

การศึกษาเวลาการติดตั้งระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

Time Study of Air conditioning and Ventilation System

ณรงค์ อาภา¹ การุณ ใจปัญญา² ศักดา กตเวทวาร์กะ³

¹นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์อุดรธานี

²รองศาสตราจารย์, ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์อุดรธานี

³ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร., ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์อุดรธานี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าพระนาครเหนือ

narongampha1969@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอเวลาการติดตั้งงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศในโครงการก่อสร้างในประเทศไทย ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับงานติดตั้งวัสดุของระบบประกอบอาคาร โดยแบ่งผลวิจัยออกเป็น 4 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1.งานติดตั้งก่อนงานสถาปัตยกรรมดำเนินการคือ งานติดตั้งท่อน้ำเย็นผลเวลาเท่ากับ 0.34-0.61 ช.ม.ทำงาน งานติดตั้งท่อน้ำเย็นผลเวลาเท่ากับ 0.91-1.63 ช.ม.ทำงาน กลุ่มที่ 2.งานก่อสร้างหลังจากงานสถาปัตยกรรมคือ งานติดตั้งหน้ากากจ่ายลมผลเวลาเท่ากับ 0.33-0.44 ช.ม.ทำงาน งานติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมเวลาการติดตั้งเท่ากับ 0.53-0.64 ช.ม.ทำงาน กลุ่มที่ 3. งานเครื่องจักร งานติดตั้งเครื่องทำน้ำเย็นผลเวลาเท่ากับ 3.18-4.8 ช.ม.ทำงาน งานติดตั้งปั๊มน้ำเย็นและปั๊มน้ำระบายความร้อนเวลาติดตั้งเท่ากับ 3.26-4.83 ช.ม.ทำงาน งานติดตั้งเครื่องเป่าลมเย็นใช้เวลาติดตั้งเท่ากับ 1.90-1.94 ช.ม.ทำงาน กลุ่มที่ 4. งานปรับแต่งระบบ ได้แก่ งานปรับแต่งปริมาณน้ำเย็นเวลาที่ใช้เท่ากับ 0.37-3.74 ช.ม.ทำงาน งานปรับแต่งปริมาณลมผลเวลาเท่ากับ 3.23 ถึง 6.24 ช.ม.ทำงานและการปรับแต่งระบบ รวมผลเวลาเท่ากับ 14.8 ถึง 64.17 ช.ม.ทำงาน จากผลงานวิจัยนี้พบว่างานติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ประกอบไปด้วยเวลาติดตั้ง จำนวนชุดช่างและประเภทของช่าง ซึ่งนำไปใช้กับการเตรียมงานด้านเวลาปริมาณแรงงานและชนิดแรงงานเพื่องานวางแผนงาน ค่าใช้จ่าย และการจัดทำล้งผลในงานติดตั้งระบบปรับอากาศและระบายอากาศได้ต่อไป

คำสำคัญ: ระบบปรับอากาศ และระบายอากาศ

Abstract

This article presents research on the installation of Air Conditioning and Ventilation Systems in Thailand. Study of the materials used in the construction of the current building system. The research was divided into 4 groups. Group 1. Is the First Fix Are Pipe work Construction time was 0.34 - 0.61 man-hour. Installation of Duct work time is 0.91 - 1.63 man-hour. Group 2.The installation of the Grille and Diffusers about 0.33 - 0.44 man-hour. Installation of control device takes about 0.53 - 0.64 man-hour. Group 3. Machinery Works. Installation of Water Chiller takes about 3.18 - 4.8 man-hours. Installing the Chilled Water and Condenser Water pump takes 3.26 -4.83man-hours. The Air Handling Unit & Fan Coil Unit was installed at 1.90 -1.94 mam-hour. Group 4. The system was adjusted to adjust the amount of cold water at 0.37 -3.74 man-hour. The amount of air is adjusted to 3.23 - 6.24man-hour. And the tuning system takes time to adjust. 14.8 - 64.17man-hour

This research found that the time of installation of the material was composed of the time it took to set up and the technicians that could be used in the preparation of the time. The amount of labor and type of labor used to assist in the planning work. Labor costs and the number of technicians in construction, air conditioning and ventilation.

Keywords: Air Conditioning and Ventilation System

1. คำนำ

บทความวิจัยนี้นำเสนอข้อมูลด้านระยะเวลาการติดตั้งและปริมาณแรงงานในงานก่อสร้างระบบปรับอากาศและระบายอากาศโดยมีแนวคิดจากปัญหาที่จากการทำงานก่อสร้างงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศที่ผ่านมาโดยผู้ปฏิบัติงานสามารถหาข้อมูลในงานวิจัยนี้เป็นข้อมูลประกอบการเตรียมงานด้านแรงงานให้เหมาะสมกับแผนงานก่อสร้างของโครงการ งานวิจัยนี้เป็นการเก็บข้อมูลเชิงสถิติด้านเวลาในการปฏิบัติงานก่อสร้างงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศจากหน่วยงานก่อสร้างโดยการจัดเก็บข้อมูลด้านเวลา และจำนวนชุดช่างในหน่วยงานก่อสร้างขณะดำเนินงานก่อสร้างเพื่อให้ได้ข้อมูลจากการปฏิบัติงานจริงเพื่อประมวลผลทางสถิติดังกล่าว

จากปัญหางานก่อสร้างที่พบว่าไม่มีข้อมูลด้านแรงงานก่อสร้างงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศซึ่งเกิดผลกระทบกับการเตรียมงานด้านกำลังคนงานและการกำหนดแผนงานและมักพบความล่าช้าปรากฏอยู่เป็นประจำ เหตุผลส่วนมากเกิดจากการจัดเตรียมแรงงานไม่สอดคล้องกับปริมาณงานเช่นในช่วงงานก่อสร้างมีปริมาณมากจำเป็นต้องใช้แรงงานเป็นจำนวนมาก แต่แรงงานไม่พอเพียงกับปริมาณงานในช่วงเวลานั้น ทำให้เกิดปัญหางานไม่แล้วเสร็จเป็นผลให้เกิดความล่าช้าและกระทบต่อไปยังงานที่ต้องดำเนินงานถัดไปและยังมีผลกระทบกับวัสดุและอุปกรณ์ไม่สามารถนำไปใช้งานตามเวลาที่กำหนดทำให้ต้องมีค่าใช้จ่ายการจัดเก็บวัสดุและสูญหาย ซึ่งหากป้องกันปัญหาดังกล่าวได้จะช่วยลดปัญหาการก่อสร้างได้ทันกำหนดการและลดผลกระทบกับงานก่อสร้างระหว่างก่อสร้างให้ลดลงทำให้โครงการเสร็จทันตามแผนงาน

การจัดเตรียมจำนวนช่างและชนิดของช่าง ให้เหมาะสมกับปริมาณงานในแต่ละช่วงเวลานั้นในปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีข้อมูลที่แน่ชัดส่วนมากมักใช้ประสบการณ์ของผู้ควบคุมงานซึ่งอาจใช้ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในงานในแต่ละชนิดเป็นผู้วิเคราะห์ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญในบางโครงการอาจมีจำนวนไม่เพียงพอและมีค่าจ้างสูง ซึ่งจำเป็นจะต้องหาข้อมูลเพื่อลดภาระงานและใช้งานได้รวดเร็วและช่วยให้ผู้ที่มีประสบการณ์น้อยมีข้อมูลสามารถนำไปใช้งานได้

ในงานวิจัยนี้ ได้จัดแบ่งงานออกเป็น 4 กลุ่ม โดยแบ่งงานหลักจำนวน 17 ชนิด และแบ่งงานย่อยรวมทั้งหมด 1,443 ชนิด ซึ่งจัดทำจากการทำงานจริง จัดบันทึกข้อมูล นำไปวิเคราะห์ เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลทางด้านเวลา และกำลังพลต่อไป

