



การศึกษาปัญหาติดตั้งและส่งมอบระบบทำความเย็นแบบรวมศูนย์ : โครงการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่
พิเศษ

นายอานนท์ พูลประดิษฐ์

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการบริหารงานก่อสร้าง

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

การศึกษาปัญหาติดตั้งและส่งมอบระบบทำความเย็นแบบรวมศูนย์ : โครงการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่
พิเศษ



การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการบริหารงานก่อสร้าง

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



ใบรับรองโครงการค้นคว้าอิสระ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การศึกษาปัญหาติดตั้งและส่งมอบระบบทำความเย็นแบบรวมศูนย์ : โครงการก่อสร้างอาคาร
ขนาดใหญ่พิเศษ

โดย นายอานนท์ พูลประดิษฐ์

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการบริหารงานก่อสร้าง

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย / หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติชัย ธนทรัพย์สิน)

คณะกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นคร กกแก้ว)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กวิน ตันติเสวี)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชัยญา โปษะนันทน์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กวิน ตันติเสวี)

ชื่อ : นายอานนท์ พูลประดิษฐ์

ชื่อการค้นคว้าอิสระ

การศึกษาปัญหาติดตั้งและส่งมอบระบบทำความเย็นแบบรวม

ศูนย์ : โครงการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่พิเศษ

สาขาวิชา

: การบริหารงานก่อสร้าง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระหลัก : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กวิน ดันติเสวี

ปีการศึกษา : 2567

บทคัดย่อ

โครงการขนาดใหญ่จะใช้ระบบทำความเย็นแบบรวมศูนย์ ซึ่งเป็นระบบที่ประหยัดพลังงานและมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าระบบทำความเย็นแบบทั่วไป โดยการทำงานจะผลิตน้ำเย็นจากอาคารส่วนกลางและกระจายผ่านเครือข่ายท่อไปยังห้องสถานีถ่ายโอนพลังงานเพื่อใช้ปรับอากาศภายในอาคารต่างๆ ซึ่งงานวิจัยนี้เป็นการจัดทำกรณีศึกษาเพื่อศึกษาสาเหตุของปัญหา และผลกระทบที่เกิดขึ้นในกระบวนการติดตั้งและส่งมอบระบบน้ำเย็นแบบรวมศูนย์ในโครงการก่อสร้างแห่งหนึ่ง ประกอบด้วยอาคารสูงและขนาดใหญ่พิเศษ 3 อาคาร โดยใช้การเก็บข้อมูลภาคสนาม เอกสารภายในโครงการ และการสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้องกับโครงการ จำนวนทั้งหมด 40 คน โดยงานวิจัยนี้ได้จำแนกปัญหาตามช่วงเวลาของโครงการแบ่งเป็น 3 ระยะ คือ 1.ช่วงเตรียมการ 2.ช่วงการติดตั้งและทดสอบ 3.ช่วงการส่งมอบงาน และจัดลำดับความสำคัญของปัญหาโดยพิจารณาจากผลกระทบด้านค่าใช้จ่าย ความล่าช้าต่อการเบิกเงิน และระยะเวลารวมของโครงการ จากการศึกษาวิจัยพบปัญหาที่ส่งผลกระทบทางด้านค่าใช้จ่ายมากที่สุด คือ การเปลี่ยนรูปแบบการติดตั้งเนื่องจากปัญหาด้านความแข็งแรงของโครงสร้างพื้น และปัญหาที่ส่งผลกระทบทางด้านระยะเวลามากที่สุด คือ การส่งมอบพื้นที่ล่าช้าจากการติดตั้งทางด้านอาคารส่วนกลาง ทั้งนี้ในมุมมองของผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหาสำหรับโครงการก่อสร้างขนาดใหญ่ คือ ในขั้นตอนการออกแบบผู้เกี่ยวข้องควรกำหนดความต้องการพื้นฐานของอาคารให้ครบถ้วน

(มีจำนวนทั้งสิ้น 72 หน้า)

คำสำคัญ : ระบบ, ความเย็นรวมศูนย์, การส่งมอบ, ปัญหา, อาคารขนาดใหญ่

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระหลัก

Name : Mr. Anon Poolpradit
Independent Study Title : The Study of Installation and Handover Problems of
District Cooling System : A Case Study of Large-Scale
Building Projects
Major Field : Construction Management
King Mongkut's University of Technology North
Bangkok
Independent Study Advisor : Assistant Professor Dr. Kawin Tuntisewee
Academic Year : 2024

ABSTRACT

Large-scale projects utilize district cooling systems, which are more energy-efficient and effective compared to conventional cooling systems. These systems operate by producing chilled water from a central plant and distributing it through a piping network to energy transfer stations for air conditioning within various buildings. This research is a case study that investigates the causes and impacts of problems in the installation and handover process of a district cooling system in a construction project consisting of three high-rise and large-scale buildings. Data were collected through field studies, internal project documents, and interviews with 40 stakeholders involved in the project. The study categorizes problems according to three project phases: 1. Preparation, 2. Installation and Testing, and 3. Handover. The prioritization of problems is based on their impacts on costs, delays in payment approvals, and overall project timelines. The findings reveal that the most significant cost-related problem is modifications to the installation approach due to structural integrity concerns, while the most critical time-related problem is the delayed site handover caused by installation works at the central plant. From the researcher's perspective, the recommended solution for large-scale construction projects is to ensure that all stakeholders clearly define the fundamental requirements of the buildings during the design phase.

(Total 72 Pages)

Keywords: System, District Cooling, Handover, Problem, Large-scale Building

Advisor



กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยการแนะนำ และความช่วยเหลือจากหลายท่าน ข้าพเจ้า นายอานนท์ พูลประดิษฐ์ ผู้ดำเนินการวิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กวิณ ตันติเสวี อาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ผู้ควบคุมการวิจัย ซึ่งเป็นผู้ให้คำแนะนำแนวทางการดำเนินการวิจัย และแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขปัญหาของการศึกษาอย่างใกล้ชิดด้วยดีตลอดมาจนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ได้

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ในภาควิชาบริหารงานก่อสร้าง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ รวมถึงวิทยาการทุกท่านที่กรุณาถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ เกี่ยวกับการบริหารงานที่เป็นประโยชน์ ซึ่งส่งผลให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และสำเร็จได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณเจ้าของโครงการ ที่ปรึกษาโครงการ ทีมผู้รับเหมางานระบบประกอบอาคารและคณะทำงานทุกท่าน ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์สละเวลาอันมีค่าในการให้สัมภาษณ์เชิงลึก และให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

ท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวที่คอยสนับสนุนและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาตั้งแต่เริ่มศึกษาจนสำเร็จการศึกษา ขอขอบคุณถึงผู้มีพระคุณทุกท่านที่มีได้เอ่ยนามไว้ ณ ที่นี้

อานนท์ พูลประดิษฐ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ช
สารบัญ	ซ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญรูปภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 วงจรชีวิตของโครงการก่อสร้าง	4
2.2 ระบบปรับอากาศ	4
2.2 แนวคิดเกี่ยวกับความล่าช้า	13
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	20
3.1 แนวทางดำเนินงานวิจัย	20
3.2 รายละเอียดกรณีศึกษา	21
3.3 ผังบริหารโครงการระบบน้ำเย็น	27

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	29
บทที่ 4 ผลของการวิจัย	30
4.1 ผลการเก็บข้อมูล	30
4.2 การวิเคราะห์ผล	55
บทที่ 5 สรุปผล	62
5.1 บทสรุป	62
บรรณานุกรม	65
ภาคผนวก	68
ประวัติผู้เขียน	72



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3-1 แผนงานติดตั้งและส่งมอบระบบน้ำเย็น อาคารที่ 1 สำนักงานให้เช่า	22
ตารางที่ 3-2 แผนงานติดตั้งและส่งมอบระบบน้ำเย็น อาคารที่ 2 ห้างสรรพสินค้า	22
ตารางที่ 3-3 แผนงานติดตั้งและส่งมอบระบบน้ำเย็น อาคารที่ 3 สำนักงานร่วมกับโรงแรม	23
ตารางที่ 3-4 บุคลากรกลุ่มเป้าหมายที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับโครงการ	29
ตารางที่ 4-1 เปรียบเทียบความล่าช้า 3 อาคาร	30
ตารางที่ 4-2 ผลกระทบทางด้านค่าใช้จ่าย อาคารที่ 1	35
ตารางที่ 4-3 ผลกระทบทางด้านระยะเวลา อาคารที่ 1	40
ตารางที่ 4-4 ผลกระทบทางด้านค่าใช้จ่าย อาคารที่ 2	45
ตารางที่ 4-5 ผลกระทบทางด้านระยะเวลา อาคารที่ 2	50
ตารางที่ 4-6 ผลกระทบทางด้านระยะเวลา อาคารที่ 3	54
ตารางที่ 4-7 เปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของปัญหาด้านค่าใช้จ่าย	56
ตารางที่ 4-8 เปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของปัญหาด้านค่าใช้จ่าย (ต่อ)	57
ตารางที่ 4-9 เปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของปัญหาด้านระยะเวลา	58
ตารางที่ 4-10 เปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของปัญหาด้านระยะเวลา (ต่อ)	59
ตารางที่ 4-11 เปรียบเทียบความเสียหายด้านค่าใช้จ่ายของโครงการ	60
ตารางที่ 4-12 เปรียบเทียบความเสียหายด้านระยะเวลารวมของโครงการ	60

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพที่ 2-1	ชนิดและส่วนประกอบหลักของระบบปรับอากาศ	5
ภาพที่ 2-2	ระบบปรับอากาศแบบเป็นชุดระบายความร้อนด้วยน้ำ	6
ภาพที่ 2-3	ระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นระบายความร้อนด้วยอากาศ	7
ภาพที่ 2-4	ระบบทำความเย็นแบบรวมศูนย์ (District Cooling System)	9
ภาพที่ 2-5	ไดอะแกรมสถานีแลกเปลี่ยนพลังงาน	11
ภาพที่ 3-1	ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	21
ภาพที่ 3-2	การสำรวจพื้นที่หน้างาน	24
ภาพที่ 3-3	แบบรายละเอียดสำหรับติดตั้ง (Shop Drawing) โดยใช้ระบบ BIM	24
ภาพที่ 3-4	แท่นเครื่อง (Foundation) สำหรับห้องสถานีถ่ายโอนพลังงาน	25
ภาพที่ 3-5	การติดตั้งเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน	26
ภาพที่ 3-6	การติดตั้งเครื่องสูบน้ำ	26
ภาพที่ 3-7	การเติมสารเคมีในระบบน้ำเย็น	27
ภาพที่ 3-8	ผังบริหารโครงการระบบน้ำเย็นแบบรวมศูนย์	28
ภาพที่ 4-1	แผนงานแสดงความคืบหน้าของงานระบบน้ำเย็นแบบรวมศูนย์ อาคารที่ 1	31
ภาพที่ 4-2	แผนงานแสดงความคืบหน้าของงานระบบน้ำเย็นแบบรวมศูนย์ อาคารที่ 2	32
ภาพที่ 4-3	แผนงานแสดงความคืบหน้าของงานระบบน้ำเย็นแบบรวมศูนย์ อาคารที่ 3	33
ภาพที่ 4-4	การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการติดตั้งงานของอาคารที่ 1	36
ภาพที่ 4-5	ตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์กรอง Mesh 40 อาคารที่ 1	37
ภาพที่ 4-6	ความเสียหายภายในห้องสถานีถ่ายโอนพลังงาน อาคารที่ 1	38
ภาพที่ 4-7	ตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันไฟลาม อาคารที่ 1	39
ภาพที่ 4-8	แผนงานแสดงความล่าช้าในการส่งมอบพื้นที่ของอาคารที่ 1	41
ภาพที่ 4-9	แสดงตำแหน่งวาล์วที่ของไม่เพียงพอในการติดตั้งงาน	43
ภาพที่ 4-10	การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการติดตั้งงานของอาคารที่ 2	46
ภาพที่ 4-11	ตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันไฟลาม อาคารที่ 2	47
ภาพที่ 4-12	ความเสียหายภายในห้องสถานีถ่ายโอนพลังงาน อาคารที่ 2	48
ภาพที่ 4-13	เปรียบเทียบปะเก็นยางกับปะเก็นไฟเบอร์	49

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4-14	แผนงานแสดงความล่าช้าในการส่งมอบพื้นที่ของอาคารที่ 2	51
ภาพที่ 4-15	ห้องสถานีถ่ายโอนพลังงานรอกการทดสอบและส่งมอบงาน อาคารที่ 2	52



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการแข่งขันที่รุนแรงของตลาดอสังหาริมทรัพย์ในไทยและต้นทุนในการพัฒนาที่เพิ่มขึ้นมากตามราคาที่ดินที่ปรับสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้มีความเป็นไปได้น้อยลงที่การพัฒนาอาคารสูงที่มีประโยชน์การใช้งานประเภทเดียว จะสามารถทำการตลาดได้ง่ายและให้ผลตอบแทนอยู่ในระดับที่น่าพอใจในเวลาเดียวกัน โครงการอสังหาริมทรัพย์แบบมิกซ์ยูส (Mixed-Use) ส่วนใหญ่เป็นโครงการอสังหาริมทรัพย์ขนาดใหญ่พิเศษ (Mega Project) ที่มีความซับซ้อนในด้านการวางแผนและการออกแบบ ที่มุ่งหวังจะสร้างสภาพแวดล้อมที่สะดวกสบายและตอบสนองความต้องการของผู้คนในหลายมิติอย่างครบถ้วน ส่วนใหญ่มักประกอบไปด้วยอาคารสำนักงาน ห้างสรรพสินค้า โรงแรมและอาคารที่พักอาศัย จากรูปแบบโครงการที่มีความหลากหลายของอาคารอยู่ในพื้นที่เดียว ส่งผลให้มีความต้องการใช้พลังงานและสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ มากขึ้นในโครงการอาคารขนาดใหญ่พิเศษ

ผู้ออกแบบมักเลือกใช้ระบบปรับอากาศหรือระบบทำความเย็นเป็นแบบรวมศูนย์ (District Cooling System : DCS) ที่มีอาคารสาธารณูปโภคส่วนกลาง (Central Utility Plant : CUP) เป็นอาคารหลักในการผลิตน้ำเย็นเพื่อจ่ายไปยังเครื่องปรับอากาศในแต่ละส่วนของอาคาร โดยผ่านห้องสถานีถ่ายโอนพลังงาน (Energy Transfer Station Room : ETS) รูปแบบการทำความเย็นในลักษณะนี้สามารถทำความเย็นได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังประหยัดพลังงานได้มากกว่าระบบปรับอากาศแบบทั่วไปและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม แต่ทั้งนี้เพื่อให้ระบบโดยรวมสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ก็จะต้องมีการออกแบบโดยคำนึงถึงความต้องการพื้นฐานโดยรวมของอาคารตั้งแต่เริ่มต้น การวางแผนการทำงานที่ดีและต้องมีการจัดเตรียมวัสดุหรืออุปกรณ์ที่จำเป็นตั้งแต่ในช่วงการก่อสร้าง เพื่อให้การดำเนินงานในขั้นตอนการติดตั้งเป็นไปตามแผนงานและแบบก่อสร้างที่ได้ออกแบบไว้

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาสาเหตุของปัญหาและผลกระทบที่เกิดขึ้นในการติดตั้งและส่งมอบระบบน้ำเย็นในฝั่งของผู้ใช้งาน สำหรับโครงการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่พิเศษ ซึ่งผลกระทบจะแบ่งเป็น 2 ประเภท คือผลกระทบทางด้านระยะเวลาและผลกระทบทางด้านค่าใช้จ่าย อีกทั้งยังสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาวิจัยไปใช้เป็นแนวทางในการวางแผนแก้ไขปัญหาเพื่อให้สามารถทำงานและสามารถส่งมอบงานตามเป้าหมายที่กำหนดได้

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาหาสาเหตุของปัญหาและผลกระทบที่เกิดขึ้นในกระบวนการติดตั้งระบบน้ำเย็นในส่วนของห้องสถานีถ่ายโอนพลังงาน (Energy Transfer Station) สำหรับโครงการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่พิเศษ

1.2.2 เพื่อเสนอแนะแนวทางในการบริหารจัดการเกี่ยวกับกระบวนการติดตั้งระบบทำความเย็นแบบรวมศูนย์ให้กับผู้ว่าจ้างและผู้รับจ้าง สำหรับโครงการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่พิเศษ

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

1.3.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

1.3.1.1 ผู้วิจัยทำการศึกษาเฉพาะงานติดตั้งและส่งมอบระบบน้ำเย็นในห้องสถานีถ่ายโอนพลังงานในแต่ละอาคาร โดยศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาจากแผนการทำงานของผู้รับจ้างและเอกสารภายในแต่ละอาคาร

1.3.1.2 บทสรุปความคิดเห็นของบุคลากรฝ่ายบริหารและก่อสร้างโครงการ ที่ได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึกในเรื่องสาเหตุและปัญหาความล่าช้าในการบริหารงานก่อสร้างโครงการ

1.3.2 ขอบเขตด้านสถานที่

ผู้วิจัยทำการศึกษาเฉพาะโครงการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่พิเศษ ทั้งหมดจำนวน 3 อาคาร ได้แก่ อาคารสำนักงาน อาคารห้างสรรพสินค้า และอาคารสำนักงานร่วมกับโรงแรม

1.3.3 ขอบเขตด้านระยะเวลา

ผู้วิจัยทำการศึกษาจากโครงการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่พิเศษ ที่ดำเนินการก่อสร้างระหว่างปี พ.ศ. 2562 - 2568 โดยมุ่งเน้นศึกษาในช่วงการเตรียมการ การติดตั้งและทดสอบ และจนถึงช่วงการส่งมอบงาน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สามารถทราบปัญหา สาเหตุ และข้อจำกัดในกระบวนการติดตั้งงานระบบน้ำเย็นแบบรวมศูนย์ (District Cooling System) ในโครงการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่พิเศษได้

1.4.2 สามารถนำข้อมูลที่ได้รับจากการศึกษาวิจัยไปเปรียบเทียบและประยุกต์ใช้ สำหรับโครงการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่พิเศษได้ในอนาคต

1.4.3 เป็นแนวทางในการบริหารจัดการแก่ผู้ว่าจ้างและผู้รับจ้างที่ใช้ระบบน้ำเย็นแบบรวมศูนย์ในโครงการ



บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 วงจรชีวิตของโครงการก่อสร้าง

วงจรชีวิตของงานก่อสร้าง คือ โครงการก่อสร้างมีระยะเวลาที่จำกัดและชั่วคราวโดยจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดที่ชัดเจน (Clifford, F.G. and Erik, W.L., 2000) โดยจะแบ่งช่วงกิจกรรมเป็น 4 ช่วง ดังนี้

2.1.1 ช่วงกำหนดโครงการ (Definition Phase) ก่อนโครงการจะเริ่มโดยจะทำการศึกษาวัตถุประสงค์และนำมาวิเคราะห์โครงการเพื่อหาความเป็นไปได้ เพื่อประเมินและเลือกแนวทางให้แก่โครงการในการดำเนินการ จัดทำ จัดเตรียมทีมงานที่เกี่ยวข้อง เป็นการออกแบบขั้นตอนแรกเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ

2.1.2 ช่วงการวางแผน (Planning Phase) การดำเนินการหลังจากผ่านการกำหนดโครงการแล้วตัดสินใจที่จะทำ โดยจะเป็นขั้นตอนการออกแบบและใส่รายละเอียด ประกอบในการวางแผนปฏิบัติโครงการ ซึ่งจะครอบคลุมด้านเวลา ต้นทุน และงบประมาณ ในกิจกรรมต่างๆของโครงการ

2.1.3 ช่วงการดำเนินงานโครงการ (Execution Phase) นำแผนงานไปปฏิบัติเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ โดยเริ่มจากการจัดซื้อจัดจ้างหาผู้รับเหมาก่อสร้างจนก่อสร้างแล้วเสร็จ ประกอบด้วยหลักการทำงาน 3 ข้อ คือ 1.การเริ่มดำเนินโครงการ 2.การติดตามตรวจสอบและควบคุมการปฏิบัติงาน 3.การแก้ไขปัญหาในการดำเนินงาน

2.1.4 ช่วงการส่งมอบงาน (Delivery Phase) การส่งมอบและการตรวจรับงานอาจมีการฝึกอบรมการใช้งานให้แก่บุคลากรที่จะทำหน้าที่ดำเนินงาน ซึ่งต้องต้องมีคู่มือการใช้งานประกอบด้วยนอกจากนี้อาจต้องจัดทำรายการปิดโครงการเพื่อบันทึกปัญหาและการแก้ไขปัญหาในช่วงการดำเนินโครงการ (อ้างถึงใน ธนวัฒน์ ,2565)

2.2 ระบบปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศ คือ กระบวนการรักษาสภาวะอากาศโดยการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น ความสะอาด การกระจายลม และเสียง ให้เกิดความรู้สึกสบายต่อผู้อยู่อาศัยและเกิดสภาวะอากาศตามความต้องการของกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม

ระบบปรับอากาศเป็นการประยุกต์การใช้งานของระบบทำความเย็น ดังนั้นการทำงานในอุปกรณ์หลักจะเหมือนระบบทำความเย็น ส่วนใหญ่เราจะใช้ระบบปรับอากาศเพื่อความสบาย โดยเฉพาะในส่วนสำนักงานเพราะในประเทศไทยอยู่ในพื้นที่เขตร้อนชื้น สำหรับอุตสาหกรรมบางประเภทจะมีการใช้ระบบปรับอากาศในกระบวนการผลิตเพื่อรักษาอุณหภูมิและความชื้นให้เหมาะสม รวมทั้งการใช้เพื่อระบายความร้อนให้กับอุปกรณ์หรือเครื่องจักรในกระบวนการผลิต

2.1.1 ชนิดและส่วนประกอบหลักของระบบปรับอากาศ

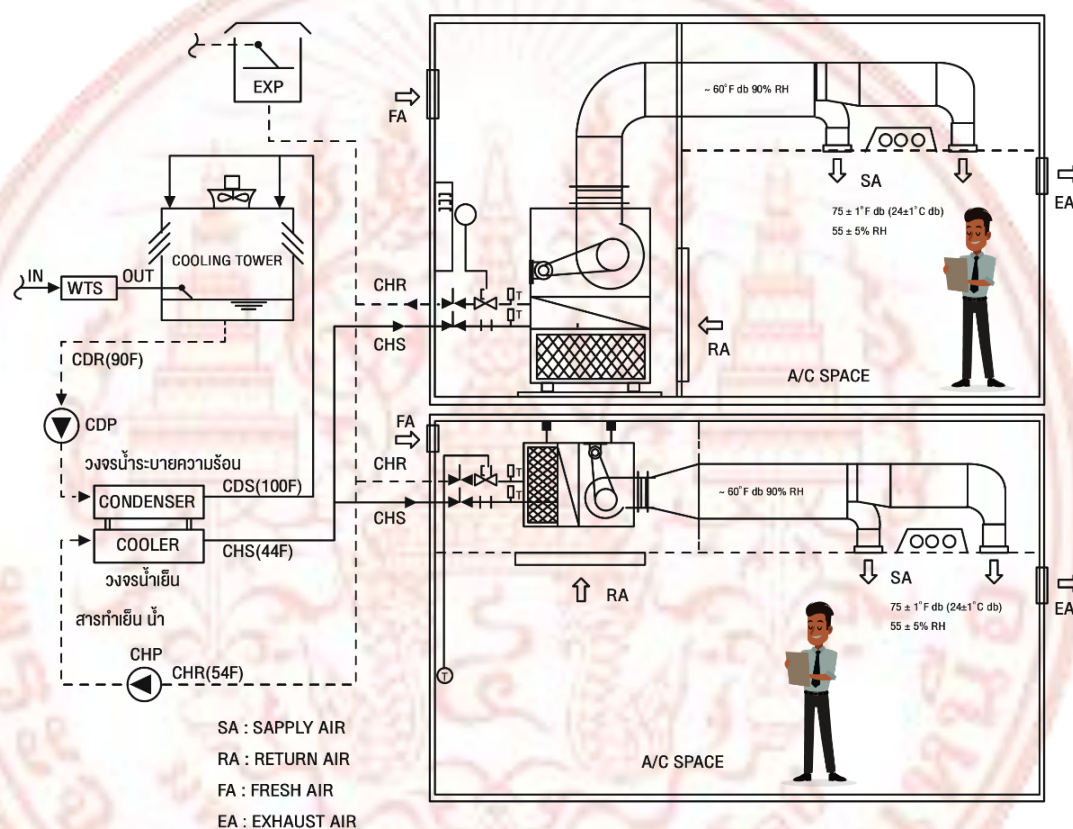
ระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ในปัจจุบัน มีการพัฒนาเพื่อให้เหมาะกับการใช้งานที่เหมาะสมกับรูปแบบต่างๆ แบ่งเป็น 4 ประเภท ดังนี้



ภาพที่ 2-1 ชนิดและส่วนประกอบหลักของระบบปรับอากาศ

2.1.1.1 ประเภทน้ำเย็นระบายความร้อนด้วยน้ำ เป็นระบบปรับอากาศที่มีขนาดใหญ่ที่สุด โดยมีอุปกรณ์ประกอบในระบบ คือ เครื่องสูบน้ำเย็น เครื่องสูบน้ำระบายความร้อน หอระบายความร้อน และอุปกรณ์สำหรับส่งลมเย็น การทำงานแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ 1. ส่วนระบบน้ำเย็น โดยเริ่มจากเครื่องสูบน้ำเย็นส่งน้ำเข้าไปเพื่อรับสารทำความเย็นที่เครื่องทำความเย็น เพื่อให้อุณหภูมิน้ำเย็นนั้นได้ตามต้องการ จากนั้นจึงส่งน้ำเย็นไปยังเครื่องส่งจ่ายลมเย็นที่แต่ละชุดจะมีตัวควบคุมปริมาณน้ำเย็น โดยจะทำงานตามสัญญาณที่มาจากอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ หากอุณหภูมิในพื้นที่ปรับอากาศสูง อุปกรณ์จะส่งสัญญาณให้ชุดควบคุมเปิดน้ำเข้าสู่ชุดท่อแลกเปลี่ยนความร้อนมากขึ้น หลังจากน้ำ

