

# โครงการ งานออกแบบระบบปรับอากาศเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ของระบบและการอนุรักษ์พลังงานของอาคาร Office Center Tower

โดย นายบุญพงษ์ กิจวัฒน์ชัย  
ประธานวิชาการ  
สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย ปี พ.ศ. 2556-2557

## ความเป็นมาของโครงการ

อาคารสำนักงานให้เช่า Office Center Tower ใน กรุงเทพฯ ก่อสร้างและเริ่มใช้งานตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 พื้นที่ ก่อสร้างเป็นสำนักงาน โดยแบ่งอาคารออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของการจอดรถ เริ่มตั้งแต่ชั้น Basement ถึงชั้น 10 และสำนักงาน ตั้งแต่ชั้นหนึ่ง ถึงชั้น 28 (ชั้น 1 ถึงชั้น 10 เป็นพื้นที่จอดรถ) แต่ละพื้นที่ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ระบบปรับอากาศเดิมของอาคาร เลือกใช้เป็นแบบ เครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled Water Chiller) ขนาด 180 RT จำนวน 4 ชุด ติด ตั้งที่ชั้น 29 ซึ่งเป็นชั้นหลังคาของอาคาร ทำความเย็นให้กับ พื้นที่เช่าสำนักงาน และร้านค้าที่ชั้นหนึ่ง

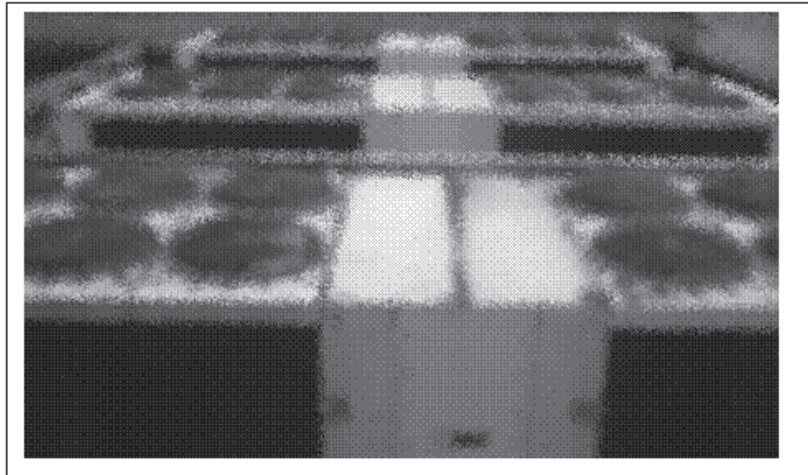
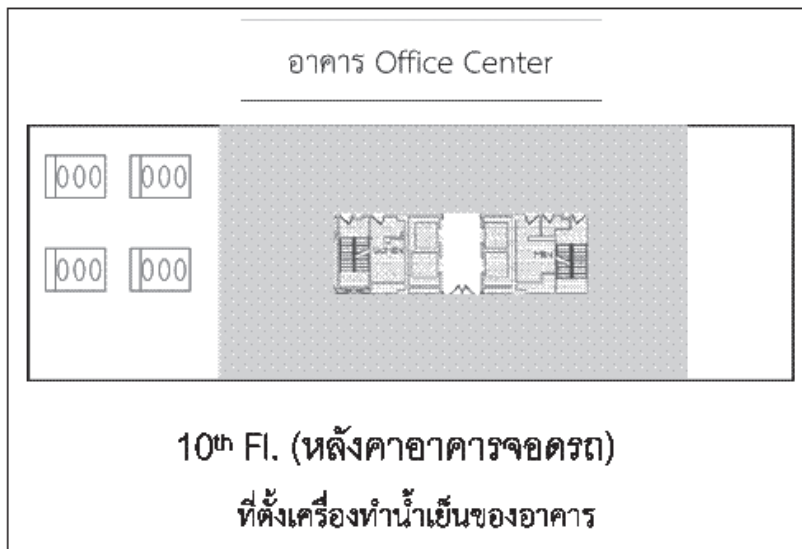
ระบบปรับอากาศดังกล่าวมีความดันใช้งาน ไม่เกิน ประมาณ 15 บาร์ (230 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

## Office Center Tower

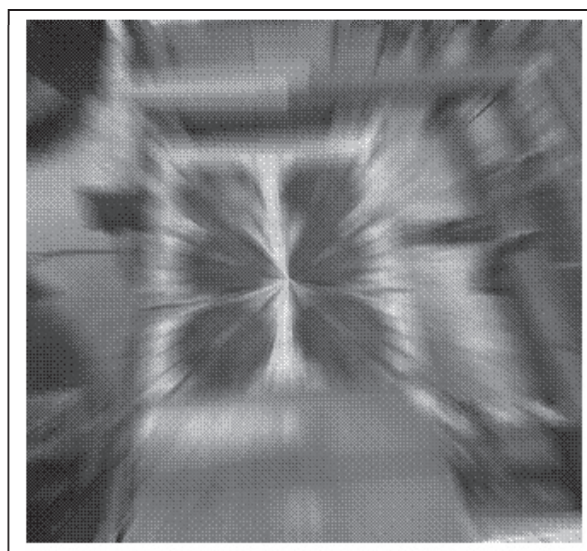
Date : 10 September 2556

Operating and maintenance cost between 2557-2587

Construction Area			
Description	high rise SqM	Total SCM	Area Ratio
Rental Area	18,060	18,060	52%
Circulation AC	2,000	2,000	6%
Circulation WOAC and Carpark		14,600	42%
<b>Total</b>	<b>20,060</b>	<b>34,660</b>	<b>100%</b>
<b>Note : Information date : 04-Oct-13</b>			



รูปแสดง สภาพเครื่องทำน้ำเย็นของอาคาร



รูปแสดง บริเวณที่ตั้งเครื่องทำน้ำเย็นของอาคาร

เนื่องจากระบบปรับอากาศใช้งานปีละประมาณ 3,000 ชั่วโมง เป็นเวลากว่า 20 ปี ประสิทธิภาพของระบบจึงไม่ดีเท่าเดิม มีค่าซ่อมบำรุงเพิ่มขึ้นทุกปี มีความพร้อมในการใช้งานค่อนข้างต่ำ เนื่องจากมีเครื่องอัดสารทำความเย็นหลายชุดต่อหนึ่งเครื่อง โครงการเสียดค่าไฟฟ้าสูงและการดูแลรักษาเพิ่มขึ้นทุก ๆ ปี

เจ้าของอาคาร จึงต้องการให้ทำการปรับปรุงระบบปรับอากาศใหม่เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพสูงขึ้นและลดค่าดูแลรักษา โดยจากตรวจวัดการใช้งานพบว่าใช้เครื่องทำน้ำเย็นปรับอากาศเพียง 375 RT จึงพิจารณาใช้เครื่องทำน้ำเย็นขนาดไม่เกิน 400 RT โดยมีงบประมาณเบื้องต้น สิบสี่บาท

## การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ

การพิจารณาความเป็นไปได้ของโครงการศึกษา 3 ด้านดังต่อไปนี้

### 1. ด้านเทคนิค

1.1 การเลือกระบบทำน้ำเย็นใหม่และตำแหน่งห้องเครื่อง

จากการพิจารณาความเป็นไปได้ทางด้านเทคนิค ได้ทำการเปรียบเทียบการ เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศใหม่เป็น 2 กรณี ดังต่อไปนี้

**กรณีที่ 1 ใช้ระบบปรับอากาศแบบเดิม มีขนาดทำความเย็นเท่าเดิม 200 RT จำนวน 2 ชุด ติดตั้งที่ตำแหน่งเดิมชั้นที่ 29**

**ข้อดีคือ** สามารถใช้ระบบท่อน้ำ ระบบส่งน้ำระบบไฟฟ้าและการรับน้ำหนักโครงสร้างตามที่มีอยู่ในปัจจุบันได้

**ข้อเสียคือ** ต้องใช้เงินลงทุนสูง ใช้พลังงานไฟฟ้าสูง และไม่สามารถนำ เครื่องทำน้ำเย็นใหม่ที่ประกอบสำเร็จจากโรงงานไปติดตั้งที่ตำแหน่งเดิมได้ โดยไม่ต้องถอดประกอบ ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดความไม่ปลอดภัย ในการ

