

ร่างขอบเขตของงาน(Terms of Reference: TOR)

งานปรับปรุงระบบปรับอากาศчилเลอร์อาคารอเนกนิทัศน์ จำนวน 1 งาน

1. ความเป็นมา

เนื่องจากระบบเครื่องปรับอากาศแบบчилเลอร์ที่มีอยู่เดิมนั้นมีอายุการใช้งานเป็นเวลานาน และอาคารอเนกนิทัศน์มีความจำเป็นต้องรองรับงานสำคัญต่างๆของมหาวิทยาลัย เช่น งานพิธีพระราชทานปริญญาบัตร งานปฐมนิเทศนักศึกษา งานสถาปนามหาวิทยาลัย เป็นต้น จึงทำให้อุปกรณ์หลายส่วนเสื่อมสภาพหากใช้งานต่อไปจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาและซ่อมแซม สูงขึ้นและสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า

2. วัตถุประสงค์

เพื่อปรับปรุงระบบปรับอากาศчилเลอร์อาคารอเนกนิทัศน์ ซึ่งจะทำให้สามารถประหยัดพลังงานโดยสอดคล้องต่อนโยบายของรัฐบาล รวมถึงเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาและค่าซ่อมแซมที่เพิ่มสูงขึ้น และมีประสิทธิภาพในการใช้งานของระบบเครื่องปรับอากาศที่สูงขึ้น

3. ผู้ประสงค์จะเสนอราคาต้องมีคุณสมบัติ ดังต่อไปนี้

- 3.1 มีความสามารถตามกฎหมาย
- 3.2 ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย
- 3.3 ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ
- 3.4 ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราวตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง
- 3.5 ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระงับชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลางซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย
- 3.6 มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา
- 3.7 เป็นผู้มิอาชีพรับจ้างทำงานในลักษณะเดียวกับที่ได้ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ในครั้งนี้
- 3.8 ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้เสนอราคารายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่ ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันราคาอย่างเป็นธรรม ตามข้อ 1.5
- 3.9 ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทยเว้นแต่รัฐบาลของผู้เสนอราคาได้มีคำสั่งให้สละเอกสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นนั้น
- 3.10 ไม่เป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนด

3.11 ไม่อยู่ในฐานะเป็นผู้ไม่แสดงบัญชีรายรับรายจ่าย หรือแสดงบัญชีรายรับรายจ่ายไม่ถูกต้อง ครบถ้วนในสาระสำคัญตามที่คณะกรรมการ ป.ป.ช. กำหนด

3.12 ต้องลงทะเบียนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์(e-Government Procurement: e-GP) ของกรมบัญชีกลาง

3.13 ผู้เสนอราคาซึ่งได้รับคัดเลือกเป็นคู่สัญญาต้องรับและจ่ายเงินผ่านบัญชีธนาคารเว้นแต่การ จ่ายเงินแต่ละครั้งซึ่งมีมูลค่าไม่เกินสามหมื่นบาทคู่สัญญาอาจจ่ายเป็นเงินสดก็ได้ตามที่คณะกรรมการ ป.ป.ช. กำหนด

3.14 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ที่ถูกประเมินสิทธิผู้เสนอราคาในสถานะที่ห้ามเข้าเสนอราคาและห้าม ทำสัญญาตามที่ กวพ. กำหนด

3.15 บุคคลหรือนิติบุคคลที่จะเข้าเป็นคู่สัญญาต้องไม่อยู่ในฐานะเป็นผู้ไม่แสดงบัญชีรายรับรายจ่าย หรือแสดงบัญชีรายรับรายจ่ายไม่ถูกต้องครบถ้วนในสาระสำคัญ

3.16 บุคคลหรือนิติบุคคลที่จะเข้าเป็นคู่สัญญากับหน่วยงานภาครัฐซึ่งได้ดำเนินการจัดซื้อจัดจ้างด้วย ระบบอิเล็กทรอนิกส์ (e-Government Procurement : e-GP) ต้องลงทะเบียนในระบบอิเล็กทรอนิกส์ ของ กรมบัญชีกลาง ที่เว็บไซต์ศูนย์ข้อมูลจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ

3.17 คู่สัญญาต้องรับและจ่ายเงินผ่านบัญชีธนาคาร เว้นแต่การจ่ายเงินแต่ละครั้งซึ่งมีมูลค่า ไม่เกิน 30,000 (สามหมื่นบาท) คู่สัญญาอาจจ่ายเป็นเงินสดก็ได้

3.18 ผู้เสนอราคาต้องประกอบกิจการดังกล่าวมาแล้วไม่น้อยกว่า 10 ปี นับถึงวันยื่นซองเสนอราคา

3.19 ผู้เสนอราคาต้องยื่นแสดงผลงาน เป็นสำเนาหนังสือรับรองผลงานและสำเนาคู่สัญญา ไป พร้อมกับการเสนอราคาในระบบอิเล็กทรอนิกส์

- ผู้เสนอราคาต้องมีผลงานขยติดตั้งซ่อมแซมและบำรุงรักษาระบบปรับอากาศแบบчилเลอร์พร้อม ระบบควบคุม(CPMS)และอุปกรณ์ประกอบในการติดตั้งระบบ ประเภทเดียวกันกับงานที่ประกวดราคาจัดจ้าง ด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์ ในวงเงินไม่น้อยกว่า 15,800,000 บาท (สิบห้าล้านแปดแสนบาทถ้วน) ใน สัญญาฉบับเดียวกัน และเป็นผลงานที่เป็นคู่สัญญาโดยตรงกับส่วนราชการ หรือหน่วยงานอื่นที่มีกฎหมาย บัญญัติให้มีฐานะเป็นราชการบริหารส่วนท้องถิ่น รัฐวิสาหกิจ หรือหน่วยงานเอกชนที่มหาวิทยาลัยเชื่อถือที่ผ่าน มาไม่เกิน 5 ปี

- ผู้เสนอราคาต้องมีผลงานติดตั้งซ่อมแซมและบำรุงรักษาระบบปรับอากาศแบบчилเลอร์ขนาดรวมกัน ไม่น้อยกว่า 5,000 ตัน (ในสัญญาฉบับเดียวกันหรือหลายสัญญา) และเป็นผลงานที่เป็นคู่สัญญาโดยตรงกับ ส่วนราชการ หรือหน่วยงานอื่นที่มีกฎหมายบัญญัติให้มีฐานะเป็นราชการบริหารส่วนท้องถิ่น รัฐวิสาหกิจ หรือ หน่วยงานเอกชนที่มหาวิทยาลัยเชื่อถือที่ผ่านมาไม่เกิน 5 ปี

3.20 ผู้เสนอราคาต้องจัดหาวิศวกรไฟฟ้าและวิศวกรเครื่องกลที่ได้รับใบใบอนุญาตประกอบวิชาชีพ วิศวกรรมควบคุม ประเภทภาควิศวกรและเป็นพนักงานบริษัทที่มีประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 3 ปี ความสามารถที่เหมาะสมกับงานที่ได้รับมอบหมายและหัวหน้าช่าง และช่างที่ชำนาญงานเท่านั้น เข้ามา ปฏิบัติงานให้เป็นตามแผนงานและมาตรฐานการปฏิบัติงานและทำงานที่ถูกต้องตามหลักวิชาการและมีจำนวน เพียงพอสำหรับการปฏิบัติงานได้ทันที และสามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้วเสร็จตามกำหนด โดยต้องยื่นเอกสารไปพร้อมการเสนอราคาในระบบอิเล็กทรอนิกส์

3.21 ผู้เสนอราคาต้องจัดหาวิศวกรผู้รับผิดชอบโครงการของผู้รับจ้าง ต้องเป็นวิศวกรที่ได้รับ ใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม ประเภทสามัญวิศวกรเครื่องกล โดยได้รับใบอนุญาตมาเป็นเวลา ไม่น้อยกว่า 5 ปี และเป็นพนักงานของบริษัทฯ เพื่อควบคุมดูแลการติดตั้งระบบปรับอากาศให้เป็นไปตามหลัก วิศวกรรม โดยต้องยื่นเอกสารไปพร้อมการเสนอราคาในระบบอิเล็กทรอนิกส์

3.22 ผู้เสนอราคาต้องจัดทำเอกสารตารางเปรียบเทียบรายละเอียดคุณลักษณะทางเทคนิคที่กำหนด ทั้งหมดกับรายละเอียดที่บริษัทเสนอ โดยระบุ รุ่น ยี่ห้อของเครื่องทำน้ำเย็น บิมน้ำเย็น เครื่องส่งลมเย็น เครื่องปรับอากาศแบบปรับปริมาณสารทำความเย็น และอุปกรณ์ประกอบเบื้องต้น พร้อมแนบแคตตาล็อก และต้องขีดเส้นใต้ระบุหมายเลขข้อที่อ้างอิงให้ชัดเจน โดยต้องยื่นเอกสารไปพร้อมการเสนอราคาในระบบ อิเล็กทรอนิกส์

3.23 ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายจากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์และหนังสือรับรอง แต่งตั้งสำหรับงานปรับปรุงฯจากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์โดยตรงที่จดทะเบียนในประเทศไทย โดยต้องยื่น เอกสารไปพร้อมการเสนอราคาในระบบอิเล็กทรอนิกส์

3.24 ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือรับรองผ่านการอบรมและการทดสอบติดตั้งจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ โดยตรงและเป็นพนักงานของทางบริษัทฯ โดยต้องยื่นเอกสารไปพร้อมการเสนอราคาในระบบอิเล็กทรอนิกส์

4. ระยะเวลาดำเนินการ

ภายใน 180 วันนับถัดจากวันลงนามในสัญญา

5. ราคากลางในการจัดจ้าง

จำนวน 39,417,401.56 บาท (สามสิบเก้าล้านสี่แสนหนึ่งหมื่นเจ็ดพันสี่ร้อยหนึ่งบาทห้าสิบบาทสตางค์)

รายละเอียดขอบเขตงานปรับปรุงระบบปรับอากาศซิลเลอร์ อาคารอเนกนิทัศน์ จำนวน 1 งาน

ก. รายการทั่วไป

1. ข้อกำหนดทั่วไป

โครงการอาคารอเนกนิทัศน์ มีความประสงค์จะปรับปรุงระบบเครื่องปรับอากาศซิลเลอร์และอุปกรณ์พร้อมติดตั้งที่ได้ระบุไว้ในแบบรูปและรายละเอียดประกอบแบบ ดังต่อไปนี้

ความมุ่งหมายของแบบรูปและรายละเอียดประกอบแบบที่จะกล่าวดังต่อไปนี้เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้รับจ้างเสนอราคาในการรื้อถอนระบบเครื่องปรับอากาศเดิมและส่วนควบ การติดตั้งระบบเครื่องปรับอากาศพร้อมทั้งอุปกรณ์รวมทั้งการทดสอบปรับแต่งระบบตลอดจนการเตรียมการเพื่อการฝึกอบรมการใช้งาน ของระบบปรับอากาศให้เรียบร้อยและใช้งานตามงานวิศวกรรมระบบปรับอากาศได้ดีสำหรับอุปกรณ์และรายละเอียดอื่นๆที่ไม่ได้แสดงในแบบหรือระบุไว้ในรายการหากเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อจะได้มาซึ่งระบบการทำงานของเครื่องปรับอากาศที่สมบูรณ์แล้ว ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการให้แล้วเสร็จเรียบร้อยครบถ้วนตามหลักวิชาการและหลักวิศวกรรมให้สามารถใช้งานได้ตามสัญญา

รายการประกอบแบบของระบบฉบับนี้เป็นรายการมาตรฐานที่ได้รวบรวมรายละเอียดของงานตามสัญญาไว้ เพื่อเป็นแนวทางและข้อกำหนดในการจัดหา และติดตั้งอุปกรณ์เครื่องประกอบต่างๆ ของงานให้เป็นไปอย่างถูกต้องอันเป็นวัตถุประสงค์ของผู้ว่าจ้าง ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องศึกษา แบบแปลน แผนผัง และรายละเอียดอื่น ๆ ของงานที่ใช้ประกอบสัญญาอย่างถี่ถ้วน ถ้าหากมีปัญหาหรือข้อขัดข้องใด ๆ เกี่ยวกับแบบรูปและรายละเอียดประกอบแบบฯลฯ ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบก่อนการลงนามในสัญญา มิฉะนั้นผู้ว่าจ้างจะถือว่าผู้รับจ้างได้ศึกษาราคาแบบรูปและรายละเอียดประกอบแบบฯลฯ ครบถ้วนสมบูรณ์เรียบร้อยแล้ว โดยผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการให้แล้วเสร็จเรียบร้อยครบถ้วนจนใช้งานได้ตามสัญญา

2. ขอบเขตของงาน

- 2.1. ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้จัดหาแรงงาน วัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งระบบปรับอากาศ ทั้งนี้รวมถึงการขนส่งเครื่องจักรอุปกรณ์ตลอดจนเครื่องมือเครื่องใช้ที่จำเป็น สำหรับการติดตั้งระบบปรับอากาศและอุปกรณ์ส่วนควบปรับอากาศ และอุปกรณ์ต่าง ๆ รวมทั้งการทำการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ และอุปกรณ์ให้แล้วเสร็จตามกำหนด และทำการทดสอบเครื่องปรับอากาศและอุปกรณ์ทุกชิ้นจนใช้งานได้เรียบร้อยสมบูรณ์เป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิต ผู้รับจ้างต้องทำการปรับปริมาณลมของห้องต่าง ๆ และปรับปริมาณน้ำเย็นที่ไหลเข้าเครื่องเป่าลมเย็นให้มีปริมาณถูกต้องตามหลักวิศวกรรมให้สามารถใช้งานได้โดยอ้างอิงมาตรฐานระบบปรับอากาศและระบายอากาศของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย สมบูรณ์และถูกต้องตามความประสงค์ของมหาวิทยาลัย

- 2.2. ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อวัสดุอุปกรณ์งานระบบปรับอากาศที่ยังไม่ได้ส่งมอบแก่ผู้ว่าจ้าง จะยังคงเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้รับจ้างซึ่งจะต้องรับผิดชอบต่อการสูญหาย ความเสื่อมสภาพ สภาพความไม่สมบูรณ์แบบหรือถูกทำลายจนกว่าจะมอบงานที่แล้วเสร็จสมบูรณ์แก่ผู้ว่าจ้าง นอกจากนี้ผู้รับจ้างจะต้องระมัดระวังความปลอดภัยทั้งในด้านชีวิตและทรัพย์สินรวมทั้งป้องกันอัคคีภัยความเสียหายต่างๆ ซึ่งมีสาเหตุเกิดมาจากการปฏิบัติงานของผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบเองทั้งสิ้น
- 2.3. ในกรณีที่เกิดข้อขัดแย้งปรากฏในแบบรูปและรายการประกอบแบบหรือมีการขัดแย้งระหว่างแบบรูปสถาปัตยกรรมและ/หรือวิศวกรรมอื่นๆหรือในแบบมีรายละเอียดระบุไว้ไม่ครบสมบูรณ์ให้ผู้รับจ้างเป็นผู้ดำเนินการรับผิดชอบผู้จัดหาและติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมให้ครบถ้วนเรียบร้อย โดยเป็นค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างเองทั้งหมด
- 2.4. การติดต่อดำเนินการและค่าธรรมเนียม ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ผู้รับจ้างเป็นผู้ติดต่อประสานงานกับมหาวิทยาลัยและหน่วยงานภายนอกที่เกี่ยวข้องกับงานจ้างนี้ เพื่อให้ได้มาซึ่งความสมบูรณ์ของระบบประกอบอาคารนั้น สำหรับใช้ในโครงการโดยค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ในการติดต่อดำเนินการรวมถึงค่าธรรมเนียมและค่าดำเนินการโดยมหาวิทยาลัยที่ถูกเรียกเก็บ ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น
- 2.5. ตำแหน่งของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่แสดงไว้ในแบบรูปรายการข้อกำหนดในเบื้องต้นเป็นตำแหน่ง ซึ่งอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขได้ตามความเหมาะสมตามหลักวิศวกรรม โดยผ่านความเห็นชอบของผู้ควบคุมงานและวิศวกรผู้ออกแบบ
- 2.6. การอนุมัติการติดตั้งหรืออุปกรณ์ที่ให้ได้ โดยวิศวกรผู้ว่าจ้างหรือควบคุมงานนั้นไม่ทำให้ผู้รับจ้างสิ้นสุดความรับผิดชอบที่จะต้องปฏิบัติตามแบบและข้อกำหนดเพื่อให้ได้ผลงานตามวัตถุประสงค์ของมหาวิทยาลัย
- 2.7. ผู้รับจ้างจะต้องทำการปรับปรุงระบบปรับอากาศอาคารอเนกนิทัศน์ ให้เป็นไปตามมาตรฐานวิศวกรรมระบบปรับอากาศหรือมาตรฐานผู้ผลิตซึ่งสอดคล้องตามมาตรฐานระบบปรับอากาศและระบายอากาศของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ปรับแต่งอุปกรณ์ทั้งหมดในระบบปรับอากาศและอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดให้เหมาะสมกับสภาพใช้งาน
- 2.8. ผู้รับจ้างจะต้องเป็นเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือตัวแทนจำหน่ายโดยตรงและมีหนังสือแต่งตั้งเป็นทางการจากเจ้าของผลิตภัณฑ์พร้อมหนังสือรับรองจากบริษัทผู้ผลิตในการดูแลบำรุงรักษาหลังจากหมดระยะรับประกันให้กับทางมหาวิทยาลัย โดยต้องยื่นเอกสารไปพร้อมการเสนอราคาในระบบปรับอากาศในครั้งนี้

3. สถาบันมาตรฐานที่ใช้ในงาน

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น มาตรฐานทั่วไปของวัสดุอุปกรณ์การประกอบการติดตั้งที่ระบุไว้ในแบบและรายละเอียดประกอบแบบ เพื่อใช้อ้างอิงสำหรับงานตามสัญญาในโครงการนี้ให้ถือตามมาตรฐานของสถาบันที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

- 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 ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อนเป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัทที่เชื่อถือได้ หรือผลิตภัณฑ์ที่ระบุไว้ในแบบหรือรายการประกอบ และได้รับการตรวจรับรองคุณภาพจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของกระทรวงอุตสาหกรรมหรือสถาบันมาตรฐานสากล
- 4.2. อุปกรณ์และเครื่องประกอบที่ใช้ในการติดตั้งทั้งหมดนี้ จะต้องปรากฏชื่อผู้ผลิต เครื่องหมายการค้าหรือเครื่องหมายใด ๆ ที่แสดงถึงการเป็นเจ้าของต่อผลิตภัณฑ์นั้น ๆ โดยถูกต้องตามกฎหมาย พร้อมทั้งมีรายละเอียดเกี่ยวกับขีดความสามารถต่าง ๆ ระบุไว้อย่างชัดเจน

5. ความรับผิดชอบ

5.1. การสำรวจบริเวณสถานที่ปรับปรุง

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการสำรวจตรวจสอบสถานที่ปรับปรุงก่อนดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์ส่วนควบสำหรับการติดตั้งระบบปรับอากาศ ทั้งนี้เพื่อศึกษาให้เข้าใจถึงลักษณะและสภาพทั่วไป ข้อจำกัดในประการต่างๆภายในบริเวณหรือขอบเขตของบริเวณพื้นที่สิ่งก่อสร้างที่มีอยู่ สาธารณูปโภคต่าง ๆ มีความเข้าใจเป็นอย่างดีไม่ว่ากรณีใด ๆ ก็ตาม ผู้รับจ้างจะยกข้ออ้างถึงการที่ตนไม่ทราบข้อเท็จจริงหรือข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้นเพื่อประโยชน์ใดๆของตนเองมิได้

5.2. การปิดกั้นพื้นที่ปรับปรุง

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการปิดกั้นพื้นที่โดยรอบบริเวณที่ปรับปรุงและพื้นที่จัดเก็บวัสดุอุปกรณ์ส่วนควบที่เกี่ยวข้องในระบบปรับอากาศที่ทำการรื้อถอนออกมจากงานปรับปรุงดังกล่าวตามที่มหาวิทยาลัยกำหนด พร้อมจัดทำบัญชีรายการแยกส่วนประกอบต่างๆโดยละเอียด

5.3. การตรวจสอบรูปแบบรายการ และข้อกำหนด

- (1) ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบรูปแบบรายการและข้อกำหนดต่าง ๆ จนเข้าใจถึงเงื่อนไขต่าง ๆ โดยละเอียดเมื่อมีข้อสงสัย หรือพบเห็นปัญหาให้สอบถามผู้คุมงานเป็นลายลักษณ์อักษร
- (2) ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบรายละเอียดจากแบบสถาปัตยกรรม และงานวิศวกรรมโครงสร้างรวมทั้งระบบวิศวกรรมอื่นๆที่เกี่ยวข้องพร้อมไปกับแบบวิศวกรรมสาขาอื่น ๆ ที่ปรากฏในโครงการนี้ก่อนการติดตั้งวัสดุอุปกรณ์เสมอ เพื่อลดข้อโต้แย้งที่อาจปรากฏขึ้นมาก่อนหรือระหว่างการติดตั้งปรับปรุง

6 วิศวกรโครงการและผู้ปฏิบัติงาน

- 6.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาวิศวกรไฟฟ้าและวิศวกรเครื่องกลที่ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม ประเภทภาควิศวกรและเป็นพนักงานบริษัทที่มีประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 3 ปี ความสามารถที่เหมาะสมกับงานที่ได้รับมอบหมายและหัวหน้าช่าง และช่างที่ชำนาญงานเท่านั้น เข้ามาปฏิบัติงานให้เป็นตามแผนงานและมาตรฐานการปฏิบัติงานและทำงานที่ถูกต้องตามหลักวิชาการและมีจำนวนเพียงพอสำหรับการปฏิบัติงานได้ทันที และสามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้วเสร็จตามกำหนด
- 6.2 วิศวกรผู้รับผิดชอบโครงการของผู้รับจ้าง ต้องเป็นวิศวกรที่ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม ประเภทสามัญวิศวกรเครื่องกล โดยได้รับใบอนุญาตมาเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี และเป็นพนักงานของบริษัท ฯ เพื่อควบคุมดูแลการติดตั้งระบบปรับอากาศให้เป็นไปตามหลักวิศวกรรม
- 6.3 ผู้รับจ้างต้องจัดหาวิศวกรไฟฟ้าประเภทสามัญวิศวกร เป็นผู้รับผิดชอบโครงการของผู้รับจ้าง ในการดำเนินงานและควบคุมการติดตั้งให้เป็นตามแบบไฟฟ้าที่มีประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 10 ปี รายการและข้อกำหนดให้ถูกต้องตามหลักวิชาและวิธีปฏิบัติ ซึ่งเป็นที่ยอมรับการลงนามในเอกสารขณะปฏิบัติงานจะถือเป็นความผูกพันของ ผู้รับจ้างไม่ว่ากรณีใด ๆ
- 6.4 ผู้รับจ้างต้องจัดหาวิศวกรเครื่องกลประเภทสามัญวิศวกร เป็นผู้รับผิดชอบโครงการของผู้รับจ้าง ในการดำเนินงานและควบคุมการติดตั้งให้เป็นตามแบบเครื่องกลที่มีประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 10 ปี รายการและข้อกำหนดให้ถูกต้องตามหลักวิชาและวิธีปฏิบัติ ซึ่งเป็นที่ยอมรับการลงนามในเอกสารขณะปฏิบัติงานจะถือเป็นความผูกพันของ ผู้รับจ้างไม่ว่ากรณีใด ๆ
- 6.5 ผู้รับจ้างต้องจัดหาวิศวกรโยธาประเภทสามัญวิศวกร เป็นผู้รับผิดชอบโครงการของผู้รับจ้าง ในการดำเนินงานและควบคุมการติดตั้งให้เป็นตามแบบโยธาที่มีประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 10 ปี รายการและข้อกำหนดให้ถูกต้องตามหลักวิชาและวิธีปฏิบัติ ซึ่งเป็นที่ยอมรับการลงนามในเอกสารขณะปฏิบัติงานจะถือเป็นความผูกพันของ ผู้รับจ้างไม่ว่ากรณีใด ๆ
- 6.6 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่จะสั่งให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนวิศวกรโครงการและผู้ปฏิบัติงาน ที่เห็นว่าความรับผิดชอบต่องานไม่มีประสิทธิภาพหรือปฏิบัติงานบกพร่อง ที่ไม่สามารถปฏิบัติงานตามวัตถุประสงค์ของสัญญา
- 6.7 ผู้รับจ้างต้องเสนอชื่อประวัติและผลงานของวิศวกรและหัวหน้าช่างทุกคน พร้อมทั้งตำแหน่งหน้าที่ในการปฏิบัติงานโครงการให้มหาวิทยาลัยพิจารณาอนุมัติก่อนเริ่มโครงการ
- 6.8 ผู้รับจ้างต้องเสนอชื่อประวัติและผลงานของเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานวิชาชีพ (Safety Officer) ซึ่งมีหน้าที่ในการคอยดูแลและป้องกันไม่ให้เกิดอุบัติเหตุจากการทำงาน โดยต้องยื่นเอกสารไปพร้อมการเสนอราคาในระบบ

7 การจัดหาปั้ประปา หรือไฟฟ้า ฯลฯ เพื่อใช้ระหว่างปรับปรุง

- 7.1 ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ติดตั้งมิเตอร์น้ำประปาและมิเตอร์ไฟฟ้าชั่วคราว สำหรับใช้ในส่วนทั่วไปเช่นการทดสอบประสิทธิภาพการติดตั้ง การทดสอบและปรับแต่งระบบโดยตลอดระยะเวลา ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นในระหว่างการดำเนินการตามสัญญา

8 การเสนอรายละเอียด วัสดุอุปกรณ์ เพื่อขออนุมัติ

- 8.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียด วัสดุอุปกรณ์ เสนอมหาวิทยาลัยเพื่ออนุมัติก่อนการสั่งซื้ออย่างน้อย 15 - 30 วันทำการล่วงหน้า รายการใดที่ไม่อนุมัติห้ามนำเข้ามายังบริเวณมหาวิทยาลัยโดยเด็ดขาด
- 8.2 ผู้รับจ้างจะต้องทำการจัดส่งรายละเอียดของอุปกรณ์ และหรือตัวอย่างอุปกรณ์ทุกชนิด ที่จะใช้ติดตั้งในอาคารสถานที่ก่อนสร้างเพื่ออนุมัติ โดยรายละเอียดของอุปกรณ์ที่จัดส่งมาของอนุมัติ จะต้องระบุบริษัทผู้ผลิต ชื่อผลิตภัณฑ์และรุ่น (MODEL) , แคตตาล็อก (CATALOG), ข้อมูลแผงวงจรไฟฟ้าและข้อมูลประกอบทางด้านเทคนิค (TECHNICAL INFORMATION) โดยรวมถึงอุปกรณ์ส่วนควบอื่นๆเช่นระบบไฟฟ้า ฯลฯ เป็นต้น สำหรับอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ผู้รับจ้างจะต้องเร่งรัดดำเนินการตามแผนการเพื่ออนุมัติติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อการสั่งซื้อวัสดุอุปกรณ์จากต่างประเทศเพื่อไม่ให้เกิดความล่าช้า ผู้รับจ้างต้องจัดแผนเตรียมการเพื่อให้เกิดการมีประสิทธิภาพ
- 8.3 ตัวอย่างอุปกรณ์เพื่อให้การขออนุมัติใช้งาน ผู้รับจ้างต้องนำตัวอย่างของวัสดุอุปกรณ์อย่างน้อย 1 ชุด เสนอผ่านผู้ควบคุมงานมาประกอบการพิจารณาเพื่อขออนุมัติ โดยตัวอย่างอุปกรณ์ที่จัดส่งมาให้ต้องตรงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ผู้ผลิตทุกประการ โดยผู้รับจ้างและวิศวกรผู้รับผิดชอบลงลายมือชื่อรับรองเอกสาร
- 8.4 ผู้รับจ้างต้องประทับตราเครื่องหมายชื่อบริษัทหรือลงชื่อกำกับเอกสารทุกชิ้นที่เสนอเพื่อขออนุมัติ
- 8.5 ผู้รับจ้างต้องจัดทำเอกสารตารางเปรียบเทียบรายละเอียดคุณลักษณะทางเทคนิคที่กำหนดทั้งหมดกับรายละเอียดที่บริษัทเสนอ โดยระบุ รุ่น ยี่ห้อของเครื่องทำน้ำเย็น ปั้มน้ำเย็น เครื่องส่งลมเย็น เครื่องปรับอากาศแบบปรับปริมาณสารทำความเย็น และอุปกรณ์ประกอบเบื้องต้น พร้อมแนบแคตตาล็อก และต้องขีดเส้นใต้ระบุหมายเลขข้อที่อ้างอิงให้ชัดเจน โดยต้องยื่นเอกสารไปพร้อมการเสนอราคาในระบบ
- 8.6 ผู้รับจ้างต้องดำเนินการจัดทำ Shop Drawing เพื่อขออนุมัติคณะกรรมการโดยมีวิศวกรที่เกี่ยวข้องลงนามรับรอง รวมถึงแบบระบบต่างๆที่เกี่ยวข้องกับอาคารควบคุมระบบปรับอากาศ ก่อนดำเนินการปรับปรุง

