บทที่ 4

แบบจำลองระบบวงจรด้านน้ำเย็นและข้อสมมติฐาน

การออกแบบที่เหมาะสมของระบบวงจรด้านน้ำเย็นนั้นเกี่ยวข้องกับตัวแปรและเงื่อนไขต่างๆ มากมาย ดังนั้นหากจะนำผลลัพธ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกันเพื่อหาค่าที่เหมาะสมที่สุดนั้น จำเป็นต้องใช้หลักเกณฑ์ในการพิจารณาบนพื้นฐานเดียวกัน

4.1 แบบจำลองของระบบวงจรด้านน้ำเย็น (Model of Chilled Water Side Loop System)

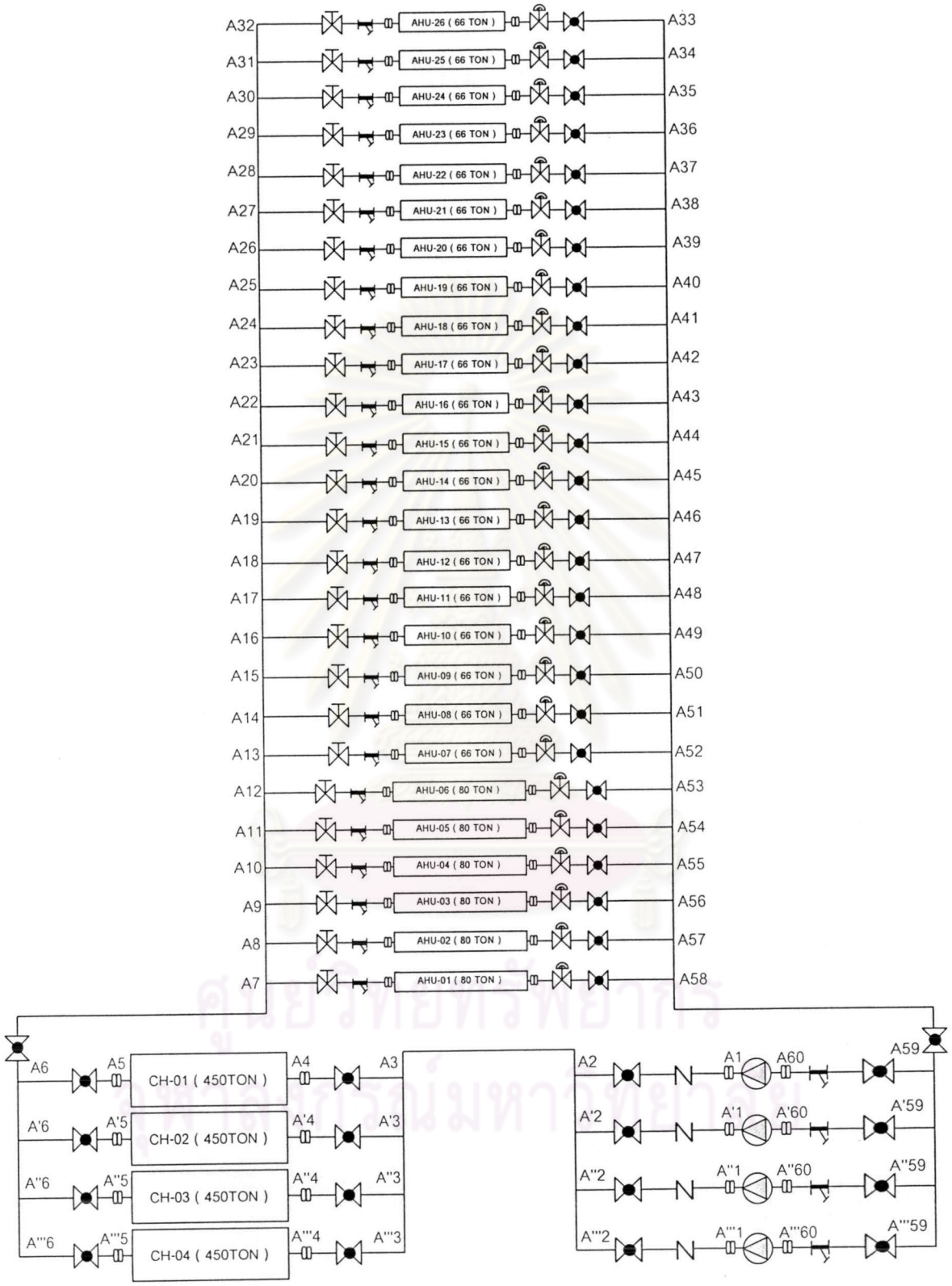
สำหรับแบบจำลองของระบบวงจรด้านน้ำเย็นที่ใช้ในงานวิจัยนี้ มีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 4.1 ซึ่งในแบบจำลองประกอบด้วยเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 450 TON จำนวน 4 เครื่อง เครื่องส่งลมเย็น จำนวนทั้งสิ้น 26 เครื่อง โดยแบ่งเป็นขนาด 66 TON จำนวน 20 เครื่อง ขนาด 80 TON จำนวน 6 เครื่อง และระบบการกระจายน้ำเย็น (เครื่องสูบน้ำเย็น จำนวน 4 เครื่อง ท่อน้ำ อุปกรณ์ประกอบระบบท่อ วาล์ว วาล์วควบคุมชนิด 2 ทางและฉนวน) พร้อมด้วยเลขประจำส่วนของท่อน้ำเย็นในช่วงต่างๆ (Number of Chilled Water Pipe Section) ส่วนรายละเอียดข้อมูลของความยาวท่อน้ำ ชนิดของอุปกรณ์และจำนวนที่ใช้ในแต่ละส่วนของแบบจำลองระบบวงจรด้านน้ำเย็นนั้น แสดงอยู่ในตารางที่ 4.1

และขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมที่ประดิษฐ์ขึ้น เพื่อวิเคราะห์หาค่าที่เหมาะสมของ CWST และ TD ในแบบจำลองของระบบวงจรด้านน้ำเย็นนี้ สามารถสรุปเป็นขั้นตอนง่ายๆ ดังนี้

1. ป้อนค่า CWST และ TD ภายใต้ขอบเขตที่กำหนด
2. คำนวณหาค่าของเฮดสูญเสียในอุปกรณ์ต่างๆ รวมไปถึงค่า Valve Authority
3. คำนวณหาค่าใช้จ่ายเบื้องต้น ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาระบบในแต่ละส่วน
4. คำนวณหาค่าใช้จ่ายทั้งหมดตลอดอายุการใช้งานของระบบ
5. แสดงผลของค่าต่างๆ ที่คำนวณได้

ซึ่งขั้นตอนการทำงานต่างๆ ที่ได้กล่าวมาข้างต้นนี้ สามารถเขียนเป็น Flow Chart แสดงการทำงาน ได้ดังรูปที่ 4.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.1 แสดงตัวอย่างแบบจำลองระบบวงจรน้ำเย็นของระบบปรับอากาศที่ใช้ในการวิจัย

ตารางที่ 4.1 แสดงความยาวท่อ อุปกรณ์ประกอบระบบท่อและวาล์วพร้อมด้วยจำนวนที่ใช้

Section	Pipe Length (m.)	Fitting and Valve (Units.)								
		Flexible Joint	90STD	Tee	Globe Valve	Gate Valve	Butterfly Valve	Check Valve	Strainer	2 Way Control Valve
A1-A2	5	1	2	-	-	-	1	1	-	-
A'1-A'2	5	1	2	-	-	-	1	1	-	-
A''1-A''2	5	1	2	-	-	-	1	1	-	-
A'''1-A'''2	5	1	2	-	-	-	1	1	-	-
A'''2-A2	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A2-A3	5	-	2	-	-	-	-	-	-	-
A3-A'''3	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A3-A4	5	1	2	-	-	-	1	-	-	-
A'3-A'4	5	1	2	-	-	-	1	-	-	-
A''3-A''4	5	1	2	-	-	-	1	-	-	-
A'''3-A'''4	5	1	2	-	-	-	1	-	-	-
A5-A6	5	1	2	-	-	-	1	-	-	-
A'5-A'6	5	1	2	-	-	-	1	-	-	-
A''5-A''6	5	1	2	-	-	-	1	-	-	-
A'''5-A'''6	5	1	2	-	-	-	1	-	-	-
A'''6-A6	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A6-A7	25	-	3	1	-	-	1	-	-	-
A7-A58	20	2	6	1	1	1	-	-	1	1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) แสดงความยาวท่อ อุปกรณ์ประกอบระบบท่อและวาล์วพร้อมด้วยจำนวนที่ใช้

