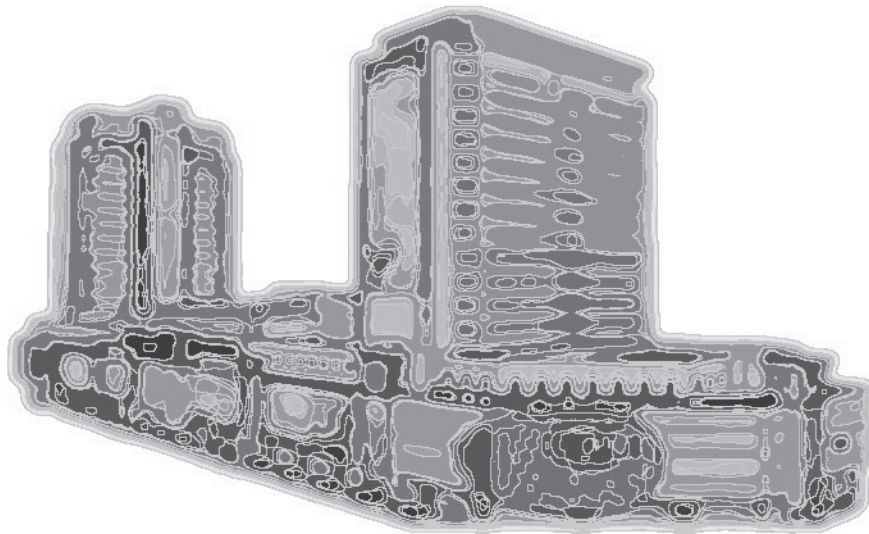


โครงการ งานออกแบบและปรับปรุงหอพักน้ำ ศูนย์การค้า Square Center

โดย นายบุญพงษ์ กิจวัฒนาชัย
ประธานวิชาการ

สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย ปี พ.ศ. 2556-2557



ความเป็นมาของโครงการ

ศูนย์การค้า Square Center ก่อสร้างและเริ่มใช้งาน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2533 เป็นอาคารที่มีการใช้สอย อาคารเป็น ศูนย์การค้า สำนักงานและโรงแรม ขนาดพื้นที่ก่อสร้างกว่า สองแสนตารางเมตร โดยแบ่งอาคารออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 เป็นอาคารจอดรถ เริ่มตั้งแต่ชั้น 1 ถึงชั้น 5

ส่วนที่ 2 เป็นอาคารศูนย์การค้า ตั้งแต่ชั้นที่ 1 ถึง ชั้นที่ 5 อาคารสำนักงาน ตั้งแต่ชั้น 5 ถึงชั้น 30 และอาคาร โรงแรม ตั้งแต่ชั้นที่ 5 ถึงชั้นที่ 35 (จำนวน 30 ชั้น) แต่ละ พื้นที่ดังรายละเอียดต่อไปนี้

Square Center					
Date : 18 October 2013					
Operating and maintenance cost between 2550-2565					
Construction Area	carpark	Shopping center	Office	Hotel	Total
Description	Sq.m	Sq.m	Sq.m	Sq.m	Sq.m
Rental area		72,510	12,760	22,127	
Circulation		39,848	3,569	8,713	
Total area	47,273	112,358	16,329	30,840	206,800
Note : Information date : 06-Oct-13					

ตารางแสดง พื้นที่ภายในศูนย์การค้า Square Center

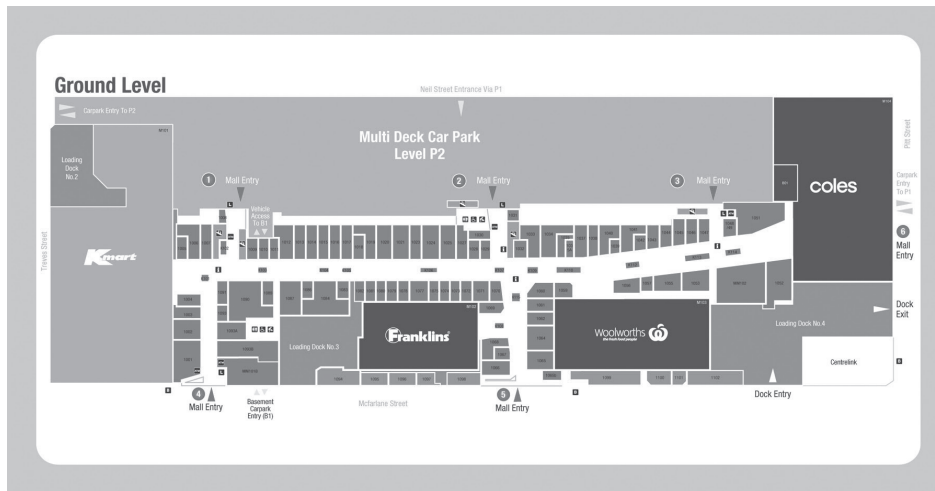
โครงการงานออกแบบและปรับปรุงหอพักน้ำ ศูนย์การค้า Square Center

ระบบปรับอากาศของอาคาร เลือกใช้เป็นแบบเครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Water Chiller) ขนาด 1,000 RT จำนวน 7 ชุด รวม 7,000 RT ติดตั้งที่ชั้น 5 ซึ่งเป็นชั้นบนของอาคารจอดรถ ทำความเย็นให้กับพื้นที่ศูนย์การค้าและสำนักงาน