เคลื่อนย้าย ความไม่น่าเชื่อถือของอุปกรณ์และอายุการใช้งาน อาจน้อยกว่าที่ควรจะเป็น มีข้อกำหนดทางเทคนิคดังนี้

เครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศขนาดทำความเย็น 180 RT ที่อัตราการไหล  $98 \text{ m}^3/\text{h}$  (432 gpm) ที่อุณหภูมิน้ำเย็นไหลเข้า  $12^\circ\text{C}$  อุณหภูมิน้ำเย็นไหลออก  $7^\circ\text{C}$  อากาศระบายความร้อนที่  $35^\circ\text{C}$  ประสิทธิภาพการทำความเย็นไม่เกิน 1.10 kW/RT

**กรณีที่ 2 ใช้ระบบปรับอากาศแบบใหม่ มีขนาดทำความเย็น 400 RT โดยย้ายมาติดตั้งที่ชั้น 10 ซึ่งเป็นหลังคาของอาคารจอดรถ แล้วติดตั้ง ท่อน้ำเย็นเพิ่มเติมเพื่อเชื่อมต่อกับระบบท่อน้ำเย็นเดิมที่ชั้น 29**

**ข้อดีคือ** สามารถใช้ระบบเครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำได้ เนื่องจากไม่มีข้อจำกัดพื้นที่ห้องเครื่อง การระบายความร้อน ทำให้สามารถเลือกระบบปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง ใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำกว่า มีค่าดูแลรักษาน้อยกว่า อีกทั้งยังสามารถนำเครื่องประกอบสำเร็จจากโรงงานมาทำการติดตั้งได้โดยไม่ต้องถอดประกอบ นอกจากนี้ ยังสามารถใช้เครื่องทำน้ำเย็นของเดิมที่มีอยู่เป็นเครื่องสำรองได้

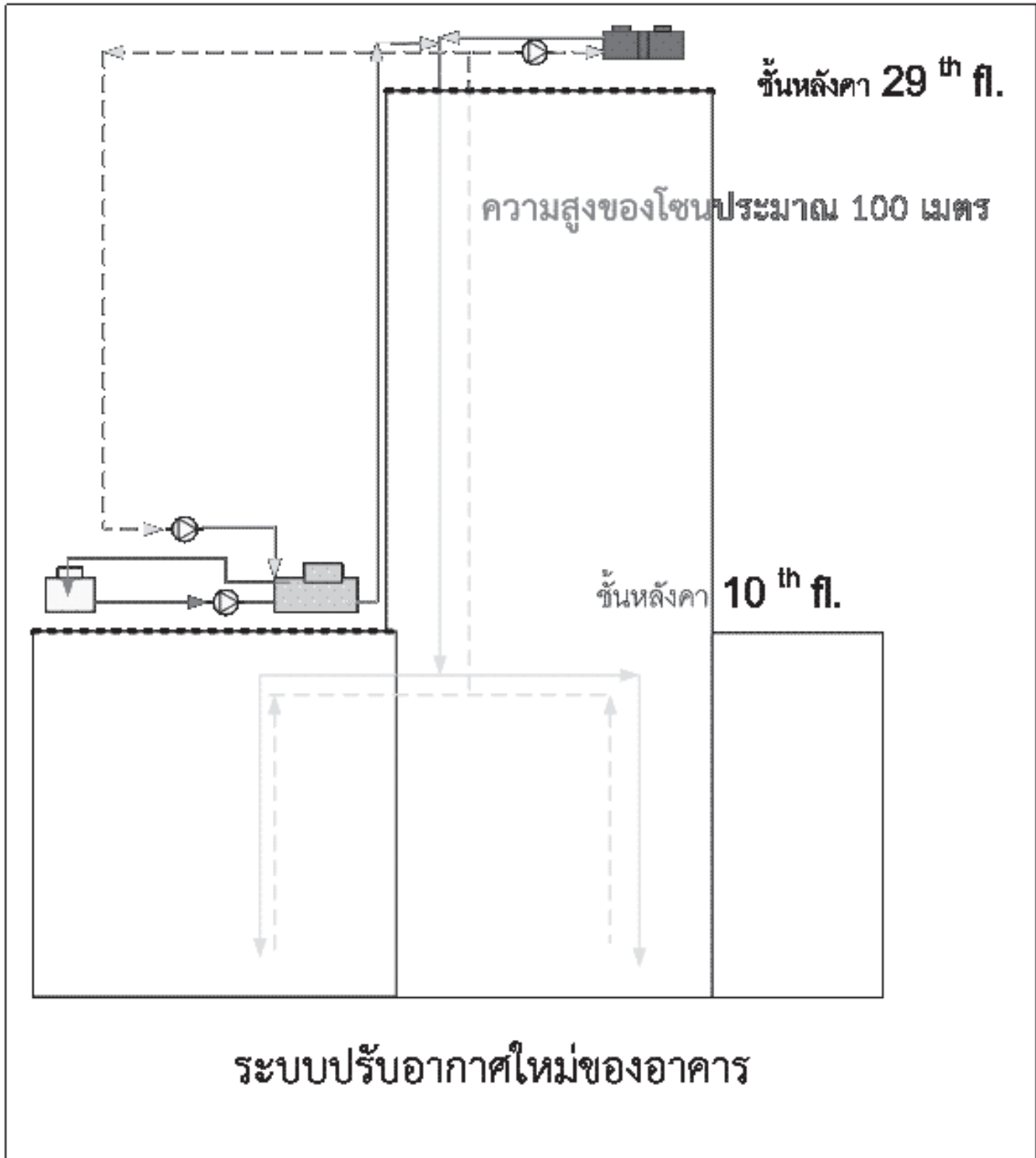
**ข้อเสียคือ** ต้องสร้างห้องเครื่องใหม่ ต้องตรวจสอบโครงสร้างของอาคารเดิมในการรับน้ำหนัก และพื้นที่สำหรับช่องท่อน้ำเย็นเพื่อไป เชื่อมต่อกับระบบท่อน้ำเย็นเดิมที่ชั้น 29

โดยมีข้อกำหนดทางเทคนิคดังนี้

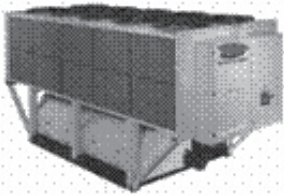
เครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำแบบสกรูขนาดทำความเย็น 400 RT ที่อัตราการไหลน้ำเย็น  $220 \text{ m}^3/\text{h}$  (960 gpm) ที่อุณหภูมิน้ำเย็นไหลเข้า  $12^\circ\text{C}$  อุณหภูมิน้ำเย็นไหลออก  $7^\circ\text{C}$  อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นไหลเข้า  $32^\circ\text{C}$  อัตราการไหลน้ำหล่อเย็น  $275 \text{ m}^3/\text{h}$  (120 gpm) อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นไหลออก  $38^\circ\text{C}$  ประสิทธิภาพการทำความเย็นไม่เกิน 0.70 kW/RT

	Type	capacity	compressor type	kW/RT	Chiller cost Baht
case 1	air cooled water chiller	2 x 177 RT	screw	1.082	6,653,600
case 2	water cooled water chiller	1 x 400 RT	centrifugal	0.650	3,516,000

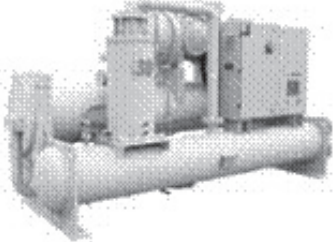
ตารางเปรียบเทียบเครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อน ด้วยน้ำ ขนาด 400 RT และ  
เครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อน ด้วยอากาศ ขนาด 200 RT