9 การทดสอบอุปกรณ์ประกอบและระบบปรับอากาศ

- 9.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำตารางแผนงานโดยละเอียดพร้อมระบุกำหนดการสำหรับกรณีการทดสอบแบบแยกส่วนและการทดสอบระบบโดยรวม รวมทั้งจัดเตรียมเอกสารคู่มือการใช้งานจากผู้ผลิตเสนอผ่านผู้ควบคุมภายใน 15 วัน โดยผู้รับจ้างจะต้องกำหนดนัดหมายบุคลากรผู้รับผิดชอบสำหรับการดำเนินการฝึกอบรม
- 9.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบและปรับแต่งระบบที่จำเป็นทั้งหมดผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดหาทั้งหมด
- 9.3 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเครื่องอุปกรณ์ประกอบและระบบปรับอากาศและข้อกำหนดของผู้ผลิต โดยเจ้าหน้าที่ของมหาวิทยาลัย อยู่ร่วมขณะดำเนินการทดสอบด้วย

10 การส่งมอบงานจ้าง

- 10.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมการทดสอบและปรับแต่งให้เป็นไปตามรายการการทดสอบมาตรฐานทั้งส่วนของการติดตั้งและการทดสอบประสิทธิภาพการใช้งาน (COMMISSIONING TEST) และการทดสอบสถานการณ์ต่างๆ (SIMULATION TESTING) รวมทั้งจัดทำรายการตรวจสอบ (CHECKLISTS) ตามเกณฑ์กำหนดมาตรฐานและการทดสอบการใช้งานเต็มสมรรถนะ (FULL LOAD CAPACITY) ในช่วงเวลา 24 - 48 ชั่วโมงต่อเนื่องติดต่อกัน
- 10.2 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเครื่องอุปกรณ์ประกอบและระบบปรับอากาศให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของสัญญา
- 10.3 รายการสิ่งของต่าง ๆ ที่ผู้รับจ้างส่งมอบให้แก่มหาวิทยาลัย ในวันส่งมอบงานซึ่งถือเป็นส่วนหนึ่งของการตรวจรับมอบงานด้วยคือ
 - แบบก่อสร้างจริง (AS-Built) ขนาด A2 จำนวน 5 ชุด
 - แบบก่อสร้างจริง (AS-Built) ขนาด A1 จำนวน 5 ชุด
 - ไฟล์งานแบบสร้างจริงในรูปแบบ CD จำนวน 5 แผ่น (AUTOCAD FILE)
 - คู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์ จำนวน 5 ชุด
 - เครื่องมือพร้อมอุปกรณ์เฉพาะสำหรับการปรับแต่ง ดูแลบำรุงรักษาเครื่องจักร อุปกรณ์ระบบปรับอากาศตามมาตรฐานผู้ผลิต
 - รายการอะไหล่ต่าง ๆ การกำหนดรายละเอียดเรื่อง SPARE PART และ/หรือ WEAR PART ตามมาตรฐานผู้ผลิตข้อกำหนด (SPARE PART LIST)
 - หนังสือรับรองการติดตั้ง

11 การรับประกัน

- 11.1 หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพทั้งการประกอบติดตั้งของระบบปรับอากาศและอุปกรณ์ส่วนควบและคุณลักษณะของระบบปรับอากาศรวมส่วนควบอุปกรณ์ที่ได้ดำเนินการประกอบและการติดตั้งว่าใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามมาตรฐานผู้ผลิตเป็นระยะเวลา 2 ปี นับจากวันตรวจรับมอบงาน
- 11.2 ระหว่างระยะเวลาของการรับประกัน หากมหาวิทยาลัยตรวจพบว่าการดำเนินการติดตั้งไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของสัญญาอุปกรณ์ประกอบและระบบปรับอากาศที่ไม่ถูกต้องหรือมีคุณภาพต่ำกว่าตลอดจนงานติดตั้งไม่ถูกต้องหรือไม่เรียบร้อย ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไขให้ถูกต้องภายใน 7 วัน นับตั้งแต่วันที่ได้รับแจ้ง และหากผู้รับจ้างไม่ดำเนินการ มหาวิทยาลัยรักษาสีตามสัญญา
- 11.3 ในกรณีที่เครื่องวัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ เกิดชำรุดเสียหายหรือเสื่อมคุณภาพ อันเนื่องมาจากข้อผิดพลาดของผู้ผลิตหรือการติดตั้งในระหว่างเวลารับประกัน ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนทดแทนใหม่อยู่ในองค์ประกอบของสภาพใช้งานที่มีประสิทธิภาพมีสมรรถนะการใช้งานที่เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิตทุกประการเช่นเดิมโดยมิชักช้า
- 11.4 ผู้รับจ้างต้องดำเนินการโดยทันทีที่ได้รับแจ้งจากมหาวิทยาลัยให้ดำเนินการแก้ไข อุปกรณ์ประกอบและระบบปรับอากาศตามข้อกำหนดของสัญญาและการรับประกันภายหลังการติดตั้ง มิฉะนั้นมหาวิทยาลัยสงวนสิทธิ์ที่จะจัดหาผู้อื่นมาดำเนินการโดยค่าใช้จ่ายทั้งสิ้นผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบ

12 การให้บริการ

- 12.1 ผู้รับจ้างต้องเตรียมการจัดหาช่างผู้ชำนาญในแต่ละระบบไว้สำหรับตรวจสอบซ่อมแซมและบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดี เป็นประจำทุกเดือนเป็นระยะเวลา 1 ปี พร้อมจัดทำรายงานผลการตรวจสอบ เสนอมหาวิทยาลัย
- 12.2 ในปีี่ 2 ของการใช้งาน ผู้รับจ้างต้องจัดส่งช่างผู้ชำนาญงานมาตรวจสอบเครื่องอุปกรณ์ และระบบต่าง ๆ ทุก ๆ 3 เดือน เป็นระยะเวลา 1 ปี พร้อมจัดทำรายงานผลการตรวจสอบ เสนอมหาวิทยาลัย
- 12.3 ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายงานผลการตรวจสอบซ่อมแซมและบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์ประกอบระบบปรับอากาศและการบำรุงรักษา เสนอมหาวิทยาลัยภายใน 7 วัน นับจากวันตรวจสอบทุกครั้ง
- 12.4 ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง อัดจาระบี ตรวจสอบแรงดันสารทำความเย็นและวัสดุสิ้นเปลืองอื่น ๆ ตามมาตรฐานวิศวกรรมระบบปรับอากาศหรือมาตรฐานผู้ผลิต

- 12.5 ผู้รับจ้างต้องเข้าดำเนินการตรวจสอบและอยู่ประจำหน้างานระหว่างช่วงระยะรับประกันในสัญญา เมื่อมหาวิทยาลัยมีงานสำคัญเช่น งานพิธีพระราชทานปริญญาบัตร งานปฐมนิเทศนักศึกษาใหม่ งานสถาปนา โดยรายละเอียดทางมหาวิทยาลัยแจ้งให้ทราบเป็นกรณีไป

13 รหัส ป้ายชื่อ และเครื่องหมายของวัสดุ และอุปกรณ์ประกอบและระบบปรับอากาศ

ผู้รับจ้างต้องจัดทำรหัส ป้ายชื่อ (Nameplate) และตำแหน่งระบุเครื่องหมายลูกศร แสดงทิศทางและตำแหน่งของเครื่องและอุปกรณ์ส่วนควบต่าง ๆ ที่นำมาติดตั้งในมหาวิทยาลัย เพื่ออำนวยความสะดวกในการตรวจสอบ และซ่อมบำรุง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่มีดัด หรือเข้าถึงได้ยากจะต้องมีเครื่องหมายที่มองเห็นได้ง่าย ทั้งนี้อยู่ในดุลยพินิจของผู้คุมงานด้วย

14 การป้องกันการผุกร่อน

งานเหล็กบริเวณที่มีโอกาสสัมผัสกับน้ำหรืออุปกรณ์จับยึดท่อที่เกี่ยวข้องกับงานเหล็กต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันการผุกร่อนด้วยวิธีกลวไนซ์เท่านั้น (GALVANIZATION) ยกเว้นอุปกรณ์บางรายการที่ต้องอนุมัติต่อคณะกรรมการตรวจรับพัสดุผ่านผู้ควบคุมงาน

15 การฝึกอบรม

ผู้รับจ้างจะต้องจัดฝึกอบรมความรู้เบื้องต้นในการใช้งานอย่างถูกวิธี การใช้งานโปรแกรมควบคุม CONTROLLER MICRO COMPUTER SYSTEM การปรับแก้ค่า DEFAULT ของการทำงานให้กลับคืนสู่สถานะปกติของการแก้ไขเบื้องต้นและลำดับขั้นตอนการทำงานระบบ CONTROLLER MICRO COMPUTER SYSTEM ไม่น้อยกว่า 12 ชั่วโมง ให้แก่บุคลากร มหาวิทยาลัยในส่วนที่เกี่ยวข้อง พร้อมคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์ ฉบับภาษาไทย

ข. รายละเอียดทางเทคนิคระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

1.เครื่องทำน้ำเย็น (AIR COOLED CHILLERS)

เครื่องทำน้ำเย็นชนิด AIR COOLED CHILLERS ขนาดพิกัดทำความเย็นรวมไม่ต่ำกว่า 300 ตันความเย็น จำนวน 2 ชุด โดยแต่ละชุดจะต้องประกอบด้วย Evaporator, Condenser, Compressor, Motor, Oil Separator, ระบบหล่อลื่น, แผงควบคุม Microcomputer Controller โดยอุปกรณ์เหล่านี้ถูกประกอบติดตั้งเรียบร้อยจากโรงงานประกอบเป็นชุดสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิตทุกเครื่องต้องได้รับการทดสอบการทำงาน (Chiller Performance Test) ตามมาตรฐาน AHRI Standard 550/590 หรือ AHRI Standard 551/591หรือ ANSI/AHRI Standard 370-2001 หรือ EUROVENT Standard 8/1 โดยโรงงานผู้ผลิตจะต้องได้รับรองมาตรฐาน ISO 9001 และการจัดการสิ่งแวดล้อม ISO 4001 ใช้สารทำความเย็นชนิด R-134a เท่านั้นกำหนดให้ผู้รับจ้างใช้เครื่องทำน้ำเย็นชนิด Air Cooled Chiller ที่มีประสิทธิภาพไม่เกิน 1.11 Kw/Ton ที่ Load 100% อุณหภูมิน้ำเย็นมาตรฐานประมาณ 45/55°F และอุณหภูมิอากาศเข้าเครื่องทำน้ำเย็นมาตรฐานประมาณ 95°F

1.1 คอมเพรสเซอร์ (Compressor)

- 1.1.1 เป็นชนิด Screw Type Semi-Hermetic Twin-Screw Compressor ติดตั้ง Internal Relief Valve และ Check Valve เพื่อป้องกันสารทำความเย็นย้อนกลับขณะหยุดเครื่อง
- 1.1.2 ชุดควบคุมการทำงานของ Motor Compressor เป็นแบบ Y-D ทำงานร่วมกับ Slide Valve Compressor สามารถลดเปอร์เซ็นต์การทำงานลงได้จนถึง 30 % โดยเครื่องทำน้ำเย็นยังสามารถเดินเครื่องอยู่ได้ Compressor อย่างน้อย 2 Compressors แยกอิสระต่อกัน (2 Circuits) ต่อเครื่องทำน้ำเย็น 1 ชุด เพื่อเป็นการสำรองวงจรสารทำความเย็นและควบคุมปริมาณสารทำความเย็นตามความต้องการของโหลดความเย็นในขณะนั้นด้วย Automatic Slide Valve
- 1.1.3 ระบบควบคุมภาระการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็นได้ตั้งแต่ 100% จนถึง 30% หรือต่ำกว่า โดยไม่เกิด Surge โดยขดลวดมอเตอร์คอมเพรสเซอร์จะต้องหล่อเย็นด้วยสารทำความเย็นและมีเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิภายใน
- 1.1.4 คอมเพรสเซอร์ติดตั้งบนฐานแยกจากโครงสร้างและมีการรองรับด้วยฐานกันการสะเทือน (Anti-vibration mountings)

1.2 อีแวปอเรเตอร์ (Evaporator)

- 1.2.1 Evaporator ต้องผ่านการทดสอบความดันมาตรฐาน Working Pressure ที่ 2100 kPa ด้าน Refrigerant side และ water side ที่ 1000 kPa
 - 1.2.2 Evaporator แบบ shell-and-tube ถอดฝาเปิดได้ เพื่อทำความสะอาด ท่อต้องมีร่องทั้งภายนอก และภายใน ไร้รอยต่อ และถูกรีดเป็นแผ่นท่อ เปลือกต้องหุ้มด้วยฉนวน Closed-cell foam มีความหนามากกว่า 19 มม.หรือตามมาตรฐานผู้ผลิต
 - 1.2.3 Evaporator ต้องมีช่องระบายน้ำและอากาศ (Vent Valve) เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา
 - 1.2.4 เครื่องทำน้ำเย็นมีท่อน้ำเข้าและออก เชื่อมด้วย Victaulic Couplings เพื่อป้องกันการสั่นสะเทือน
 - 1.2.5 Evaporator ต้องติดตั้ง electronic water flow switch จากโรงงานผู้ผลิต เพื่อเป็นอุปกรณ์ Safety
-
- 1.3 คอนเดนเซอร์ (Condenser)
 - 1.3.1 พัดลมเป็นชนิด IV generation flying bird axial fan ขับเคลื่อนโดยตรง (Direct Driven) มีใบพัดที่ออกแบบตามหลักอากาศพลศาสตร์ ใบพัดผลิตจากวัสดุคอมโพสิตป้องกันการกัดกร่อนขึ้นเดียว และถ่วงสมดุลทางไดนามิก อากาศจะถูกปล่อยออกมาในแนวตั้งขึ้น
 - 1.3.2 พัดลมต้องได้รับการเคลือบสาร (Polyethylene-coated steel wire grilles)
 - 1.3.3 มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้เป็นชนิด 3 เฟส Isolation Class F การป้องกัน IP54 Coil Condenser ผลิตจากคอยล์หลายชั้นซ้อนกันเป็นรูปตัว V (V configuration) คอยล์ผลิตจากทองแดงเชื่อมกับครีบอลูมิเนียมแบบคลื่น
-
- 1.4 วงจรสารทำความเย็น
 - 1.4.1 วงจรสารทำความเย็นประกอบด้วย คอมเพรสเซอร์, อุปกรณ์แยกน้ำมัน (Oil Separator) อุปกรณ์ลดความดันด้านสูงและต่ำ (High and low side pressure relief devices), Liquid line shut off valves, Refrigerant economizer, กรองดักน้ำมัน (Filter driers), ช่องตาแมว (Moisture indicating sight glasses), Long stroke electronic expansion device, สารทำความเย็น(HFC-134a) และน้ำมันหล่อลื่น เพื่อการใช้งาน-บำรุงรักษา และป้องกันสารทำความเย็นรั่วไหล จึงจำเป็นต้องหุ้มฉนวน Filter driers และ Oil filters แยกออกจากระบบ
 - 1.4.2 วงจรสารทำความเย็น แยกเป็น 2 วงจรออกจากกัน
 - 1.4.3 อุปกรณ์ลดแรงดันน้ำยาต้องเป็นแบบ Electronic expansion valve (EXV)

1.5 ชุดควบคุม (Unit Control)

- 1.5.1 ชุดควบคุมต้องประกอบด้วย Microprocessor with non-volatile memory, picture guided unit/operator interface the LOCAL/OFF/REMOTE/CCN selector และหน้าจอเป็นแบบ colored touch-screen display with multiple language capability ขนาด 5 นิ้ว
- 1.5.2 ชุดควบคุมต้องมี IP port เพื่อให้ user เชื่อมต่อ web browser, ควบคุมการทำงานได้เหมือนเมนูบนหน้าจอ (excluding start/stop and alarm reset capabilities)
- 1.5.3 Pressure Sensors ต้องติดตั้งที่ท่อน้ำเข้าและออก
- 1.5.4 Sensor Temp ต้องวัดอุณหภูมิน้ำเย็นเข้าและออก, อุณหภูมิขาออก Condenser และอุณหภูมิอากาศภายนอก

2.เครื่องสูบน้ำ (Chiller Water Pump) ประกอบด้วย

- 2.1 เป็น HORIZONTAL SPLIT CASE TYPE ตัว CASING ทำด้วย CAST IRON
- 2.2 ใบพัด (IMPELLER) เป็น CAST BRONZE
- 2.3 SHAFT เป็น STAINLESS STEEL, MECHANICAL SEAL และ BRONZE SHAFT SLEEVE
- 2.4 WEARING RINGS เป็น BRONZE
- 2.5 PUMP BASE PLATE เป็น CAST IRON หรือทำด้วย STRUCTURAL STEEL ทำให้แข็งแรง วางอยู่บนแท่นคอนกรีตเสริมเหล็ก สูงไม่น้อยกว่า 10 CM. รอบแท่นทำร่องระบายน้ำขนาดที่เหมาะสม ไปยังท่อระบายน้ำเพื่อระบายน้ำ
- 2.6 COUPLING (ข้อต่อ) ต้องเป็นแบบ FLEXIBLE ทนทานต่อการถ่ายทอดกำลังจากมอเตอร์ขับไปยังตัวเครื่องสูบน้ำ
- 2.7 มอเตอร์ขับเครื่องสูบน้ำเป็นแบบ SQUIRREL CAGE INDUCTION MOTOR และ TOTALLY ENCLOSED FAN-COOLED (TEFC) หมุนที่ 1450 รอบ/นาที SAFETY FACTOR 1.15 เท่า ระบบไฟฟ้า 380/3/50
- 2.8 ประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำที่ใช้ต้องไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้
- 2.9 ตัวเครื่องสูบน้ำบริเวณที่เย็น (COLD SURFACE) จะต้องหุ้มฉนวนที่ทำด้วย (CLOSED CELL ELASTOMERIC THERMAL INSULATION) โดยรอบหนาไม่น้อยกว่า 1 นิ้ว
- 2.10 ต้องมี VIBRATION ISOLATORS ลดความสั่นสะเทือนของตัวเครื่องสูบน้ำ เป็นแบบ SPRING 95% EFFICIENCY 1 INCH DEFLECTION
- 2.11 รอบหมุนของเครื่องสูบน้ำและมอเตอร์ขับเท่ากับ 1,450 รอบต่อนาที
- 2.12 เครื่องสูบน้ำเย็นทั้งหมดให้ปรับรอบหมุนของมอเตอร์ด้วย VARIABLE SPEED DRIVE (VSD)

3.เครื่องส่งลมเย็น(Air Handling Unit : AHU)

เครื่องส่งลมเย็นต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับเครื่องทำน้ำเย็นโดยอาจถอดมาเป็นชิ้นส่วน (Knock down) เพื่อสะดวกในการขนส่งแล้วนำมาประกอบให้เข้ารูป ณ สถานที่ติดตั้งได้ตัวเครื่องจะต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน AHRI Standard 410 ระดับความดันของเสียงต้องต่ำเป็นไปตามมาตรฐานการใช้งานและต้องสามารถติดตั้งได้ภายในห้อง AHU หรือตำแหน่งเดิม โดยเชื่อมต่อกับท่อส่งลมเย็นของเดิมและช่องลมกลับได้ด้วยการเชื่อมต่อนี้รวมอยู่ในงานตามสัญญาจ้างนี้

3.1 ส่วนประกอบของเครื่องแต่ละเครื่องจะต้องประกอบด้วย ส่วนที่เป็นพัดลม ส่วนที่เป็นคอยล์น้ำเย็น ส่วนที่เป็นแผ่นกรองอากาศ ถาดน้ำทิ้ง ชุดขับเคลื่อนพัดลมพร้อมแผงป้องกัน และส่วนประกอบอื่นๆ ที่จำเป็นให้การทำงานถูกต้องสมบูรณ์ตามสภาพที่กำหนดจะต้องทาสีแทนมอเตอร์ และเพลาดันจะต้องให้กรรมวิธีป้องกันสนิม

3.2 ตัวถังของเครื่อง (Casing) ทำด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสี ผนังเป็นชนิด Double Skin ฉนวนเป็นโพลียูรีเทนความหนาแน่น 50 กก./ลบ.ม. มีค่าความเป็นฉนวน (Thermal Conductivity Factor) ไม่น้อยกว่า 0.0224w/m² k. ถาดน้ำทิ้งต้องมีขนาดพอเหมาะที่จะรองรับน้ำจากไอน้ำที่กลั่นตัว มีข้อต่อชนิดเกลียวสำหรับต่อท่อน้ำทิ้งและจะต้องหุ้มฉนวนด้วย Closed cell self-distinguishing foam ที่กันน้ำได้จะต้องมีช่องเปิด-ปิด (Access Door) ขนาดและตำแหน่งที่เหมาะสมที่สามารถให้ความสะดวกในการซ่อมปรับแต่งและทำความสะอาดเครื่องได้สะดวก

3.3 พัดลม Fan Wheel และเพลापัดลมจะต้องได้รับการถ่วงให้สมดุลทั้งขณะหยุดเครื่องและหมุน (Statically and dynamically balanced) เพลापัดลมจะต้องเป็นโลหะขึ้นเดียวกันตลอดแบบกลวงหรือตัน ความคลาดเคลื่อนของขนาดเพลาอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมกับขนาด Ball Bearing มาตรฐาน ล้อพัดลมจะต้องยึดติดแน่นกับเพลา ออกแบบไว้สำหรับทำงานตลอดเวลาที่ Static pressure สูงสุดตามที่กำหนด Ball bearing จะต้องเป็นแบบปรับแนวศูนย์กลางได้เองคุณภาพสูงไว้วางใจได้ และมีที่สำหรับอัดจารบีพัดลม (Fan-Suction) จะต้องเป็นแบบ Centrifugal Type

3.4 ชุดขับเคลื่อนพัดลม (Fan Driver) Bearing ที่ปลายสุดของเพลापัดลมจะต้องมีฝาปิด มู่เล่ของมอเตอร์พัดลมจะต้องเป็นแบบปรับ Pitch ได้จากโรงงานโดยตรง และมี Belt Guard สำหรับส่วนประกอบต่างๆ ที่หมุนได้ทั้งหมด มอเตอร์จะต้องเป็นแบบ 380 v. 3 ph. 50 Hz. 1450 รอบต่อนาที และถูกต้องตามมาตรฐานของ IEC

3.5 คอยล์ทำความเย็นจะต้องมีพื้นที่ผิวจำนวนชุด (Row) และจำนวนครี (Fin) เพียงพอที่จะปรับสภาวะอากาศที่ออกจากเครื่องให้ได้ตามที่กำหนดใน Equipment schedule ตัวคอยล์ต้องทำด้วยท่อทองแดงชนิดหนา มีครีบอลูมิเนียมยึดติดแน่นกับตัวท่ออย่างสม่ำเสมอโดยวิธีกล ปลายท่อทองแดงต้องขยายออกเพื่อยึด

เข้ากับ Steel headers มีข้อต่อแบบเกลียวสำหรับต่อเข้ากับท่อระบายอากาศ (Air vent) และท่อระบายน้ำทิ้ง (Drain) ตัวคอยล์ต้องได้รับการผลิต และทดสอบตามมาตรฐานฉบับล่าสุดที่ใช้กันอยู่ (Water Pressure Drop) จะต้องไม่เกิน 20 ฟุต ความเร็วลมผ่านคอยล์ต้องไม่เกิน 500 ฟุต/นาทีก

3.6 แผ่นกรองอากาศ (Filter) แผ่นกรองอากาศเป็น Pre-Filter หรือ Medium Filter หนา 2 นิ้ว สามารถถอดล้างทำความสะอาดได้ หรือต้องบอกระดับความละเอียดในการกรอง เช่นอ้างอิงค่า MERV7หรือ13 เป็นต้น

3.7 มอเตอร์ขับเคลื่อนจะต้องเป็นแบบ Squirrel cage induction motor totally enclosed fan cooled (TEFC) class F. ใช้กับระบบไฟฟ้า 380 v/3ph/50 Hz 1,450 รอบ/นาทีก

4.เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนชนิดปรับเปลี่ยนปริมาณสารทำความเย็น (VRF/VRV)

เครื่องปรับอากาศระบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ CONDENSING UNIT 1 ชุด ใช้งานร่วมกับ FAN COIL UNIT ได้หลายชุด ชนิดปรับเปลี่ยนปริมาณสารทำความเย็น (VARIABLE REFRIGERANT VOLUME AIR COOLED SPLIT SYSTEM) ใช้สารทำความเย็น R410a กำหนดให้ใช้ยี่ห้อเดียวกับเครื่องซิลเลอร์หรือยี่ห้อที่ผลิตจากโรงงานภายใต้ลิขสิทธิ์เดียวกันและสามารถใช้งานร่วมกับระบบควบคุมได้ ต้องมีหนังสือรับรองจากบริษัทผู้ผลิต โดยต้องยื่นเอกสารไปพร้อมการเสนอราคาในระบบ และมีสมรรถนะตามที่กำหนดในแบบมีรายละเอียดดังนี้

4.1 Condensing Unit ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศแบบ (AIR COOLED CONDENSING UNIT) ถูกประกอบเรียบร้อยแล้วพร้อมทดสอบทั้งชุดจากโรงงานผู้ผลิต ต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับเครื่องทำน้ำเย็นเพื่อการมีประสิทธิภาพสูงสุดต่อการดูแลบำรุงรักษา

4.1.1 ส่วนโครงภายนอกทำด้วยแผ่นเหล็กที่ผ่านกระบวนการกันสนิม และกระบวนการเคลือบและอบสีเหมาะสมสำหรับติดตั้งกลางแจ้ง ตัวเครื่องจะต้องมั่นคงแข็งแรงไม่สั่นสะเทือนหรือเกิดเสียงดังเมื่อใช้งาน

4.1.2 คอมเพรสเซอร์ (COMPRESSOR) แต่ละชุด CONDENSING UNIT อย่างน้อย 1 ชุด เป็นแบบมอเตอร์หุ้มปิด (HERMETIC) แบบ INVERTER ในการควบคุมการทำงานเพื่อประหยัดพลังงานตลอดช่วงเวลาของภาระการทำความเย็นต่าง ๆ กันโดยสามารถควบคุมสมรรถนะการทำความเย็นได้ตั้งแต่ 20% - 100% ของขนาดทำความเย็น

4.1.3 คอยล์คอนเดนเซอร์ (CONDENSER COIL) เป็นทองแดงที่ถูกอัดให้เข้ากับครีบอลูมิเนียมผ่านการทดสอบรอยรั่วและขจัดความชื้นจากโรงงานผู้ผลิต

4.1.4 พัดลมของคอนเดนเซอร์เป็นแบบ TURBOFAN หรือใบพัดแฉก ได้รับการปรับถ่วงสมดุลมาเรียบร้อยแล้ว ขับเคลื่อนโดยตรงด้วยมอเตอร์ มีตะแกรงเหล็กป้องกันอุบัติเหตุ

4.1.5 มอเตอร์ของพัดลมเป็นแบบปิด (TOTALLY ENCLOSED) มีอุปกรณ์ป้องกันเมื่อเกิดความร้อนสูงเกินเกณฑ์ มีระบบรอกเลื่อนแบบตลับลูกปืนแบบปลอกที่มีระบบหล่อลื่นอย่างระมัดระวัง

4.1.6 อุปกรณ์ควบคุมจะต้องมี COMPRESSOR CONTACTOR, OVERLOAD PROTECTION, HIGH/LOW PRESSURE CUT OUT, FUSE FOR CONTROL SYSTEM, TIMER DELAY, SERVICE VALE

4.1.7ระบบไฟฟ้า380V/3Ph/50Hz และ 220/1Ph/50Hz

4.2 เครื่องเป่าลมเย็น (FAN COIL UNIT) แบบแขวนใต้ฝ้า/ตั้งพื้น เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ CONDENSING UNIT ประกอบเรียบร้อยทั้งชุดจากโรงงานผู้ผลิตมีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 CASING, CABINET เป็นแบบที่ตกแต่งสำเร็จทำด้วยวัสดุที่ทนหรือทำให้ทนต่อการเป็นสนิม เช่น ไฟเบอร์กลาส พลาสติกอัดแรง หรือแผ่นเหล็กที่ผ่านกระบวนการเคลือบและอบสี ในการใช้งานปกติ จะต้องไม่เกิดหยดน้ำเกาะที่ภายนอกของตัวถังที่ภายนอกของตัวถัง ชนิดเป่าลมเย็นโดยตรง (FREE BLOW) ต้องมีหน้ากากจ่ายลมสามารถปรับทิศทางจ่ายลมได้ทิศทาง

4.2.2 พัดลมส่งลมเย็นเป็นแบบหอยโข่ง (CENTRIFUGAL, TURBO) เครื่องส่งลมเย็นชนิดเป่าลมเย็นโดยตรง (FREE BLOW) จะต้องมียอดลมจำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ซึ่งสามารถปรับความเร็วได้ไม่น้อยกว่า 2 อัตรา

4.2.3คอยล์เย็นเป็นทองแดงอัดแน่นกับครีบอลูมิเนียมผ่านการทดสอบรอยรั่วและการขัดความชื้นมาจากโรงงานผู้ผลิต

4.2.4 อุปกรณ์ประกอบตัวจ่ายสารทำความเย็นเป็นแบบ Electronic Expansion Valve

4.2.5แผงกรองอากาศเป็นแบบใยสังเคราะห์ที่สามารถถอดล้างทำความสะอาดได้

4.2.6ระบบไฟฟ้า 220V/1Ph/50Hz

4.3 เครื่องส่งลมเย็น (FAN COIL UNIT) แบบติดตั้งในฝ้าเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับ CONDENSING UNIT ประกอบเรียบร้อยทั้งชุดจากโรงงานผู้ผลิตมีรายละเอียดดังนี้