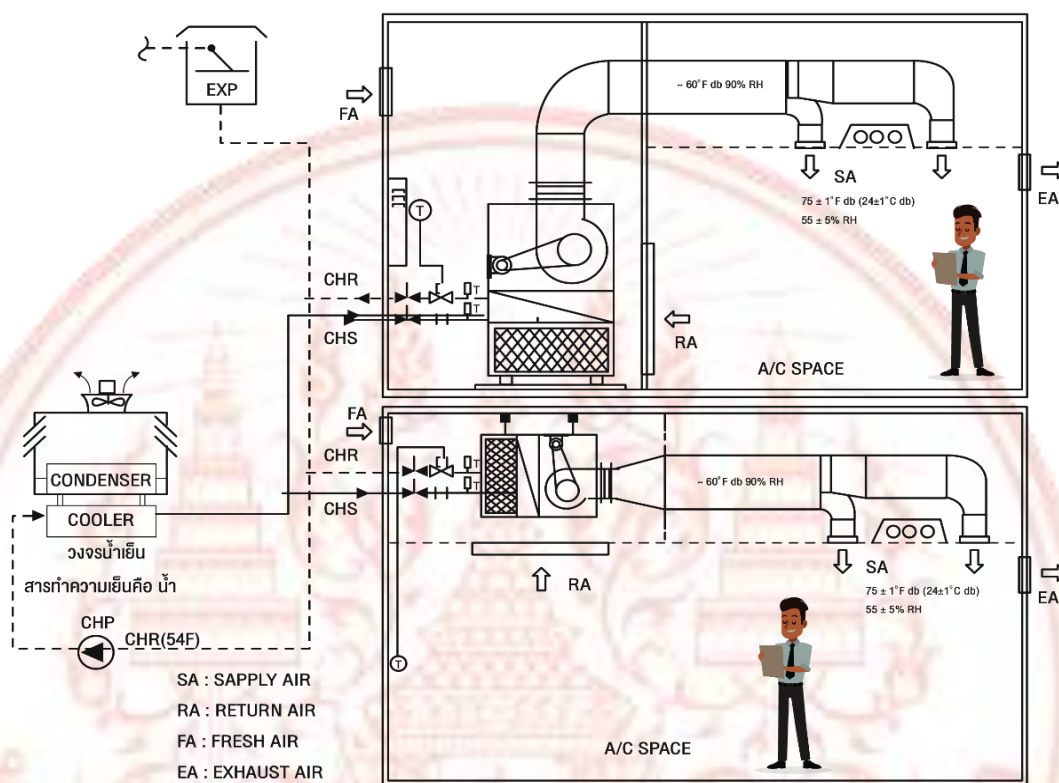
แลกเปลี่ยนรับความร้อนจากอากาศแล้ว สารทำความเย็นจะกลับไปรับความร้อนจากเครื่องทำความเย็นอีกครั้ง 2. ระบบน้ำระบายความร้อนวงจร โดยจะเริ่มจากเครื่องสูบน้ำระบายความร้อนส่งน้ำเข้าไปรับความร้อนจากสารทำความเย็นที่คอยล์ร้อย ซึ่งน้ำที่มีอุณหภูมิสูงที่จะถูกส่งไประบายความร้อนที่หอระบายความร้อน ซึ่งน้ำที่อุณหภูมิสูงจะถูกระบายความร้อนด้วยอากาศภายนอก หลังจากอุณหภูมิของน้ำลดลงตามต้องการแล้ว จะถูกส่งกลับโดยเครื่องสูบน้ำระบายความร้อน



ภาพที่ 2-2 ระบบปรับอากาศแบบเป็นชุดระบายความร้อนด้วยน้ำ

2.1.1.2 ประเภททำน้ำเย็นระบายความร้อนด้วยอากาศ เป็นระบบปรับอากาศที่เล็กกว่าระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ โดยจะแตกต่างกันที่ชุดอุปกรณ์ในการระบายความร้อน ซึ่งระบบนี้จะไม่มีการระบายความร้อนด้วยน้ำ ตัวระบบจะใช้อากาศในการระบายความร้อน โดยมีเครื่องทำน้ำเย็นคือ อุปกรณ์ที่ใช้พลังงานมากที่สุด และมีอุปกรณ์ประกอบคือเครื่องสูบน้ำเย็นและอุปกรณ์จ่ายลมเย็นเท่านั้น การระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็นจะใช้อากาศส่งไปที่ยังชุดท่อระบายความร้อนซึ่งพัดลมระบายที่ใช้ในการระบายความร้อนอาจมีจำนวนหลายตัว สำหรับเครื่องทำความเย็นเดียวกัน

ดังนั้นเครื่องทำน้ำเย็นในระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ จะมีประสิทธิภาพต่ำกว่าระบบปรับอากาศแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ



ภาพที่ 2-3 ระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นระบายความร้อนด้วยอากาศ

ที่มา : Innov Green (2024), <https://innovgreen.co.th/air-conditioning-for-factory/?lang=en>

2.1.1.3 ประเภทเป็นชุดระบายความร้อนด้วยน้ำ ระบบนี้จะมีเป็นระบบปรับอากาศขนาดเล็ก โดยทั้งชุดของการปรับอากาศจะอยู่ภายในบริเวณพื้นที่ปรับอากาศ ซึ่งจะมีชุดระบายความร้อนอยู่ในพื้นที่ด้วย แต่ในระบบปรับอากาศนี้จะมีชุดท่อระบายความร้อนด้วยน้ำแยกกันในแต่ละชุด ซึ่งปัญหาของระบบการทำความเย็นลักษณะนี้คือ การบำรุงรักษาหรือการทำความสะอาดคอยล์ร้อน ซึ่งมีขนาดเล็กและมีจำนวนมากในระบบ

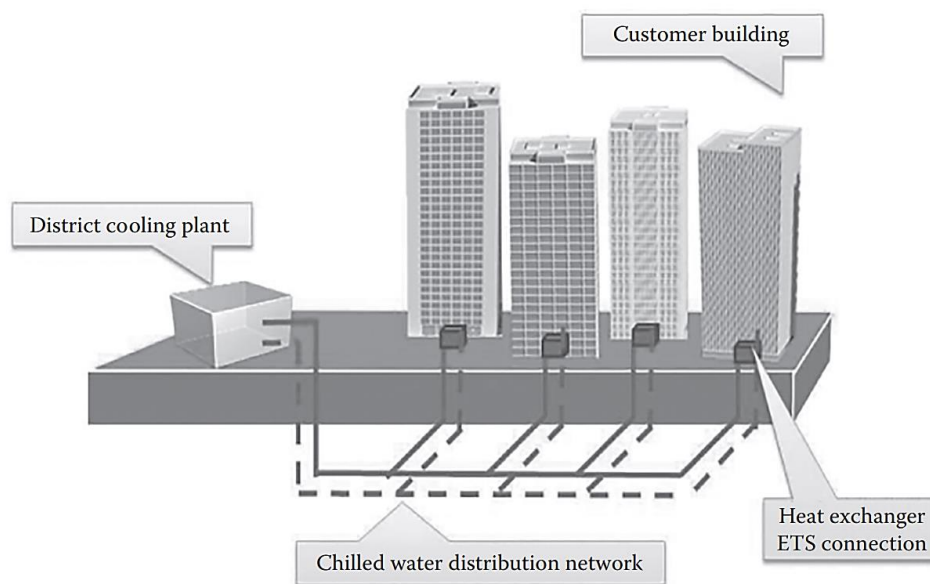
2.1.1.4 ประเภทแยกส่วน (Split Type) เป็นระบบปรับอากาศที่มีขนาดเล็กที่สุด โดยเหมาะกับการใช้งานกับห้องปรับอากาศขนาดเล็ก เนื่องจากมีความสะดวกในด้านการใช้งานและการดูแลรักษา แม้ว่าจะมีประสิทธิภาพต่ำกว่าระบบปรับอากาศใหญ่ก็ตาม ซึ่งมีส่วนประกอบแยกเป็น 2 ส่วน คือ ชุดคอยล์ร้อนที่จะอยู่ภายนอกพื้นที่ปรับอากาศ จะประกอบด้วยชุดท่อความร้อน พัดลม และคอมเพรสเซอร์ ส่วนที่สองคือ ชุดคอยล์เย็น จะอยู่ภายในห้องที่ปรับอากาศ ซึ่งประกอบด้วยชุดท่อความเย็นและพัดลม ปรับปรุงจาก กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม (2567)

2.1.2 ระบบทำความเย็นแบบรวมศูนย์ (District Cooling System)

ระบบทำความเย็นแบบรวมศูนย์ (DCS) เป็นระบบปรับอากาศกลางประเภทน้ำเย็นระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Water Chiller) ที่ผลิตและกระจายน้ำเย็นจากโรงงานไปยังอาคารต่างๆ โดยการรวมการผลิตน้ำเย็นไว้ที่ศูนย์กลางและเพิ่มความประหยัดจากขนาด ระบบการกระจายความเย็นผลิตและจัดส่งน้ำเย็น หรือของไหลรอง (Secondary Fluid) จากแหล่งกลางไปยังผู้บริโภคในลักษณะที่มีประสิทธิภาพ เชื่อถือได้ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าการใช้เครื่องปรับอากาศภายในอาคาร ซึ่งผู้บริโภคอาจเป็นอาคารที่อยู่อาศัย, พาณิชยกรรม, อุตสาหกรรม, หรือผู้ใช้รายอื่นที่ต้องการน้ำเย็น ปรับปรุงจาก A. Olama. (2017)

ส่วนประกอบของระบบทำความเย็นแบบรวมศูนย์

1. โรงผลิตน้ำเย็นส่วนกลาง (District Cooling Plant - DCP)
2. เครือข่ายการกระจายน้ำเย็น (Chilled Water Distribution Network)
3. สถานีแลกเปลี่ยนพลังงาน (Energy Transfer Station - ETS)



ภาพที่ 2-4 ระบบทำความเย็นแบบรวมศูนย์ (District Cooling System)

2.1.2.1 โรงผลิตน้ำเย็นแบบรวมศูนย์ (District Cooling Plant)

โรงผลิตน้ำเย็นแบบรวมศูนย์ (District Cooling Plant : DCP) ถือเป็นหัวใจของระบบ และประกอบด้วยส่วนประกอบหลักทั้งหมดของระบบ โดยที่เครือข่ายการกระจายน้ำเย็น (Chilled Water Distribution Network) จะเป็นหลอดเลือดหลักของการกระจาย ระบบการทำความเย็นแบบรวมศูนย์ (DCS) จะมีประสิทธิภาพที่ประสบความสำเร็จขึ้นอยู่กับทางเลือกส่วนประกอบเหล่านี้และการทำงานร่วมกันของพวกเขา นักออกแบบควรมีพื้นฐานที่เหมาะสมเกี่ยวกับส่วนประกอบของโรงงาน และลักษณะเฉพาะของพวกเขา การใช้พลังงานและน้ำ, ประสิทธิภาพ, ข้อกำหนดในการดำเนินงาน และบำรุงรักษา, และอายุการใช้งานเพื่อให้ได้การออกแบบที่เชื่อถือได้และมีประสิทธิภาพสูงสุด อย่างไรก็ตาม สิ่งที่สำคัญกว่าคือแต่ละส่วนประกอบจะต้องรวมเข้ากับระบบทำความเย็นแบบรวมศูนย์ เพื่อให้บรรลุประสิทธิภาพของระบบทั้งหมด

ส่วนประกอบหลักของโรงผลิตน้ำเย็นแบบรวมศูนย์ (DCP) ได้แก่

1. เครื่องทำน้ำเย็น (Chillers)
2. หอระบายความร้อน (Cooling Towers)
3. ปั๊มน้ำเย็น (Chilled Pumps)

4. ตัวแยกอากาศและอุปกรณ์กำจัดอากาศ (Air Separators and Air Elimination Devices)
5. ถังขยายตัว (Expansion Tanks)
6. ระบบกรองน้ำเย็น/น้ำหล่อเย็น (Chilled/Condenser-Water Filtration System)
7. การบำบัดเคมี (Chemical Treatment)
8. ระบบควบคุม (Control System)

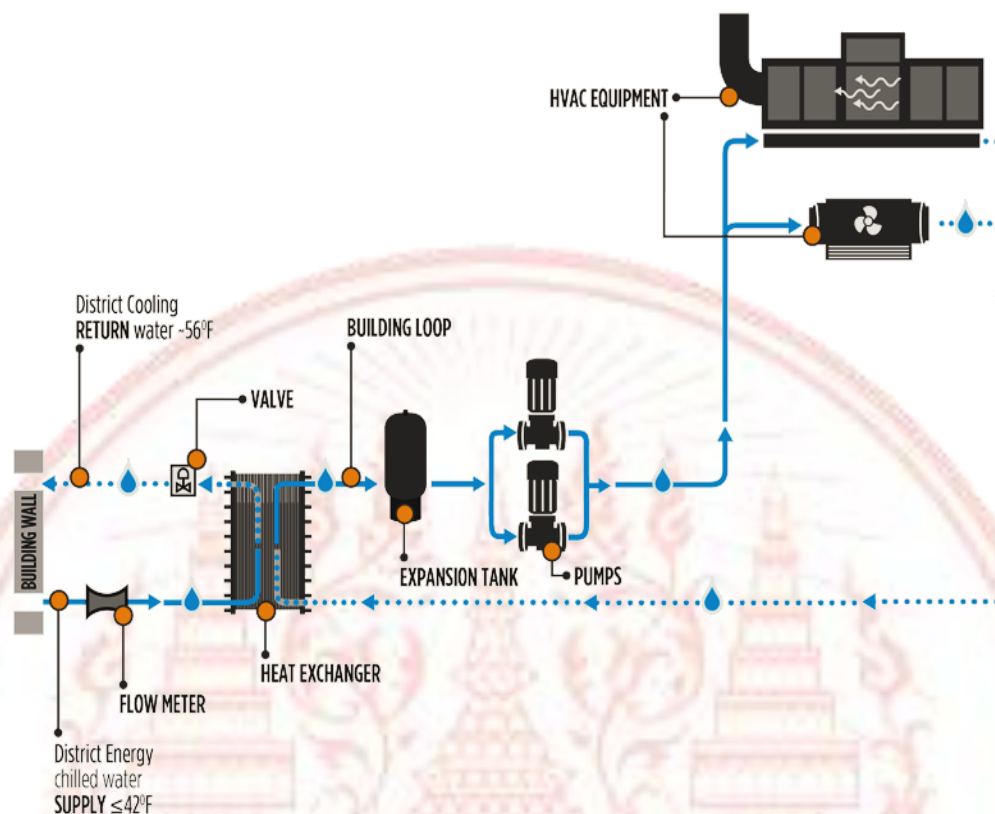
2.1.2.2 เครือข่ายการกระจายน้ำเย็น (Chilled Water Distribution Network)

เครือข่ายการกระจายน้ำเย็น (Chilled Water Distribution Network) ถูกออกแบบมาเพื่อส่งน้ำเย็นไปยังลูกค้าที่เชื่อมต่อได้อย่างปลอดภัย เชื่อถือได้ และมีประสิทธิภาพ เพื่อตอบสนองความต้องการในการทำความเย็น น้ำเย็นจะออกจากโรงงานในสภาพเย็นและกลับมาในสภาพอุ่นหลังจากดูดซับความร้อนที่สัมผัสได้และแฝงจากกระบวนการทำความเย็นเพื่อการใช้งานและความสะดวกสบาย นอกจากนี้ยังดูดซับความร้อนจากพื้นดินขณะที่ถูกส่งและนำกลับมา ตามที่ระบุใน IDEA (2008)

2.1.2.3 สถานีแลกเปลี่ยนพลังงาน (Energy Transfer Station - ETS)

น้ำเย็นที่ผลิตจากโรงงานกลางจะถูกส่งผ่านเครือข่ายการกระจายและสุดท้ายถูกถ่ายโอนไปยังอาคารที่เชื่อมต่อหรือส่วนของผู้อยู่อาศัย การเชื่อมต่อกับอาคารอาจเรียกว่า สถานีถ่ายโอนพลังงาน (Energy Transfer Station : ETS) ดังแสดงในรูป 2-5 ทำหน้าที่เป็นขอบเขตระหว่างโรงผลิตน้ำเย็นและอาคารของผู้อยู่อาศัย ในห้องสถานีถ่ายโอนพลังงานจะมีการติดตั้งมิเตอร์การไหลและเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ ซึ่งจะใช้ในการคำนวณการบริโภคพลังงานความเย็นและความต้องการของผู้อยู่อาศัยเพื่อการเรียกเก็บเงิน โดยจะเรียกว่า มิเตอร์พลังงานความร้อน (Thermal Energy Meter) หรือมิเตอร์ BTU ซึ่งจะใช้ในการตรวจสอบอุณหภูมิของน้ำเย็นที่เข้ามาและออกจากระบบ รวมถึงการคำนวณพลังงานความเย็นที่มีอยู่

ห้องสถานีถ่ายโอนพลังงานปกติประกอบไปด้วยเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน เครื่องสูบน้ำ วาล์วตัดตอน วาล์วควบคุม มิเตอร์ BTU และอุปกรณ์ภาคสนาม เช่น เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและทรานสดิวเซอร์แรงดัน รวมถึงอุปกรณ์ควบคุมเป็นอุปกรณ์หลักในการควบคุมและการทำงาน ปรับปรุงจาก ASHRAE. (2013)



ภาพที่ 2- 5 ไดอะแกรมสถานีแลกเปลี่ยนพลังงาน

ที่มา : District Energy St. Paul (2024), <https://www.districtenergy.com/services/how-it-works/cooling-with-chilled-water>

อุปกรณ์หลักในห้องสถานีแลกเปลี่ยนพลังงาน ได้แก่

(1) เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchangers)

เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน มักทำหน้าที่เป็นเส้นแบ่งความรับผิดชอบระหว่างการเป็นเจ้าของส่วนประกอบต่างๆ ของระบบแบบทางอ้อม โดยเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนทำหน้าที่ในการถ่ายโอนพลังงานความร้อนและเป็นตัวตัดความดันของน้ำในอาคารสูง นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันการผสมของของเหลวจากทั้งสองฝั่ง ซึ่งอาจมีการบำบัดน้ำทางเคมีที่แตกต่างกัน การติดตั้งระบบจะมีความน่าเชื่อถือมากขึ้นหากมีการติดตั้งเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนหลายชุด จำนวนของเครื่องที่ใช้ขึ้นอยู่กับประเภทของโหลด ขนาดและรูปแบบของโหลด และวิธีการที่โหลดเหล่านั้นเปลี่ยนแปลงตลอดทั้งปี

(2) เครื่องสูบน้ำ (Pump)

เครื่องสูบน้ำชนิดแนวนอน (Horizontal) หรือเครื่องสูบน้ำชนิดแนวตั้ง (Vertical) มักถูกเลือกใช้เป็นเครื่องสูบน้ำกระจายน้ำเย็นในระบบทำความเย็นแบบรวมศูนย์ (District Cooling Systems) เนื่องจากมีประสิทธิภาพสูง บำรุงรักษาง่าย และมีขนาดใหญ่ในราคาที่คุ้มค่า แม้ว่าเครื่องสูบน้ำชนิดแนวตั้ง (Inline) จะสามารถลดพื้นที่ในโรงงานได้ แต่ในหมู่เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการและซ่อมบำรุง มักหลีกเลี่ยงการเลือกใช้เครื่องสูบน้ำชนิดแนวตั้ง ตามที่ระบุใน IDEA. (2008)

(3) ถังขยายตัว (Expansion Tanks)

ถังขยายตัวเป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นในระบบทำความร้อนหรือทำความเย็นแบบวงจรปิด เพื่อดูดซับของเหลวที่ขยายตัวและจำกัดแรงดันในระบบทำความร้อนหรือทำความเย็น ถังขยายตัวหรือถังอัดที่มีขนาดเหมาะสมจะสามารถรองรับการขยายตัวของของเหลวในระบบระหว่างรอบการทำความร้อนหรือทำความเย็น โดยไม่ทำให้ระบบเกินขีดจำกัดแรงดันที่กำหนด ถังขยายตัวทำงานโดยใช้แรงอัดของอากาศเพื่อรักษาแรงดันในระบบ โดยรับและปล่อยปริมาณน้ำที่เปลี่ยนแปลงไปตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ GIZ. (2017)

(4) วาล์วควบคุม (Control Valve)

วาล์วควบคุมสามารถแบ่งออกเป็นสองประเภทหลัก ได้แก่ วาล์วควบคุมที่ขึ้นกับแรงดัน (Pressure-dependent) และวาล์วควบคุมที่ไม่ขึ้นกับแรงดัน (Pressure-independent) สำหรับวาล์วควบคุมที่ขึ้นกับแรงดัน อัตราการไหลผ่านคอยล์เย็นหรือเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนจะเปลี่ยนแปลงตามการเปลี่ยนแปลงของโหลดและแรงดันต่าง อัตราการไหลที่เหมาะสมจึงขึ้นอยู่กับปริมาณค่าความแตกต่างของแรงดันที่ถูกต้องในตำแหน่งที่นำไปใช้ในระบบ ในทางตรงกันข้ามวาล์วควบคุมที่ไม่ขึ้นกับแรงดัน อัตราการไหลผ่านคอยล์เย็นหรือเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนจะเปลี่ยนแปลงเฉพาะเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของโหลดเท่านั้น ขนาดที่เหมาะสมของวาล์วนี้จะไม่ขึ้นอยู่กับแรงดันต่างในตำแหน่งที่นำไปใช้ในระบบ

(5) การวัดปริมาณน้ำเย็น (Metering)

เครื่องวัดพลังงาน (Energy meter) คือเครื่องบันทึกปริมาณพลังงานที่ถ่ายโอนจากระบบในอาคารของผู้ใช้งาน ซึ่งจะประกอบด้วยเครื่องวัดอัตราการไหล (Flow meter) ชุดเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ

(Temperature sensors) และเครื่องคำนวณพลังงาน (Energy calculator) ซึ่งทำหน้าที่รวมข้อมูล อัตราการไหล อุณหภูมิ และตัวแก้ไขค่าต่างๆ ปรับปรุงจาก IDEA. (2008)

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งเน้นศึกษาปัญหาเฉพาะงานระบบน้ำเย็นในส่วนของ “ห้อง สถานีแลกเปลี่ยนพลังงาน” (Energy Transfer Station – ETS) ที่อยู่ภายในแต่ละอาคารเท่านั้น ซึ่งถือเป็นองค์ประกอบสำคัญของระบบทำความเย็นแบบรวมศูนย์ (District Cooling System) ที่ทำหน้าที่ถ่ายโอนพลังงานระหว่างระบบผลิตน้ำเย็นส่วนกลางและระบบปรับอากาศภายในแต่ละอาคาร โดยจะประกอบด้วยอุปกรณ์สำคัญ คือ เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน เครื่องสูบน้ำ ถังขยายตัว วาล์ว ควบคุม และมอเตอร์พลังงาน รวมทั้งระบบท่อน้ำตามที่ได้อธิบายไว้ในบทที่ 2.1.2.3 ของเอกสารวิจัยฉบับนี้

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับความล่าช้า

“ความล่าช้า” คือ การกระทำหรือสภาพที่ส่งผลให้โครงการเสร็จสิ้นล่าช้ากว่ากำหนดในสัญญา นอกจากนี้ ความล่าช้าอาจหมายถึงการเริ่มต้นหรือการเสร็จสิ้นกิจกรรมเฉพาะเจาะจงที่ล่าช้ากว่ากำหนดที่วางไว้ ในทางกลับกัน การเรียกร้อง (Claim) คือการร้องขอจากฝ่ายหนึ่งในสัญญา (โดยปกติคือผู้รับเหมา) ไปยังอีกฝ่ายหนึ่ง เพื่อขอค่าชดเชยเพิ่มเติม การขยายระยะเวลา หรือทั้งสองอย่าง หากนำสองคำนี้มารวมกัน การเรียกร้องความล่าช้าหมายถึงการเรียกร้องที่เกี่ยวข้องกับความล่าช้าโดยตรง

2.2.1 ประเภทของความล่าช้า

ความล่าช้าในงานก่อสร้าง แบ่งออกเป็นประเภทต่างๆ ดังนี้

2.2.1.1 ความล่าช้าประเภทยอมรับได้ (Excusable Delay) เป็นความล่าช้าที่ให้สิทธิ์ผู้รับเหมาในการขยายเวลาเพื่อดำเนินงานตามสัญญา ความล่าช้าประเภทนี้มักเกิดจากสาเหตุที่อยู่นอกเหนือการควบคุมของผู้รับเหมา ความล่าช้าประเภทนี้แบ่งย่อยได้เป็น

(1) ความล่าช้าที่อยู่นอกเหนือการควบคุมและไม่เป็นความผิดของเจ้าของงาน เช่น สภาพอากาศที่ผิดปกติ ภัยพิบัติทางธรรมชาติ (แผ่นดินไหว น้ำท่วม พายุเฮอริเคน ฯลฯ) สงครามหรือวิกฤตระดับชาติ หรือการหยุดงานประท้วง ความล่าช้าประเภทนี้มักให้สิทธิ์ผู้รับเหมาในการขยายเวลาแต่ไม่ให้ค่าชดเชยทางการเงิน (ความล่าช้าที่ไม่สามารถเรียกค่าชดเชยได้)

(2) ความล่าช้าที่เกิดจากเจ้าของงานหรือผู้ออกแบบ (สถาปนิก/วิศวกร) ความล่าช้าประเภทนี้มักทำให้ผู้รับเหมาสามารถเรียกคืนทั้งเวลาและค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับความล่าช้าได้ เรียกว่า "ความล่าช้าที่สามารถเรียกค่าชดเชยได้"

2.2.1.2 ความล่าช้าประเภทยอมรับไม่ได้ (Nonexcusable Delay) เป็นความล่าช้าที่ไม่ให้สิทธิผู้รับเหมาในการขยายเวลาหรือเรียกค่าชดเชยทางการเงิน ความล่าช้าประเภทนี้มักเกิดจากผู้รับเหมาเองหรือเหตุที่ไม่เกิดจากผู้รับเหมาแต่ควรได้รับการคาดการณ์ภายใต้สภาพปกติ ตัวอย่างเช่น การเตรียมตัวล่าช้า งานที่ไม่ได้มาตรฐาน การหยุดงานประท้วงที่เกิดจากการปฏิบัติด้านแรงงานที่ไม่เป็นธรรม หรืออุบัติเหตุในไซต์งานที่เกิดจากความประมาทหรือการขาดการเตรียมตัวของผู้รับเหมา ตัวอย่างอื่นๆ เช่น การส่งมอบวัสดุและอุปกรณ์ที่ผู้รับเหมาต้องจัดหาเองล่าช้า ปัญหาการไหลเวียนของเงินสดของผู้รับเหมา สภาพอากาศที่คาดการณ์ได้ในช่วงเวลานั้นของปี หรือการขาดแรงงานที่มีทักษะ