Ref.No. : Attention : Khun Boonpong Kijwatanachai Thai Alternative Engineering Consultant Co.,Ltd. Payment : 10% down payment-80%with B/G credit 30 days-10% Handover	Date : 14-March-2013 Delivery : 12 weeks after order Validity : 30 days
--	---



Item	Qty	Unit Price (Baht)	Amount (Baht)
Option-1 <b>Air Cooled Screw Chiller</b> Cap : 143.9 Ton Ent/Lev chilled : 55.0/45.0 deg.F Outdoor Air Temp : 95.0 deg.F Eff. : 1.082 iKw/Ton Power supply : 380/3/50 - Refrigerant : R-134a - Made in China Chiller Performance as attached file	5	2,913,400	14,567,000
Option-2 Cap : 177.3 Ton Ent/Lev chilled : 55.0/45.0 deg.F	5	3,326,800	16,634,000

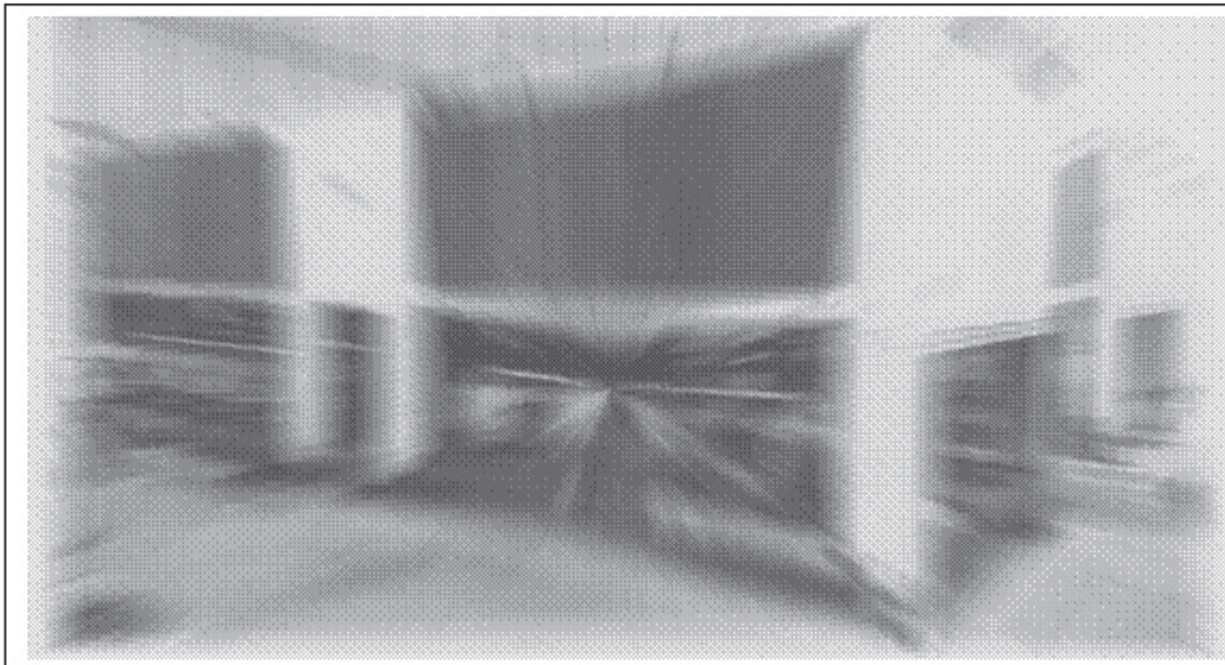


Certified in accordance with the ASHRAE Water-Cooled Water Chilling Packages Using Vapor Compression Cycle Certification Program, which is listed on ASHRAE Standard 90.9-99 (S.P.). Certified units may be found in the ASHRAE Directory at www.ashradirectory.org.		18-Oct-2007
Unit code	Cap : 400 RT	3,516,000 Baht
Tag	Salesman	
Job name	Name	
Capacity (U.S.RT)		

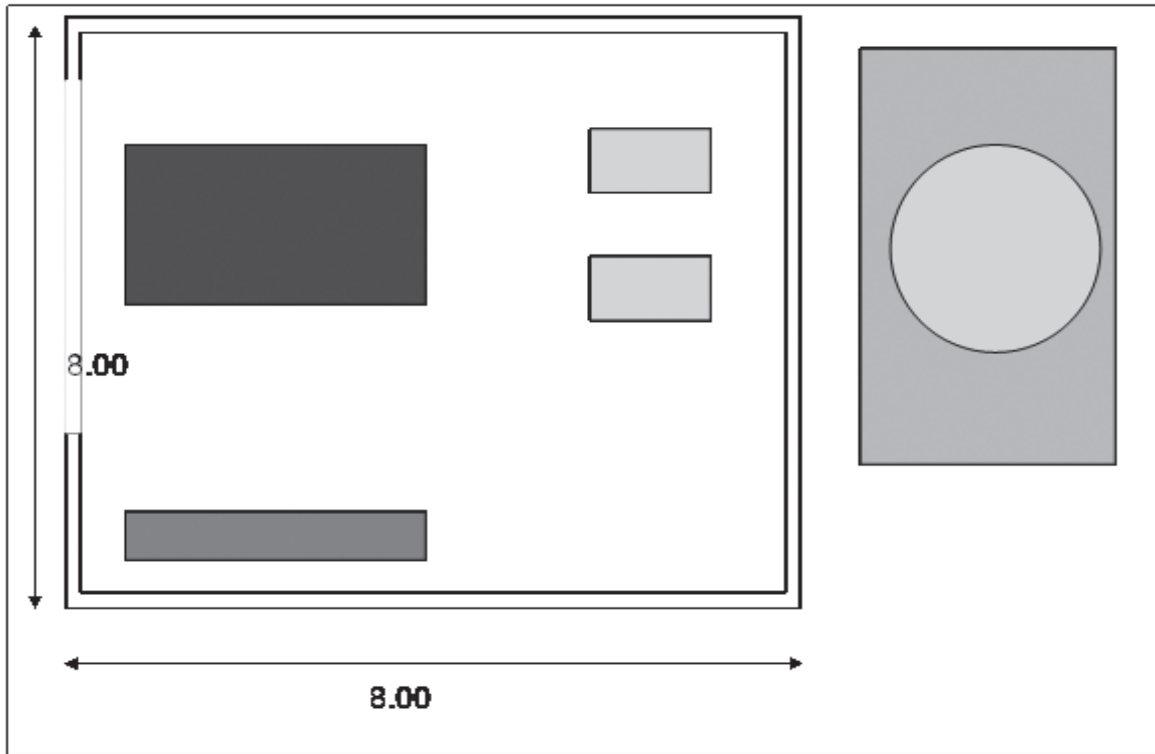
Chiller		Evaporator		Condenser	
Model	FRIGID SCREW	Flow	CGPW	Flow	CGPW
Ports	3/4"	SLWT	(°F)	CEWF	(°C)
Volts	347	No. of passes	3	No. of Passes	3
Refrigerant	R134a	Fouling factor	0.0001	Fouling factor	0.0001
		Tube material	CU	Tube material	TS
		Tube thickness	0.005	Tube thickness	0.005
		Water	Water	Water	Water

PF	Full Load Request	NPLS(ASHRAE) 0.419				NPLS(ASHRAE) 0.489						
		Capacity	Inlet	Efficiency	HLA	Flow	Tin	Tout	PD			
1	140.0	441.0	44.0	1.048	44.0	44.0	44.0	18.0	1040.0	44.0	44.0	21.1
2	40.0	111.7	11.0	1.049	11.0	11.0	11.0	18.0	1040.0	11.0	11.0	21.1

ตารางเปรียบเทียบราคาเครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศและน้ำ