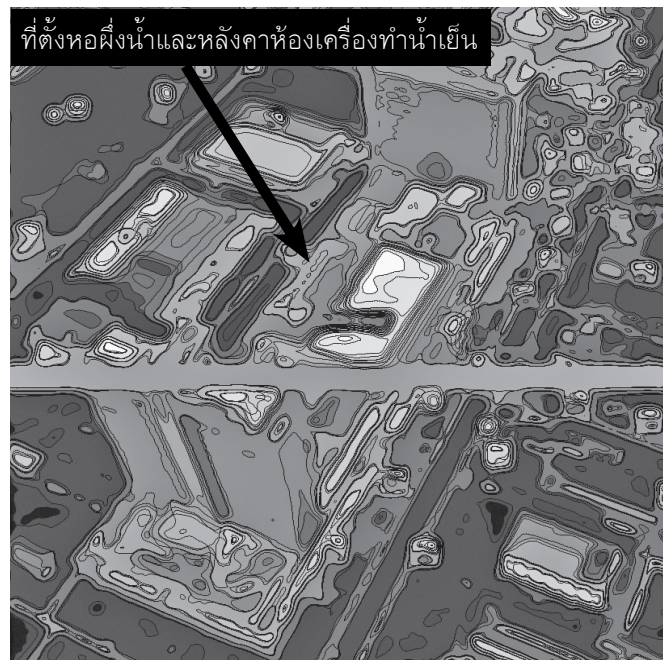
สำหรับโรงแรม เลือกใช้เป็นแบบเครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Water Chiller) ขนาด 400 RT จำนวน 4 ชุด รวม 1,600 RT ติดตั้งที่ชั้น 5 ของอาคารศูนย์การค้า

หลังจากการใช้งานมากกว่า 18 ปี โดยมีห้องเครื่องทำน้ำเย็น 2 แห่ง ในปัจจุบันศูนย์การค้า Square Center ได้ติดตั้งหอพักน้ำเชื่อมระบบทำน้ำเย็นทั้งสองอาคาร เพื่อใช้ระบบน้ำเย็นร่วมกันทำให้ระบบน้ำเย็นมีขนาด 8,600 RT มีจำนวนเครื่องทำน้ำเย็นรวม 11 เครื่อง ทำให้โอกาสในการใช้เครื่องทำน้ำเย็น และเครื่องสำรองเพิ่มมากขึ้น

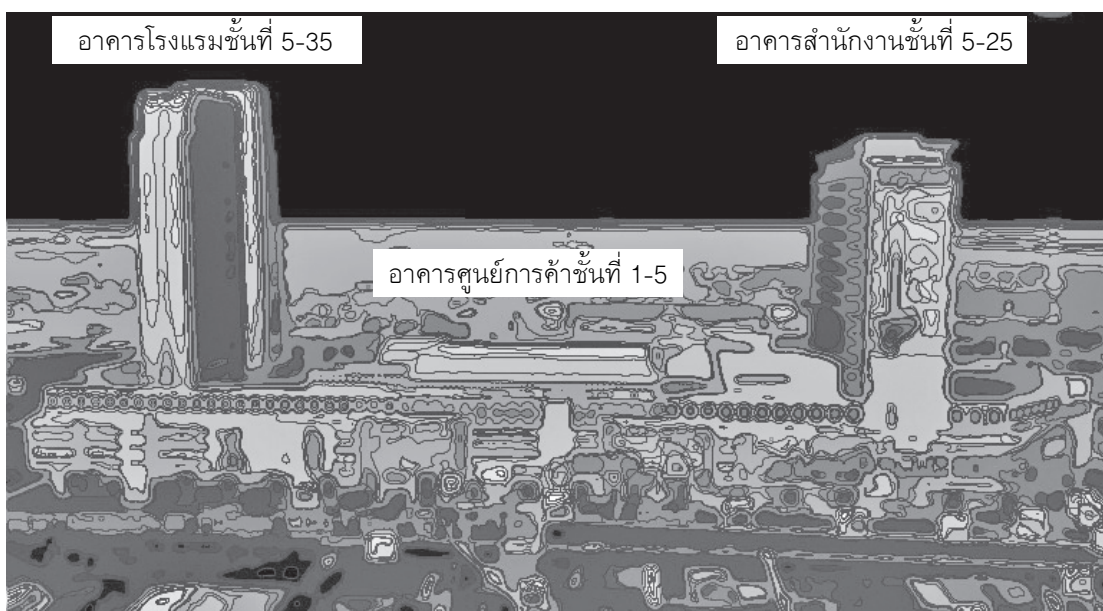
นอกจากนี้จะทำให้ระบบน้ำเย็นเมื่อเชื่อมต่อเสร็จสมบูรณ์ มีความดันใช้งาน ประมาณไม่เกิน 18 บาร์ (250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)



รูปแสดง พื้นที่ใช้สอยของอาคารศูนย์การค้า Square Center



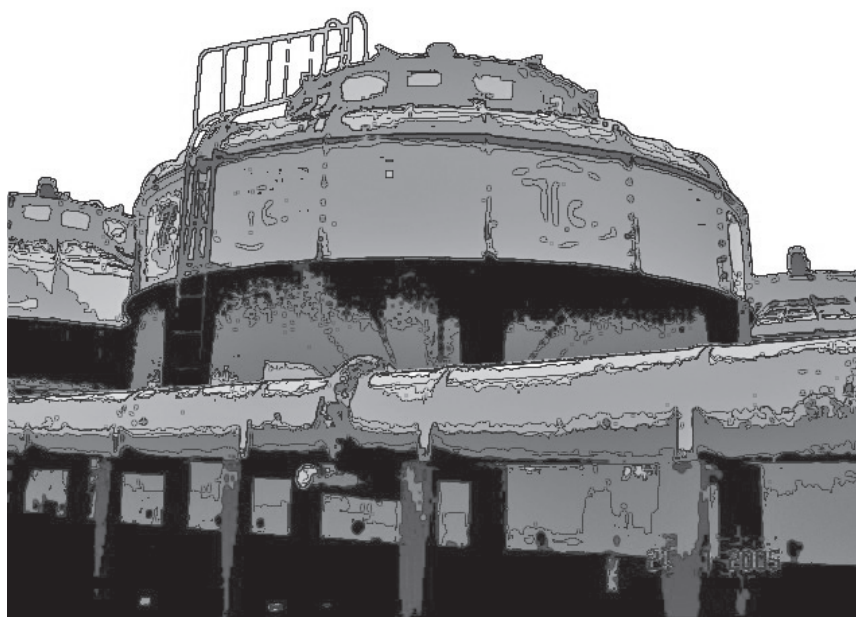
รูปแสดง ลักษณะอาคารศูนย์การค้า Square Center