4.3.1 CASING, CABINET เป็นแบบสำหรับต่อท่อลม (CONCEALED TYPE) ในการใช้งานปกติจะต้องไม่เกิดหยดน้ำเกาะที่ภายนอกของตัวถัง

4.3.2 พัดลมส่งลมเย็นเป็นพัดลมแบบหอยโข่ง (CENTRIFUGAL TURBO) เครื่องส่งลมเย็นชนิดเป่าลมเย็นผ่านท่อลมขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ที่มีความเร็วอัตราเดียวหรือมอเตอร์สามารถปรับความเร็วได้ไม่น้อยกว่า 2 อัตรา

4.3.3คอยล์เย็นเป็นท่อทองแดงอัดแน่นกับครีบอลูมิเนียมผ่านการทดสอบรอยรั่วและการขัดความชื้นมาจากโรงงานผู้ผลิต

4.3.4 อุปกรณ์ประกอบตัวจ่ายสารทำความเย็นเป็นแบบ Electronic Expansion Valve หรือตามมาตรฐานผู้ผลิต

4.3.5 แผงกรองอากาศเป็นแบบใยสังเคราะห์ที่สามารถถอดล้างทำความสะอาดได้

4.3.6 ระบบไฟฟ้า 220V/1Ph/50Hz

4.4 เครื่องเป่าลมเย็น (FAN COIL UNIT) แบบติดฝ้าเพดาน (CASSETTE TYPE) ชนิดเป่าลมเย็นโดยตรง (FREE BLOW) มีหน้าากาจ่ายลมได้ 4 ทิศทาง หรือตามที่กำหนดมี CABINET ทำด้วยแผ่นเหล็กเหนียวผ่านกรรมวิธีการเคลือบป้องกันสนิมและพ่นสีอบแห้งสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิตหรือทำด้วยวัสดุที่ทนหรือทำให้ทนต่อการเป็นสนิม เช่น ไฟเบอร์กลาส พลาสติกอัดแน่น ภายในบุด้วยฉนวน DRAIN PAN ทำด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสี บูดัวยฉนวนมีขนาดใหญ่พอรองรับน้ำ CONDENSATE จาก COIL มี MINI DRAIN PUMP ดูดน้ำส่งไปยังท่อระบายน้ำในการใช้งานจริงปกติจะต้องไม่เกิดหยดน้ำเกาะที่ภายนอกของตัวถัง

4.4.1 พัดลมส่งลมเย็นเป็นพัดลมแบบหอยโข่ง (DIRECT DRIVE, SQUIRREL CAGE CENTRIFUGAL, TURBO FAN) สามารถปรับความเร็วได้ไม่น้อยกว่า 2 อัตรา

4.4.2 คอยล์เย็นเป็นท่อทองแดงอัดแน่นกับครีบอลูมิเนียมผ่านการทดสอบรอยรั่วและการขัดความชื้นมาจากโรงงานผู้ผลิต

4.4.3 อุปกรณ์ประกอบตัวจ่ายสารทำความเย็นเป็นแบบ Electronic Expansion Valve หรือตามมาตรฐานผู้ผลิต

4.4.4 แผงกรองอากาศ เป็นแบบใยสังเคราะห์ ที่สามารถถอดล้างทำความสะอาดได้

4.4.5 ระบบไฟฟ้า 220V/3Ph/50Hz

4.5 ท่อสารทำความเย็น ท่อน้ำทิ้งและอุปกรณ์

4.5.1 ท่อสารทำความเย็นใช้ท่อทองแดงอย่างแข็งแบบแอล (HARD DRAWN, TYPE L) ตามมาตรฐาน ASTM B88 และใช้ PIPE FITTINGS เท่านั้นในการต่อท่อสารทำความเย็นด้านก๊าซเย็นกลับ (SUCTION LINE) ให้หุ้มรอบด้วยฉนวนยาง CLOSED CELL ELASTOMERIC THERMAL INSULATION (EPDM) ชนิดไม่ลามไฟ มีความหนาไม่น้อยกว่า 3/4 นิ้ว และท่อสารทำความเย็นเหลว (LIQUID LINE) ให้หุ้มฉนวนชนิดเดียวกันกับท่อด้านก๊าซเย็นกลับความหนาไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว

4.5.2 ท่อน้ำทิ้งเป็นท่อ พี. วี. ซี. ชั้น 8.5 ท่อส่วนที่อยู่ภายในฝ้าเพดานหรือท่อส่วนที่อยู่ภายในอาคารที่ไม่อยู่ในบริเวณปรับอากาศ ให้หุ้มรอบด้วยฉนวนยาง CLOSED CELL ELASTOMERIC THERMAL INSULATION (EPDM) ชนิดไม่ลามไฟมีความหนาไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว

4.5.3 การติดตั้งท่อสารทำความเย็นจะต้องเดินให้แนบผนังโดยให้ขนาน / ตั้งฉากกับอาคารส่วนที่ผ่านคาน กำแพงหรือพื้นจะต้องมีปลอกเหล็ก (SLEEVE) และถ้าปลอกติดตั้งในส่วนที่ติดกับด้านนอกของอาคาร

จะต้องอุดช่องว่างระหว่างท่อสารทำความเย็นกับปลอกด้วยวัสดุยางหรือ วัสดุอื่นที่เทียบเท่าพร้อมทั้งตกแต่งอย่างเรียบร้อย และท่อสารทำความเย็นต้องยึดอยู่กับพื้นผิวติดตั้งอย่างมั่นคง

4.5.4 ท่อที่เดินจาก CONDENSING UNIT จะต้องป้องกันการหลุดตัวและการสั่นสะเทือนและความเสียหายอื่น ๆ ที่อาจเกิดขึ้น

4.5.5 ท่อสารก๊าซเย็นกลับจะต้องติดตั้งให้น้ำมันหล่อลื่นไหลกลับไปคอมเพรสเซอร์ได้ในทุกภาวะของการทำงาน ท่อสารทำความเย็นต้องมีขนาดโตพอเพื่อให้ค่าความดันตกในท่อไม่เกิน 3 PSI หรือเมื่ออุณหภูมิควบแน่น (SATURATED CONDENSING TEMPERATURE) เปลี่ยนไปเกินกว่า 2° F

4.5.6 ท่อสารทำความเย็นจะต้องรองรับอยู่บน SUPPORT/HANGER โดยมีประกับเหล็ก อาบสังกะสียึดอย่างมั่นคงทุกระยะไม่เกิน 1.5 เมตร

4.5.7 จุดรองรับท่อสารทำความเย็นจุดที่วางบนขาเหล็กรองรับหรือแขวนต้องป้องกันมิให้น้ำหนักที่กดทับฉนวน ณ จุดรองรับจนเสียหายโดยให้ใช้ฉนวนชนิดแข็ง ณ จุดนั้น

4.5.8 ภายหลังการเชื่อมระบบท่อสารทำความเย็นแล้วให้ทำการทดสอบหารอยรั่วด้วยก๊าซไนโตรเจนที่ความดัน 250 PSI แล้วจึงทำการดูดเอา ความชื้นออกและทำให้เป็นสุญญากาศด้วยปั๊มดูดสุญญากาศ (VACUUM PUMP) จนมีความดันประมาณ 29 นิ้วปรอท (ต่ำกว่า 0) แล้วจึงเติมสารทำความเย็นให้เต็มระบบ

4.5.9 ท่อน้ำยาที่หุ้มด้วยฉนวนยางในส่วนที่ติดตั้งภายนอกอาคาร ให้หุ้มปิดด้วย ALUMINUM JACKET ความหนาไม่น้อยกว่า NO 24 และสามารถถอดครอบ JACKET เพื่อตรวจเช็คซ่อมท่อได้ (แบบ SCREW หรือแบบ CLIP LOCKED)

4.6 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศกำหนดให้ใช้ยี่ห้อเดียวกับเครื่องซิลเลอร์หรือยี่ห้อที่ผลิตจากโรงงานภายใต้ลิขสิทธิ์เดียวกัน ประกอบด้วย

4.6.1 Air – Cooled Condensing Unit ประกอบเรียบร้อยทั้งชุดมาจากโรงงานผู้ผลิตมีรายละเอียด ดังนี้

4.6.1.1 ส่วนโครงภายนอก (Casing , Cabinet) ทำด้วยแผ่นเหล็กผ่านกระบวนการป้องกันสนิม และกระบวนการเคลือบและอบสี หรือวัสดุที่ทนหรือทำให้ทนต่อการเกิดสนิม เช่น ไฟเบอร์กลาสหรือวัสดุที่เหมาะสมสำหรับติดตั้งกลางแจ้ง ตัวโครงจะต้องมั่นคงแข็งแรงไม่สั่นสะเทือน หรือเกิดเสียงดังเมื่อใช้งาน

4.6.1.2 Compressor เป็นแบบมอเตอร์หุ้มปิด (Hermetic) ระบายความร้อนด้วยสารทำความเย็น และที่มอเตอร์ต้องมีอุปกรณ์ป้องกันเมื่อเกิดความร้อนสูงเกินเกณฑ์

4.6.1.3 Condenser Coil เป็นท่อทองแดงแบบ Inner Groove ที่ถูกอัดเข้ากับครีบอลูมิเนียมซึ่งจะต้องเรียงเป็นระเบียบเรียบร้อยยึดแน่นกับท่อทองแดง ผ่านการทดสอบรอยรั่วและการขจัดความชื้นมาจากโรงงานผู้ผลิต

4.6.1.4 พัดลมของ Condenser เป็นแบบใบพัดแฉก (Propeller) ได้รับการถ่วงสมดุลมาเรียบร้อยแล้ว ขับเคลื่อนโดยตรงจากมอเตอร์ มีตะแกรงเหล็กโปร่งที่ผ่านกระบวนการป้องกันสนิมเพื่อป้องกันอุบัติเหตุ

4.6.1.5 มอเตอร์พัดลม เป็นแบบหุ้มปิดมิดชิด มีอุปกรณ์ป้องกันเมื่อเกิดความร้อนสูงเกินเกณฑ์มีระบบหล่อลื่นแบบตลับลูกปืน หรือแบบบล็อกที่มีการหล่อลื่นตลอดอายุการใช้งาน

4.6.1.6 ระบบควบคุม มี Magnetic Contactor Overload ของ Compressor อุปกรณ์หน่วงเวลา (Time Delay Relay) ยกเว้นในกรณีที่มีอุปกรณ์หน่วงเวลาติดตั้งอยู่แล้วใน Thermostat และมี Shut off valves พร้อม Service ports

4.6.2 Fan - Coil Unit ต้องประกอบเรียบร้อยแล้วทั้งชุดจากโรงงานผู้ผลิตและเป็นผลิตภัณฑ์ห้อยเดี่ยวกับ Condensing Unit มีรายละเอียด ดังนี้

4.6.2.1 ส่วนโครงภายนอก เป็นแบบที่ตกแต่งสำเร็จ ทำด้วยแผ่นเหล็กที่ผ่านกระบวนการเคลือบและอบสี หรือทำให้ทนต่อการเกิดสนิม เช่น ไฟเบอร์กลาสหรือพลาสติกอัดแรง ภายในบริเวณที่อาจจะเกิดหยดน้ำได้ซึ่งจำเป็นให้ด้วยฉนวนยาง หรือวัสดุเทียบเท่า มีถาดน้ำทิ้งที่หุ้มฉนวน ในการใช้งานปกติจะต้องไม่เกิดหยดน้ำเกาะที่ภายนอกของตัวโครง

4.6.2.2 พัดลมแบบส่งลมเย็น เป็นพัดลมแบบ Centrifugal , Turbo Fan หรือแบบ Cross Flow Fan มีพัดลมที่ขับเคลื่อนโดยตรงด้วยมอเตอร์ซึ่งสามารถปรับความเร็วลมได้ไม่น้อยกว่า 3 อัตรา

4.6.2.3 มอเตอร์ เป็นชนิด Split Capacitor ที่มีอุปกรณ์ป้องกันความร้อนสูงเกินเกณฑ์อยู่ภายในใช้ระบบไฟฟ้า 220 V หรือ 380 V / 1 Phase หรือ 3 Phase / 50 Hz

4.6.2.4 คอยล์เย็น (Evaporation Cool) เป็นท่อทองแดงแบบ Inner Groove ที่ถูกอัดให้เข้ากับครีบอลูมิเนียมซึ่งจะต้องเรียงเป็นระเบียบเรียบร้อยยึดแน่นกับท่อทองแดง ผ่านการทดสอบรอยรั่วและการขจัดความชื้นมาจากโรงงานผู้ผลิต

4.6.2.5 อุปกรณ์จ่ายสารทำความเย็นเป็นแบบเอ็กซ์แพนชันวาล์ว (Expansion valve) หรือแคปิลลารีทิว (Capillary tube)

4.6.2.6 ระบบควบคุม มีสวิตช์ ปิด - เปิด เครื่อง และปรับความเร็วพัดลม พร้อมทั้ง Thermostat Switch ติดตั้งภายในห้อง เพื่อการควบคุมอุณหภูมิโดยอัตโนมัติ และควบคุมการทำงานของ Condensing Unit ส่วน Fan - Coil Unit ทำงานตลอดเวลาที่เปิดเครื่องปรับอากาศ Thermostat เป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์ช่วงอุณหภูมิ 18 °C ถึง 30 °C ความละเอียด 1 °C พร้อมวงจรหน่วงเวลา 2 – 5 นาที ยกเว้นในกรณีที่มีการติดตั้งอุปกรณ์หน่วงเวลา อยู่ที่ตัว Condensing Unit

4.6.2.7 แผงกรองอากาศเป็นแบบอลูมิเนียมหนาไม่น้อยกว่า ½ นิ้ว หรือใยสังเคราะห์หรือตาข่ายโพลีพรอบเพอลื่นที่สามารถถอดล้างทำความสะอาดได้

4.6.3 มาตรฐานในการคิดเทียบขีดความสามารถในการทำความเย็น

4.6.3.1 ปริมาณการทำความเย็นทั้งหมดคิดเทียบที่ความยาวท่อน้ำยามาตรฐาน (5 m. ถึง 7.5 m.)

เมื่อ Condensing Unit และ Fan - Coil Unit ทำงานร่วมกันให้คิดเทียบที่

- อากาศเข้าคอยล์เย็น ที่อุณหภูมิ 27 °C DB /19.5°C WB (80°F DB/67 °F WB)
- อากาศเข้าคอยล์ร้อน ที่อุณหภูมิ 35°C (95°F)
- ระบบไฟฟ้า 50 Hz
- อุณหภูมิน้ำยาอิ่มตัวด้านดูด (Saturated Suction Temperature) และอุณหภูมิน้ำยาที่

คอยล์เย็น (Evaporator Temperature) เดียวกันอยู่ในช่วง 5.5°C – 72°C (42°F – 45°F)

4.6.3.2 การคิดเทียบปริมาณความเย็นของชุด Condensing Unit และ Fan - Coil Unit ที่ทำงานร่วมกันนั้น ต้องไม่มากเกินไปกว่าค่าความสามารถในการทำความเย็นของ Compressor

4.6.3.3 การคิดความสามารถในการทำความเย็นของ Compressor ให้คิดเทียบเมื่อ Compressor ทำงานในภาวะ ดังนี้

- อุณหภูมิน้ำยาอิ่มตัวด้านดูด ไม่เกิน 7.2 °C (45°F)
- อุณหภูมิน้ำยาอิ่มตัวด้านคอยล์ร้อน ไม่ต่ำกว่า 49°C (120°F) (Saturated Suction Temperature)
- อากาศเข้าคอยล์ร้อน ไม่ต่ำกว่า 35°C (95°F)

4.6.3.4 สารทำความเย็นที่ใช้กับเครื่องปรับอากาศใช้สารทำความเย็นทดแทน R-22 แบบ Non CFC.

4.6.3.5 เครื่องปรับอากาศขนาดต่างๆต้องมีค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficiency Ratio) ดังนี้

- เครื่องปรับอากาศที่มีขนาดตั้งแต่ 9,000 – 36,000 BTU ต้องมีค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน หรือ EER (Energy Efficiency Ratio) ไม่น้อยกว่า 11.0 บีทียูต่อวัตต์
- เครื่องปรับอากาศที่มีขนาดตั้งแต่ 36,001 – 40,940 BTU ต้องมีค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน หรือ ค่า EER (Energy Efficiency Ratio) ไม่น้อยกว่า 10.6 บีทียูต่อวัตต์
- เครื่องปรับอากาศที่มีขนาดตั้งแต่ 40,941 BTU ขึ้นไป ต้องมีค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน หรือ ค่า EER (Energy Efficiency Ratio) ไม่น้อยกว่า 9.6 บีทียูต่อวัตต์

หมายเหตุ 1. เครื่องปรับอากาศที่มีขีดความสามารถทำความเย็นไม่เกิน 36,000 BTU ต้องมีหนังสือรับรองค่า EER หรือฉลากแสดงระดับประสิทธิภาพอุปกรณ์ไฟฟ้าเบอร์ 5

2. เครื่องปรับอากาศที่มีขีดความสามารถทำความเย็นไม่เกิน 40,940 BTU ต้องมีหนังสือรับรองค่า EER จากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) หรือฉลากแสดงระดับประสิทธิภาพอุปกรณ์ไฟฟ้าเบอร์ 5 หรือหนังสือรับรองประสิทธิภาพการประหยัดไฟจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) หรือผลการทดสอบจากห้องปฏิบัติการทดสอบของมหาวิทยาลัยของรัฐ

3. กรณีเครื่องปรับอากาศที่มีขีดความสามารถทำความเย็นเกิน 40,940 BTU ต้องมีผลการทดสอบจากห้องปฏิบัติการที่มหาวิทยาลัยเชื่อถือ

4. เครื่องปรับอากาศชนิดฝังฝ้าหรือตู้ตั้งพื้น อาจไม่เป็นไปตามข้อกำหนด 4.6.3.5 ทั้งนี้ผู้เสนอราคาต้องแสดงเอกสารหรือหนังสือรับรองแสดงค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานหรือค่า EER (Energy Efficiency Ratio) ของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) หรือสถาบันอื่นๆที่มหาวิทยาลัยเชื่อถือได้

5.ระบบควบคุมการทำงาน

5.1 REMOTE CONTROL มีสวิตช์ ปิด-เปิด เครื่องพร้อมทั้งปรับความเร็วพัดลมพร้อมทั้งเทอร์โมสตัทแบบติดอยู่ที่เครื่องหรือเป็นชนิดติดตั้งแยก (REMOTE TYPE) ติดตั้งบริเวณผนังแยกตามห้องประชุมหรือตามที่มหาวิทยาลัยกำหนด

5.2 แบบรวมศูนย์กลาง (CENTRAL CONTROL) สามารถควบคุมเครื่องปรับอากาศได้ไม่น้อยกว่า 60 เครื่อง

5.3 ความสามารถในการทำความเย็นคิดเทียบเมื่อ Condensing Unit และ FCU ทำงานร่วมกันที่ปริมาณลมที่กำหนดถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้คิดเทียบที่อากาศก่อนเข้าอุณหภูมิตั้งที่ 80 Fdb/67 Fdb อากาศก่อนเข้าคอยล์ร้อนที่อุณหภูมิ 95°F อุณหภูมิน้ำยาด้านดูด (SATURATED SUCTION TEMPERATURE) และอุณหภูมิน้ำยาที่คอยล์เย็น (EVAPORATOR TEMPERATURE) เดียวกันโดยไม่สูงกว่า 45°F

6. ระบบควบคุมอัตโนมัติ (CPMS)

6.1 ระบบควบคุมอัตโนมัติซึ่งใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ, การเปิด-ปิดเครื่อง, การควบคุมอุณหภูมิ, รวมถึงอุปกรณ์ต่างๆ ได้แก่ เทอร์โมสตัท, คอนโทรล วาล์ว, มอเตอร์ไดรฟ์วาล์ว, และ

อุปกรณ์ที่จำเป็นอื่นๆ ทั้งนี้เพื่อให้การควบคุมเป็นไปอย่างสมบูรณ์ ได้มาตรฐานตามจุดประสงค์งานระบบปรับอากาศ และต้องให้ควบคุม MONITOR แสดงการทำงาน (MONITOR) ระบบควบคุมอัตโนมัติสามารถเชื่อมต่อกับระบบ BAS (Building Automation System) ของอาคารได้อย่างสมบูรณ์โดยไม่ต้องติดอุปกรณ์เชื่อมต่อ (Interface Device) เพิ่มเติม(หากมี) โดยให้ผู้รับจ้างต่อผ่านระบบอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัย ถ้าระบบหรือรายละเอียดหรืออุปกรณ์ในแบบไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ผู้รับจ้างติดตั้งระบบปรับอากาศจะต้องแก้ไขและเพิ่มเติมอุปกรณ์ให้ครบถ้วนโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น ซึ่งจะต้องปรึกษาและจัดทำแบบเสนอต่อผู้ควบคุมงานที่ทางมหาวิทยาลัยแต่งตั้ง

6.2 เพื่อให้การควบคุม Chiller Plant เป็นไปตามวัตถุประสงค์ภายใต้เงื่อนไขการจ่ายน้ำเย็นได้ตามค่าอุณหภูมิปรับตั้ง (Set Point) โดย Chiller Plant จะต้องใช้ค่าพลังงานต่ำสุดในทุกสถานะของโหลดความร้อนอาคาร แบบ Real Time และเพื่อให้ง่ายต่อการบำรุงรักษาระบบควบคุม (Chiller Plant Optimization) จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์หรือลิขสิทธิ์เดียวกันกับเครื่องทำน้ำเย็น โดยประกอบไปด้วยระบบฮาร์ดแวร์ประกอบสำเร็จรูปในตัว (IO Board) ชนิดติดตั้งภายในตู้บริเวณห้องเครื่องทำน้ำเย็นหรือบริเวณที่เหมาะสม โดยระบบควบคุมให้สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆและใช้งานร่วมกันได้อย่างสมบูรณ์ ดังนี้

6.2.1 เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)

6.2.2 กลุ่มเครื่องสูบน้ำเย็น (Chilled Water Pump)

6.2.3 กลุ่มเครื่องส่งลมเย็นขนาดใหญ่ (Air Handling Unit)

6.2.4 กลุ่มเครื่องปรับอากาศแบบปรับปริมาณสารทำความเย็น (VRF/VRV)

6.3 เครื่องคอมพิวเตอร์ Workstation พร้อมจอแสดงผล ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยหรือดีกว่าดังต่อไปนี้

6.3.1 Intel Core i7-8700 หรือดีกว่า

6.3.2 8GB DDR4-2400 (2X4GB) หรือดีกว่า

6.3.3 1TB 7200RPM SATA 1ST HDD

6.3.4 Slim Super Multi DVDRW SATA

6.3.6 NVIDIA QUADRO k620 2GB

6.3.6 Windows License 64bit

6.3.7 LED MONITOR ขนาดไม่น้อยกว่า 22 นิ้ว ความละเอียด Full HD 1920 X 1080 Pixel

6.4 จอแสดงผล ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยหรือดีกว่าดังต่อไปนี้

6.4.1 TV LED MONITOR ขนาดไม่น้อยกว่า 50 นิ้ว ความละเอียด Full HD

7. ระบบปรับความเร็ว VARIABLE SPEED DRIVE (VSD)

VSD เพื่อใช้กับ CHILLED WATER PUMPS ผู้จำหน่ายจะต้องเป็นตัวแทนจากผู้ผลิตโดยต้องสามารถให้คำแนะนำ ทางด้านเทคนิคที่ถูกต้องในการติดตั้ง การประยุกต์ใช้งานและมีวิศวกรฝ่ายเทคนิคที่สามารถให้การบริการ รวมถึงการเก็บและจัดหา SPAREPART และ/หรือ WEARPART เพื่อซ่อมอุปกรณ์ในสำนักงานในประเทศ และจัดให้มีการอบรมทางด้านเทคนิค และ COMMISSIONING อุปกรณ์ รวมถึงระบบที่อุปกรณ์นี้ควบคุมอยู่ให้ทำงานอยู่ถูกต้องต้องสมบูรณ์ ให้กับผู้ใช้งานหลังจากติดตั้ง VSD จะต้องสามารถทำงานได้ในลักษณะ STAND ALONE คือสามารถทำงานได้แบบแยกส่วนด้วยตัวเอง มีระบบป้องกันภายในสมบูรณ์และสามารถทำงานได้ในลักษณะเป็นส่วนหนึ่งของระบบจัดการอาคาร (BUILDING MANAGEMENT SYSTEM) โดยผ่านระบบ SERIAL COMMUNICATION ใช้สาย RS 485 ได้ ผู้จำหน่ายอุปกรณ์จะเลือกอุปกรณ์ ที่เหมาะสมกับการใช้งานนั้น พร้อมกับจัดหาอะไหล่เสนอค่าบริการที่เหมาะสมเพื่อที่จะสามารถให้ความมั่นใจต่อผู้ว่าจ้างในการใช้และดูแลอุปกรณ์ต่อไป โดยมีเงื่อนไขการรับประกันบนการติดตั้งที่ถูกต้องตามที่ผู้ผลิตกำหนด และโดยการแนะนำ และยอมรับจากวิศวกรเทคนิคก่อนที่จะมีการส่งงาน

7.1 ข้อกำหนดทางเทคนิค

- 7.1.1 VSD มีหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้าที่เข้าจาก 50 Hz, 3 PHASE, 380 V +/-10% ให้มีไฟจ่ายออกไปมอเตอร์ที่แรงดัน และความถี่แปรเปลี่ยน VSD จะต้องสามารถจ่ายแรงดันไปยังมอเตอร์ได้เท่ากับแรงดันของไฟเข้า (RATED FUNDAMENTAL VOLTAGE) ณ ที่ FULL LOAD และ FULL SPEED และถ้า INPUT VOLTAGE ลดลงในช่วง 10% VSD ยังคงสามารถจ่าย VOLT ให้กับมอเตอร์ได้เต็ม เพื่อให้มอเตอร์ดึงกระแสสูงเกินไปในกรณีไฟตก กรณี VSD ไม่สามารถจ่ายแรงดันได้ตามที่ระบุจะต้องเพิ่มขนาดของมอเตอร์ขึ้นไปอย่างน้อย 1 ขนาด ทั้งนี้ผู้ผลิตจะต้องยืนยันความสามารถในการจ่ายแรงดันเป็นลายลักษณ์อักษร (อัตราส่วนแรงดันกับความถี่ V/F RATIO จะต้องมีความเหมาะสมกับการทำงานของเครื่องสูบน้ำและพัดลม ณ ขณะในขณะหนึ่งไม่สมควรจะตั้ง V/F RATIO ให้มีค่าคงที่เพื่อป้องกันการเสียหายกับอุปกรณ์ที่ต่อกับ VSD และเพื่อการประหยัดพลังงานสูงสุด)
- 7.1.2 VSD จะต้องใช้ได้กับมอเตอร์มาตรฐาน IEC และไม่ทำให้มอเตอร์ลดความสามารถในการจ่ายพลังงานลง (MOTOR DE-RATE) หรือไม่ทำให้มอเตอร์มีอุณหภูมิสูงขึ้นเกินกว่าการทำงานตามปกติ และมอเตอร์ไม่จำเป็นต้องมีพัดลมระบายความร้อนเพิ่มเติมเพื่อลดอุณหภูมิหรือระบายความร้อน
- 7.1.3 ในการเลือก VSD จะต้องระมัดระวังป้องกันไม่ให้เกิด ELECTRO FLUTING ที่เบรคของมอเตอร์หรือไม่ทำให้เกิดความเสียหายภายในขดลวดและฉนวนของมอเตอร์ การป้องกันสามารถเลือกทำได้ใน 3 วิธี โดยดังนี้
 - INSULATED MOTOR BEARING
 - เทคโนโลยี SOFT SWITCHING ในตัว VSD

- ติดตั้ง LC FILTER VSD
 - 7.1.4 VSD สามารถต่อเชื่อมกับมอเตอร์หลายตัวและสามารถตัดต่อมอเตอร์ใด ๆ ขณะกำลังทำงานโดยไม่ทำให้เกิด VSD TRIP ต้องสามารถทำงานได้แม้เมื่อขณะไม่มีมอเตอร์ต่ออยู่เพื่อประโยชน์ในการปรับแต่งหรือตรวจสอบ
 - 7.1.5 VSD จะต้องสามารถจ่ายไฟได้เต็มตาม OUTPUT TORQUE ของมอเตอร์โดยไม่ทำให้เกิดความร้อนสูงผิดปกติในมอเตอร์ โดยมีประสิทธิภาพดังนี้

- MINIMUM FREQUENCY	ที่ 100 %LOAD	96%
	ที่ 20% LOAD	92%
 - RATED INPUT VOLTAGE 380 VOLT +/- 10 % 3 PHASE : RATED FREQUENCY 50+/- 2HZ
 - WORKING AMBIENT TEMPERATURE RANGE-10 C TO 40C HUMIDITY TO 95%RH AT VIBATION 0.7 G>RMS
 - OUTPUT FREQUENCY RANGE 0.5 TO 120 HZ
 - OUTPUT VOLTAGE RANGE 0 TO FULL MAN INPUT VOLTAGE
 - VSD สามารถทนกระแสได้ 110 % ของ RATED CURRENT เป็นเวลา 60 วินาที
 - VSD สามารถรับสัญญาณ 0-10 VSD หรือ 4-20 MA หรือความต้านทานเพื่อเป็นสัญญาณ
 - VSD ต้องมี RELAY อย่างน้อยสองชุดเพื่อส่งสัญญาณออกไปภายนอก (READY, RUN, TRIPPED) และสามารถโปรแกรมค่าได้เพื่อส่งข้อมูลออก จะต้องมียังน้อย 2 ANALOG
 - จะต้องสามารถอ่านค่า “TOTAL KWHR’S CONSUMED” และ “TOATL HOUR RUN” ของมอเตอร์ได้ โดยไม่ต้องติดตั้งอุปกรณ์ต่างหากเพิ่มเติม
 - สามารถตั้งช่วงความถี่ที่ต้องการได้ 4 ค่า เพื่อป้องกันการเกิด RESONANCE
 - สามารถล๊อคค่าพารามิเตอร์เพื่อป้องกันผู้ไม่เกี่ยวข้องมาปรับค่าได้