2.2.1.3 ความล่าช้าเกิดพร้อมกัน (Concurrent Delay) ความล่าช้าที่เกิดจากหลายสาเหตุที่เป็นอิสระจากกันในช่วงเวลาเดียวกันอาจถือว่าเป็นความล่าช้าที่เกิดขึ้นพร้อมกัน โดยบ่อยครั้งความล่าช้าที่เกิดขึ้นพร้อมกันนี้จะประกอบด้วยความล่าช้าที่มีเหตุผลและไม่มี ตามที่ระบุใน Mubarak. (2010)

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความล่าช้าและปัญหาในงานก่อสร้างของประเทศไทย

ยงศักดิ์ (2545) ได้ศึกษาเกี่ยวกับปัญหาการจัดการในงานติดตั้งงานระบบในอาคาร ซึ่งมุ่งเน้นปัญหาทางด้านทรัพยากรพื้นฐานคือ ด้านแรงงาน ด้านวัสดุอุปกรณ์ ด้านเงินทุนหมุนเวียน ด้านเครื่องมือเครื่องใช้ และด้านการทำงานหรือการจัดการ โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูลจากประสบการณ์การทำงานของผู้รับเหมาติดตั้งงานระบบในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ที่มีกลุ่มเป้าหมายเป็นผู้จัดการโครงการ ทั้งหมดจำนวน 31 ตัวอย่าง พบว่าปัญหาการติดตั้งระบบภายในอาคารมีดังนี้ 1.ระบบไฟฟ้าปัญหาที่ต้องได้รับการเอาใจใส่เป็นพิเศษ คือปัญหาทางด้านวัสดุอุปกรณ์ ด้านเงินทุนและด้านการทำงาน 2.ระบบสุขภิบาลและป้องกันอัคคีภัยปัญหาที่ต้องได้รับการใส่ใจเป็นพิเศษ คือปัญหาด้านเครื่องมือเครื่องใช้ 3.ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ ปัญหาทุกด้านมีโอกาสเกิดขึ้นเท่ากัน 4.ระบบบำบัดน้ำเสียปัญหาที่ต้องได้รับการใส่ใจเป็นพิเศษคือปัญหาด้าน

แรงงาน โดยมีปัญหาด้านการเงินเป็นปัญหาความที่มีความถี่ ความเสียหายและผลกระทบรวมมากที่สุดจากปัญหาทั้งหมดที่ทำการศึกษา

พิพัฒน์ (2555) ได้ทำการศึกษาปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหาการติดตั้งงานระบบเครื่องกลในโครงการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัย ที่ประกอบไปด้วยงานระบบสุขาภิบาล งานระบบป้องกันอัคคีภัย และงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ โดยใช้การส่งแบบสอบถามทั้งสิ้นจำนวน 180 ชุด ไปยังกลุ่มประชากรที่เป็นกลุ่มในการดำเนินงานวิจัยนี้คือผู้จัดการ วิศวกรโครงการ สถาปนิกโครงการ วิศวกรสนาม ซุปเปอร์ไวเซอร์ โฟร์แมน ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับการติดตั้งงานระบบเครื่องกล ผลการวิจัยพบว่าปัญหาด้านกระบวนการบริหารจัดการโครงการเป็นปัญหาสำคัญที่สุด โดยมีปัญหาย่อยเรื่องการขาดแคลนแรงงานที่มีฝีมือหรือจำนวนแรงงานมีจำนวนไม่เหมาะสมกับปริมาณงานเป็นปัญหาที่มีความรุนแรงมากที่สุด ดังนั้นในการติดตั้งงานระบบเครื่องกลในโครงการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัย ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องต้องให้ความสำคัญปัญหาด้านกระบวนการบริหารจัดการโครงการ เรื่องขาดแคลนแรงงานที่มีฝีมือหรือจำนวนแรงงานที่มีไม่เหมาะสมกับปริมาณงานเป็นอันดับแรกของการแก้ไข้ปัญหา

กณวรรณ (2556) ได้ศึกษาปัจจัยความล่าช้าระหว่างผู้รับเหมางานโครงสร้างและสถาปัตยกรรมกับผู้รับเหมางานระบบในงานก่อสร้างอาคารอุตสาหกรรมในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล การวิจัยนี้มุ่งเน้นประเด็นการศึกษาความคิดเห็นปัจจัยความล่าช้าจากผู้รับเหมางานโครงสร้างและสถาปัตยกรรมกับผู้รับเหมางานระบบ โดยงานวิจัยนี้ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล จากศึกษาวิจัยพบว่าปัจจัยความล่าช้าที่เกิดขึ้นมีความแตกต่างกันตามมุมมองของผู้รับเหมางานโครงสร้างและสถาปัตยกรรมกับผู้รับเหมางานระบบ จะแบ่งปัจจัยหลักคือ การสื่อสารข้อมูลล่าช้าไม่ทันทั่วทั้งที่ การขาดเอกสารในการสื่อสาร การไม่ร่วมมือกันปฏิบัติงานตามขั้นตอน การวางแผนไม่สอดคล้องกับลำดับขั้นตอนการทำงาน การส่งมอบพื้นที่ทำงาน การทำงานเกินระยะเวลา การขาดแคลนแรงงานที่มีฝีมือ การเปลี่ยนแปลงรูปแบบก่อสร้าง ความล่าช้าในการตัดสินใจของผู้บริหาร และปัจจัยย่อยคือ ขาดการประสาน บุคลากรขาดทักษะที่ดีในการติดต่อสื่อสารและประสานงาน วัสดุมีไม่เพียงพอต่อการใช้งานของหน่วยงานก่อสร้าง การขาดการวางแผนการจัดส่ง ความไม่ชัดเจนในการตัดสินใจและสั่งการของผู้บริหาร ผู้บริหารโครงการไม่มีประสบการณ์เพียงพอ งบประมาณที่น้อยเกินไป ความล่าช้าในการพิจารณาเพิ่ม-ลด และค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นจากการทำงานที่ไม่ได้คุณภาพ

นุสรี (2557) ได้ศึกษาผลกระทบต่อแผนงานก่อสร้างและความล่าช้าของโครงการอันเนื่องมาจากการตัดสินใจของเจ้าของโครงการระหว่างการดำเนินงานก่อสร้าง โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลของโครงการโดยการสัมภาษณ์จากผู้เชี่ยวชาญในตำแหน่งผู้จัดการโครงการจำนวน 10 คน แบ่งกิจกรรมงานก่อสร้างอาคารออกเป็นทั้งหมด 6 หัวข้อย่อยคือ ช่วงเตรียมงานก่อสร้าง งานเตรียมสถานที่ก่อสร้าง งานโครงสร้างใต้ดิน งานโครงสร้างเหนือดิน งานสถาปัตยกรรม และงานระบบประกอบอาคาร จากการศึกษาวิจัยพบว่าผลกระทบจากเหตุการณ์ที่ต้องรอการตัดสินใจของเจ้าของโครงการที่มีผลกระทบต่อแผนงานก่อสร้างอาคารในแต่ละกิจกรรม สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้ 1.ไม่สามารถเริ่มงานก่อสร้างได้จากการรอเจ้าของโครงการเตรียมเอกสารเพื่อขออนุญาตก่อสร้าง 2.งานต่อเนื่องทำไม่ได้ทำให้งานล่าช้าออกไปไม่เป็นไปตามแผนงานหลักจากการรอสรุปจากเจ้าของโครงการเรื่องปัญหาความไม่สมบูรณ์เสาเข็ม 3.งานที่ทำไปแล้วผิดพลาดหรือได้รับความเสียหายจากการที่เจ้าของโครงการเปลี่ยนแปลงแบบทำให้ต้องมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง 4. เกิดค่าใช้จ่ายและผลกระทบต่อแผนงานจากการที่รอเจ้าของโครงการมอบหมุดกับ Baseline ปิดเอกสารไม่ชัดเจน การทำหนังสือมอบอำนาจในงานสาธารณูปโภคชั่วคราว และจากการคัดเลือกผู้รับเหมาย่อยที่ล่าช้า

จักรภพ (2558) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับสาเหตุที่ทำให้เกิดความล่าช้าในโครงการก่อสร้างอาคารประเภทศูนย์การค้าที่ใช้การบริหารโครงการก่อสร้างแบบเร่งรัด โดยการนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมเอกสารทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับความล่าช้าในโครงการหรือมีความเกี่ยวข้องระหว่างก่อสร้างจากการศึกษาวิจัยพบว่า 8 ใน 14 เป็นสาเหตุความล่าช้าที่เกิดขึ้นระหว่างการก่อสร้างเนื่องจากผู้ว่าจ้างหรือเจ้าของโครงการมีการปรับเปลี่ยนรายละเอียดหรือรูปแบบของโครงการ ทำให้โครงการต้องเสียเวลาในการแก้ไขงานก่อสร้างที่ดำเนินการไปแล้ว ซึ่งด้วยเวลาที่มีอยู่อย่างจำกัดส่งผลให้ไม่มีเวลาเพียงพอในการแก้ไขงานให้แล้วเสร็จทันตามแผนงานที่วางไว้และเป็นสาเหตุให้โครงการเกิดความล่าช้า

ธนวัฒน์ (2565) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความล่าช้าในการส่งมอบระบบสุขาภิบาลและดับเพลิงอาคารสูงและอาคารขนาดใหญ่พิเศษ โดยอ้างอิงกฎหมายควบคุมอาคารกรุงเทพมหานคร ซึ่งงานวิจัยนี้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด 3 โครงการ ด้วยวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสารและการสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้อง ได้แก่ วิศวกรผู้ออกแบบ ผู้ควบคุมงาน ผู้จัดการโครงการ วิศวกรโครงการ วิศวกรสนาม ดราฟท์แมน โฟร์แมน และผู้รับเหมา จำนวนทั้งสิ้น 30 คน ซึ่งหลังจากการสัมภาษณ์และเก็บข้อมูลได้ทำการจัดกลุ่มของกระบวนการดำเนินโครงการออกเป็นทั้งหมด 3 กระบวนการ ประกอบด้วย 1. กระบวนการผลิตและจัดเตรียม 2. กระบวนการติดตั้งและ

ทดสอบ 3. กระบวนการส่งมอบงาน พบว่าปัญหาที่มีผลกระทบในการส่งมอบระบบสุขภาพและระบบดับเพลิงที่มากที่สุด 3 ลำดับแรกคือ 1. การควบคุมงานติดตั้งและทดสอบที่ไม่ดี 2. กระบวนการงานกันระหว่างผู้รับเหมา และ 3. การทำแบบเพื่อใช้ติดตั้งงานผิดพลาดคลาดเคลื่อน ซึ่งเกี่ยวข้องกับการดำเนินโครงการและบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับโครงการเป็นหลัก ทำให้ส่งผลกระทบกับความล่าช้าของการส่งมอบงานเป็นลักษณะลูกโซ่ในกระบวนการทำงาน

ภัทรพร (2565) ได้ศึกษาเกี่ยวกับปัญหาที่ทำให้เกิดความล่าช้าในโครงการก่อสร้างโรงแรมที่มีลักษณะเป็นการบริหารโครงการก่อสร้างอาคารสูง โดยมีขอบเขตงานที่ศึกษาวิจัยคืองานสถาปัตยกรรมตกแต่งภายในและงานระบบประกอบอาคาร จากการรวบรวมข้อมูล 5 ขั้นตอนหลักดังนี้ 1. ขั้นตอนการศึกษาเอกสาร บทความและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 2. ขั้นตอนการวางโครงร่างงานวิจัยเป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ ขอบเขตการวิจัย 3. ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลจากการศึกษาหน้างานจริง ข้อมูลเอกสารของโครงการ และการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ 4. ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลงานวิจัย 5. ขั้นตอนนำเสนองานวิจัย จากการศึกษาพบว่าปัญหาที่ทำให้เกิดความล่าช้าในโครงการโรงแรมมีดังนี้ 1. แบบงานระบบไม่สามารถรองรับการออกแบบตกแต่งภายในได้ 2. งานที่ดำเนินการเสร็จเรียบร้อยแล้วตามแบบก่อสร้างไม่ตอบรับฟังก์ชันการใช้งาน ไม่เป็นไปตามมาตรฐานโรงแรมเครือข่าย 3. การปรับแบบตามความต้องการของเจ้าของโครงการ 4. แบบที่ใช้ในการทำงานแต่ละส่วนมีความขัดแย้งกัน 5. ผู้ปฏิบัติงานไม่สามารถควบคุมงานให้มีคุณภาพ ค่าใช้จ่ายและระยะเวลาที่กำหนดได้ 6. ขาดความต่อเนื่องในการปฏิบัติงาน 7. น้ำท่วมห้องเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

อรรถพล และ วิสูตร (2565) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับปัญหาและแนวทางแก้ไขความล่าช้าโครงการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยขนาดใหญ่ ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร โดยการประยุกต์ใช้เทคนิคเดลฟายในการสร้างแบบสอบถามเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลจากผู้เกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้างซึ่งงานวิจัยนี้แบ่งถึงช่วงการเก็บข้อมูลเป็น 3 ช่วง ได้แก่ ช่วงที่ 1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 12 คนเพื่อนำมาใช้สร้างแบบสอบถาม ช่วงที่ 2 นำแบบสอบถามกลับไปถามผู้เชี่ยวชาญอีกครั้ง พร้อมให้เสนอแนวทางแก้ไข และในช่วงที่ 3 สอบถามจากผู้เกี่ยวข้องับโครงการพักอาศัยขนาดใหญ่จำนวน 4 โครงการ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์และสรุปสาเหตุของปัญหาความล่าช้าและแนวทางแก้ไข พบว่าปัญหาและสาเหตุความล่าช้างานก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยขนาดใหญ่ที่เรียงลำดับความสำคัญจากมากไปหาน้อยเป็นดังนี้ 1. ขั้นตอนการออกแบบ 2. ขั้นตอนการจัดจ้าง 3. ขั้นตอนการเตรียมการก่อสร้าง 4. ขั้นตอนดำเนินการก่อสร้าง 5. ขั้นตอนเตรียมการก่อนส่งมอบงานก่อสร้าง 6. ขั้นตอนส่งมอบงานก่อสร้าง ในการศึกษาวิจัยนี้ยังเสนอแนว

ทางแก้ไขความล่าช้าโดยให้มีการศึกษาเพิ่มเติมในกระบวนการอื่นๆ เช่น กระบวนการหลังการส่งมอบงานหรือในพื้นที่อื่น เพื่อให้เห็นถึงความเหมือนหรือความแตกต่างของปัญหาและแนวทางในการแก้ไข และเพิ่มเติมความคิดเห็นจากเจ้าหน้าที่อาคารหรือรอบด้าน เพื่อความหลากหลายของคำตอบในมุมมองที่แตกต่างกัน อาจใช้แบบสอบถามในรูปแบบของออนไลน์เพื่อง่ายต่อการเก็บรวบรวมข้อมูล และสรุปผล

2.3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความล่าช้าและปัญหาในงานก่อสร้างของต่างประเทศ

Bhatti และคณะ (2018) ได้ศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่ทำให้เกิดความล่าช้าในการก่อสร้างอาคารสูงในดูไบ สหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ โดยศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจำนวน 64 บทความและวิเคราะห์ถึงปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความล่าช้าได้เป็น 56 ปัจจัย จากการวิจัยพบว่าปัจจัยที่สำคัญที่สุด 10 ปัจจัยที่ทำให้เกิดความล่าช้าในการก่อสร้างอาคารสูงในดูไบ ได้แก่ การจัดหาเงินทุนของผู้รับเหมา การขาดการประสานงาน การจัดทำตารางเวลาและแผนงานที่ไม่เหมาะสม การไม่กล้าตัดสินใจของผู้ว่าจ้าง ความล่าช้าในการชำระเงินจากผู้ว่าจ้าง การเปลี่ยนแปลงขอบเขตของงาน ผลผลิตที่ต่ำของแรงงาน การบริหารสัญญาที่ไม่ดี และการขาดบุคลากรที่ผ่านการฝึกอบรมในทีมโครงการ การล่าช้าเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อโครงการในแง่ของการเพิ่มต้นทุน เวลา และการเกิดข้อพิพาทระหว่างผู้เกี่ยวข้อง ความล่าช้าในการก่อสร้างเป็นปัญหาที่หลีกเลี่ยงได้ยาก ซึ่งส่งผลกระทบต่อโครงการและผู้เกี่ยวข้องโดยตรง การศึกษานี้แนะนำว่าผู้ที่เกี่ยวข้องในก่อสร้างควรมีการศึกษาและฝึกอบรมเกี่ยวกับปัจจัยและผลกระทบของความล่าช้า เพื่อให้สามารถลดปัญหานี้ได้ในอนาคต

Gizem (2024) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจำแนกปัจจัยความล่าช้าในอุตสาหกรรมก่อสร้างตามผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและประเภทของโครงการ โดยใช้วิธีการทบทวนวรรณกรรมในช่วงปี 2014 - 2023 โดยค้นหาจากฐานข้อมูล Scopus ด้วยคำสำคัญที่เกี่ยวข้องกับ "ความล่าช้า" ในโครงการก่อสร้าง พบว่ามีบทความทั้งหมด 42 บทความ จากการกรองข้อมูลได้ปัจจัยความล่าช้าทั้งหมด 1,062 ปัจจัย และหลังจากการกรองเพิ่มเติมเหลือ 90 ปัจจัย จากการศึกษาวิจัยพบว่า ความล่าช้าเป็นปัญหาที่พบบ่อยที่สุดในโครงการก่อสร้าง และส่งผลกระทบมากกว่าการเสียเวลา จากการศึกษา ได้มีการจำแนกปัจจัยความล่าช้าที่พบบ่อยในโครงการก่อสร้างตามกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย โดยแบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่เกี่ยวข้องกับลูกค้า กลุ่มที่ปรึกษา กลุ่มผู้รับเหมา กลุ่มผู้ออกแบบ กลุ่มผู้จัดส่ง และปัจจัยภายนอก โดยปัจจัยที่พบบ่อยที่สุดในกลุ่มปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับลูกค้า คือ ความล่าช้าในการจ่ายเงินงวดของลูกค้า

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความล่าช้าและปัญหาในงานก่อสร้างของทั้งในประเทศและต่างประเทศผู้วิจัยได้อ้างอิงแนวทางการศึกษาวิจัยของธนวัฒน์ (2565) ซึ่งมีแนวทางการศึกษาที่ครอบคลุมกระบวนการดำเนินงานของโครงการก่อสร้าง โดยแบ่งออกเป็น 3 กระบวนการหลัก ได้แก่ 1. กระบวนการผลิตและจัดเตรียม 2. กระบวนการติดตั้งและทดสอบ และ 3. กระบวนการส่งมอบงาน เพื่อระบุสาเหตุของปัญหา ปัจจัยที่ก่อให้เกิดความล่าช้าและผลกระทบในด้านต่างๆ อันเป็นประโยชน์ต่อการวิเคราะห์และเสนอแนะแนวทางในการบริหารจัดการที่เหมาะสมสำหรับโครงการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่พิเศษ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำแนวทางดังกล่าวมาประยุกต์ใช้เป็นกรอบการศึกษาในการวิจัยครั้งนี้



บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาปัญหาในกระบวนการติดตั้งและส่งมอบระบบน้ำเย็นแบบรวมศูนย์ในโครงการก่อสร้างขนาดใหญ่พิเศษที่อยู่ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร ทำให้ทราบถึงสาเหตุของปัญหาในการติดตั้งระบบน้ำเย็นในฝั่งของผู้ใช้อาคาร เพื่อนำเสนอวิธีการในการแก้ไขปัญหาเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการทำงานที่ดีขึ้น และนำข้อมูลที่ได้ไปเป็นแนวทางในการดำเนินงานของโครงการในอนาคต

3.1 แนวทางดำเนินงานวิจัย

3.1.1 ขั้นตอนการศึกษาและค้นคว้าข้อมูล

ขั้นตอนการศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ซึ่งเป็นการศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากหนังสือ บทความ และงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องกับปัญหาในการติดตั้งที่เป็นสาเหตุของความล่าช้าทั้งในและต่างประเทศ

3.1.2 ขั้นตอนการวางแผนโครงร่างงานวิจัย

ขั้นตอนการวางแผนโครงร่างงานวิจัย ซึ่งเป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ของงานวิจัย กำหนดขอบเขตของการศึกษาวิจัย เพื่อกำหนดกรอบและแนวทางในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1.3 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหน้างานจริง ข้อมูลเอกสารของโครงการ การสัมภาษณ์ และการใช้จากแบบสอบถามเก็บข้อมูลจากผู้ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการทำงาน ทั้งนี้เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลพื้นฐานในการทำวิจัย

3.1.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัย

ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัย ซึ่งเป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์และแบ่งประเภท เพื่อหาสาเหตุของของปัญหา ลำดับความสำคัญ ผลกระทบ และแนวทางในการป้องกันปัญหาสาเหตุที่ส่งผลถึงความล่าช้า พร้อมทั้งสรุปผลการวิจัยนี้

3.1.5 ขั้นตอนการนำเสนองานวิจัย

ขั้นตอนการนำเสนองานวิจัย ซึ่งเป็นการทำรายงานวิจัยและนำเสนองานวิจัยในครั้งนี้



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

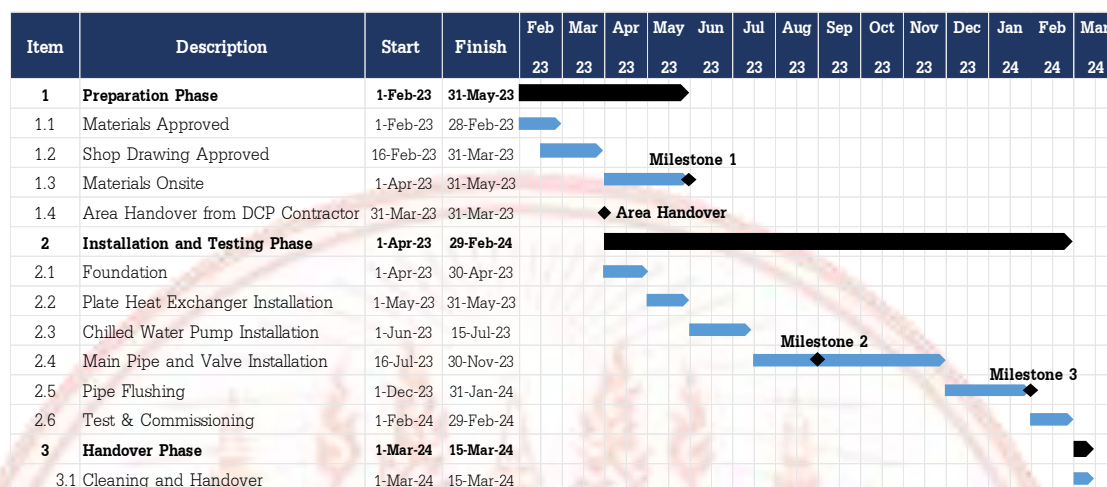
3.2 รายละเอียดกรณีศึกษา

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลในโครงการก่อสร้างขนาดใหญ่พิเศษ ที่สร้างขึ้นเพื่อการอยู่อาศัย และพาณิชยกรรมบนพื้นที่เดียวกัน ภายในพื้นที่โครงการจะประกอบไปด้วย โรงแรม อาคารสำนักงาน คอนโดมิเนียม ศูนย์การค้า สิ่งอำนวยความสะดวก และพื้นที่ส่วนกลางสาธารณะขนาดใหญ่ จำนวน 1 โครงการ ซึ่งในการศึกษาวิจัยนี้จะทำการเก็บข้อมูลจำนวน 3 อาคารดังนี้ อาคารสำนักงาน อาคารศูนย์การค้า และอาคารสำนักงานร่วมกับโรงแรม ซึ่งระบบปรับอากาศของอาคารทั้งหมดในโครงการเป็นประเภทน้ำเย็นระบายความร้อนด้วยน้ำแบบรวมศูนย์ โดยมีจะมีการจ่ายน้ำเย็นจากอาคารโรงผลิตน้ำเย็นส่วนกลาง ผ่านเครือข่ายท่อน้ำเย็นขนาดใหญ่ที่ติดตั้งในร่องคอนกรีตชั้นใต้ดิน (Trench) เข้าสู่ห้องสถานีแลกเปลี่ยนความร้อนในแต่ละอาคารไปยังเครื่องปรับอากาศภายในอาคารทั้งหมด

3.2.1 ลักษณะของอาคาร

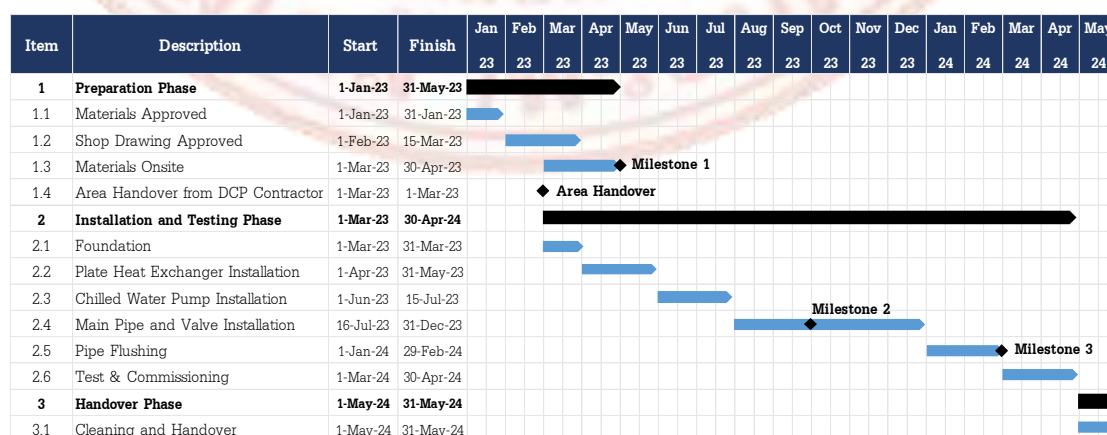
อาคารที่ 1 รายละเอียดภาพรวมของโครงการ เป็นอาคารก่อสร้างใหม่ สูง 50 ชั้น และมีชั้นใต้ดิน 4 ชั้น ความสูงรวม 243.10 เมตร จำนวน 1 อาคาร ลักษณะเป็นอาคารสำนักงานให้เช่า โดยมีพื้นที่ก่อสร้างรวมทั้งหมด 125,000 ตารางเมตร มูลค่างานก่อสร้างประมาณ 3,925 ล้านบาท คิดเป็นมูลค่าของระบบน้ำเย็น (Chilled Water System) ประมาณ 83.7 ล้านบาท เริ่มก่อสร้างในปี 2019 และมีกำหนดแล้วเสร็จในปี 2024