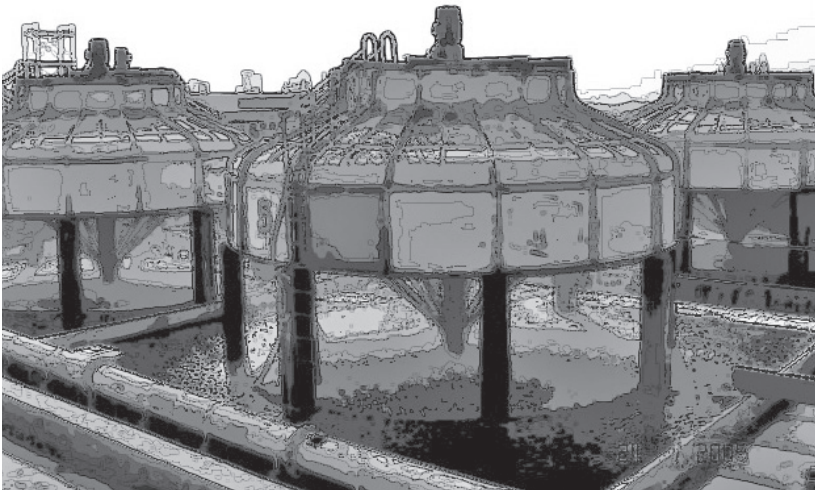
รูปแสดง ภาพด้านหน้าของอาคารศูนย์การค้า MBK Center

หอพักน้ำของอาคารเป็นแบบ Counter flow TC 1,000 จำนวน 8 ชุด แต่ละชุดกำหนดความสามารถในการระบายความร้อนให้กับน้ำหล่อเย็นที่อัตราการไหล 680 cu.m/hr (3,000 gpm) อุณหภูมิมีน้ำหล่อเย็นเข้าที่ 37.7°C (100°F) น้ำหล่อเย็นออกที่ 32.2°C (90°F) โดยมีอุณหภูมิกระเปาะเปียกที่ 28.3°C (83°F) มีการบำรุงรักษาตามที่ผู้ผลิตแนะนำ แต่เนื่องจากระบบปรับอากาศใช้งานปีละประมาณ 5,000 ชั่วโมง เป็นเวลากว่า 20 ปี หอพักน้ำจึงมีประสิทธิภาพ

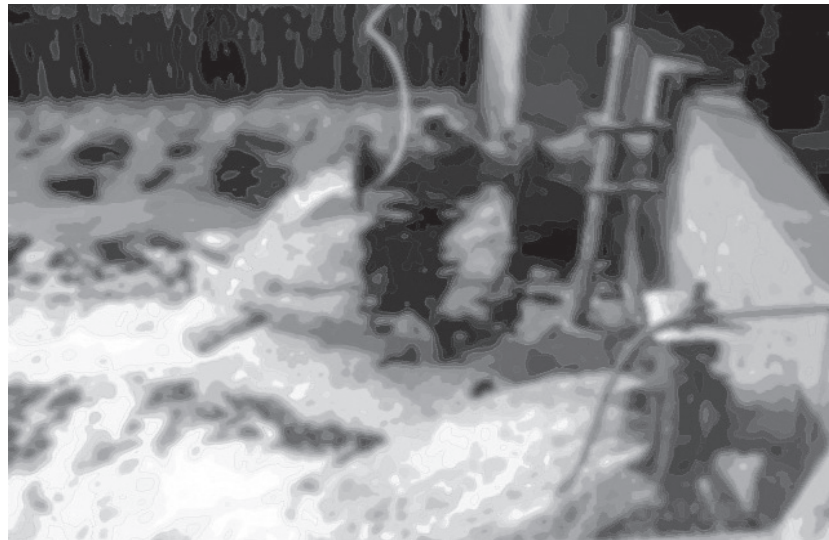
ต่ำลงไปเรื่อย ๆ มีค่าล้างและการซ่อมบำรุงเพิ่มขึ้นทุกปี มีความพร้อมในการใช้งานค่อนข้างต่ำ จึงทำให้ในบางวันไม่สามารถเปิดเครื่องทำน้ำเย็นได้ ฝ่ายวิศวกรรมจึงจัดหาหอพักน้ำแบบ Counter flow เพิ่มเติมอีก 2 ชุด ขนาด TC 1,000 ติด ตั้งในบริเวณใกล้เคียงกัน แต่ก็ช่วยไม่ได้มากนัก นอกจากนี้ หอพักน้ำของอาคารเป็นแบบ Counter flow ซึ่งมีการสูญเสียน้ำมาก



รูปแสดง สภาพของหอพักน้ำจำนวน 8 ชุด TC 1,000



รูปแสดง สภาพหอผึ่งน้ำและน้ำหล่อเย็นขณะใช้งาน



รูปแสดง ปริมาณน้ำเติมจากท่อน้ำเติมเส้นผ่านศูนย์กลาง (100 มิลลิเมตร 4 นิ้ว) จำนวน 2 ท่อ

ผู้บริหารอาคาร จึงต้องการให้ทำการปรับปรุงหอผึ่งน้ำ และการใช้งานใหม่ เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพสูงขึ้นและลดค่าดูแลรักษาหลง โดยจากตรวจวัดและการใช้งานพบว่า จะต้องเปิดเครื่องทำน้ำเย็น ขนาด 1,000 RT วันละ 7 เครื่อง ซึ่งจะต้องให้ขนาดหอผึ่งน้ำสามารถใช้งานที่ภาระของเครื่องทำน้ำเย็นดังกล่าวได้ โดยมีงบประมาณเบื้องต้น 15-20 ล้านบาท

การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ

การพิจารณาความเป็นไปได้ของโครงการศึกษา 3 ด้าน โดยขนาดหอผึ่งน้ำจะต้องสามารถใช้งานได้กับเครื่องทำน้ำเย็น 7,000 RT รายละเอียดมีดังต่อไปนี้