7.2 คุณสมบัติของ VSD

- 7.2.1 VSD จะต้อง มี D.C LINK FILTER ทั้งส่วน INDUCTIVE และ CAPACITIVE เพื่อลดการเกิด HARMONIC ตามมาตรฐาน IEEE 619,1992
- 7.2.2 VSD จะต้อง มี R.E.I. CONTROL ตามมาตรฐาน E.MC (ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY) en55011 โดยตัวอุปกรณ์ VSD ต้อง มี REI FILTER ซึ่งได้มาตรฐาน EN55011 CLASS 1 A (150METERS) และ CLASS 1B (50 METER)
- 7.2.3 VSD จะต้อง มีระบบประหยัดพลังงานอัตโนมัติ (AUTOMATIC ENERGY OPTIMIZATION – AEO) ซึ่งสามารถปรับแรงดันที่จ่ายมอเตอร์เพื่อลดกระแสเข้ามอเตอร์ซึ่งจะทำให้ประหยัดพลังงานสูงสุด กรณีที่

VSD ไม่มีฟังก์ชัน AEO สามารถเลือกที่จะใช้มอเตอร์ชนิด HIGH EFFICIENCY ซึ่งจะทำให้ประหยัดพลังงานสูงสุดเช่นเดียวกัน

- 7.2.4 สามารถประมวลผลได้ภายในตัวเองสามารถรับสัญญาณได้ถึง 2 ค่า โดยไม่ต้องเพิ่มอุปกรณ์ภายนอกใด ๆ PL CONTROLLER ภายใน VSD จะควบคุมการทำงานของมอเตอร์ จากโปรแกรมภายในต่าง ๆ เหล่านี้คือ HIGHEST/LOWEST , AVERAGE , SUM , DIFFERENCE , 2 ZONE MIN , 2 ZONE MAX (VSD ใดที่ไม่มี 2 ZONE CONTROLLER จะต้องติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อให้สามารถทำงานได้เทียบเท่า)
- 7.2.5 ENCLOSURE เป็น IP54
- 7.2.6 มีปุ่มกด HAND (ปรับความเร็วได้จาก VSD , AUTO (ปรับความเร็วจากสัญญาณภายนอก), OFF (หยุดการทำงานจาก VSD) H/A/O อยู่บนแป้นกดมาตรฐานในตัว VAD เพื่อสามารถควบคุม ทดสอบและปรับแต่งระบบได้ (ถ้าไม่มี H/A/O สามารถเพิ่ม SELECTOR SWITCH และ SPEED POTENTIOMETER เพื่อสามารถทำงานได้เทียบเท่า)
- 7.2.7 มี METER ภายในที่สามารถอ่านค่าต่าง ๆ ได้ ค่าที่อ่านได้แก่ ความถี่ หรือความเร็วรอบ ชั่วโมงการทำงาน , กระแสไฟที่จ่าย , กำลังไฟที่จ่าย (VSD ที่ไม่สามารถอ่านได้ภายในตัวเอง จะต้องจัดหามิเตอร์ที่สามารถวัดและอ่านค่าได้เทียบเท่า)
- 7.2.8 หน้าจอสามารถอ่านค่าต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน เป็นตัวหนังสือ ALPHA NUMERIC DISPLAY สามารถโปรแกรมค่าต่าง ๆ ได้อย่างอิสระ
- 7.2.9 มีระบบการป้องกันอย่างน้อยดังต่อไปนี้เป็นมาตรฐาน
- UNDER VOLTAGE
 - OVER VOLTAGE
 - CURRENT LIMIT
 - OVERLOAD
 - PHASE LOSS, PHASE FAILURE PROTECTION
 - OUTPUT SHORT CIRCUIT PROTECTION
 - INDICATOR LAMPS “ON” , WARNING “AND ALARM “ บน CONTROL PANEL
 - FULL GALLVANIC ISOLATION BETWEEN POWER AND CONTROL COMPONET
 - HEAT SINK OVER TEMPERATURE PROTECTION
 - สามารถเก็บ FAULTS ที่เกิดขึ้นย้อนหลังได้อย่างน้อย 10 ค่า

8 การปรับสภาพน้ำของระบบน้ำเย็น (CHEMICAL FEEDER TANK)

ให้ผู้รับจ้างจัดหาเคมีภัณฑ์ 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 เคมีภัณฑ์ที่ใช้ปริมาณและความเข้มข้น ต้องเป็นไปตามคำแนะนำของผู้แทนจำหน่ายหรือตามหนังสือแนะนำของผู้ผลิต ต้องติดตั้งถังพร้อมปั๊มและอุปกรณ์เคมีสำหรับเติมสารเคมีเข้าไปในระบบน้ำเย็นพร้อมทั้งอุปกรณ์ควบคุมการทำงานให้เรียบร้อย ขนาดถังใส่สารเคมีและปั๊มให้เลือกตามความเหมาะสมของการใช้งาน (ขนาดประมาณ 200 LITRE) และต้องเสนอรายละเอียดมา และต้องทำแบบติดตั้ง (SHOP DRAWING) มาให้ตรวจสอบ เพื่อขออนุมัติก่อนลงมือทำงาน

9 ท่อน้ำและอุปกรณ์ (WATER PIPING AND ACCESSORIES)

9.1 ท่อ (PIPE)

ท่อน้ำสำหรับระบบน้ำเย็น เป็นท่อแบบ ASTM SCHEDULE 40 STANDRD WEIGHT SEAM STEEL PIPE ส่วนท่อระบายน้ำทิ้ง (CONDENSTE DRAIN PIPE) ท่อ เป็นแบบ PVC CLASS 8.5 ท่อน้ำทิ้งจะมี TRAP และเดินไปยังท่อน้ำทิ้งของอาคาร การต่อท่อ (PIPE JOINTS) การต่อท่อใช้แบบเชื่อมสำหรับท่อน้ำเย็นหรือต่อด้วยหน้าแปลน (FLANGED CONNECTION) ท่อน้ำเย็นที่ต่อเข้ากับเครื่องเป่าลมเย็นให้ใช้ท่ออ่อนชนิด STAINLESS STEEL WIRE BREAD จะต้องมียะ 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

9.2 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

LVEER LOCK HANDLE FOR SHUT OFF SERVICE. SIZE 4" OR LARGER SHALL BE GEARED HANDWHEEL OPERATED

9.3 PRESSURE RELIEF VALE

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

9.4 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

9.5 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

9.6 STRAINERS

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

9.7 ข้อต่ออ่อน (FLEXIBLE CONNECTIONS)

ข้อต่ออ่อน (FLEXIBLE CONNECTIONS) ให้ท่ออ่อนชนิด STAINLESS STEEL WIRE BREAD หรือ FLEXIBLE RUBBER จะต้องติดตั้งที่ PUMP INLETS, PUMP OUTLETS, CONDENSER INLETS , CONDENSER OUTLETS , CHILLER INLETS และ CHILLER OUTLETS ในห้องเครื่อง ข้อต่ออ่อนต้องทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 150 LB CLASS

9.8 ที่แขวนท่อหรือที่ยึดท่อ (PIPE HANGERS OR SUPPORTS)

ที่แขวนท่อหรือที่ยึดท่อ (PIPE HANGERS OR SUPPORTS) การติดตั้งท่อต้องมีการยึดแขวน ให้ถูกต้อง เพื่อความมั่นคงแข็งแรง โดยต้องป้องกันการขยายตัวและการสั่นสะเทือน ดูรายละเอียดจากแบบ

9.9 ปลอกรองท่อ (PIPE SLEEVE)

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

9.10 การทาสี (PAINTING)

การทาสี (PAINTING) ที่แขวน ที่ยึดท่อ ท่อน้ำเย็น ต้องทาสีรองพื้นกันสนิม 2 ครั้ง แล้วจึงค่อยทาสีจางไปก่อนทาสีกันสนิมต้องทำความสะอาดผิวโลหะก่อน ท่อน้ำเย็นทาสีฟ้า ให้พ้นสีขาวแสดงทางการไหลเข้าออกของน้ำ

9.11 PIPE JACKET

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

10 ฉนวน (INSULATION)

10.1 ฉนวนสำหรับบุหลังคาอาคาร ใต้หลังคา ชั้นหลังคา

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

10.2 ฉนวนสำหรับหุ้มท่อน้ำ (CHILLED WATER PIPES INSULATION)

ท่อน้ำหุ้มด้วยฉนวน CLOSED CELL ELASTOMERIC THERMAL INSULATION (EPDM) ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 4 ปอนด์/ลบ.ฟุต ค่า K ไม่มากกว่า 0.27 BTUH IN FT²-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 หุ้มอยู่ฉนวนสำหรับหุ้มผิวที่เย็นของเครื่อง และอุปกรณ์ทุกชนิดให้หุ้มด้วยฉนวน CLOSED CELL ELASTOMERIC THERMAL INSULATION หนาไม่น้อยกว่า 1- 1/4 นิ้ว พร้อมทั้งทาสีให้เรียบร้อย ส่วนที่รองรับกับ SUPPORT ให้ใช้อย่างแข็งแรงรองรับท่อ

10.3 ฉนวนสำหรับหุ้มท่อส่งลมเย็น (AIR DUCT INSULATION)

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

11 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 ½” มี STAINLESS STEEL SOCKET สำหรับต่อเข้ากับท่อน้ำ สเกลของเทอร์โมมิเตอร์ 0-100 F ใช้กับการวัดอุณหภูมิในท่อน้ำเย็นสามารถทนต่อแรงดันใช้งานไม่น้อยกว่า 150 ปอนด์/ตร.นิ้ว

12 ระบบควบคุม

- 12.1 เป็นระบบ V V V F มี VSD ควบคุมการทำงานของ MOTOR โดยมี DP (DIFFERENTIAL PRESSURE) ควบคุมการทำงานของ VSD มี BYPASS RELIEF VALVE ช่วยปรับแรงดันน้ำในระบบ ผู้รับจ้างจะต้องเสนอ และแสดงวิธีการควบคุมระบบน้ำเย็นนี้เพื่อให้สามารถควบคุมการใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ของผู้ว่าจ้าง
- 12.2 แผง MIMIC DIAGRAM แสดงการทำงานของ CHILLERS, PUMPS COOLING TOWERS โดยทำเป็นแผงขนาดใหญ่พร้อมมีหลอดไฟแสดงสถานะการทำงานของอุปกรณ์นั้น ๆ

13 ระบบไฟฟ้าและควบคุมของเครื่องปรับอากาศ

(ELECTRICAL EQUIPMENTS, WIRING AND CONTROL FOR A/C SYSTEM) ระบบไฟฟ้ากำลัง ระบบปรับอากาศ และระบบควบคุมทั้งหมดดำเนินการโดยผู้รับจ้างระบบปรับอากาศโดยเริ่มต้นจากไฟฟ้าแรงสูงถึงตู้เมนหลักระบบปรับอากาศโดยให้การไฟฟ้านครหลวงเป็นผู้ดำเนินการ ผู้รับจ้างติดตั้งระบบปรับอากาศต้องจัดหาและติดตั้งระบบไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศทั้งหมด

- ค่าใช้จ่ายต่างๆ การติดต่อประสานงานกับการไฟฟ้าค่าธรรมเนียมการติดตั้งมิเตอร์แรงสูง ค่าตรวจไฟใหม่ ค่าต่อไฟ ค่าสมทบการก่อสร้างสายปีกเสาพาดสาย แรงสูง ผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่าย
- การติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าและอุปกรณ์
- แผงสวิตช์ไฟฟ้ากำลังและแผงสวิตช์ไฟฟ้าปรับอากาศ
- สวิตช์ตัดตอนต่างๆ
- ระบบสายดินและระบบป้องกันฟ้าผ่า
- การทดสอบและการรับประกันงานทางระบบไฟฟ้า
- ทาสีงานทางไฟฟ้า
- รหัสสีของอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า
- อุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็นต้องจัดหาและติดตั้งเพื่อให้ถูกต้องตามหลักวิชาการและมาตรฐานวิศวกรรมและมาตรฐานการไฟฟ้านครหลวง

การติดตั้ง/ทดสอบระบบไฟฟ้า

- ผู้รับจ้างจะต้องมีวิศวกรไฟฟ้าพร้อมใบอนุญาตประกอบวิชาชีพในแขนงไฟฟ้ากำลังเป็นผู้ควบคุมงานและตรวจเอกสารต่างๆ ของฝ่ายผู้รับจ้างรวมทั้งเซ็นรับรองเอกสารต่างๆ ก่อนดำเนินการส่งให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติตามขั้นตอนต่อไป
- การติดตั้งจะต้องถูกต้องตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ฉบับล่าสุด กฎระเบียบและประกาศของกระทรวงมหาดไทย และจะต้องติดตั้งอย่างดีที่สุดตามวิธีการที่โรงงานผู้ผลิตวัสดุนั้นๆ แนะนำ
- การทดสอบและตรวจรับการทดสอบระบบไฟฟ้าจะต้องให้สอดคล้องกับกฎการไฟฟ้า โดยเมื่อติดตั้งระบบต่างๆ เสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทดสอบระบบไฟฟ้าทั้งภายใน ภายนอกอาคาร ต่อหน้าผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง ค่าใช้จ่ายในการทดสอบทั้งหมด รวมทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง
- System Test อุปกรณ์ระบบไฟฟ้าแรงสูงและระบบไฟฟ้าแรงต่ำทั้งหมดถูก Energized อยู่ในสภาพเหมือนถูกใช้งานปกติ Relay หรือ Circuit Breaker จะต้อง Set Up ให้อยู่ในระดับที่ต้องการ หากพบว่าอุปกรณ์ไม่ทำงานหรือคลาดเคลื่อนไปจากความต้องการ ผู้รับจ้างจะต้องทำการแก้ไขให้เรียบร้อยก่อนที่จะทำการส่งมอบ
- Equipment test อุปกรณ์ทุกชนิดจะต้องถูก Energized ตรวจสอบหน้าที่และการทำงานตลอดจนคุณสมบัติ ความบกพร่อง หรือความเสียหายจากผลของการติดตั้ง ต้องแก้ไข หรือเปลี่ยนแปลงโดยทันที
- Insulation Test อุปกรณ์ที่มีฉนวนทุกชนิดจะต้องถูกทดสอบโดยการปลดปลายสายทั้งสองข้างของ Feeder หรือ Sub-Feeder แล้วป้อนแรงดันไฟฟ้าขนาด 500 โวลต์ เป็นเวลาต่อเนื่องกัน 30 วินาที ค่าความต้านทานระหว่างสายกับสายและสายกับดิน จะต้องมามีค่าไม่น้อยกว่า 0.5 เมกกะโอห์ม
- ระบบไฟฟ้าแรงสูงให้ต่อจากสายส่งแรงสูงที่เดินพาดเสาไฟฟ้า แล้วเดินสายส่งแรงสูงมายังหม้อแปลงและเดินสายไปยังตู้ไฟฟ้าภายในอาคารตามที่แสดงในแบบ โดยผู้รับจ้างจะต้องติดต่อประสานงานกับเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบของทางผู้ว่าจ้าง และการไฟฟ้าฯ ทำการตรวจสอบระบบไฟฟ้าแรงสูงบริเวณที่ก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าแรงสูงให้ตรงกับข้อกำหนดและระเบียบของการไฟฟ้า โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบและประสานงานกับการไฟฟ้า

หม้อแปลงไฟฟ้า

- หม้อแปลงไฟฟ้าใช้ต่อเข้ากับระบบไฟฟ้า 24 kV, 3-Phase, 3-Wire, 50 Hz และต่อเฟส Neutral ติดตั้ง Ground Rod ขนาดและจำนวนของหม้อแปลงไฟฟ้าให้เป็นไปตามที่ระบุในแบบ
- หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ต้องผ่านการทดสอบด้าน Type Tests หรือ Design Tests ทุกรายการ รวมถึง Short-Circuit Capability Test และ Audible Sound Level Test ตามข้อกำหนดที่ระบุในมาตรฐานข้างต้น โดยต้องส่งรายงานการทดสอบ มาให้พิจารณาด้วยการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตต้องดำเนินการตามรายการและวิธีการที่ระบุในมาตรฐานข้างต้น การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าต้องเป็นไปอย่างน้อยตามรายการที่ระบุรายการดังนี้ Ratio test , Resistance measurement of all windings , Excitation (no load) current , Excitation (no load) loss , Load loss , Impedance voltage
- พื้นผิวของหม้อแปลงไฟฟ้าต้องดูเรียบไม่เป็นที่เก็บกักฝุ่นใดๆ ละอองฝุ่นที่เกาะติดอยู่กับพื้นผิวของขดลวดหรือแกนหม้อแปลงไฟฟ้าต้องไม่เกิดผลกระทบต่อการใช้งาน
- หม้อแปลงไฟฟ้าต้องสามารถทนต่อแรงที่เกิดเนื่องจากการเกิด Maximum Short Circuit Current ได้อย่างน้อย 2 วินาที
- ชิ้นส่วนที่เป็นโลหะทุกชิ้นยกเว้นแกนเหล็กต้องผ่านการเคลือบสังกะสี ตามข้อกำหนดการออกแบบของ ASTM A-123 ฉบับล่าสุดหรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดหาเครื่องมือที่จำเป็นในการขนส่ง, ติดตั้ง, ใช้งานและบำรุงรักษาทุกชนิด
- การตรวจและทดสอบต้องผ่านการทดสอบจากโรงงานผู้ผลิตโดยต้องแนบรายงานการทดสอบ , ต้องผ่านการทดสอบหรือการรับรองให้ใช้ได้จากหน่วยงานการไฟฟ้านครหลวง , ต้องผ่านการทดสอบที่หน่วยงาน เช่น ค่าความต้านทานของฉนวน การทำงานของอุปกรณ์ควบคุมทุกชนิด

แผงคาปาซิเตอร์

- แผงคาปาซิเตอร์จะต้องสามารถต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้าได้อย่างอัตโนมัติและโดยใช้คนปรับได้ เพื่อปรับค่า Power Factor ของระบบไฟฟ้าของอาคารให้ได้ตามข้อกำหนดของการไฟฟ้าเป็นอย่างต่ำ แผงคาปาซิเตอร์ชุดนี้จะต้องได้ตามมาตรฐานของ UL หรือ IEC หรือตามมาตรฐานอื่น ที่มีคุณภาพเทียบเท่า
- ตู้สำหรับคาปาซิเตอร์ และอุปกรณ์ที่ติดตั้งภายในต้องเป็นมาตรฐานเดียวกับตู้ MDB ภายในตู้ประกอบด้วยอุปกรณ์มาตรฐานดังนี้ Fuse or Circuit Breaker Protection with Suitable Rating for Each Capacitor , Automatic Reactive Power Regulator , Magnetic

Contactor , Automatic / Manual Switching Device , Indicator Lamps and Control Fuse

- ตู้คาปาซิเตอร์และอุปกรณ์ที่ติดตั้งภายในให้ติดตั้งแยกออกจากตู้ MDB ตัวตู้จะต้องมีการระบายความร้อนเป็นอย่างดี

13.1 วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุอุปกรณ์ตามแบบและรายการประกอบแบบนี้ ต้องเป็นของใหม่ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อนและต้องเป็นผลิตภัณฑ์วงจรแบบล่าสุด รวมถึงอุปกรณ์หลักจะต้องมีตัวแทนจำหน่ายและการบริการหลังการขายในประเทศพร้อมมีหนังสือรับรอง ผู้รับจ้างต้องนำตัวอย่างและหรือรายละเอียดของวัสดุและอุปกรณ์เสนอให้ผู้ว่าจ้างตรวจอนุมัติ เมื่อได้ตรวจอนุมัติแล้วจึงนำไปติดตั้งได้ ตัวอย่างของวัสดุและอุปกรณ์และหรือรายละเอียดต้องนำไปเก็บแสดงไว้ที่หน่วยงานก่อสร้างดังต่อไปนี้

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

13.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)

วัสดุอุปกรณ์ที่ได้กำหนดข้อมูลความต้องการไว้ในแบบและ/หรือรายการประกอบแบบให้เป็นไปตามเงื่อนไขต่อไปนี้

- (1) ถ้าผลิตภัณฑ์ใดมีผู้ได้รับใบอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก. (ในประเภท ชนิด และขนาดเดียวกัน) ตั้งแต่สามรายขึ้นไป ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในประเทศไทย และได้รับใบอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก. เท่านั้น
- (2) ถ้าผลิตภัณฑ์ใด ผลิตจากโรงงานที่ได้รับรองระบบคุณภาพ (ในประเภท ชนิด และขนาดเดียวกัน) ตั้งแต่สามรายขึ้นไป ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในประเทศไทย จากโรงงานที่ได้รับการรับรองระบบคุณภาพเท่านั้น
- (3) ถ้าผลิตภัณฑ์ใดมีผู้ได้รับใบอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก. และผลิตจากโรงงานที่ได้รับการรับรองระบบคุณภาพ (ในประเภท ชนิด และขนาดเดียวกัน) ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในประเทศไทยจากโรงงานที่ได้นับการรับรองระบบคุณภาพและได้รับใบอนุญาตแสดงเครื่องหมาย 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.หรือโรงงานใดได้รับการรับรองระบบคุณภาพหรือรายใดได้รับการจดทะเบียนผลิตภัณฑ์ไว้กับกระทรวงอุตสาหกรรมให้ถือตามที่ปรากฏในบัญชีคู่มือผู้ซื้อ หรือใบแทรกคู่มือผู้ซื้อ ที่กระทรวงอุตสาหกรรมจัดทำขึ้นถึงเดือนก่อนหน้าเดือนที่เสนอราคา

13.3 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 NORMUNG
JIS	JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD
CSA	CANADIAN STANDARD ASSOCIATION

13.4 มาตรฐานการติดตั้งระบบไฟฟ้า เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, กฎการไฟฟ้า, NEC , มาตรฐานการไฟฟ้านครหลวง

13.5 แผงสวิตช์ไฟฟ้าประธานแรงต่ำ ประจำอาคาร

13.5.1 ความต้องการทั่วไป

- (1) ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านออกแบบและการสร้างแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ ซึ่งประกอบด้วยแผงสวิตช์ไฟฟ้าประธาน (MAIN PANEL ; MDB) แผงสวิตช์ไฟฟ้าประธาน

ฉุกเฉิน (EMERGENCY MAIN PANEL BOARD : EMPB) และแผงสวิตช์ไฟฟ้ารอง (SUB PANEL BOARD ; SPB)

- (2) ผู้รับจ้างต้องส่ง SHOP DRAWING รายละเอียดของวัสดุอุปกรณ์ และ CONTROL DIAGRAM ที่จะใช้เสนอผู้ว่าจ้างเพื่อพิจารณา
- (3) ผู้รับจ้างต้องจัดหาแผงสวิตช์ให้มีขนาดที่เหมาะสมและไม่เล็กกว่าตามที่กำหนดในแบบ

13.5.2 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)

13.5.3 มาตรฐาน

แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำต้องผลิตและทดสอบได้ตามมาตรฐาน IEC

13.5.4 การทดสอบ

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

13.5.5 ลักษณะโครงสร้างของแผงสวิตช์

- (1) โครงสร้างของแผงสวิตช์ทำด้วยเหล็กฉากขนาดไม่น้อยกว่า 50x50x30 มม. หรือเป็นแบบ MODULARIZED DESIGN SYSTEM เชื่อมติดกันหรือยึดติดกันด้วยนอต ตู๊ที่ติดตั้งให้ยึดถึงกันด้วยนอตและสกรู
- (2) เหล็กแผ่นประกอบด้วยตัวตู้หนาไม่น้อยกว่า 2.0 มม. ส่วนที่เป็นแผ่นปิดด้านหน้า ด้านหลัง และด้านข้างให้ทำเป็นแบบพับขอบ และมีร่องสำหรับยึดยางกันกระแทก ด้านบนให้ใช้แบบแผ่นเรียบยึดด้วยสกรู
- (3) บานประตูของช่องใส่อุปกรณ์เป็นแบบเปิดได้ ใช้บานพับชนิดซ้อน เปิดปิดโดยใช้กุญแจสามารถถอดบานประตูออกได้โดยเปิดกว้างแล้วยกขึ้น
- (4) ฝาปิดช่วงล่างด้านหน้า ฝาปิดด้านหลังทั้งหมดและฝาด้านข้างเปิดปิดโดยใช้สกรูและให้เจาะเกร็ดเพื่อระบายอากาศโดยวิธีไหลเวียนของอากาศตามธรรมชาติอย่างเพียงพอ พร้อมทั้งติดตั้งตะแกรงด้านใน (IP 21)

- (5) แผ่นกั้น COMPARTMENT PARTITION ต้องหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มม.
- (6) ตัวตู้ทั้งหมดที่เป็นโลหะ ต้องทำความสะอาดและ/หรือผ่านกรรมวิธีการป้องกันสนิมแล้วพ่นทับด้วยสีฝุ่นแบบอีพ็อกซี-โพลีเอสเตอร์ทั้งภายในภายนอกและอบแห้ง
- (7) ฐานของตัวตู้ต้องยึดติดบนฐานคอนกรีตด้วยกรูขยาย
- (8) บัสบาร์ ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% ขนาดตามที่กำหนด ผลิตขึ้นเพื่อใช้กับงานไฟฟ้าโดยเฉพาะ บัสบาร์ ต้องยึดติดกับโครงตู้ด้วยฉนวนยึดบัสบาร์ให้แข็งแรงทนกระแสดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 50 KA หรือตามที่กำหนดในแบบ
- (9) หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น บัสบาร์ช่วงต่อกับหม้อแปลงจะต้องมีส่วนที่เป็นบัสบาร์ชนิดบิดงอได้ (FLEXIBLE BUS) เพื่อลดแรงบิดและแรงดึง
- (10) บัสบาร์ต้องทำความสะอาดและพ่นสีทนความร้อนหรือหุ้มด้วยพีวีวี (HEAT SHRINK) โดยใช้รหัสสีเหมือนสายไฟฟ้าขนาดกระแสของบัสบาร์ทองแดง 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) ผู้รับจ้างต้องทำรายการคำนวณเพื่อแสดงว่า BUSBAR และ HOLDERS สามารถทนต่อแรงใดๆ ที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่ากระแสลัดวงจรด้านแรงต่ำของหม้อแปลง หรือตามที่กำหนด โดยไม่เกิดความเสียหายซึ่งรวมถึง BOLTS และ NUTS ต้องทนต่อแรงเหล่านั้นได้ด้วย พร้อมเสนอผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติ

13.6 PROTECTION RELAY

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

13.7 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 ต้องมีกระแสด้านออก 5 AMP และกระแสด้านเข้าตามที่กำหนด ความคลาดเคลื่อน 15 % หรือดีกว่า
- (6) กิโลวัตต์ และกิโลวัตต์ฮิวมิเตอร์ เป็นชนิด 1 เฟส หรือ 3 เฟส ต่อตรงกับระบบแรงดัน หรือต่อผ่านหม้อแปลงไฟฟ้ากระแส ตามที่กำหนดในแบบ ความคลาดเคลื่อน 2.5 % หรือว่าดีกว่าผ่านการทดสอบจากสถานบันที่เชื่อถือได้
- (7) เพาเวอร์แฟกเตอร์มิเตอร์ ต้องเป็นแบบใช้กับระบบไฟฟ้า 3 เฟส ต่อโดยตรงกับระบบแรงดัน และหม้อแปลงไฟฟ้ากระแส มีระยะพิกัด LEAD 0.5..1..0.5 LAG หรือมากกว่า ความคลาดเคลื่อน 1.5 % หรือดีกว่า
- (8) ฟรีควินซีมิเตอร์ ต้องเป็นชนิด VIBRATING REED มี 13 REEDS ต่อเข้ากับระบบแรงดัน มีระยะพิกัด 47-53 HZ ความคลาดเคลื่อน 0.5% หรือดีกว่า

13.8 PILOT LAMP

หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้ชนิด LED 220-240VAC. ขนาดไม่น้อยกว่า 22 มม. สีของเลนส์ให้เป็นตามที่กำหนด

13.9 PUSH BUTTON

หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้ชนิดที่ปุ่มกดมี O-RING โลหะล้อมรอบ ขนาดไม่เล็กกว่า 22 มม. สีของปุ่มกดตามที่กำหนด

13.10 MAGNETIC CONTACTOR

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

13.11 MAGNETIC CONTROL RELAY

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

13.12 MIMIC BUS และ NAMEPLATE

- (1) ด้านหน้าแผงสวิตช์ต้องมี MIMIC BUS แสดงการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าออก ทำด้วยแผ่นพลาสติกสีดำ ขนาดกว้าง 10 มม. ความหนาไม่น้อยกว่า 3 มม.
- (2) ให้มี NAMEPLATE เพื่อแสดงป้ายชื่อหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าเซอร์กิตเบรกเกอร์จ่ายหรือควบคุมอยู่เป็นแผ่นพลาสติกพื้นสีเขียวเช่นเดียวกับ MIMIC BUS และเป็นตัวอักษรสีขาว ความสูงของตัวอักษรไม่น้อยกว่า 20 มม.