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

รศ.คมสัน จิระภัทรศิลป์ ได้ทำการศึกษาเวลาในการทำงานโดยได้ศึกษาเวลาทางตรง ทางอ้อม และรายละเอียดการแบ่งงานทั้งงานหลักและงานย่อยออกมาคือ การวิเคราะห์งาน (Job Analysis) คือกระบวนการหาข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะงานที่จะทำให้งานนั้นจะต้องใช้ความรู้ความสามารถ ความชำนาญและความรับผิดชอบจะทำงานนั้นให้สำเร็จประกอบด้วย

2.1. องค์ประกอบ การเขียนรายละเอียดงาน

ข้อมูลงานทั่วไป (Job Identification) ทำให้ทราบงานนั้นอยู่ในส่วนใดขององค์กร และประกอบข้อมูลลักษณะงานอย่างย่อ (Job Summary) ข้อความหน้าที่และความรับผิดชอบ (Duty and Responsibility) เป็นรูปภารกิจของงานที่ได้รับมอบหมายถ้าเป็นตำแหน่งระดับสูงมักจะเขียนบรรยายถึงความรับผิดชอบของตำแหน่งการพร้อมที่จะให้ตรวจสอบในงาน(Accountability) อธิบายถึงเป้าหมายหลักที่ต้องการให้งานนั้นประสบผลสำเร็จ หรือผลการปฏิบัติงานตามหน้าที่และความรับผิดชอบ อาจรวมสภาพแวดล้อมของงาน มาตรฐานของงาน และเวลาที่ใช้งาน ระบุการรับทราบและอธิบายลักษณะงาน

2.2. การระบุลักษณะงาน (Job Specification)

ข้อมูลงานทั่วไป (Job Identification) ลักษณะบุคคล (Personal Characteristic) การประเมิน (Job Evaluation) การแยกประเภทงาน (Job Classification) การออกแบบงาน (Job Design) การเพิ่มงาน (Job Enrichment) การขยายงาน (Job Enlargement)

2.3. การนำผลการวิเคราะห์งานไปใช้

การนำผลการวิเคราะห์ไปใช้งานสามารถใช้กับงานหลายชนิดเช่นการวางแผนกำลังคน การสรรหาและเลือกสรรการพัฒนาผู้ปฏิบัติงาน การประเมินค่างาน การประเมินผลการปฏิบัติงาน

2.4. ขั้นตอนการวิเคราะห์งาน

การกำหนดความมุ่งหมายของการวิเคราะห์งานโดยการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวกับงาน การเลือกวิธีการเก็บข้อมูล การเตรียมการในการวิเคราะห์งาน และการตรวจสอบข้อมูล

2.5. วิธีการรวบรวมข้อมูลเพื่อวิเคราะห์งาน

รวบรวมข้อมูลเพื่อวิเคราะห์งานโดยสังเกตการทำงานรวบรวมข้อมูลเพื่อวิเคราะห์งานโดยการสัมภาษณ์รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์งานโดยใช้แบบสอบถาม รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์งานและบันทึกข้อมูลของผู้ปฏิบัติงานรวบรวมข้อมูลเพื่อวิเคราะห์งานโดยใช้วิธีผสมผสาน

3. ระเบียบวิธีวิจัย

ผู้วิจัยใช้วิธีการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากประชากร คือ โครงการก่อสร้างจากหน่วยงานก่อสร้างจริงที่มีการก่อสร้าง ที่มีลักษณะของงานตาม สมมุติฐาน ขอบเขต ของงานวิจัย

3.1 สมมุติฐานการวิจัย

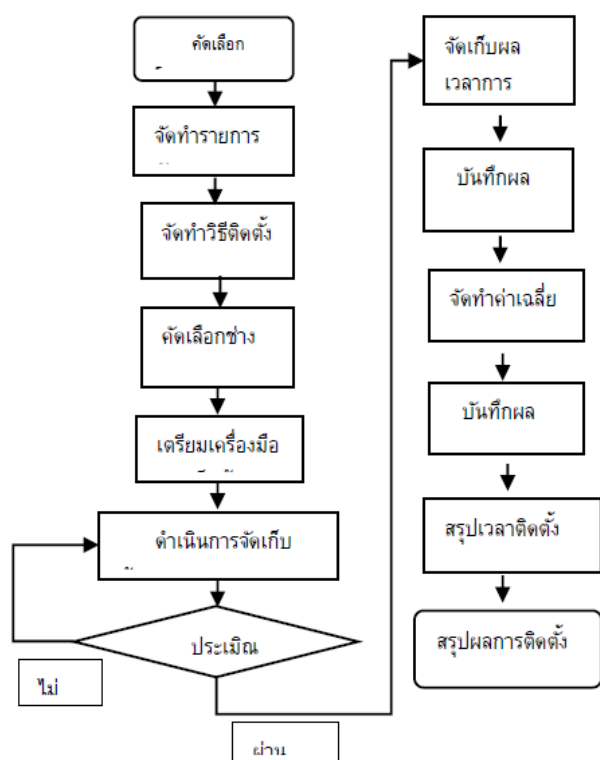
ชนิดวัสดุ วัสดุที่ติดตั้งในงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศมีปริมาณเพียงพอที่จะดำเนินการติดตั้ง บุคลากร ในการทำงานติดตั้งงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ ต้องมีความชำนาญและมีทักษะในการทำงานติดตั้ง พื้นที่ในการติดตั้งอุปกรณ์เป็นพื้นที่ที่ทำงานตามสภาพหน้างานมีความสะดวกในงานเครื่องมือในงานติดตั้งมีความพร้อมและครบถ้วนพร้อมที่จะดำเนินการทำงานติดตั้ง

3.2 ขอบเขตของงานวิจัย

การวิจัยงานติดตั้งในงานระบบวิศวกรรมปรับอากาศชนิดศูนย์รวม โดยการวิจัยนี้จะศึกษากับงานติดตั้งระบบปรับอากาศและระบายอากาศแบบศูนย์รวมที่มีมูลค่าตั้งแต่ 5 ล้านบาทขึ้นไปในประเทศไทยเท่านั้น

3.3 ขั้นตอนการวิจัย

งานวิจัยนี้ใช้การเก็บข้อมูลจากหน่วยงานก่อสร้างโดยใช้เครื่องมือประกอบไปด้วย ตารางเก็บข้อมูล เครื่องมือจับเวลา รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน



รูปที่ 1 ขั้นตอนการวิจัย

3.3.1 การคัดเลือกโครงการ

ผู้วิจัยใช้ตารางในการเก็บข้อมูลเวลาโดยการเลือกโครงการและแบ่งชนิดของวัสดุในการเก็บข้อมูลโดยมีรายละเอียดที่ใช้ในงานวิจัย 6 โครงการประกอบไปด้วย โครงการที่ 1 เป็นโครงการสำนักงาน 40 ชั้น ประกอบไปด้วยระบบปรับอากาศและระบายอากาศมีขนาดทำความเย็นเท่ากับ 6,000 ตัน ความเย็น(tr.) โครงการ 2 เป็นโครงการหอประชุมขนาดใหญ่ ประกอบไปด้วยระบบปรับอากาศและระบายอากาศมีขนาดทำความเย็นเท่ากับ 3,600 ตันความเย็น (TR.) โครงการ 3 เป็นโครงการโรงแรมขนาด 200 ห้องประกอบไปด้วยระบบปรับอากาศและระบายอากาศมีขนาดทำความเย็นเท่ากับ 450 ตันความเย็น (tr.) โครงการที่ 4 เป็นโครงการสำนักงานมีขนาดทำความเย็นเท่ากับ 2,700 ตันความเย็น (tr.) โครงการที่ 5 เป็นโครงการศูนย์คอมพิวเตอร์ขนาดทำความเย็นเท่ากับ 450 ตัน ความเย็น (Tr.)