รูปแสดง เครื่องทำน้ำเย็นเดิมที่ชำรุดมากและจะต้องนำออกไป 2 ชุด



ขนาดของห้องเครื่องทำน้ำเย็นและการจัดวางอุปกรณ์หลัก

**ผลการศึกษาเลือกกรณีที่ 2** เมื่อโครงสร้างเดิมสามารถรับน้ำหนักของระบบได้และสามารถหาพื้นที่ของช่องท่อน้ำเย็นได้ ก็จะมีข้อได้เปรียบมากกว่ากรณีที่ 1 ทั้งราคา การใช้พลังงาน ความเป็นไปได้ในการติดตั้งระบบ ความสะดวกในการใช้งานและความพร้อมในการใช้งาน

1.2 การคำนวณความเสียดทานของระบบท่อน้ำที่ต้องต่อเชื่อมกับระบบเดิม และการเลือกชนิดของท่อเป็น HDPE PN 16

ความเสียดทานของระบบท่อน้ำที่ต้องต่อเชื่อมกับระบบเดิม

- จากความสูงชั้นที่ 29 ถึงชั้นที่ 1 = 29 ชั้น
  - ความสูงของชั้น 3.40 เมตร
- = 29 ชั้น x 3.40 เมตรต่อชั้น
- = 99 เมตร

ใช้ตารางท่อ HDPE กำหนดให้อัตราการไหล

120 ลิตรต่อวินาที (1920 gpm) ขนาดท่อเส้นผ่านศูนย์กลาง 200 มิลลิเมตร ความเสียดทานที่ 0.6 บาร์ต่อ 100 เมตร (20 ฟุต ต่อ 100 เมตร)

ได้แรงเสียดทานหลัก

$$= 99 \text{ เมตร} \times 2 \text{ ท่อ} \times 0.6 \text{ บาร์ต่อ 100 เมตร}$$

$$= 1.20 \text{ บาร์ (40 ฟุต)}$$

แรงเสียดทานรองจากเครื่องทำน้ำเย็น Butterfly valve, strainer, check valve และ fitting เท่ากับ 0.75 บาร์ (25 ฟุต)

รวมแรงเสียดทานเท่ากับ 1.20 + 0.75 บาร์

$$= 1.95 \text{ บาร์ (66 ฟุต)}$$

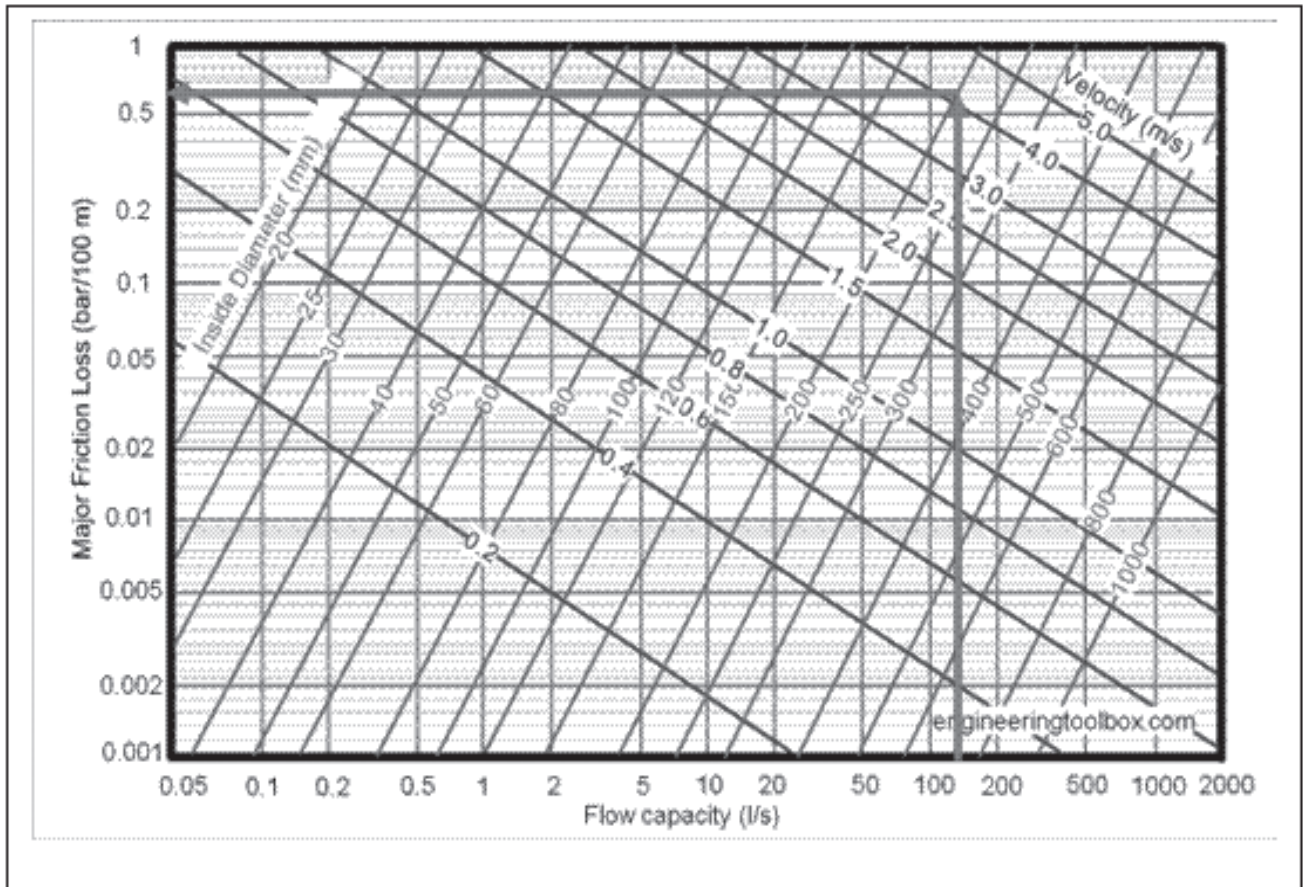
แรงเสียดทานเดิมของระบบท่อน้ำเย็นเดิม

เท่ากับ 2.10 บาร์ (70 ฟุต)