Section	Pipe Length .(m.)	Fitting and Valve (Units.)								
		Flexible Joint	90STD	Tee	Globe Valve	Gate Valve	Butterfly Valve	Check Valve	Strainer	2 Way Control Valve
A7-A8	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A8-A57	20	2	6	1	1	1	-	-	1	1
A8-A9	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A9-A56	20	2	6	1	1	1	-	-	1	1
A9-A10	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A10-A55	20	2	6	1	1	1	-	-	1	1
A10-A11	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A11-A54	20	2	6	1	1	1	-	-	1	1
A11-A12	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A12-A53	20	2	6	1	1	1	-	-	1	1
A12-A13	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A13-A52	20	2	6	1	1	1	-	-	1	1
A13-A14	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A14-A51	20	2	6	1	1	1	-	-	1	1
A14-A15	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A15-A50	20	2	6	1	1	1	-	-	1	1
A15-A16	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A16-A49	20	2	6	1	1	1	-	-	1	1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) แสดงความยาวท่อ อุปกรณ์ประกอบระบบท่อและวาล์วพร้อมด้วยจำนวนที่ใช้

Section	Pipe Length .(m.)	Fitting and Valve (Units.)								
		Flexible Joint	90STD	Tee	Globe Valve	Gate Valve	Butterfly Valve	Check Valve	Strainer	2 Way Control Valve
A16-A17	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A17-A48	20	2	6	1	1	1	-	-	1	1
A17-A18	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A18-A47	20	2	6	1	1	1	-	-	1	1
A18-A19	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A19-A46	20	2	6	1	1	1	-	-	1	1
A19-A20	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A20-A45	20	2	6	1	1	1	-	-	1	1
A20-A21	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A21-A44	20	2	6	1	1	1	-	-	1	1
A21-A22	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A22-A43	20	2	6	1	1	1	-	-	1	1
A22-A23	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A23-A42	20	2	6	1	1	1	-	-	1	1
A23-A24	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A24-A41	20	2	6	1	1	1	-	-	1	1
A24-A25	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A25-A40	20	2	6	1	1	1	-	-	1	1

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) แสดงความยาวท่อ อุปกรณ์ประกอบระบบท่อและวาล์วพร้อมด้วยจำนวนที่ใช้

Section	Pipe Length .(m.)	Fitting and Valve (Units.)								
		Flexible Joint	90STD	Tee	Globe Valve	Gate Valve	Butterfly Valve	Check Valve	Strainer	2 Way Control Valve
A25-A26	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A26-A39	20	2	6	1	1	1	-	-	1	1
A26-A27	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A27-A38	20	2	6	1	1	1	-	-	1	1
A27-A28	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A28-A37	20	2	6	1	1	1	-	-	1	1
A28-A29	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A29-A36	20	2	6	1	1	1	-	-	1	1
A29-A30	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A30-A35	20	2	6	1	1	1	-	-	1	1
A30-A31	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A31-A34	20	2	6	1	1	1	-	-	1	1
A31-A32	5	-	1	-	-	-	-	-	-	-
A32-A33	20	2	5	-	1	1	-	-	1	1
A33-A34	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A34-A35	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A35-A36	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A36-A37	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) แสดงความยาวท่อ อุปกรณ์ประกอบระบบท่อและวาล์วพร้อมด้วยจำนวนที่ใช้