3.3.2 จัดทำรายการวัสดุ

รายละเอียดของชนิดวัสดุโดยตั้งสมมุติฐานในการใช้วัสดุในงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศที่ติดตั้งตามลักษณะงานและมีผลผลิตตามท้องตลาดได้แก่

งานติดตั้งก่อนงานสถาปัตยกรรม ได้แก่ ท่อส่งน้ำเย็นและน้ำหล่อเย็น (Chilled & Condenser Water Pipe) งานฉนวนท่อ น้ำเย็น(Pipe Insulation) อุปกรณ์เปิด-ปิดน้ำเย็น(Valve & Controls Valve) งานท่อส่งลมเย็นและท่อลมระบายอากาศ (Duct Work) งานติดตั้งฉนวนกันความร้อนของท่อส่งลมเย็น(Duct Insulation)

งานติดตั้งเครื่องจักร ได้แก่ เครื่องผลิตน้ำเย็น (Chiller Water) ปั๊มส่งน้ำเย็นและน้ำระบายความร้อน (Chilled Water & Condenser Water Pump) เครื่องส่งลมเย็นขนาดใหญ่ (Air Handling Unit) เครื่องส่งลมเย็นขนาดเล็ก(Fan Coil Unit) หอคอยหล่อเย็น (Cooling Tower)พัดลมระบายอากาศ (Ventilation Fan) อุปกรณ์ควบคุม (Controls Equipment)

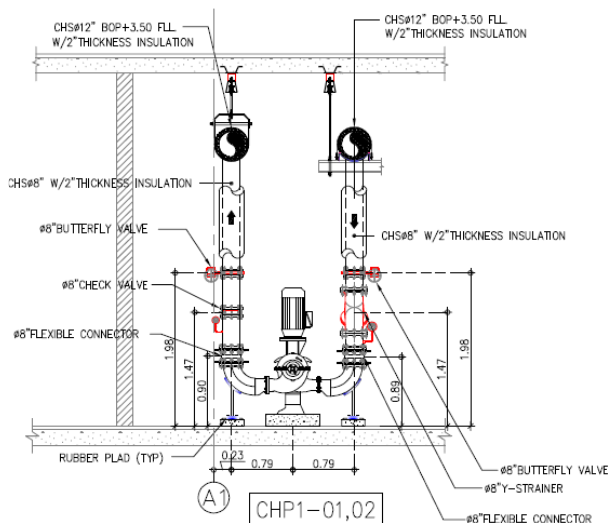
งานติดตั้งอุปกรณ์หลังงานสถาปัตยกรรมแล้วเสร็จ ได้แก่ หน้ากากส่งลม(Grille & Diffusers)พัดลมระบายอากาศ (Ventilation Fan) อุปกรณ์ควบคุม (Controls Equipment)

การปรับแต่งระบบ (system Balance) ได้แก่ การปรับแต่งปริมาณน้ำเย็นและน้ำหล่อเย็น (Wet Balance) การปรับแต่งปริมาณลมในระบบส่งลม (Air Balance)

3.3.3 จัดทำวิธีการติดตั้ง

ในการจัดทำวิธีการติดตั้งนี้จะต้องเป็นวิธีการติดตั้งเกี่ยวกับมาตรฐานการติดตั้งที่เป็นมาตรฐานที่ใช้ในงานวิศวกรรมที่เป็นที่นิยมใช้ในงานติดตั้งโดยจัดทำรายละเอียดการติดตั้ง(Shop Drawing)และรูปตัด (Section & Detail Drawing.) ตรงกับความต้องการของโครงการ เช่น รายละเอียดการติดตั้งท่อส่งน้ำเย็น(Chilled Water & Condenser Water Pipe) รายละเอียดการติดตั้งท่อส่งลมเย็นและท่อส่งลมระบายอากาศ (Duct Work) รายละเอียดการติดตั้งเครื่องผลิตน้ำเย็น

(Chiller Water) เป็นต้น หลังจากจัดทำรูปแบบการติดตั้งในงานแล้วได้จัดทำวิธีการติดตั้งในงานโดยจัดทำขั้นตอนการติดตั้งเพื่อให้ทราบถึงขั้นตอนที่ต้องการในกาดำเนินงานภายใต้โครงการ โดยขั้นตอนดังกล่าวจำเป็นต้องอธิบายรายละเอียดการติดตั้ง การตรวจสอบและการส่งมอบงานให้ทางช่างได้ทราบเพื่อลดข้อผิดพลาดในการดำเนินงานในงานนั้น



รูปที่ 2 แสดงตัวอย่างรายละเอียดการทำงาน

3.3.4 การคัดเลือกช่าง

การคัดเลือกช่างที่ปฏิบัติงานในโครงการก่อสร้าง โดยเจาะจงกลุ่มงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ จำแนกชนิดของงานรายละเอียดของงานให้สอดคล้อง คือ ช่างประกอบท่อส่งน้ำเย็น ช่างประกอบท่อส่งลม ช่างหุ้มฉนวนกันความร้อนท่อส่งน้ำเย็น ช่างหุ้มฉนวนท่อส่งลมเย็น ช่างติดตั้งเครื่องจักรกล ช่างประกอบอุปกรณ์วาล์วเปิด-ปิดน้ำเย็น ช่างไฟฟ้าควบคุม โดยแยกรายละเอียดของช่างออกเป็นรายละเอียดของจำนวนช่างในแต่ละชุด เช่น ช่างช่างท่อน้ำ ประกอบด้วย หัวหน้าชุด จำนวน 1 คน ช่างประกอบท่อจำนวน 2 คน ผู้ช่วยช่างจำนวน 2 คน ช่างเชื่อมจำนวน 1 คน ช่างช่างท่อลม ประกอบด้วย หัวหน้าชุดท่อลมจำนวน 1 คน ช่างประกอบท่อลมจำนวน 4 คน ผู้ช่วยช่างประกอบท่อลมจำนวน 4 คน กรรมกรจำนวน 2 คน เป็นต้น

	รายละเอียดงาน	รายละเอียดชุดช่างที่ปฏิบัติงาน
A0	ชุดช่างท่อ	ช่างประกอบท่อ 2คน, ผู้ช่วยช่าง 2คน,
A1	ชุดช่างท่อ 1	หัวหน้าชุด 1คน, ช่างเชื่อม 1คน, ช่างประกอบติดตั้งท่อ 2คน , ผู้ช่วยช่าง 2คน, กรรมกร 2คน
A2	ชุดช่างท่อ 2	ช่างประกอบติดตั้งท่อ 1คน, ช่างเชื่อม 1คน, ผู้ช่วยช่าง 1คน,, กรรมกร 1คน
A3	ชุดช่างท่อลม 1	หัวหน้าชุด 1คน, ช่างท่อลม 4คน, ผู้ช่วยช่าง 2คน, กรรมกร 2คน
A4	ชุดช่างติดตั้งเครื่องจักร 1	ช่างติดตั้งพัดลม 1คน, ผู้ช่วยช่าง 1คน

รูปที่ 3 แสดงการจัดชุดช่างในการปฏิบัติงาน

3.3.5 การเตรียมเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้จัดทำตารางบันทึกข้อมูลเวลาการทำงานของชุดช่างโดยสามารถใช้จัดบันทึกเวลาการทำงานในแต่ละรอบเวลา ซึ่งงานแต่ละชนิดจะบันทึกเวลาในตารางโดยใช้อุปกรณ์ คือ ตารางบันทึกเวลานาฬิกาจับเวลา ตารางบันทึกข้อมูลเวลาการปฏิบัติงาน