1. ด้านเทคนิค

กรณีที่ 1 การออกแบบโดยใช้หอผึ่งน้ำแบบ Cross flow ใหม่ทั้งหมดโดยใช้ระบบปรับรอบด้วย Inverter แทนการใช้ชุดเกียร์หรือสายพานทดรอบ

ข้อดีคือ สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าด้วย Inverter ลดการสูญเสียน้ำ ลดการใช้สารเคมี ลดการบำรุงรักษาชุดทดรอบ ความสิ้นเปลืองน้อยและมีหอผึ่งน้ำสำรอง

ข้อเสียคือ เงินลงทุนสูง ต้องดัดแปลงโครงสร้างใหม่ ระยะเวลาก่อสร้างนาน และต้องจัดเวลาในการทำงานให้ดี เพื่อไม่ให้กระทบกระเทือนต่อการเปิดใช้งานของศูนย์การค้า

กรณีที่ 2 การออกแบบโดยใช้หอผึ่งน้ำแบบ Counter flow ใหม่ทั้งหมด

ข้อดีคือ สามารถใช้โครงสร้างเดิมได้เกือบทั้งหมด ระยะเวลาการก่อสร้างไม่นานมาก และการทยอยรื้อถอนทำได้ง่าย ไม่กระทบกระเทือนต่อการเปิดใช้งานของศูนย์การค้า

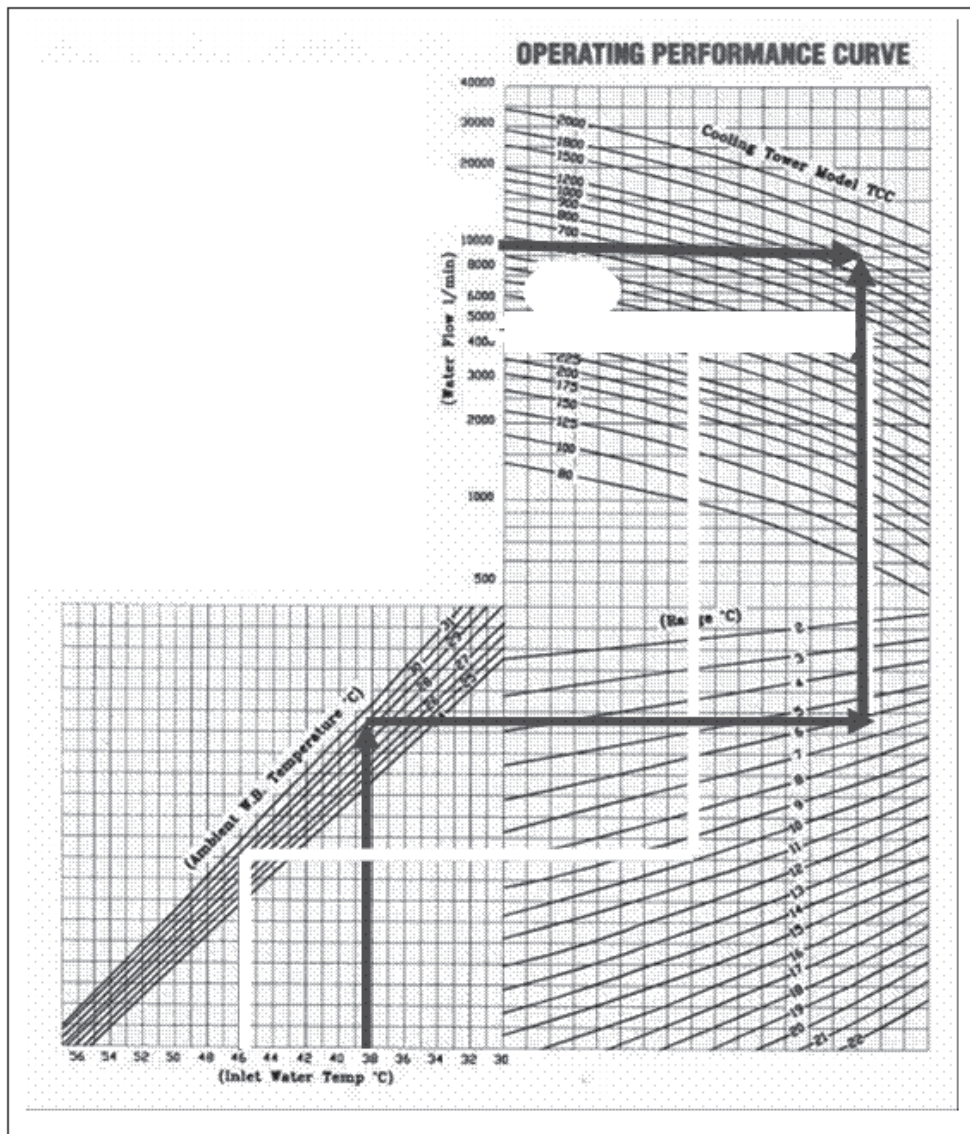
ข้อเสียคือ การใช้พลังงานไฟฟ้า การสูญเสียน้ำ การใช้สารเคมี ไม่มีหอผึ่งน้ำสำรอง และการบำรุงรักษาชุดสูงกว่าเดิม

กรณีที่ 3 การฟื้นฟูหอผึ่งน้ำเดิม ใหม่ทั้งหมด โดยคงมอเตอร์และพัดลมเดิม

ข้อดีคือ ใช้เงินลงทุนน้อย ใช้โครงสร้างเดิม การก่อสร้างได้เร็วและการทยอยปรับ ปรุงทำได้ง่ายไม่กระทบกระเทือนต่อการเปิดใช้งานของศูนย์การค้า

ข้อเสียคือ อายุการใช้งานไม่แน่นอน ไม่มีหอผึ่งน้ำสำรอง การใช้พลังงานไฟฟ้า การสูญเสียน้ำ การใช้สารเคมี และการบำรุงรักษาชุดสูงกว่าเดิม