13.13 แผงย่อย (PANEL BOARD) หรือแผงสวิตช์อัตโนมัติ

13.13.1 มาตรฐาน

แผงย่อยต้องผลิตและทดสอบมาตรฐานล่าสุดของ IEC

13.13.2 พิกัดของแผงย่อย

แผงย่อยต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐานข้างต้น ใช้ได้กับระบบไฟฟ้า 3 PHASE 4 WIRE

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

13.13.3 คุณสมบัติของแผงย่อย

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

13.14 เซอร์กิตเบรกเกอร์

13.14.1 เซอร์กิตเบรกเกอร์ต้องผลิตตามมาตรฐาน IEC ชนิดและขนาดตามแบบ สามารถกระแสลัดวงจรไม่น้อยกว่าที่กำหนดในแบบ

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

13.15 สวิตช์ปลดวงจร

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

ตารางที่ 1

ขนาดกระแสของปั๊มบาร์ทองแดง อุณหภูมิแวดล้อม 40°C

ขนาดมม.	น้ำหนัก กก. / ม.	ปั๊มบาร์ฟั่นสี่ (แอมป์)		ปั๊มบาร์เปลือย (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

13.16 ท่อร้อยสายไฟฟ้า

13.16.1 มาตรฐาน

- (1) ท่อเหล็กกล้าเคลือบสังกะสีสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้า ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ไฟฟ้ารับอนุญาต แสดงเครื่องหมาย มอก. 770-2533
ประเภทของท่อเหล็กกล้าเคลือบสังกะสี
ประเภทที่ 1 ผนังท่อบางชื่อย่อว่า EMT (ELECTICAL METALLIC TUBING)
ประเภทที่ 2 ผนังท่อหนาปานกลาง ชื่อย่อว่า IMC (INTERMEDIATE METAL CONDUIT)
ประเภทที่ 3 ผนังท่อหนา ชื่อย่อว่า RSC (RIGID STEEL CONDUIT)
- (2) ท่อเอชดีพีอี (HDPE) ต้องมีความหนาไม่น้อยกว่าที่กำหนดในมาตรฐาน NEMA TC2-1983 SCHEDULE 40
- (3) ท่อโลหะอ่อน ชื่อย่อว่า FMC (FLEXIBLE METAL CONDUIT) เป็นท่อโลหะท่อที่โค้งงอได้ง่ายผิวภายในปราศจากคม ในกรณีที่ระบุเป็นชนิดกันน้ำท่อโลหะอ่อนต้องมีปลอกพลาสติกหุ้มภายนอกอีกชั้นหนึ่ง

13.16.2 การเลือกใช้ท่อร้อยสายไฟฟ้า

- (1) ท่อทุกชนิดที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้า ต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 12.7 มม. (½ นิ้ว)
- (2) ท่อร้อยสายไฟฟ้าที่ต่อกับอุปกรณ์ที่สัมผัสเตือนขนาดใช้งานปกติ ต้องใช้ท่อ FMC ในกรณีที่อยู่นอกอาคารหรือบริเวณที่เปียกชื้นให้ใช้ท่อ FMC ชนิดกันน้ำ
- (3) ในกรณีที่มิได้กำหนดชนิดของท่อเหล็กกล้าเคลือบสังกะสีที่ฝังในคอนกรีตต้องใช้ท่อ IMC หรือ RSC
- (4) ในกรณีที่มิได้กำหนดชนิดของท่อเหล็กกล้าเคลือบสังกะสีที่ซ่อนไว้เหนือฝ้าเพดานหรือเดินท่อลอยเกาะเพดานหรือฝังในผนังที่มีใช้คอนกรีตให้ใช้ท่อ EMT ในบริเวณดังกล่าวได้
- (5) ในกรณีที่กำหนดให้ใช้ท่อ EMT หากท่อที่ใช้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตกว่า 50 มม. (2 นิ้ว) ให้ใช้ท่อ IMC และเส้นผ่านศูนย์กลางโตกว่า 100 มม. (4 นิ้ว) ให้ใช้ท่อ RSC แทน

13.16.3 การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า

- (1) ต้องทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อนำมาติดตั้ง
- (2) การดัดงอท่อแข็ง ต้องใช้เครื่องมือสำหรับดัดท่อโดยเฉพาะและต้องไม่ให้ท่อชำรุดหรือบิดรัศมีความโค้งของท่อต้องไม่น้อยกว่า 6 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ
- (3) การยึดท่อแข็งติดกับโครงสร้างต้องยึดทุกระยะไม่เกิน 3 เมตร ในแนวตั้ง ไม่เกิน 1.80 เมตร ในแนวราบ 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) กล่องต่อสายรวมถึงฝาปิดและแคลมป์ยึดท่อให้ทาสีดังนี้
 - ระบบไฟฟ้า สีส้ม
 - ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน สีเหลือง
 - ระบบอื่น ๆ ตามความเหมาะสม

13.17 กล่องสำหรับงานไฟฟ้า (BOX)

13.17.1 ขอบเขต

ครอบคลุมการติดตั้งและการใช้กล่องสำหรับไฟฟ้า เช่น กล่องรับจุดต่อไฟฟ้าของสวิตช์หรืออุปกรณ์ กล่องต่อสาย กล่องดึงสาย กล่องแยกสาย และกล่องอื่น ๆ ที่ติดตั้งเพื่อวัตถุประสงค์ในการเดินสายไฟฟ้า

13.17.2 ข้อกำหนดและลักษณะการใช้งาน

- (1) กล้องต้องทำจากวัสดุที่ทนต่อการผุกร่อนหรือมีการป้องกันที่เหมาะสม ทั้งภายในและภายนอก เช่น เคลือบด้วยสีหรืออาบสังกะสี หรือวิธีอื่น ๆ สำหรับภายนอกอาคารให้ใช้ชนิดโลหะหล่อ
- (2) กล้องต่อสายต้องมีฝาเปิด-ปิด ยึดด้วยสลึง ความหนาของเหล็กแผ่นประกอบกล้องต้องไม่น้อยกว่า 1.6 มม. ขนาดของกล้องที่ใช้เป็นไปตาม NEMA การเลือกใช้เป็นไปตาม NEC
- (3) กล้องต่อสายและกล้องดึงสายติดซ่อนไว้ในฝ้าเพดาน ฝังเรียบผนัง ฝังเรียบเพดาน หรือติดตั้งลอยตามลักษณะของการใช้งาน สามารถเข้าไปตรวจซ่อมได้ง่าย
- (4) กล้องต่อสายและกล้องดึงสายที่ติดตั้งซ่อนในเพดานหรือติดตั้งลอย ต้องยึดตรึงให้แข็งแรงกับโครงสร้างของอาคาร ห้ามใช้ท่อเป็นตัวรับน้ำหนัก
- (5) กล้องต้องสามารถบรรจุตัวนำหรือเคเบิลได้ทั้งหมด
- (6) รูของกล้องที่ไม่ได้ใช้งาน ต้องปิดให้เรียบร้อย กล้องทุกกล้องต้องมีฝาปิด

13.18 รังเดินสายโลหะ (METAL WIRE WAY)

13.18.1 ข้อกำหนดทั่วไป

- (1) เป็นรางเดินสายพร้อมฝาครอบรางชนิดกดล็อก หรือยึดด้วยสกรู (เฉพาะระบบรางเดินสายในแนวตั้ง ฝาครอบต้องเป็นชนิดยึดด้วยสกรู) ทำด้วยเหล็กแผ่นขนาดตามที่กำหนดในแบบเหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่าที่กำหนดในตารางที่ 2
- (2) พื้นหน้าตัดหน้าและฉนวนทั้งหมดรวมกันไม่เกินร้อยละ 20 ของพื้นที่หน้าตัดภายในรางเดินสาย
- (3) จำนวนไฟในแต่ละรางต้องไม่เกิน 30 เส้น ทั้งนี้ไม่นับรวมสายควบคุมและสายดิน
- (4) ทั้งนี้การเดินสายไฟฟ้าในรางต้องเป็นไปตามมาตรฐานงานไฟฟ้า

13.18.2 คุณสมบัติของรางเดินสายโลหะ

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

13.18.3 การติดตั้ง

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

13.18.4 อุปกรณ์ประกอบรางเดินสายได้แก่ ข้องอ ข้อต่อ ฝาปิดท้าย ข้อต่อลดขนาด กล่องแยก 3 ทาง กล่องแยก 4 ทาง ข้อต่อรางเดินสายเข้ากับแผงไฟฟ้า ให้ใช้อุปกรณ์สำเร็จรูปจากโรงงาน

13.18.5 ห้ามใช้รางเดินสายเป็นตัวนำสำหรับต่อลงดินหรือสายดินของบริษัท

13.19 สายไฟฟ้า

13.19.1 มาตรฐาน

สายไฟฟ้าทั้งหมด ให้ใช้สายทองแดงหุ้มฉนวน ที่ได้รับอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก. 11-2553

13.19.2 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 ให้ใช้สายไฟฟ้าขนาดไม่เล็ก 1.5 ตร.มม. TYPE B หรือ TYPE B-G

10.19.3. การเดินสาย

(1) การต่อสายเข้ากัน BUSBAR ของแผงสวิตช์ไฟฟ้าประธานและหรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ให้ใช้หางปลา มีลักษณะเป็นแบบท่อทองแดงไม่มีตะเข็บ (COPPER TUBE LUGS TERMINAL) ชนิดหนาขึ้นรูปผ่านการ EIECTROLYTIC และชุบด้วยดีบุก หุ้มด้วยฉนวนตามรหัสสีของสาย

(2) การร้อยสายในท่อหรือรางเดินสาย ต้องทำหลังจากการติดตั้งท่อ หรือรางเดินสายเสร็จเรียบร้อยแล้ว

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

(4) การตัดสายขนาด 4 ตร.มม. หรือเล็กกว่าให้ใช้ WIRE NUTและการต่อสายขนาด 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 ท่อร้อยสายหรือเครื่องห่อหุ้มสายไฟฟ้าประเภทอ่านได้รับการรับรองแล้ว ความลึกในการติดตั้งต้องเป็นตามตารางที่ 3

(B) ส่วนที่เป็นโลหะห่อหุ้มเคเบิลได้แก่ ปลอก ลวดเหล็กตีเกลียว และช่องเดินสายที่เป็นโลหะ ต้องมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าถึงกันเป็นอย่างดีและต่อลงดินที่ต้นทางและปลายทาง

(C) สายไฟฟ้าใต้ดินที่ติดตั้งใต้อาคารต้องอยู่ช่องเดินสาย หากร้อยสายไปยังภายนอกอาคารช่องเดินสายต้องยื่นพ้นแนวนผนังด้านนอกของอาคารออกไปไม่น้อยกว่า 0.15 เมตร

(D) ตัวนำที่โผล่พื้นดินต้องอยู่ในที่ล้อม หรือในช่องเดินสายที่ได้รับการรับรองเพื่อจุดประสงค์นั้นสำหรับช่อง เดินสายที่ติดตั้งกับเสาไฟฟ้าต้องมีความแข็งแรงไม่น้อยกว่าท่อโลหะหนาปานกลาง และต้องโผล่เหนือดินถึงระดับสูงไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร

(E) สายไฟฟ้าใต้ดิน อนุญาตให้ต่อสายต่อแยกสายในรางเดินสายหรือบ่อพักสาย โดยไม่ต้องมีกล่องต่อสายได้ เมื่อการต่อหรือการต่อแยกนั้น ดำเนินการตามกรรมวิธีและใช้อุปกรณ์การต่อแยกที่ได้รับการอนุมัติจากมหาวิทยาลัย

(F) ช่องเดินสายที่ความชันอาจเข้าไปสัมผัสส่วนที่มีไฟฟ้าได้ ต้องปิดผนึกที่ปลายช่องเดินสาย

(G) เมื่อสายไฟฟ้าออกจากท่อร้อยสายไปฝังดินโดยตรง ที่ปลายท่อต้องมีปลอกป้องกันฉนวน

(H) สายแกนเดียวของวงจรเดียวกันรวมทั้งสายดิน (ถ้ามี) ต้องติดตั้งในช่องเดินสายเดียวกันหรือเมื่อฝังดินโดยตรงต้องวางชิดกันในร่องเดินสายเดียวกัน

(9) จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้า TYPE-A (IEC-01) ในท่อร้อยสาย ให้เป็นไปตามตารางที่ 4 และตารางที่ 5

ตารางที่ 3

ความลึกต่ำสุดในการติดตั้งใต้ดินสำหรับระบบแรงต่ำ

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

หมายเหตุ (1) ท่อร้อยสายที่ได้รับการรับรองให้ฝังดินได้โดยมีคอนกรีตหุ้มต้องหุ้มด้วยคอนกรีตหนาไม่น้อยกว่า 0.05 เมตร

สำหรับวิธีที่ 4, 5 และ 6 หากมีแผ่นคอนกรีตหนาไม่น้อยกว่า 0.05 เมตร วางอยู่เหนือสาย ยอมให้ความลึกลดเหลือ 0.30 เมตรได้

ข้อกำหนดสำหรับความลึกนี้ไม่ใช่บังคับสำหรับการติดตั้งใต้อาคารหรือใต้พื้นคอนกรีตซึ่งหนาไม่น้อยกว่า 0.10 เมตร และยื่นเลยออกไปจากแนวติดตั้งไม่น้อยกว่า 0.15 เมตร บริเวณที่มีรถยนต์วิ่งผ่าน ความลึกต้องไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร

ตารางที่ 4

จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้า TYPE -A (IEC-01) ขนาดเดียวกันในท่อร้อยสาย

ขนาด สาย (SQ.MM .)	จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าในท่อร้อยสาย									
	12.7 (1/2 ")	19 (3/4")	25 (1")	32 (1-1/4")	38 (1-1/2")	50 (2")	60 (2-1/2")	75 (3")	90 (3-1/2")	100 (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

10.20 การติดตั้งวัสดุและการจัดยึด

- (1) ท่อร้อยสาย รานเดินสาย รานเคเบิล 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

10.21 การป้องกันไฟลาม

(1)บริเวณช่องเปิดทุกช่องไม่ว่าจะอยู่ที่ใดของผนัง พื้น หรือคานของทุกชั้น รวมถึงในช่อง SHAFT ไฟฟ้า จะต้องปิดผนึกด้วยวัสดุป้องกันไฟลาม และต้องสามารถป้องกันไฟลามได้ไม่น้อยกว่า

2 ชั่วโมง การติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐานป้องกันอัคคีภัยของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

(2) ผู้รับจ้างต้องแสดงชนิดวัสดุและวิธีการป้องกันไฟลาม เสนอมหาวิทยาลัยพิจารณาอนุมัติ

ก่อนการดำเนินการติดตั้ง

10.22 สวิตช์และเต้ารับ

(1) ชนิดและขนาดตามที่กำหนดในแบบติดตั้งในกล่องโลหะหรือพลาสติกตามความเหมาะสม

(2) หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นขนาดของสวิตช์และเต้ารับต้องทนกระแสได้ไม่ต่ำกว่า 15

แอมแปร์และทนแรงดันไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 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.

10.23 การต่อลงดิน

- (1) หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นขึ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เป็นโลหะ ซึ่งไม่ใช่เป็นทางเดินของกระแสไฟฟ้าและอยู่สูงจากระดับพื้นอาคารแต่ละชั้นต่ำกว่า 2.50 เมตร ต้องต่อลงดินทั้งหมด ยกเว้นชิ้นส่วนโลหะดังกล่าวอยู่ในตำแหน่งที่สัมผัสไม่ถึง (ระยะห่างไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร ในแนวนราบ) รายละเอียดอื่นให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย
- (2) หลักสายดิน ต้องใช้ชนิดทองแดง (ห้ามใช้ชนิดทองแดงหุ้มเหล็ก) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5/8" ยาวไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร ปักจมลงไปในดิน 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 (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)	ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดิน (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 เครื่องป้องกันกระแสเกิน (แอมแปร์)	ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า (ตัวนำทองแดง) (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 การปรับสภาวะน้ำเย็น (WATER TREATMENT FOR CHILLED WATER)ระบบจะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์สำหรับป้อนสารเคมีเข้าสู่ น้ำเย็นที่ไหลหมุนเวียนในระบบโดยให้ผ่านเข้าทาง BYPASS TANK FEEDER ซึ่งบรรจุสารต้านทานการกัดกร่อนโดยเฉพาะสำหรับน้ำเย็น ถึงป้อนสารเคมี ต้องมีความจุไม่น้อยกว่าที่กำหนด
- 11.2 สารเคมีอะไหล่ (SPARE CHEMICAL/RASIN) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาสารเคมีชนิดต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ และมีปริมาณเพียงพอที่จะใช้งานได้ 12 เดือนหลังจากรับมอบงานแล้ว
- 11.3 การทดสอบท่อด้วยความดัน (PRESSURE TESTS)ท่อที่เชื่อมเสร็จแล้ว ต้องนำไปทดสอบอัดด้วยความดันของน้ำ เพื่อหารอยรั่วโดยทำเฉพาะส่วนใดส่วนหนึ่งของระบบชั้นหนึ่งก่อน แล้วทดสอบทั้งระบบอีกที เมื่อการติดตั้งเสร็จสมบูรณ์แล้วท่อเมนส่วนที่อยู่ต่ำสุดของระบบให้ใช้ความดัน 250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อัดทดสอบเป็นเวลานาน 4 ชั่วโมง ส่วนท่อแยกและท่อส่งใช้ความดันทดสอบ 150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 4 ชั่วโมงก็เพียงพอ หากปรากฏว่ามีรอยรั่วที่ตัวท่อ ข้อต่อ หรือวาล์ว จะต้องถอดชิ้นส่วนนั้น ออกแล้วเปลี่ยนด้วยของใหม่ที่ยังไม่เคยใช้งานมาก่อนทำการทดสอบด้วยความดันน้ำอัดจนกว่าจะเป็นที่แน่ใจว่ามีรอยรั่วอยู่ในระบบอีก การทดสอบด้วยความดันนี้ ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้มหาวิทยาลัยทราบล่วงหน้าเป็นลายลักษณ์อักษร และต้องกระทำต่อหน้าผู้ควบคุมงานหรือคณะกรรมการตรวจการจ้าง จนกว่าจะเป็นที่พอใจ ผู้ที่มหาวิทยาลัยมอบหมายจะเป็นผู้เซ็นอนุมัติท่อที่ผ่านการทดสอบแล้ว

- 11.4 การทดสอบความสะอาด ระบบท่อน้ำ (CLEANING OF PIPING SYSTEMS) ท่อทุกท่อนก่อนนำไปใช้งาน ต้องเช็ดทำความสะอาดผิวในให้เรียบร้อยก่อน ในขณะที่เชื่อมต่อระวางมีให้เศษโลหะจากการเชื่อมหรือสิ่งสกปรกอื่น ๆ ตกหล่นลงในท่อโดยเด็ดขาด ท่อส่วนใดที่ผ่านการทดสอบด้วยความดันแล้ว ให้ระบบน้ำภายในทิ้งให้หมด อุดปลายท่อทั้งสองด้านให้แน่นป้องกันฝุ่นและสิ่งสกปรกจากภายนอกเข้าไปอีก
- 11.5 การทำความสะอาดระบบท่อน้ำครั้งสุดท้าย (FINAL CLEANING OF PIPING SYSTEM) ให้ใช้สารเคมี POLYPHOSPHATES, SYNTHETIC DETERGENTS หรือของผสมระหว่างสารสองอย่างนี้ เติมลงในน้ำ ให้มีความเข้มข้นเหมาะสมแล้ว สูบน้ำให้ไหลวนเวียนในระบบเพื่อขจัดคราบน้ำมันสารอัดเกลียว (PIE THREAD COMPOUND) และสิ่งสกปรกอื่น ๆ เป็นเวลาหนึ่งหรือสองวัน หลังจากนั้นให้ระบายน้ำทิ้งเติมน้ำอ่อนที่สะอาดลงไปล้างระบบให้ทั่ว อีกครั้งเสร็จแล้วต้องถอด STRAINER และ DIRT POCKET ออก และล้างทำความสะอาดให้หมด

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

ผู้รับจ้างปรับปรุงระบบปรับอากาศ จะต้องรับผิดชอบต่อการปรับแต่งระบบปรับอากาศ และระบบอากาศให้ทำงานได้ถูกต้องและเหมาะสมตามรูปแบบพิมพ์เขียว มาตรฐานกำหนดผลหลักทางวิศวกรรมที่ถูกต้อง ผู้รับจ้างปรับปรุงระบบปรับอากาศจะต้องทำการทดลองและทดสอบการเดินเครื่องปรับอากาศ ให้ทำงานติดต่อกันไม่น้อยกว่า 48 ชั่วโมง โดยต้องจดบันทึกการทำงานของเครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ ตลอดการทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐานกำหนดและเป็นที่ยอมรับของบริษัท และวิศวกรควบคุมงาน ข้อมูลที่เก็บได้ระหว่างการทดลองเดินเครื่องต้องจัด การทำแบบฟอร์มและกรอกลงให้เรียบร้อย ผู้รับจ้างปรับปรุงระบบปรับอากาศจะต้องจัดส่งแบบฟอร์ม ดังกล่าวมาไม่น้อยกว่า 5 ชุด โดยระบุให้แนชัดถึงเครื่องปรับปรุงระบบปรับอากาศนำมาใช้จะต้องทำการปรับแต่ให้เรียบร้อยก่อน (ACCURATELY CALIBATED) และนำเสนอแก่บริษัท และวิศวกรควบคุมงาน โดยห้ามทำการแก้ไขหรือตกแต่งตัวเลขโดยเด็ดขาด ถ้ามีการจดบันทึก ผิดให้ชี้ตมา และจดบันทึกค่าที่อ่านได้ใหม่และถูกต้องลงไป โดยวิศวกรผู้ควบคุมงานที่เป็นผู้ดูแลการทดสอบจะเป็นพยาน และเซ็นชื่อกำกับข้อมูลนั้น ๆ ผู้รับจ้างปรับปรุงระบบปรับอากาศจะต้องทำการทดสอบ และปรับแต่งเครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

12.1 เครื่องทำน้ำเย็น(BEFORE START-UP)

- ต้องตรวจสอบระบบน้ำยาดูว่ามีการรั่วที่จุดไหนบ้าง และทำการแก้ไขให้เรียบร้อย
- ตรวจสอบและบรรจุน้ำยา (REFRIGERANT) และน้ำมันหล่อลื่น (COMPRESSOR OIL) ในจำนวนและปริมาณเหมาะสม ตามที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำ
- ตรวจสอบวงจรไฟฟ้ากำลัง และวงจรควบคุมให้เรียบร้อย
- ตรวจสอบความเรียบร้อยของอุปกรณ์ ที่ใช้ป้องกันเครื่องไม่ให้เกิดความเสียหาย (PROTECTIVE EQUIPMENT)
- ตรวจสอบอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต ตามขั้นตอนที่เสนอแนะมา

- จด NAMEPLATE ของเครื่องหลังจากเดินเครื่องแล้ว
- ตรวจสอบและปรับแต่งปริมาณน้ำยาในระบบให้อยู่ในสภาพใช้งานที่กำหนด
- ตรวจสอบและปรับแต่งปริมาณน้ำเย็น และ/หรือน้ำระบายความร้อน ให้อยู่ในสภาพใช้งานที่กำหนด
- ตรวจสอบและปรับแต่งอุปกรณ์ควบคุมทุกชิ้นตามค่าที่กำหนด
- ตรวจสอบให้แน่ใจว่า CHILLER ทำงานตามปกติ
- ตรวจสอบอัตราการใช้พลังงาน (POWER CONSUMPTION RATE)
- ตรวจสอบและปรับแต่งอุณหภูมิน้ำเย็น ให้ได้ค่าตามที่กำหนด
- อื่นๆ ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

12.2 PUMPS

- วัดและบันทึกค่า VOLTAGE และกระแสของ PUMP
- ตรวจสอบทิศทางการหมุน
- วัดและบันทึกค่าความดันน้ำที่ทางเข้าและออกของ PUMP
- ปรับอัตราการไหลของน้ำให้ได้ค่าตามที่กำหนด ใบพัดสามารถถอดออกและปรับแต่งให้ได้รูปและขนาดที่เหมาะสม
- บันทึกข้อมูล PUMP NAMEPLAT

12.3 PIPING SYSTEM

- ทดสอบ ปรับแต่งและบาลานซ์น้ำในระบบ
- ตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่ามีน้ำใน EXPANSION TANK และอากาศต้องไม่รั่วเข้าระบบ
- ตรวจสอบ AUTOMATIC AIR VENT ว่าอยู่ในสภาพที่ทำงานได้เหมาะสม
- เดินเครื่อง PUMP และปรับแต่งอัตราการไหลของน้ำ ที่ไหลผ่าน CHILLER, AIR HANDLING UNIT ให้ได้ค่าตามที่กำหนด
- หลังจากทดสอบและบาลานซ์น้ำเรียบร้อยแล้ว ทำความสะอาดระบบท่อน้ำทั้งหมดอีกครั้ง

12.4 CONTROL SYSTEM

- ทดสอบปรับแต่งระบบควบคุมทางด้านต่างๆ ที่มีในระบบปรับอากาศ
- จดบันทึกข้อมูลต่างๆ
- อื่นๆ ที่เป็นประโยชน์

ตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน

1. วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ต่างๆ จะต้องได้รับการอนุมัติก่อนที่จะนำมาติดตั้ง วัสดุ- อุปกรณ์เหล่านี้จะต้องมีคุณภาพเป็นไปตามแบบ และข้อกำหนดตามที่ได้กล่าวมาแล้ว อุปกรณ์ใดที่เปลี่ยนแปลงมาจากโรงงานผู้ผลิต จะต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานหรือคณะกรรมการตรวจการจ้างทราบและจะพิจารณาตามความเป็นจริง อย่างไรก็ตามการเสนอแบบทางเลือก (ALTERNATIVE) จะต้องถูกต้องและเป็นไปตามข้อกำหนดและความต้องการทางวิศวกรรมจำนวน อุปกรณ์ที่จะเสนอจะต้องเป็นไปตามที่ปรากฏในแบบและข้อกำหนด

2. รายการตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน

รายละเอียดในหัวข้อนี้ได้แจ้งถึงรายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์ วัสดุและอุปกรณ์ที่ถือว่าได้รับการยอมรับทั้งนี้ คุณสมบัติของอุปกรณ์นั้นๆ ต้องไม่ขัดต่อรายละเอียดเฉพาะที่กำหนดไว้ การเสนอผลิตภัณฑ์นอกเหนือจากชื่อที่ให้ไว้จะต้องแสดงเอกสาร รายละเอียดและหลักฐานอ้างอิงอย่างเพียงพอเพื่อการพิจารณาอนุมัติให้ใช้งาน โดยมีคุณภาพเทียบเท่า

ตัวอย่างรายชื่อเครื่อง,วัสดุและอุปกรณ์ที่กำหนดให้ใช้

EQUIPMENTS

PROVED MANUFACTURER

CHILLER

TRANE , YORK , CARRIER

VARIABLE REFRIGERANT VOLUME

TRANE , YORK , CARRIER , TOSHIBA , MITSUBISHI

AIR COOLED SPLIT SYSTEM

ระบบควบคุมคุณภาพน้ำให้ห้องน้ำเย็น

LICENSE BACCOMBER หรืออุปกรณ์เทียบเท่า

WATER PUMP

PEERLESS , WILO , CRANE , GRUNDFOSS , PACO

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
BALANCING VALVE	TA, BELL-GOSSET, CRANE, OVENTOP
VIBRATION ISOLATORS	MASON , VIBRATION MOUNTINGS , VIBRATION ELIMNATORS

MOTORS FOR PUMPS	BROOK , BRUSH , BALDOR, ELECTRIM , USA MOTOR
VARIABLE SPEED DRIVE FOR MOTORS	DANFOOS,SIEMEN , HONEY WELL , TELEMECANIQUE
MOTORS FOR BLOWERS(AHU & FCU)	BROOK, BRUSH, BALDOR , CROMPTION , MITSUBISHI
PRESSURE RELIERF VALVES	MC DONELL, BELL & GOSSETT, OCV
ROOM THERMOSTAT	HONEY WELL, TA, BARBER-COLEMAN
WATER SOFTENER LICENSE	DYNAMIC, SIAM HYDRO THEATMENT
TEST KIT	UNITEC, CULIGAN
FLOW SWITCH	MC DONELL , MILLER , JOHNSON CONTROLS
หม้อแปลงไฟฟ้า	เจริญชัย , เอกรัฐ , ABB , SIEMENS , SECHNEIDER
MAIN SWITCH BOARD	TIC , SMD APPROVED FACTORY , PMK , ASEFA
LOAD CENTER	G.E , WESTINGHOUSE , ITE , FEDERAL , SCHNEIDER, SIEMENS
CIRCUIT BREAKER	G.E. , WESTINGHOUSE , ITE , FEDERAL , SCHNEIDER , SIEMENS
METERING DEVICE	FEDERAL , SCHNEIDER , CIRCUTER