รูปที่ 3 ตัวอย่างเครื่องมือเก็บข้อมูล

3.3.6 จัดเก็บข้อมูล

การจัดเก็บข้อมูลผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลจากหน่วยงาน โดยใช้หัวหน้างานทำการจัดเตรียม และบันทึกลงในตารางที่จัดเตรียมซึ่งผลที่ได้ก็นำไปพิจารณาโดยค่าต่าง ๆ จะต้องมีผลที่ใกล้เคียงกันในงานชนิดเดียวกัน การเก็บข้อมูลทำการบันทึกผลเวลาตามรายละเอียดของวัสดุในงานวิจัยและจำนวนรอบในการปฏิบัติงานในประเภทงานจนครบถ้วน

3.2.7 การประเมินผลเวลา

หลังจากได้ผลวิจัยแล้วนำค่าที่ได้ทำการวิจัยมาประเมินโดยใช้วิธีทางสถิติโดยใช้สมการที่ 1

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

หลังจากได้ผลการการวิจัยนำค่าที่ได้กรอกลงในตารางในหมวดวัสดุเดียวกัน โดยจัดทำกรเก็บและบันทึกค่าในลักษณะเดียวกันจนครบถ้วนและนำไปคำนวณหาค่าเฉลี่ย

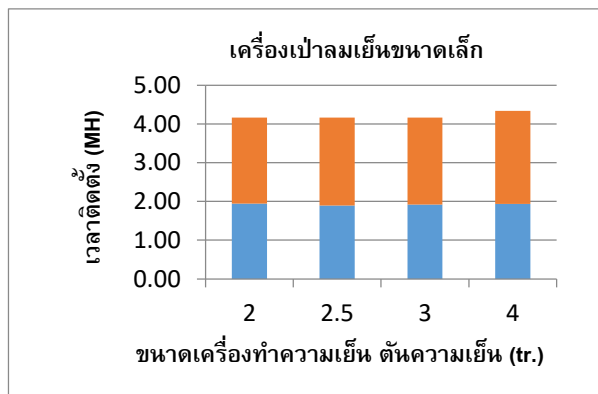
การเชื่อมต่อท่อและอุปกรณ์หน้าเครื่อง		วันที่	ผู้จัดเก็บ											แผ่นที่: 1
ลำดับ	ขนาดของวัสดุ	ชุดช่าง	การจับเวลา(min)										จำนวนครั้งจับเวลา	เวลาติดตั้ง Hr.
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	2 ตันความเย็น(tr.)	A6	130	139	134	142	140	136	129	131	123	131	10	2.23
2	2.5 ตันความเย็น(tr.)	A6	143	139	136	134	133	138	131	136	133	138	10	2.27
3	3 ตันความเย็น(tr.)	A6	138	140	137	129	134	133	126	138	142	130	10	2.25
4	4 ตันความเย็น(tr.)	A6	141	144	143	147	139	149	142	147	144	146	10	2.40

รูปที่ 4 แสดงตัวอย่างการบันทึกข้อมูลเวลา

4. การวิจัยและอภิปรายผล

หลังจากทำการบันทึกผลนำผลที่ได้มาประเมินลักษณะของงานตามประเภทงานที่เกี่ยวข้องกับงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศนั้นผลของงานวิจัยที่สามารถบันทึกค่าเวลาการติดตั้งและนำไปวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

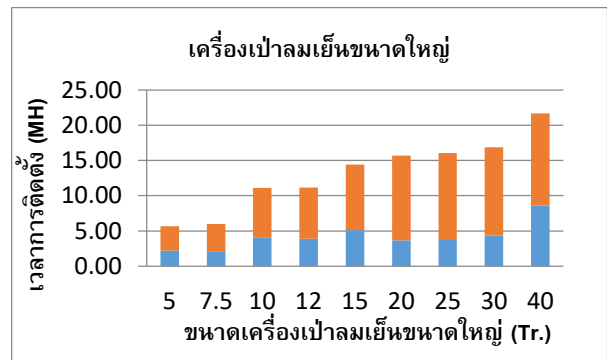
4.1 เครื่องเป่าลมเย็นขนาดเล็ก (Fan coil Unit)



รูปที่ 5 แสดงเวลาติดตั้งเครื่องเป่าลมเย็นขนาดเล็ก

การติดตั้งเครื่องเป่าลมเย็นขนาดเล็ก(Fan coil Unit) พบว่าในการทำงานประกอบไปด้วยงานย่อย 2 งานย่อยได้แก่งานติดตั้งเครื่องเป่าลมเย็นและงานเชื่อมต่ออุปกรณ์หน้าเครื่องซึ่งเวลาที่ใช้ในการติดตั้งเครื่องตั้งแต่ 2 ตันความเย็น(tr.) ถึง 4 ตันความเย็น (tr.) ใช้เวลาการติดตั้งเครื่องเท่ากับ 1.90 ช.ม.ทำงานต่อ1เครื่อง ถึง 1.94ช.ม.ทำงานต่อ1เครื่อง การติดตั้งอุปกรณ์หน้าเครื่องใช้เวลาติดตั้งเท่ากับ 2.23 ช.ม.ทำงานต่อ1เครื่อง ถึง 2.4 ช.ม.ต่อ1เครื่อง ซึ่งเมื่อใช้เวลารวมในงานติดตั้งทั้งหมดเท่ากับ 4.13 ช.ม.ทำงานต่อ1เครื่อง ถึง 4.4 ช.ม.ทำงานต่อ1เครื่อง

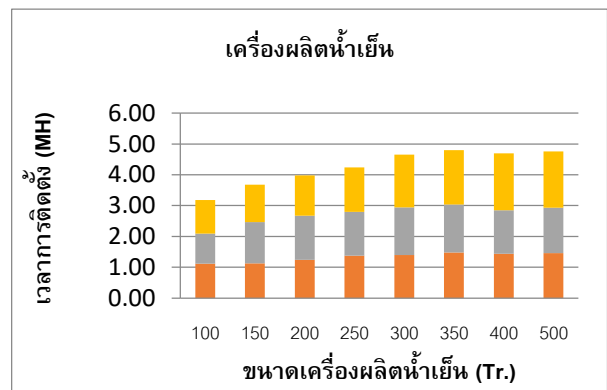
4.2 การติดตั้งเครื่องส่งลมเย็นขนาดใหญ่ (Air Handling Unit)



รูปที่ 6 แสดงเวลาติดตั้งเครื่องเป่าลมเย็นขนาดใหญ่

งานติดตั้งเครื่องเป่าลมเย็นขนาด 5 ตันความเย็น(tr.)ถึง 40 ตันความเย็น(tr.) ประกอบไปด้วย 2 งานย่อย คือ งานติดตั้งเครื่องเป่าลมเย็นขนาดใหญ่ (Air Handling Unit) ใช้เวลาติดตั้งเท่ากับ 2.2 ช.ม.ต่อ1เครื่อง ถึง 8.63 ช.ม.ต่อ1เครื่องและงานติดตั้งอุปกรณ์หน้าเครื่องใช้เวลาติดตั้งเท่ากับ 3.47 ช.ม.ทำงานต่อ1เครื่อง ถึง 13.04 ช.ม.ทำงานต่อ1เครื่องโดยใช้เวลารวมในงานติดตั้งเท่ากับ 5.67 ช.ม.ทำงานต่อ1ชุด ถึง 21.67 ช.ม.ทำงานต่อ1ชุด