ข้อกำหนดทางเทคนิคในการกำหนดขนาดของหอผึ่งน้ำใช้อัตราการไหลต่อชุดที่ 810 cu.m/hr (3,600 gpm) อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นเข้าที่ 37.7°C (100°F) น้ำหล่อเย็นออกที่ 32.2°C (90°F) โดยมีอุณหภูมิกระเปาะเปียกที่ 28.8°C (84°F) ได้ขนาด 1,000 TC จำนวน 6 ชุด โดยใช้หอผึ่งน้ำชุดเพิ่มเติมของเดิม 2 ชุด เป็นหอผึ่งน้ำสำรอง



รูปแสดง การเลือกขนาดของหอผึ่งน้ำ ได้เบอร์ 1,000 TC

Hot water Temperature (T ₁):	t ₁ = 100°F
Cold water Temperature (T ₂) :	t ₂ = 90°F
Wet Bulb Temperature (WB):	τ = 84°F
Atmospheric pressure :	P = 9.94 × 10 ⁴ Pa
Tower Water Flow:	Q = 3600 USGPM
Products :	Cross-flow cooling Tower
Dimensions :	L5500mm × W7300mm × H7200mm
Motor Power :	37kW
Power supply :	380V / 3 Φ / 50Hz
Fan diameter :	Φ4700mm
Air Flow :	625000m ³ /h
Drive :	Belt transfer, anti-water
Dry Weight :	6950 kg
Operating Weight :	15500 kg
Inlet Pipe:	4-DN200mm (PN1.0MPa)
Outlet Pipe:	1-DN350mm (PN1.0MPa)
Overflow Pipe:	1-DN80mm
Water make-up Pipe :	2-DN50mm

Item No.	Description	Quantity	Unit Price	Amount
	CROSSFLOW TYPE (1 SET = 1 CELL)			
1)	"CM" COOLING TOWER MODEL YHA - 1000C (WATER FLOW 3,600 US.GPM , Temp : 100° - 90° - 84° F WB)	1 SET	1,560,000.00	1,560,000.00
2)	ขาเหล็ก H - BEAM 6 " รองคูลิ่งทาวเวอร์ (H.D.G.S)	1 SET	160,000.00	160,000.00
3)	ค่ารถขนยกของ กลางคืน	1 เที่ยว	35,000.00	35,000.00
	STANDARD : CTI CERTIFIED MODEL		TOTAL	1,755,000.00

2. ด้านการลงทุนและผลตอบแทนด้านเศรษฐศาสตร์

เปรียบเทียบการลงทุนโดยใช้ราคาจ้างเหมาของโครงการ จำนวนเงิน 14,700,000 บาท (เพิ่มขึ้นจากแบบพื้นฟูหอผึ่งน้ำเดิม 4,770,000 บาท) มีระยะเวลาโครงการ 15 ปี (ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550-2565) ให้อัตราการเพิ่มขึ้นของค่าไฟฟ้า 3% ทุก 5 ปี ค่า Staff เพิ่มขึ้นทุก 5% ทุกปี หักค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรงระยะเวลา 10 ปี ผลการคำนวณทางด้านเศรษฐศาสตร์ โดยไม่คิดภาษีกำไร

ค่าเสื่อมราคา และดอกเบี้ยที่เกิดขึ้นจากผลการประหยัดค่าไฟฟ้า (EBITDA) จะสามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลา 5 ปี มีค่า Internal Interest of Return (IRR) 59.47%

การคำนวณด้านเศรษฐศาสตร์ ได้พิจารณาตัวประกอบที่มีผลต่อการลงทุน ค่าไฟฟ้า (คิดค่าไฟฟ้าที่ 3.8541 บาทต่อหน่วย) ค่าน้ำประปา ชั่วโมงการใช้งาน การใช้งาน การบำรุงรักษา โดยตัวประกอบมีดังต่อไปนี้

Square Center
Date : 18 October 2013
Operating and maintenance cost between 2550-2565

Electricity	On Peak	Off Peak
Energy charge	2.6950	1.1914
Ft	0.5683	0.5683
Demand Charge	0.5908	0
Average	3.8541	1.7597

ตารางแสดง ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย

Square Center
 Date : 18 October 2013
 Operating and maintenance cost between 2550-2565

Comparison	Cross Flow 1	Counter Row 2	Retrofit3	Softener 1%	Softener 3%	Make up water 1%	Make up water 3%	เช่า π	outsourcing
Power, kW	37	37	22	1.13	3.39				
set	6	6	8						
Operating hour	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000		
Total kWh-yr	1,110,000	1,110,000	880,000	5,652	16,955	34,065	102,195		
Unit cost	3.8541	3.8541	3.8541	3.8541	1.7597	20	20	20,000	580,000
electricity cost	4,278,051	4,278,051	3,391,608	21,782	29,835	681,300	2,043,900	100,000	580,000
total O&M	5,081,133	6,451,786	6,145,343						
Investment	10,530,000	9,456,000	5,760,000						
compare 1 vs 2	1,074,000	1,370,653	0.78 years						
compare 1 vs 3	4,770,000	1,064,210	4.48 years						

ตารางแสดง ตัวประกอบด้านเศรษฐกิจและผลตอบแทน

Square Center
Date : 18 October 2013
Operating and maintenance cost between 2550-2565

Year		2550	2551	2552	2553	2554	2555
		0	1	2	3	4	5
AC usage	Cross Flow 1						
	kW	-	37	37	37	37	37
Operation, 5 yr.	3%	บาท/year	-	4,278,051	4,278,051	4,278,051	4,278,051
Maintenance ค่า π	5%	บาท/year	-	100,000	105,000	110,250	115,763
Maintenance cost	3%	บาท/year					
Water cost	3%	บาท/year	-	681,300	701,739	701,739	701,739
Softener	บาท	-	21,782	-	-	-	-
O&M	บาท/year	-	5,081,133	5,084,790	5,090,040	5,095,553	5,101,341
Total O&M cost	บาท/year	-	5,081,133	5,084,790	5,090,040	5,095,553	5,101,341
saving from AC	บาท/year		1,064,210	2,128,421	3,192,631	4,256,842	5,321,052
total saving	บาท/year		1,064,210	2,128,421	3,192,631	4,256,842	5,321,052
EBITDA	บาท/year	(4,770,000)	1,064,210	2,128,421	3,192,631	4,256,842	5,321,052
IRR EBITDA based	%		59.47%				