ตารางที่ 3-1 แผนงานติดตั้งและส่งมอบระบบน้ำเย็น อาคารที่ 1 สำนักงานให้เช่า



อาคารที่ 2 รายละเอียดภาพรวมของโครงการ เป็นอาคารก่อสร้างใหม่ สูง 9 ชั้น และมีชั้นใต้ดิน 4 ชั้น ความสูงรวม 55.00 เมตร จำนวน 1 อาคาร ลักษณะเป็นอาคารห้างสรรพสินค้า ซึ่งมุ่งเน้นการใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การก่อสร้างที่มีความปลอดภัย โดยมีพื้นที่ก่อสร้างรวมทั้งหมดประมาณ 192,000 ตารางเมตร และมีพื้นที่ให้เช่ากว่า 85,000 ตารางเมตร มีร้านค้ามากกว่า 900 ร้านค้า ประกอบด้วย ร้านค้าแบรนด์ระดับโลก ศูนย์รวมเทคโนโลยีและนวัตกรรม โซนศิลปะและวัฒนธรรม บริการสุขภาพและความงาม สิ่งอำนวยความสะดวก สถานที่จัดกิจกรรมพิเศษ และพื้นที่สีเขียวขนาดใหญ่ โดยมีมูลค่างานก่อสร้างประมาณ 4,800 ล้านบาท คิดเป็นมูลค่าของระบบน้ำเย็น (Chilled Water System) ประมาณ 74 ล้านบาท เริ่มก่อสร้างในปี 2019 และมีกำหนดแล้วเสร็จในปี 2024

ตารางที่ 3-2 แผนงานติดตั้งและส่งมอบระบบน้ำเย็น อาคารที่ 2 ห้างสรรพสินค้า



อาคารที่ 3 รายละเอียดภาพรวมของโครงการ เป็นอาคารก่อสร้างใหม่ สูง 50 ชั้น และมีชั้นใต้ดิน 4 ชั้น จำนวน 1 อาคาร ลักษณะเป็นอาคารสำนักงานร่วมกับโรงแรม ซึ่งตั้งแต่ชั้น 1 ถึงชั้น 35 เป็นส่วนของสำนักงานให้เช่า มีพื้นที่ทั้งหมด 103,000 ตารางเมตร และตั้งแต่ชั้น 36 ถึง 50 เป็นส่วนของโรงแรม มีพื้นที่รวมทั้งหมดประมาณ 30,000 ตารางเมตร มูลค่าโครงการรวม 4,300 ล้านบาท คิดเป็นมูลค่าของระบบน้ำเย็น (Chilled Water System) ประมาณ 100 ล้านบาท เริ่มก่อสร้างในปี 2023 และมีกำหนดแล้วเสร็จในปี 2026

ตารางที่ 3-3 แผนงานติดตั้งและส่งมอบระบบน้ำเย็น อาคารที่ 3 สำนักงานร่วมกับโรงแรม

Item	Description		Duration	Start	Finish	May 24	Jun 24	Jul 24	Aug 24	Sep 24	Oct 24	Nov 24	Dec 24	Jan 25	Feb 25	Mar 25	Apr 25	May 25
1	Preparation Phase	Plan	107	1-May-24	15-Aug-24													
1.1	Materials Approved	Plan	31	1-May-24	31-May-24													
1.2	Shop Drawing Approved	Plan	41	21-May-24	30-Jun-24													
1.3	Materials Onsite	Plan	46	1-Jul-24	15-Aug-24													
1.4	Area Handover from DCP Contractor	Plan	1	31-May-24	31-May-24													
2	Installation and Testing Phase	Plan	341	1-Jun-24	7-May-25													
2.1	Foundation	Plan	30	1-Jun-24	30-Jun-24													
2.2	Plate Heat Exchanger Installation	Plan	31	1-Jul-24	31-Jul-24													
2.3	Chilled Water Pump Installation	Plan	52	1-Aug-24	21-Sep-24													
2.4	Main Pipe and Valve Installation	Plan	160	22-Sep-24	28-Feb-25													
2.5	Pipe Flushing	Plan	31	1-Mar-25	31-Mar-25													
2.6	Test & Commissioning	Plan	30	1-Apr-25	30-Apr-25													
3	Handover Phase	Plan	15	1-May-25	15-May-25													
3.1	Cleaning and Handover	Plan	15	1-May-25	15-May-25													

3.2.2 ขั้นตอนในการทำงาน

1. ช่วงการเตรียมการ (Preparation Phase)

- การศึกษาแบบและข้อกำหนดของโครงการ อุปกรณ์ต่างๆที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เข้าใจถึงความต้องการและขั้นตอนการทำงานของระบบน้ำเย็นแบบรวมศูนย์
- กำหนดขอบเขตของงาน ศึกษารายละเอียดและขอบเขตของงาน (Scope of Work) ที่จะทำให้ชัดเจนเพื่อลดปัญหาในกระบวนการติดตั้ง เนื่องจากมีการทำงานร่วมกันหลายบริษัท
- การจัดทำแผนงานก่อสร้าง เป็นการวางแผนด้านระยะเวลาและขั้นตอนของการทำงาน เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีระเบียบและมีประสิทธิภาพ ให้ทุกฝ่ายเข้าใจถึงเป้าหมายและแนวทางการทำงานที่ต้องปฏิบัติ โดยช่วยในการกำหนดขอบเขตงาน,

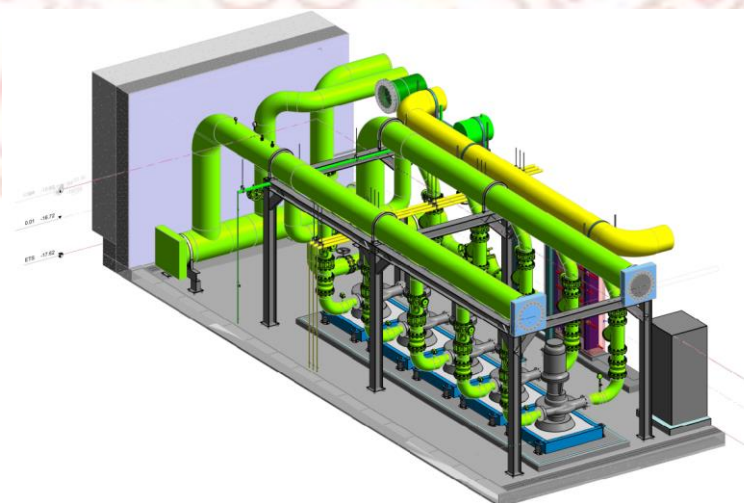
จัดสรรทรัพยากร, วางแผนเวลา, ควบคุมคุณภาพงาน และการจัดการความเสี่ยง เพื่อให้การก่อสร้างสำเร็จตามเป้าหมาย ลดปัญหาที่อาจเกิดขึ้น และทำให้ระบบทำความเย็นแบบรวมศูนย์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

- การสำรวจพื้นที่ เป็นการตรวจสอบสภาพความพร้อมของพื้นที่หน้างานและเส้นทางในการขนส่งวัสดุอุปกรณ์ต่างๆที่จะนำเข้ามาติดตั้งภายในห้องสถานีถ่ายโอนพลังงาน



ภาพที่ 3-2 การสำรวจพื้นที่หน้างาน

- การจัดทำแบบรายละเอียดสำหรับการติดตั้ง (Shop Drawing) โดยต้องสอดคล้องกับการออกแบบเดิม (Design Drawing) โดยใช้ระบบ BIM (Building Information Modeling) เพื่อทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องสามารถเข้าถึงข้อมูลเดียวกัน ทำให้การสื่อสารและการทำงานร่วมกันมีประสิทธิภาพ ลดข้อผิดพลาดในกระบวนการทำงาน



ภาพที่ 3-3 แบบรายละเอียดสำหรับการติดตั้ง (Shop Drawing) โดยใช้ระบบ BIM

- การเตรียมงบประมาณและทรัพยากร เป็นการวางแผนค่าใช้จ่ายในการทำงานห้องสถานีถ่ายโอนพลังงาน โดยมีรายละเอียดค่าใช้จ่ายทั้งในด้านการก่อสร้าง ค่าวัสดุ อุปกรณ์ และค่าจ้างแรงงาน เพื่อให้สามารถควบคุมงบประมาณได้ตามที่ตกลงกับผู้ว่าจ้างไว้
- การวางแผนด้านความปลอดภัย เป็นการวางแผนและตรวจสอบด้านความเสี่ยงในระหว่างการทำงาน เช่น งานเชื่อมที่มีประกายไฟ การทำงานในพื้นที่จำกัด (Confined Space) พื้นที่อับอากาศ หรือความเสี่ยงจากไฟฟ้าแรงสูง ซึ่งเป็นการวางแผนและเตรียมแผนรับมือในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน
- การเตรียมสถานที่หรือการรับมอบห้อง เป็นการรับมอบพื้นที่มาเพื่อทำการติดตั้งงานจากฝ่ายโครงสร้างและสถาปัตยกรรม โดยจะมาพร้อมกับฐานรากหรือแท่นเครื่อง (Foundation) ของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนและเครื่องสูบน้ำ พร้อมโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับห้องเครื่องสถานีถ่ายโอนพลังงาน



ภาพที่ 3-4 แท่นเครื่อง (Foundation) สำหรับห้องสถานีถ่ายโอนพลังงาน

2. ช่วงการติดตั้งและทดสอบ (Installation & Testing Phase)

- การติดตั้งระบบ เป็นการดำเนินติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับระบบน้ำเย็นภายในห้องสถานีถ่ายโอนพลังงาน ไม่ว่าจะเป็นเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน ท่อน้ำเย็น เครื่องสูบน้ำ วาล์ว และอุปกรณ์สำหรับตรวจวัดและควบคุม



ภาพที่ 3-5 การติดตั้งเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน



ภาพที่ 3-6 การติดตั้งเครื่องสูบน้ำ

- การทดสอบแรงดันและการล้างท่อ (Flushing) เป็นการทดสอบแรงดันด้วยน้ำเพื่อทดสอบความแข็งแรงและการรั่วซึมหลังจากการเชื่อม รวมถึงการล้างท่อ (Flushing) เป็นกระบวนการทำความสะอาดภายในท่อ เพื่อล้างสิ่งสกปรก เศษโลหะ หรือวัสดุแปลกปลอมที่อาจตกค้างภายในท่อ
- การทดสอบคุณภาพของน้ำและการเติมสารเคมี เป็นการทดสอบคุณภาพของน้ำเย็นให้มีความเหมาะสมต่อการใช้งานตามข้อกำหนดของโครงการ และการเติมสารเคมีบางชนิดลงไปในระบบน้ำเย็นตามปริมาณที่กำหนดของโครงการหรือผู้เชี่ยวชาญ เพื่อป้องกันการกัดกร่อน การเกิดตะกอน การเติบโตของจุลินทรีย์ การปรับสมดุลน้ำ และรักษาคุณภาพของน้ำ เพื่อยืดอายุการใช้งานของระบบ



ภาพที่ 3-7 การเติมสารเคมีในระบบน้ำเย็น

- การทดสอบการทำงาน (Commissioning) เป็นขั้นตอนสุดท้ายในกระบวนการติดตั้ง ช่วยให้แน่ใจว่าระบบทำงานได้ตามมาตรฐานที่กำหนดและมีประสิทธิภาพสูงสุด กระบวนการนี้รวมถึงการวางแผน การทดสอบ การปรับแต่ง และการฝึกอบรมผู้ใช้งาน

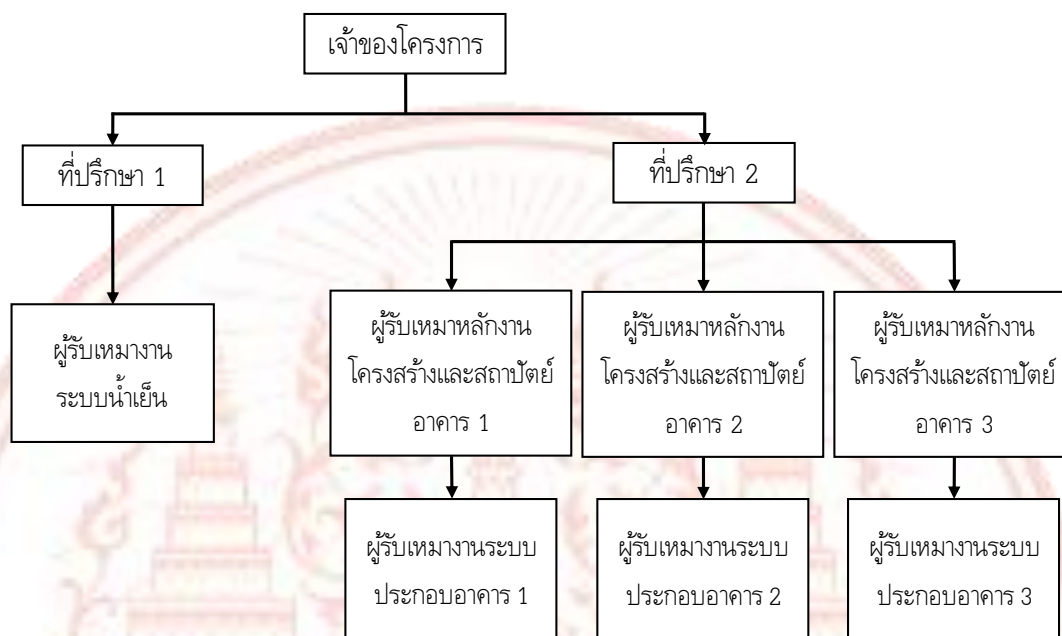
3. ช่วงการส่งมอบงาน (Handover Phase)

- การทดสอบรอบสุดท้าย เป็นการทดสอบการทำงานของระบบทั้งหมดเพื่อส่งมอบงานให้กับผู้ดูแล เพื่อให้มั่นใจว่าระบบสามารถทำงานได้มีประสิทธิภาพตามที่ออกแบบไว้
- การอบรมและให้คำแนะนำ เป็นการจัดอบรมให้กับผู้ใช้งานและผู้ดูแล เพื่อให้มั่นใจว่าสามารถใช้งาน ดูแลระบบ และบำรุงรักษาได้อย่างถูกต้องมีประสิทธิภาพ
- การส่งมอบเอกสาร เป็นการส่งมอบงาน รวมถึงแบบแปลนรายละเอียด ข้อมูลทางเทคนิคของอุปกรณ์ คู่มือการใช้งาน และคู่มือการบำรุงรักษาให้กับผู้ดูแลระบบ

3.3 ผังบริหารโครงการระบบน้ำเย็น

จากภาพที่ 3-8 ซึ่งแสดงผังบริหารโครงการระบบน้ำเย็นในโครงการก่อสร้างที่ใช้ในการศึกษาวิจัย แสดงให้เห็นว่า เจ้าของโครงการเป็นศูนย์กลางของการตัดสินใจ ทั้งในด้านแนวทางการดำเนินงานและการจัดสรรงบประมาณทั้งหมดของโครงการ ในส่วนของฝ่ายที่ปรึกษาโครงการ แบ่งออกเป็น 2 ทีมหลัก ได้แก่ ทีมที่ปรึกษา 1 รับผิดชอบดูแลเฉพาะงานระบบน้ำเย็นแบบรวมศูนย์ ซึ่งครอบคลุมการทำงานของผู้รับเหมาระบบน้ำเย็นทั้งหมดในโครงการ และทีมที่ปรึกษา 2 ดูแลในส่วนของผู้รับเหมาหลักที่เกี่ยวข้องกับงานโครงสร้าง สถาปัตยกรรม และงานระบบประกอบอาคาร ซึ่งทั้ง

สองทีมที่ปรึกษาดังกล่าวเป็นหน่วยงานอิสระที่มาจากคนละบริษัท ดำเนินงานแยกจากกันโดยมีการแบ่งขอบเขตความรับผิดชอบอย่างชัดเจน



ภาพที่ 3-8 ผังบริหารโครงการระบบน้ำเย็นแบบรวมศูนย์

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการเก็บข้อมูลในช่วง โดยใช้การเก็บข้อมูลจากการทำงานหน้างานจริง เอกสารภายในโครงการ และการสัมภาษณ์ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับโครงการ ได้แก่ ผู้ออกแบบ ตัวแทนเจ้าของโครงการ ผู้ควบคุมงานที่ปรึกษาโครงการ ผู้จัดการโครงการ วิศวกรโครงการ วิศวกรสนาม ดราฟต์แมน และไฟร์แมน โดยใช้การสัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมายและจัดบันทึกด้วยแบบสอบถาม จำนวนทั้งหมด 40 คน ซึ่งแบบสอบถามแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับรายละเอียดของผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับ ปัญหาการติดตั้งและมอระบบน้ำเย็นแบบรวมศูนย์ในโครงการก่อสร้างขนาดใหญ่พิเศษ และส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางป้องกันสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นและความคิดเห็น ดังในแบบฟอร์มที่ ก-1 และ ก-2 ในภาคผนวก ก

ตารางที่ 3-4 บุคลากรกลุ่มเป้าหมายที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับโครงการ

ผู้ให้ข้อมูล		อาคารที่ 1	อาคารที่ 2	อาคารที่ 3
ฝ่ายเจ้าของโครงการ	ผู้ออกแบบ	2 คน		
	ตัวแทนเจ้าของโครงการ	3 คน		
	ผู้ควบคุมงาน	3 คน	3 คน	3 คน
ฝ่ายผู้รับเหมาก่อสร้าง	ผู้จัดการโครงการ	1 คน	1 คน	3 คน
	วิศวกรโครงการ	2 คน	2 คน	2 คน
	วิศวกรสนาม	3 คน	3 คน	2 คน
	ดราฟต์แมน	1 คน	1 คน	1 คน
	โพรแมน	2 คน	2 คน	2 คน
รวมทั้งหมด		40 คน		

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการดำเนินงานวิจัยเก็บข้อมูลปัญหาในแต่ละอาคาร โดยการใช้แบบสอบถามในรูปแบบการสัมภาษณ์และจดบันทึกด้วยแบบสอบถามกับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับโครงการ นำมาวิเคราะห์และจัดประเภทของปัญหาเป็นตารางสาเหตุและผลกระทบที่ส่งผลต่อการทำงานในด้านระยะเวลา รวมไปถึงผลกระทบทางด้านต้นทุนหรือค่าใช้จ่าย จำแนกตามช่วงทำงาน ซึ่งแบ่งเป็น 3 ช่วงได้แก่ 1. ช่วงการเตรียมการ 2. ช่วงการติดตั้งและทดสอบ 3. ช่วงการส่งมอบ โดยพิจารณาจากผลกระทบทางด้านระยะเวลาและต้นทุนค่าใช้จ่ายภายในมุมมองของผู้รับเหมา และวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและแนวทางป้องกันปัญหาที่ส่งผลกระทบ 3 ลำดับแรก

บทที่ 4

ผลของการวิจัย

4.1 ผลการเก็บข้อมูล

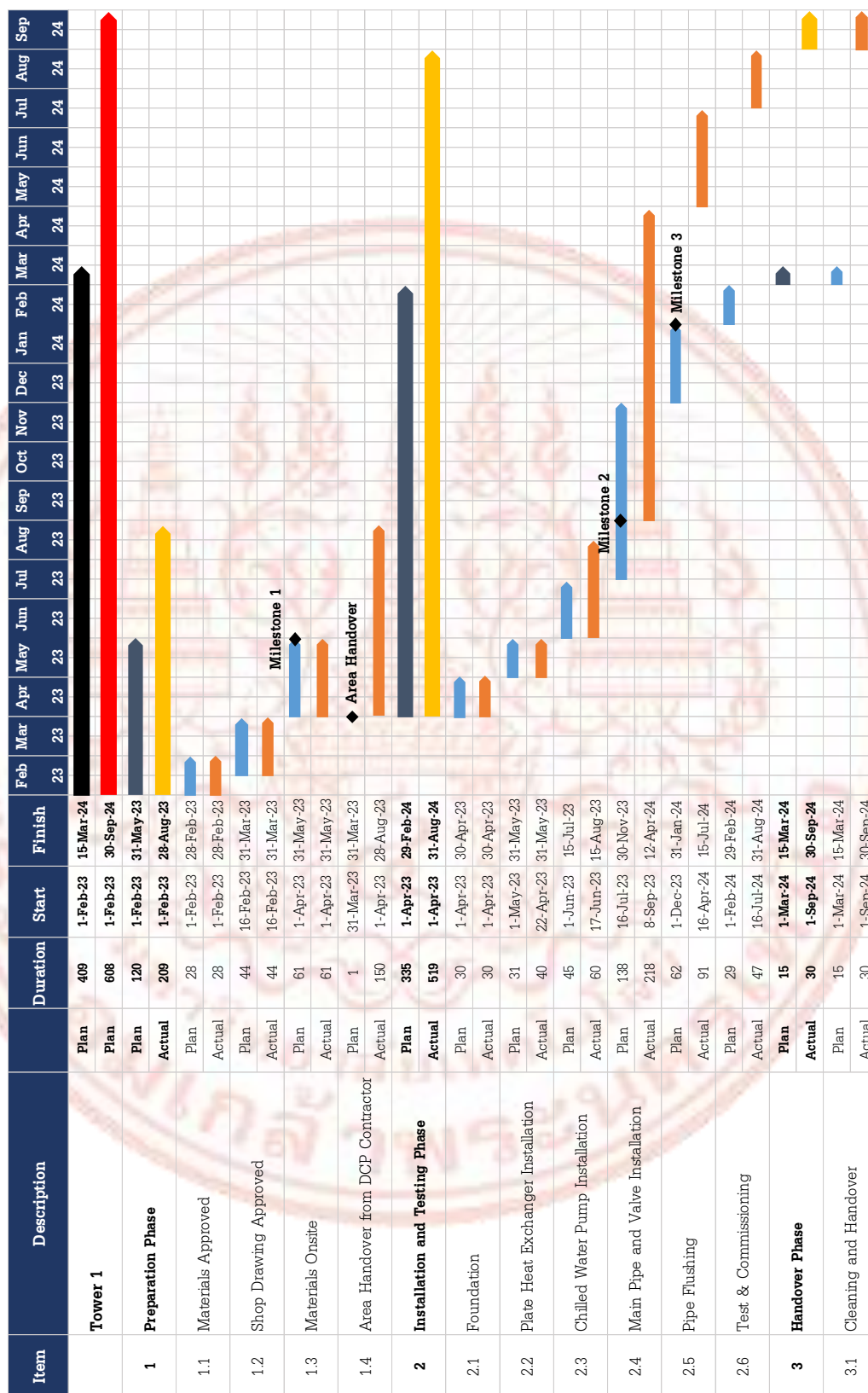
จากการเก็บรวบรวมข้อมูลในอาคารทั้ง 3 อาคาร โดยแบ่งการดำเนินงาน 3 ช่วง ได้แก่ 1. ช่วงการเตรียมการ 2. ช่วงการติดตั้งและทดสอบ และ 3. ช่วงการส่งมอบงาน ผู้วิจัยพบว่าสาเหตุหลักของความล่าช้าส่วนใหญ่เกิดจาก ความไม่มีประสิทธิภาพในการบริหารโครงการ ความล่าช้าในการประสานงานระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และปัญหาทางเทคนิคที่เกิดขึ้นระหว่างการติดตั้งระบบ

ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบระยะเวลาความล่าช้าในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการดำเนินงาน ดังแสดงในตารางที่ 4-1 และสามารถดูรายละเอียดเพิ่มเติมจากแผนงานระบบน้ำเย็น ในรูปที่ 4-1 ถึง 4-3 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงลักษณะและระดับของปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วง