FUSE & MAGNETIC CONTACTOR	GE , MERLIN GERIN , SIEMENS , TELEMECANIQUE , SCHNEIDER , FEDERAL
CONDUIT	PANASONIC , MARUICHI , MATSUSHITA , RSI
ELECTRICAL WIRE	BANGKOK CABLE , PHELPS DODGE , THAI YAZAKI
FIRE RESISTANCE ELECTRICAL WIRE	DELTA CROMTON, MCI-DRAKA, PYROTENAX , RADOX
วัสดุป้องกันไฟลาม	3M , KBS , SIGNUM
เทปพันสายไฟฟ้า	THAI YAZAKI , 3M , BANGKOK CABLE
สวิตช์, เต้ารับไฟฟ้า	PANASONIC , SIEMENS , BTICINO

รายละเอียดการจ่ายงวดงาน-งวดเงิน

งานปรับปรุงระบบปรับอากาศซิลเลอร์อาคารอเนกนิทัศน์ จำนวน 1 งานมีระยะเวลาดำเนินการทั้งสิ้น 180 วันกำหนดจ่ายเงินค่าจ้างเป็นงวดๆจำนวน 5 งวดงาน 5 งวดเงิน ดังนี้

งวดที่ 1

ร้อยละ 10 ของวงเงินทั้งหมดตามสัญญา เมื่อผู้รับจ้างปฏิบัติงานแล้วเสร็จภายใน 60 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา และคณะกรรมการตรวจรับพัสดุได้ตรวจรับมอบงานเรียบร้อยแล้วดังนี้

งานรื้อถอน

- งานรื้อถอนเครื่องทำน้ำเย็น
- งานรื้อถอนเครื่องส่งลมเย็น
- งานรื้อถอนระบบปรับอากาศห้องสามศร
- งานรื้อถอนระบบปรับอากาศห้องสุโขทัย
- งานรื้อถอนระบบปั้มน้ำเย็น
- งานรื้อถอนระบบท่อน้ำเย็นและอุปกรณ์ประกอบต่างๆ
- งานรื้อถอนระบบไฟฟ้าของระบบปรับอากาศ
- งานขนย้ายวัสดุอุปกรณ์ทั้งหมดไปจัดเก็บในพื้นที่ที่มหาวิทยาลัยกำหนด
- งานรื้อกันพื้นที่บริเวณที่เก็บวัสดุอุปกรณ์จากการรื้อถอน
- จัดทำบัญชีวัสดุอุปกรณ์จากการรื้อถอนทั้งหมด

งานขออนุมัติวัสดุอุปกรณ์

- งานขออนุมัติแบบการติดตั้งจริง (Shop Drawing) พร้อมวิศวกรในสาขาที่เกี่ยวข้องลงนามรับรอง
- งานขออนุมัติวัสดุและอุปกรณ์ประกอบต่างๆที่ใช้ในงานปรับปรุง

งวดที่ 2

ร้อยละ 20 ของวงเงินทั้งหมดตามสัญญา เมื่อผู้รับจ้างปฏิบัติงานแล้วเสร็จภายใน 90 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา และคณะกรรมการตรวจรับพัสดุได้ตรวจรับมอบงานเรียบร้อยแล้ว ดังนี้

งานไฟฟ้าแรงสูง

- ติดตั้งนั่งร้านหม้อแปลง ปักเสา อุปกรณ์แรงสูง แล้วเสร็จ

งานปรับปรุงห้องระบบปรับอากาศ

- งานปรับปรุงห้องควบคุมระบบปรับอากาศ ชั้น 1 แล้วเสร็จ
- งานปรับปรุงห้องควบคุมระบบปรับอากาศ ชั้น 2 แล้วเสร็จ
- งานปรับปรุงห้องควบคุมระบบปรับอากาศ ชั้น 3 แล้วเสร็จ

งานติดตั้งอุปกรณ์ท่อน้ำเย็น

- งานติดตั้งท่อน้ำเย็นแล้วเสร็จไม่น้อยกว่าประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณงานท่อ

งานติดตั้งอุปกรณ์ท่อสารทำความเย็น

- งานติดตั้งท่อสารทำความเย็นระบบปรับอากาศแยกส่วนชนิดปรับเปลี่ยนปริมาณสารทำความเย็นแล้วเสร็จไม่น้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณงานท่อสารทำความเย็น

งวดที่ 3

ร้อยละ 20 ของวงเงินทั้งหมดตามสัญญา เมื่อผู้รับจ้างปฏิบัติงานแล้วเสร็จภายใน 120 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา และคณะกรรมการตรวจรับพัสดุได้ตรวจรับมอบงานเรียบร้อยแล้วดังนี้

งานเครื่องปรับอากาศ

- จัดส่งเครื่องทำเย็น (Air-Cooled Chiller) จำนวน 2 เครื่อง
- จัดส่งเครื่องจ่ายลมเย็นขนาดใหญ่ (AHU) จำนวน 4 เครื่อง
- จัดส่งเครื่องส่งลมเย็น (FCU) จำนวน 11 เครื่อง
- จัดส่งเครื่องสูบน้ำ (Water Pump) จำนวน 3 เครื่อง
- จัดส่งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนชนิดปรับเปลี่ยนปริมาณสารทำความเย็น (VRF / VRV)
- ติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

งานระบบไฟฟ้า

- ติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าพร้อมอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าแรงสูง
- จัดส่งตู้ควบคุมไฟฟ้าหลัก (MDB)
- จัดส่งตู้ (DB)
- จัดส่งตู้ควบคุม Panel Board
- จัดส่งระบบ Chiller Plan Manager

งานติดตั้งอุปกรณ์ท่อน้ำเย็น

- งานติดตั้งท่อน้ำเย็นแล้วเสร็จไม่น้อยกว่าประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณงานท่อ

งานติดตั้งอุปกรณ์ท่อสารทำความเย็น

- งานติดตั้งท่อสารทำความเย็นระบบปรับอากาศแยกส่วนชนิดปรับเปลี่ยนปริมาณสารทำความเย็นแล้วเสร็จไม่น้อยกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณงานท่อสารทำความเย็น

งานติดตั้งระบบไฟฟ้า

- งานติดตั้งระบบไฟฟ้าแล้วเสร็จไม่น้อยกว่าประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณงานไฟฟ้า

งวดที่ 4

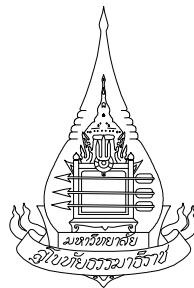
ร้อยละ 30 ของวงเงินทั้งหมดตามสัญญา เมื่อผู้รับจ้างปฏิบัติงานแล้วเสร็จภายใน 150 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา และคณะกรรมการตรวจรับพัสดุได้ตรวจรับมอบงานเรียบร้อยแล้วดังนี้

- ติดตั้งงานปรับปรุงระบบปรับอากาศซิลเลอร์อาคารอเนกนิทัศน์ จำนวน 1 งาน แล้วเสร็จสมบูรณ์ 100 เปอร์เซ็นต์
- งานทดสอบระบบ ปรับแต่งค่าต่างๆให้ตรงตามมาตรฐานผู้ผลิต
- ทำความสะอาดพื้นที่และเก็บรายละเอียดให้เรียบร้อย

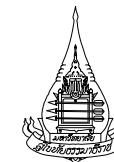
งวดที่ 5

ร้อยละ 20 ของวงเงินทั้งหมดตามสัญญา เมื่อผู้รับจ้างปฏิบัติงานแล้วเสร็จภายใน 180 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา และคณะกรรมการตรวจรับพัสดุได้ตรวจรับมอบงานเรียบร้อยแล้วดังนี้

- ดำเนินการฝึกอบรมการใช้งานและการดูแลบำรุงรักษา
- ส่งมอบ software ลิขสิทธิ์ ที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งระบบปรับอากาศซิลเลอร์อาคารอเนกนิทัศน์
- ส่งมอบแบบสร้างจริง AS- Built พร้อมวิศวกรในสาขาที่เกี่ยวข้องลงนามรับรอง
- คู่มือการใช้งาน
- หนังสือรับรองการติดตั้งจากบริษัทผู้ผลิตและบริษัทผู้เกี่ยวข้อง



ปรับปรุงระบบปรับอากาศ ชิลเลอร์
อาคารอเนกนิทัศน์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช



งานอาคารสถานที่
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

โครงการ

งานปรับปรุง
ระบบปรับอากาศชิลเลอร์
อาคารอเนกนิทัศน์

สถาปนิก

วิศวกรโครงสร้าง

วิศวกรเครื่องกล

วิศวกรไฟฟ้า

วิศวกรสุขาภิบาล

REVISION :

NO.	DATE	DESCRIPTION

แบบแสดง

ผู้เขียนแบบ

ผู้ตรวจแบบ

วันที่

มาตราส่วน

NO.	TOTAL
AC-1-24	

Symbol	Description
	SUPPLY AIR DUCT TO ABOVE
	SUPPLY AIR DUCT TO BELOW
	EXHAUST AIR DUCT TO ABOVE
	EXHAUST AIR DUCT TO BELOW
	RECTANGULAR AIR DUCT (SQUARE/RECT)
	FLEXIBLE AIR DUCT
	4-WAY AIR DUCT DIFFUSER (4 POSPOSED BLADE VOLUME CHAMBER)
	2-WAY AIR DUCT DIFFUSER (2 POSPOSED BLADE VOLUME CHAMBER)
	RETURN AIR GRILLE
	EXHAUST AIR GRILLE
	HAND OPERATED DAMPER
	MOTOR OPERATED DAMPER
	FIRE COIL UNIT (WITH CHANGING COILING COINCEDED TYPE)
	FIRE COIL UNIT (WITH CHANGING COILING CONCEALED TYPE)
	CENTRIFUGAL FAN (SINGLE WITH GRILLE INLET)
	CEILING MOUNT FAN (SUSPENDED DUCT)
	AISELE FLOW FAN
	WALL MOUNT OR WINDOW MOUNT FAN
	FIRE DAMPER
	CONDENSING UNIT (UPWARD)
	CONDENSING UNIT
	EXHAUST AIR GRILLE, SUPPLY AIR GRILLE
	FRESH AIR GRILLE WITH INSECT SCREEN
	THERMOSTAT WITH FAN SPEED CONTROL, & ON-OFF SWITCH
	REFRIGERANT LINE
	CONDENSATE DRAIN LINE
	DUCT SECTION, POSITIVE PRESSURE, FIRST FLOOR & TOP FLOOR
	DUCT SECTION, NEGATIVE PRESSURE, FIRST FLOOR & TOP FLOOR
	ROUND ELBOW
	ROUND ELBOW WITH TURNING VANE
	DUCT TRANSITION
	SUPPLY UNIT, 12 in. x 10 in. (DOUBLE SLOT)
	SUPPLY UNIT, 12 in. x 10 in. (SINGLE SLOT)
	EXHAUST DIFFUSER WITH MESH, DOUBLE CAPACITY
	EXHAUST AIR GRILLE, WITH VOLUME CHAMBER
	RETURN AIR GRILLE

အက္ခရာ	အဓိပ္ပာယ်
AT	ARMATURE TEMP
BWP	BRASS WATER POWER
BWU	BROWN THERMAL UNIT PER HOUR
C	CELLS DENSITY
CB	CRACK BREAKER
CD	CONDENSING UNIT
CFW	CUBIC FOOT PER MINUTE
DA	DEPT. BALB
EA	ENLIGHTEN AIR
EAS	ENLIGHTEN AIR GRILLE
EF	ENLIGHTEN FAN
EG	ELECTRIC MACHINERY TUBE
FAS	FRESH AIR DUCT
FC	FAN COIL UNIT
FD	FIRE DAMPER
FL	FLOOR
FW	FEET PER MINUTE
GFW	GALLONS PER MINUTE
HP	HORSE POWER
HC	HOT-RESISTANT METAL CONDUIT
IN	INCH
RAS	RETURN AIR GRILLE
RI	RELATIVE HUMIDITY
RPM	REVOLUTIONS PER MINUTE
SAE	SUPPLY AIR GRILLE, SUPPLY AIR REGISTER
SD	SLIDING DOOR
SD	SLIDING DOOR DAMPER
SLD	SLID DOOR
SP	SPRING PAVIL
VO	VOLUME DAMPER
LSR	SLID DOOT RETURN
LSO	SLIDING DOOT OFFICER
NO	NORMAL DRAIN
RAD	RETURN AIR DUCT
RAR	RETURN AIR REGISTER (WITH VOLUME DAMPER)
TAH	TRANSFER AIR DUCT
TAH	TRANSFER AIR GRILLE
TAH	TRANSFER AIR REGISTER
T/W	TO WELD
FD	FIRE DAMPER
FD	FLOOR SWITCH
DS	DRIFT DAMPER
MCSC	AIR CONDITIONING MOTOR CONTROL CENTER
AV	AUTOMATIC AIR VENT
CLG	CEILING
S	SEAM
DA	DOWN
EAD	ENLIGHTEN AIR DUCT
F	GEOMETRIC FAN/HEAT
S	FAN SWITCH WITH LOCKING LAMP
FAS	FRESH AIR DUCT
FAH	FRESH AIR REGISTER (WITH VOLUME DAMPER)
IN WL	INCH WATER GAUGE
INL	INSULANT

งานอาคารสถานที่
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

โครงการ
งานปรับปรุง
ระบบปรับอากาศซีลเลอร์
อาคารอเนกนิทัศน์

สถาบัน	สถาบัน
--------	--------

วิศวกรรมโครงสร้าง

วิศวกรรมเครื่องกล

วิศวกรรมไฟฟ้า

วิศวกรรมสุขาภิบาล

REVISION :		
NO.	DATE	DESCRIPTION

แบบแสดง

ผู้เขียนแบบ

ผู้ตรวจแบบ

วันที่

มาตราส่วน

NO.	TOTAL.
AC-2-24	

CHILLED WATER AIR HANDLING UNITS, FANCOIL UNITS SCHEDULE

FLOOR	UNIT NO.	Q'TY	TYPE	AIR SIDE				WATER SIDE						
				SUPPLY AIR CFM.	EXT.SP IN.WG.	FAN MOTOR KW	V-PH-HZ	ENTERING FDB./FWB.	TOTAL HEAT BTUH	SENS.HEAT MBH	FLOW RATE GPM.	EWI/LWT (F)	PIPE SIZE INCH.	DRAIN PIPE INCH.
1	FCU-1	1	CE	1,200	-	-	220-1-50	-	39,200	-	7.80	-	1"	3/4"
2	FCU-2 TO 11	10	CE	1,200	-	-	220-1-50	-	39,200	-	7.80	-	1"	3/4"
	AHU-1	1	V VF	17,500	-	-	380-3-50	-	420,000	-	84	-	3"	1-1/4"
3	AHU-2,3	2	V VF	43,000	-	-	380-3-50	-	1,200,000	-	240	-	4"	1-1/4"
	AHU-4	1	V VF	17,500	-	-	380-3-50	-	420,000	-	84	-	3"	1-1/4"
1. TWO WAY ON-OFF CONTROL FOR PIPE SIZE 1/2 TO 1 1/4" 2. TWO WAY PROPORTIONAL CONTROL FOR PIPE SIZE 1 1/2" & OVER 3. AIR HANDLING UNIT V VF = VERTICAL DRAW THRU, VERTICAL DISCHARGE, FLOOR MOUNTED, 4. FANCOIL TYPE CE = CEILING TYPE FAN COIL UNIT														

CHILLED WATER & CONDENSER WATER PUMP SCHEDULE

UNIT NO.	DESCRIPTION	Q'TY (SETS)	WATER FLOW (GPM.)	TDH (FT.WG.)	POWER SUPPLY				STARTER	LOCATION SERVING
CHP-1,2,3	HORIZONTAL SPLIT CASE	3	720	120	KW.	RPM	V-Ph-Hz	MIN.EFF. (%)	WYE DELTA	PUMP ROOM

AIR COOL CHILLER SCHEDULE

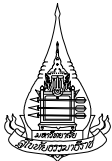
UNIT NO.	Q'TY (SETS)	CAPACITY (TR.)	CHILLED WATER FLOW (GPM.)	CHILLED WATER TEMP.(DEG.F)		MAX.PRESSURE DROP (FT.WG.)	AMBIENT (F°)	POWER CONSUMPTION (KW./TR)	STARTER	LOCATION SERVING	COMPRESSOR TYPE	REFRIGERANT
				INLET	OUTLET							
CH-1,2	2	312	748.8	55	45	-	95	1,111	WYE DELTA	CHILLER ROOM	SCREW	R-134A

VRF SYSTEM

NO.	Q'TY (SETS)	TOTAL COOLING CAPACITY BTUH.	SUPPLY AIR CFM.	DRAIN PIPE SIZE # IN.	ELECTRICAL DATA V/ø/Hz.
CDU-1	-	564,000	-		380/3/50
FCU-1-04 TO 12	9	54,600	1,254	1	220/1/50
FCU-1-01 TO 3	3	24,200	759	1	220/1/50
CDU-2	-	653,400	-		380/3/50
FCU-2-01 TO 19	25	24,200	759	1	220/1/50

AIR SPLIT TYPE

NO.	Q'TY (SETS)	TOTAL COOLING CAPACITY BTUH.	REFRIGERANT	ELECTRICAL DATA V/ø/Hz.	LOCATION SERVING	TYPE
AHU/CDU	1	400,000	R-134A	380/3/50	CHILLER ROOM	AHU
FCU/CDU 1 - 2	2	48,000	R-134A	380/3/50	CONTROL POWER	CEILING
FCU/CDU 3 - 4	2	48,000	R-134A	380/3/50	CONTROL F.3	CEILING
FCU/CDU 5	1	60,000	R-134A	380/3/50	TOILET ROOM F.2	CASSETTE
FCU/CDU 6	1	60,000	R-134A	380/3/50	TOILET ROOM F.2	CASSETTE



งานอาคารสถานที่
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมวชิรา

โครงการ

งานปรับปรุง
ระบบปรับอากาศชนิดเลอร์
อาคารอเนกนันทน์

สถาปนิก

วิศวกรโครงสร้าง

วิศวกรเครื่องกล

วิศวกรไฟฟ้า

วิศวกรสุขาภิบาล

REVISION :

NO.	DATE	DESCRIPTION

แบบแสดง

ผู้เขียนแบบ

ผู้ตรวจแบบ

วันที่

มาตราส่วน

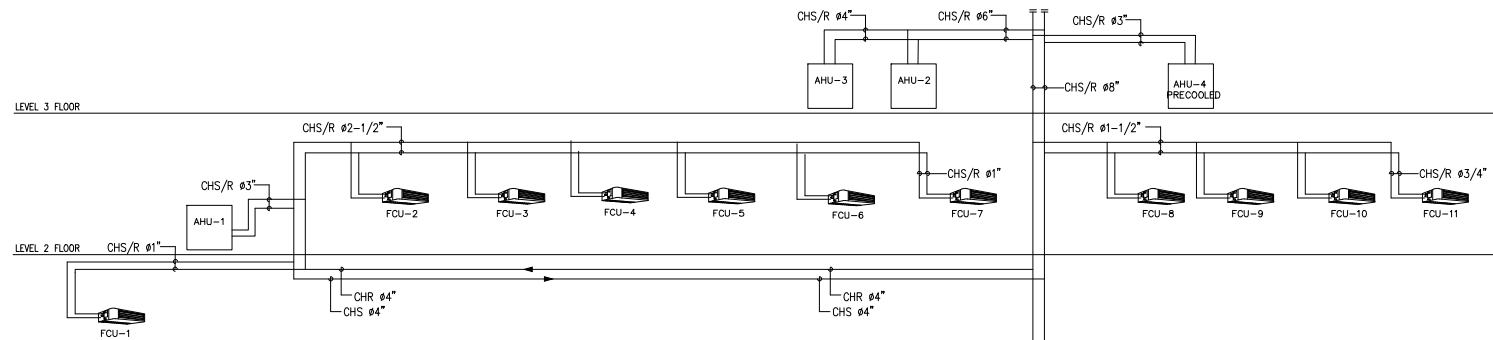
NO.	TOTAL.
AC-3-24	

ROOF FLOOR

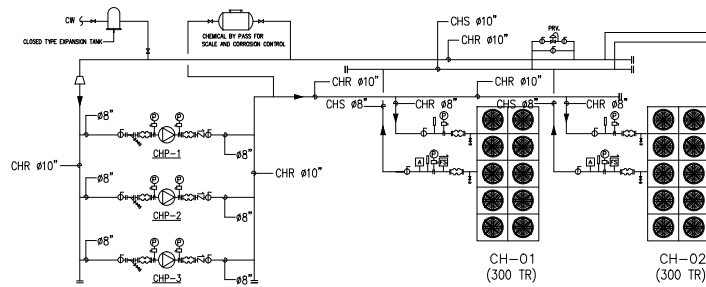
LEVEL 3 FLOOR

LEVEL 2 FLOOR

LEVEL 1 FLOOR



CHILLER PLAN CONTROL



CHILLED WATER SYSTEM SCHEMATIC DIAGRAM



งานอาคารสถานที่
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมวชิรา

โครงการ
งานปรับปรุง
ระบบปรับอากาศชนิดเออร์
อาคารอเนกนิทัศน์

สถาปนิก

วิศวกรโครงสร้าง

วิศวกรเครื่องกล

วิศวกรไฟฟ้า

วิศวกรสุขาภิบาล

REVISION :		
NO.	DATE	DESCRIPTION

แบบแสดง

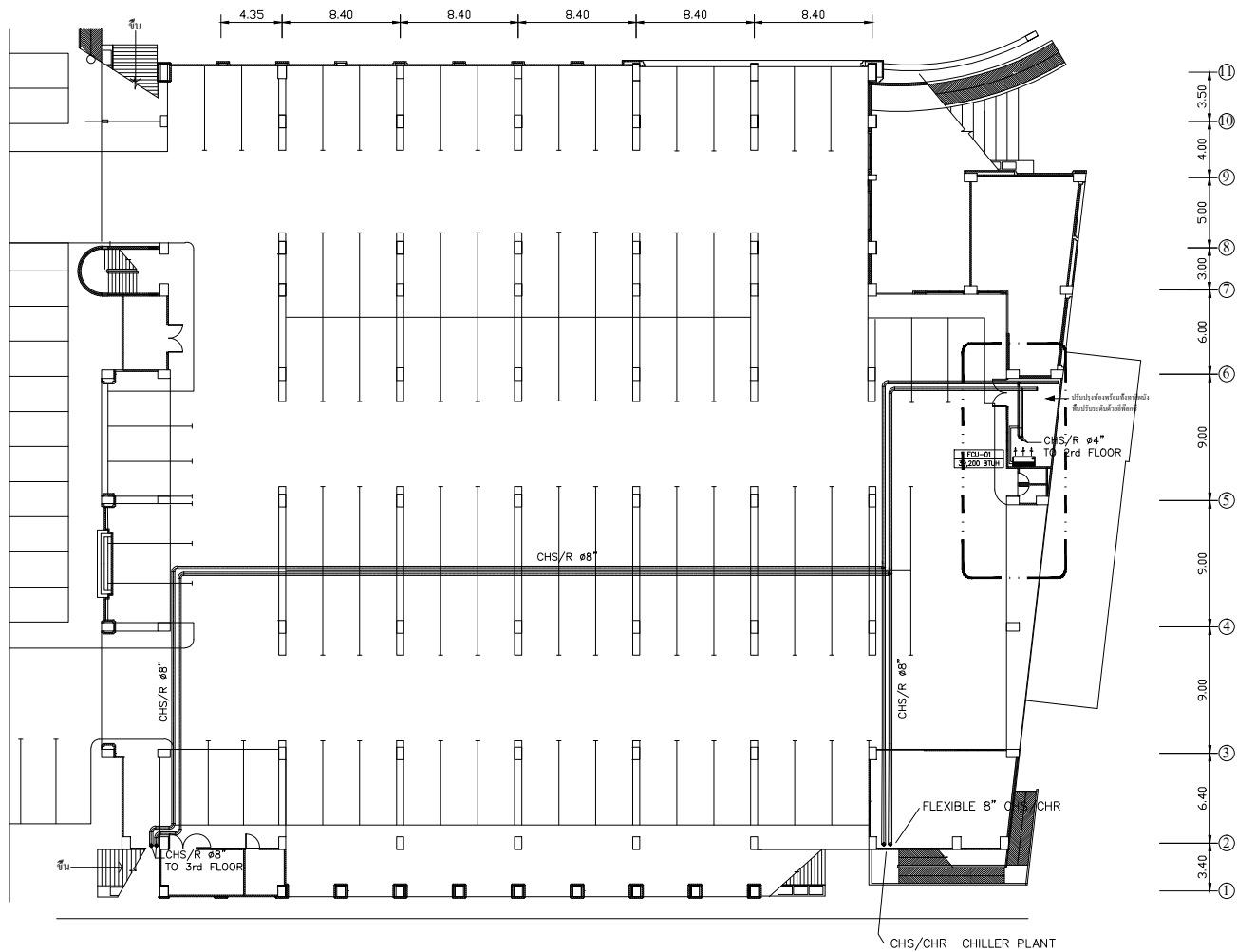
ผู้เขียนแบบ

ผู้ตรวจแบบ

วันที่

มาตราส่วน

NO.	TOTAL
AC-4-24	



แปลนระบบปรับอากาศ ชั้น 1
มาตราส่วน 1:300



งานอาคารสถานที่
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมวชิรา

โครงการ
งานปรับปรุง
ระบบปรับอากาศซีลเลอร์
อาคารอเนกนิทัศน์

สถาปนิก

วิศวกรโครงสร้าง

วิศวกรเครื่องกล

วิศวกรไฟฟ้า

วิศวกรสุขาภิบาล

REVISION :		
NO.	DATE	DESCRIPTION

แบบแสดง

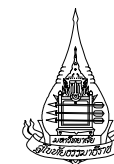
ผู้เขียนแบบ

ผู้ตรวจแบบ

วันที่

มาตราส่วน

NO.	TOTAL
AC-5-24	



งานอาคารสถานที่
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมวชิรา

โครงการ

งานปรับปรุง
ระบบปรับอากาศซีลเลอร์
อาคารอเนกนันทน์

สถาปนิก

วิศวกรโครงสร้าง

วิศวกรเครื่องกล

วิศวกรไฟฟ้า

วิศวกรสุขาภิบาล

REVISION :

