดต่อกันไม่น้อยกว่า 48 ชั่วโมง โดยต้องจดบันทึกการทำงาน ของเครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ ตลอดการทดสอบ

ให้เป็นไปตามมาตรฐานกำหนดและเป็นที่ยอมรับของบริษัท และวิศวกรควบคุมงาน ข้อมูลที่เก็บได้ระหว่างการผลิตลงเครื่องต้องจัด การทำแบบฟอร์มและกรอกลงให้เรียบร้อย ผู้ขายปรับปรุงระบบปรับอากาศจะต้องจัดส่งแบบฟอร์ม ดังกล่าวมาไม่น้อยกว่า 5 ชุด โดยระบุให้แน่ชัดถึงเครื่องปรับปรุงระบบปรับอากาศนำมาใช้ จะต้องทำการปรับแต่ให้เรียบร้อยก่อน (ACCURATELY CALIBATED) และนำเสนอแก่บริษัท และวิศวกรควบคุมงาน โดยห้ามทำการแก้ไขหรือตกแต่งตัวเลขโดยเด็ดขาด ถ้ามีการจดบันทึก ผิดให้ชี้ดฆ่า และจดบันทึกค่าที่อ่านได้ใหม่และถูกต้องลงไป โดยวิศวกรผู้ควบคุมงานที่เป็นผู้ดูแลการทดสอบจะเป็นพยาน และเซ็นชื่อกำกับข้อมูลนั้น ๆ ผู้ขายปรับปรุงระบบปรับอากาศจะต้องทำการทดสอบ และปรับแต่งเครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

#### 12.1 CONTROL SYSTEM

- ทดสอบปรับแต่งระบบควบคุมทางด้านต่างๆ ที่มีในระบบปรับอากาศ
- จดบันทึกข้อมูลต่างๆ
- อื่นๆ ที่เป็นประโยชน์

### ตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน

#### 1. วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ต่างๆ จะต้องได้รับการอนุมัติก่อนที่จะนำมาติดตั้ง วัสดุ- อุปกรณ์เหล่านี้จะต้องมีคุณภาพเป็นไปตามแบบ และข้อกำหนดตามที่ได้กล่าวมาแล้ว อุปกรณ์ใดที่เปลี่ยนแปลงมาจากโรงงานผู้ผลิต จะต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานหรือคณะกรรมการตรวจการจ้างทราบและจะพิจารณาตามความเป็นจริง อย่างไรก็ตามการเสนอแบบทางเลือก (ALTERNATIVE) จะต้องถูกต้องและเป็นไปตามข้อกำหนดและความต้องการทางวิศวกรรม จำนวนอุปกรณ์ที่จะเสนอจะต้องเป็นไปตามที่ปรากฏในแบบและข้อกำหนด

#### 2. รายการตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน

รายละเอียดในหัวข้อนี้ได้แจ้งถึงรายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์ วัสดุและอุปกรณ์ที่ถือว่าได้รับการยอมรับทั้งนี้ คุณสมบัติของอุปกรณ์นั้นๆ ต้องไม่ขัดต่อรายละเอียดเฉพาะที่กำหนดไว้ การเสนอผลิตภัณฑ์นอกเหนือจากชื่อที่ให้ไว้ต้องแสดงเอกสาร รายละเอียดและหลักฐานอ้างอิงอย่างเพียงพอเพื่อการพิจารณาอนุมัติให้ใช้งาน โดย มีคุณภาพเทียบเท่า

ตัวอย่างรายชื่อเครื่อง,วัสดุและอุปกรณ์ที่กำหนดให้ใช้

|                           |                                                                                                |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| EQUIPMENTS                | PROVED MANUFACTURER                                                                            |
| COOLING TOWER             | SHINWA , LIANG CHI , THERMAL-CELL , EVAPCO ,<br>THUWATER , THAI COOLING TOWER , COOLING<br>MAN |
| VALVES                    | TOYO , KITZ , CRANE , KEYSTONE , NIBCO                                                         |
| WATER PIPES AND FITTING   | PACIFIC PIPE , SSP , SUMITOMO , EQUAL LICENSE                                                  |
| FLEXIBLE PIPE CONNECTIONS | METRAFLEX , MASON , TOZEN                                                                      |
| EXPANSION JOINTS          | METRAFLEX , MASON , TOZEN                                                                      |
| SILENT CHECK VALVES       | METRAFLEX , BELL & GOSSETT , CRANE                                                             |
| FLOW METERS               | METRAFLEX , DWEYER , TACO , MC DONELI , PENN                                                   |
| AUTOMATIC AIR VENT        | BELL & GOSSET, CRISPIN                                                                         |
| VALVES                    | METRAFLEX, CRANE                                                                               |
| WATER STRAINERS           | METRAFLEX , CRANE , KITZ , TOYO , GRINNEL                                                      |
| PRESSURE GAUGES           | TAYLOR , TRERICE                                                                               |
| THERMOMETERS              | TAYLOR , TRERICE                                                                               |
| PIPE, DUCT INSULATION     | AEROFLEX                                                                                       |
| INSULATION                | MICRO-FIBRE , SIAM FIBRE GLASS                                                                 |

|                                                               |                                                                            |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| CONTROL VALVES (ELECTRIC)                                     | HONEYWELL , TA , BARBER-COLMAN                                             |
| ROOM THERMOSTAT                                               | HONEY WELL, TA, BARBER-COLEMAN                                             |
| FLOW SWITCH                                                   | MC DONELL , MILLER , JOHNSON CONTROLS                                      |
| MAIN SWITCH BOARD                                             | TIC , SMD APPROVED FACTORY , PMK , ASEFA                                   |
| LOAD CENTER                                                   | G.E , WESTINGHOUSE , ITE , FEDERAL , SCHNEIDER,<br>SIEMENS , ABB           |
| CIRCUIT BREAKER<br>,                                          | G.E. , WESTINGHOUSE , ITE , FEDERAL , SCHNEIDER<br><br>SIEMENS , ABB       |
| METERING DEVICE                                               | FEDERAL , SCHNEIDER , CIRCUTER                                             |
| FUSE & MAGNETIC CONTACTOR                                     | GE , MERLIN GERIN , SIEMENS , TELEMECANIQUE ,<br>SCHNEIDER , FEDERAL , ABB |
| CONDUIT                                                       | PANASONIC , MARUICHI , MATSUSHITA , RSI                                    |
| ELECTRICAL WIRE                                               | BANGKOK CABLE , PHELPS DODGE , THAI YAZAKI                                 |
| FIRE RESISTANCE ELECTRICAL WIRE<br>RADOX<br>วัสดุป้องกันไฟลาม | DELTA CROMTON, MCI- DRAKA,PYROTENAX ,<br><br>3M , KBS , SIGNUM             |
| เทปพันสายไฟฟ้า                                                | THAI YAZAKI , 3M , BANGKOK CABLE                                           |
| สวิตช์, เต้ารับไฟฟ้า                                          | PANASONIC , SIEMENS , BTICINO                                              |