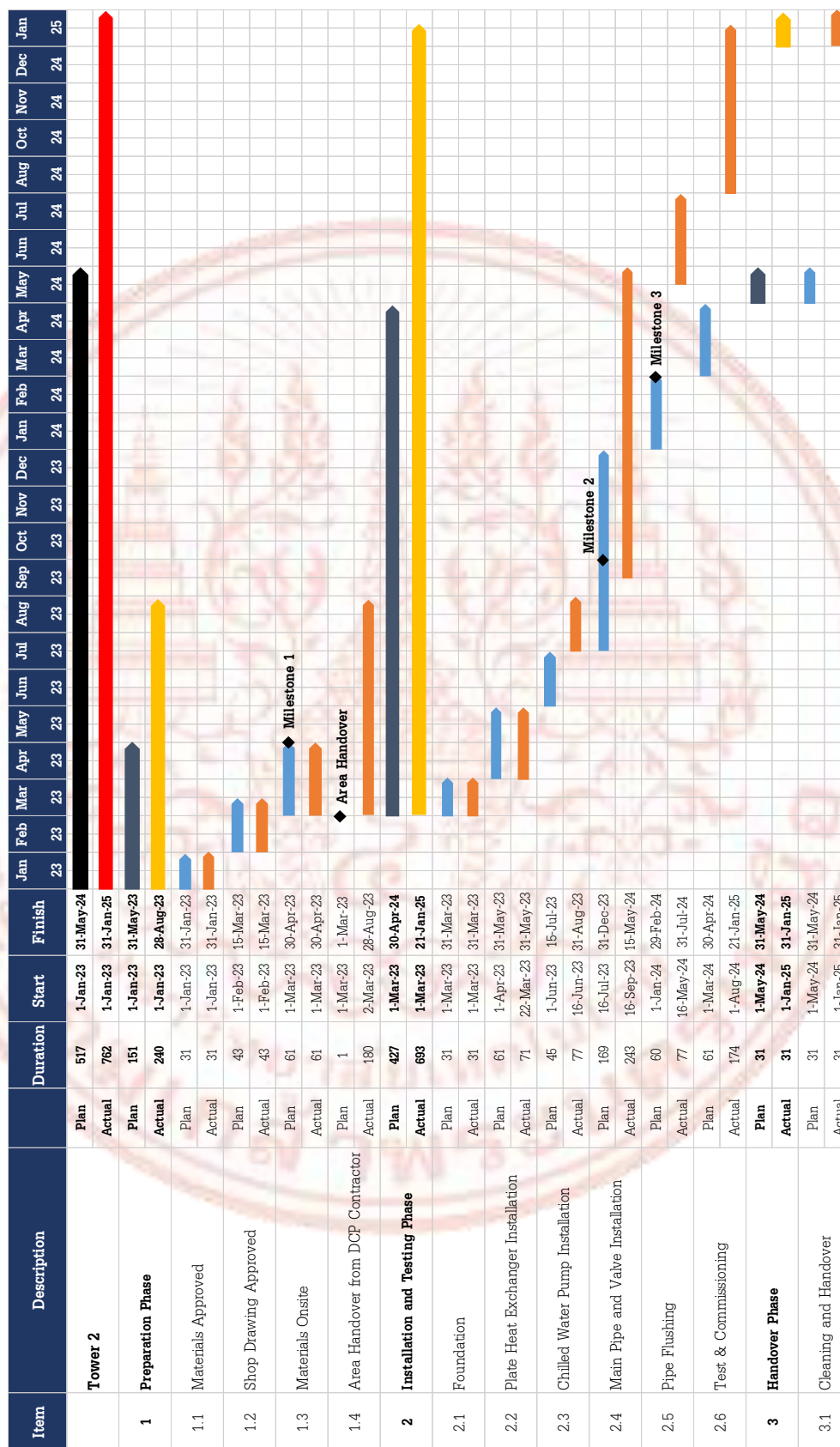
ตารางที่ 4-1 เปรียบเทียบความล่าช้า 3 อาคาร (หน่วย: วัน) (ข้อมูล ณ วันที่ 31/1/2568)

ความล่าช้าที่เกิดขึ้น	อาคารที่ 1	อาคารที่ 2	อาคารที่ 3
1. ช่วงการเตรียมการ (Preparation Phase)			
1.1 Materials Approval	-	-	-
1.2 Shop Drawing Approval	-	-	-
1.3 Materials Onsite	-	-	60
1.4 Area Handover from DCP Contractor	150	180	120
2. ช่วงการติดตั้งและทดสอบ (Installation and Testing Phase)			
2.1 Foundation	-	-	-
2.2 Plate Heat Exchanger Installation	-	-	-
2.3 Chilled Water Pump Installation	30	45	60
2.4 Main Pipe and Valve Installation	137	136	*
2.5 Pipe Flushing	166	153	*
2.6 Test & Commissioning	180	266	*
3. ช่วงการส่งมอบงาน (Handover Phase)			
3.1 Cleaning and Handover	199	245	*

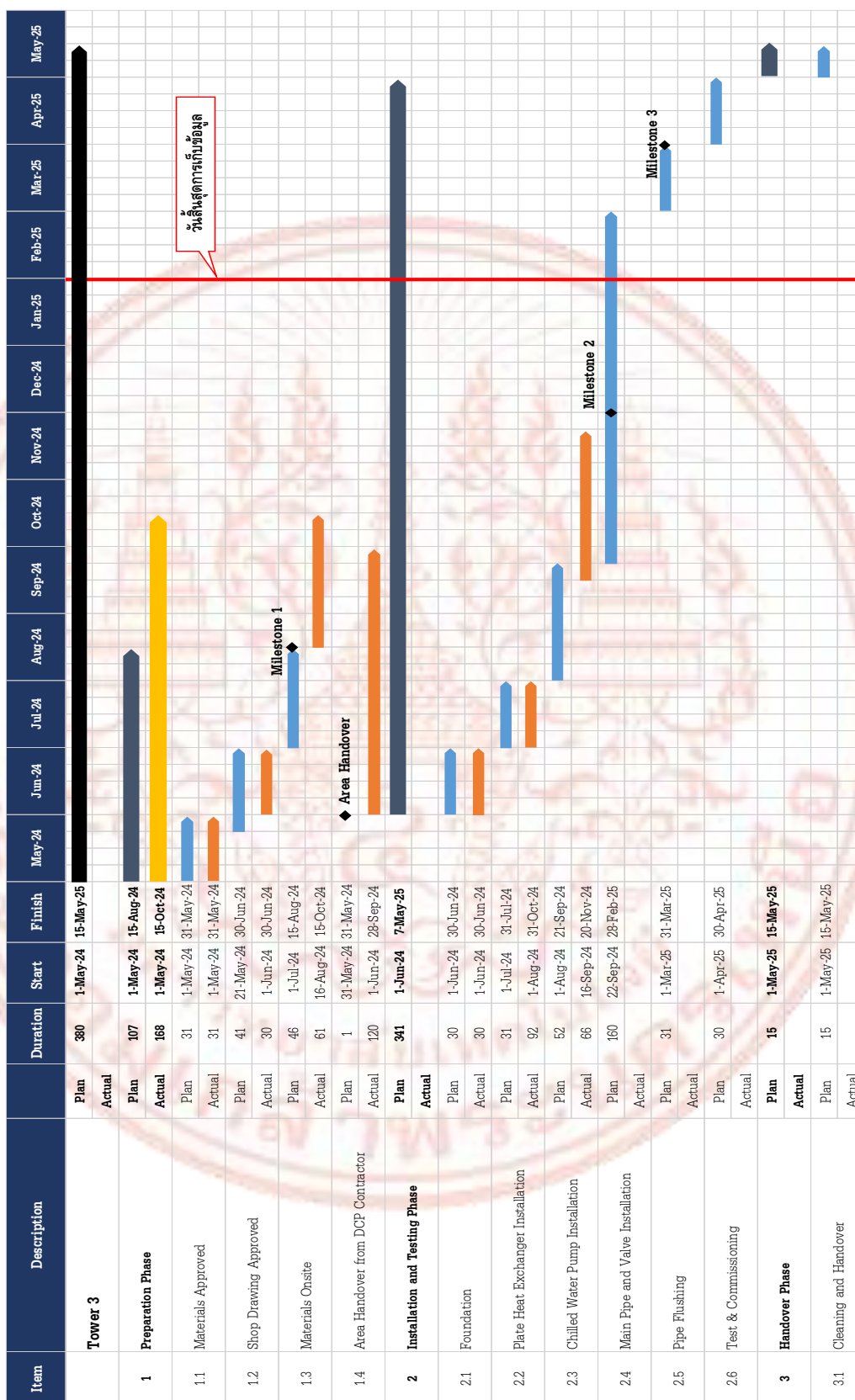
หมายเหตุ: * อาคารที่ 3 ขณะเก็บข้อมูลอยู่ในช่วงของการติดตั้งท่อน้ำเย็น



ภาพที่ 4-1 แผนงานแสดงความคืบหน้าของงานระบบน้ำเย็นแบบรวมศูนย์ อาคารที่ 1



ภาพที่ 4-2 แผนงานแสดงความคืบหน้าของงานระบบน้ำเย็นแบบรวมศูนย์ อาคารที่ 2



ภาพที่ 4-3 แผนงานแสดงความคืบหน้าของงานระบบน้ำเย็นแบบรวมศูนย์ อาคารที่ 3

4.1.1 อาคารที่ 1

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยวิธีการสัมภาษณ์และจดบันทึก รวมทั้งการใช้แบบสอบถาม เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนเพิ่มเติม การเก็บข้อมูลอาคารที่ 1 ทางผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลในช่วง 1 ตุลาคม 2567 – 31 มกราคม 2568 ซึ่งความก้าวหน้าของระบบน้ำเย็น ณ วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2568 ส่งมอบงานระบบน้ำเย็นในท้องถิ่นแล็กเปลี่ยนพลังงานให้กับทางโครงการเป็นที่เรียบร้อย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลของอาคารที่ 1 ผู้วิจัยได้พบปัญหาในแต่ละช่วงการดำเนินงาน ติดตั้งและส่งมอบระบบน้ำเย็นแบบรวมศูนย์ ในโครงการก่อสร้างขนาดใหญ่รวมทั้งหมด 8 ข้อ โดยแบ่งเป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบทางด้านค่าใช้จ่ายทั้งหมด 4 ข้อ และปัญหาที่ส่งผลกระทบทางด้านระยะเวลาทั้งหมด 4 ข้อ โดยเรียงลำดับความรุนแรงของปัญหาจากมากไปน้อย มีดังนี้ คือ

ปัญหาที่ส่งผลกระทบด้านค่าใช้จ่าย ดังแสดงในตารางที่ 4-2

1. การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการติดตั้งระบบท่อและอุปกรณ์
2. การเพิ่มขึ้นตอนทำงานนอกเหนือจากข้อกำหนดและสัญญา
3. การเก็บความเรียบร้อยก่อนการส่งมอบงาน
4. ค่าจ้างเพิ่ม - ลดเปลี่ยนแปลงงาน

ปัญหาที่ส่งผลกระทบด้านระยะเวลา ดังแสดงในตารางที่ 4-3

1. การส่งมอบพื้นที่ล่าช้า
2. การประสานงานระหว่างหน่วยงาน
3. วาล์วในระบบน้ำเย็นไม่เพียงพอ
4. ความล่าช้าในการติดตั้งท่อน้ำเย็น

ตารางที่ 4-2 ผลกระทบทางด้านค่าใช้จ่าย อาคารที่ 1

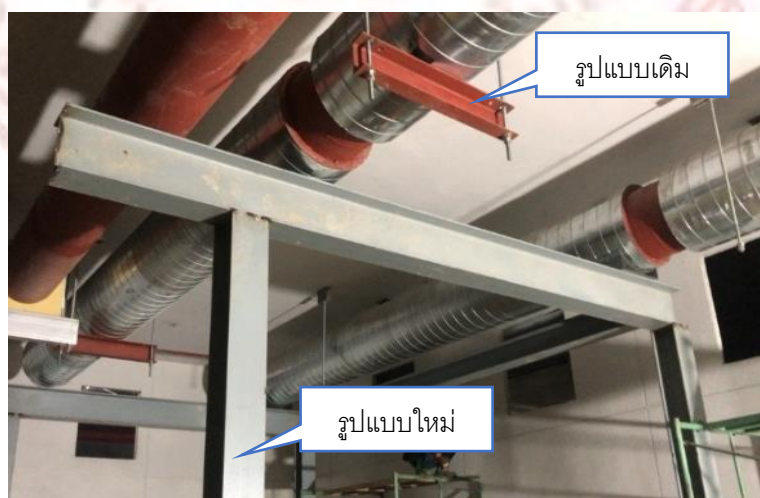
ลำดับ	ปัญหา	รายละเอียดของปัญหา	หน่วยงานที่ก่อให้เกิดปัญหา	ผลกระทบที่เกิดขึ้น					ประเภทความล่าช้า
				ผู้ได้รับผลกระทบโดยตรง	รายละเอียดผลกระทบ	ผลกระทบระยะเวลา	ผลกระทบค่าใช้จ่าย	ผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่าย	
1	การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการติดตั้งระบบท่อและอุปกรณ์ **	มีงานเปลี่ยนแปลงรูปแบบการติดตั้งท่อน้ำเย็น เนื่องจากโครงสร้างไม่สามารถรับน้ำหนักได้	ผู้ออกแบบ	ผู้รับเหมางานระบบประกอบอาคารและผู้รับเหมางานสถาปัตยกรรม	ไม่สามารถทำงานต่อเนื่องจากต้องแก้ไขแบบและขั้นตอนการทำงานใหม่	มีความล่าช้าประมาณ 90 วัน	ความเสียหายค่าวัสดุและค่าแรงมูลค่า 1,742,809 บาท	เจ้าของโครงการ	ยอมรับได้ (Excusable Delay)
2	การเพิ่มท่อและวัสดุกรองนอกเหนือจากข้อกำหนด **	มีการเพิ่มท่อและวัสดุกรองเพื่อ Flushing ท่อน้ำเย็น รวมถึงค่าทำงานล่วงเวลา	เจ้าของโครงการ	ผู้รับเหมางานระบบประกอบอาคาร	ไม่สามารถทำงานได้ตามระยะเวลาเดิมที่กำหนด	มีความล่าช้าประมาณ 60 วัน	ความเสียหายค่าวัสดุและค่าแรงมูลค่า 906,340 บาท	เจ้าของโครงการ	ยอมรับได้ (Excusable Delay)
3	การเก็บความเรียบรอยก่อนการส่งมอบงาน ***	มีความเสียหายเกิดขึ้นในระหว่างการทำงานร่วมกันในพื้นที่	ผู้รับเหมาระบบน้ำเย็นและผู้รับเหมางานระบบ	ผู้รับเหมางานสถาปัตยกรรม	ต้องแก้ไขงานก่อนการส่งมอบงาน มีงานเคลมค่าความเสียหายเกิดขึ้น	มีความล่าช้าประมาณ 140 วัน	ความเสียหายค่าวัสดุและค่าแรงประมาณ 200,000 บาท	ผู้รับเหมาฝั่งโรงผลิตกลางและผู้รับเหมาฝั่งอาคาร	ยอมรับไม่ได้ (Non-excusable Delay)
4	คำสั่งงานเพิ่ม – ลดเปลี่ยนแปลงงาน **	ผู้ออกแบบออกแบบผิดพลาด ไม่ตรงกับข้อกำหนดการใช้งาน	ผู้ออกแบบ	เจ้าของโครงการผู้รับเหมางานระบบประกอบอาคารและงานสถาปัตยกรรม	จัดทาวัดคู่อุปกรณ์และแรงงานในการทำงานเพิ่มเติม	ไม่มีผลกระทบด้านระยะเวลา	ความเสียหายค่าวัสดุและค่าแรงมูลค่า 134,219 บาท	เจ้าของโครงการ	ยอมรับได้ (Excusable Delay)

ผลกระทบด้านค่าใช้จ่าย อาคารที่ 1

1. การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการติดตั้งระบบท่อและอุปกรณ์

ในระหว่างกระบวนการติดตั้งและทดสอบระบบภายในโครงการ เกิดข้อกังวลของผู้ออกแบบงานโครงสร้างเกี่ยวกับความแข็งแรงของพื้นโครงสร้างภายในห้องสถานีถ่ายโอนพลังงาน (ETS Room) เนื่องจากภายในห้อง ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่มีขนาดใหญ่และน้ำหนักค่อนข้างมาก

ส่งผลให้ต้องมีการทบทวนและตรวจสอบน้ำหนักรวมของอุปกรณ์ทั้งหมดภายในพื้นที่ดังกล่าว จากการวิเคราะห์พบว่าน้ำหนักของท่อน้ำเย็นและอุปกรณ์มีค่าสูงเกินกว่าที่ได้ออกแบบไว้ในเบื้องต้น ซึ่งสาเหตุหลักเกิดจากการที่ผู้ออกแบบโครงสร้างไม่ได้รับข้อมูลที่ถูกต้องเกี่ยวกับน้ำหนักของท่อน้ำเย็นและอุปกรณ์จากผู้ออกแบบงานระบบในระหว่างกระบวนการออกแบบ ส่งผลให้ต้องมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการติดตั้งท่อและอุปกรณ์ใหม่ จากเดิมที่ใช้วิธีการแขวนกับท้องพื้นโครงสร้าง เปลี่ยนเป็นการเพิ่มโครงสร้างเหล็กเพื่อรองรับท่อและถ่ายน้ำหนักไปยังโครงสร้างฐานรากแทน การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการติดตั้งระบบท่อและอุปกรณ์มีผลกระทบทั้งด้านงบประมาณและระยะเวลาการดำเนินโครงการ โดยมีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมในส่วนของวัสดุและค่าแรงคิดเป็นมูลค่ารวมทั้งสิ้น 1,742,809 บาท รวมถึงก่อให้เกิดความล่าช้าในการดำเนินงานประมาณ 90 วัน เนื่องจากต้องมีการปรับเปลี่ยนแผนการทำงานใหม่ให้สอดคล้องกับการแก้ไขปัญหาดังกล่าว ซึ่งความล่าช้านี้ถูกจัดอยู่ในประเภทของความล่าช้าที่สามารถยอมรับได้ (Excusable Delay) ในมุมมองของผู้รับเหมางานระบบ ประกอบอาคาร เนื่องจากเป็นข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากกระบวนการออกแบบ ซึ่งไม่ได้อยู่ในขอบเขตความรับผิดชอบของผู้รับเหมางานระบบ โดยโครงการเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมด

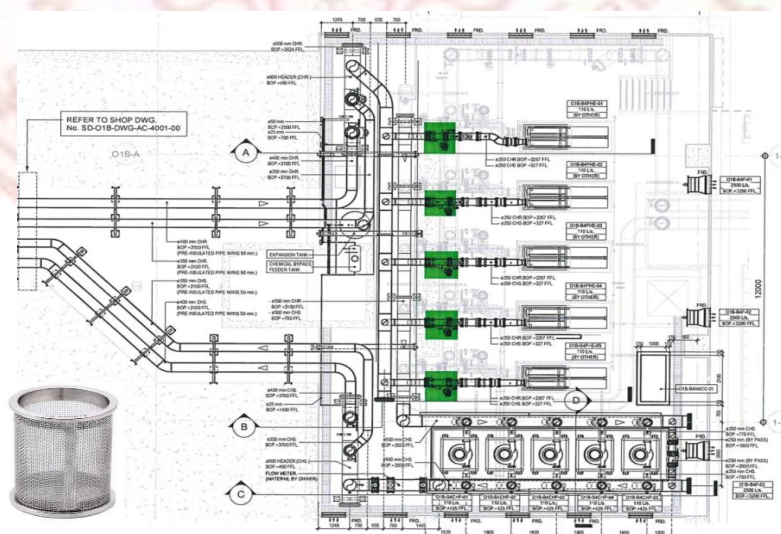


ภาพที่ 4-4 การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการติดตั้งงานของอาคารที่ 1

2. การเพิ่มท่อและวัสดุกรองนอกเหนือจากข้อกำหนด

ในการดำเนินงานโครงการได้มีการเพิ่มขอบเขตงานจากข้อกำหนดเดิมในส่วนของ กระบวนการ ล้างระบบท่อน้ำเย็น โดยมีการติดตั้งท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 200 มิลลิเมตร ที่ตำแหน่งต้นทางและปลายสุดของท่อน้ำเย็น เพื่อเชื่อมต่อระหว่างท่อน้ำเย็นฝั่งจ่าย (Chilled Water Supply) และท่อน้ำเย็นฝั่งกลับ (Chilled Water Return) และยังได้ดำเนินการเพิ่มวัสดุกรองสิ่งสกปรกที่มีความถี่ขนาด 420 ไมครอน (Mesh 40) ติดตั้งภายในตัวกรอง (Strainer) เดิมที่มีอยู่แล้ว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกรองสิ่งสกปรกและช่วยให้กระบวนการล้างระบบดำเนินไปอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ซึ่งการเพิ่มขึ้นตอนดังกล่าว ไม่อยู่ในข้อกำหนดของสัญญาเดิม ส่งผลให้เกิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมในส่วนของวัสดุและค่าแรงเป็นมูลค่า 906,340 บาท รวมถึงส่งผลกระทบต่อระยะเวลาการดำเนินงานประมาณ 60 วัน

ความล่าช้าที่เกิดขึ้นจัดอยู่ในประเภทยอมรับได้ (Excusable Delay) ซึ่งทางผู้รับเหมาสามารถเรียกร้องค่าชดเชยได้ สาเหตุหลักของการเพิ่มขอบเขตงานเกิดจากความจำเป็นของโครงการในการใช้น้ำเย็นเพื่อรองรับระบบปรับอากาศภายในอาคารสำนักงานให้เข้า แต่ความล่าช้าสะสมที่เกิดขึ้นจากการทำงานก่อนหน้านี้ได้ส่งผลกระทบต่อขั้นตอนการทดสอบแรงดัน การล้างท่อ และการทดสอบคุณภาพของน้ำ จากการวิเคราะห์ของที่ปรึกษาโครงการ หากดำเนินการตามกระบวนการปกติอาจไม่สามารถจ่ายน้ำเย็นได้ตามแผนงานที่กำหนดสำหรับผู้เช่าที่จะเข้าพื้นที่ ดังนั้นโครงการจึงได้กำหนดแนวทางการปรับปรุงกระบวนการทำงานดังกล่าว เพื่อให้สามารถดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นไปตามแผนงานที่กำหนด



ภาพที่ 4-5 ตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์กรอง Mesh 40 อาคารที่ 1

3. การเก็บความเรียบร้อยงานสถาปัตยกรรมก่อนการส่งมอบงาน

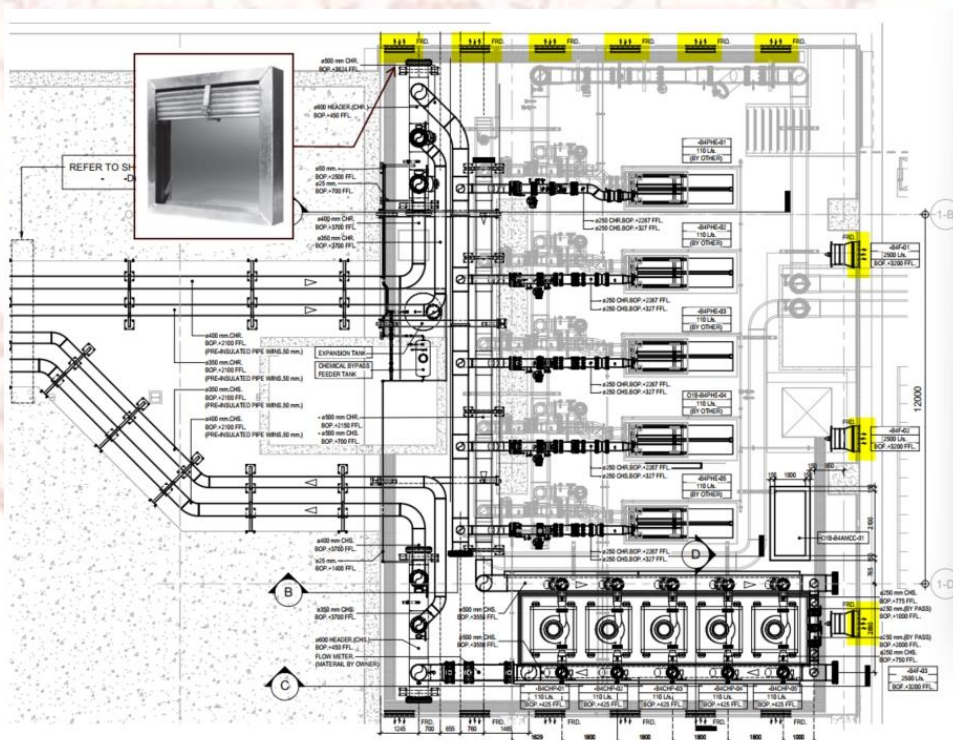
ในกระบวนการดำเนินงานของโครงการ งานสถาปัตยกรรมได้ดำเนินการเก็บรายละเอียดความเรียบร้อยของห้องเป็นที่เรียบร้อย โดยผ่านการตรวจสอบจากที่ปรึกษาโครงการก่อนส่งมอบพื้นที่ให้แก่ฝ่ายงานระบบเพื่อดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งห้องสถานีแลกเปลี่ยนพลังงาน (ETS Room) เป็นพื้นที่ที่ต้องดำเนินงานโดยผู้รับเหมาสองฝ่าย ได้แก่ ผู้รับเหมาระบบผลิตน้ำเย็น และผู้รับเหมางานระบบภายในอาคาร ซึ่งต้องทำงานร่วมกันภายในพื้นที่เดียวกัน ส่งผลให้เกิดความเสียหายต่องานสถาปัตยกรรมที่ดำเนินการเสร็จสิ้นไปก่อนหน้านี้ จากเหตุการณ์ดังกล่าวฝ่ายงานสถาปัตยกรรมจึงได้ยื่นเรื่องเคลมค่าเสียหายที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นค่าวัสดุและค่าแรงในการซ่อมแซมงาน โดยประเมินมูลค่าความเสียหายรวมประมาณ 200,000 บาท แต่เนื่องจากงานภายในห้องดังกล่าวดำเนินการโดยผู้รับเหมาสองฝ่าย และไม่มีเอกสารระบุขอบเขตความรับผิดชอบในการเข้าพื้นที่ทำงานอย่างชัดเจน ส่งผลให้เกิดข้อพิพาทในการตกลงค่าเสียหายที่ต้องรับผิดชอบ ส่งผลให้ฝ่ายงานสถาปัตยกรรมขอสงวนสิทธิ์ในการเข้าแก้ไขซ่อมแซมพื้นที่จนกว่าจะได้รับข้อสรุปที่ชัดเจน ทำให้เกิดความล่าช้าในการดำเนินงานไปประมาณ 140 วัน



ภาพที่ 4-6 ความเสียหายภายในห้องสถานีถ่ายโอนพลังงาน อาคารที่ 1

4. คำสั่งงานเพิ่ม – ลดเปลี่ยนแปลงงาน

ห้องสถานีแลกเปลี่ยนพลังงาน (ETS Room) เป็นห้องเครื่องหลักของระบบทำความเย็นในอาคาร ซึ่ง ตามข้อกำหนดของโครงการ ผนังโครงสร้าง ช่องเปิด และระบบระบายอากาศของห้องต้องมีอัตราการทนไฟไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง เพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานด้านความปลอดภัยจากอัคคีภัย ซึ่งในกระบวนการออกแบบระบบวิศวกรรมของอาคาร ผู้ออกแบบไม่ได้กำหนดการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันไฟลาม (Fire Damper) ในระบบระบายอากาศ ส่งผลให้ต้องมีการปรับปรุงและติดตั้งเพิ่มเติมในระหว่างขั้นตอนการก่อสร้าง เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดด้านความปลอดภัยของโครงการ การแก้ไขดังกล่าว ส่งผลให้เกิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมเป็นจำนวนเงิน 134,219 บาท กรณีนี้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการวางแผนและตรวจสอบรายละเอียดในการออกแบบระบบวิศวกรรมอาคารตั้งแต่ขั้นตอนแรก เพื่อหลีกเลี่ยงค่าใช้จ่ายที่อาจเกิดขึ้นจากการแก้ไขงานภายหลัง ซึ่งอาจกระทบทั้งงบประมาณและระยะเวลาการดำเนินงานของโครงการ