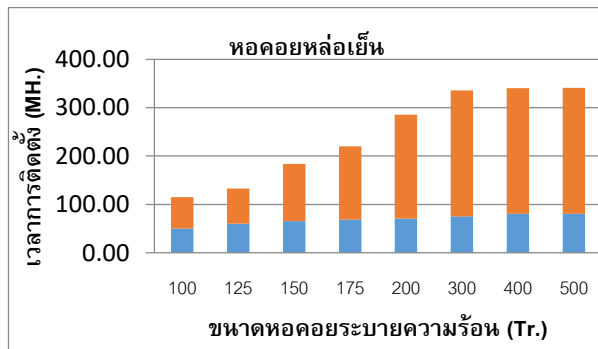
4.3 การติดตั้งเครื่องผลิตน้ำเย็น (Water Chiller)



รูปที่ 7 แสดงเวลาติดตั้งเครื่องผลิตน้ำเย็น (water chiller)

งานติดตั้งเครื่องผลิตน้ำเย็น (Chiller Water) เป็นงานติดตั้งเครื่องที่ประกอบแล้วเสร็จจากโรงงานผู้ผลิตโดยประกอบไปด้วย 3 งานย่อย คือ งานเตรียมพื้นที่สำหรับการยกใช้เวลาเท่ากับ1.12 ช.ม.ทำงานถึง 1.46 ช.ม.ทำงานต่อ1เครื่อง งานติดตั้งติดตั้งอุปกรณ์การยกใช้เวลาติดตั้งเท่ากับ0.98 ช.ม.ทำงานต่อ1เครื่องถึง1.47 ช.ม.ทำงานต่อ1เครื่อง งานยกและงานเคลื่อนย้ายใช้เวลาเท่ากับ1.08 ช.ม.ทำงานต่อ1เครื่อง ถึง 1.83 ช.ม.ทำงานต่อ1เครื่อง ซึ่งเวลารวมในติดตั้งเครื่องผลิตน้ำเย็น (water chiller) เท่ากับ3.18 ช.ม.ทำงานต่อ1เครื่องถึง4.76ช.ม.ทำงานต่อ1เครื่อง

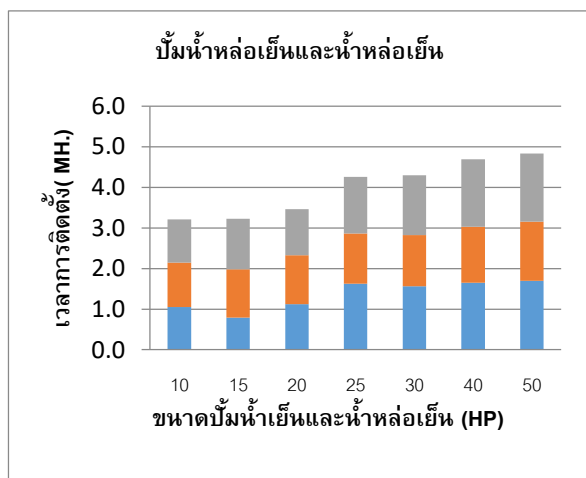
4.4 การติดตั้งหอคอยระบายความร้อน (Cooling Tower)



รูปที่ 8 การติดตั้งหอคอยระบายความร้อน (Cooling Tower)

การติดตั้งหอคอยระบายความร้อน(Cooling Tower)ใช้วิธีการนำชิ้นส่วนจากโรงงานมาประกอบบริเวณสถานที่ติดตั้งในโครงการ โดยใช้ชุดช่างประกอบ ดำเนินการประกอบหน้างาน ประกอบไปด้วยงานย่อย 2 ชนิด ได้แก่ งานติดตั้งหอคอยระบายความร้อน (Cooling Tower) ซึ่งใช้เวลาประกอบติดตั้งเท่ากับ 50.56 ช.ม.ทำงานต่อ1เครื่อง ถึง 80.59 ช.ม.ทำงานต่อ1เครื่อง การเชื่อมต่อท่อและติดตั้งอุปกรณ์หน้าเครื่องใช้เวลาติดตั้งเท่ากับ 64.89ช.ม.ทำงานต่อ1 เครื่อง ถึง 260.18ช.ม.ทำงานต่อ 1 เครื่อง โดยผลรวมเวลาการติดตั้งได้แสดงในรูปที่ 8 ซึ่งใช้เวลาติดตั้งเท่ากับ115.25 ช.ม.ทำงานต่อ1เครื่อง. ถึง 340.77 ช.ม.ทำงานต่อ1เครื่อง

4.5 การติดตั้งเครื่องส่งน้ำเย็นและน้ำหล่อเย็น (Chilled & Condenser Water Pump)

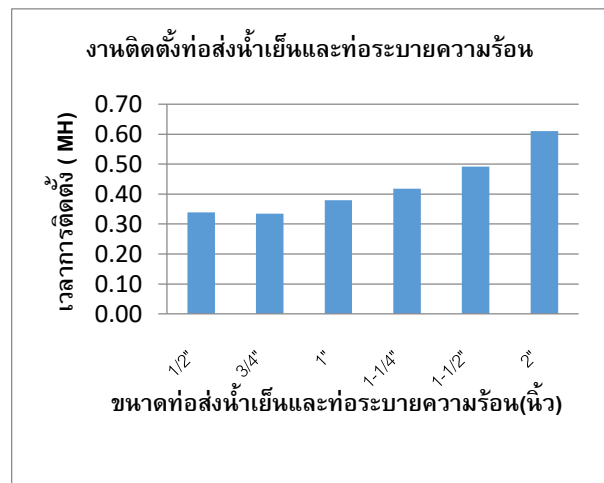


รูปที่ 9 เวลาติดตั้งเครื่องส่งน้ำเย็นและเครื่องส่งน้ำหล่อเย็น (Chilled & Condenser Water Pump)

การติดตั้งเครื่องส่งน้ำเย็นและเครื่องส่งน้ำระบายความร้อน (Chilled & Condenser Water Pump) นั้นชุดเครื่องส่งน้ำเป็นอุปกรณ์

ที่ประกอบสำเร็จมาจากโรงงานผู้ผลิตซึ่งได้ทำการตรวจสอบจากผู้ผลิต โดยในงานติดตั้งประกอบไปด้วยงานย่อย 3 ประเภท ได้แก่ งานติดตั้งฐานรับ (Initial base)ใช้เวลาติดตั้งเท่ากับ 1.06ช.ม.ทำงานต่อ1ชุดถึง 1.68ช.ม.ทำงานต่อ1ชุด งานติดตั้งอุปกรณ์ลดการสั่นสะเทือน(Spring Isolator)ใช้เวลาเท่ากับ1.1ช.ม.ทำงานต่อเครื่องถึง 1.45ช.ม.ทำงานต่อ 1เครื่อง งานติดตั้งปั๊มส่งน้ำเย็นและน้ำระบายความร้อน (Chilled & Condenser Water Pump) ใช้เวลาติดตั้งเท่ากับ 1.1 ช.ม.ทำงานต่อ1ชุด ถึง 1.7ช.ม.ทำงานต่อ1ชุด

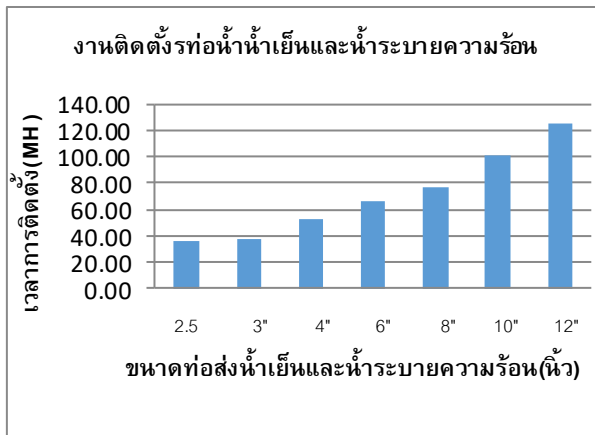
4.6 การติดตั้งท่อน้ำเย็นและท่อน้ำระบายความร้อน (Chilled Water & Condenser Water Pipe)