ดังนั้น จะได้แรงเสียดทานทั้งหมด

เท่ากับ 1.95 + 2.10 บาร์

$$= 4.05 \text{ บาร์ (136 ฟุต)}$$

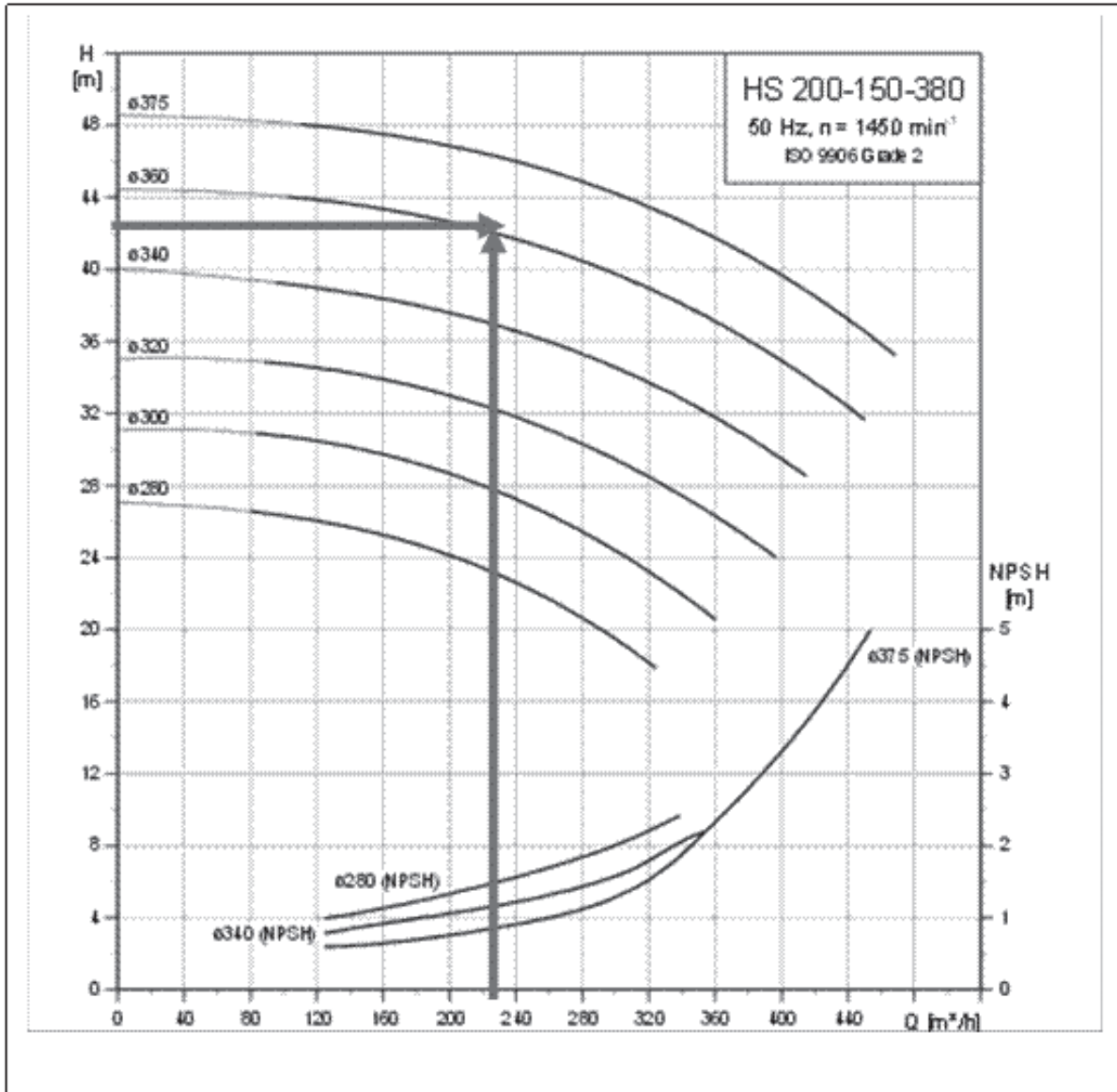


### ตารางความเสียดทานของท่อ HDPE

การเลือกใช้ท่อ HDPE PN 16 สามารถทนแรงดันได้ 16 บาร์ (230 psi) ซึ่งแรงดันใช้งานของระบบประมาณ 15 บาร์ (220 psi) การต่อท่อเป็นแบบ butted welding ใช้ความร้อนและความดัน ไม่มีสะเก็ดไฟ ทำให้ปลอดภัยจากการเกิดเพลิงไหม้ นอกจากนี้ ท่อ HDPE มีน้ำหนักเบากว่า ยืดหยุ่น

ได้ดี มี Thermal transferred น้อย ทำให้สามารถใช้ฉนวนหุ้มท่อบางลงได้ ในโครงการนี้หุ้มฉนวนที่ความหนา 20 มิลลิเมตร

การเลือกเครื่องสูบน้ำเย็นใช้อัตราการไหล  $220 \text{ m}^3/\text{h}$  ที่แรงเสียดทาน 43 เมตร 55 แรงม้า