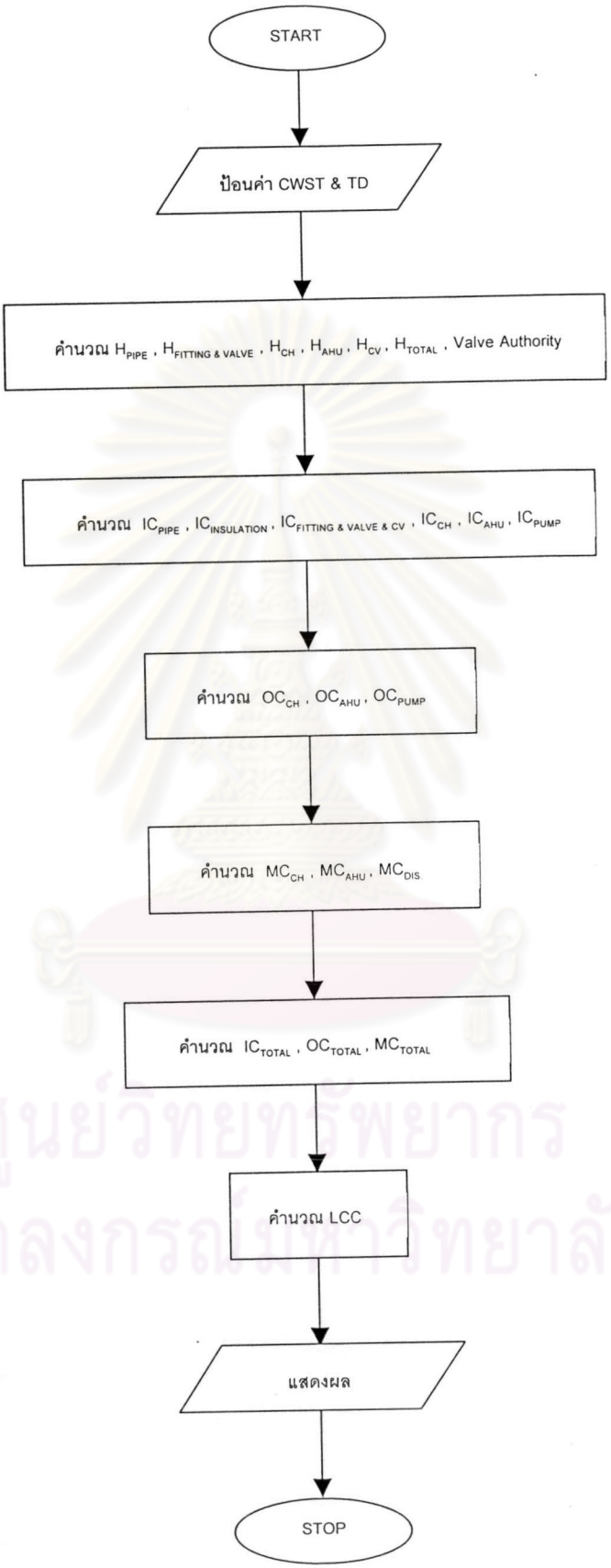
Section	Pipe Length .(m.)	Fitting and Valve (Units.)								
		Flexible Joint	90STD	Tee	Globe Valve	Gate Valve	Butterfly Valve	Check Valve	Strainer	2 Way Control Valve
A37-A38	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A38-A39	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A39-A40	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A40-A41	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A41-A42	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A42-A43	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A43-A44	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A44-A45	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A45-A46	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A46-A47	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A47-A48	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A48-A49	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A49-A50	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A50-A51	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A51-A52	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A52-A53	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A53-A54	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A54-A55	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) แสดงความยาวท่อ อุปกรณ์ประกอบระบบท่อและวาล์วพร้อมด้วยจำนวนที่ใช้

Section	Pipe Length .(m.)	Fitting and Valve (Units.)								
		Flexible Joint	90STD	Tee	Globe Valve	Gate Valve	Butterfly Valve	Check Valve	Strainer	2 Way Control Valve
A55-A56	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A56-A57	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A57-A58	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
A58-A59	25	-	3	-	-	-	1	-	-	-
A59-A'''59	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A59-A60	5	1	2	-	-	-	1	-	1	-
A'59-A'60	5	1	2	-	-	-	1	-	1	-
A''59-A''60	5	1	2	-	-	-	1	-	1	-
A'''59-A'''60	5	1	2	-	-	-	1	-	1	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.2 แสดง Flow Chart การทำงานอย่างง่ายๆ ของโปรแกรมที่ประดิษฐ์ขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 ข้อสมมุติฐาน (Assumption)