รูปที่ 10 การติดตั้งท่อน้ำเย็นและท่อน้ำระบายความร้อน

การติดตั้งท่อน้ำเย็นและท่อน้ำระบายความร้อนในงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศโดยทั่วไปนิยมใช้ท่อเหล็กดำ ASTM SCH#40 ซึ่งการติดตั้งมีการติดตั้ง 2 ประเภทคือ การต่อท่อกับอุปกรณ์โดยใช้วิธีขึ้นเกลียวมักจะพบในท่อน้ำขนาดเล็กตั้งแต่ขนาด 1/2นิ้ว หรือ 12 มิลลิเมตรจนถึงขนาดหน้าตัด 2 นิ้วหรือ 50 มิลลิเมตรโดยเวลาในการติดตั้งจะอยู่ในช่วง 0.34 ช.ม.ทำงานต่อ1เมตรถึง0.61ช.ม.ทำงานต่อความยาวท่อ 1 เมตร

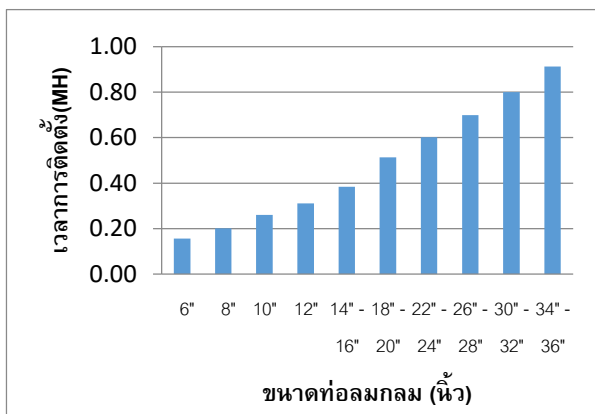
4.7 การเชื่อมต่ออุปกรณ์หน้าเครื่องผลิตน้ำเย็น (Pipe & Equipment Connection)



รูปที่ 11 การติดตั้งอุปกรณ์เชื่อมต่อหน้าเครื่องผลิตน้ำเย็น

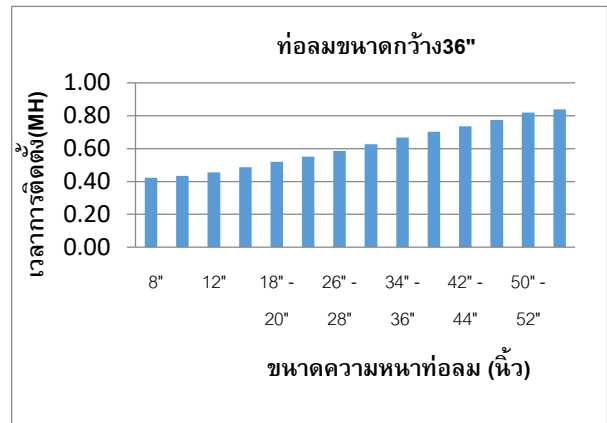
การติดตั้งอุปกรณ์หน้าเครื่องผลิตน้ำเย็นติดตั้งโดยท่อส่งน้ำเย็นใช้ท่อเหล็กดำ ASTM SCH#40 โดยใช้การต่อท่อกับอุปกรณ์โดยวิธีการเชื่อมไฟฟ้า(Electric Welding) หน้าแปลน (Flange) และยึดต่อดัวยสกรู (Bolt & Nut) กับอุปกรณ์หน้าเครื่องซึ่งประกอบไปด้วยวาล์ว ปิด-เปิด ข้อต่ออ่อน (Flexible Connector) เครื่องมือวัดแรงดัน (pressure Gauge) อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ (Thermometer) เวลาการติดตั้งเท่ากับ 36.17 ช.ม.ทำงาน1เครื่องถึง 125.30 ช.ม.ทำงานต่อ1เครื่อง

4.8 การติดตั้งท่อส่งลม (Duct Work)



รูปที่ 12 การติดตั้งท่อลมชนิดกลม (spiral Duct)

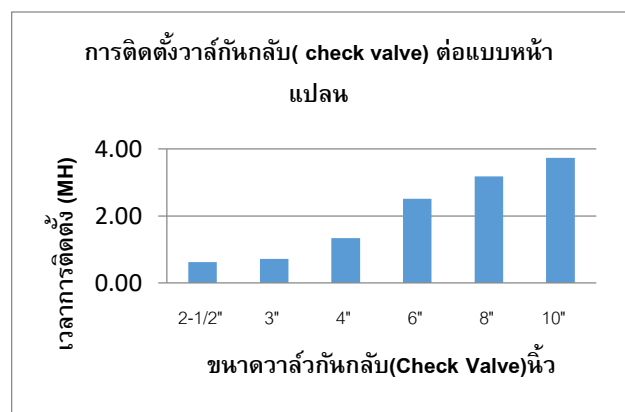
การติดตั้งท่อลมนิยมติดตั้งกัน3ลักษณะคือ การนำแผ่นสังกะสีตัดและประกอบพร้อมยกติดตั้ง ในบริเวณหน่วยงาน วิธีที่2คือนำแผ่นสังกะสีตัดเป็นชิ้นส่วนท่อลมและขนส่งมายังหน่วยงานและทำการประกอบบริเวณโครงการก่อสร้าง วิธีที่3ท่อลมจะถูกตัด ประกอบเป็นรูปทรงตามต้องการและขนส่งมายังบริเวณหน่วยงานและดำเนินการติดตั้งบริเวณหน่วยงาน ในรูปที่12 แสดงการติดตั้งท่อส่งลมชนิดกลมโดยใช้เลาการติดตั้งเท่ากับ0.16 ช.ม.ทำงานต่อ1เมตรถึง0.91ชั่วโมงทำงานต่อ 1เมตร



รูปที่ 13 การติดตั้งท่อลมชนิดเหลี่ยม (Rectangular Duct)

การติดตั้งท่อลมชนิดเหลี่ยมดังรูปที่13 นิยมติดตั้งโดยการตัดชิ้นส่วนจากโรงงานและขนส่งมายังหน่วยงานก่อสร้างและประกอบขึ้นรูปท่อลมเหลี่ยมตามขนาดต่าง ๆ หลังจากนั้นนำขึ้นประกอบแขวนตามแบบแปลนที่กำหนดซึ่งในงานวิจัยนี้จะติดตั้งความสูงไม่เกิน 4เมตรโดยเวลาการติดตั้งท่อลมเหลี่ยมเท่ากับ0.42 ช.ม.ทำงานต่อ1เมตรถึง0.84 ช.ม.ทำงานต่อ1เมตร

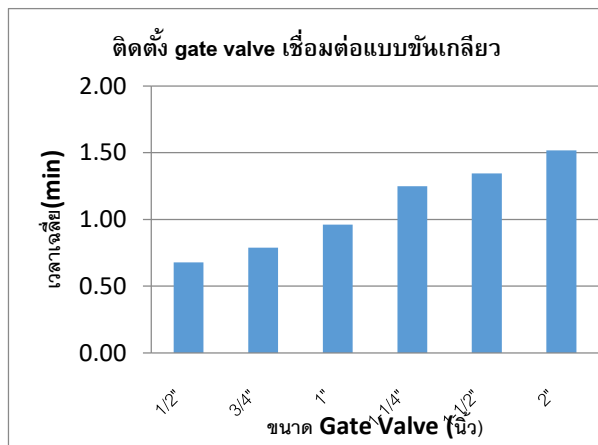
4.9 การติดตั้งวาล์วกันกลับ (Check Valve)