ตารางแสดงผลตอบแทนด้านเศรษฐศาสตร์ และค่า IRR

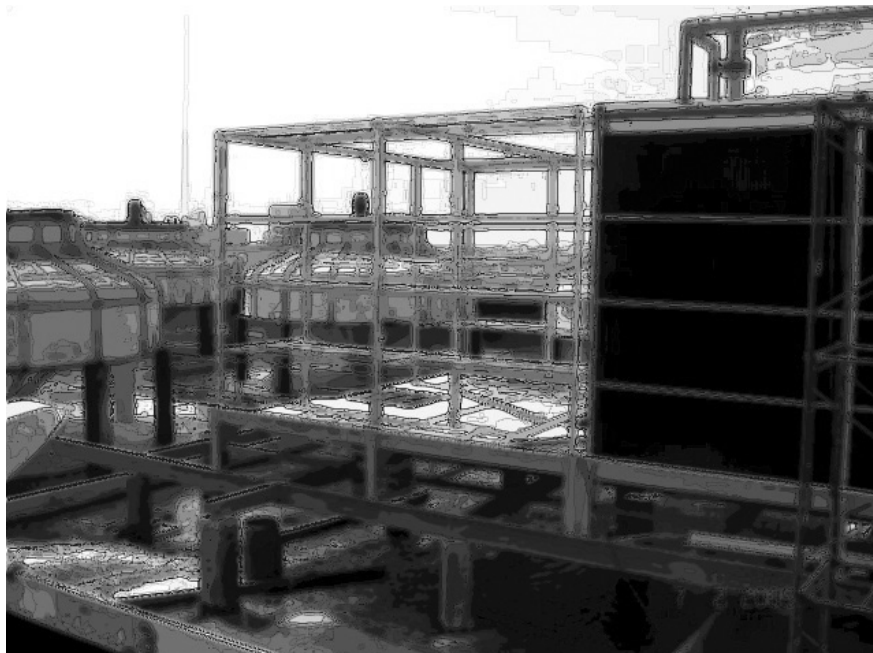
3. การก่อสร้างและแผนการชำระเงิน

การเปลี่ยนหอผึ่งน้ำจากแบบ Counter flow เป็นแบบ Cross flow จะต้องทุบเสาโครงสร้างเดิมแล้วจัดทำโครงสร้างใหม่ การทำงานสามารถทำได้ครั้งละไม่เกิน 2 ชุด ต้องระมัดระวังเศษ Filler และสิ่งสกปรกต่าง ๆ ที่จะไปอุดตันที่

Strainer และ Condenser ของเครื่องทำน้ำเย็น การป้องกัน การติดไฟจาก Solvent การขนย้ายขยะ คอนกรีต รวมไปถึง การปรับแต่ง และการทดสอบสมรรถนะการทำงาน รูป แสดงการทำงานบางส่วน มีดังต่อไปนี้



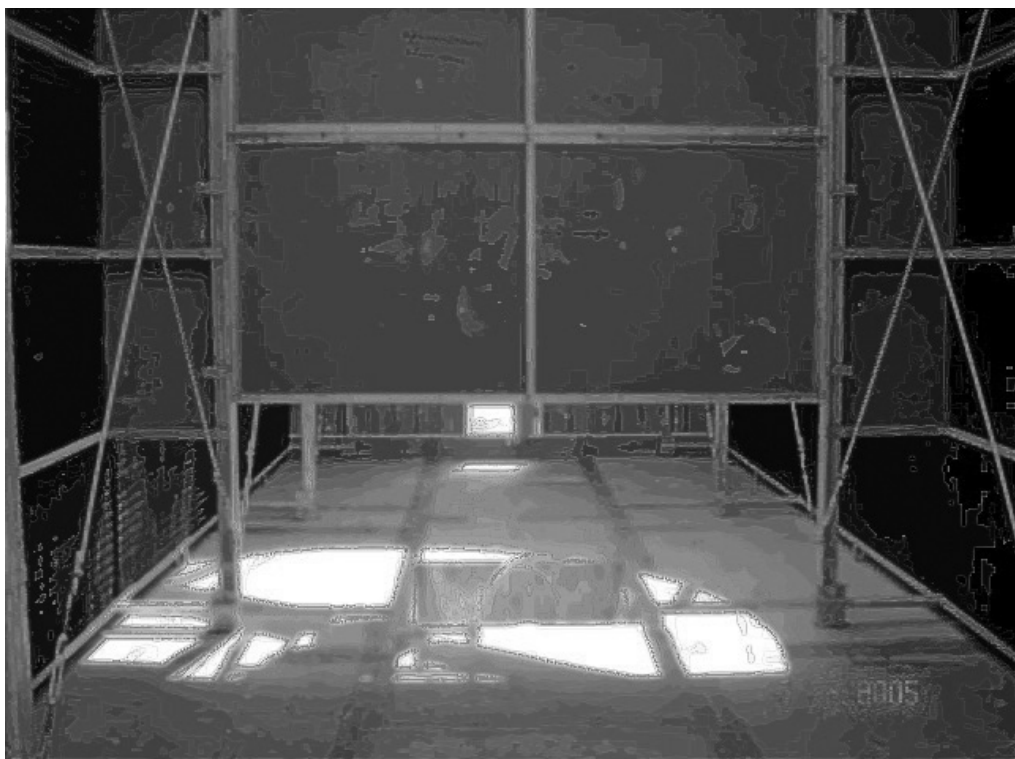
รูปแสดง การทุบเสาโครงสร้างรับหอผึ่งน้ำเดิมแบบ Counter flow