ภาพที่ 4-7 ตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันไฟลาม อาคารที่ 1

ตารางที่ 4-3 ผลกระทบทางด้านระยะเวลา อาคารที่ 1

ลำดับ	ปัญหา	รายละเอียดของปัญหา	หน่วยงานที่ก่อให้เกิดปัญหา	ผลกระทบที่เกิดขึ้น					ประเภทความล่าช้า
				ผู้ที่ได้รับผลกระทบโดยตรง	รายละเอียดผลกระทบ	ผลกระทบระยะเวลา	ผลกระทบค่าใช้จ่าย	ผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่าย	
1	การซ่อมบ่อพื้นที่ล่าช้า *	การทำงานของผู้รับเหมาระบบน้ำเย็นเกิดความล่าช้าไม่เป็นไปตามแผนงานที่วางไว้	ผู้รับเหมาระบบน้ำเย็น	ผู้รับเหมางานระบบประกอบอาคาร	ทำงานล่าช้ากว่าแผนที่กำหนด ต้องมีการปรับแผนการติดตั้งใหม่	มีความล่าช้าประมาณ 150 วัน	ไม่มีผลกระทบต่อค่าใช้จ่าย	ไม่มี	ยอมรับได้ (Excusable Delay)
2	การประสานงานระหว่างหน่วยงาน **	ขาดการประสานงานกันระหว่างผู้รับเหมา ระบบน้ำเย็นกับผู้รับเหมา ระบบบ่ออาคาร	เจ้าของโครงการ	ผู้รับเหมาระบบน้ำเย็นและผู้รับเหมางานระบบประกอบอาคาร	เกิดความขัดข้องในการทำงาน ไม่สามารถทำงานได้ต่อเนื่อง	มีความล่าช้าประมาณ 30 วัน	ไม่มีผลกระทบต่อค่าใช้จ่าย	ไม่มี	ยอมรับไม่ได้ (Non-excusable Delay)
3	วาล์วในระบบน้ำเย็นไม่เพียงพอ **	ขาดวาล์วน้ำเย็นในขั้นตอนการติดตั้ง เนื่องจากวิศวกรโครงการถอดปริมาณผิด	ผู้รับเหมางานระบบประกอบอาคาร	ผู้รับเหมางานระบบประกอบอาคาร	ไม่สามารถทำงานได้ต่อเนื่อง ต้องรอวัสดุอุปกรณ์จากผู้ผลิต	มีความล่าช้าประมาณ 25 วัน	ไม่มีผลกระทบต่อค่าใช้จ่าย	ไม่มี	ยอมรับไม่ได้ (Non-excusable Delay)
4	ความล่าช้าในการติดตั้งพื่อน้ำเย็น **	ไม่สามารถหาช่างที่มีความเชี่ยวชาญในงานพื่อน้ำเย็นเข้ามาในเวลาที่กำหนดได้	ผู้รับเหมางานระบบประกอบอาคาร	ผู้รับเหมางานระบบประกอบอาคาร	ต้องปรับแผนการทำงานใหม่ เพื่อให้ไม่กระทบกับงานต่อไป	มีความล่าช้าประมาณ 7 วัน	ไม่มีผลกระทบต่อค่าใช้จ่าย	ไม่มี	ยอมรับไม่ได้ (Non-excusable Delay)

ผลกระทบด้านระยะเวลา อาคารที่ 1

1. การส่งมอบพื้นที่ล่าช้า

ความล่าช้าในการส่งมอบพื้นที่ที่เกิดจากกระบวนการดำเนินงานของผู้รับเหมาระบบน้ำเย็นจากส่วนกลาง ซึ่งมีหน้าที่ติดตั้งระบบท่อน้ำเย็นภายในห้องสถานีถ่ายโอนพลังงานของอาคาร โดยขอบเขตของงานดังกล่าวครอบคลุมการติดตั้งท่อน้ำเย็นที่ส่งมาจากโรงผลิตน้ำเย็นส่วนกลาง เพื่อจ่ายน้ำเย็นให้กับอาคารต่างๆ โดยกระบวนการดำเนินงานเริ่มต้นจากการรับพื้นที่จากผู้รับเหมางานโครงสร้างและสถาปัตยกรรมของอาคารที่ 1 ก่อนดำเนินการติดตั้งท่อน้ำเย็นภายในห้องสถานีถ่ายโอนพลังงาน อย่างไรก็ตามผู้รับเหมาระบบน้ำเย็นจากส่วนกลางมีภาระหน้าที่ในโครงการที่ครอบคลุมตั้งแต่การติดตั้ง ทดสอบ ดำเนินงาน และบำรุงรักษาระบบน้ำเย็น โดยรวมถึงการติดตั้งอุปกรณ์ภายในโรงผลิตน้ำเย็น การติดตั้งเครือข่ายท่อน้ำเย็นจากโรงผลิตน้ำเย็นส่วนกลางไปยังห้องสถานีแลกเปลี่ยนพลังงานของแต่ละอาคาร แต่เนื่องจากขอบเขตงานที่มีความกว้างขวางและซับซ้อน ประกอบกับความต้องการใช้ทรัพยากรในปริมาณมาก ส่งผลให้ผู้รับเหมาระบบน้ำเย็นไม่สามารถจัดสรรทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพและทันทั่วถึง

ปัญหาความล่าช้าที่เกิดขึ้นมีสาเหตุมาจากปัจจัยหลัก ได้แก่ 1. การขาดแคลนแรงงานที่เพียงพอต่อปริมาณงาน ซึ่งส่งผลให้การดำเนินงานในแต่ละขั้นตอนล่าช้ากว่ากำหนด 2. ความล่าช้าในกระบวนการจัดซื้อจัดจ้างวัสดุอุปกรณ์ โดยเฉพาะวัสดุและอุปกรณ์เฉพาะทางที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ทำให้เกิดความล่าช้าในการติดตั้งและทดสอบระบบ จากปัจจัยดังกล่าวส่งผลให้โครงการเกิดความล่าช้าในการส่งมอบพื้นที่เป็นระยะเวลาประมาณ 150 วัน ซึ่งกระทบต่อผู้รับเหมางานระบบภายในอาคาร เนื่องจากไม่สามารถเข้าพื้นที่และดำเนินงานในกระบวนการถัดไปได้ตามแผนงานที่กำหนดไว้

Item	Description		Duration	Start	Finish	Feb 23	Mar 23	Apr 23	May 23	Jun 23	Jul 23	Aug 23	Sep 23
1	Preparation Phase	Plan	120	1-Feb-23	31-May-23								
		Actual	209	1-Feb-23	28-Aug-23								
1.1	Materials Approved	Plan	28	1-Feb-23	28-Feb-23								
		Actual	28	1-Feb-23	28-Feb-23								
1.2	Shop Drawing Approved	Plan	44	16-Feb-23	31-Mar-23								
		Actual	44	16-Feb-23	31-Mar-23								
1.3	Materials Onsite	Plan	61	1-Apr-23	31-May-23								
		Actual	61	1-Apr-23	31-May-23								
1.4	Area Handover from DCP Contractor	Plan	1	31-Mar-23	31-Mar-23								
		Actual	150	1-Apr-23	28-Aug-23								

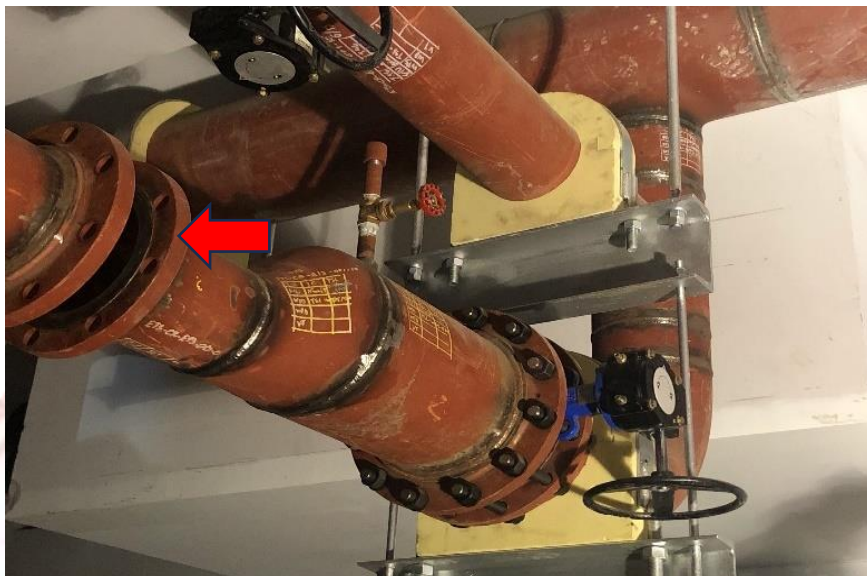
ภาพที่ 4-8 แผนงานแสดงความล่าช้าในการส่งมอบพื้นที่ของอาคารที่ 1

2. การประสานงานระหว่างหน่วยงาน

ในการดำเนินงานติดตั้งระบบน้ำเย็นแบบรวมศูนย์ ภายในห้องสถานีถ่ายโอนพลังงานของแต่ละอาคาร มีการแบ่งการทำงานระหว่างผู้รับเหมางานระบบออกเป็น 2 ฝ่ายหลัก ได้แก่ ผู้รับเหมาระบบน้ำเย็น (DSP Contractor) และผู้รับเหมางานระบบประกอบอาคาร (MEP Contractor) ซึ่งทั้งสองฝ่ายมีขอบเขตงานที่ต้องดำเนินการร่วมกันภายในพื้นที่เดียวกัน ส่งผลให้ต้องอาศัยการประสานงานที่มีประสิทธิภาพเพื่อให้กระบวนการติดตั้งเป็นไปอย่างราบรื่นและสามารถดำเนินการได้ตามแผนงานที่กำหนด โดยที่ทั้งสองฝ่ายจะมีที่ปรึกษาโครงการแยกเป็นอิสระจากกันอย่างชัดเจน ตามรูปที่ 3-8 แสดงผังการทำงานระบบน้ำเย็นแบบรวมศูนย์ของโครงการที่ศึกษาวิจัย แต่โครงการไม่ได้มีการกำหนดให้มีทีมงานกลางสำหรับทำหน้าที่ประสานงานระหว่างสองฝ่าย รวมถึงไม่ได้มีการจัดประชุมอย่างเป็นทางการเพื่อวางแผนการทำงานร่วมกัน ทำให้เกิดปัญหาในด้านการจัดทำแผนงาน การกำหนดลำดับขั้นตอนการทำงาน และการติดตามความก้าวหน้าของโครงการที่ไม่มีความต่อเนื่อง ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้เกิดความล่าช้าในช่วงการเตรียมการและการติดตั้งงานระบบน้ำเย็นแบบรวมศูนย์เป็นระยะเวลาประมาณ 30 วัน และแม้ว่าความล่าช้าดังกล่าวจะไม่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อค่าใช้จ่ายของโครงการ แต่มีผลต่อระยะเวลาการดำเนินงานโดยรวมและอาจส่งผลกระทบต่อแผนงานในขั้นตอนถัดไป

3. วาล์วในระบบน้ำเย็นไม่เพียงพอ

ความล่าช้าในกระบวนการติดตั้งงานระบบภายในโครงการเกิดขึ้นจากข้อผิดพลาดในการถอดปริมาณวัสดุของวิศวกรโครงการฝ่ายผู้รับเหมางานระบบประกอบอาคาร โดยพบว่ามีการถอดปริมาณจำนวนวาล์วที่ใช้ในระบบน้ำเย็นไม่ครบถ้วนตามความต้องการใช้งานจริง ส่งผลให้เกิดการขาดแคลนอุปกรณ์ที่จำเป็นต่อการติดตั้ง โดยวาล์วเหล่านี้เป็นอุปกรณ์ที่ต้องสั่งนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งมีระยะเวลาการจัดหาและการขนส่งที่ต้องใช้เวลาพอสมควร เนื่องจากระยะเวลาในการนำเข้าอุปกรณ์มีความล่าช้าเกินกว่าที่คาดการณ์ไว้ ทำให้กระบวนการติดตั้งไม่สามารถดำเนินการได้ตามแผนที่กำหนด และต้องหยุดชะงักลงเป็นระยะเวลาประมาณ 25 วัน เป็นความล่าช้าประเภทยอมรับไม่ได้ (Non-excusable Delay) ส่งผลให้ไม่สามารถดำเนินงานในขั้นตอนถัดไปที่เกี่ยวข้องกับระบบน้ำเย็นได้ตามลำดับที่วางแผนไว้ แม้ว่าความล่าช้านี้จะส่งผลกระทบต่อระยะเวลาการติดตั้งงานโดยรวม แต่ไม่ได้ส่งผลกระทบโดยตรงต่อกระบวนการเบิกงวดงานของโครงการ



ภาพที่ 4-9 แสดงตำแหน่งวาล์วที่ช่องไม่เพียงพอในการติดตั้งงาน

4. ความล่าช้าในการติดตั้งท่อน้ำเย็น

ในช่วงเริ่มต้นของการดำเนินงานผู้รับเหมางานระบบประกอบอาคารประสบปัญหาในการจัดหาช่างที่มีทักษะและความชำนาญที่เหมาะสมในการติดตั้งระบบน้ำเย็นแบบรวมศูนย์ เนื่องจากระบบน้ำเย็นแบบรวมศูนย์เป็นระบบที่มีลักษณะเฉพาะและความซับซ้อนในทุกขั้นตอนของการทำงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบซึ่งมีขนาดใหญ่และน้ำหนักมาก เช่น ท่อเหล็กและเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน ที่ต้องการเครื่องมือเฉพาะและแรงงานที่มีทักษะและความชำนาญสูงในการติดตั้งเพื่อให้สามารถดำเนินงานได้ตามข้อกำหนดทางเทคนิคที่ระบุไว้ในโครงการ ทำให้ไม่สามารถดำเนินการติดตั้งตามแผนที่กำหนดไว้ในตอนแรก ซึ่งส่งผลให้เกิดความล่าช้าในกระบวนการติดตั้งท่อน้ำเย็นของอาคารประมาณ 7 วัน แม้ว่าความล่าช้านี้จะไม่ได้ส่งผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายโดยตรง แต่ก็มีผลกระทบต่อระยะเวลาการดำเนินงานในส่วนของการติดตั้งระบบน้ำเย็นในท้องถิ่นถ่ายโอนพลังงานของอาคาร

4.1.2 อาคารที่ 2

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยวิธีการสัมภาษณ์และจดบันทึก รวมทั้งการใช้แบบสอบถาม เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนเพิ่มเติม การเก็บข้อมูลอาคารที่ 2 ทางผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลในช่วง 1 ตุลาคม 2567 – 31 มกราคม 2568 ซึ่งความก้าวหน้าของระบบน้ำเย็น ณ วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2568 ส่งมอบงานระบบน้ำเย็นในท้องถณานี้แล้กเปลี่ยนพลังงานให้กับทางโครงการเป็นที่เรียบร้อย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลของอาคารที่ 2 ผู้วิจัยได้พบปัญหาในแต่ละช่วงการดำเนินงาน ติดตั้งและส่งมอบระบบน้ำเย็นแบบรวมศูนย์ ในโครงการก่อสร้างขนาดใหญ่รวมทั้งหมด 9 ข้อ โดยแบ่งเป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบทางด้านค่าใช้จ่ายทั้งหมด 5 ข้อ และปัญหาที่ส่งผลกระทบทางด้านระยะเวลาทั้งหมด 4 ข้อ โดยเรียงลำดับความรุนแรงของปัญหาจากมากไปน้อย มีดังนี้ คือ

ปัญหาที่ส่งผลกระทบด้านค่าใช้จ่าย ดังแสดงในตารางที่ 4-4

1. การเปลี่ยนแบบรูปแบบการติดตั้งระบบท่อและอุปกรณ์
2. การเพิ่มท่อและวัสดุกรองนอกเหนือจากข้อกำหนด
3. ค่าสั่งงานเพิ่ม – ลดเปลี่ยนแปลงงาน
4. การเก็บความเรียบร้อยงานสถาปัตยกรรมก่อนการส่งมอบงาน
5. การเลือกใช้วัสดุที่ไม่เหมาะสม

ปัญหาที่ส่งผลกระทบด้านระยะเวลา ดังแสดงในตารางที่ 4-5

1. การส่งมอบพื้นที่ล่าช้า
2. ค่าสั่งชะลอานจากเจ้าของโครงการ
3. การประสานงานระหว่างหน่วยงาน
4. ความล่าช้าในการติดตั้งท่อน้ำเย็น

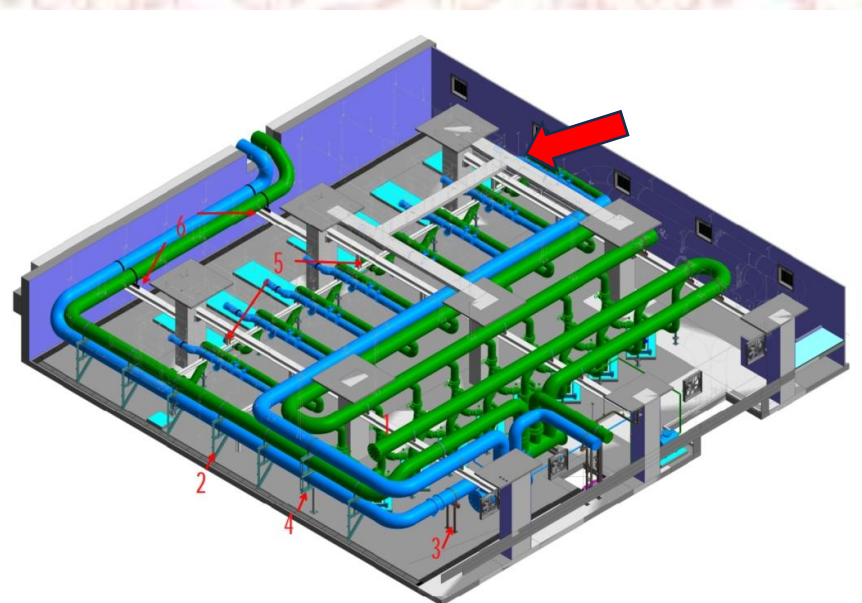
ตารางที่ 4-4 ผลกระทบทางด้านค่าใช้จ่าย อาคารที่ 2

ลำดับ	ปัญหา	รายละเอียดของปัญหา	หน่วยงานที่ก่อให้เกิดปัญหา	ผลกระทบที่เกิดขึ้น					ประเภทความล่าช้า
				ผู้ที่ได้รับผลกระทบโดยตรง	รายละเอียดผลกระทบ	ผลกระทบระยะยาว	ผลกระทบค่าใช้จ่าย	ผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่าย	
1	การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการติดตั้งระบบท่อและอุปกรณ์ **	มีงานเปลี่ยนแปลงรูปแบบการติดตั้งท่อน้ำเย็นเนื่องจากโครงสร้างไม่สามารถรับน้ำหนักได้	ผู้ออกแบบ	ผู้รับเหมางานระบบประกอบอาคารและงานสถาปัตยกรรม	ไม่สามารถทำงานต่อเนื่องจากต้องแก้ไขแบบและขั้นตอนการทำงานใหม่	มีความล่าช้าประมาณ 120 วัน	ความเสียหายมูลค่า 2,315,079 บาท	เจ้าของโครงการ	ยอมรับได้ (Excusable Delay)
2	การเพิ่มท่อและวัสดุกรองนอกเหนือจากข้อกำหนด **	มีการเพิ่มท่อและวัสดุกรองเพื่อ Flushing ท่อน้ำเย็น รวมถึงค่าทำงานล่วงเวลาของผู้รับเหมา	เจ้าของโครงการ	ผู้รับเหมางานระบบประกอบอาคาร	ไม่สามารถทำงานได้ตามระยะเวลาเดิมที่กำหนด	มีความล่าช้าประมาณ 90 วัน	ความเสียหายมูลค่า 805,635 บาท	เจ้าของโครงการ	ยอมรับได้ (Excusable Delay)
3	คำสั่งงานเพิ่ม – ลดเปลี่ยนแปลงงาน **	ผู้ออกแบบออกแบบผิดพลาดไม่ตรงกับข้อกำหนดการใช้งาน	ผู้ออกแบบ	เจ้าของโครงการผู้รับเหมางานระบบประกอบอาคาร	จัดหารั้วคูดรูปและแรงงานในการทำงานเพิ่มเติม	ไม่มีผลกระทบด้านระยะเวลา	ความเสียหายมูลค่า 279,135 บาท	เจ้าของโครงการ	ยอมรับได้ (Excusable Delay)
4	การเก็บความเรียบร้อยก่อนการส่งมอบงาน ***	มีความเสียหายเกิดขึ้นในระหว่างการดำเนินงานร่วมกัน	ผู้รับเหมาระบบน้ำเย็นและผู้รับเหมางาน	ผู้รับเหมางานสถาปัตยกรรม	ต้องแก้ไขงานก่อนการส่งมอบงาน มีงานคลลค่าความเสียหายเกิดขึ้น	มีความล่าช้าประมาณ 150 วัน	ความเสียหายมูลค่าประมาณ 250,000 บาท	ผู้รับเหมาฝั่งโรงผลิตกลางและผู้รับเหมาระบบฝั่ง	ยอมรับไม่ได้ (Non-excusable Delay)
5	การเลือกใช้วัสดุที่ไม่เหมาะสม **	การใช้ประเก็นยางที่ไม่สามารถรองรับแรงดันในระบบน้ำเย็นได้	ผู้รับเหมางานระบบประกอบอาคาร	ผู้รับเหมางานระบบประกอบอาคาร	ต้องหยุดงานเพื่อเปลี่ยนประเก็นสำเร็จรูปที่สามารถรับแรงดันได้มากกว่า	มีความล่าช้าประมาณ 7 วัน	ความเสียหายมูลค่าประมาณ 10,000 บาท	ผู้รับเหมาระบบฝั่งอาคาร	ยอมรับไม่ได้ (Non-excusable Delay)

ผลกระทบด้านค่าใช้จ่าย อาคารที่ 2

1. การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการติดตั้งระบบท่อและอุปกรณ์

ปัญหาการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการติดตั้งงานที่เกิดขึ้นในอาคารที่ 2 เป็นกรณีเดียวกับที่เกิดขึ้นในอาคารที่ 1 โดยสาเหตุหลักมาจาก ท่อน้ำเย็นและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ติดตั้งภายในห้องสถานีถ่ายโอนพลังงาน (ETS Room) มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมากเกินกว่าค่าที่ได้ออกแบบไว้ในเบื้องต้น ส่งผลให้โครงสร้างของอาคารไม่สามารถรองรับน้ำหนักดังกล่าวได้ตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้างเดิม ส่งผลให้ต้องมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการติดตั้งจากเดิมที่ออกแบบให้แขวนท่อกับท้องพื้นโครงสร้าง เป็นการเพิ่มโครงสร้างเหล็กเพื่อรองรับท่อและถ่ายน้ำหนักลงไปยังโครงสร้างพื้นฐานรากแทน ซึ่งในกรณีของอาคารที่ 2 การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการติดตั้งดังกล่าวส่งผลให้ เกิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมในส่วนของวัสดุและค่าแรง เป็นมูลค่าประมาณ 2,315,079 บาท นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อระยะเวลาในการดำเนินงาน โดยมีความล่าช้าในการก่อสร้าง ประมาณ 120 วัน แต่ความล่าช้าที่เกิดขึ้นจากกรณีนี้ถือเป็นความล่าช้าประเภทยอมรับได้ (Excusable Delay) เนื่องจากเป็นปัญหาที่เกิดจากข้อผิดพลาดในกระบวนการออกแบบ ซึ่งอยู่นอกเหนือความรับผิดชอบของผู้รับเหมาที่ดำเนินการติดตั้งระบบน้ำเย็น ทั้งนี้ความรับผิดชอบในส่วน of ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการปรับเปลี่ยนรูปแบบการติดตั้งงานเป็นของทางเจ้าของโครงการที่ต้องรับภาระค่าใช้จ่ายดังกล่าวทั้งหมด



ภาพที่ 4-10 การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการติดตั้งงานของอาคารที่ 2

2. การเพิ่มท่อและวัสดุกรองนอกเหนือจากข้อกำหนด

โครงการมีความจำเป็นต้องใช้น้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศและระบายอากาศภายในอาคาร เพื่อรองรับการเปิดใช้งานอาคารห้างสรรพสินค้า อย่างไรก็ตาม ความล่าช้าที่สะสมมาจากขั้นตอนการดำเนินงานก่อนหน้า ได้ส่งผลกระทบต่อขั้นตอนการทดสอบแรงดัน การล้างท่อ (Flushing) รวมถึงการทดสอบคุณภาพน้ำ จากการวิเคราะห์ของที่ปรึกษาโครงการพบว่า หากดำเนินงานตามกระบวนการปกติ อาจไม่สามารถจ่ายน้ำเย็นได้ทันตามแผนงานที่กำหนดไว้ในกาเปิดใช้งานห้างสรรพสินค้า ดังนั้นโครงการจึงได้กำหนดแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการทำงานเพิ่มเติมในลักษณะเดียวกับอาคารที่ 1 ซึ่งส่งผลกระทบด้านค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม โดยมีค่าใช้จ่ายด้านวัสดุและค่าแรงรวมเป็นเงิน 805,635 บาท อีกทั้งยังส่งผลกระทบต่อระยะเวลาในการดำเนินงานและการทดสอบ โดยใช้เวลาเพิ่มขึ้นประมาณ 90 วัน

3. คำสั่งงานเพิ่ม – ลดเปลี่ยนแปลงงาน

ห้องสถานีแลกเปลี่ยนพลังงานของอาคารที่ 2 พบปัญหาเช่นเดียวกับกรณีของอาคารที่ 1 โดยในระหว่างขั้นตอนการติดตั้งและทดสอบระบบของอาคารที่ 2 ได้เกิดความล่าช้าอันเนื่องมาจากคำสั่งงานเพิ่มเติมหรือลดเปลี่ยนแปลงงาน สาเหตุหลักมาจากการเปลี่ยนแปลงแบบจากผู้ออกแบบระหว่างการดำเนินงานก่อสร้าง ทำให้แบบที่ได้ติดตั้งไปแล้วมีความไม่สอดคล้องกับข้อกำหนดของโครงการ ส่งผลให้มีความจำเป็นต้องจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ และแรงงานเพิ่มเติม เพื่อให้การติดตั้งระบบมีความสอดคล้องกับแบบที่ปรับเปลี่ยนใหม่ การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งผลกระทบต่อโครงการในด้านงบประมาณโดยตรง เป็นมูลค่า 279,135 บาท แต่ไม่มีผลกระทบต่อภาพรวมของโครงการ