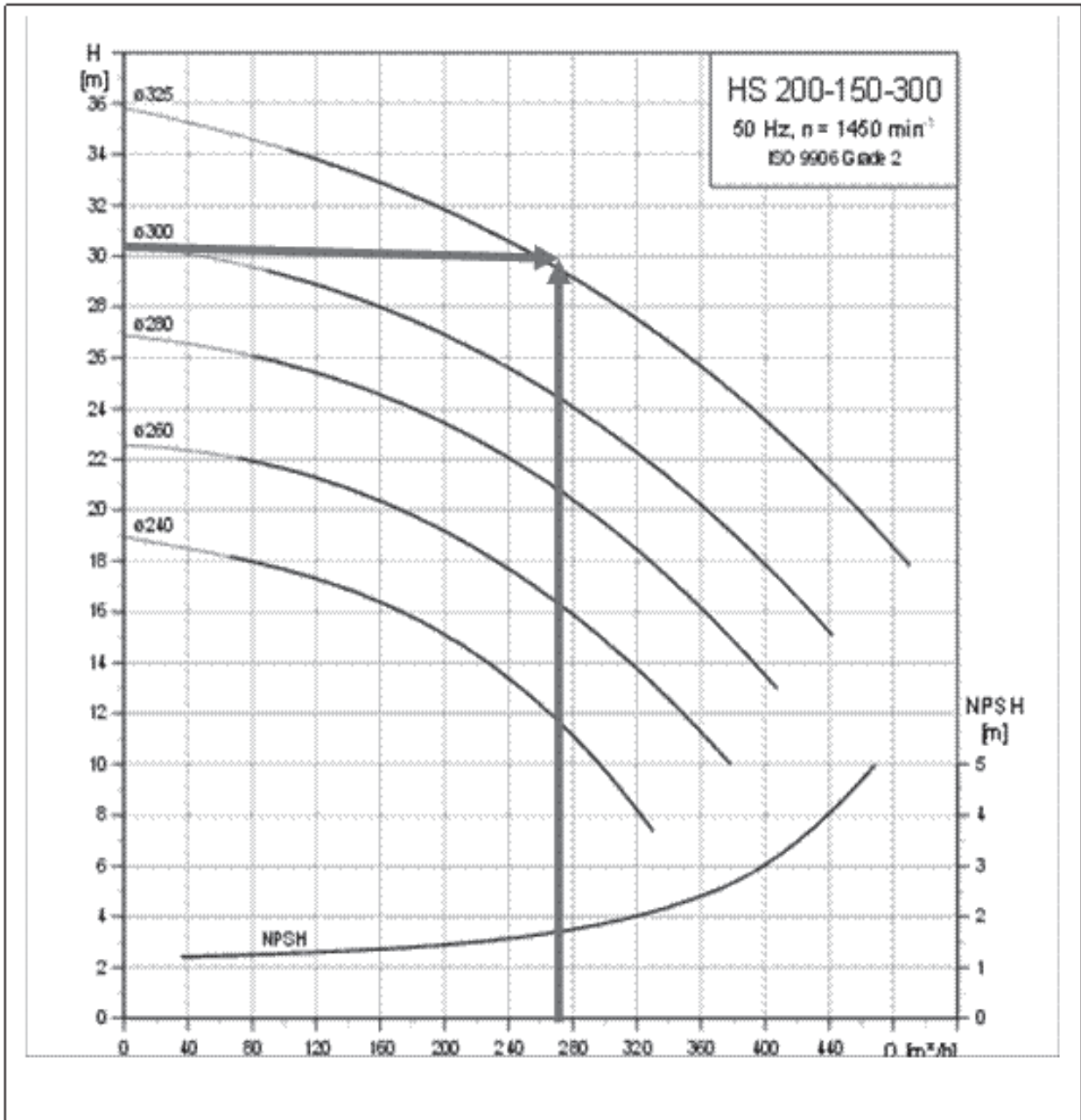


รูปแสดง การเลือกเครื่องสูบน้ำเย็นที่อัตราการไหล 220 m³/h ที่แรงเสียดทาน 43 เมตร

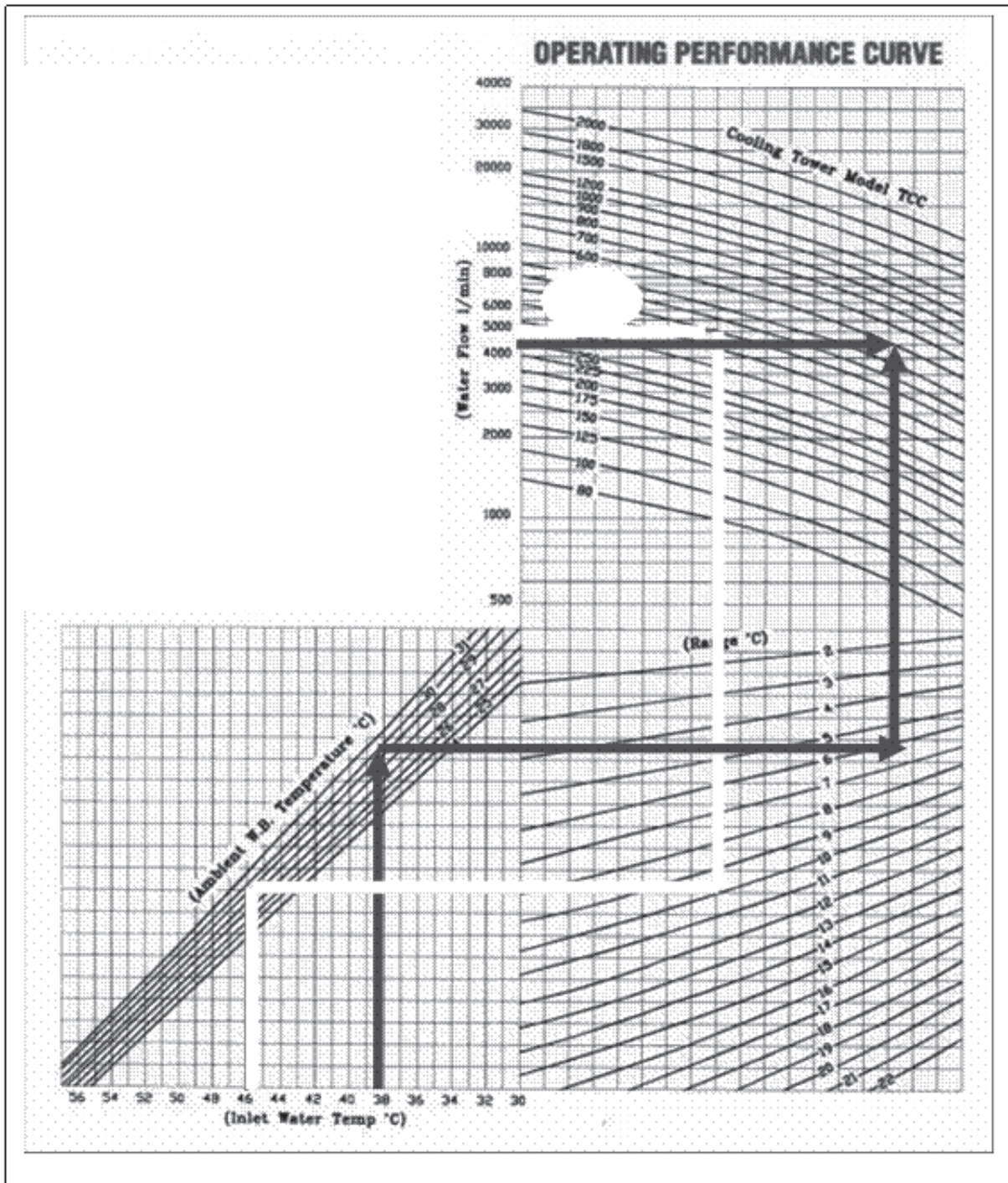
1.3 การเลือกหอดึงน้ำและเครื่องสูบน้ำหล่อเย็น  
เครื่องสูบน้ำหล่อเย็นกำหนดให้มีอัตราการไหลตามที่  
เครื่องทำน้ำเย็นต้องการ คือ 275 m<sup>3</sup>/h ที่แรงเสียดทาน 20  
เมตร 30 แรงม้า

ส่วนหอดึงน้ำให้สามารถหล่อเย็นน้ำที่อัตราการไหล  
4500 l/minute (275 m<sup>3</sup>/h) อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นไหลเข้าที่  
38°C อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นออกที่ 32°C โดยให้อุณหภูมิ  
กระเปาะเปียกของอากาศเป็น 29°C ความสูญเสียน้ำรวม  
ทั้งหมดไม่เกิน 1% ของอัตราการไหล





รูปแสดง การเลือกเครื่องสูบน้ำท่อเส้นที่อัตราการไหล 275  $\text{m}^3/\text{h}$  ที่แรงเสียดทาน 20 เมตร



รูปแสดง การเลือกขนาดของหอผึ่งน้ำ ได้เบอร์ 600

2. ด้านการลงทุนและผลตอบแทนด้านเศรษฐศาสตร์ เนื่องจากโครงการออกแบบระบบปรับอากาศใหม่ ต้องใช้เงินลงทุนจำนวนมากเกินกว่าจำนวนเงินที่อาคารมี การลงทุนจึงจำเป็นต้องควบคุมให้เหมาะสม โดยเฉพาะขนาดของเครื่องทำน้ำเย็น ท่อและอุปกรณ์ ผลการตรวจวัดแสดงให้เห็น

เห็นว่า อาคารเปิดเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 180 RT จำนวน 4 ชุด เพื่อทำความเย็นเพียงแค่ประมาณ 350 RT เท่านั้น เนื่องจากเครื่องอัดสารทำความเย็นหลายชุดไม่สามารถเปิดใช้งานได้ อาคารจึงจำเป็นต้องเปิดเครื่องทำน้ำเย็นเพิ่มขึ้น และเปิดเครื่องสูบน้ำเย็นตามจำนวนของเครื่องทำน้ำเย็นที่

เปิด ผลการตรวจวัดดังกล่าวช่วยยืนยันได้ดีว่า โครงการสามารถใช้เครื่องทำน้ำเย็นขนาด 400 RT เพื่อทำความเย็นให้กับพื้นที่ปรับอากาศ ได้ โดยสามารถทำน้ำเย็นที่ค่ามาตรฐาน ซึ่งมีผลทำให้ขนาดเงินลงทุนลดลง และลดจำนวนการเปิดเครื่องสูบน้ำเย็น

การคำนวณเปรียบเทียบการลงทุนด้านเศรษฐศาสตร์ ได้พิจารณาตัวประกอบที่มีผลต่อการลงทุน ค่าไฟฟ้า (คิดค่าไฟฟ้าที่ 3.8541 บาทต่อหน่วย) ค่าน้ำประปา ชั่วโมงการใช้งาน การใช้งาน การบำรุงรักษา ค่าเสื่อมราคา ดอกเบี้ย และภาษี (ถ้ามี) โดยตัวประกอบมีดังต่อไปนี้

### Office Center Tower

Date : 10 September 2556

Operating and maintenance cost between 2557-2587

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

#### Office Center Tower

Date : 10 September 2556

Operating and maintenance cost between 2557-2587

New plant Water cooled chiller	Chiller 1 x 400 RT (0.85kWRT)	Chilledwater pump 990 us.gpm (0.40feet)	Condenser water pump 1,200 us.gpm (0.0feet)	Cooling Tower	Softener	Make Up water 1%oumft	Maintenance staff	Maintenance & other (outsourcing)	Total O&M
Power, kW	280	41	22	17	0.46	8	60		
Operating hour	2,888	2,888	2,888	2,888	2,888	2,888	2,888		
Total kWh	776,680	121,044	64,846	60,164	1,361	8,148		20,000	
Unit cost	3.8541	3.8541	3.8541	3.8541	3.8541	3.8541	20		
O&M	2,894,173	485,816	248,816	188,267	6,207	162,888	-	20,000	4,881,870
stdrtdtycost	3,808,112						maintenance cost	20,000	
Existing plant Air cooled chiller	Chiller 4 x 180 RT (0.80kWRT)	Chilledwater pump 990 us.gpm (0.20feet x 4 set)							
Power, kW	680	138					60		
Operating hour	2,888	2,888					2,888		
Total kWh (measure)	2,081,720	416,008							
Unit cost	3.8541	4.8000					4.8000		
O&M	7,948,075	1,908,098					-	20,000	9,876,173
stdrtdtycost	8,665,113								6,788,148

ตารางแสดงตัวประกอบที่ใช้ในการคำนวณด้านเศรษฐศาสตร์

โครงการงานออกแบบระบบปรับอากาศเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบและการอนุรักษ์พลังงานของอาคาร