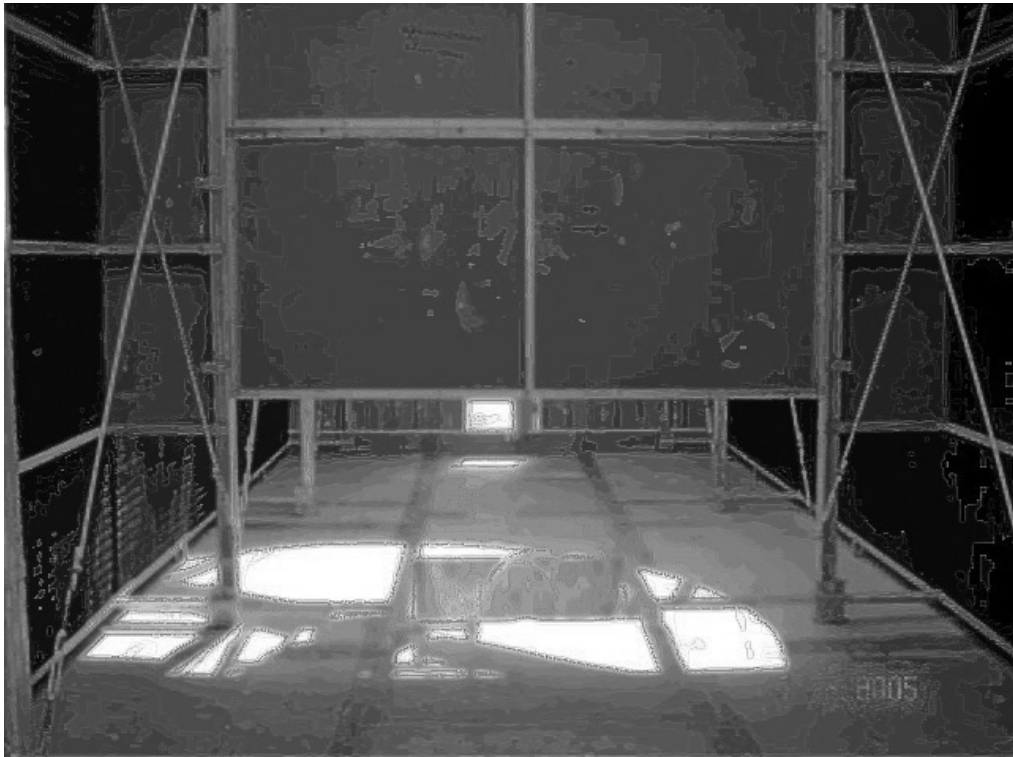
รูปแสดง การประกอบหอผึ่งน้ำแบบ Cross flow ใหม่ขณะที่หอผึ่งน้ำเดิมยังใช้งานอยู่



รูปแสดง เศษ Filler ที่ต้องระวังไม่ให้หลุดไปกับน้ำหล่อเย็น



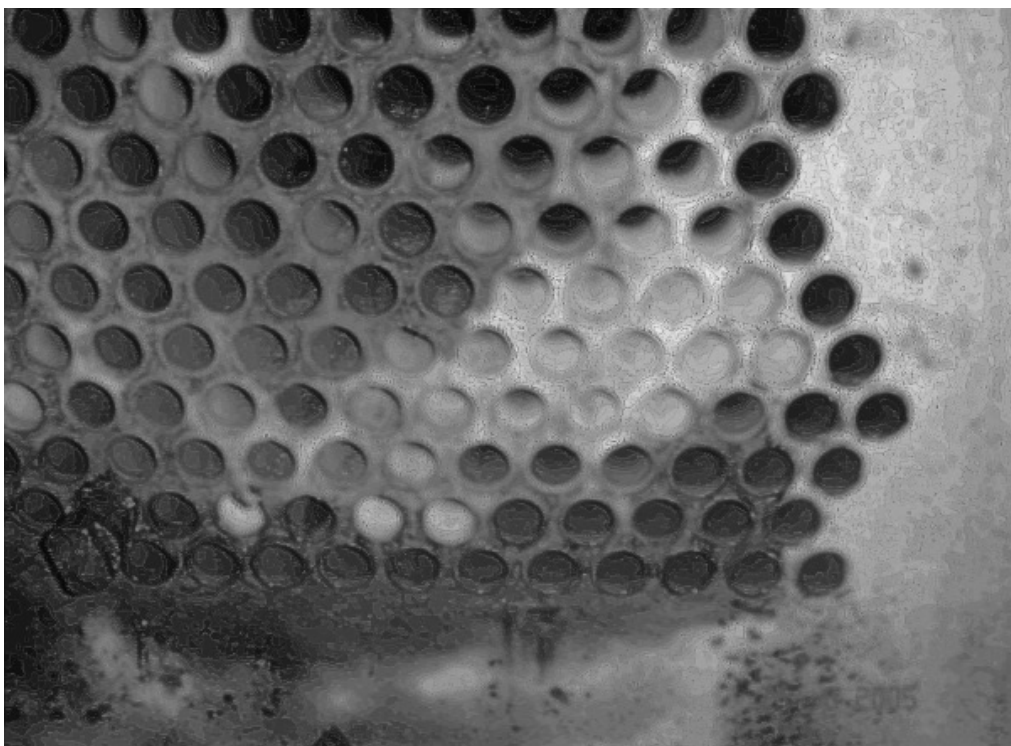
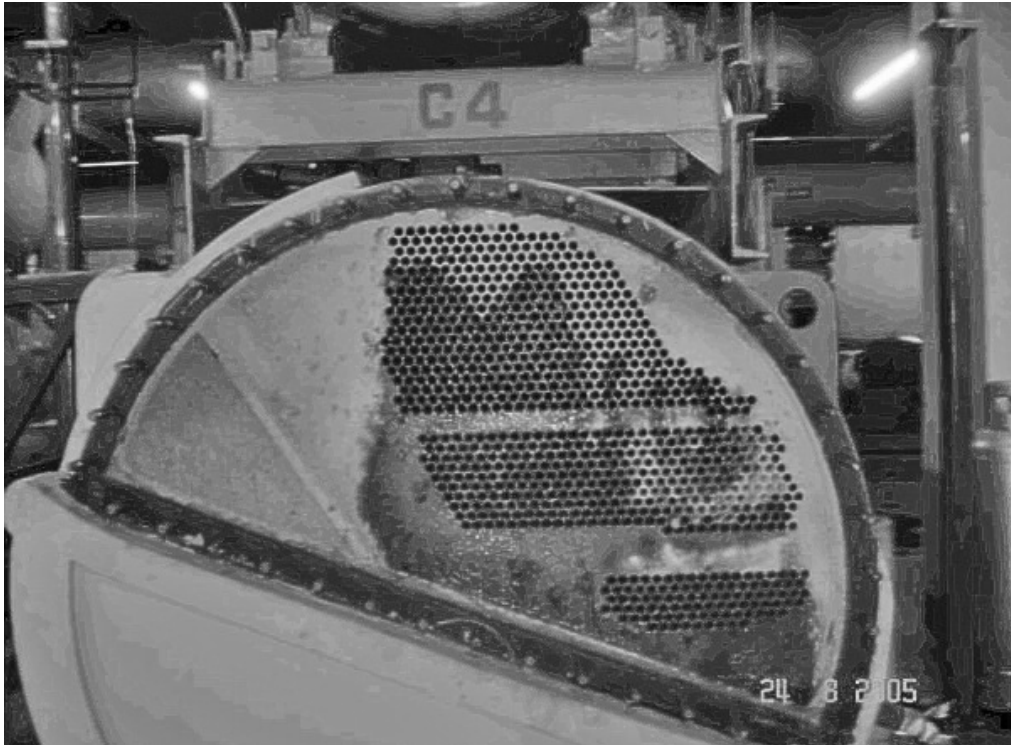
รูปแสดง ภายในหอฝิ่งน้ำแบบ Cross flow ที่ประกอบสำเร็จแล้ว