รูปที่ 14 การติดตั้งวาล์วกันกลับ(Check Valve)

การติดตั้งวาล์วกันกลับเป็นอุปกรณ์บังคับทิศทางน้ำให้ไหลไปในทิศทางเดียวมีหลายชนิดได้แก่ Silent Check, Swing Check, Dual Check, เป็นต้น โดยมีขนาดและน้ำหนักไม่แตกต่างกันมาก โดยขนาดเล็กต่ำกว่าขนาด 2นิ้ว ส่วนมากจะเลือกใช้เชื่อมต่อแบบขนานเกลียว โดยค่าการติดตั้งที่แสดงในรูปที่14 วาล์วกันกลับดังรูปที่14 มีค่าเท่ากับ 0.63ช.ม.ทำงานต่อ1ชุดถึง3.74ช.ม.ทำงานต่อ1ชุด

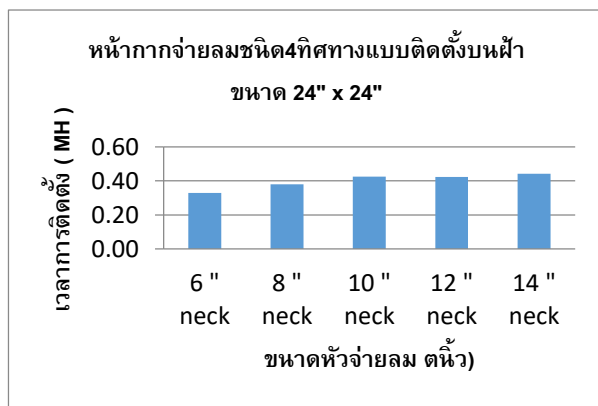
4.10 การติดตั้ง Gate Valve



รูปที่ 15 การติดตั้ง Gate Valve

การติดตั้ง Gate Valve ในระบบท่อน้ำเย็นส่วนมากทำหน้าที่ปิด-เปิดน้ำเย็นในระบบโดยส่วนมากจะใช้บริเวณหน้าเครื่องส่งลมเย็นขนาดเล็กโดยติดตั้งอยู่บริเวณหน้าเครื่องซึ่งใช้เวลาในการติดตั้งเท่ากับ 0.68 ชม. ทำงานต่อ 1 ชุด ถึง 1.52 ชม. ทำงานต่อ 1 ชุด

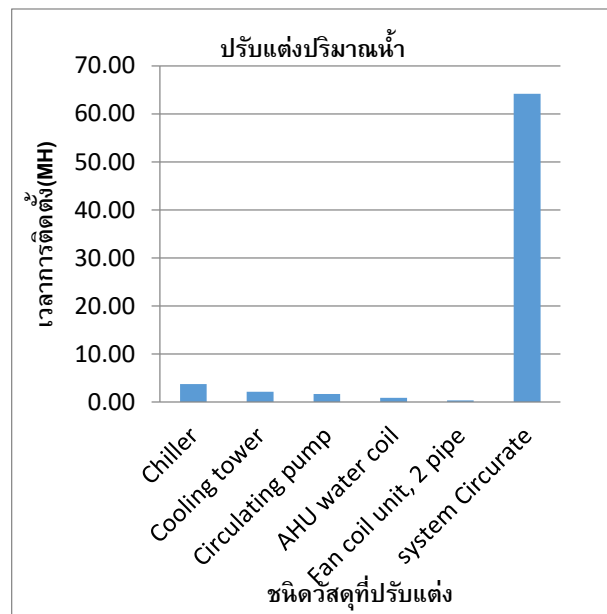
4.11 การติดตั้งหน้ากากจ่ายลม



รูปที่ 16 การติดตั้งหน้ากากจ่ายลม (Grille & Diffusers)

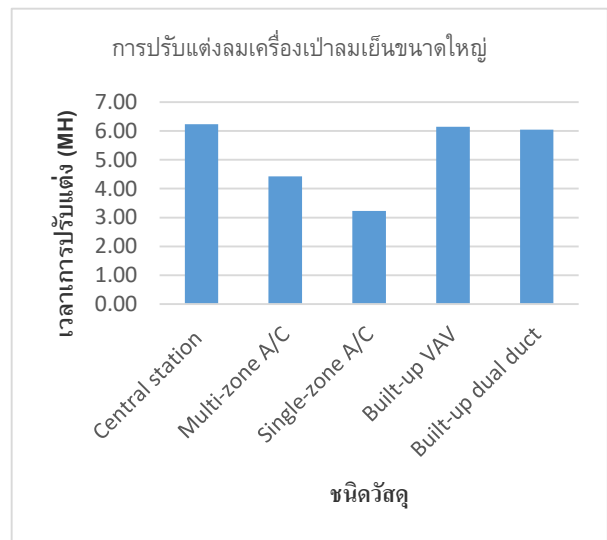
การติดตั้งหน้ากากจ่ายลมนั้นในงานปรับอากาศและระบายอากาศ มีหน้ากากจ่ายลมอยู่หลายชนิด เช่น หน้ากากจ่ายลมเย็น หน้ากากลมกลับ หน้ากากแบบติดตั้งที่ฝ้า หน้ากากติดตั้งผนัง หรือจะเป็นชนิด Slot ซึ่งขึ้นอยู่กับการใช้งานและเหมาะกับพื้นที่แต่อย่างไรก็ตามก็ต้องถูกหลักวิศวกรรมและสวยงาม ซึ่งอาจมีรูปแบบและชนิดหลากหลาย เป็นต้น โดยในรูปที่ 16 แสดงเวลาการติดตั้งหน้ากากจ่ายลมเย็นแบบ 4 ทิศทางขนาด 24 นิ้ว x 24 นิ้ว ซึ่งมีค่าการติดตั้งเท่ากับ 0.33 ชม. ทำงานต่อ 1 ชุด ถึง 0.44 ต่อ 1 ชุด

4.12 งานปรับแต่งระบบ (Test & Commissioning)



รูปที่ 17 การปรับแต่งระบบน้ำเย็น (Wet Balance)

การปรับแต่งระบบน้ำในระบบปรับอากาศแบบศูนย์รวมมีความจำเป็นอย่างยิ่งโดยจะต้องแบ่งปริมาณน้ำเย็นที่เข้าเครื่องอย่างถูกต้องเพื่อให้เครื่องส่งลมเย็นสามารถทำงานเต็มประสิทธิภาพของเครื่องซึ่งปริมาณน้ำในแต่ละเครื่องจะต้องเป็นไปตาม Specification ของเครื่อง จากตารางการปรับแต่งระบบโดยรวมจะเท่ากับ 3.72 ชม. ทำงานถึง 64.17 ชม. ทำงาน



รูปที่ 18 การปรับแต่งระบบส่งลม (Air Balance)

การปรับแต่งปริมาณลมให้เหมาะสมกับเครื่องเป่าลมหรือพื้นที่นั้นซึ่งมีความจำเป็นมากโดยจะทำการปรับแต่งหลังจากติดตั้งหน้ากากจ่ายลมเรียบร้อยแล้วห้องต่าง ๆ จะต้องติดตั้งและพร้อมใช้งานเพื่อให้มีปริมาณลมถ่ายเทหรือมีการจ่ายลมเย็นตามการออกแบบอย่างถูกต้อง โดยค่าการปรับแต่งเป็นไปตามการออกแบบ ซึ่งเวลาการปรับแต่งจะเท่ากับ 3.23 ชม. ทำงานถึง 6.24 ชม. ต่อระบบ

5. สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยสรุปได้ว่า การเก็บข้อมูลด้านงานติดตั้งระบบปรับอากาศและระบายอากาศนั้นงานที่สำคัญคือการคัดเลือกชุดช่างที่ปฏิบัติงาน ซึ่งผลที่บันทึกจะถูกต้องและใกล้เคียงกับการทำงานจริงซึ่งจากผลการวิจัยสามารถแบ่งออกตามประเภทของงานดังนี้

กลุ่มที่ 1.งานติดตั้งก่อนงานสถาปัตยกรรมดำเนินการ คือ งานติดตั้งท่อน้ำเย็นผลเวลาเท่ากับ 0.34-0.61 ช.ม.ทำงาน งานติดตั้งท่อน้ำเย็น ผลเวลาเท่ากับ 0.91-1.63 ช.ม.ทำงาน งานประเภทนี้เป็นงานที่มีปริมาณมากและมีเวลาจำกัดซึ่งเกี่ยวข้องกับงานระบบอื่นมากจึงใช้เวลาการติดตั้งมากและเป็นงานที่ต้องการความถูกต้องทางด้านตำแหน่งติดตั้งและเทคนิคมาก ดังนั้นงานติดตั้งนี้จำเป็นต้องใช้ช่างที่มีทักษะการทำงานปานกลางถึงสูงเข้ามาปฏิบัติงาน ซึ่งประกอบไปด้วยงานท่อน้ำเย็นและระบายความร้อน งานติดตั้งท่อน้ำเย็น งานติดตั้งฉนวนกันความร้อนท่อน้ำและท่อน้ำ ซึ่งพบว่างานดังกล่าวจะใช้เวลาการติดตั้งที่ใช้ทักษะการทำงาน และเสียเวลาเกี่ยวกับการเคลื่อนย้ายวัสดุและตำแหน่งการทำงานหลายตำแหน่งแต่ในเรื่องน้ำหนักวัสดุที่ใช้ในงานติดตั้งมีขนาดไม่ใหญ่และน้ำหนักไม่มาก จึงทำให้งานประเภทนี้ใช้เวลาไปกับงานประกอบขึ้นรูปมาก

กลุ่มที่ 2.งานติดตั้งหลังจากงานสถาปัตยกรรม คือ งานติดตั้งหน้ากากจ่ายลมผลเวลาเท่ากับ 0.33-0.44 ช.ม.ทำงาน งานติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมเวลาการติดตั้งเท่ากับ 0.53ช.ม.ทำงานถึง0.64 ช.ม.ทำงานต่อ 1ชุด งานประเภทนี้ส่วนมากจะเกี่ยวข้องกับงานสถาปัตยกรรมมากในงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศนี้ส่วนมากจะเกี่ยวข้องกับอุปกรณ์จ่ายลม คือ หน้ากากจ่ายลม และหน้ากากลมกลับ(Grille & Diffuser) โดยอุปกรณ์นี้ส่วนมากจะมีน้ำหนักเบาและติดตั้งไม่ยากมากและใช้เวลาไม่ย่นย่อแต่ต้องใช้ช่างที่มีทักษะปานกลาง

กลุ่มที่ 3. งานติดตั้งเครื่องจักร คืองานติดตั้งอุปกรณ์หลักเช่นงานติดตั้งเครื่องทำน้ำเย็นผลเวลาเท่ากับ 3.18-4.8 ช.ม.ทำงาน งานติดตั้งปั๊มน้ำเย็นและปั๊มน้ำระบายความร้อนเวลาติดตั้งเท่ากับ 3.26-4.83 ช.ม.ต่อ 1ชุดแรงงานต่อ 1 ชุดปั๊มน้ำงานติดตั้งเครื่อง เป่าลมเย็นใช้เวลาติดตั้งเท่ากับ 1.90-1.94 ช.ม.ทำงาน งานประเภทนี้เป็นงานที่เกี่ยวข้องกับงานเครื่องจักรที่ประกอบแล้วเสร็จจากผู้ผลิตได้แก่งานติดตั้ง เครื่องผลิตน้ำเย็น(Water Chiller) หอคอยระบายความร้อน(Cooling Tower) ปั๊มน้ำเย็นและน้ำหล่อเย็น(Chilled Water & Condenser Water Pump) เครื่องส่งลมเย็นขนาดเล็ก (Fan coil Unit) เครื่องส่งลมเย็นขนาดใหญ่ (Air Handling Unit) พัดลมระบายอากาศ (Ventilation Fan) งานประเภทนี้เป็นจะต้องใช้ชุดช่างที่มีทักษะการทำงานค่อนข้างสูง และส่วนมากจะเป็นช่างเฉพาะทางที่มีความเชี่ยวชาญในงานดังกล่าว โดยงานประเภทนี้เวลาการติดตั้งมักจะเกี่ยวข้องกับขนาดและน้ำหนักรวมถึงความความชำนาญค่อนข้างมาก ซึ่งจากผลการวิจัยพบว่างานติดตั้งเครื่องจักรจะเพิ่มมากขึ้นถ้ามีการเปลี่ยนรุ่นและขนาดที่ใหญ่ขึ้นและใช้จำนวนชุดช่างที่มีจำนวนมากตามขนาดของเครื่องจักร

กลุ่มที่ 4. งานปรับแต่งระบบ ได้แก่ งานปรับแต่งปริมาณน้ำเย็นเวลาที่ใช้เท่ากับ 0.37-3.74 ช.ม.ทำงาน งานปรับแต่งปริมาณลมผล

เวลาเท่ากับ 3.23 ถึง 6.24 ช.ม.ทำงานและการปรับแต่งระบบ รวมผลเวลาเท่ากับ14.8 ถึง 64.17 ช.ม.ทำงาน

ข้อเสนอแนะ

ในการติดตั้งงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศในประเทศไทยนี้ ต้องใช้ชุดช่างที่มีความชำนาญงานในงานเพื่อให้งานสามารถโดยจะต้องหมั่นเก็บสถิติในวัสดุใหม่ ๆ เพื่อให้ข้อมูลทันสมัยกับการปฏิบัติงานจริง และผลของงานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้ในงานวางแผนงานโดยใช้ร่วมกับโปรแกรมวางแผนงานเช่น Microsoft Project เป็นต้น หรือนำผลงานวิจัยนี้เป็นตัววัดประสิทธิภาพการทำงานของชุดช่างในงานย่อยต่าง ๆ ได้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณ วิศวกรและไฟแมนของบริษัทเพาเวอร์ไลน์เอ็นจิเนียริง จำกัด (มหาชน) และผู้ร่วมดำเนินการด้านข้อมูลประกอบในงานวิจัยนี้เป็นอย่างมาก และขอขอบคุณ รศ.การุณ ใจปัญญา และ ผศ.ดร.ศักดา กตเวทวาทย์ ผู้ให้คำแนะนำขั้นตอนการวิจัยและเป็นที่ปรึกษาด้านข้อมูลงานดังกล่าว

เอกสารอ้างอิง

- [1] Project Management for Engineering and Construction โดย Gerould D. Oberlender
- [2] คู่มือวิธีการติดตั้งงานระบบวิศวกรรม บริษัทเพาเวอร์ไลน์เอ็นจิเนียริง จำกัด (มหาชน)
- [3] เอกสารการศึกษาเวลา โดย รศ.คมสัน จิระภัทรศิลป์
- [4] การวิเคราะห์งาน (Job Analysis) โดย สุเมธ ดิษฐ์ชน