เปรียบเทียบการลงทุนโดยใช้ราคาจ้างเหมาของโครงการ จำนวนเงิน 13,889,000 บาท มีระยะเวลาโครงการ 30 ปี (ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556-2586) เปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นและอุปกรณ์บางส่วนใหม่ทุก 10 ปี (มีราคาการลงทุนแตกต่างกัน) ให้อัตราการเพิ่มขึ้นของค่าไฟฟ้า 3% ทุก 5 ปี ค่าบำรุงรักษาเพิ่มขึ้น 3% ทุกปี หักค่าเสื่อมราคาแบบเส้น ตรงระยะเวลา 10 ปี ผลการคำนวณทางด้านเศรษฐศาสตร์ โดยไม่คิดภาษีกำไร ค่าเสื่อมราคาและ

ดอกเบี้ยที่เกิดขึ้นจากผลการประหยัดค่าไฟฟ้า (EBITDA) จะสามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลา 2 ปี มีค่า Internal Interest of Return (IRR) 88.62% ในกรณีที่อาคารจำเป็นต้องกู้เงินและต้องคิดตัวประกอบทั้งหมดทางด้านเศรษฐศาสตร์ จะได้ Net Cash Flow และสามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลา 4 ปี มีค่า IRR 63.69% ตามตารางที่แสดงดังต่อไปนี้

**Office Center Tower**  
**Date : 10 September 2556**  
**Operating and maintenance cost between 2557-2587**

Year	Area Ratio		2556	2557	2558	2559	2560	
			0	1	2	3	4	
AC usage	Chiller 1 x 400 RT@0.65 kW/RT kW		-	260	260	260	260	
Operation, 5 yr.	3%	52%	baht/year	3,909,112	3,909,112	3,909,112	3,909,112	
Maintenance staff	5%		baht/year	-	-	-	-	
Maintenance cost	3%		baht/year	20,000	21,000	22,050	23,153	
Water cost	3%		baht/year	162,858	167,744	167,744	167,744	
Major overhaul cost			baht	-	-	-	-	
O&M			baht/year	4,091,970	4,097,856	4,098,906	4,100,008	
Total O&M cost			baht/year	4,091,970	4,097,856	4,098,906	4,100,008	
saving from AC	(existing O&M 9,875,113 baht)		baht/year	5,783,143	11,566,286	17,349,429	23,132,572	
total saving from AC			baht/year	5,783,143	11,566,286	17,349,429	23,132,572	
EBITDA			baht/year	(13,889,000)	5,783,143	11,566,286	17,349,429	23,132,572
IRR EBITDA basis			%	88.62%				
Net Cash Flow			baht/year	(13,889,000)	2,395,409	6,492,221	10,589,032	14,685,844
IRR Net Profit basis			%	63.69%				
Payback Period	span 4 years		Year	2.07				

ตารางแสดงผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์และระยะเวลาคืนทุน

**Office Center Tower**  
**Date : 10 September 2556**  
**Operating and maintenance cost between 2557-2587**

Year	Area Ratio		2556	2557	2558	2576	2586	
			0	1	10	20	30	
AC usage	Chiller 1 x 400 RT@0.65 kW/RT kW		-	260	260	260	260	
Operation, 5 yr.	3%	52%	baht/year	3,909,112	4,026,385	4,271,592	4,531,732	
Maintenance staff	5%		baht/year	-	-	-	-	
Maintenance cost	3%		baht/year	20,000	31,027	50,539	82,323	
Water cost	3%		baht/year	162,858	172,776	183,298	194,461	
Major overhaul cost			baht	-	6,500,000	7,000,000	8,000,000	
O&M			baht/year	4,091,970	(2,269,812)	(2,494,571)	(3,191,484)	
Total O&M cost			baht/year	4,091,970	(2,269,812)	(2,494,571)	(3,191,484)	
saving from AC	(existing O&M 9,875,113 baht)		baht/year	5,783,143	57,831,429	115,662,859	173,494,288	
total saving from AC			baht/year	5,783,143	57,831,429	115,662,859	173,494,288	
EBITDA			baht/year	(13,889,000)	5,783,143	57,831,429	115,662,859	173,494,288
IRR EBITDA basis			%	88.62%				
Net Cash Flow			baht/year	(13,889,000)	2,395,409	39,266,713	107,922,781	223,555,114
IRR Net Profit basis			%	63.69%				
Payback Period	span 4 years		Year	2.07				

ตารางแสดงการลงทุนในรอบ 10 ปีตลอดระยะเวลาโครงการ

	Projection year				
	2556	2557	2558	2559	2560
	-	1	2	3	4
<b>Description of Analysis</b>					
<b>Saving from energy</b>					
Chilled water requirement, 400 RT/hr		260	260	260	260
saving, baht/year @2,988 hr/year		5,783,143	11,566,286	17,349,429	23,132,572
Total saving, baht/year		5,783,143	11,566,286	17,349,429	23,132,572
<b>Operating and Maintenance Expenses</b>					
		1	2	3	4
A/C saving, baht/year @5% every 5 year		4,091,970	4,097,856	4,098,906	4,100,008
Land lease baht/year		-	-	-	-
Maintenance staff, baht/year @increasing rate 5%/year		-	-	-	-
General maintenance cost, baht/year increasing rate 3%/year		20,000	21,000	22,050	23,153
Water cost, baht/year @ 15baht/year 3% every 5 year		162,858	167,744	167,744	167,744
Total O&M Expenses, baht/year		4,091,970	4,097,856	4,098,906	4,100,008
<b>EBITDA</b>	(13,889,000)	5,783,143	11,566,286	17,349,429	23,132,572
<b>Capital Expenditure</b>					
Project Cost, baht	13,889,000				
Depreciation		1,388,900	1,388,900	1,388,900	1,388,900
EBIT		4,394,243	10,177,386	15,960,529	21,743,672
Interest 7.5%		972,230	902,785	833,340	763,895
Earning before tax		3,422,013	9,274,601	15,127,189	20,979,777
Tax 30%		1,026,604	2,782,380	4,538,157	6,293,933
Net Profit		2,395,409	6,492,221	10,589,032	14,685,844

ตารางแสดงผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์และระยะเวลาดำเนินทุน  
โดยคำนึงถึงตัวประกอบทางด้านเศรษฐกิจทั้งหมด

Description	Year	2556	2557	2566	2567
			1	10	11
Initial Investment	10	13,889,000		-	
major overhaul, baht	10				(6,500,000)
Investment Transferred to Owner		8,000,000			
<b>Total Investment</b>		13,889,000	-	-	(6,500,000)
<b>Depreciation</b>					
Initial Investment			1,388,900	1,388,900	-
5th year investment				-	-
10th year investment				-	-
Gas Turbine major overhaul, baht					
<b>Total Depreciation</b>			1,388,900	1,388,900	-
<b>Book Value</b>			12,500,100	-	(6,500,000)

ตารางแสดงการหักค่าเสื่อมราคาและประเมินมูลค่าของอุปกรณ์

โครงการงานออกแบบระบบปรับอากาศเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบและการอนุรักษ์พลังงานของอาคาร