ภาพที่ 4-11 ตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันไฟลาม อาคารที่ 2

4. การเก็บความเรียบร้อยงานสถาปัตยกรรมก่อนการส่งมอบงาน

ปัญหาที่เกิดขึ้นเกี่ยวข้องกับการเก็บความเรียบร้อยของงานสถาปัตยกรรมภายในห้องสถานีถ่ายโอนพลังงานและกระบวนการส่งมอบพื้นที่ของอาคารที่ 2 ให้กับโครงการ ทั้งนี้ความเสียหายภายในห้องเกิดจากการทำงานร่วมกันระหว่างผู้รับเหมาระบบน้ำเย็นและผู้รับเหมาระบบประกอบอาคาร ซึ่งส่งผลให้เกิดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมงานสถาปัตยกรรม ที่ผู้รับเหมางานสถาปัตยกรรมประเมินไว้เป็นมูลค่าประมาณ 250,000 บาท โดยมีผลกระทบที่เกิดขึ้น ได้แก่ ข้อพิพาทเกี่ยวกับความรับผิดชอบต่อค่าเสียหายที่เกิดขึ้น ซึ่งส่งผลให้ทั้งสองฝ่ายไม่สามารถตกลงเกี่ยวกับสัดส่วนความเสียหายได้ ทำให้กระบวนการซ่อมแซมงานสถาปัตยกรรมต้องหยุดชะงัก ทำให้เกิดความล่าช้าในการดำเนินงานเพิ่มขึ้นประมาณ 150 วัน จากแผนการส่งมอบงานและกระทบต่อระยะเวลารวมของโครงการ

โดยสาเหตุของปัญหามาจากความล่าช้าในขั้นตอนการทำงานก่อนหน้านี้ ส่งผลให้ผู้รับเหมางานระบบประกอบอาคารต้องเร่งดำเนินการติดตั้งระบบท่อน้ำเย็นและอุปกรณ์ โดยไม่ได้ดำเนินการขออนุญาตเข้าพื้นที่ภายในห้องสถานีแลกเปลี่ยนพลังงานอย่างชัดเจน ส่งผลให้เกิดความขัดแย้งในการบริหารจัดการพื้นที่และก่อให้เกิดความเสียหายต่อสภาพงานที่ดำเนินการแล้วเสร็จ ทั้งนี้ปัญหาดังกล่าวส่งผลต่อประสิทธิภาพการบริหารโครงการและสร้างความล่าช้าในการดำเนินงานโดยรวม

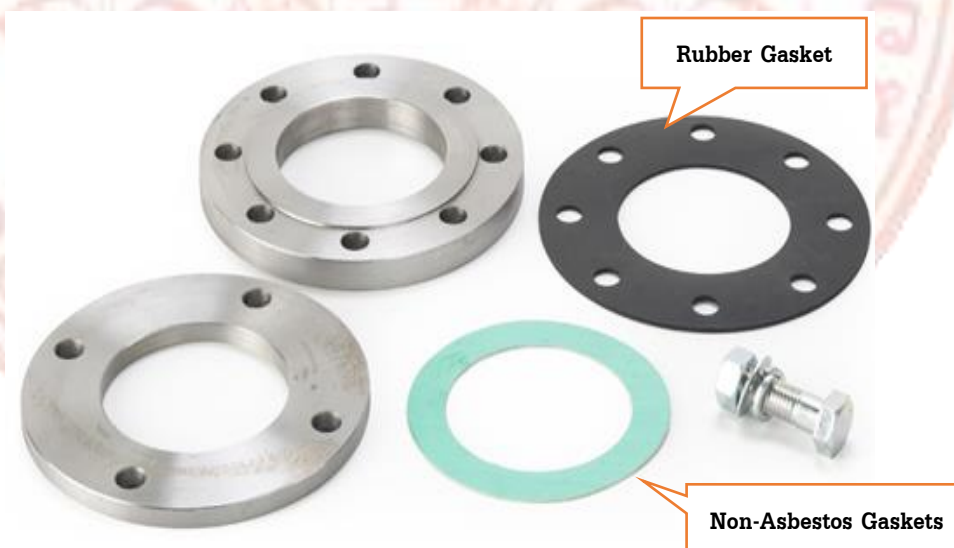


ภาพที่ 4-12 ความเสียหายภายในห้องสถานีถ่ายโอนพลังงาน อาคารที่ 2

5. การเลือกใช้วัสดุที่ไม่เหมาะสม

ปัญหาที่เกิดขึ้นเกิดจากการรั่วซึมของระบบน้ำเย็นภายในห้องสถานีถ่ายโอนพลังงานของอาคารที่ 2 ซึ่งเป็นผลมาจากการเลือกใช้ปะเก็นยาง (Gasket Rubber) ซึ่งไม่มีคุณสมบัติในการรองรับแรงดันน้ำภายในระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ต้องเปลี่ยนปะเก็นในระบบน้ำเย็นใหม่ทั้งหมด โดยครั้งนี้เลือกใช้ปะเก็นไฟเบอร์ (Non-Asbestos Gaskets) ซึ่งมีความสามารถในการทนต่อแรงดันสูง และมีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่า แม้ว่าจะมีต้นทุนที่สูงขึ้น ทำให้เกิดผลกระทบด้านค่าใช้จ่ายในส่วน of ค่าวัสดุและค่าแรงเพิ่มเติมประมาณ 10,000 บาท รวมถึงผลกระทบด้านระยะเวลาในการดำเนินการทดสอบระบบเป็นระยะเวลาประมาณ 7 วัน

สาเหตุของปัญหามาจากการตัดสินใจเลือกใช้วัสดุของผู้รับเหมางานระบบประกอบอาคารของอาคารที่ 2 ซึ่ง ขาดประสบการณ์ในการทำงานและเลือกใช้ปะเก็นยางเนื่องจากมีราคาถูกและสามารถจัดหาได้ง่าย แทน ปะเก็นที่มีคุณสมบัติรองรับแรงดันสูงกว่า แม้ว่าข้อกำหนดของโครงการจะไม่ได้ระบุรายละเอียดเกี่ยวกับวัสดุของปะเก็นที่ต้องใช้ แต่หากผู้ควบคุมงานมีประสบการณ์และความเชี่ยวชาญในระบบที่เพียงพอ จะสามารถพิจารณาเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมและสามารถป้องกันปัญหาดังกล่าวได้ตั้งแต่ต้น



ภาพที่ 4-13 เปรียบเทียบปะเก็นยางกับปะเก็นไฟเบอร์

ผลกระทบด้านระยะเวลา อาคารที่ 2

1. การส่งมอบพื้นที่ล่าช้า

ปัญหาที่เกิดขึ้นเกิดจากความล่าช้าในการส่งมอบพื้นที่ภายในห้องสถานีถ่ายโอนพลังงานของอาคารที่ 2 ซึ่งเป็นอาคารประเภทห้างสรรพสินค้า โดยผู้รับเหมาระบบน้ำเย็นจากส่วนกลางเป็นผู้รับผิดชอบดำเนินการติดตั้งระบบท่อน้ำเย็นที่เชื่อมต่อจากโรงผลิตน้ำเย็นส่วนกลาง เพื่อจ่ายน้ำเย็นไปยังเครื่องปรับอากาศภายในอาคาร ทั้งนี้ความล่าช้าดังกล่าวส่งผลกระทบต่อผู้รับเหมางานระบบประกอบอาคาร เนื่องจากไม่สามารถเข้าดำเนินงานติดตั้งระบบได้ตามแผนงานที่กำหนด ทำให้กระบวนการติดตั้งระบบประกอบอาคารในลำดับถัดไปต้องหยุดชะงัก และส่งผลให้เกิดความล่าช้าโดยรวมประมาณ 180 วัน

สาเหตุของปัญหาเกิดจากการบริหารจัดการที่ไม่มีประสิทธิภาพและการประสานงานที่ไม่ต่อเนื่องของผู้รับเหมาระบบน้ำเย็นจากส่วนกลาง แม้ว่าผู้รับเหมาฝ่ายดังกล่าวจะมีขอบเขตงานที่ครอบคลุมตั้งแต่การติดตั้ง ทดสอบ ดำเนินงาน และบำรุงรักษาระบบน้ำเย็นทั้งหมดของโครงการ แต่การบริหารจัดการพื้นที่และการประสานงานกับฝ่ายงานอื่น ขาดความต่อเนื่องและไม่ได้ดำเนินการตามแผนงานที่กำหนด ส่งผลให้เกิดความล่าช้าในการส่งมอบพื้นที่และกระทบต่อแผนงานการก่อสร้างของโครงการโดยรวม

Item	Description		Duration	Start	Finish	Jan 23	Feb 23	Mar 23	Apr 23	May 23	Jun 23	Jul 23	Aug 23	Sep 23
1	Preparation Phase	Plan	151	1-Jan-23	31-May-23									
		Actual	240	1-Jan-23	28-Aug-23									
1.1	Materials Approved	Plan	31	1-Jan-23	31-Jan-23									
		Actual	31	1-Jan-23	31-Jan-23									
1.2	Shop Drawing Approved	Plan	43	1-Feb-23	15-Mar-23									
		Actual	43	1-Feb-23	15-Mar-23									
1.3	Materials Onsite	Plan	61	1-Mar-23	30-Apr-23									
		Actual	61	1-Mar-23	30-Apr-23									
1.4	Area Handover from DCP Contractor	Plan	1	1-Mar-23	1-Mar-23									
		Actual	180	2-Mar-23	28-Aug-23									

ภาพที่ 4-14 แผนงานแสดงความล่าช้าในการส่งมอบพื้นที่ของอาคารที่ 2

2. คำสั่งชะลองานจากเจ้าของโครงการ

เนื่องจากอาคารที่ 2 เป็นอาคารประเภทห้างสรรพสินค้าที่มีหลายชั้นและประกอบด้วยร้านค้าจำนวนมาก ซึ่ง ในช่วงเริ่มต้นของการเปิดใช้งานอาคาร ไม่สามารถเปิดให้บริการได้พร้อมกันทุกพื้นที่ ส่งผลให้ภาระทำความเย็น (Cooling Load) ต่ำกว่าค่าที่ออกแบบไว้ ซึ่งยังไม่จำเป็นต้องเปิดใช้งานเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchangers) และเครื่องสูบน้ำเย็น (Chilled Water Pump) ทั้งหมด ดังนั้นโครงการจึงกำหนดแนวทางการบริหารจัดการพลังงานโดยให้เปิดใช้งานอุปกรณ์ทำความเย็นตามภาระความเย็นที่เกิดขึ้นจริง ณ ขณะนั้น และชะลอการเปิดใช้งานอุปกรณ์ที่ยังไม่จำเป็นเพื่อลดต้นทุนด้านพลังงาน รวมถึงค่าใช้จ่ายในการดูแลและบำรุงรักษา ซึ่งแนวทางดังกล่าวช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคารได้อย่างเหมาะสม



ภาพที่ 4-15 ห้องสถานีถ่ายโอนพลังงานรอกการทดสอบและส่งมอบงาน อาคารที่ 2

3. การประสานงานระหว่างหน่วยงาน

ในการติดตั้งระบบน้ำเย็นแบบรวมศูนย์ของอาคารที่ 2 พบปัญหาในการประสานงานระหว่างผู้รับเหมาระบบน้ำเย็นส่วนกลางกับผู้รับเหมางานระบบประกอบอาคาร เช่นเดียวกับของอาคารที่ 1 เนื่องจากโครงการไม่ได้จัดให้มีทีมงานกลางทำหน้าที่ประสานงานและไม่มีการประชุมวางแผนร่วมกันอย่างเป็นทางการ ส่งผลให้เกิดความขัดแย้งในการจัดทำแผนงานและการกำหนดขั้นตอนการทำงาน จึงไม่สามารถดำเนินงานได้อย่างต่อเนื่องตามแผนที่วางไว้ ปัญหาดังกล่าวทำให้การติดตั้งระบบน้ำเย็น

ของอาคารที่ 2 เกิดความล่าช้าประมาณ 45 วัน แม้ว่าจะไม่มีผลกระทบทางด้านค่าใช้จ่ายโดยตรง แต่ส่งผลกระทบต่อระยะเวลาดำเนินงานรวมของโครงการ

4. ความล่าช้าในการติดตั้งท่อน้ำเย็น

ในช่วงเริ่มต้นของการดำเนินงานติดตั้งระบบน้ำเย็นแบบรวมศูนย์ อาคารที่ 2 ผู้รับเหมางานระบบประกอบอาคารประสบปัญหาในการจัดหาช่างที่มีทักษะและความชำนาญที่เหมาะสมเข้ามาทำงานได้ตามแผนเริ่มงานที่วางเอาไว้เช่นเดียวกับอาคารที่ 1 เนื่องจากระบบน้ำเย็นแบบรวมศูนย์มีลักษณะเฉพาะและซับซ้อนในทุกขั้นตอนของการดำเนินงาน โดยเฉพาะอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบที่มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก ต้องอาศัยเครื่องมือเฉพาะทางและช่างที่มีประสบการณ์สูง ส่งผลให้การดำเนินการติดตั้งท่อน้ำเย็นไม่เป็นไปตามแผนงานที่วางไว้ และทำให้เกิดความล่าช้าประมาณ 15 วัน แม้ว่าความล่าช้านี้ไม่ได้ส่งผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายโดยตรง แต่มีผลต่อระยะเวลาดำเนินงานในการติดตั้งระบบน้ำเย็นภายในห้องสถานีถ่ายโอนพลังงานของอาคารที่ 2

4.1.3 อาคารที่ 3

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยวิธีการสัมภาษณ์และจดบันทึก รวมทั้งการใช้แบบสอบถาม เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนเพิ่มเติม การเก็บข้อมูลอาคารที่ 3 ทางผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลในช่วง 1 ตุลาคม 2567 – 31 มกราคม 2568 ความก้าวหน้าของงานระบบน้ำเย็น ณ วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2568 อยู่ที่ร้อยละ 57 ซึ่งอยู่ในช่วงของการติดตั้งและทดสอบงาน ดังแสดงในรูปที่ 4-16

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลของอาคารที่ 3 ผู้วิจัยได้พบปัญหาในแต่ละช่วงการดำเนินงานติดตั้งและส่งมอบระบบน้ำเย็นแบบรวมศูนย์ ในโครงการก่อสร้างขนาดใหญ่ โดยไม่พบปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายของอาคาร แต่พบปัญหาที่ส่งผลกระทบทางด้านระยะเวลาทั้งหมด 2 ข้อ โดยเรียงลำดับความรุนแรงของปัญหาจากมากไปน้อย มีดังนี้ คือ

ปัญหาที่ส่งผลกระทบด้านระยะเวลา ดังแสดงในตารางที่ 4-6

1. การส่งมอบพื้นที่ล่าช้า
2. การอนุมัติวัสดุอุปกรณ์ล่าช้า

ตารางที่ 4-6 ผลกระทบทางด้านระยะเวลา อาคารที่ 3

ลำดับ	ปัญหา	รายละเอียดของปัญหา	หน่วยงานที่ก่อให้เกิดปัญหา	ผลกระทบที่เกิดขึ้น					ประเภทความล่าช้า
				ผู้ที่ได้รับผลกระทบโดยตรง	รายละเอียดผลกระทบ	ผลกระทบระยะเวลา	ผลกระทบค่าใช้จ่าย	ผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่าย	
1	การซ่อมบ่อพื้นที่ล่าช้า *	การทำงานของผู้รับเหมาระบบน้ำเย็นเกิดความล่าช้าไม่เป็นที่ไปตามแผนงานที่วางไว้	ผู้รับเหมาระบบน้ำเย็น	ผู้รับเหมางานระบบประกอบอาคาร	ทำงานล่าช้ากว่าแผนที่กำหนด ต้องมีการปรับแผนการติดตั้งใหม่	มีความล่าช้าประมาณ 120 วัน	ไม่มีผลกระทบด้านค่าใช้จ่าย	ไม่มี	ประเภทยอมรับได้ (Excusable Delay)
2	การอนุมัติวัสดุอุปกรณ์ล่าช้า *	รอการสรุปวัสดุอุปกรณ์ส่งรายการจากทางเจ้าของโครงการ	เจ้าของโครงการ	ผู้รับเหมางานระบบประกอบอาคาร	ทำงานต่อเนื่องไม่ได้ ต้องรอวัสดุอุปกรณ์ในการติดตั้งงาน	มีความล่าช้าประมาณ 60 วัน	ไม่มีผลกระทบด้านค่าใช้จ่าย	ไม่มี	ประเภทยอมรับได้ (Excusable Delay)

หมายเหตุ * หมายถึง ช่วงการเตรียมการ

** หมายถึง ช่วงการติดตั้งและทดสอบ

*** หมายถึง ช่วงการส่งมอบงาน

ผลกระทบด้านระยะเวลา อาคารที่ 3

1. การส่งมอบพื้นที่ล่าช้า

ความล่าช้าในการส่งมอบพื้นที่ของอาคารที่ 3 เกิดขึ้นในช่วงการเตรียมการ โดยมีสาเหตุหลักมาจากความล่าช้าในการดำเนินงานของผู้รับเหมาระบบน้ำเย็นที่มาจากส่วนกลาง ส่งผลให้ไม่สามารถส่งมอบพื้นที่ให้กับผู้รับเหมางานระบบประกอบอาคารตามแผนงานที่ได้วางไว้ ซึ่งจากการวิเคราะห์ผลกระทบ พบว่าความล่าช้าดังกล่าวมีระยะเวลาประมาณ 120 วัน และส่งผลกระทบโดยตรงต่อการดำเนินงานในลำดับถัดไป ทำให้ผู้รับเหมางานระบบประกอบอาคารต้องทำการปรับแผนการติดตั้งใหม่ และยังมีผลกระทบต่อการเบิกจ่ายงวดงานตามแผนการเงินของโครงการอีกด้วย อย่างไรก็ตามความล่าช้านี้จัดอยู่ในประเภทความล่าช้าที่ยอมรับได้ (Excusable Delay) เนื่องจากไม่ได้เกิดจากความผิดของผู้รับเหมางานระบบโดยตรง

2. การอนุมัติวัสดุอุปกรณ์ล่าช้า

ปัญหาความล่าช้าในการจัดหาเครื่องสูบน้ำเย็นของโครงการ เกิดขึ้นเนื่องจากเงื่อนไขในสัญญากำหนดให้เจ้าของโครงการเป็นผู้ดำเนินการคัดเลือกผู้ผลิต และเป็นผู้เจรจาต่อรองราคากับซัพพลายเออร์โดยตรง (Direct Negotiation) ซึ่งในขั้นตอนการดำเนินงานดังกล่าวพบว่ามีกระบวนการตัดสินใจที่ล่าช้า ทั้งจากการพิจารณาคุณสมบัติทางเทคนิค การเจรจาต่อรองราคา และขั้นตอนการอนุมัติเอกสารต่างๆ โดยมีผลทำให้ไม่สามารถสรุปการจัดซื้อและส่งมอบเครื่องสูบน้ำเย็นได้ทันตามแผนงานที่กำหนดไว้ จากการติดตามข้อมูลและสัมภาษณ์บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับโครงการ พบว่าความล่าช้าจากขั้นตอนดังกล่าวมีระยะเวลาประมาณ 60 วัน ส่งผลกระทบโดยตรงต่อแผนการติดตั้งและทดสอบระบบน้ำเย็น

4.2 การวิเคราะห์ผล

จากรายละเอียดปัญหาในการติดตั้งและส่งมอบระบบน้ำเย็นแบบรวมศูนย์ในโครงการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่พิเศษ ซึ่งส่งผลกระทบด้านค่าใช้จ่ายและระยะเวลาต่อทั้ง 3 อาคาร ในหัวข้อที่ 4.1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์เปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของปัญหา ดังแสดงในตารางที่ 4-7 ถึง 4-10

ตารางที่ 4-7 เปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของปัญหาด้านค่าใช้จ่าย

ปัญหาผลกระทบทางด้านค่าใช้จ่าย	อาคารที่	อาคารที่	อาคารที่	อาคารที่	คำอธิบาย
1. การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการติดตั้งระบบท่อและอุปกรณ์	●	●	-		เกิดขึ้นเฉพาะในส่วนของอาคารที่ 1 และ 2 เนื่องจากก่อสร้างช้ากว่าประมาณ 2 ปี ทำให้ผู้ออกแบบและเจ้าของโครงการ จึงสามารถใช้อุปกรณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นก่อนหน้านี้ในการปรับรูปแบบและข้อกำหนดของโครงสร้างไว้ตั้งแต่ในขั้นตอนการออกแบบก่อนเริ่มดำเนินงานติดตั้งจริง
2. การเพิ่มท่อและวัสดุอุดกรองนอกเหนือจากข้อกำหนด	◆	◆	-		เกิดขึ้นในอาคารที่ 1 และ 2 ไม่เกิดขึ้นในส่วนของอาคารที่ 3 เนื่องจากเริ่มทำการก่อสร้างช้ากว่าประมาณ 2 ปี ทำให้เจ้าของโครงการ จึงสามารถใช้อุปกรณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นก่อนหน้านี้ในการปรับข้อกำหนดของงานไว้ตั้งแต่ในก่อนเริ่มก่อสร้าง
3. การเก็บความเรียบร้อยก่อนการส่งมอบงาน	◆	◆	■		ผลกระทบของการเก็บความเรียบร้อยก่อนการส่งมอบงาน เกิดผลกระทบด้านค่าใช้จ่ายในอาคารที่ 1 และอาคารที่ 2 จากการทำงานร่วมกันในพื้นที่ห้องสถานที่ถ่ายโอนพลัง แต่ในช่วงที่เก็บข้อมูลยังไม่พบปัญหานี้ในอาคารที่ 3 เนื่องจากยังอยู่ในช่วงของการติดตั้งงาน
4. ค่าสังงานเพิ่ม - ลดเปลี่ยนแปลงงาน	◆	◆	-		การเพิ่มอุปกรณ์ป้องกันไฟลาม มีผลกระทบเกิดขึ้นในอาคารที่ 1 และ 2 เท่านั้น เนื่องจากอาคารที่ 3 ก่อสร้างช้ากว่า ให้ผู้ออกแบบสามารถนำข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นกับอาคารก่อนหน้านี้มาแก้ไขในช่วงการออกแบบ จึงไม่มีผลกระทบในด้านระยะเวลาและค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม

คำอธิบายสัญลักษณ์ผลกระทบด้านค่าใช้จ่าย

▲ ผลกระทบน้อย ตั้งแต่ 1-100,000 บาท ◆ ผลกระทบปานกลาง ตั้งแต่ 100,001-1,000,000 บาท ● ผลกระทบรุนแรง ตั้งแต่ 1,000,001 บาทขึ้นไป ■ ไม่พบผลกระทบในช่วงของการศึกษาวิจัย - ไม่มีผลกระทบ

ตารางที่ 4-8 เปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของปัญหาด้านค่าใช้จ่าย (ต่อ)

ปัญหาผลกระทบทางด้านค่าใช้จ่าย	อาคารที่	อาคารที่	อาคารที่	คำอธิบาย
5. การเลือกวัสดุที่ไม่เหมาะสม	-	▲	■	เกิดจากการเลือกใช้ปะเก็นในระบบน้ำเย็นของผู้รับเหมางานระบบประกอบอาคารที่ 2 แต่ปัญหานี้ไม่เกิดในอาคารที่ 1 เนื่องจากวิศวกรโครงการมีประสบการณ์ทำงานที่มากกว่า ส่วนในอาคารที่ 3 ในช่วงของการเก็บข้อมูลยังไม่พบปัญหาดังกล่าว

คำอธิบายสัญลักษณ์ผลกระทบด้านค่าใช้จ่าย

▲ ผลกระทบน้อย ตั้งแต่ 1-100,000 บาท ◆ ผลกระทบปานกลาง ตั้งแต่ 100,001-1,000,000 บาท ● ผลกระทบรุนแรง ตั้งแต่ 1,000,001 บาทขึ้นไป ■ ไม่พบผลกระทบในช่วงการศึกษากว้าง - ไม่มีผลกระทบ

ตารางที่ 4-9 เปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของปัญหาด้านระยะเวลา

ปัญหาผลกระทบทางด้านระยะเวลา	อาคารที่	อาคารที่	อาคารที่	คำอธิบาย
1. การส่งมอบพื้นที่ล่าช้า	●	●	●	ปัญหาความล่าช้าการส่งมอบพื้นที่เกิดขึ้นทั้ง 3 อาคาร จากการที่ผู้รับเหมาระบบน้ำเย็นจากส่วนกลาง ต้องทำงานให้แล้วเสร็จแล้วส่งพื้นที่ต่อให้ผู้รับเหมาระบบน้ำเย็นอาคารทำงานต่อ แต่เนื่องจากปัญหาการขาดแคลนแรงงานและการจัดซื้อจัดจ้างภายในบริษัท ทำให้ไม่สามารถส่งพื้นที่ได้ตามแผนที่วางไว้ทั้ง 3 อาคาร
2. ค่าส่งชะลอจากเจ้าของโครงการ	-	●	■	ปัญหาดังกล่าวพบเฉพาะในอาคารที่ 2 ซึ่งเป็นอาคารห้างสรรพสินค้า เนื่องจากจากการเปิดใช้งานอาคารดำเนินการเพียงบางพื้นที่ ไม่สามารถเปิดใช้งานได้พร้อมกันทั้งหมด เจ้าของโครงการจึงให้เปิดระบบตามภาระเหลดความเย็นจริงในขณะนั้น แต่ปัญหานี้ไม่พบในอาคารที่ 1 ซึ่งเป็นอาคารสำนักงาน เนื่องจากต้องเตรียมพร้อมระบบให้รองรับผู้เช่าเพิ่มเติมพื้นที่ตลอดเวลา ส่วนอาคารที่ 3 ยังไม่พบปัญหา เนื่องจากอยู่ในขั้นตอนการติดตั้งระบบอยู่ในขณะที่ศึกษาวิจัย
3. การอนุมัติวัสดุอุปกรณ์ล่าช้า	-	-	●	ปัญหาดังกล่าวพบเฉพาะในอาคารที่ 3 ซึ่งเป็นอาคารที่ดำเนินการก่อสร้างภายหลัง โดยมีสาเหตุจากความล่าช้าในการสรุปเลือกเครื่องสูบน้ำเย็น เนื่องจากเจ้าของโครงการดำเนินการคัดเลือกและเจรจาต่อรองราคากับผู้พลายเออร์โดยตรง (Direct Negotiation) ส่งผลให้กระบวนการอนุมัติล่าช้ากว่ากำหนดที่วางไว้ ซึ่งไม่เกิดขึ้นในอาคารที่ 1 และอาคารที่ 2
4. การประสานงานระหว่างหน่วยงาน	▲	▲	■	ปัญหาเกิดจากการประสานงานระหว่างผู้รับเหมาระบบน้ำเย็นกับผู้รับเหมาระบบประกอบอาคาร เนื่องจากต้องดำเนินการร่วมกันในพื้นที่ห้องสแตนบาย์อินฟลงงาน แต่ทั้งสองฝ่ายมีที่ปรึกษาโครงการคนละบริษัท และไม่มีทีมประสานงานส่วนกลาง (ตามผังบริหารงานระบบน้ำเย็น รูปที่ 4-9) ส่งผลให้การดำเนินงานขาดความต่อเนื่องและเกิดความล่าช้าในการเตรียมการและติดตั้งงาน