NO.	DATE	DESCRIPTION

แบบแสดง

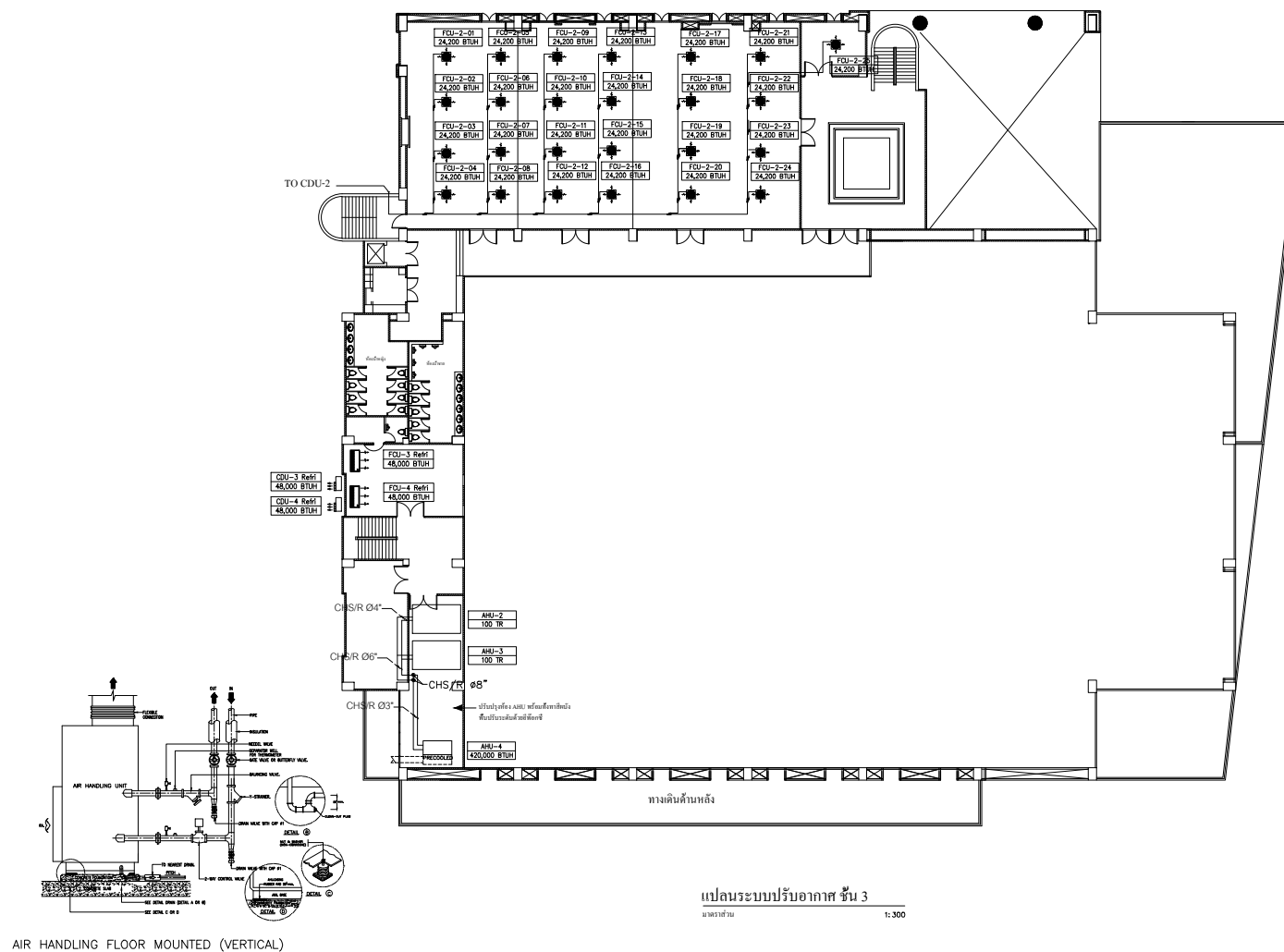
ผู้เขียนแบบ

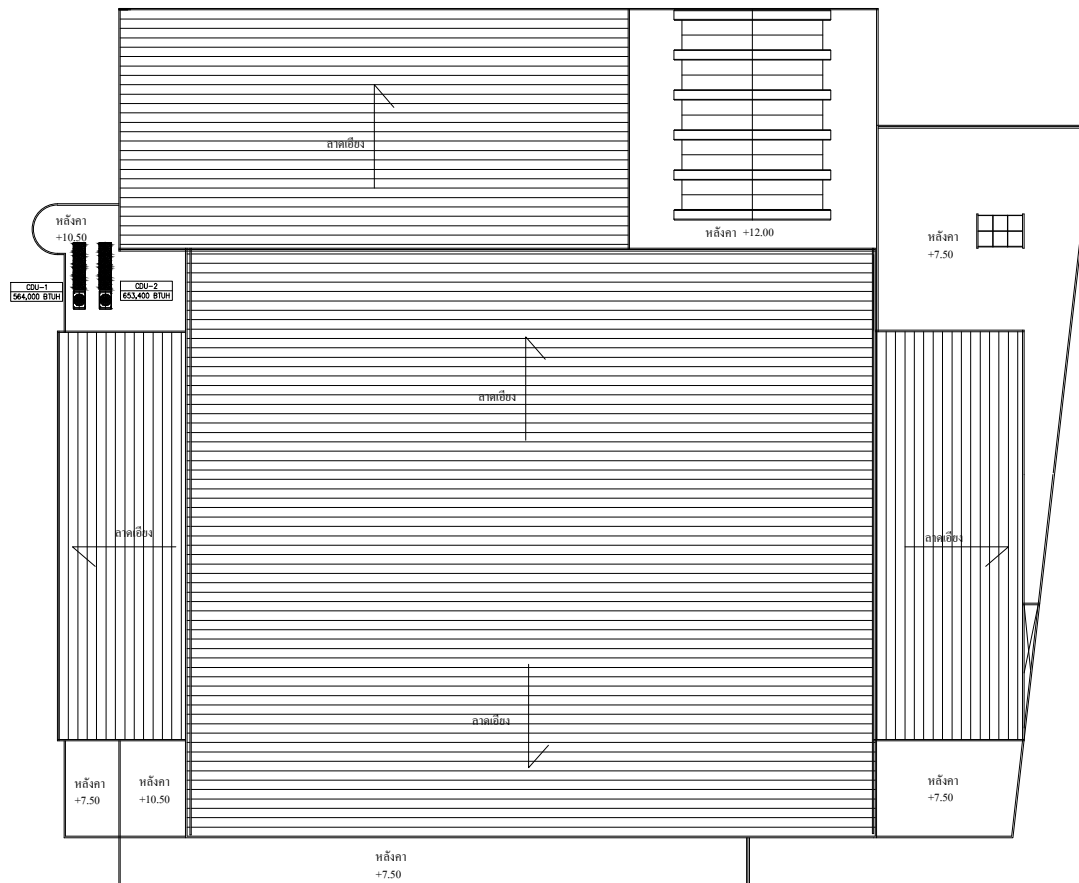
ผู้ตรวจแบบ

วันที่

มาตราส่วน

NO.	TOTAL
AC-7-24	

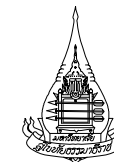




แปลนระบบปรับอากาศ ชั้นหลังคา

หน้างาน

1:300



งานอาคารสถานที่
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมวชิรา

โครงการ

งานปรับปรุง
ระบบปรับอากาศซิลเลอร์
อาคารอเนกนันทน์

สถาปนิก

วิศวกรโครงสร้าง

วิศวกรเครื่องกล

วิศวกรไฟฟ้า

วิศวกรสุขาภิบาล

REVISION :

NO.	DATE	DESCRIPTION

แบบแสดง

ผู้เขียนแบบ

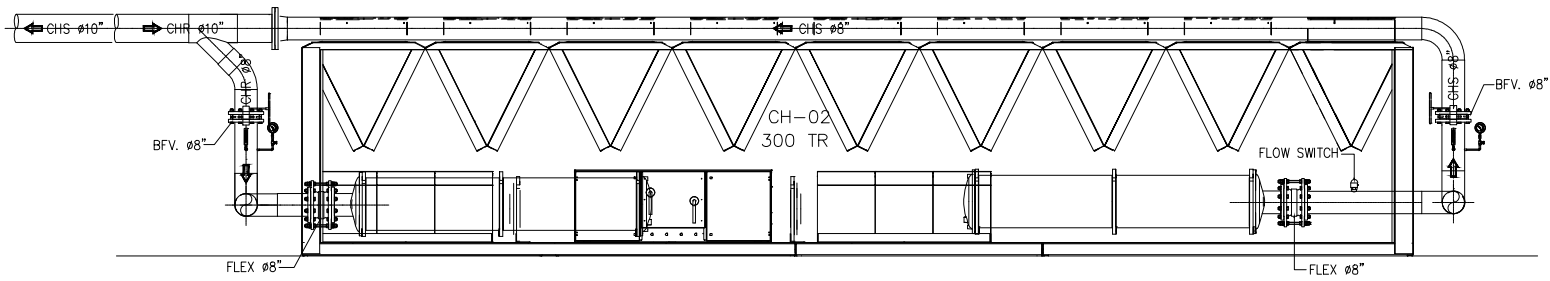
ผู้ตรวจแบบ

วันที่

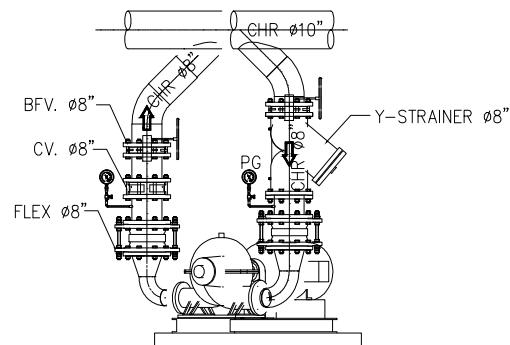
มาตราส่วน

NO.
AC-8-24

TOTAL



SECTION A-A
มาตราส่วน 1:50



SECTION B-B
มาตราส่วน 1:50



งานอาคารสถานที่
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมวชิรา

โครงการ
งานปรับปรุง
ระบบปรับอากาศซิลเดอร์
อาคารอเนกนิทัศน์

สถาปนิก

วิศวกรโครงสร้าง

วิศวกรเครื่องกล

วิศวกรไฟฟ้า

วิศวกรสุขาภิบาล

REVISION :		
NO.	DATE	DESCRIPTION

แบบแสดง

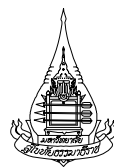
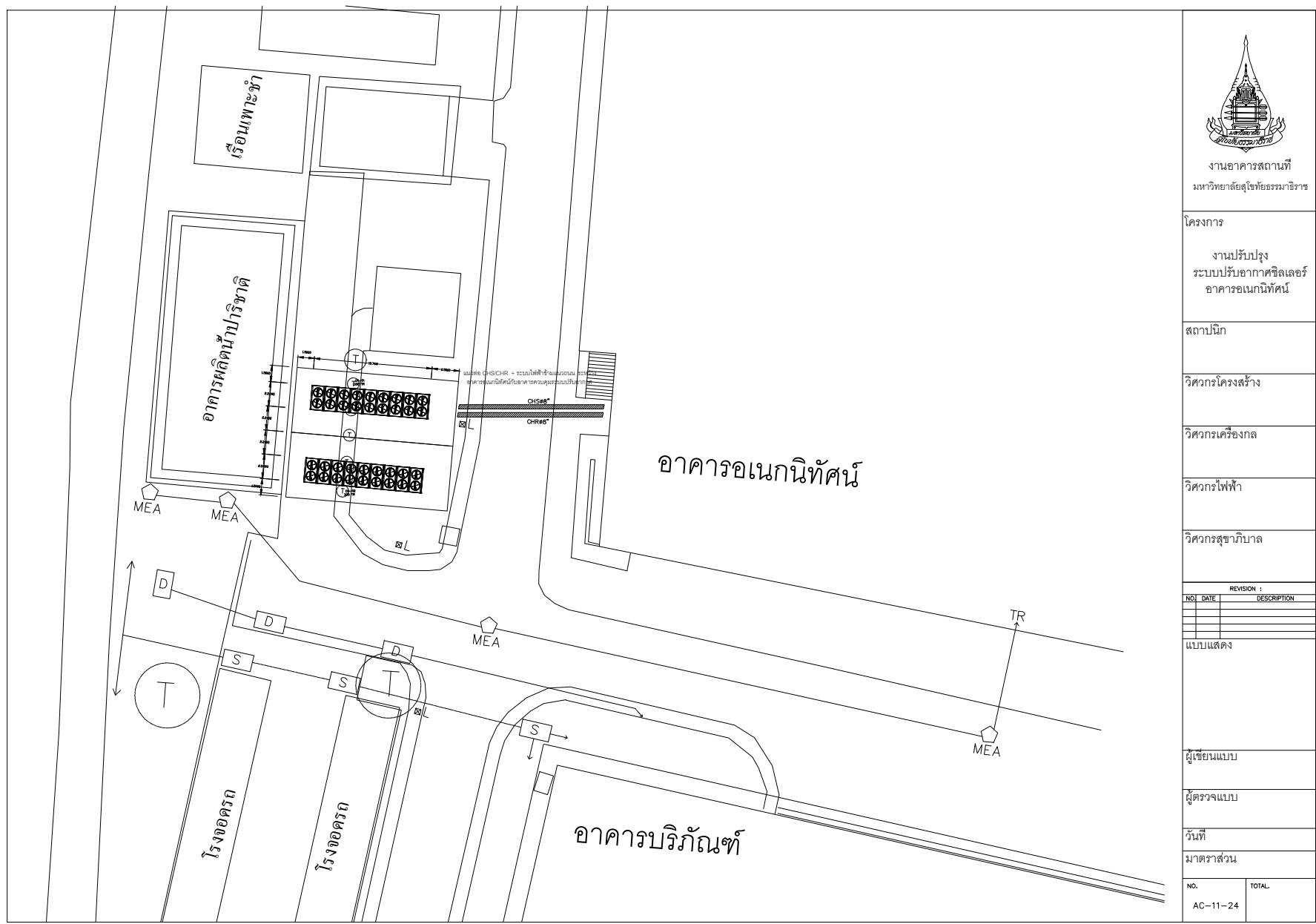
ผู้เขียนแบบ

ผู้ตรวจแบบ

วันที่

มาตราส่วน

NO.	TOTAL.
AC-10-24	



งานอาคารสถานที่
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมวชิรา

โครงการ
งานปรับปรุง
ระบบปรับอากาศเซลล์
อาคารอเนกนิทัศน์

สถาปนิก

วิศวกรโครงสร้าง

วิศวกรเครื่องกล

วิศวกรไฟฟ้า

วิศวกรสุขาภิบาล

REVISION :	
NO.	DESCRIPTION

แบบแสดง

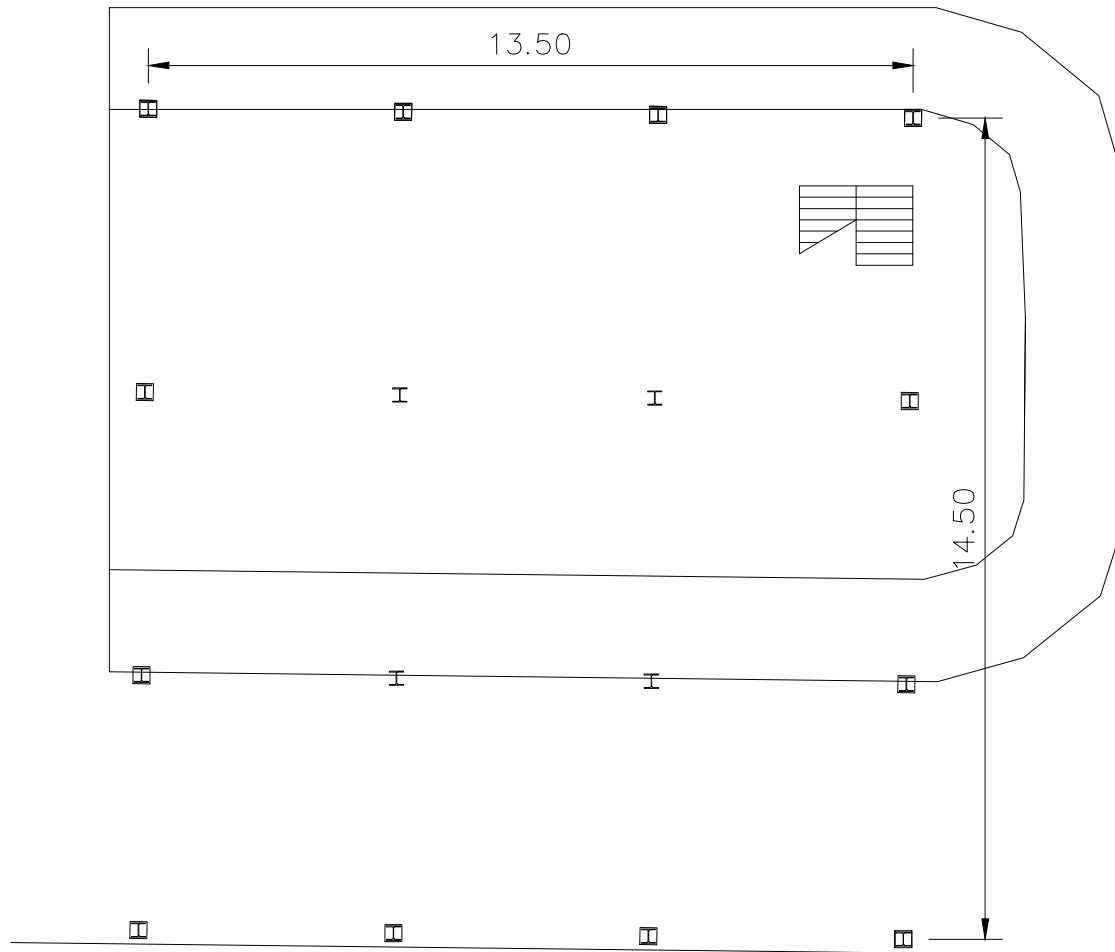
ผู้เขียนแบบ

ผู้ตรวจแบบ

วันที่

มาตราส่วน

NO.	TOTAL
AC-11-24	



PLAN FLOOR 1st
มาตราส่วน 1:75



งานอาคารสถานที่
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

โครงการ

งานปรับปรุง
ระบบปรับอากาศซีลเลอร์
อาคารอเนกนิทัศน์

สถาปนิก

วิศวกรโครงสร้าง

วิศวกรเครื่องกล

วิศวกรไฟฟ้า

วิศวกรสุขาภิบาล

REVISION :

NO.	DATE	DESCRIPTION

แบบแสดง

ผู้เขียนแบบ

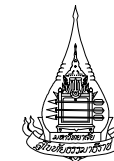
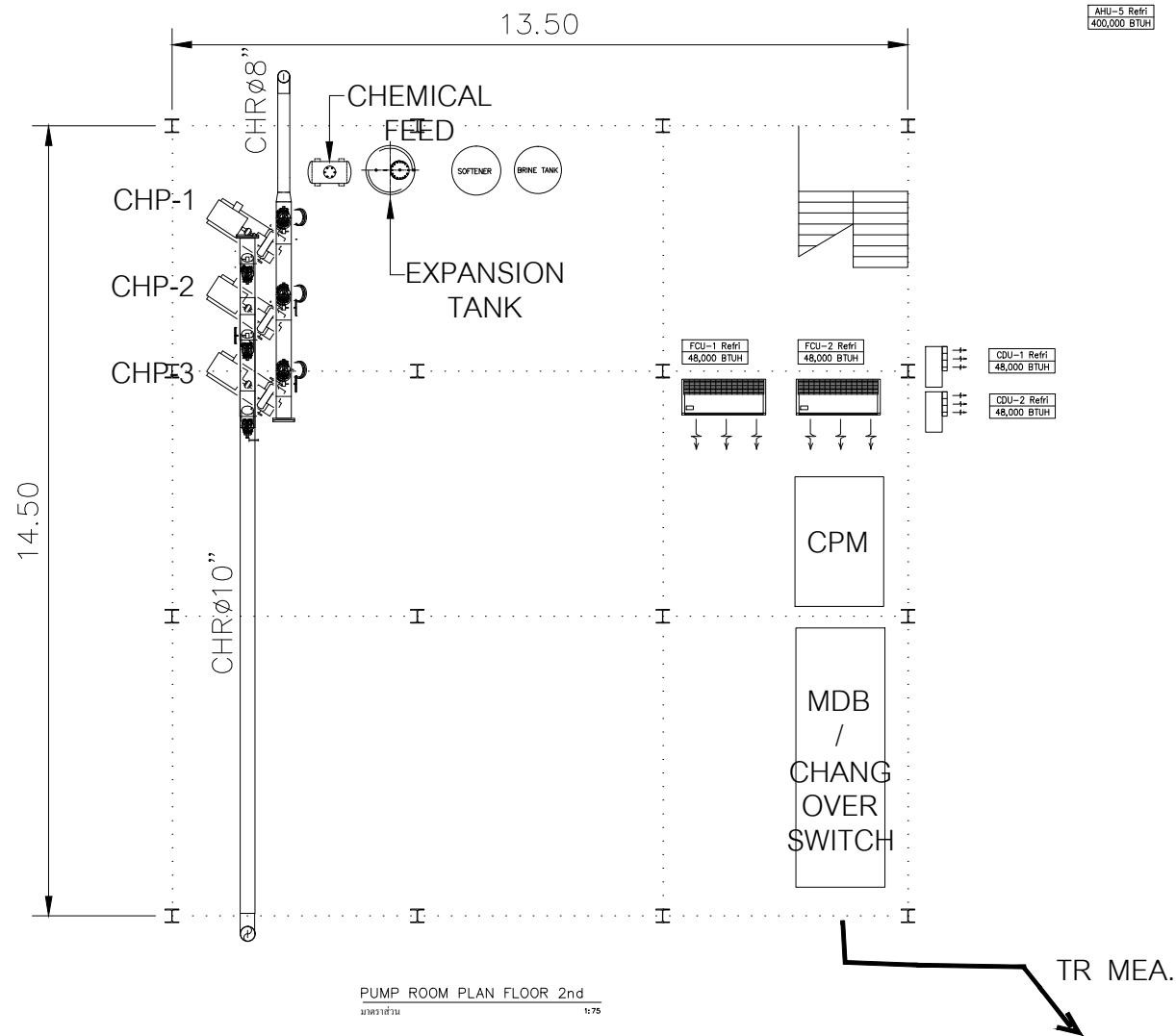
ผู้ตรวจแบบ

วันที่

มาตราส่วน

NO.
AC-12-24

TOTAL



งานอาคารสถานที่
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

โครงการ
งานปรับปรุง
ระบบปรับอากาศซีแอลเออร์
อาคารอเนกนันทน์

สถาปนิก

วิศวกรโครงสร้าง

วิศวกรเครื่องกล

วิศวกรไฟฟ้า

วิศวกรสุขาภิบาล

REVISION :		
NO.	DATE	DESCRIPTION

แบบแสดง

ผู้เขียนแบบ

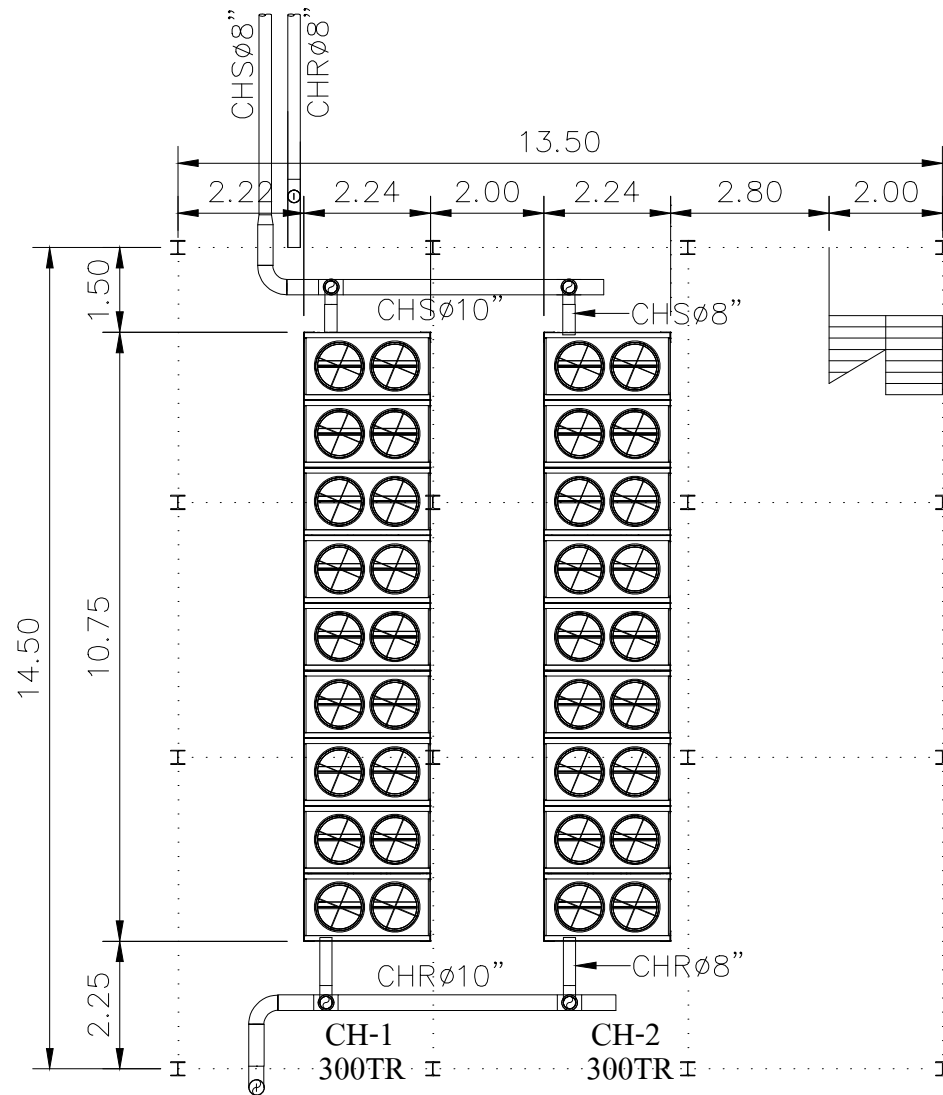
ผู้ตรวจแบบ

วันที่

มาตราช่วน

NO.
AC-13-24

TOTAL



CHILLER PLANT PLAN FLOOR 3rd
มาตราส่วน 1:75

REMARK: คังวางระบบปรับอากาศเป็นเพียงเบื้องต้น ทั้งนี้ผู้รับจ้าง
ต้องดำเนินการคำนวณออกแบบการติดตั้งใหม่ ตามแบบอาคารจริงและ
เสนอคณะกรรมการอนุมัติก่อนการติดตั้ง



งานอาคารสถานที่
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมวชิรา

โครงการ
งานปรับปรุง
ระบบปรับอากาศเซลล์
อาคารอเนกนันทน์

สถาปนิก

วิศวกรโครงสร้าง

วิศวกรเครื่องกล

วิศวกรไฟฟ้า

วิศวกรสุขาภิบาล

REVISION :		
NO.	DATE	DESCRIPTION

แบบแสดง

ผู้เขียนแบบ

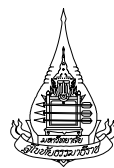
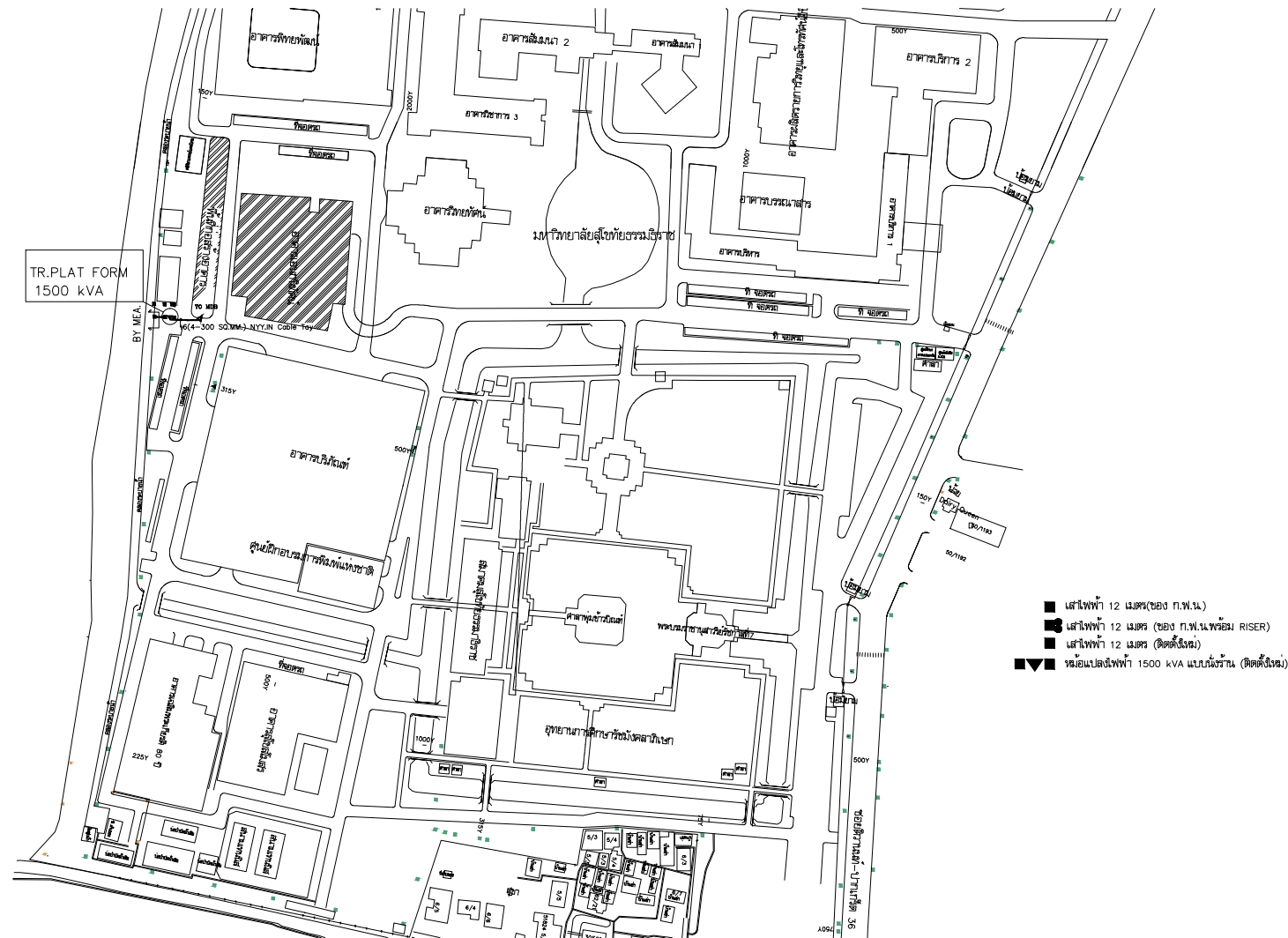
ผู้ตรวจแบบ

วันที่

มาตราส่วน

NO.
AC-14-24

TOTAL



งานอาคารสถานที่
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมวชิรา

โครงการ
งานปรับปรุง
ระบบปรับอากาศเซลล์
อาคารอเนกนันทน์

สถาปนิก

วิศวกรโครงสร้าง

วิศวกรเครื่องกล

วิศวกรไฟฟ้า

วิศวกรสุขาภิบาล

REVISION :		
NO.	DATE	DESCRIPTION

แบบแสดง

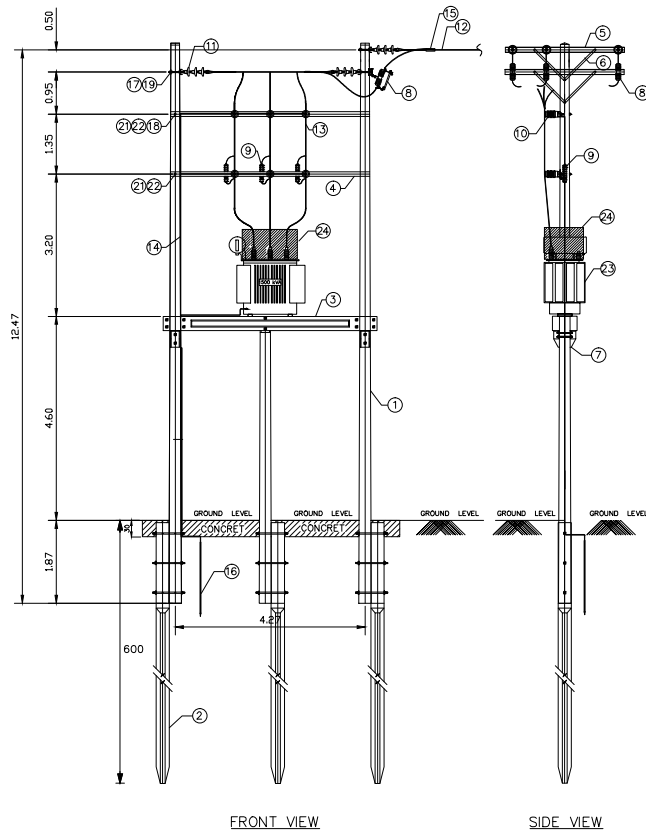
ผู้เขียนแบบ

ผู้ตรวจแบบ

วันที่

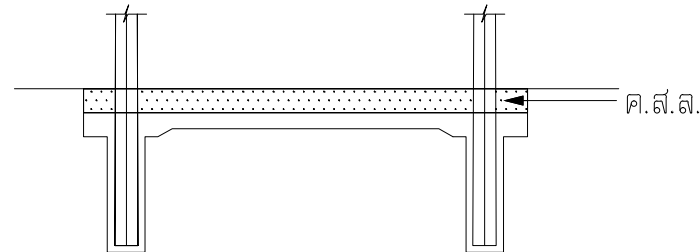
มาตราส่วน

NO.	TOTAL.
AC-15-24	

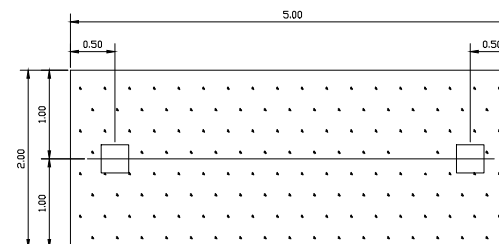


แปลนขยายอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงกลาง 24 KV.
มาตรฐาน