รูปแสดง การประกอบทอผึ่งน้ำแบบ Cross flow จำนวน 3 ชุด



รูปแสดง การประกอบทอผึ่งน้ำแบบ Cross flow จำนวน 3 ชุด เรียบร้อยและใช้งาน



โครงการงานออกแบบและปรับปรุงหอผึ่งน้ำ ศูนย์การค้า Square Center

แผนการเบิกจ่ายเงินค่าจ้าง

โครงการ งานจัดหาและติดตั้งหอผึ่งน้ำใหม่ ขนาด 1500 RT จำนวน 6 ชุด

สัญญาเลขที่ nct-190813 ลงวันที่

ระยะเวลาดำเนินการ สิ้นสุดสัญญา วันที่

จำนวนเงินค่าจ้าง 10,740,000 บาท

ภาษีมูลค่าเพิ่ม 702,616.82 บาท

* ทุกรายการเฉพาะที่ * ให้หักมูลค่าเพิ่มที่รับชำระ 10 บวกรวม ภาษีมูลค่าเพิ่มคงค้าง บอกรับรวม ค่าจ้าง

งวด	เปอร์เซ็นต์ การชำระเงิน	มูลค่างาน (บาท)	ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7% จากกำหนดค่าจ้าง	จำนวนเงินค่าจ้าง มูลค่ารวม	หักเงินประกัน 10% เป็นเงินค้ำประกัน	คงเหลือเบิกจ่าย เป็นเงินค้ำประกัน	นำเสนองาน (ฉบับ)	งวดเวลา (เดือน)
งวดที่ 1	10%	1,003,738.32	70,261.68	1,074,000.00	107,400.00	966,600.00	รายงานฉบับที่ 1	1
งวดที่ 2	50%	5,018,691.59	351,308.41	5,370,000.00	537,000.00	4,833,000.00	รายงานฉบับที่ 1	2
งวดที่ 3	20%	2,007,476.64	140,523.36	2,148,000.00	214,800.00	1,933,200.00	รายงานฉบับที่ 2	3
งวดที่ 4	20%	2,007,476.64	140,523.36	2,148,000.00	0.00	2,007,200.00	รายงานฉบับที่ 3	4
รวม	100%	10,037,383.18	702,616.82	10,740,000.00		10,740,000.00		

ตารางแสดง แผนการชำระเงิน

สรุป

เลือกลงทุนกรณีที่ 1 หอผึ่งน้ำแบบ Cross flow อัตราการไหลต่อชุดที่ 810 cu.m/hr (3,600 gpm) อุณหภูมิ น้ำหล่อเย็นเข้าที่ 37.7°C (100°F) น้ำหล่อเย็นออกที่ 32.2°C (90°F) โดยมีอุณหภูมิกระเปาะเปียกที่ 28.8°C (84°F) ได้ขนาด 1,000 TC จำนวน 6 ชุด โดยใช้หอผึ่งน้ำ ชุดเพิ่มเติมของเดิม 2 ชุด เป็นหอผึ่งน้ำสำรอง มีเงินลงทุน 10,740,000 บาท เพิ่มขึ้นจากแบบพื้นฟูหอผึ่งน้ำเดิม 4,770,000 บาท มีผลประโยชน์เป็นจำนวนเงิน 1,064,200 บาท ระยะเวลาคืนทุน 4.48 ปี มีค่า IRR เท่ากับ 59.47%



ประวัติผู้เชี่ยวชาญ :

นายบุญพงษ์ กิจวัฒนาชัย วุฒิวิศวกรเครื่องกล
เลขที่ กก.630

การศึกษา : ปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์
สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าธนบุรี (มจธ.), พ.ศ. 2525

ตำแหน่งงานปัจจุบัน : กรรมการผู้จัดการ บริษัท
ไทยวิศวกรที่ปรึกษาทางเลือก จำกัด