ข้อสมมุติฐานที่ใช้ในการหาค่าที่เหมาะสมของ CWST และ TD ในระบบวงจรด้านน้ำเย็นของระบบปรับอากาศแบบทำความเย็นจากส่วนกลาง แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ข้อสมมุติฐานทางวิศวกรรมและข้อสมมติฐานทางเศรษฐศาสตร์ ซึ่งข้อสมมุติฐานเหล่านี้ถือเป็นข้อจำกัดในการออกแบบ และถือเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องกำหนดไว้ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นข้อมูลที่ค่อนข้างยากในการค้นหาหรือทำนาย อีกทั้งยังเป็นค่าที่มีความแปรผัน

ซึ่งข้อสมมุติฐานที่ใช้ในการหาค่าที่เหมาะสมของตัวแปรตัดสินใจทั้งสองนี้ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ คือ

4.2.1 ข้อสมมุติฐานทางวิศวกรรม (Engineering Assumption)

4.2.1.1 กำหนดให้ระบบปรับอากาศทำงานที่ Full Load ตลอดเวลา (อัตราการไหลของน้ำเย็นในระบบคงที่ตลอดเวลา)

4.2.1.2 อุปกรณ์ในระบบวงจรด้านน้ำเย็นที่พิจารณาประกอบด้วย เครื่องทำน้ำเย็น เครื่องส่งลมเย็น และระบบการกระจายน้ำเย็น (เครื่องสูบน้ำเย็น ท่อน้ำ อุปกรณ์ประกอบระบบท่อ วาล์ว วาล์วควบคุมชนิด 2 ทางและฉนวน)

4.2.1.3 เครื่องทำน้ำเย็นขนาด 450 TON จำนวน 4 เครื่อง เป็นชนิด Water – Cooled Centrifugal Liquid Chiller โดยที่กำหนดให้สภาวะด้านน้ำเย็นมีค่า $40\ ^{0}F \leq CWST \leq 50\ ^{0}F$ และ $6\ ^{0}F \leq TD \leq 16\ ^{0}F$ ส่วนสภาวะด้านน้ำหล่อเย็นกำหนดให้มีค่าคงที่ คือ $CDWST = 90\ ^{0}F$ และ $TD = 10\ ^{0}F$ ตามลำดับ และเครื่องทำน้ำเย็นทุกเครื่องที่เลือกใช้ในแต่ละสภาวะการออกแบบของงานวิจัยนี้จะมีค่าพลังงานไฟฟ้าต่อตันความเย็น ไม่เกิน 0.70 kW / Ton ที่ภาระเต็มพิกัด (Full Load) ซึ่งเป็นไปตามพระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุม พ.ศ. 2538 สำหรับเครื่องทำน้ำเย็นแบบหอยโข่งชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ ขนาดเกินกว่า 250 Ton ถึง 500 Ton ที่ติดตั้งในอาคารใหม่

4.2.1.4 เครื่องส่งลมเย็นมีจำนวนทั้งสิ้น 26 เครื่อง โดยแบ่งเป็นขนาด 66 TON จำนวน 20 เครื่อง และขนาด จำนวน 80 TON 6 เครื่อง โดยที่กำหนดให้สภาวะด้านน้ำเย็นมีค่า 40 ^{0}F $\leq$ CWST $\leq$ 50 ^{0}F และ 6 ^{0}F$\leq$ TD $\leq$ 16 ^{0}F ส่วนสภาวะของอากาศเข้าเครื่องส่งลมเย็นกำหนดให้มีค่าคงที่ คือ 80 FDB / 67 FWB ซึ่งการเลือกเครื่องส่งลมเย็นจะพิจารณาจาก Total Load เป็นสำคัญ ไม่ได้คำนึงถึงความสามารถในการลดความชื้นที่อยู่ในรูป Latent Load

4.2.1.5 ท่อน้ำเย็นเป็นท่อเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (Carbon Steel : ASTM A53 Schedule 40. Seamless) ซึ่งหลักเกณฑ์ในการเลือกขนาดท่อน้ำจะเป็นไปตามข้อกำหนดของ ASHRAE Hand book – Fundamentals 1997 ส่วนค่าเฮดสูญของท่อน้ำจะอาศัยความสัมพันธ์ของ Hazen-Williams Equation (C = 140 : ท่อใหม่) และในแบบจำลองกำหนดให้ความยาวของท่อน้ำเย็นจ่ายมีค่าเท่ากับความยาวของท่อน้ำเย็นกลับในแต่ละ Section ที่พิจารณา