NO.	BILL OF MATERIAL
1	POLE CONCRETE 12.00 M.
2	STUB CONCRETE 6.00 M.
3	BERM SPUN PRESTRESSED CONCRETE 150x360x4800 mm.
4	CROSSARM STEEL CHANNEL 75x40x5 mm. x 4200 mm.
5	CROSSARM STEEL CHANNEL 100x50x5 mm. x 2500 mm.
6	BRACE FLAT FOR ARM 40x6x600 mm.
7	SUPPORT PLATFORM
8	CUT OUT FUSE OPEN TYPE SINGLE INSULATOR DROP OUT
9	25 KV. 100 A.
10	LIGHTNING ARRESTER 24 KV. 5 KA.
11	LINE POST TYPE
12	SUSPENSION TYPE
13	SPACED AERIAL CABLE (SAC) 70 mm
14	SPACED AERIAL CABLE (SAC) 75 mm
15	PACED AERIAL CABLE (SAC) 16 mm
16	PREFORMED DEAD END GRIP FOR SAC 70 mm
17	ROD GROUND 60x60x50 mm. x 2000 mm.
18	GROUND FOR STEEL CROSS ARM
19	STEELGROUND TERMINAL 45x60x6 mm.
20	SINGLE CROSS ARM
21	DOUBLE CROSS ARM
22	BOLT MACHINE 5/8" x 14"
23	WASHER SQUARE 5/8" BOLT
24	TRANSFORMER 1500 kVA. 24KV./240-416V. 3P. 4W.
25	CABLE BOX H/L VOLT



ELEVATION



PLATFORM FOUNDATION 6.5 TONS



งานอาคารสถานที่
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมวชิราช

โครงการ
งานปรับปรุง
ระบบปรับอากาศซิลเลอร์
อาคารอเนกนิทัศน์

สถาปนิก

วิศวกรโครงสร้าง

วิศวกรเครื่องกล

วิศวกรไฟฟ้า

วิศวกรสุขาภิบาล

REVISION :	
NO.	DESCRIPTION

แบบแสดง

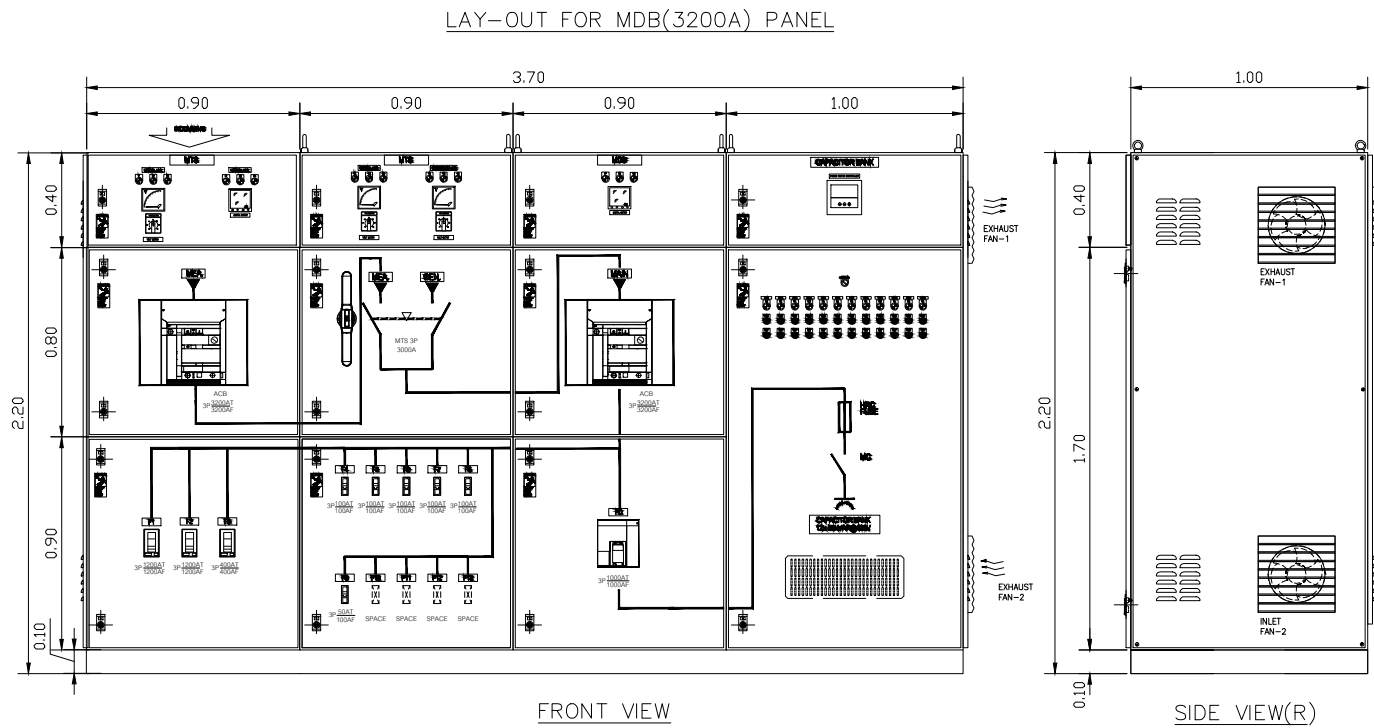
ผู้เขียนแบบ

ผู้ตรวจแบบ

วันที่

มาตราส่วน

NO.	TOTAL.
AC-16-24	



งานอาคารสถานที่
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมวชิรา

โครงการ

งานปรับปรุง
ระบบปรับอากาศซีแอลเออร์
อาคารอเนกนันทน์

สถาปนิก

วิศวกรโครงสร้าง

วิศวกรเครื่องกล

วิศวกรไฟฟ้า

วิศวกรสุขาภิบาล

REVISION :		
NO.	DATE	DESCRIPTION

แบบแสดง

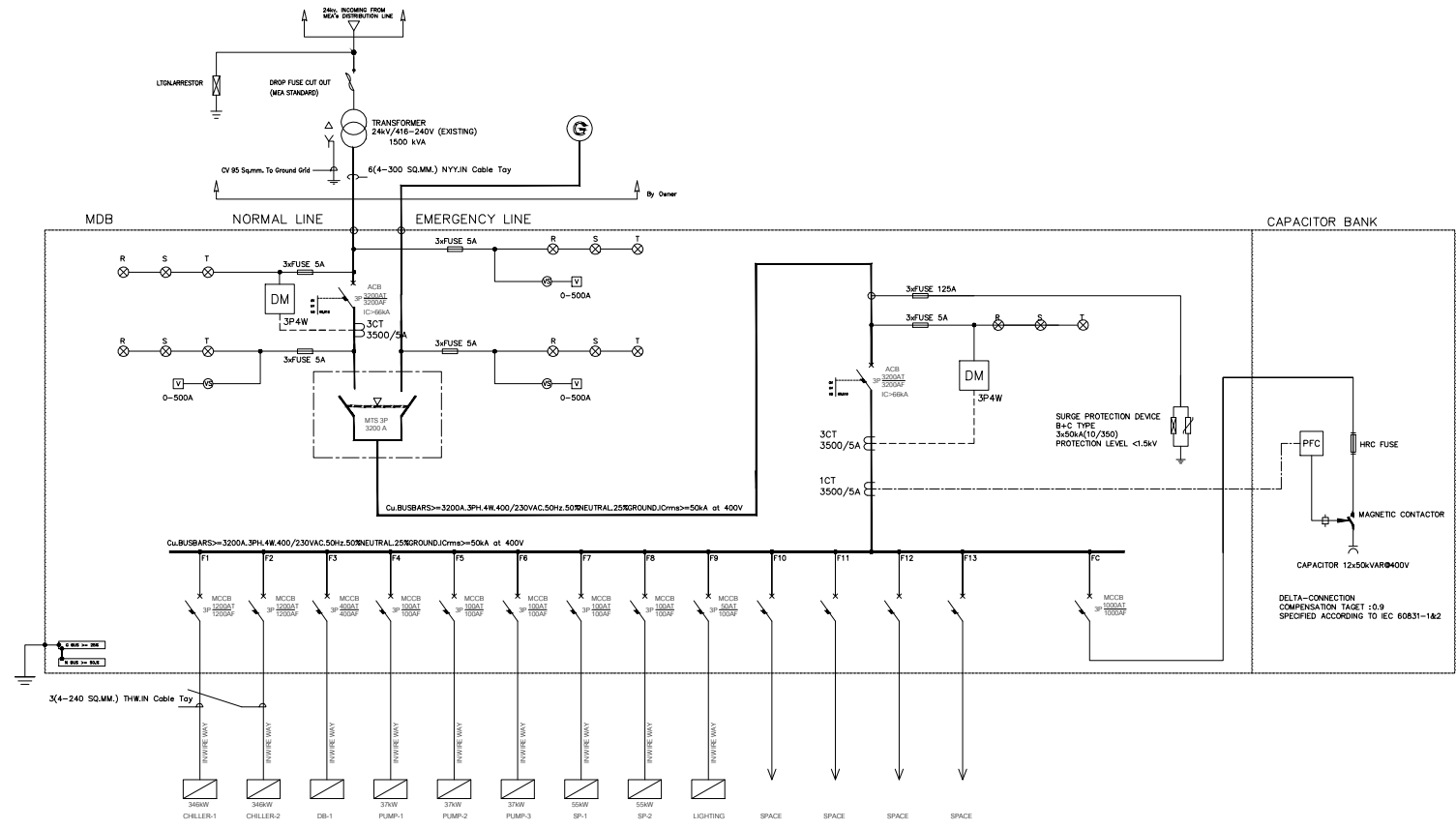
ผู้เขียนแบบ

ผู้ตรวจแบบ

วันที่

มาตราส่วน

NO.	TOTAL.
AC-17-24	



SINGLE LINE DIAGRAM

REMARK: ให้ผู้รับจ้างดำเนินการออกแบบโหลดไฟฟ้าตู้ควบคุมไฟฟ้า
โดยกำหนดให้วิศวกรเซ็นรับรองแบบเสนอคณะกรรมการอนุมัติก่อน
และระบบแรงสูงกำหนดให้การไฟฟ้านครหลวงเป็นผู้ดำเนินการเท่านั้น



งานอาคารสถานที่
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมวชิราวุธ

โครงการ
งานปรับปรุง
ระบบปรับอากาศเซลล์
อาคารอเนกนันทน์

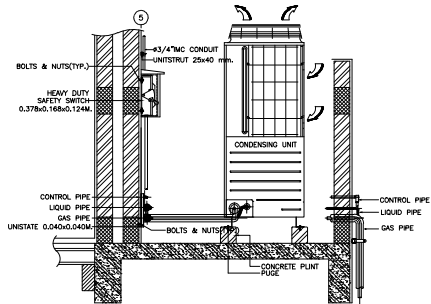
สถาปนิก
วิศวกรโครงสร้าง
วิศวกรเครื่องกล
วิศวกรไฟฟ้า
วิศวกรสุขาภิบาล

แบบแสดง

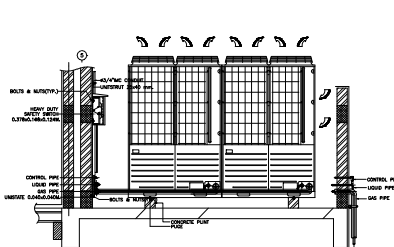
ผู้เขียนแบบ
ผู้ตรวจแบบ
วันที่
มาตราส่วน

NO.	TOTAL.
AC-18-24	

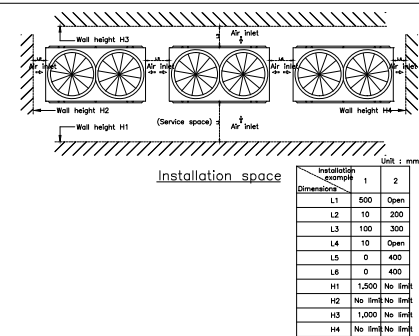
CONDENSING UNIT INSTALLATION 1



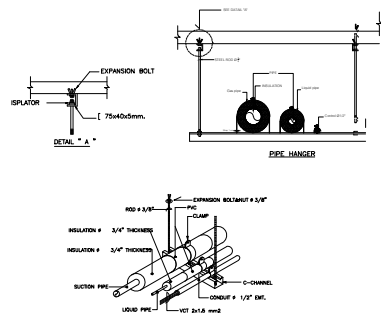
CONDENSING UNIT INSTALLATION 2



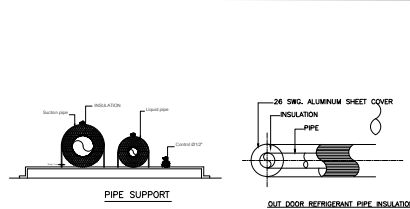
INSTALLATION SPACE OF CONDENSING UNIT



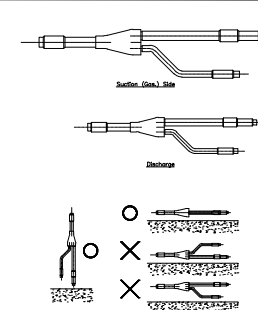
PIPING SYSTEM 1



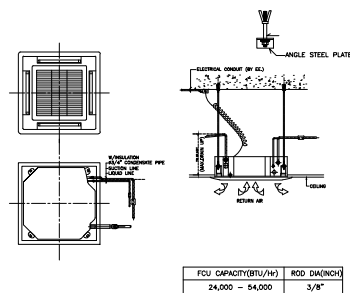
PIPING SYSTEM 2



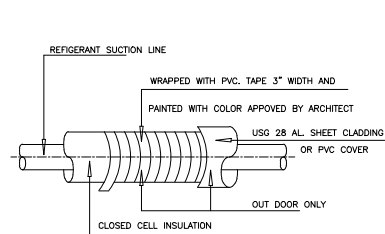
BRANCH PIPING



FAN COIL UNIT INSTALLATION



OUTDOOR SUCTION TUBE INSULATION PROTECTION



งานอาคารสถานที่
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมวชิรา

โครงการ

งานปรับปรุง
ระบบปรับอากาศเซลล์
อาคารอเนกนที

สถาปนิก

วิศวกรโครงสร้าง

วิศวกรเครื่องกล

วิศวกรไฟฟ้า

วิศวกรสุขาภิบาล

REVISION :

NO.	DATE	DESCRIPTION

แบบแสดง

ผู้เขียนแบบ

ผู้ตรวจแบบ

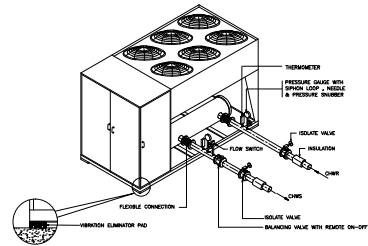
วันที่

มาตราส่วน

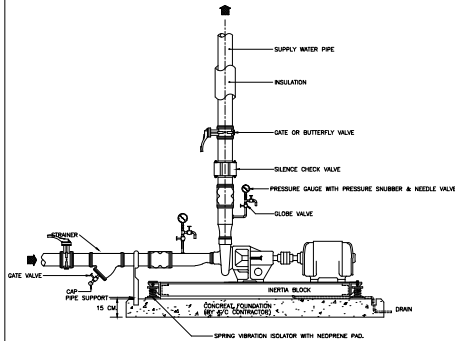
NO.
AC-20-24

TOTAL

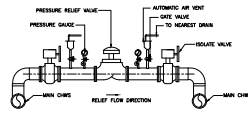
AIR COOLED WATER CHILLER INSTALLATION



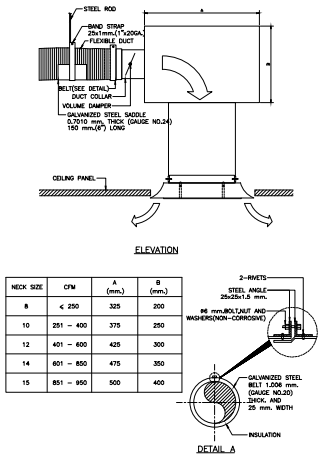
END SUCTION CENTRIFUGAL PUMP



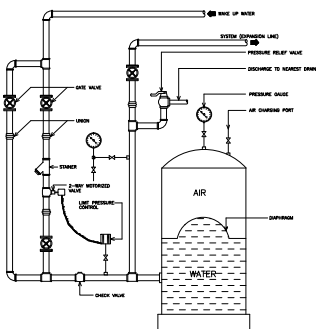
PRESSURE RELIEF VALVE



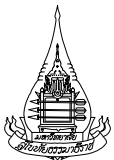
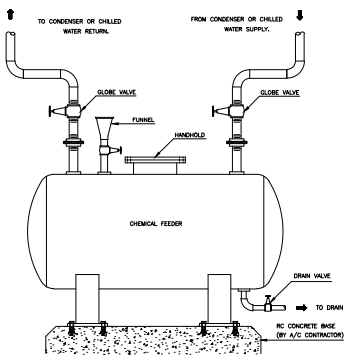
SQUARE CEILING DIFFUSER



CLOSED TYPE EXPANSION TANK



BY-PASS CHEMICAL FEEDER



งานอาคารสถานที่
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมวชิรา

โครงการ
งานปรับปรุง
ระบบปรับอากาศซีลเลอร์
อาคารอเนกนันทน์

สถาปนิก

วิศวกรโครงสร้าง

วิศวกรเครื่องกล

วิศวกรไฟฟ้า

วิศวกรสุขาภิบาล

REVISION :	
NO.	DESCRIPTION

แบบแสดง

ผู้เขียนแบบ

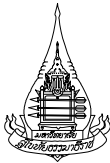
ผู้ตรวจแบบ

วันที่

มาตราส่วน

NO.	TOTAL.
AC-21-24	

--



งานอาคารสถานที่
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมวชิรา

โครงการ
งานปรับปรุง
ระบบปรับอากาศชนิดเลเซอร์
อาคารอเนกนันทน์

สถาปนิก

วิศวกรโครงสร้าง

วิศวกรเครื่องกล

วิศวกรไฟฟ้า

วิศวกรสุขาภิบาล

REVISION :		
NO.	DATE	DESCRIPTION

แบบแสดง

ผู้เขียนแบบ

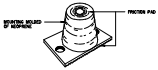
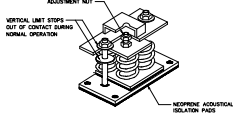
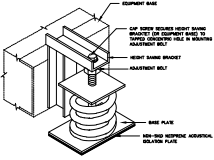
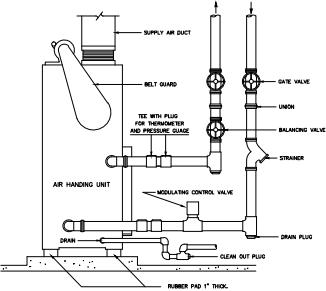
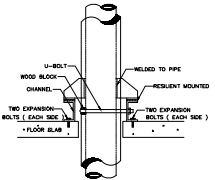
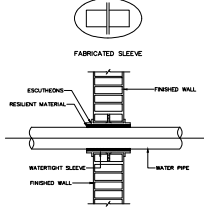
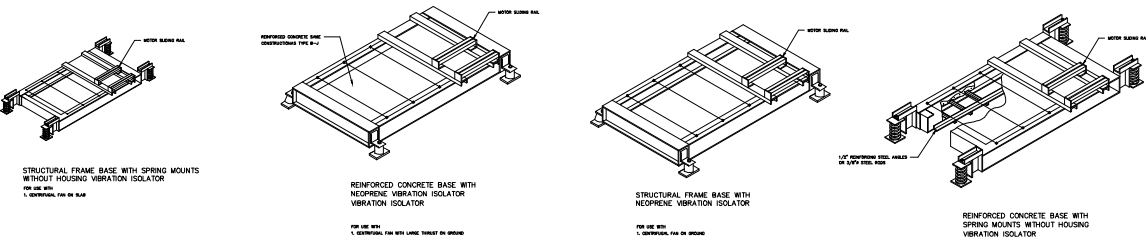
ผู้ตรวจแบบ

วันที่

มาตราส่วน

NO.
AC-22-24

TOTAL

 FOR USE WITH 1. GASKET MOUNT AND 2. LINED BRIDGE OR BEAM	 ADJUSTMENT NUT VERTICAL LIMIT STOPS OUT OF CONTACT DURING NORMAL OPERATION NEOPRENE ADJUSTABLE ISOLATOR PADS	 EQUIPMENT BASE CAP STUDS BRIDGES STUDS BRIDGES FOR EQUIPMENT BASE TO ADJUSTMENT NUT ADJUSTMENT NUT BASE PLATE NEOPRENE ADJUSTABLE ISOLATOR PADS FOR USE WITH PLATED BASE OF 1. PLATE IN REINFORCED CONCRETE	 SUPPLY AIR DUCT OUT IN GATE VALVE UNION BALANCING VALVE STRANDE AIR HANDLING UNIT ISOLATING CONTROL VALVE DRAIN CLEAN OUT PLUG RUBBER PAD 1" THICK
NEOPRENE VIBRATION ISOLATOR	SPRING MOUNTS WITH STUD RESTRAINTS	SPRING MOUNTS WITHOUT HOUSING	
	 U-BOLT WOOD BLOCK CHANNEL TWO EXPANSION BOLTS (EACH SIDE) FLOOR SLAB WELDED TO PIPE RESILIENT MOUNTED TWO EXPANSION BOLTS (EACH SIDE)	 FABRICATED SLEEVE RESILIENT MATERIAL FINISHED WALL WATER TIGHT SLEEVE FINISHED WALL WATER PIPE	AIR HANDLING UNIT
GRINNEL CONCRETE INSERT	RISER SUPPORT	PIPING SLEEVE	
 STRUCTURAL FRAME BASE WITH SPRING MOUNTS WITHOUT HOUSING VIBRATION ISOLATOR FOR USE WITH 1. CONCRETE, FOR IN SLAB REINFORCED CONCRETE BASE WITH NEOPRENE VIBRATION ISOLATOR FOR USE WITH 1. CONCRETE, FOR WITH LANE TRAVEL ON GROUND STRUCTURAL FRAME BASE WITH NEOPRENE VIBRATION ISOLATOR FOR USE WITH 1. CONCRETE, FOR IN GROUND REINFORCED CONCRETE BASE WITH SPRING MOUNTS WITHOUT HOUSING VIBRATION ISOLATOR FOR USE WITH 1. CONCRETE, FOR IN GROUND VIBRATION ISOLATOR DETAILS			



งานอาคารสถานที่
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมศาสตร์

โครงการ

งานปรับปรุง
ระบบปรับอากาศซิลเลอร์
อาคารอเนกนันทน์

สถานี

วิศวกรโครงสร้าง

วิศวกรเครื่องกล

วิศวกรไฟฟ้า

วิศวกรสุขาภิบาล

REVISION :	
NO.	DESCRIPTION

แบบแสดง

ผู้เขียนแบบ

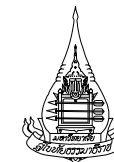
ผู้ตรวจแบบ

วันที่

มาตรฐาน

NO.
AC-23-24

TOTAL



งานอาคารสถานที่
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมศาสตร์

โครงการ

งานปรับปรุง
ระบบปรับอากาศซิลเลอร์
อาคารอเนกนันทน์

สถานี

วิศวกรโครงสร้าง

วิศวกรเครื่องกล

วิศวกรไฟฟ้า

วิศวกรสุขาภิบาล

REVISION :

NO.	DATE	DESCRIPTION

แบบแสดง

ผู้เขียนแบบ

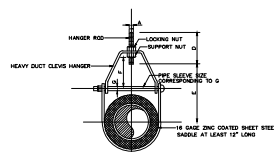
ผู้ตรวจแบบ

วันที่

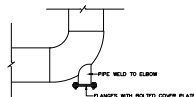
มาตราส่วน

NO.
AC-24-24

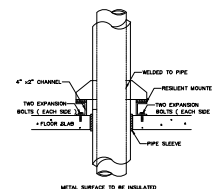
TOTAL



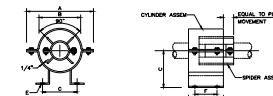
CLEVIS HANGER



DIRT LEG



VERTICAL PIPE SUPPORT ON FLOOR



PIPE SIZE	A	B	C	D	E	F	L
3/4"	8"	8"	4"	8"	5/8"	2"	4"
1"	8"	8"	4"	8"	5/8"	2"	4"
1 1/4"	8"	8"	4"	8"	5/8"	2"	4"
1 1/2"	8"	8 3/4"	4 1/2"	8"	5/8"	2"	4"
2"	11"	7 1/2"	8"	8"	1/8"	2"	4"
3 1/2"	11"	7 1/2"	8"	8"	1/8"	2"	4"
3"	11"	7 1/2"	8"	8"	1/8"	2"	4"
3 1/2"	13 1/2"	8"	8"	8"	1/8"	4"	8"
4"	13 1/2"	8"	8"	8"	1/8"	4"	8"
5"	16"	11 1/2"	7"	11"	1/8"	5"	8"
6"	16"	11 1/2"	7"	11"	1/8"	5"	8"
8"	18 1/2"	12"	8"	14"	1/8"	5"	8"
10"	22"	17 1/2"	10"	15"	1 1/8"	5"	8"
12"	24 1/2"	19 1/2"	11"	16"	1 1/8"	5"	8"
14"	26"	20 1/2"	12"	16"	1 1/8"	5"	8"
16"	27"	21 1/2"	14"	17"	1 1/8"	5"	8"
18"	31"	23"	16"	19"	1 1/8"	5"	8"
20"	32"	23"	18"	20"	1 1/8"	5"	8"
24"	36"	31"	17"	24"	1 1/8"	5"	8"

ALL METAL SURFACE SHALL BE FINISHED WITH ONE COAT OF ANTI-RUST PAINT

NEOPRENE IN SHEAR VIBRATION HANGER

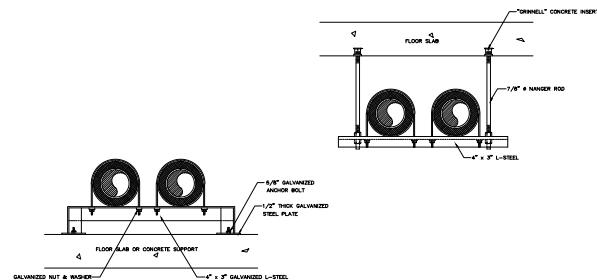
NEOPRENE IN SHEAR VIBRATION MOUNTING

PIPE PENETRATIONS OF CASINGS

PIPE ALIGNMENT GUIDE

NOMINAL PIPE SIZE (inch)	SIZE OF STEEL		A	B	C	D	E	F	G
	UPPER	LOWER							
12	3/8x2	1/4 x 2	7/8	11 3/8	17 9/16	4 3/4	8 3/4	5/8	3/4
10	3/8x1 1/4	1/4 x 1 3/4	7/8	9 7/8	18 1/4	4 1/2	8 3/8	2 1/4	3/4
8	1/2x1 3/4	3/8 x 1 3/4	7/8	8 5/8	12 5/8	4 1/4	7	2 1/8	5/8
6	1/2x1 1/2	3/8 x 1 1/2	3/4	8 15/16	10 1/8	4	6 5/8	1 7/8	1/2
4	1/2x1 1/4	3/8 x 1 1/4	3/4	8 5/8	7 13/16	3 1/2	4 1/2	1 15/16	3/8
3	3/8x1 1/4	3/8 x 1 1/4	1/2	4 3/4	6 5/8	3	3 1/2	1 13/16	3/8
2 1/2	3/8x1 1/4	3/8 x 1 1/4	1/2	4 11/16	6 1/8	2	3 13/16	2	3/8
2	1/2x1	1/8 x 1	3/8	3 11/16	4 7/16	2 3/4	2 15/16	1 5/8	1/4
1 1/2	1/2x1	1/8 x 1	3/8	3 8/16	4 8/16	2 3/4	2 15/16	1 3/8	1/4

CLEVIS PIPE HANGER



HORIZONTAL PIPE SUPPORT