คำอธิบายสัญลักษณ์ผลกระทบด้านระยะเวลา

▲ ผลกระทบน้อย ตั้งแต่ 1-30 วัน ◆ ผลกระทบปานกลาง ตั้งแต่ 31-60 วัน ● ผลกระทบรุนแรง ตั้งแต่ 61 วันขึ้นไป ■ ไม่พบผลกระทบในช่วงของกรศึกษาวิจัย - ไม่มีผลกระทบ

ตารางที่ 4-10 เปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของปัญหาด้านระยะเวลา (ต่อ)

ปัญหาผลกระทบทางด้านระยะเวลา	อาคารที่	อาคารที่	อาคารที่	คำอธิบาย
5. วัลวิโนระบบน้ำเย็นไม่เพียงพอ	▲	-	■	เกิดปัญหาวัลวิโนระบบน้ำเย็นไม่เพียงพอเฉพาะในอาคารที่ 1 เนื่องจากวิศวกรโครงการงานระบบถอดปริมาณเพื่อส่งของผิดพลาด ทำให้เกิดความล่าช้าในการส่งของ ซึ่งปัญหาดังกล่าวไม่เกิดขึ้นในอาคารที่ 2 และอาคารที่ 3 ที่ยังอยู่ในช่วงของการติดตั้งงาน
6. ความล่าช้าในการติดตั้งท่อน้ำเย็น	▲	▲	■	ปัญหาที่พบคือความล่าช้าในการติดตั้งท่อน้ำเย็นในอาคารที่ 1 และ 2 เนื่องจากผู้รับเหมางานระบบประกอบอาคารไม่สามารถจัดหาช่างเฉพาะทางที่มีความเชี่ยวชาญด้านระบบน้ำเย็นได้ทันตามแผนงาน ซึ่งผลกระทบที่เกิดขึ้นยังอยู่ในเกณฑ์น้อย ส่วนในอาคารที่ 3 ยังไม่พบปัญหาดังกล่าว เนื่องจากยังอยู่ในขั้นตอนการติดตั้งงาน

คำอธิบายสัญลักษณ์ผลกระทบด้านระยะเวลา

▲ ผลกระทบน้อย ตั้งแต่ 1-30 วัน ◆ ผลกระทบปานกลาง ตั้งแต่ 31-60 วัน ● ผลกระทบรุนแรง ตั้งแต่ 61 วันขึ้นไป ■ ไม่พบผลกระทบในช่วงของการศึกษาวิจัย - ไม่มีผลกระทบ

ตารางที่ 4-11 เปรียบเทียบความเสียหายด้านค่าใช้จ่ายของโครงการ

รายละเอียด	อาคารที่ 1	อาคารที่ 2	อาคารที่ 3
มูลค่างานระบบน้ำเย็น	83.7 ล้านบาท	74 ล้านบาท	100 ล้านบาท
ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นกับเจ้าของโครงการ	2.78 ล้านบาท	3.4 ล้านบาท	-
ค่าใช้จ่ายรวมผู้รับเหมาระบบน้ำเย็น	0.1 ล้านบาท	0.1 ล้านบาท	-
ค่าใช้จ่ายรวมผู้รับเหมางานระบบประกอบอาคาร	0.1 ล้านบาท	0.16 ล้านบาท	-
ค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมด	2.98 ล้านบาท	3.66 ล้านบาท	-
เปอร์เซ็นต์ค่าใช้จ่ายเทียบกับมูลค่าระบบน้ำเย็น	3.56 %	4.95 %	-

* หมายเหตุ: อาคารที่ 3 ยังไม่สามารถสรุปผลได้ (-) เนื่องจากอยู่ในระหว่างขั้นตอนการติดตั้งงานขณะเก็บข้อมูล

ตารางที่ 4-12 เปรียบเทียบความเสียหายด้านระยะเวลารวมของโครงการ

รายละเอียด	อาคารที่ 1	อาคารที่ 2	อาคารที่ 3
ระยะเวลางานติดตั้งระบบน้ำเย็น	409 วัน	517 วัน	380 วัน
ความเสียหายด้านระยะเวลาระหว่างเตรียมการ	89 วัน	120 วัน	61 วัน
ความเสียหายด้านระยะเวลาระหว่างติดตั้งและทดสอบ	184 วัน	266 วัน	-
ความเสียหายด้านระยะเวลาระหว่างการส่งมอบงาน	199 วัน	245 วัน	-
ความเสียหายด้านระยะเวลารวม	199 วัน	245 วัน	-
เปอร์เซ็นต์ผลกระทบด้านระยะเวลาที่เกิดขึ้น	48.66 %	47.39 %	-

* หมายเหตุ: อาคารที่ 3 ยังไม่สามารถสรุปผลได้ (-) เนื่องจากอยู่ในระหว่างขั้นตอนการติดตั้งงานขณะเก็บข้อมูล

จากการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับปัญหาการติดตั้งและส่งมอบระบบทำน้ำเย็นแบบรวมศูนย์ในโครงการก่อสร้างขนาดใหญ่พิเศษ ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบผลกระทบด้านค่าใช้จ่ายตามข้อมูลในตารางที่ 4-11 พบว่าผลกระทบด้านค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่เกิดขึ้นในส่วนของผู้รับเหมาโครงการ โดยมีสาเหตุหลักจากการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการติดตั้งระบบท่อและอุปกรณ์ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งผลให้เกิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมในส่วนที่สูงและมีระดับผลกระทบในเชิงรุนแรง นอกจากนี้จากการเปรียบเทียบผลกระทบด้านระยะเวลาการดำเนินงานระบบน้ำเย็นในแต่ละอาคาร ดังแสดงในตารางที่ 4-12 พบว่าปัญหาความล่าช้าส่วนใหญ่เกิดขึ้นในช่วงของการติดตั้งและทดสอบระบบ โดยในอาคารที่ 1 ปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อความล่าช้าคือ การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการติดตั้งระบบท่อและอุปกรณ์ ในส่วนของอาคารที่ 2 สาเหตุสำคัญเกิดจากคำสั่งชะลองานของผู้รับเหมาโครงการ ผลการศึกษาดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญของการวางแผนงานที่ครอบคลุมตั้งแต่ขั้นตอนออกแบบ การสื่อสารและ

การตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง เพื่อหลีกเลี่ยงการปรับเปลี่ยนงานในระหว่างการก่อสร้าง ซึ่งจะช่วยลดผลกระทบทั้งในด้านต้นทุนและระยะเวลาของโครงการได้อย่างเป็นรูปธรรม



บทที่ 5

สรุปผล

5.1 บทสรุป

การดำเนินงานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นจากการติดตั้งและส่งมอบระบบทำน้ำเย็นแบบรวมศูนย์ ในโครงการก่อสร้างขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วยอาคารจำนวน 3 อาคาร โดยผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ การจดบันทึก และแบบสอบถาม เพื่อสะท้อนมุมมองของผู้รับเหมางานระบบประกอบอาคาร ทางผู้วิจัยได้แบ่งประเภทของปัญหาออกเป็น 2 ลักษณะ คือ 1. ปัญหาที่ส่งผลกระทบทางด้านต้นทุนหรือค่าใช้จ่าย 2. ปัญหาที่ส่งผลกระทบทางด้านระยะเวลา จากการศึกษาและเก็บข้อมูลพบว่าสามารถแยกปัญหาได้เป็น 3 ช่วง คือ 1. ช่วงการเตรียมการ 2. ช่วงการติดตั้งและทดสอบ และ 3. ช่วงการส่งมอบงาน จากผลการศึกษาวิจัย พบว่าปัญหาที่ส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อด้านต้นทุนและระยะเวลารวมของโครงการในส่วนของเจ้าของโครงการ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการติดตั้งระบบท่อและอุปกรณ์ ซึ่งส่งผลให้เกิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมคิดเป็นร้อยละ 61.1 รองลงมาคือ ปัญหาการเพิ่มท่อและวัสดุกรองที่อยู่นอกเหนือจากข้อกำหนดเดิม คิดเป็นร้อยละ 25.8 และปัญหาจากคำสั่งงานเพิ่ม – ลดงานเปลี่ยนแปลงงาน คิดเป็นร้อยละ 5.8 โดยในส่วนของผู้รับจ้าง พบว่าปัญหาหลักที่ส่งผลกระทบได้แก่ การเก็บความเรียบร้อยก่อนการส่งมอบงาน คิดเป็นร้อยละ 7.2 และการเลือกใช้วัสดุที่ไม่เหมาะสม คิดเป็นร้อยละ 0.2 ซึ่งนำไปสู่ความล่าช้าและค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้ในมุมมองของผู้วิจัยมีความเห็นว่าปัญหาที่ส่งผลกระทบทางด้านระยะเวลาที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือ การส่งมอบพื้นที่ล่าช้า เนื่องจากการส่งมอบพื้นที่เป็นจุดเริ่มต้นสำคัญของการดำเนินงานติดตั้งระบบทำน้ำเย็น ซึ่งจากการสังเกตในตารางที่ 4-9 ในบทที่ 4 พบว่าปัญหาความล่าช้าในการส่งมอบพื้นที่เกิดขึ้นในทั้ง 3 อาคาร แม้ว่าอาคารที่ 3 จะเริ่มก่อสร้างหลังจากอาคารที่ 1 และ 2 ก็ตาม สะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญของปัญหาดังกล่าวและควรแก้ปัญหาอย่างเร่งด่วน เพื่อลดผลกระทบความล่าช้าที่จะส่งไปยังขั้นตอนการทำงานต่อไป

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการแก้ไขปัญหาและพัฒนากระบวนการติดตั้งและส่งมอบระบบน้ำเย็นแบบรวมศูนย์ในโครงการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่พิเศษ โดยเสนอแนะให้มีการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมจากโครงการอื่นๆ ที่มีการใช้ระบบน้ำเย็นแบบรวมศูนย์ เพื่อให้ข้อมูลที่ได้รับมีความหลากหลาย ครบคลุม และน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการนำข้อมูลไปวิเคราะห์เชิงสถิติได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ข้อเสนอแนะในการดำเนินการแก้ไขปัญหาจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ได้แก่ ข้อเสนอแนะด้านการจัดการปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายของโครงการและข้อเสนอแนะด้านการจัดการปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อระยะเวลาการดำเนินงาน

5.2.1. ปรับปรุงกระบวนการออกแบบและการตรวจสอบอย่างมีประสิทธิภาพ

เนื่องจากในงานวิจัยพบว่าปัญหาหลักที่ก่อให้เกิดความล่าช้าและค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมมาจากความผิดพลาดในขั้นตอนการออกแบบและขาดการประสานงานระหว่างฝ่ายต่างๆ โดยเฉพาะระหว่างผู้ออกแบบงานระบบและผู้ออกแบบงานโครงสร้าง ทำให้มีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1. การประสานงานระหว่างฝ่ายออกแบบงานระบบและงานโครงสร้าง ควรกำหนดให้มีการประชุมและประสานงานร่วมกันระหว่างฝ่ายงานระบบและฝ่ายงานโครงสร้างอย่างต่อเนื่อง ในทุกช่วงสำคัญของโครงการ ได้แก่ ช่วงออกแบบแนวคิด (Conceptual Design), ช่วงออกแบบรายละเอียด (Detailed Design), และช่วงก่อนก่อสร้าง (Pre-construction) โดยฝ่ายงานระบบควรจัดทำรายการอุปกรณ์ที่มีรายละเอียดน้ำหนัก ขนาด และตำแหน่งการติดตั้งให้ชัดเจน
2. การจัดทำมาตรฐานและรายการตรวจสอบ (Checklist) ควรจัดทำมาตรฐานและรายการตรวจสอบเพื่อยืนยันความถูกต้องและครบถ้วนของแบบงานระบบและแบบงานโครงสร้างก่อนอนุมัติ โดยให้ผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่ายร่วมกันตรวจสอบและลงนามรับรอง ที่ปรึกษาโครงการควรทำการตรวจสอบข้ามสายงาน (Cross Check) เพื่อให้มั่นใจว่าข้อมูลสำคัญ เช่น ขนาด น้ำหนัก และตำแหน่งอุปกรณ์งานระบบ ถูกนำไปใช้ในการออกแบบโครงสร้างอย่างถูกต้อง
3. การประชุมสรุปรายละเอียดการออกแบบ (Design Coordination Meeting) ควรจัดประชุมสรุปรายละเอียดการออกแบบเป็นระยะอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ข้อมูลมีความทันสมัย และทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องมีความเข้าใจตรงกัน โดยเฉพาะเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงแบบก่อสร้าง ใน

ทุกการประชุมควรสรุปประเด็นปัญหา กำหนดแนวทางการแก้ไข และวิธีป้องกันข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในขั้นตอนถัดไป

4. การจัดทำแผนสำรองสำหรับการเปลี่ยนแปลง ควรเตรียมแผนสำรองในกรณีที่เกิดข้อผิดพลาดจากการออกแบบ เช่น การเตรียมโครงสร้างเบื้องต้นรองรับอุปกรณ์ที่มีน้ำหนักมาก (Provisional Structure) เพื่อช่วยลดเวลาและค่าใช้จ่ายเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงภายหลัง รวมทั้งกำหนดงบประมาณสำรองเพื่อบริหารจัดการการเปลี่ยนแปลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2.2. จัดตั้งทีมงานกลางในการบริหารงานและการประสานงาน (Central Coordination Team)

เนื่องจากในงานวิจัยพบปัญหาความล่าช้าที่เกิดจากการประสานงานที่ไม่มีประสิทธิภาพระหว่างฝ่ายต่างๆ โดยเฉพาะการขาดการประสานงานที่ชัดเจนระหว่างผู้รับเหมางานระบบน้ำเย็น (DCP Contractor) และผู้รับเหมางานระบบประกอบอาคาร (MEP Contractor) จึงมีข้อเสนอแนะให้จัดตั้งทีมงานกลางที่ทำหน้าที่บริหารจัดการและประสานงานโดยเฉพาะ ดังนี้

1. การจัดประชุมประสานงาน (Coordination Meeting) ควรจัดประชุมประสานงานอย่างสม่ำเสมอทุกสัปดาห์หรือทุกสองสัปดาห์ โดยมีทีมงานกลางทำหน้าที่ควบคุมให้ผู้รับเหมาทั้งสองฝ่ายและผู้ที่เกี่ยวข้อง รายงานความก้าวหน้า ปัญหาที่พบ แนวทางแก้ไข และแผนงานที่จะดำเนินการต่อไป

2. การติดตามผลการดำเนินงาน (Progress Monitoring) ทีมงานกลางควรใช้เครื่องมือบริหารโครงการที่เหมาะสม เช่น Primavera P6 หรือ MS Project เพื่อติดตามและควบคุมแผนงานทั้งในระยะสั้นและระยะยาว ให้ทุกฝ่ายมองเห็นภาพรวมของการดำเนินงานได้อย่างชัดเจน รวมทั้งสะดวกต่อการบริหารจัดการและติดตามความล่าช้า

3. การแต่งตั้งผู้ประสานงานเฉพาะทาง (Interface Coordinator) ควรแต่งตั้งบุคลากรเฉพาะทางที่รับผิดชอบในการประสานงานระหว่างระบบน้ำเย็นส่วนกลางและระบบภายในอาคาร เพื่อดูแลการส่งมอบพื้นที่ การตรวจสอบหน้างาน การบริหารเวลาส่งมอบพื้นที่ทำงาน และการตรวจสอบมาตรฐานทางเทคนิคให้เป็นไปตามข้อกำหนด โดยบุคลากรที่รับผิดชอบควรมีความเชี่ยวชาญทั้งด้านงานระบบน้ำเย็นและงานก่อสร้างโครงสร้าง เพื่อประสิทธิภาพในการประสานงานสูงสุด

บรรณานุกรม

- [1] กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2567. ระบบปรับอากาศ. กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, หน้า 194-196
<https://www.dip.go.th/Portals/0/electrical%20handbook/19.pdf>. สืบค้นเมื่อ 1 ตุลาคม 2567
- [2] ยงศักดิ์ ยิ่งยืน, 2545. การศึกษาปัญหาการจัดการในการติดตั้งงานระบบในอาคาร, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมและการบริหารงานก่อสร้าง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี.
- [3] พิพัฒน์ ลิ้มปฐมาภรณ์, 2555. การศึกษาและหาแนวทางแก้ไขปัญหาการติดตั้งงานระบบเครื่องกลในโครงการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัย, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมและการบริหารงานก่อสร้าง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี.
- [4] กณวรรธ มุลพฤกษ์, 2556. การศึกษาปัจจัยความล่าช้าระหว่างผู้รับเหมางานโครงสร้างและสถาปัตยกรรมกับผู้รับเหมางานระบบในงานก่อสร้างอาคารอุตสาหกรรม, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมและการบริหารงานก่อสร้าง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี.
- [5] นุสรี ศรีบัว, 2557. ผลกระทบต่อแผนงานก่อสร้างและความล่าช้าของโครงการอันเนื่องมาจากการตัดสินใจของเจ้าของโครงการระหว่างการดำเนินงานก่อสร้าง, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมและการบริหารงานก่อสร้าง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี.
- [6] จักรภพ ไสภิรมย์, 2558. การศึกษาสาเหตุที่ทำให้เกิดความล่าช้าในโครงการก่อสร้างอาคารประเภทศูนย์การค้าที่ใช้การบริหารโครงการก่อสร้างแบบเร่งรัด, การค้นคว้าอิสระ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการโครงการก่อสร้าง ภาควิชาเทคนิคสถาปัตยกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- [7] ธนวัฒน์ เลิศกิจจานุวัฒน์, 2565. การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความล่าช้าในการส่งมอบระบบสุขาภิบาลและดับเพลิงอาคารสูงและขนาดใหญ่พิเศษ, การค้นคว้าอิสระวิศวกรรมศาสตร

มหบัณฑิต สาขาบริหารงานก่อสร้าง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

- [8] ภัทรพร โสมปิ่น, 2565. การบริหารโครงการก่อสร้างอาคารสูง: กรณีศึกษาการจัดการปัญหาที่ทำให้เกิดความล่าช้าในโครงการก่อสร้างโรงแรม, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมและการบริหารงานก่อสร้าง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี.
- [9] อรรถพล จิตอารี และ วิสูตร จิระดำเกิง, 2565. ปัญหาและแนวทางแก้ไขความล่าช้าโครงการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยขนาดใหญ่, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา วิทยาลัยวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต.
- [10] International District Energy Association., 2008. District cooling best practices guide, Westborough, MA: International District Energy Association. p. 36,40,45,52
- [11] Alaa A. Olama., 2017. District Cooling : theory and practice, Taylor & Francis Group, London New York. International Standard Book Number-13: 978-1-4987-0550-9., p. 1
- [12] GIZ. GmbH., 2023. District cooling guidelines. Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action (BMWK)., p. 19
- [13] ASHRAE., 2013. District Cooling Guide, American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE), p. 3.1,3.2,5.1,5.7
- [14] Mubarak, S. A. (2010). Construction project scheduling and control (2nd ed.). John Wiley & Sons, Inc. p.314,318-319
- [15] Imtiaz Ali Bhatti et al., 2018. Delay in High-rise Building Construction Projects of Dubai: A Review, Faculty of Civil and Environmental Engineering Universiti Tun Hussein Onn Malaysia Parit Raja, Johor, Malaysia.

- [16] B.U. Yilmaz and G.Can, 2024. Classification of Delay Factors in the Construction Industry According to Stakeholders and Project Types. Istanbul Medipol University, Graduate School of Engineering and Natural Sciences, Istanbul, Turkiye.



ภาคผนวก

การศึกษาปัญหาติดตั้งและส่งมอบน้ำเย็นสำหรับระบบทำความเย็นแบบรวมศูนย์

: โครงการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่พิเศษ

คำชี้แจง แบบฟอร์มการสัมภาษณ์ ก-1

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง
2. อายุ ☐ 20 ปี หรือต่ำกว่า ☐ 20 – 30 ปี
☐ 31 – 40 ปี ☐ 41 – 50 ปี
☐ 51 – 60 ปี ☐ 60 ปี หรือมากกว่า
3. ระดับการศึกษา
☐ อนุปริญญาหรือเทียบเท่า ☐ ปริญญาตรีหรือเทียบเท่า
☐ ปริญญาโท ☐ สูงกว่าปริญญาโท
4. ตำแหน่งที่เกี่ยวข้องในโครงการ
☐ ผู้ออกแบบ ☐ เจ้าของโครงการ
☐ ผู้ควบคุมงาน ☐ ผู้จัดการโครงการ
☐ วิศวกรโครงการ ☐ วิศวกรสนาม
☐ ดราฟต์แมน ☐ โฟร์แมน
5. ประสบการณ์ทำงาน
☐ 1 - 5 ปี ☐ 6 - 10 ปี
☐ 11 - 15 ปี ☐ 16 ปีขึ้นไป

ส่วนที่ 2 แบบสัมภาษณ์ปัญหาติดตั้งและส่งมอบน้ำเย็นสำหรับระบบทำความเย็นแบบรวมศูนย์

1. ท่านคิดว่าในโครงการของท่านมีปัญหาความล่าช้าในการติดตั้งและส่งมอบน้ำเย็นหรือไม่อย่างไร

.....

.....

2. ท่านพบปัญหาความล่าช้าในช่วงการเตรียมการ (Preparation phase) หรือไม่

☐ มีความล่าช้า (กรุณาตอบข้อถัดไป) ☐ ไม่มีความล่าช้า (ข้ามไปที่ข้อ 3)

2.1 ปัญหาในช่วงการเตรียมการที่เกิดขึ้นคืออะไร และเกิดขึ้นจากสาเหตุใด

.....

.....

2.2 ปัญหาช่วงเตรียมการส่งผลกระทบต่อคุณภาพงาน ระยะเวลา และค่าใช้จ่ายหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

3. ท่านพบปัญหาความล่าช้าในช่วงการติดตั้งและทดสอบ (Installation and Test phase) หรือไม่

☐ มีความล่าช้า (กรุณาตอบข้อถัดไป) ☐ ไม่มีความล่าช้า (ข้ามไปที่ข้อ 4)

3.1 ปัญหาในช่วงการติดตั้งและทดสอบที่เกิดขึ้นคืออะไร และเกิดขึ้นจากสาเหตุใด

.....

.....

3.2 ปัญหาในช่วงการติดตั้งและทดสอบส่งผลกระทบต่อคุณภาพงาน ระยะเวลา และค่าใช้จ่ายหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

4. ท่านพบปัญหาความล่าช้าในช่วงการส่งมอบงาน (Installation and Test phase) หรือไม่

☐ มีความล่าช้า (กรุณาตอบข้อถัดไป) ☐ ไม่มีความล่าช้า (ข้ามไปที่ข้อ 5)

4.1 ปัญหาในช่วงการส่งมอบงานที่เกิดขึ้นคืออะไร และเกิดขึ้นจากสาเหตุใด

.....

.....

4.2 ปัญหาในช่วงการส่งมอบงานส่งผลกระทบต่อคุณภาพงาน ระยะเวลา และค่าใช้จ่ายหรือไม่
อย่างไร

.....

.....

5. ท่านคิดว่าความล่าช้าเกิดขึ้นในช่วงใดของโครงการมากที่สุด เพราะเหตุใด

.....

.....

6. ท่านคิดว่าปัญหาความล่าช้าการติดตั้งและส่งมอบในโครงการของท่านมีความรุนแรงหรือไม่
อย่างไร

.....

.....

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวแนวทางป้องกันสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นและความคิดเห็น

1. ท่านคิดว่าในอนาคตควรมีการปรับปรุงขั้นตอนใดเพื่อป้องกันความล่าช้าในการติดตั้งและส่งมอบน้ำ
เย็น

.....

.....

2. ท่านมีคำแนะนำเพิ่มเติมเกี่ยวกับการจัดการความล่าช้าในการติดตั้งและส่งมอบระบบน้ำเย็นหรือไม่

.....

.....

คำชี้แจง แบบฟอร์มการสัมภาษณ์ ก-2

ประเภท ความล่าช้า				
ผลกระทบที่เกิดขึ้น	ผู้รับผิดชอบ ค่าใช้จ่าย			
	ผลกระทบ ค่าใช้จ่าย			
	ผลกระทบ ระยะเวลา			
	รายละเอียด ผลกระทบ			
	ผู้ที่ได้รับผลกระทบ โดยตรง			
หน่วยงานที่ ก่อให้เกิดปัญหา				
รายละเอียด ของปัญหา				
ปัญหา				
ลำดับ				

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายอานนท์ พูลประดิษฐ์
ชื่อการค้นคว้าอิสระ	การศึกษาปัญหาติดตั้งและส่งมอบระบบทำความเย็นแบบรวมศูนย์ : โครงการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่พิเศษ
สาขาวิชา	บริหารงานก่อสร้าง
ประวัติ	ปริญญาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