4.2.1.6 อุปกรณ์ประกอบระบบท่อและวาล์วที่ใช้จะพิจารณาเฉพาะในส่วนของข้อต่ออ่อน ข้องอ 90^{0} มาตรฐาน ข้อต่อตัวที โกล๊บวาล์ว วาล์วประตูน้ำ วาล์วผีเสื้อ วาล์วกันกลับชนิดยกแนวตั้งและวายสเตรนเนอร์ เท่านั้น ซึ่งค่าเฮดสูญเสียของอุปกรณ์เหล่านี้จะอาศัยความสัมพันธ์ของ Hazen-Williams Equation (C = 140 : ท่อใหม่) และกำหนดให้ความยาวสมมูลของข้อต่ออ่อนและวาล์วผีเสื้อมีค่าเท่ากับวาล์วประตูน้ำ ความยาวสมมูลของวาล์วกันกลับชนิดยกแนวตั้งมีค่าเท่ากับวาล์ว 60^{0} Y ส่วนความยาวสมมูลของวายสเตรนเนอร์ Sudden Expansion และ Sudden Contraction นั้นจะสร้างให้อยู่ในรูปของฟังก์ชั่นของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางด้วยวิธีกำลังสองต่ำที่สุด และสำหรับค่าเฮดสูญเสียของข้อต่อตัวทีจะพิจารณาจากลักษณะของทิศทางการไหลเป็นสำคัญ ดังนี้ คือ (1.) การไหลผ่านโดยตรงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อไม่เปลี่ยนแปลง กำหนดให้มีค่าเท่ากับ No Reduction Tee : Straight – Thru Flow (2.) การไหลผ่านโดยตรงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อลดลง กำหนดให้มีค่าเท่ากับผลรวมของ No Reduction Tee : Straight – Thru Flow กับ Sudden Contraction (3.) การไหลผ่านโดยตรงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อเพิ่มขึ้น กำหนดให้มีค่าเท่ากับผลรวมของ No Reduction Tee : Straight – Thru Flow กับ Sudden Enlargement (4.) การไหลเข้าสาขาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อไม่เปลี่ยนแปลง กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 90^{0} STD (5.) การไหลเข้าสาขาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อลดลง กำหนดให้มีค่าเท่ากับผลรวมของ 90^{0} STD กับ Sudden Contraction และ (6.) การไหลเข้าสาขาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อเพิ่มขึ้น กำหนดให้มีค่าเท่ากับผลรวมของ 90^{0} STD กับ Sudden Enlargement

ส่วนการเลือกใช้สมการของ Sudden Enlargement และ Sudden Contraction นั้น มีหลักเกณฑ์ ดังนี้ คือ ให้ใช้สมการของ d/D = ¼ เมื่อ $0 < d/D \leq 0.33$ ให้ใช้สมการของ d/D = ½ เมื่อ $0.33 < d/D \leq 0.66$ และให้ใช้สมการของ d/D = ¾ เมื่อ $0.66 < d/D < 1$ ตามลำดับ

4.2.1.6 วาล์วควบคุมชนิด 2 ทาง พิจารณาให้ใช้แบบ ON/Off Control สำหรับวาล์วขนาด 0.5" – 2 " และใช้แบบ Proportional Control สำหรับวาล์วขนาด 2.5 " – 6 " ตามลำดับ

4.2.1.7 ฉนวนเป็นชนิดเซลปิด และเงื่อนไขที่ใช้ในการกำหนดความหนาของฉนวนเพื่อลดการสูญเสียความเย็นและป้องกันการเกิดหยดเหงื่อ มีดังนี้ คือ อุณหภูมิทำงานของน้ำเย็นมีค่า 40 - 66 ^{0}F สัมประสิทธิการนำความร้อนของฉนวนมีค่าคงที่ 0.2510 BTU.in / ft^2.hr.^{0}F สภาวะของอากาศโดยรอบ มีอุณหภูมิ 86 ^{0}F ความชื้นสัมพัทธ์ 80 % RH และกำหนดให้ค่าสัมประสิทธิการถ่ายเทความร้อนโดยการพามีค่า 1.5 BTU / ft^2.hr.^{0}F (การถ่ายเทอากาศปานกลาง)