CASH FLOW STATEMENT	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566
Unit : Baht		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>OPERATION</b>											
SCF: Net Profit		2,395,409	6,402,221	10,589,032	14,683,844	18,782,655	22,879,467	26,976,278	31,073,090	35,169,901	39,266,713
Depreciation		1,388,900	1,388,900	1,388,900	1,388,900	1,388,900	1,388,900	1,388,900	1,388,900	1,388,900	1,388,900
UQP:		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Net Cash Flow from Operating</b>		<b>3,784,309</b>	<b>7,881,121</b>	<b>11,977,932</b>	<b>16,074,744</b>	<b>20,171,555</b>	<b>24,268,367</b>	<b>28,365,178</b>	<b>32,461,990</b>	<b>36,558,801</b>	<b>40,655,613</b>
<b>INVESTMENT</b>											
UQP: Investment		(13,889,000)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SCF: Asset's Book Value		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Net Cash Flow from Investment</b>		<b>(13,889,000)</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>FINANCING</b>											
SCF: LT Loan		13,889,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UQP: Repayment of LT Loan		-	925,933	925,933	925,933	925,933	925,933	925,933	925,933	925,933	925,933
Interest rate of LT Loan		-	12,963,067	12,037,133	11,111,200	10,185,267	9,259,333	8,333,400	7,407,467	6,481,533	5,555,600
<b>Net Cash Flow from Financing</b>		<b>13,889,000</b>	<b>(925,933)</b>	<b>(925,933)</b>	<b>(925,933)</b>	<b>(925,933)</b>	<b>(925,933)</b>	<b>(925,933)</b>	<b>(925,933)</b>	<b>(925,933)</b>	<b>(925,933)</b>
<b>NET CHANGE IN CASH</b>		<b>-</b>	<b>2,858,376</b>	<b>6,955,187</b>	<b>11,051,999</b>	<b>15,148,810</b>	<b>19,245,622</b>	<b>23,342,433</b>	<b>27,439,245</b>	<b>31,536,057</b>	<b>35,632,868</b>
<b>CASH ENDING OF YEAR</b>		<b>-</b>	<b>2,858,376</b>	<b>9,813,563</b>	<b>20,865,562</b>	<b>36,014,372</b>	<b>55,263,994</b>	<b>78,606,428</b>	<b>106,041,673</b>	<b>137,577,729</b>	<b>173,210,597</b>

ตารางแสดงกระแสเงินสดหมุนเวียนในระยะ 10 ปี สำหรับกรณีที่โครงการต้องกู้เงิน

3. ด้านเทคนิคการก่อสร้าง แผนงาน แผนการใช้จ่ายในการก่อสร้าง ผู้รับเหมาจะต้องทำการสำรวจเครื่องทำน้ำเย็นเดิมที่ไม่ใช้งานและทำการถอดออก จำนวน 2 ชุด ตรวจสอบความแข็งแรงของโครงสร้างกับวิศวกรออกแบบโครงสร้างของอาคารเพื่อให้ระบบปรับอากาศใหม่ติดตั้งได้ โดยไม่มีผลกระทบต่อโครงสร้างของอาคาร ตรวจสอบระบบไฟฟ้าที่สามารถจ่ายไฟฟ้าให้กับระบบปรับอากาศใหม่ทั้งหมด จัดหาพื้นที่ช่องท่อเพิ่มเติมและอุปกรณ์ที่จะใช้ใน

การยกเครื่องทำน้ำเย็นชุดใหม่ (Mobile crane) ตำแหน่งที่จะต้องทำการยกเครื่อง โดยงานติดตั้งต้องดำเนินการให้แล้วเสร็จภายในระยะเวลา 5 เดือน และจะต้องไม่ให้เกิดความล่าช้าของโครงการ เนื่องจากจะทำให้มีผลต่อกระแสเงินสดหมุนเวียนของอาคาร รวมถึงแผนการจ่ายเงินจะต้องให้สอดคล้องกับระยะเวลาในการจัดเก็บรายได้ของอาคาร รายละเอียดแผนงานแสดงไว้ดังต่อไปนี้

PROJECT : ออกแบบระบบปรับอากาศใหม่ เพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพและอนุรักษ์พลังงาน อาคารชายภูมิศาสตร์ 2 (High Zone)  
 Contractor : MEE Co.,Ltd  
 Consultant : MITR Technical Consultant Co.,Ltd.

Date: September 16, 2013

Item	Description	Duration	2013				2014	
			September	October	November	December	January	February
1	Site Preparation	30	█					
2	OTU Material App. & Shop Drawing	25	█					
3	OTU Material Procurement	30		█				
4	การเตรียมพื้นที่และติดตั้งอุปกรณ์ OTU	30		█				
5	การติดตั้งระบบปรับอากาศระบบเดิมและถอดออก	30		█				
6	การติดตั้งและถอดออกตู้ปรับอากาศ 110 ลิตร จำนวน 9	30		█				
7	การติดตั้งตู้ปรับอากาศ 110 ลิตร จำนวน 9	30		█				
	-สำรวจและวัด เพลา ที่ใช้ติดตั้งระบบปรับอากาศ (ดำเนินการร่วมกับวิศวกร)							
	-ติดตั้งระบบปรับอากาศ							
	-ติดตั้งระบบ OTU ที่ใช้จ่ายพลังงานและปรับอากาศ (ดำเนินการร่วมกับวิศวกร)							
8	การติดตั้งระบบ OTU	30		█				
9	การติดตั้งและถอดออกตู้ปรับอากาศ จำนวน 10	30		█				
10	การติดตั้งระบบปรับอากาศระบบเดิมและถอดออก	30		█				
11	การติดตั้งระบบปรับอากาศ	30		█				
12	การติดตั้ง OTU และอุปกรณ์	30		█				
13	การติดตั้ง Control Room และอุปกรณ์	30		█				
14	การติดตั้ง Control Room และอุปกรณ์	30		█				
15	การติดตั้งระบบไฟฟ้าและระบบปรับอากาศ	30		█				
16	การติดตั้งระบบปรับอากาศ	30		█				
17	การทดสอบระบบและตรวจรับงาน	30		█				

**แผนการชำระเงินค่าติดตั้ง Chiller 13,889,000.00 บาท**

นิติ บุณยพัชญ์ วิศวกรเครื่องกล

งวดที่	รายการ	มูลค่า	vat	รวม	หัก 10%	สุทธิ
1	(10 %) เงินล่วงหน้า	1,298,037.38	90,862.62	1,388,900.00	138,890.00	1,250,010.00
2	(30 %) เมื่อติดตั้งอุปกรณ์ทำน้ำเย็น, อุปกรณ์ปั๊ม, Pump	3,894,112.15	272,587.85	4,166,700.00	416,670.00	3,750,030.00
	Cooling Tower , Water Softener เติมน้ำ					
3	(40%) เมื่อติดตั้งเครื่องทำน้ำเย็นแล้วเสร็จ	5,192,149.53	363,460.47	5,555,600.00	555,560.00	5,000,040.00
4	(20 %) เมื่อชำระรับงาน	2,596,074.77	181,725.23	2,777,800.00	-	2,777,800.00
	คืนเงินประกัน					1,144,000.00
	<b>รวม</b>	<b>12,980,373.83</b>	<b>908,625.17</b>	<b>13,889,000.00</b>	<b>1,111,120.00</b>	<b>13,221,880.00</b>

### สรุป

ในเบื้องต้นอาคารเลือกการลงทุนโดยใช้เครื่องทำน้ำเย็นแบบ Screw ระบายความร้อนด้วยน้ำ ขนาดทำความเย็น 400 RT จำนวน 1 ชุด พร้อมอุปกรณ์ประกอบระบบและห้องเครื่อง ติดตั้งที่ชั้น 10 ซึ่งเป็นชั้นหลังคาของลานจอดรถ ติดตั้งท่อทำน้ำเย็นโดยใช้ท่อ HDPE PN16 หุ้มฉนวน Closed cell Elastomeric ความหนา 20 มิลลิเมตร โดยมีเครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศของเดิมเป็นเครื่องสำรองและใช้งานในกรณีการทำความเย็นเกินความสามารถของเครื่องทำน้ำเย็นใหม่ (Top up and Standby) มีเงินลงทุนจำนวน 13.88 ล้านบาท สามารถลดการใช้พลังงานได้ปีละ 5,783,143 บาท มีผลตอบแทนเป็นระยะเวลาคืนทุน 2 ปี มีค่า IRR 88.62%



ประวัติผู้เขียนบทความ :

**นายบุญพงษ์ กิจวัฒนาชัย** วิศวกรเครื่องกล  
เลขที่ วก.630

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

**ตำแหน่งงานปัจจุบัน :** กรรมการผู้จัดการ บริษัท  
ไทยวิศวกรที่ปรึกษาทางเลือก จำกัด