4.2.1.8 เครื่องสูบน้ำเป็นแบบ Horizontal Split Case Centrifugal Pump มีค่าเฮดคงที่เท่ากับ 140 FT. of WG. แต่เปลี่ยนแปลงค่า GPM ให้เป็นตามค่าของ TD ที่เปลี่ยนไปภายใต้ขอบเขตที่กำหนดไว้ คือ $6\ ^0F \leq TD \leq 16\ ^0F$

4.2.2 ข้อสมมุติฐานทางเศรษฐศาสตร์ (Economics Assumption)

4.2.2.1 ค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งานของระบบประกอบไปด้วย ค่าใช้จ่ายเบื้องต้น ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (ค่าไฟฟ้า) และค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงระบบ เท่านั้น

4.2.2.2 การเลือกเครื่องทำน้ำเย็น และเครื่องส่งลมเย็นเพื่อการออกแบบที่เหมาะสมนี้จะพิจารณาเลือกจากผลรวมของค่าใช้จ่ายเบื้องต้น ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงของเครื่องที่มีค่าต่ำที่สุด (LCC น้อยที่สุด) เป็นเกณฑ์ (ไม่ได้ใช้วิธีพิจารณาเลือกจากค่าใช้จ่ายเบื้องต้นที่ต่ำที่สุดหรือราคาเครื่องที่ถูกที่สุด)

4.2.2.2 ค่าใช้จ่ายเบื้องต้นของเครื่องทำน้ำเย็นเป็นราคาในเดือนตุลาคม 2545 (ไม่คิดค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง) พิจารณาได้จากตารางที่ 3.1-3.11

4.2.2.3 ค่าใช้จ่ายเบื้องต้นของเครื่องส่งลมเย็นเป็นราคาในเดือนตุลาคม 2545 (ไม่คิดค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง) พิจารณาได้จากตารางที่ 3.12-3.22 สำหรับเครื่องขนาด 60 ตัน และตารางที่ 3.23-3.33 สำหรับเครื่องขนาด 80 ตัน ตามลำดับ

4.2.2.4 ค่าใช้จ่ายเบื้องต้นของท่อน้ำ อุปกรณ์ประกอบท่อและวาล์วเป็นราคาในเดือนกรกฎาคม 2545 (ไม่คิดค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง) ซึ่งจะพิจารณาสร้างความสัมพันธ์ของราคาท่อน้ำ อุปกรณ์ประกอบท่อและวาล์วให้อยู่ในรูปของฟังก์ชั่นของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางด้วยวิธีกำลังสองต่ำที่สุด พิจารณาได้จากรูปที่ ก.1–ก.8 ภาคผนวก ก. ส่วนค่าใช้จ่ายเบื้องต้นของวาล์วควบคุมชนิด 2 ทาง (ไม่คิดค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง) จะเป็นราคาในเดือนธันวาคม 2454 ดังแสดงในตารางที่ 3.36

4.2.2.5 ค่าใช้จ่ายเบื้องต้นของฉนวนหุ้มท่อน้ำเย็นเป็นราคาในเดือนกรกฎาคม 2545 (ไม่คิดค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง) พิจารณาได้จากตารางที่ 3.37- 3.63 ส่วนค่าใช้จ่ายเบื้องต้นของฉนวนที่ใช้สำหรับหุ้มอุปกรณ์ประกอบระบบท่อ วาล์ว วาล์วควบคุม เครื่องทำน้ำเย็นและเครื่องสูบน้ำเย็นจะพิจารณาให้มีค่าเป็น 10 % ของค่าใช้จ่ายเบื้องต้นของฉนวนหุ้มท่อน้ำเย็น

4.2.2.6 ค่าใช้จ่ายเบื้องต้นของเครื่องสูบน้ำเป็นราคาในเดือนธันวาคม 2545 (ไม่คิดค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง) พิจารณาได้จากตารางที่ 3.64

4.2.2.7 ค่าใช้จ่ายด้านการดำเนินงาน (ค่าไฟฟ้า) พิจารณาจากโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าใหม่ที่มีผลบังคับใช้ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2545 ของการไฟฟ้านครหลวง โดยกำหนดให้เป็นแบบ TOU Tariff สำหรับกิจการขนาดใหญ่ 24 kV ดังแสดงในตารางที่ 2.7 (ไม่คิดค่าบริการรายเดือนและค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์)

4.2.2.9 อัตราค่าไฟฟ้าผันแปร (FT) มีค่าเท่ากับ 0.2195 บาท / หน่วย ซึ่งเป็นอัตราที่ประกาศใช้ประจำเดือนตุลาคม 2545 – มกราคม 2546

4.2.2.8 ในรอบ 1 เดือน ระบบปรับอากาศทำงานตั้งแต่วันจันทร์ถึงวันศุกร์ เป็นจำนวนทั้งสิ้น 20 วัน และทำงานในวันเสาร์ เป็นจำนวนทั้งสิ้น 4 วัน โดยที่ในแต่ละวันระบบทำงาน ในช่วงเวลา 07:00 น.–17:00 น. ดังนั้น จึงสามารถกำหนดค่าของตัวแปรต่างๆ ของอัตราค่าไฟฟ้าแบบ TOU Tariff ในรอบ 1 เดือน ได้ดังนี้ คือ HNOP มีค่าเท่ากับ 8 ชั่วโมง , DNOP มีค่าเท่ากับ 20 วัน, HOFP1 มีค่าเท่ากับ 2 ชั่วโมง, DOFP1 มีค่าเท่ากับ 20 วัน, HOFP2 มีค่าเท่ากับ 10 ชั่วโมง และ DOFP2 มีค่าเท่ากับ 4 วัน ตามลำดับ

4.2.2.9 ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด (กิโลวัตต์สูงสุด) ของอุปกรณ์ในช่วง On Peak กำหนดให้มีค่าเท่ากับกิโลวัตต์ปกติของอุปกรณ์นั้นๆ กล่าวคือ เครื่องทำน้ำเย็นให้ใช้กิโลวัตต์ของคอมเพรสเซอร์ในตารางที่ 3.1-3.11 เครื่องส่งลมเย็นให้ใช้ค่ากิโลวัตต์ของมอเตอร์พัดลมในตารางที่ 3.12-3.22 สำหรับเครื่องขนาด 60 ตัน และตารางที่ 3.23-3.33 สำหรับเครื่องขนาด 80 ตัน ส่วนเครื่องสูบน้ำให้ใช้ค่ากิโลวัตต์ของมอเตอร์เครื่องสูบน้ำในตารางที่ 3.64 ตามลำดับ

4.2.2.10 ค่าใช้จ่ายด้านการดำเนินงานของเครื่องทำน้ำเย็นจะพิจารณาเฉพาะการใช้พลังงานไฟฟ้าที่คอมเพรสเซอร์เท่านั้น ดังแสดงในตารางที่ 3.1-3.11

4.2.2.11 ค่าใช้จ่ายด้านการดำเนินงานของเครื่องส่งลมเย็นจะพิจารณาเฉพาะการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มอเตอร์ขับพัดลมเท่านั้น ดังแสดงในตารางที่ 3.12-3.22 สำหรับเครื่องขนาด 60 ตัน และตารางที่ 3.23-3.33 สำหรับเครื่องขนาด 80 ตัน ตามลำดับ

4.2.2.12 ค่าใช้จ่ายด้านการดำเนินงานของเครื่องสูบน้ำเย็นจะพิจารณาเฉพาะการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มอเตอร์ขับใบพัดของเครื่องสูบน้ำเท่านั้น ดังแสดงในตารางที่ 3.64

4.2.2.13 ค่าใช้จ่ายด้านการดำเนินงานของระบบทั้งหมด พิจารณาให้เป็นไปตามความสัมพันธ์ของ USPWF

4.2.2.14 ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาระบบทั้งหมด กำหนดให้มีค่าเป็น 5% ของค่าใช้จ่ายเบื้องต้นทั้งหมด และเป็นไปตามความสัมพันธ์ของ USPWF

4.2.2.15 อัตราดอกเบี้ยเงินฝากรายปี มีค่าเท่ากับ 2 % (พฤศจิกายน 2545)

4.2.2.16 อัตราภาษีมูลค่าเพิ่ม มีค่าเท่ากับ 7 %

4.2.2.17 อัตราการแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ คิดเป็น 43 บาท / ดอลลาร์

4.2.2.18 อายุการใช้งานของระบบปรับอากาศ เท่ากับ 15 ปี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย