

9-2 エネルギー診断の概要

ホテルのエネルギー診断を実施するためには、測定が第1の必須なステップであり、その次にエネルギー収支の策定段階へと進む。本章に、エネルギー診断の結果、その評価及び省エネルギー対策の提案について述べる。本章では比較的エネルギー消費の大きい以下の箇所をエネルギー診断の対象に選定した。

ホテルにおけるエネルギー診断の主要項目は次の通りである。

1. 電力受電及び配電
2. 空調システム
 - (1) 機械的仕様
 - (2) 環境条件
 - (3) 電力消費量
3. 照明システム
4. 熱使用設備
5. エネルギー消費量

詳細の内容は9-4項に示す。

9-3 エネルギー診断スケジュール

本ホテルのエネルギー診断は1998年6月2日から13日にかけて実施した。測定の準備及び測定結果の予備的討議もこの期間内に行った。

日程の概要は以下の通りであった。

(1) 事前準備段階

6月2日(火)： 測定機器の搬入及び準備
診断計画の説明、討議及び確認

(2) エネルギー診断

6月3日(水)： 測定機器の調整
測定箇所の確認

6月4日(木)： 電力受電系統及び冷凍機システムへ測定機器設置及び調整

6月5日(金)： 変圧器及び配電系統において電力消費量測定
冷凍機まわり及び再冷水系統の測定

6月6、7日(土及び日)： 測定結果の分析

6月8日(月)： 配電系統における電流、Air Handling Unit (AHU)での冷水温度及び照度の測定
温水ボイラー、蒸気ボイラー及びカロリファイヤー周りでの測定の準備

6月9日(火)： 副配電室での電流測定、環境測定
温水ボイラー、ボイラー及びカロリファイヤー周りの測定

6月10日(水)： 電力受電系統、主変圧器及び冷凍機システムの測定機器取り外し
エレベーター電力消費量及び環境条件(照度、空気速度、温度)
温水ボイラー、ボイラー及びカロリファイヤー周りの測定

6月11日(木)： 主要エネルギー消費機器の現場踏査
戸外及びグランドフロアにおける温度、湿度及びCO₂濃度測定
トレンドデータ及び機器リスト入力

6月12日(金)： AHUの現場踏査、機器仕様の分析及び確認
トレンドデータ入力、報告書作成及び測定機器の再梱包

(3) 中間測定結果討議

6月13日(土)： 測定結果の中間評価及び省エネルギー対策の提言
測定機器移送

表 9-4 に詳細な測定スケジュールを示す。

9-4 測定項目・測定箇所・測定機器

エネルギー消費状況を評価しエネルギーバランスを作成するため、以下に述べるような主要なエネルギー診断項目に対応する測定を診断スケジュールに従って実施した。

(1) 電力受電系統及び配電

1. 高圧受電： 電圧、電流、電力、力率のトレンドデータ
2. 高圧配電： 電圧、電流、電力、力率のトレンドデータ
3. 低圧配電： 電圧、電流

(2) 空調システム

1. 冷凍機： 入/出冷水温度、電圧、電流、電力、力率
2. 再冷塔： 入/出冷水温度、再冷水流量
3. Air Handling Unit (AHU)： AHU の電圧及び電流、空気流量・温度及び入/出冷水温度
4. ブLOWER・ファン： 空気流量、電圧、電流
5. ファンコイル： 温度、湿度
6. 空気熱交換器： 排気及び取り入れ外気の入/出温度・空気流量
7. 空調エリア： 温度、湿度、CO₂ 濃度
8. 室内空調エリア： 温度、湿度
9. 屋外条件： 温度、湿度、CO₂ 濃度

(3) 照明システム

1. 共通空間： 照度
2. 部屋： 照度

(4) 熱使用設備

1. 温水ボイラー： 燃料油の流量・性状、ボイラー供給水の流量・温度、発生温水の温度、排出ガスの温度・O₂/CO/CO₂ 組成
2. カロリファイヤー： 温水温度
3. 蒸気ボイラー： 燃料油流量、ボイラー供給水の温度・電気伝導度・pH、発生蒸気の温度・圧力
4. 断熱： ボイラー表面温度

(5) エネルギー消費量

1. 電力消費量

2. 燃料消費量

- (6) 現場踏査

1. 機器リスト確認
2. 図面調査
3. 機器、設備の運転状況観察

測定項目、測定箇所、測定対象機器の詳細を表 9-5 に示す。

Table 9-4 (1) Detailed Schedule for Measurement (Hotel)

Measuring Items	Working Day									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0. Preparation & Discussion of the Plan	x	x								
1. Electrical Power Receiving and Distribution										
(1) HV Receivers (Voltage, Amperage & Power Factor)			x	x	x	x	x			
(2) HV Distributors (Voltage, Amperage & Power Factor)				x	x	x	x			
(3) LV Distributors (Voltage & Amperage)			x	x	x	x	x			
2. Air-conditioning System										
2.1 Mechanical Performance										
(1) Chillers (Chilled Water: Inlet/Outlet Temp.)			x	x	x					
(2) Cooling Tower (Cooling Water: Inlet/Outlet Temp. & Flow rate)			x	x						
(3) Air Handling Units										
1) Suction Air (Temperature, & Flow Rate)									x	
2) Delivery Air (Temperature)										
(4) Blowers and Fans										
1) Suction or Delivery Air (Flow Rate)									x	
(5) Fan Coils										
1) Delivery Air (Temperature & Humidity)								x	x	
(6) Air Heat Exchanger										
1) Suction Side (Inlet/Outlet Temp. & Flow Rate)									x	
2) Delivery Side (Inlet/Outlet Temp. & Flow Rate)										
2-2 Environmental Conditions										
(1) Area to be conditioned										
1) Spaces (Temp., Humid., Air Flow & CO/CO ₂)								x	x	
(2) Rooms to be conditioned										
1) Rooms (Temp., Humid. & Direction of Air Flow)						x	x			
2-3. Electricity Consumption										
(1) Chillers, AHU, Blowers (Volt., Amperage & Power Factor)						x	x	x		

Table 9-4 (2) Detailed Schedule for Measurement (Hotel)

Measuring Items	Working Day									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3. Lighting System										
(1) Main Part of Buildings Each Space & Room (Lux)					x		x			
4. Heat Consuming Facilities										
(1) Hot Water Boiler and Steam Boiler					x	x	x			
1) Fuel Oil (Flow Rate & Properties)										
2) Boiler Feed Water (Flow Rate, Temperature)										
3) Generated Steam & Hot Water (Temperature & Pressure)										
4) Flue Gas (Temp., O ₂ , CO, CO ₂)										
(2) Calorifiers					x	x	x			
1) Hot Water (Temperature)										
(3) Thermal Insulation (Surface Temp. of Steam Boilers)					x	x	x			
5. General Energy Consumption			x	x	x	x	x	x	x	x
(1) Electricity										
(2) Fuel										
6. Field Investigation			x	x	x	x	x	x	x	x
(1) Preparation of Equipment List										
(2) Investigation of Drawings										
(3) Observation of Operating Condition										
7. Summarization & Reporting									x	
8. Review and Discussion										x

Table 9-5 (1) Outlines of Measurement for Energy Audit (Hotel)

Major Items of Energy Audit & Subject Items and Points	Measurement or Estimate	Available Equipment of Measurement			
		Required Equipment	Hotel	JICA	Local Labo.
1. Electrical power receiving & distribution					
(1) HV Receivers (Sub-station)					
① Voltage	M	Clamp on power hitester, control panel	x	x	
② Ampere	M	ditto	x	x	
③ Power factor	M	ditto	x	x	
(2) HV Distributors (Main circuit)					
① Voltage	M	Clamp on power hitester, control panel	x	x	
② Ampere	M	ditto	x	x	
③ Power factor	M	ditto	x	x	
(3) LV Distributors (Control unit)					
① Voltage	M	Clip-on AC powermeter		x	
② Ampere	M	ditto		x	
2. Air-conditioning system					
2-1. Mechanical performance					
(1) Chillers					
① Water temperature (inlet/outlet)	M	Bar & Surface thermometer, T.G.	x	x	
(2) Cooling towers					
① Water temperature (inlet/outlet)	M	Bar & Surface thermometer, T.G.	x	x	
② Flow rate of water	M	Ultra-sonic flow meter		x	
(3) Air handling units (AHU)					
1) Suction air					
① Temperature	M	Surface thermometer, Anemometer		x	
② Flow rate	M	Hot wire anemometer		x	
2) Delivery air					
① Temperature	M	Surface thermometer, Anemometer		x	
(4) Blowers & fans					
① Flow rate	M	Hot wire anemometer		x	
② Temperature	M	Surface thermometer, Anemometer		x	
③ Electricity consumption	M	Clip-on AC powermeter		x	

Table 9-5 (2) Outlines of Measurement for Energy Audit (Hotel)

Major Items of Energy Audit & Subject Items and Points	Measurement or Estimate	Available Equipment of Measurement			
		Required Equipment	Hotel	JICA	Local Labo.
(5) Fan coils					
1) Delivery air					
① Temperature	M	Temp.- humid. recorder		x	
② Humidity	M	ditto		x	
(6) Air heat exchangers					
1) Suction/delivery					
① Inlet/outlet temperature	M	Surface thermometer, Anemometer		x	
② Air flow rate	M	Hot wire anemometer		x	
2-2. Space condition					
(1) Area to be conditioned					
1) Spaces					
① Temperature	M	Temp.-humid. recorder		x	
② Humidity	M	ditto		x	
③ Air flow	M	Hot wire anemometer		x	
④ CO/CO ₂ contents	M	CO, CO ₂ content meter		x	
2) Rooms					
① Temperature	M	Temp.- humid. meter		x	
② Humidity	M	ditto		x	
③ Direction of air flow	M	Observation			
2-3. Electricity consumption					
(1) Chillers, AHU, blowers					
① Voltage	M	Clamp on power hitester, control panel	x	x	
② Ampere	M	ditto	x	x	
③ Power factor	M	ditto	x	x	
3. Lighting system					
(1) Main part of the building					
① Illumination intensity	M	Lux meter		x	
4. Heat consuming facilities					
(1) Hot water boilers					
1) Fuel oil					
① Flow rate	E				

Table 9-5 (3) Outlines of Measurement for Energy Audit (Hotel)

Major Items of Energy Audit & Subject Items and Points	Measurement or Estimate	Available Equipment of Measurement			
		Required Equipment	Hotel	JICA	Local Labo.
1) Fuel oil (LFO)					
② Properties (Spgr., LHV, CHN)	M	S.G. Meter, Elementary analyzer, etc.			x
2) Boiler feed water					
① Flow rate	M	Ultra-sonic flow meter		x	
② Temperature	M	Surface thermometer & T.G.	x	x	
3) Generated hot water					
① Temperature	M	Surface thermometer & T.G.	x	x	
4) Flue gas					
① Temperature	M	Exhaust gas tester		x	
② O ₂ /CO/CO ₂ contents	M	ditto		x	
(2) Calorifiers					
1) Hot water					
① Temperature	M	Surface thermometer & T.G.	x	x	
(3) Steam boilers					
1) Fuel oil (LFO)					
① Flow rate	E				
② Properties	M	Same as hot water boilers			x
2) Boiler feed water					
① Temperature	M	Surface thermometer & T.G.	x	x	
② Properties	M	Electric cond. meter & pH meter		x	
3) Generated steam					
① Temperature	M	Surface thermometer & T.G.	x	x	
② Pressure	M	Pressure gauges	x		
(4) Thermal insulation (Boilers)					
① Surface temperature	M	Surface thermometer		x	
5. General energy consumption					
(1) Electricity	M	Clamp on power tester		x	
(2) Fuel oil	Trend data	Operation records & data	x		
6. Field investigation					
(1) Observation	Observation				
(2) Investigation of existing data	Review	Existing drawings and data	x		

9-5 測定結果

これまでに述べた様に、以下の計測は現状のエネルギー消費を計算すること、及びエネルギーフローを作成し、評価することを目的として実施した。

測定の結果は、以下の通りである。

9-5-1 電力

(1) 単線結線図

図 9-5 はこのホテルの単線結線図を示す。電力は TNB (テナガナショナル)、から 11kV の電圧系統で、一回線を受電している。2 系統の変圧器が設置されている。その容量と電圧は、それぞれ 1.5MVA と 11kV/415V である。415V 系統には 2 系統の通常電力の供給バンクと 1 系統の非常電力の供給バンクが設置されている。正常時には、電力は TNB 系統から受電するが、緊急時には、自動的にディーゼル発電機に切り替わり、ここから電力は供給される。ディーゼル発電機の仕様は、容量 400kW、電圧 415V、電流 3 相、力率 0.8、回転数 1500 rpm である。測定点は図 9-5 に 1 から 10 の数字で示す。

(2) 受電電力量の測定結果

受電端において測定された受電電力量のトレンドデータを表 9-6 に示す。6 月 7 日の受電電力量の合計は 21,451 kWh/d である。TNB の電気料金体系に規定されるピーク時の電力消費量は 14,280 kWh/d、オフピーク時の電力消費量は 7,171 kWh/d である。全電力消費量に占める、オフピーク時の電力消費量の割合は 33.4 パーセントである。

$$(\text{Portion of off peak consumption} = \text{off peak consumption} / \text{total consumption} \times 100)$$

電力の最大需要は 1,087 kW、最小需要は 662 kW、平均値は 894 kW である。

負荷率は 82.2 パーセントである。(Load Factor = Average / Max. Demand)

1997 年の年間ベースの平均受電量基準の負荷率は 86.3 パーセントである。6 月 7 日の受電電力の負荷率と 1997 年の年間ベースの受電電力の負荷率は、ほぼ同じ値である。

$$\begin{aligned} (\text{Load Factor in 1997}) &= (\text{Average Electricity in '97} / \text{Demand}) \times 100 \\ &= \{9,568 \text{ MWh/Y} \times 10^3 / (24 \text{ h/d} \times 365 \text{ d/Y}) / 1,265 \text{ kW}\} \times 100 \\ &= 86.3 \% \end{aligned}$$

図 9-9 に示すように、ピーク時の受電量とオフピーク時の受電量には大きな差があり、その差は約 400 kW である。

(3) 受電電力関係のデータ

1) 電圧と周波数

図 9-6 及び 図 9-8 に電圧と周波数を示す。電圧と周波数は比較的安定している。

2) 有効電力、無効電力、皮相電力

図 9-7 は有効電力、無効電力、皮相電力を示す。これらの電力のトレンドデータはピーク時とオフピーク時の電力に大きな差があることを示している。

3) 受電端における力率

図 9-9 に示すように、力率は 0.86 から 0.92 であった。ピーク時には、受電電力は大きい、力率は小さな値を示している。一方、オフピーク時には、受電電力が小さく力率は大きな値を示している。

(4) 1.5MVA 変圧器関係のデータ

1. 表 9-7 と表 9-8 は 1.5MVA の第 1 変圧器と第 2 変圧器の電圧、電流、周波数、電力と力率の測定結果を示す。

2. 図 9-10 は第 1 変圧器系統の受電電力は安定していることを示す。

3. 図 9-11 は第 2 変圧器系統の受電電力と力率はピーク時とオフピーク時に大きな差があることを示している。ピーク時には受電電力は大きい、力率は小さくなっており、逆に、オフピーク時には力率は大きく受電電力は小さくなっている。

(5) ファイダーに関するデータ

1. 表 9-9, 表 9-10 及び 表 9-11 は Normal Riser N1, N2 及び N3 系統の電圧、電流、周波数、電力及び力率の測定結果を示す。

2. 図 9-12 は Normal Riser N1 系統の電力及び力率のトレンド曲線を示す。

3. 図 9-13 は Normal Riser N2 系統の電力及び力率のトレンド曲線を示す。

4. 図 9-14 は Normal Riser N3 系統の電力及び力率のトレンド曲線を示す。この図は Normal Riser N3 系統の電力はピーク時とオフピーク時に大きな差があることを示している。

5. 表 9-16 は各分電盤の電流の測定結果を示す。

(6) チラー装置に関するデータ

1. 表 9-12 及び表 9-13 第1チラー、第2チラー及び第3チラーの電圧、電流、周波数、電力及び力率の測定結果を示す。
2. 図 9-15 は第1チラー及び第2チラーの電力及び力率のトレンド曲線を示す。
3. 図 9-16 は 第3チラーの電力及び力率のトレンド曲線を示す。第3チラーの電力はピーク時とオフピーク時に大きな差があることを示している。

(7) エレベーターに関するデータ

1. 表 9-14 及び表 9-15 は客用及び業務用エレベーターの電圧、電流、周波数及び電力の測定結果を示す。
2. 図 9-17 及び図 9-18 はそれぞれ客用エレベーター及び業務用エレベーターの電力のトレンド曲線を示す。

9-5-2 照度と空調

(1) 照度

ホテルのグランド フロアー、1階、2階及び3階から12階の照度は各々図 9-19-(1)、図 9-19-(2)、図 9-19-(3)及び図 9-19-(4)に示す通りである。色々な測定個所における測定値は、妥当な水準にある。図 9-19-(1)の測定個所5の値は722 luxを示し、かなり高いが、測定点が天窓を配置した吹き抜け構造の建物の床面であった為と思われる。

(2) 室内の温度

客室、廊下、パブリックスペース、チラー機械室、電気室、厨房、スチームボイラー室、温水ボイラー室及びエレベーター室の気温は図 9-19-(1)、図 9-19-(2)、図 9-19-(3)、図 9-19-(4)、図 9-24-(1)、図 9-24-(2)、及び図 9-24-(3)に示す通りである。事務室、客室及びスコールの降雨時の気温のトレンド データを表 9-18 に示す。これらのデータは、色々な場所の気温は22-26℃で、若干低い事を示している。しかし、洗濯工場とスチームボイラー室の気温は32-34℃と非常に高い。

(3) ホテル内の気流の速度

パブリックスペース、廊下、ラウンジ及び厨房内の気流の速度は図 9-19-(1)、図 9-19-(2)、図 9-19-(3)、図 9-19-(4)及び図 9-24-(1)に示す通りである。厨房の1地点の値を除き、測定値は0.5 m/s 以下なので特に問題は見受けられない。

(4) ホテル内の環境、湿度と炭酸ガス濃度

相対湿度、乾球温度及び湿球温度の測定結果を表 9-17 に示す。相対湿度は74-83パー

セントで、若干、高めである。ロビーと屋外の炭酸ガス濃度は表 9-17 に示されている。ロビーの数値は比較的低い、屋外の数値は非常に高かった。これは、屋外の測定地点が駐車場に近かったのが原因で、異常値を示した可能性がある。

(5) 空気の熱交換器

全熱交換器での、取り入れ外気と排気の温度、流速を図 9-24-(3) に示す。熱交換器の伝熱面上の汚れが観察された。エアハンドリングユニット(AHU)の熱交換器でも同様のひどい汚れがあった。

9-5-3 冷水システム

(1) 冷凍機

第2冷凍機と第3冷凍機の冷水の入口温度、出口温度を図 9-20 に示す。流速は、この装置に流量計が設置されてなく、又、JICA で今回準備した流量計も 据え付けることが出来なかった為に、測定が出来なかった。冷凍機の運転方法は1台が24時間運転、他の1台が大体10時から22時の間運転される。

(2) 冷水塔

第2冷凍機と第3冷凍機への冷却水の入口・出口温度及び流量を図 9-20 に示す。

9-5-4 温水ボイラー

(1) 温水ボイラー

温水ボイラーの1次側循環水の入口温度、出口温度及び流量を図 9-21 に示す。煙道ガスの分析値と温度を図 9-21 に示す。煙道ガス中の酸素濃度は0.6 から 0.8 vol. %であった。ボイラーの過剰空気率は約 1.03 であり、非常に低い値であった。煙道ガスの放出温度は284℃ から 308℃であった。これらのデータは、小型の油焼きボイラーにおける排ガスの標準値 250℃と比較し、若干高い。循環水の流量とボイラーの燃焼運転の着火、消火の時間のトレンドデータ及びボイラー運転の特記事項を図 9-22 に示す。

(2) カロリファイヤー

カロリファイヤーは4基設置されている。各カロリファイヤーの2次側温水循環の入口、出口温度を図 9-21 に示す。一部のカロリファイヤーは稼動していない。

9-5-5 スチーム ボイラー システム

蒸気の供給システム中の、ボイラー本体、コンデンセイトタンク及び蒸気配管の表面温度を図 9-23 に示す。発生蒸気の温度と圧力、燃料消費量を 図 9-23 に示す。ボイラー供給水の電気伝導度の測定値を図 9-23 に示す。この分析値は日本の基準と比べても通常の水準にある。

エネルギーの消費に関係する主要な設備、機器の仕様書の代表的項目は一覧表で Appendix 9 に示されている。

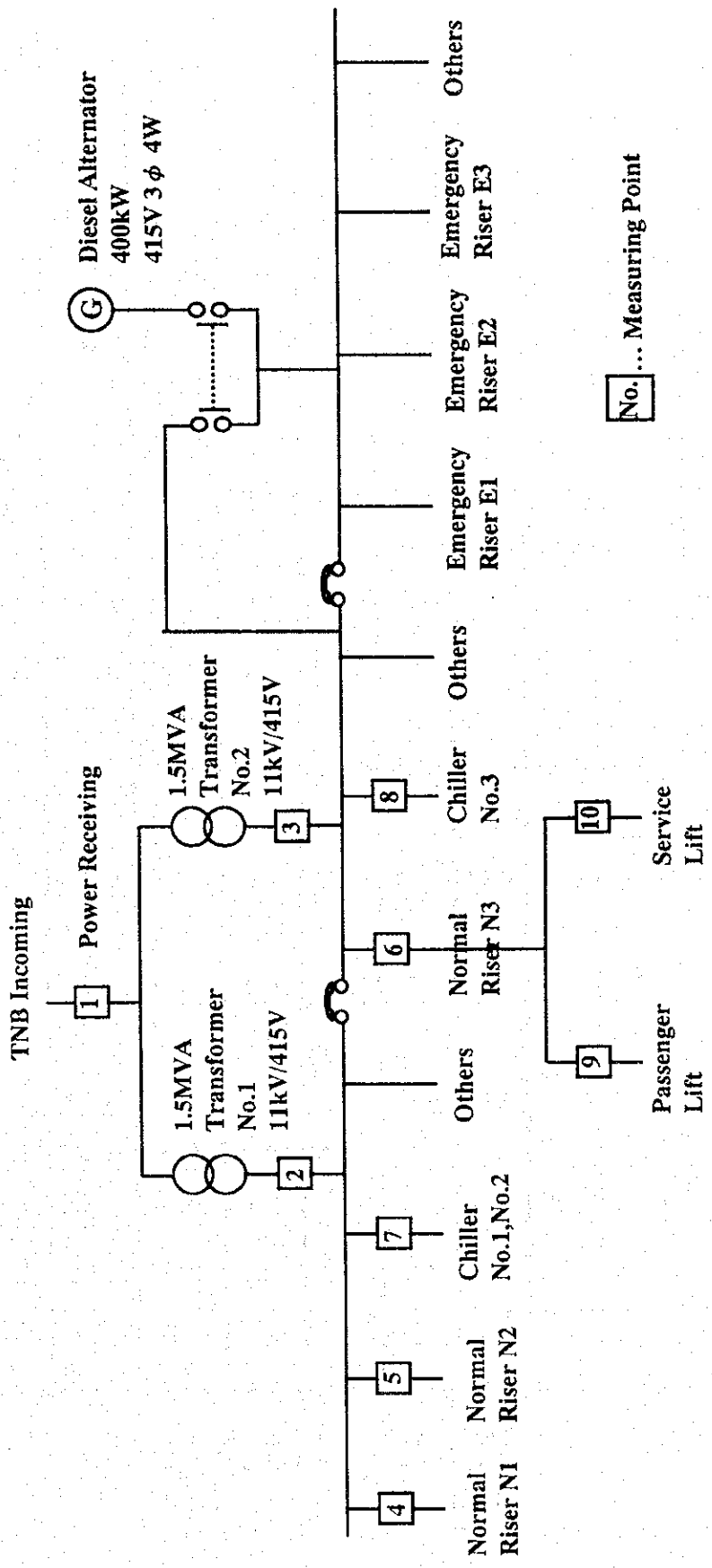


Figure 9-5 Single Line Diagram

Table 9-6 Power Receiving

DATE	TIME	Voltage [kV]		Current [A]				Frequency [Hz]	Effective Power [MW]	Reactive Power [Mvar]	Apparent Power [MVA]	Power Factor
		V1	V2	I1	I2	I3	Ave.					
7-Jun	1:00:00	11.293	11.292	36.78	38.00	39.13	37.97	50.01	0.7585	0.3146	0.8212	0.924
7-Jun	2:00:00	11.395	11.391	36.00	38.26	38.56	37.61	50.11	0.6765	0.2822	0.7332	0.923
7-Jun	3:00:00	11.464	11.463	35.91	36.93	38.03	36.96	49.98	0.6777	0.2886	0.7367	0.920
7-Jun	4:00:00	11.438	11.436	34.77	35.56	37.29	35.87	50.05	0.6623	0.2774	0.7181	0.922
7-Jun	5:00:00	11.463	11.470	36.76	37.58	38.43	37.59	50.11	0.6626	0.2826	0.7204	0.920
7-Jun	6:00:00	11.425	11.425	36.16	37.68	38.61	37.48	49.99	0.6828	0.2837	0.7395	0.923
7-Jun	7:00:00	11.394	11.393	41.67	43.07	44.54	43.09	49.98	0.7186	0.3165	0.7856	0.915
7-Jun	8:00:00	11.214	11.196	50.33	52.19	54.48	52.33	50.08	0.7833	0.3821	0.8718	0.898
7-Jun	9:00:00	11.295	11.280	52.57	55.02	57.02	54.87	49.95	0.9753	0.5438	1.1169	0.873
7-Jun	10:00:00	11.254	11.241	49.65	51.56	53.02	51.41	49.96	0.8972	0.4923	1.0236	0.877
7-Jun	11:00:00	11.341	11.320	62.30	64.42	66.29	64.34	49.93	1.0228	0.5719	1.1721	0.873
7-Jun	12:00:00	11.315	11.304	60.55	63.10	62.91	62.19	49.99	1.0780	0.6113	1.2395	0.870
7-Jun	13:00:00	11.350	11.327	61.89	63.76	63.64	63.10	49.94	1.0800	0.6156	1.2433	0.869
7-Jun	14:00:00	11.352	11.332	62.66	64.94	65.40	64.33	49.98	1.0870	0.6163	1.2496	0.870
7-Jun	15:00:00	11.378	11.364	60.60	62.29	62.58	61.82	50.00	1.0830	0.6204	1.2483	0.868
7-Jun	16:00:00	11.389	11.375	49.97	51.95	52.61	51.51	49.97	0.9223	0.5232	1.0605	0.870
7-Jun	17:00:00	11.402	11.390	52.00	55.18	54.27	53.82	50.01	0.9640	0.5479	1.1090	0.869
7-Jun	18:00:00	11.396	11.386	50.22	52.25	52.49	51.65	49.99	0.9853	0.5668	1.1370	0.867
7-Jun	19:00:00	11.286	11.273	63.52	68.52	66.70	66.25	49.99	1.0631	0.6048	1.2233	0.869
7-Jun	20:00:00	11.396	11.387	63.69	66.31	69.99	66.66	49.95	1.0838	0.6256	1.2515	0.866
7-Jun	21:00:00	11.451	11.499	58.28	59.95	60.38	59.54	50.01	1.0198	0.5960	1.1813	0.863
7-Jun	22:00:00	11.405	11.399	55.01	56.73	56.72	56.15	49.94	1.0183	0.5789	1.1715	0.869
7-Jun	23:00:00	11.240	11.233	41.69	44.15	44.10	43.31	49.99	0.7853	0.3695	0.8681	0.905
7-Jun	24:00:00	11.379	11.369	40.44	42.16	43.07	41.89	50.10	0.7638	0.3289	0.8319	0.918

Total Consumption	21,451 [kWh]	Max. Demand	1,087 [kW]
Peak Consumption	14,280 [kWh]	Min. Demand	662 [kW]
Off-Peak Consumption	7,171 [kWh]	Ave. Demand	894 [kW]
Share of Off-Peak Consumption	33.4 [%]	Load Factor	82.2 [%]

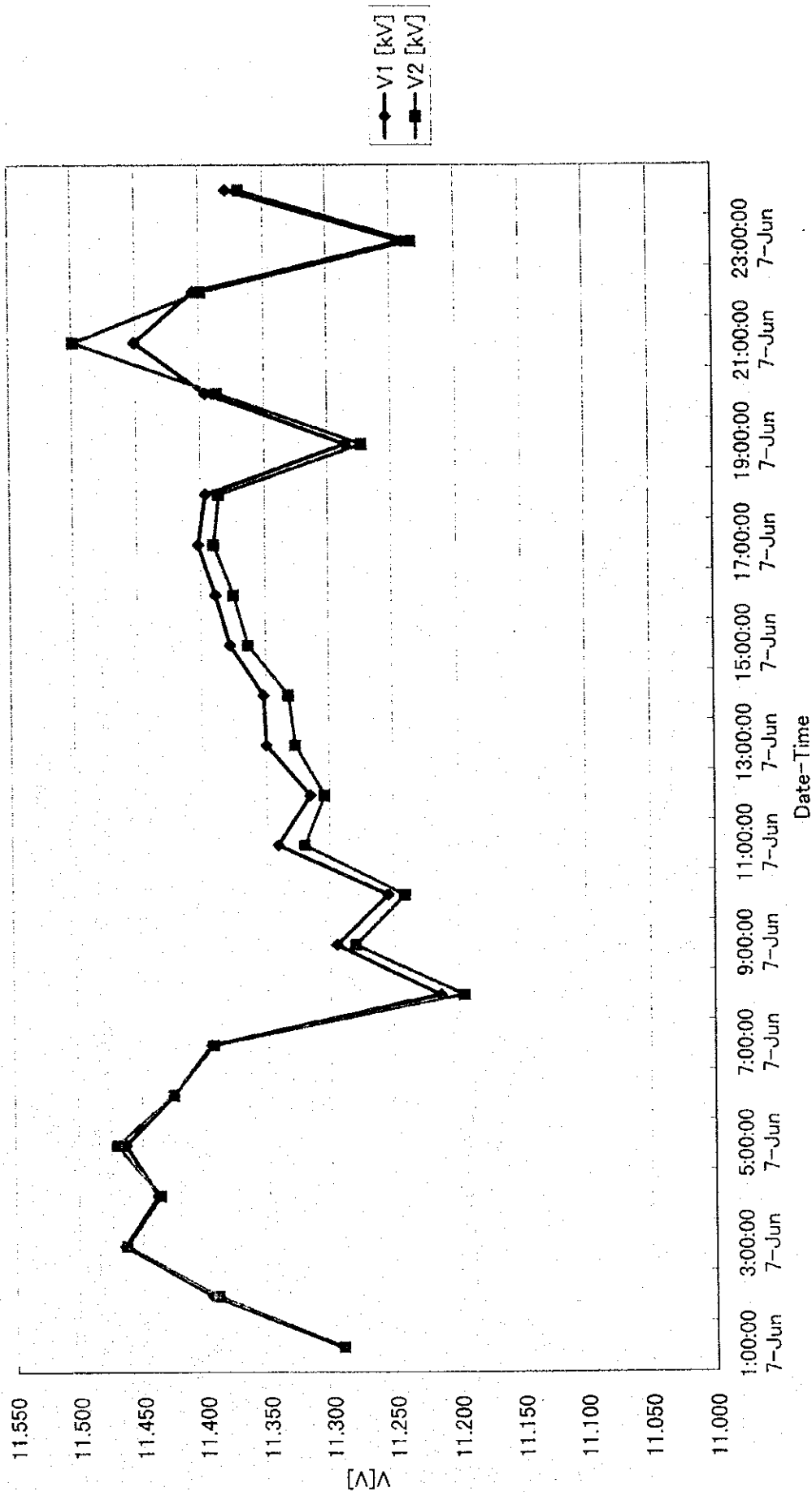


Figure 9-6 Power Receiving (Voltage)

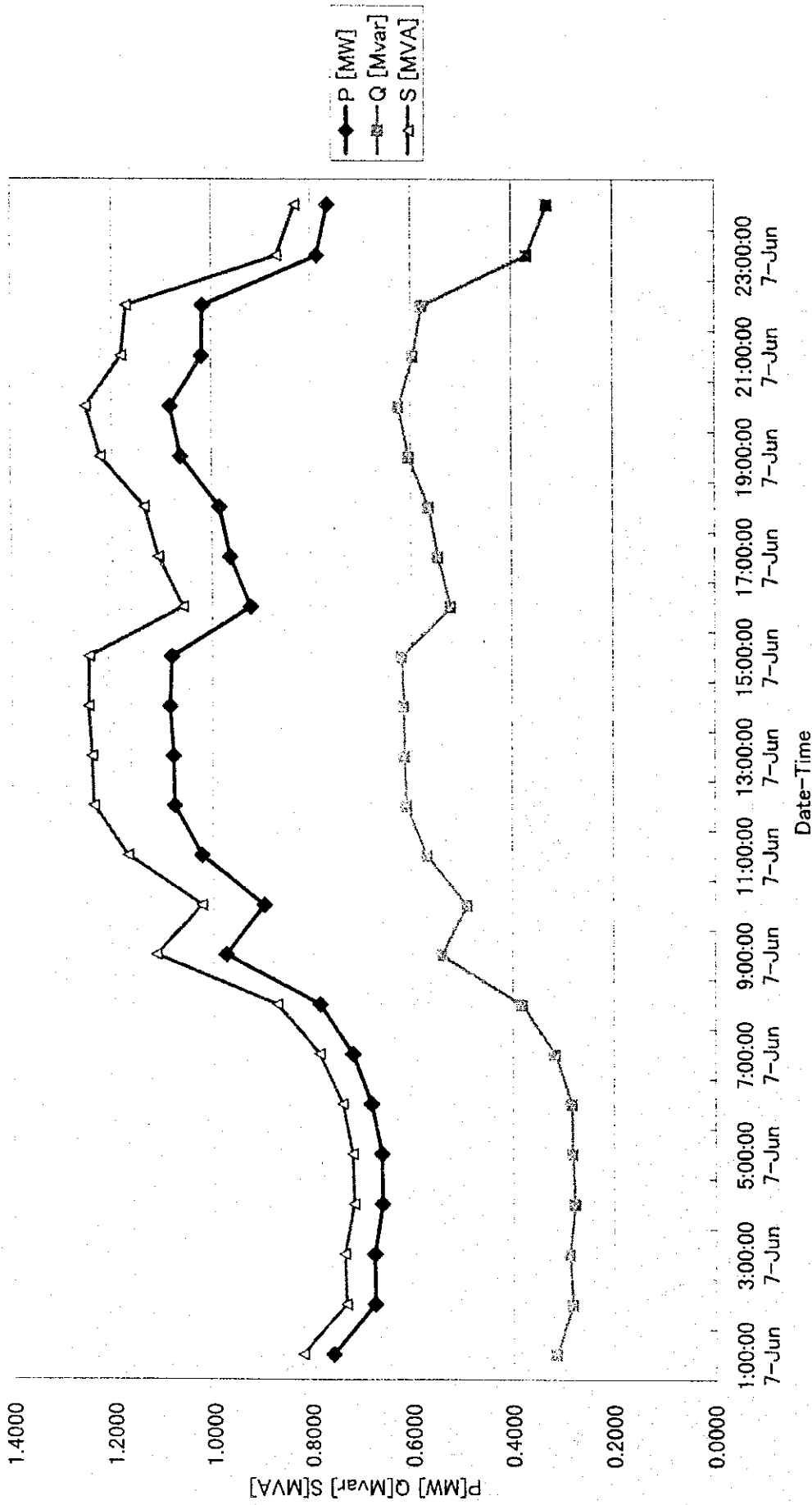


Figure 9-7 Power Receiving (Electricity)

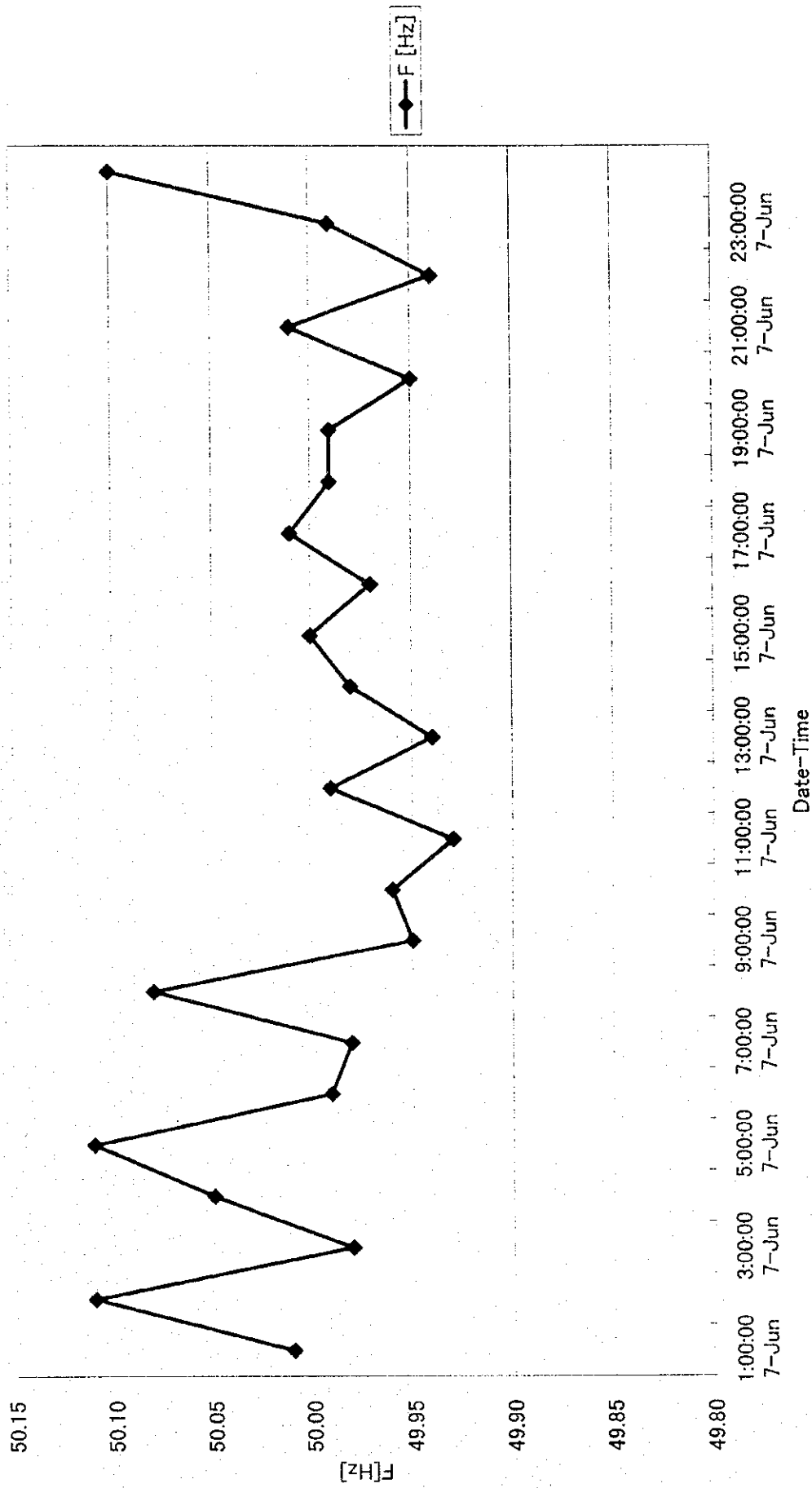


Figure 9-8 Power Receiving (Frequency)

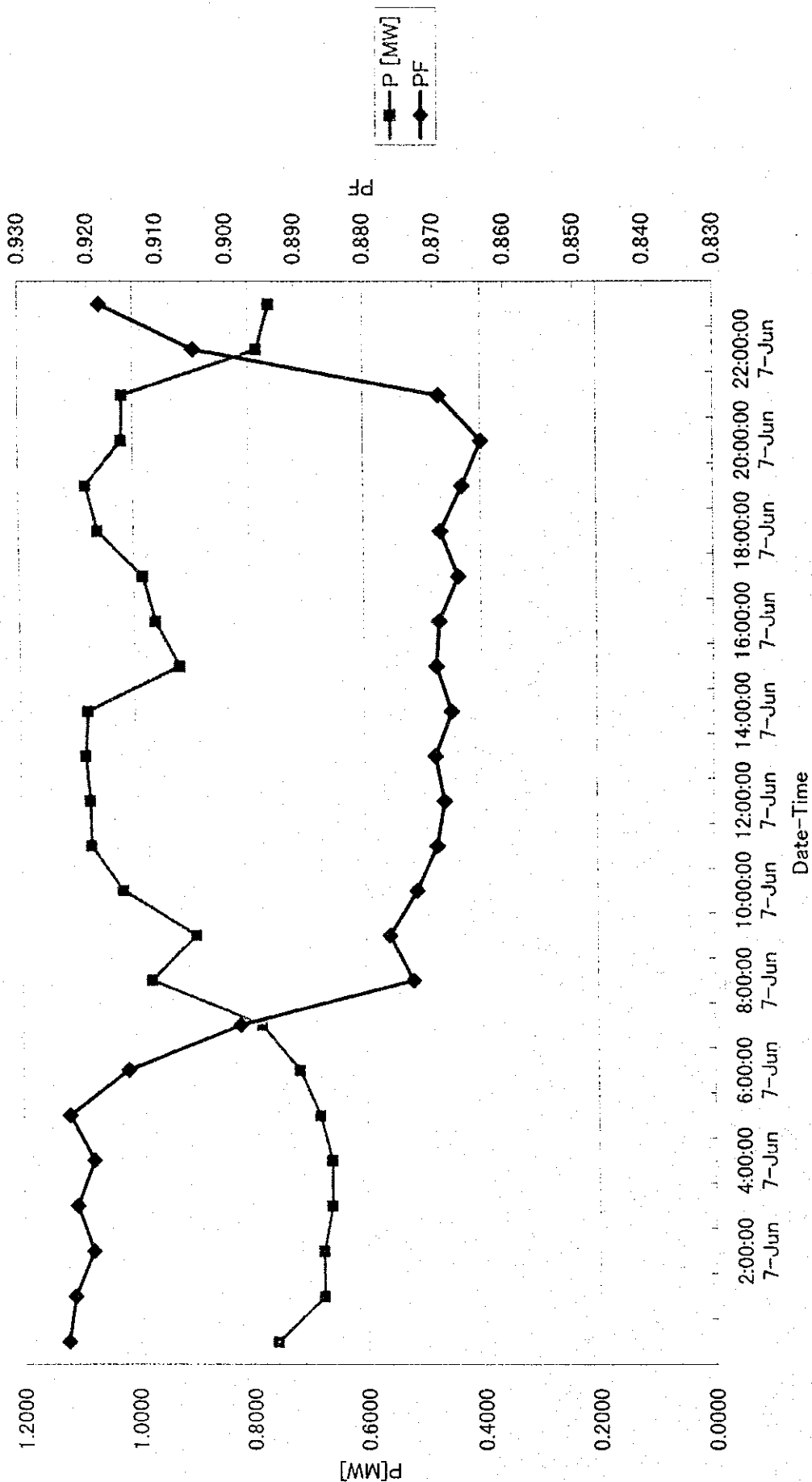


Figure 9-9 Power Receiving (Electricity-Power Factor)

Table 9-7 1.5MVA Transformer No.1

DATE	TIME	Voltage	Current	Frequency	Effective Power	Reactive Power	Apparent Power	Power Factor
		[V]	[A]	[Hz]	[kW]	[kvar]	[kVA]	
7-Jun	1:00:00	238.22	710.4	49.99	487.08	199.86	526.50	0.925
7-Jun	2:00:00	240.58	691.7	50.08	459.42	188.88	496.71	0.925
7-Jun	3:00:00	241.82	678.1	49.98	456.69	194.55	496.41	0.920
7-Jun	4:00:00	241.42	682.0	50.07	451.41	194.43	491.52	0.918
7-Jun	5:00:00	241.82	689.9	50.06	452.49	194.73	492.60	0.919
7-Jun	6:00:00	241.10	703.6	50.00	461.22	196.41	501.30	0.920
7-Jun	7:00:00	239.79	751.8	49.99	473.40	199.83	513.87	0.921
7-Jun	8:00:00	236.54	768.7	50.07	498.06	201.24	537.21	0.927
7-Jun	9:00:00	237.39	796.6	49.95	492.27	214.20	536.88	0.917
7-Jun	10:00:00	237.03	783.6	49.94	515.94	224.64	562.74	0.917
7-Jun	11:00:00	239.21	724.1	49.94	505.02	225.90	553.35	0.913
7-Jun	12:00:00	238.65	750.6	49.93	481.86	213.03	526.86	0.915
7-Jun	13:00:00	238.82	736.0	49.93	477.18	213.87	522.93	0.913
7-Jun	14:00:00	239.15	717.1	49.98	473.76	211.50	518.82	0.913
7-Jun	15:00:00	239.60	758.5	49.98	485.94	220.56	533.67	0.911
7-Jun	16:00:00	239.57	802.3	49.98	512.67	233.52	563.40	0.910
7-Jun	17:00:00	240.02	787.6	50.01	503.49	227.64	552.57	0.911
7-Jun	18:00:00	240.10	786.1	50.00	494.16	228.27	544.23	0.908
7-Jun	19:00:00	237.59	761.0	49.99	505.80	220.62	551.97	0.916
7-Jun	20:00:00	240.43	724.1	49.96	501.06	222.00	548.07	0.914
7-Jun	21:00:00	241.34	726.4	50.01	473.34	207.03	516.60	0.916
7-Jun	22:00:00	240.40	698.8	49.92	470.34	202.44	512.10	0.918
7-Jun	23:00:00	236.99	721.5	49.98	474.93	196.80	514.20	0.924
7-Jun	0:00:00	239.94	726.3	50.10	485.76	199.68	525.30	0.925

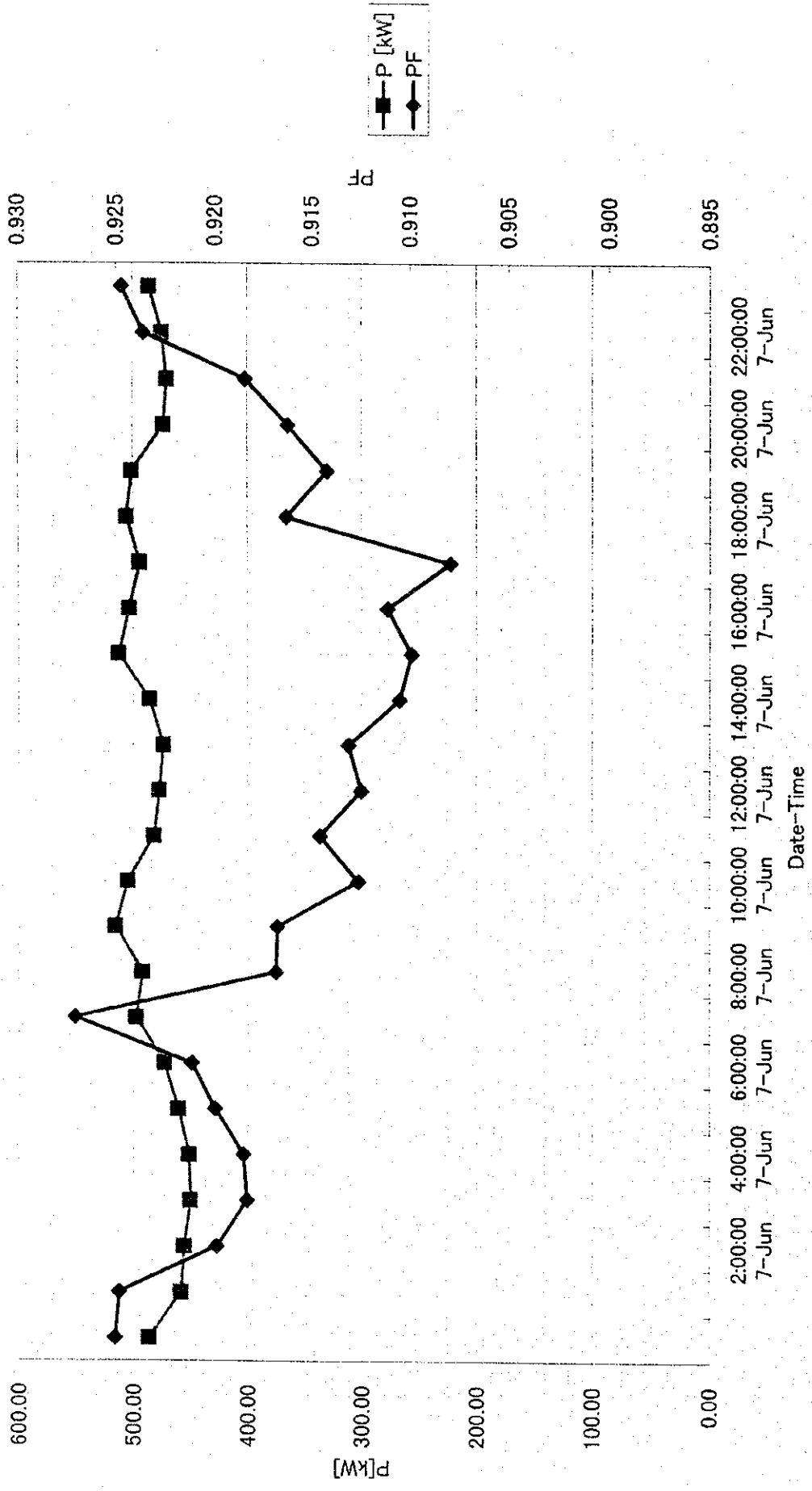


Figure 9-10 1.5MVA Transformer No.1 (Electricity-Power Factor)

Table 9-8 1.5MVA Transformer No.2

DATE	TIME	Voltage	Current	Frequency	Effective Power	Reactive Power	Apparent Power	Power Factor
		[V]	[A]	[Hz]	[kW]	[kvar]	[kVA]	
7-Jun	1:00:00	241.41	286.6	50.00	255.93	52.38	261.54	0.979
7-Jun	2:00:00	243.22	280.8	50.08	208.32	33.84	211.35	0.986
7-Jun	3:00:00	244.99	292.8	49.98	217.41	33.09	220.17	0.987
7-Jun	4:00:00	244.74	279.9	50.06	207.90	24.90	209.67	0.992
7-Jun	5:00:00	244.75	293.3	50.11	210.06	31.20	212.64	0.988
7-Jun	6:00:00	244.45	286.4	49.99	215.40	26.91	217.38	0.991
7-Jun	7:00:00	242.35	368.3	49.93	239.16	53.34	246.27	0.971
7-Jun	8:00:00	236.76	618.4	50.06	270.51	109.89	292.32	0.925
7-Jun	9:00:00	238.87	572.8	49.94	462.06	244.74	523.20	0.883
7-Jun	10:00:00	238.23	556.3	49.96	360.12	191.43	408.09	0.882
7-Jun	11:00:00	237.20	982.3	49.95	494.52	262.71	560.34	0.883
7-Jun	12:00:00	237.81	866.5	50.02	575.58	307.71	652.83	0.882
7-Jun	13:00:00	237.80	916.6	49.95	581.40	309.12	658.62	0.883
7-Jun	14:00:00	237.05	980.6	49.98	584.79	308.58	661.32	0.884
7-Jun	15:00:00	238.94	859	50.01	573.18	304.83	649.35	0.883
7-Jun	16:00:00	241.28	538.6	49.98	394.62	210.39	447.36	0.882
7-Jun	17:00:00	240.54	626.3	50.00	442.95	236.46	502.41	0.882
7-Jun	18:00:00	241.26	548.5	50.00	471.15	251.34	534.36	0.882
7-Jun	19:00:00	235.99	933.3	49.98	532.08	293.43	607.83	0.875
7-Jun	20:00:00	238.06	1040.2	49.97	564.30	306.30	642.21	0.879
7-Jun	21:00:00	240.18	841.5	50.00	526.38	299.10	605.52	0.869
7-Jun	22:00:00	240.16	763.3	49.95	527.07	290.01	601.74	0.876
7-Jun	23:00:00	239.51	382.5	49.99	283.65	104.40	302.70	0.937
7-Jun	0:00:00	242.76	364.3	50.10	251.55	64.83	260.19	0.967

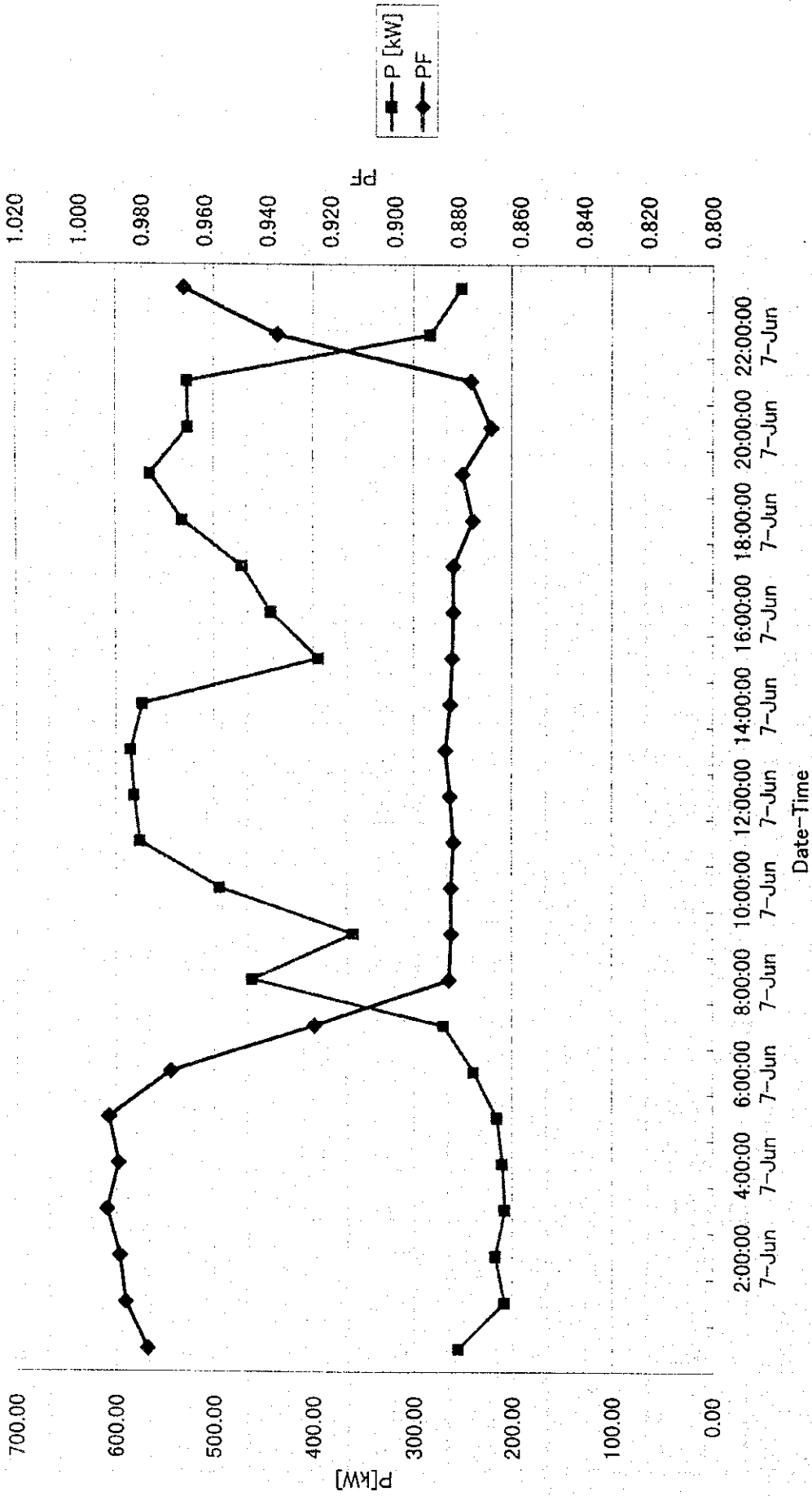


Figure 9-11 1.5MVA Transformer No.2 (Electricity-Power Factor)

Table 9-9 Normal Riser N1

DATE	TIME	Voltage [V]			Current [A]			Frequen- cy [Hz]	Effective Power [kW]	Reactive Power [kvar]	Apparent Power [kVA]	Power Factor
		V1	V2	V3	I1	I2	I3					
4-Jun	12:00	237.80	237.47	237.67	63.20	55.50	50.20	50.09	113.8	44.4	122.0	0.932
4-Jun	13:00	239.00	238.28	238.44	67.60	58.70	51.50	50.07	118.7	46.0	127.2	0.933
4-Jun	14:00	236.39	235.75	235.93	64.80	60.20	54.60	49.94	118.0	37.7	126.4	0.934
4-Jun	15:00	240.66	240.14	240.25	62.90	61.30	55.10	49.97	121.2	47.0	130.1	0.932
4-Jun	16:00	241.78	241.29	241.64	67.50	71.90	51.30	50.03	125.5	48.0	134.3	0.935
4-Jun	17:00	237.03	236.51	236.84	62.60	63.90	57.00	50.10	126.2	45.6	134.2	0.941
4-Jun	18:00	241.81	241.54	241.70	65.70	77.20	58.90	50.07	133.0	47.6	141.1	0.942
4-Jun	19:00	236.39	236.23	236.02	79.20	80.20	62.90	49.98	147.6	45.6	154.4	0.956
4-Jun	20:00	237.23	237.18	237.28	69.10	78.30	57.00	50.02	144.0	41.9	150.0	0.960
4-Jun	21:00	239.28	239.17	239.10	82.00	79.30	63.80	49.97	148.1	43.2	154.2	0.960
4-Jun	22:00	239.27	239.24	239.24	80.00	80.60	62.30	50.00	152.4	42.8	158.3	0.963
4-Jun	23:00	241.31	241.33	241.34	65.60	63.00	60.90	50.02	130.2	46.7	138.2	0.942
5-Jun	0:00	239.87	239.86	240.02	61.00	60.40	56.20	50.04	120.6	39.1	126.7	0.952
5-Jun	1:00	240.93	240.90	241.21	58.50	51.20	51.80	50.06	107.8	38.0	114.2	0.943
5-Jun	2:00	242.51	242.71	242.39	57.60	48.20	38.90	50.08	97.2	35.2	103.3	0.941
5-Jun	3:00	238.79	239.00	239.05	57.90	47.00	42.20	50.01	97.3	34.2	101.5	0.959
5-Jun	4:00	239.14	239.43	239.43	57.40	44.20	37.30	50.03	94.9	34.8	101.0	0.939
5-Jun	5:00	239.94	240.68	240.36	57.20	43.80	41.70	50.09	95.2	33.8	100.9	0.943
5-Jun	6:00	238.68	238.62	238.75	58.60	65.10	50.00	50.02	105.2	37.2	111.7	0.942
5-Jun	7:00	241.77	241.73	242.13	66.10	76.60	53.40	50.04	133.2	41.5	139.6	0.954
5-Jun	8:00	238.17	237.90	238.14	66.10	63.90	55.80	49.95	126.1	42.4	133.1	0.948
5-Jun	9:00	238.98	238.65	238.79	55.90	59.90	53.00	49.98	110.9	41.0	118.2	0.938

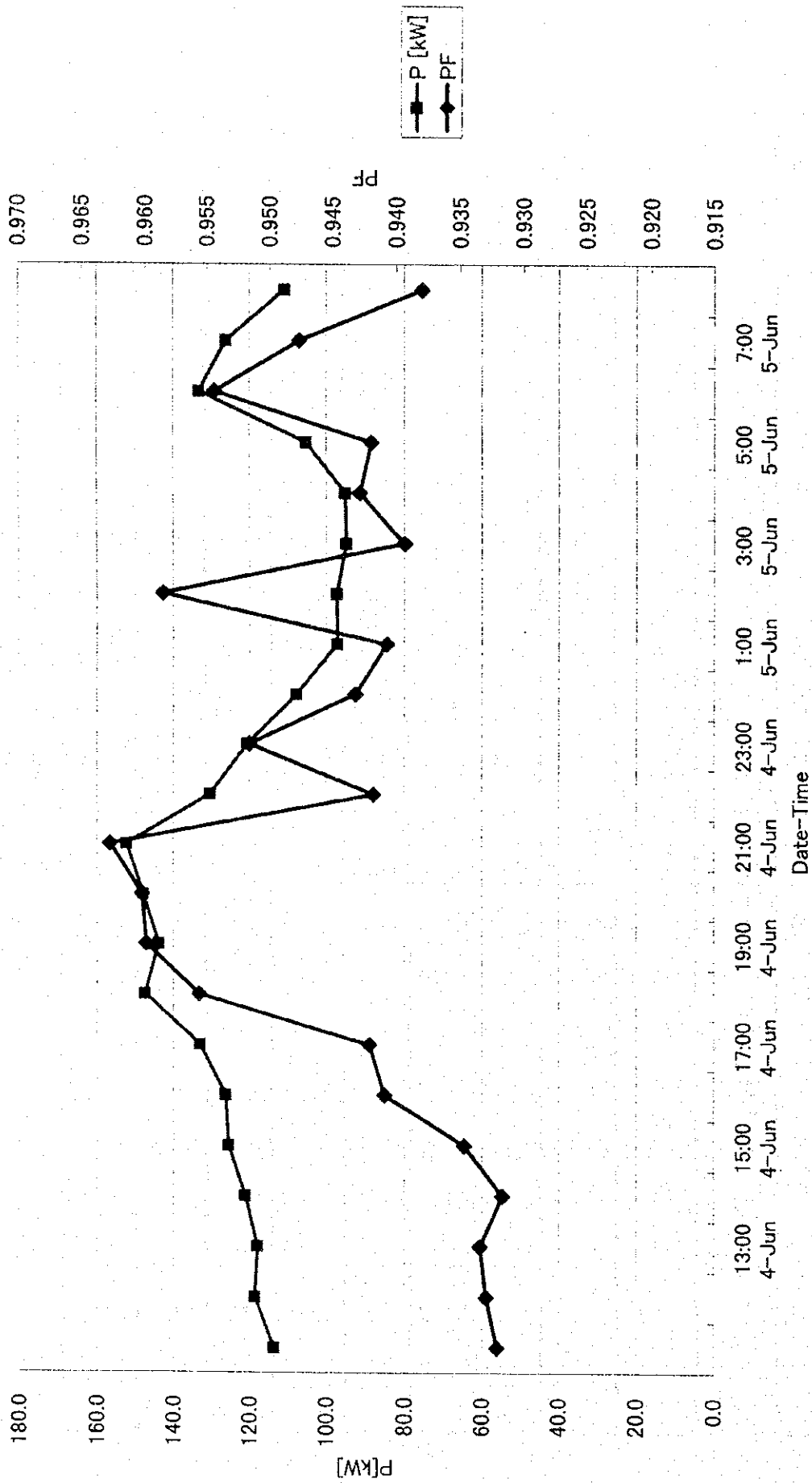


Figure 9-12 Normal Riser N1 (Electricity-Power Factor)

Table 9-10 Normal Riser N2

DATE	TIME	Voltage [V]			Current [A]			Frequency [Hz]	Effective Power [kW]	Reactive Power [kvar]	Apparent Power [kVA]	Power Factor
		V1	V2	V3	I1	I2	I3					
4-Jun	12:00	238.54	237.94	238.03	47.50	54.70	62.20	50.08	114.1	29.2	117.8	0.968
4-Jun	13:00	239.41	238.69	238.78	36.00	56.20	60.00	50.06	108.4	26.2	111.5	0.972
4-Jun	14:00	237.13	236.07	236.23	41.40	59.80	61.70	49.94	110.0	26.9	113.4	0.970
4-Jun	15:00	241.46	240.64	240.80	48.70	57.80	63.80	49.98	118.2	118.2	122.4	0.966
4-Jun	16:00	242.51	241.89	242.02	50.30	56.10	62.50	50.04	119.2	119.2	123.2	0.967
4-Jun	17:00	237.67	236.76	237.10	44.10	56.70	63.60	50.09	117.2	117.2	121.0	0.969
4-Jun	18:00	242.35	241.76	242.09	48.10	63.70	64.20	50.06	123.2	123.2	126.5	0.974
4-Jun	19:00	236.96	236.40	236.40	60.80	63.20	74.80	50.00	130.6	130.6	132.7	0.984
4-Jun	20:00	237.76	237.24	237.43	63.10	67.10	79.00	50.02	144.4	144.4	147.5	0.979
4-Jun	21:00	240.15	239.58	239.56	67.30	52.90	95.30	49.97	154.4	154.4	157.7	0.979
4-Jun	22:00	240.12	239.69	239.76	63.60	67.60	82.50	50.00	155.2	155.2	158.2	0.981
4-Jun	23:00	242.02	241.57	241.57	78.30	77.50	86.50	50.02	169.0	169.0	172.6	0.979
5-Jun	0:00	240.62	240.32	240.57	54.80	68.10	63.00	50.04	142.3	142.3	146.0	0.975
5-Jun	1:00	241.22	240.98	241.32	52.70	65.80	65.20	50.01	130.2	130.2	134.4	0.969
5-Jun	2:00	242.98	242.94	242.91	48.80	54.00	58.40	50.05	114.5	114.5	117.6	0.973
5-Jun	3:00	239.52	239.46	239.48	50.20	53.00	54.00	49.99	111.1	111.1	114.2	0.973
5-Jun	4:00	239.79	239.80	239.76	45.60	57.50	55.40	50.03	109.3	109.3	112.6	0.971
5-Jun	5:00	240.80	240.68	240.72	46.30	54.30	55.30	50.07	107.5	107.5	110.4	0.974
5-Jun	6:00	239.19	238.78	238.95	44.40	59.10	58.20	50.01	109.1	109.1	112.6	0.969
5-Jun	7:00	242.25	241.86	242.29	50.70	62.70	64.70	50.04	122.4	122.4	125.4	0.976
5-Jun	8:00	238.66	237.93	238.31	52.40	61.40	64.50	49.94	124.6	124.6	127.8	0.975
5-Jun	9:00	239.54	238.73	239.03	53.30	64.70	67.40	50.00	121.8	121.8	125.5	0.970

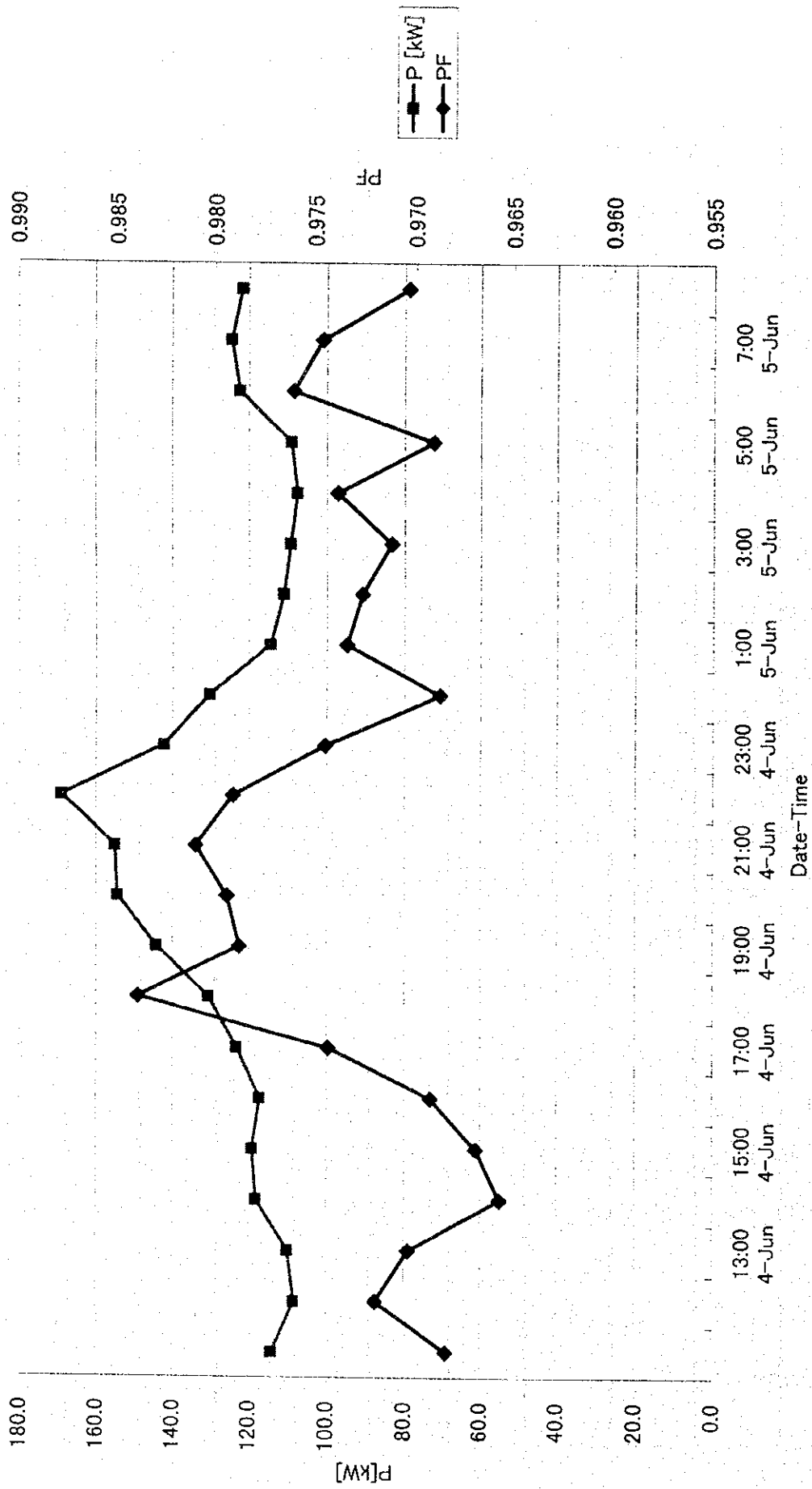


Figure 9-13 Normal Riser N2 (Electricity-Power Factor)

Table 9-11 Normal Riser N3

DATE	TIME	Voltage [V]			Current [A]			Frequency [Hz]	Effective Power [kW]	Reactive Power [kvar]	Apparent Power [kVA]	Power Factor
		V1	V2	V3	I1	I2	I3					
4-Jun	12:00	235.37	234.99	235.55	228.5	244.5	269.7	50.06	456.4	364.8	585.1	0.780
4-Jun	13:00	235.84	235.49	236.03	232.3	243.4	271.4	50.06	497.2	361.9	616.0	0.807
4-Jun	14:00	233.21	232.60	233.65	304.3	336.7	297.5	49.95	461.8	365.5	589.7	0.783
4-Jun	15:00	238.43	237.52	238.48	206.4	242.0	261.2	49.97	454.1	377.3	591.2	0.768
4-Jun	16:00	238.77	238.05	239.10	263.9	295.1	268.6	49.98	380.2	322.1	498.7	0.762
4-Jun	17:00	237.95	237.71	238.17	204.2	224.9	247.6	50.08	441.0	368.0	575.3	0.767
4-Jun	18:00	238.98	238.95	239.45	213.7	251.2	262.9	50.05	433.3	349.6	557.3	0.778
4-Jun	19:00	233.29	233.15	234.17	288.9	315.3	272.2	50.01	424.7	334.3	540.7	0.785
4-Jun	20:00	234.15	234.68	235.43	213.1	233.3	237.2	50.05	421.2	353.0	550.2	0.766
4-Jun	21:00	236.19	236.76	237.37	171.5	175.9	213.6	50.04	316.1	295.0	432.8	0.730
4-Jun	22:00	239.54	239.39	239.59	143.7	172.9	182.0	49.98	307.2	273.1	411.7	0.746
4-Jun	23:00	241.56	240.49	242.11	206.0	240.8	200.3	49.99	295.7	297.1	420.2	0.704
5-Jun	0:00	241.80	241.39	242.01	115.9	145.5	150.8	50.03	245.9	243.8	346.4	0.710
5-Jun	1:00	242.44	242.28	242.77	112.2	137.4	133.7	49.98	209.4	204.6	292.9	0.715
5-Jun	2:00	244.48	244.28	244.84	116.3	139.2	138.6	50.00	206.3	226.9	307.0	0.672
5-Jun	3:00	240.93	240.88	241.42	106.6	137.8	135.1	50.08	212.2	207.7	297.2	0.714
5-Jun	4:00	240.37	240.51	240.95	104.0	128.0	120.1	49.99	186.6	177.8	257.9	0.724
5-Jun	5:00	241.23	241.25	241.76	104.8	133.5	130.7	50.00	192.6	192.5	272.4	0.707
5-Jun	6:00	240.25	240.27	240.49	106.5	126.8	126.9	49.98	190.2	197.5	274.4	0.693
5-Jun	7:00	241.92	241.37	241.43	277.9	363.6	338.9	50.06	260.6	248.8	361.1	0.722
5-Jun	8:00	239.78	239.24	239.74	168.6	202.3	186.8	49.95	328.8	286.2	436.9	0.753
5-Jun	9:00	239.39	238.26	238.72	213.5	310.7	312.9	50.02	344.6	280.4	444.8	0.775
5-Jun	10:00	238.52	237.40	238.41	204.8	242.4	211.5	50.06	350.8	281.3	450.7	0.778

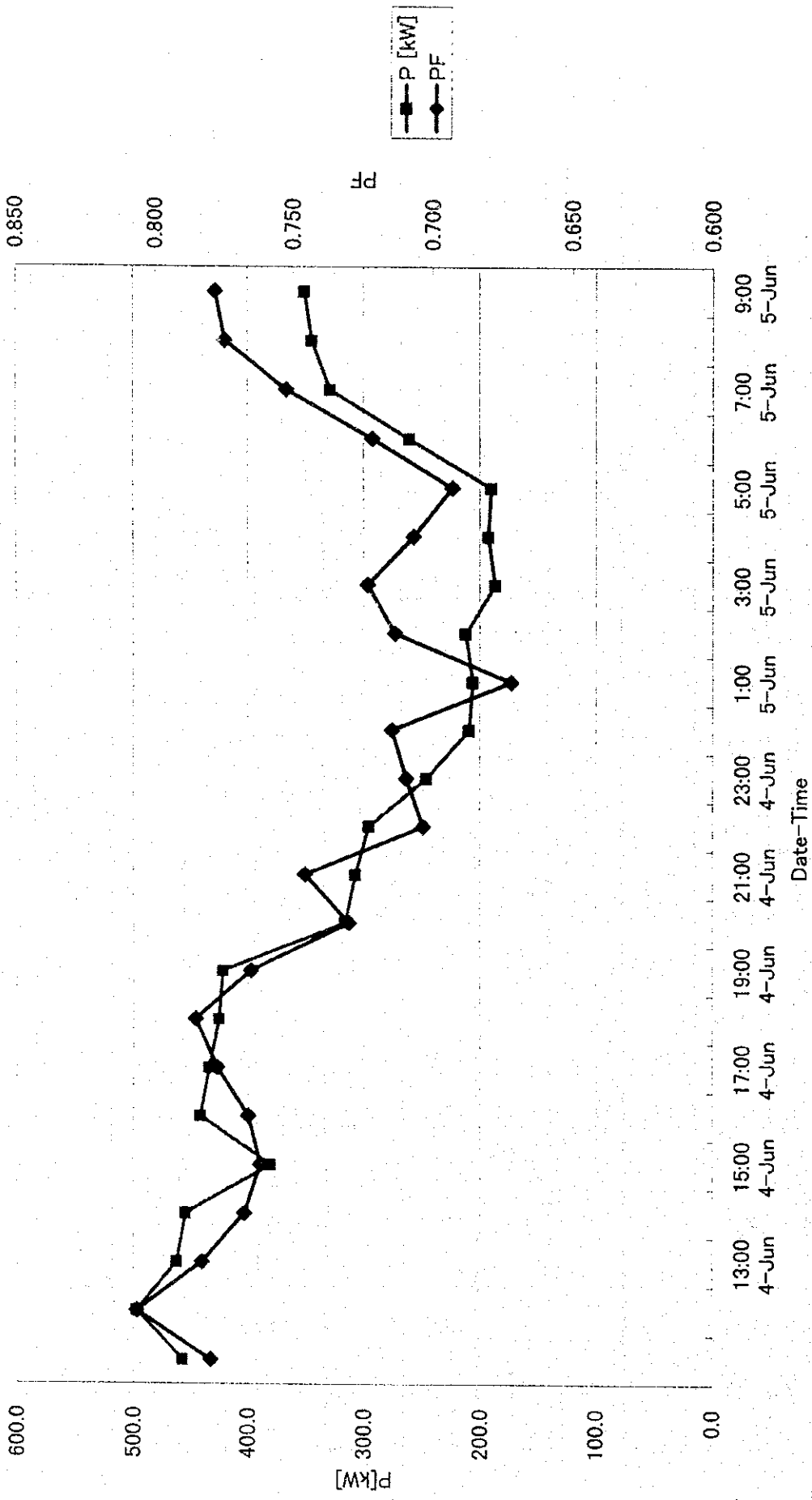


Figure 9-14 Normal Riser N3 (Electricity-Power Factor)

Table 9-12 Chiller No.1, No.2

DATE	TIME	Voltage	Current	Frequency	Effective Power	Reactive Power	Apparent Power	Power Factor
		[V]	[A]	[Hz]	[kW]	[kvar]	[kVA]	
7-Jun	1:00:00	235.96	497.5	50.03	331.80	111.45	350.01	0.948
7-Jun	2:00:00	237.99	492.8	49.99	333.63	112.59	352.14	0.947
7-Jun	3:00:00	239.79	486.2	49.98	331.80	115.74	351.42	0.944
7-Jun	4:00:00	239.28	489.1	50.07	329.34	115.14	348.90	0.944
7-Jun	5:00:00	239.60	492.4	50.10	329.43	115.47	349.05	0.944
7-Jun	6:00:00	238.58	485.6	50.02	328.98	115.14	348.54	0.944
7-Jun	7:00:00	237.78	490.0	50.00	325.95	114.66	345.57	0.943
7-Jun	8:00:00	232.91	608.2	50.04	335.70	114.15	354.66	0.947
7-Jun	9:00:00	235.68	506.8	49.93	318.90	111.99	337.92	0.944
7-Jun	10:00:00	234.79	512.1	49.92	340.41	118.41	360.42	0.944
7-Jun	11:00:00	237.16	449.9	50.00	328.77	114.00	348.15	0.944
7-Jun	12:00:00	236.32	455.9	50.02	304.83	108.27	323.46	0.942
7-Jun	13:00:00	237.18	453.6	49.97	305.16	108.84	324.00	0.942
7-Jun	14:00:00	236.82	455.8	49.97	305.52	108.90	324.36	0.942
7-Jun	15:00:00	237.56	448.8	49.97	303.99	108.66	322.83	0.942
7-Jun	16:00:00	237.26	512.1	50.00	325.50	115.98	345.54	0.942
7-Jun	17:00:00	237.78	503.0	50.01	324.90	116.55	345.15	0.941
7-Jun	18:00:00	237.84	502.7	49.99	321.66	116.22	342.03	0.940
7-Jun	19:00:00	235.94	464.1	50.01	321.60	114.00	341.22	0.943
7-Jun	20:00:00	238.33	454.6	49.96	308.25	111.12	327.69	0.941
7-Jun	21:00:00	239.43	451.5	50.00	304.44	122.16	323.97	0.940
7-Jun	22:00:00	238.71	448.5	49.97	303.54	96.54	322.14	0.942
7-Jun	23:00:00	235.02	491.9	49.93	318.81	109.26	337.05	0.946
7-Jun	24:00:00	237.43	492.9	50.09	329.73	111.27	348.00	0.947

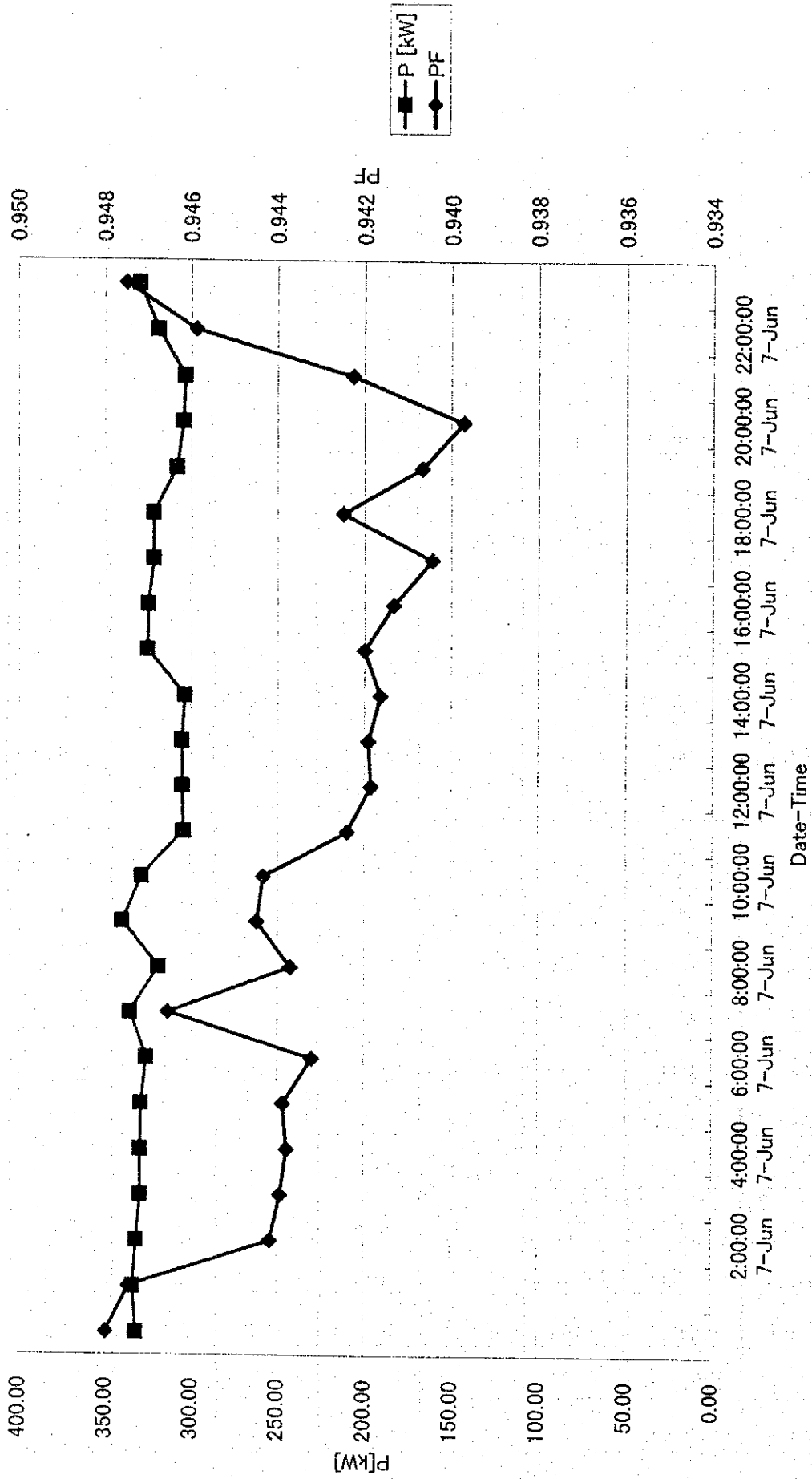


Figure 9-15 Chiller No.1, No.2 (Electricity-Power Factor)

Table 9-13 Chiller No.3

DATE	TIME	Voltage	Current	Frequency	Effective Power	Reactive Power	Apparent Power	Power Factor
		[V]	[A]	[Hz]	[kW]	[kvar]	[kVA]	
7-Jun	1:00:00	240.62	77.8	50.00	45.15	33.39	56.16	0.804
7-Jun	2:00:00	242.61	78.5	49.99	45.15	33.96	56.52	0.799
7-Jun	3:00:00	243.98	78.3	50.02	45.18	34.95	57.12	0.791
7-Jun	4:00:00	243.93	78.4	50.06	45.12	35.01	57.09	0.790
7-Jun	5:00:00	244.01	79.0	50.11	45.12	35.07	57.15	0.790
7-Jun	6:00:00	243.64	78.4	50.02	45.12	35.10	57.18	0.789
7-Jun	7:00:00	241.89	78.5	50.05	45.06	34.65	56.82	0.793
7-Jun	8:00:00	237.16	149.1	50.06	45.09	33.39	56.13	0.803
7-Jun	9:00:00	238.10	165.3	49.94	199.20	136.38	242.16	0.823
7-Jun	10:00:00	237.19	163.5	49.93	87.84	78.30	117.69	0.746
7-Jun	11:00:00	236.64	457.9	49.99	213.42	143.91	258.12	0.827
7-Jun	12:00:00	236.36	463.7	50.00	276.39	175.44	327.36	0.844
7-Jun	13:00:00	235.21	458.8	49.98	276.45	176.31	327.90	0.843
7-Jun	14:00:00	235.02	457.6	49.97	276.36	175.92	327.60	0.844
7-Jun	15:00:00	237.02	455.2	50.00	275.46	176.37	327.09	0.842
7-Jun	16:00:00	240.06	165.1	50.00	122.16	97.53	156.78	0.779
7-Jun	17:00:00	240.97	166.0	50.01	168.81	121.38	208.83	0.808
7-Jun	18:00:00	240.13	164.4	50.00	171.63	125.13	213.09	0.805
7-Jun	19:00:00	235.40	427.3	50.03	239.07	163.20	289.74	0.825
7-Jun	20:00:00	237.59	432.6	49.97	256.83	172.86	309.57	0.830
7-Jun	21:00:00	238.79	435.6	49.99	256.95	174.42	310.56	0.827
7-Jun	22:00:00	238.33	437.0	49.94	256.35	171.06	308.19	0.832
7-Jun	23:00:00	237.82	77.6	49.93	53.25	39.45	66.30	0.803
8-Jun	24:00:00	241.69	78.1	50.08	45.00	33.48	56.10	0.802

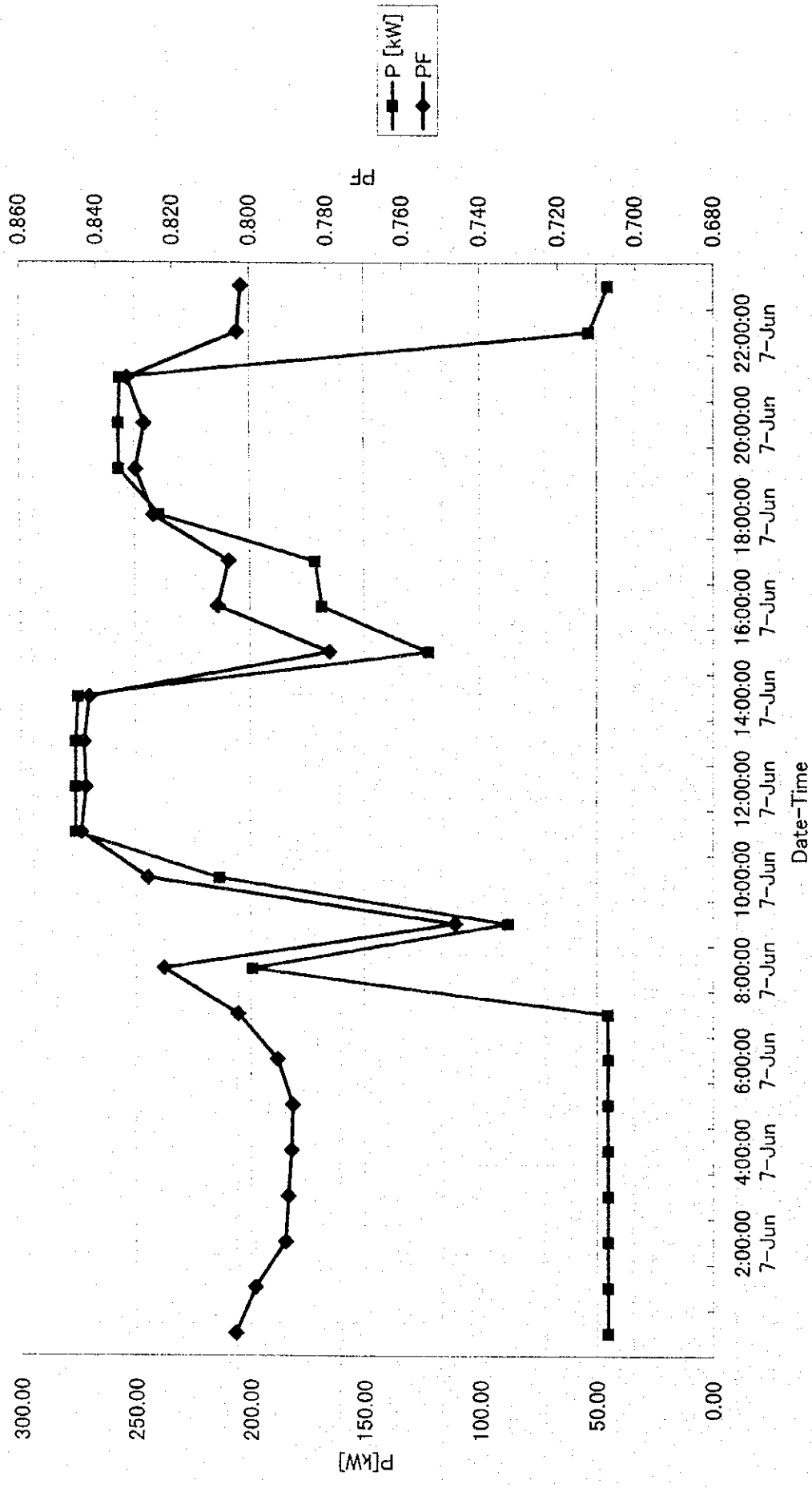


Figure 9-16 Chiller No.3 (Electricity-Power Factor)

Table 9-14 Passenger Lift

DATE	TIME	Voltage [V]			Current [A]			Frequency	Effective Power
		V1	V2	V3	I1	I2	I3	[Hz]	[kW]
10-Jun	16:00	241.43	240.21	240.86	8.65	9.65	7.32	50.02	32.19
10-Jun	17:00	240.01	238.29	237.91	8.53	9.65	7.42	50.03	27.64
10-Jun	18:00	237.33	235.08	235.75	34.71	53.52	61.65	50.05	28.83
10-Jun	19:00	238.97	238.25	238.78	8.24	9.85	7.40	49.98	27.61
10-Jun	20:00	239.05	238.78	239.05	8.42	9.67	7.03	49.95	34.67
10-Jun	21:00	242.10	241.26	241.51	8.42	9.62	6.97	50.02	23.73
10-Jun	22:00	240.93	240.06	240.62	8.41	9.66	6.96	50.04	20.96
10-Jun	23:00	243.83	242.72	243.29	8.53	10.01	7.12	50.01	29.78
11-Jun	0:00	240.80	239.30	240.32	8.31	10.06	7.24	49.98	27.56
11-Jun	1:00	242.13	241.16	241.74	8.41	9.68	6.98	49.93	19.25
11-Jun	2:00	240.46	239.77	239.15	8.24	9.61	6.80	50.05	18.83
11-Jun	3:00	242.73	272.02	243.02	8.43	9.62	6.99	50.01	14.20
11-Jun	4:00	243.35	242.64	243.43	8.27	9.31	6.74	50.00	14.96
11-Jun	5:00	243.61	242.79	243.65	8.40	9.51	6.74	50.05	13.24
11-Jun	6:00	242.78	241.73	242.56	8.42	9.61	6.87	49.96	13.68
11-Jun	7:00	238.07	237.15	237.08	8.72	9.69	7.34	50.01	17.11
11-Jun	8:00	239.95	238.56	239.47	8.23	9.59	7.25	49.96	33.95
11-Jun	9:00	239.76	238.60	239.01	7.22	10.27	16.44	49.97	35.91
11-Jun	10:00	236.39	235.04	235.99	9.21	9.68	7.26	49.98	27.86
11-Jun	11:00	239.95	237.23	238.71	8.45	37.30	29.91	49.98	26.66
11-Jun	12:00	233.96	233.46	233.80	14.69	20.56	15.57	50.08	22.54
11-Jun	13:00	233.17	232.67	233.79	8.54	9.70	7.31	50.02	24.89
11-Jun	14:00	232.38	231.95	233.93	43.20	45.71	28.84	49.89	26.06
11-Jun	15:00	235.80	235.47	235.91	22.73	10.34	32.05	50.04	30.16

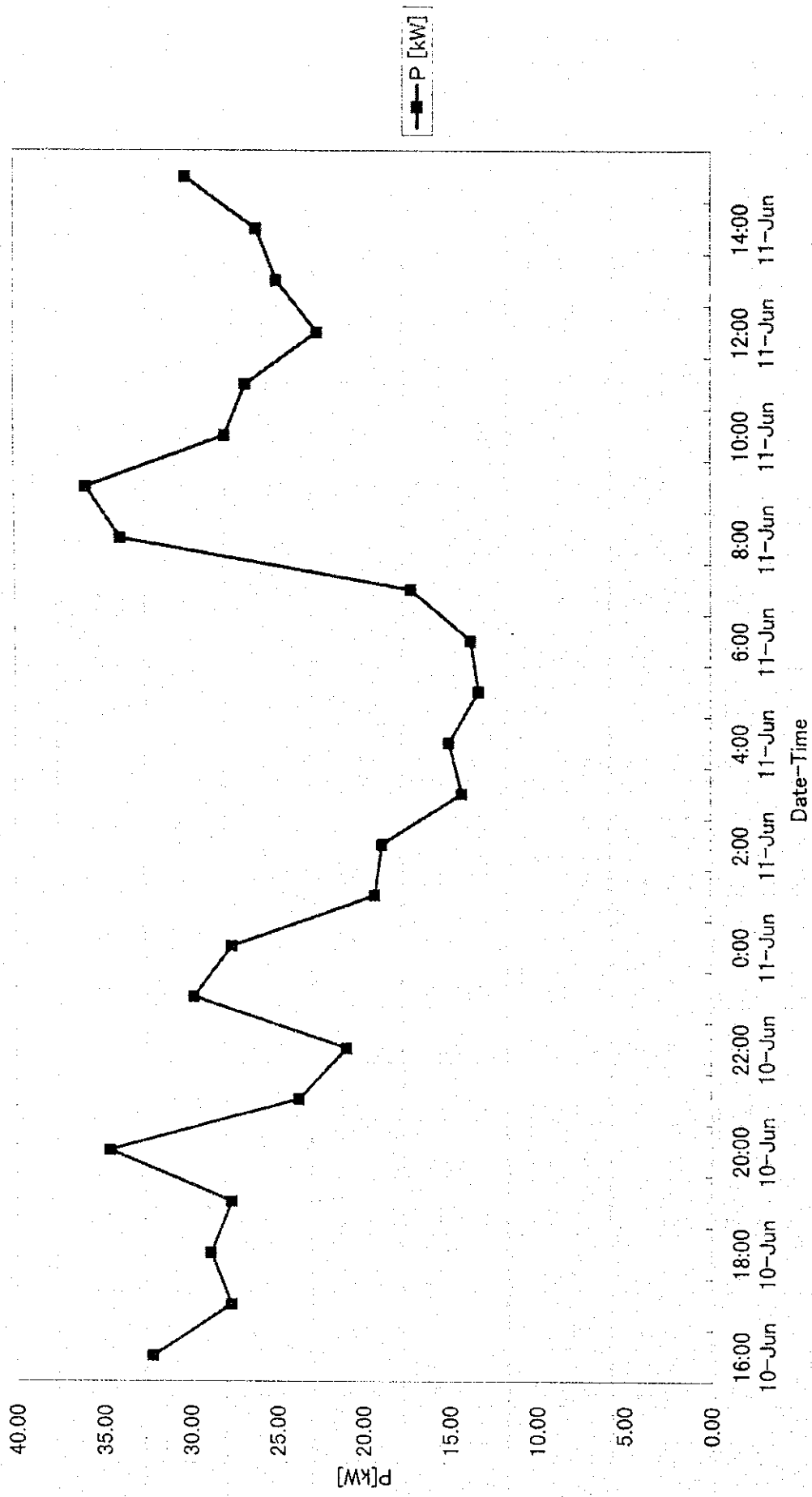


Figure 9-17 Passenger Lift (Electricity)

Table 9-15 Service Lift

DATE	TIME	Voltage [V]			Current [A]			Frequency	Effective Power
		V1	V2	V3	I1	I2	I3	[Hz]	[kW]
10-Jun	16:00	242.21	240.63	241.06	4.97	5.85	5.35	50.02	25.71
10-Jun	17:00	242.40	240.73	241.30	5.14	6.04	5.61	50.03	28.67
10-Jun	18:00	235.76	234.29	236.94	104.09	126.95	63.60	50.06	25.78
10-Jun	19:00	240.00	238.87	239.12	5.35	6.19	5.61	49.99	15.13
10-Jun	20:00	239.70	239.26	238.94	10.05	6.05	14.90	49.95	21.09
10-Jun	21:00	242.78	241.70	241.67	5.93	6.09	10.86	50.03	19.38
10-Jun	22:00	241.82	240.50	240.89	5.35	6.23	5.64	50.03	10.91
10-Jun	23:00	244.66	243.33	243.60	5.38	6.32	5.73	49.99	17.06
11-Jun	0:00	241.68	240.05	240.69	4.98	5.85	5.32	50.03	34.54
11-Jun	1:00	242.70	241.42	241.93	5.23	6.23	5.64	49.93	10.14
11-Jun	2:00	242.89	241.52	241.34	5.36	6.25	5.64	50.04	10.67
11-Jun	3:00	243.67	242.64	243.27	5.34	6.26	5.65	50.02	3.62
11-Jun	4:00	244.12	243.11	243.69	5.33	6.27	5.63	50.00	4.78
11-Jun	5:00	244.32	243.27	243.88	5.37	6.28	5.68	50.06	3.10
11-Jun	6:00	243.47	242.29	242.82	4.98	5.91	5.39	49.99	6.92
11-Jun	7:00	240.26	238.50	239.20	5.36	6.21	5.63	49.98	10.92
11-Jun	8:00	238.82	236.90	239.57	79.25	105.42	67.63	49.94	19.13
11-Jun	9:00	240.66	238.89	239.61	4.99	5.84	5.34	49.95	29.10
11-Jun	10:00	234.22	233.29	234.32	111.97	112.39	111.10	49.99	23.79
11-Jun	11:00	240.10	238.70	238.77	24.68	5.72	29.30	49.99	25.31
11-Jun	12:00	235.17	234.29	234.71	4.99	5.74	5.30	50.06	22.12
11-Jun	13:00	235.27	234.68	234.50	19.31	5.96	23.85	50.03	26.13
11-Jun	14:00	233.44	233.14	235.56	99.39	119.57	59.35	49.90	25.49
11-Jun	15:00	237.89	236.83	237.52	5.34	6.16	5.63	50.02	29.14

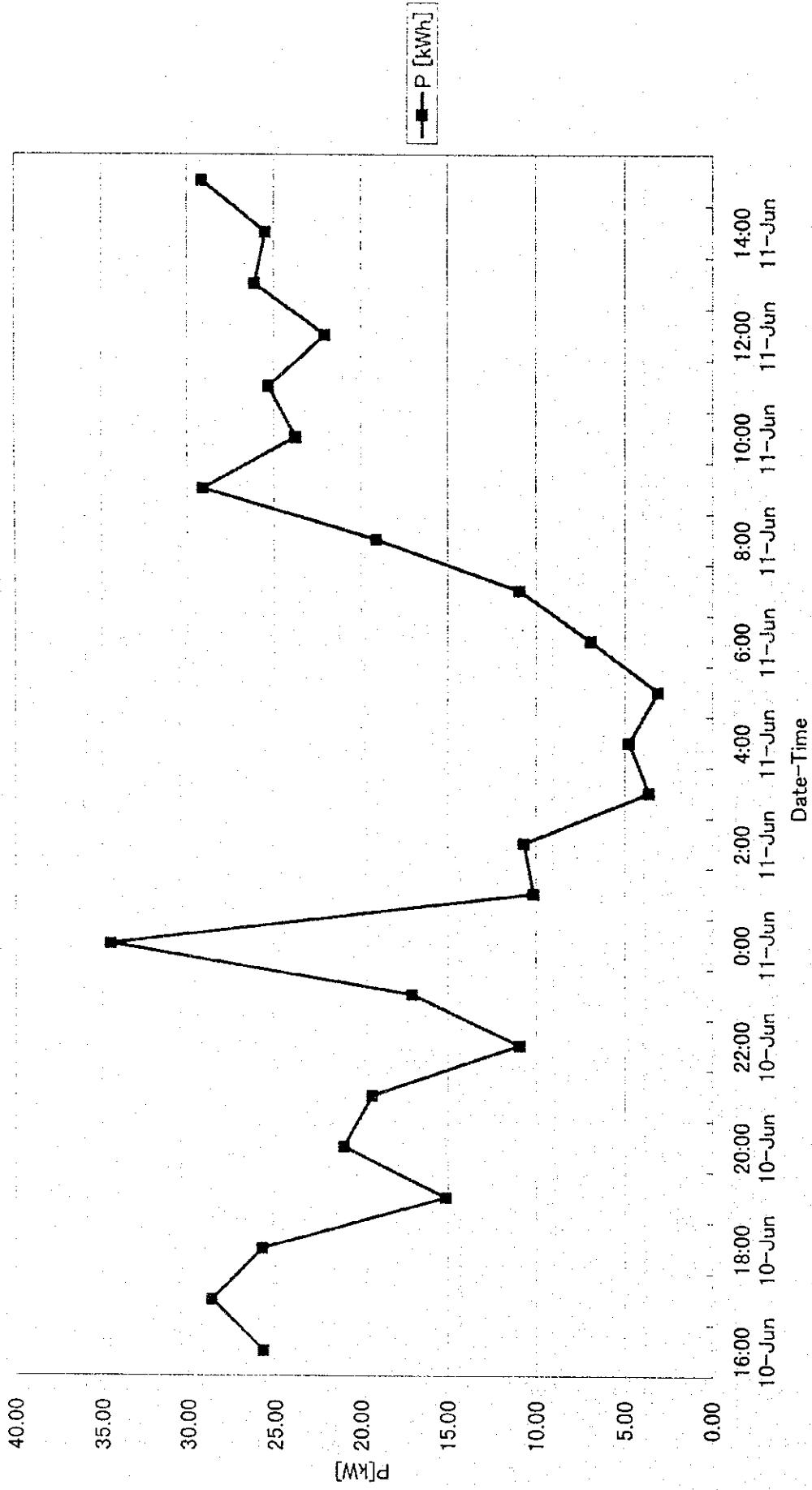


Figure 9-18 Service Lift (Electricity)

Table 9-16-(1) Distribution Board

Use	Lighting, Consent			AHU				Others			Venti. Fan		
	R	Y	B	N	R	Y	B	R	Y	B	R	Y	B
Phase	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]
DB No.	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]
DB12-E1	8.24	7.80	8.99	2.23	3.46	3.42	3.39						
					3.51	3.53	3.54						
DB12-1	10.06	12.76	13.48	3.02									
	5.97	0.00	1.56										
	0.00	0.00	7.31										
DB11-E1	4.44	4.83	5.53		4.47	4.06	4.52						
DB11-1	3.92	11.59	4.79										
DB10-E1	4.50	5.01	5.98		4.43	4.47	4.43						
DB10-1	8.03	2.92	3.29										
DB09-E1	4.62	5.34	6.02		4.61	4.60	4.59						
DB09-1	2.62	2.52	3.59										
DB08-E1	4.55	5.07	6.08		4.54	4.52	4.51						
DB08-1	2.95	5.04	3.61										
DB07-E1	0.00	0.61	1.77										
DB07-1	5.14	3.82	3.89										
DB06-E1	0.00	0.83	1.72										
DB06-1	6.48	3.20	4.29										
DB05-E1	4.67	5.27	5.98		4.65	4.58	4.61						
DB05-1	2.42	3.79	4.08										
DB04-E1	0.00	0.71	1.80										
DB04-1	3.20	1.90	3.94										
DB03-E1	4.16	4.72	8.09		4.16	4.06	4.12						
DB03-1	3.81	3.38	4.36										
DB02-E1	1.26	2.66	2.60										
DB02-1	5.86	4.64	4.20	3.85	5.86	4.64	4.20	5.86	4.64	4.20			
DB01-E1				6.91	3.83	3.82	5.47						
DB11-E2	4.05	3.70	4.08	0.67	3.47	3.39	3.38						
DB11-2	2.82	3.16	3.31										
DB10-E2	0.00	0.00	1.06	1.05									
DB10-2	2.29	3.98	4.88	2.36									
DB09-E2	0.75	0.14	0.67	0.54									
DB09-2	2.37	5.14	3.83	2.30									
DB08-E2	5.61	4.46	5.15	1.18	4.48	4.47	4.42						
DB08-2	5.08	6.03	5.42										
DB07-E2	4.66	5.18	5.35	0.47	4.67	4.52	4.48						
DB07-2	5.09	6.45	5.39										
DB06-E2	5.28	5.40	4.38	1.02	4.48	4.44	4.38						
DB06-2	11.10	5.44	8.22	5.80									
DB05-E2	4.53	3.93	3.43	1.20	3.36	3.34	3.43						
DB05-2	4.03	8.54	4.82	4.08									
DB04-E2	4.35	4.54	3.45	1.35	3.50	3.50	3.46						
DB04-2	4.56	9.17	4.14	4.94									
DB03-E2	4.92	4.08	5.11	1.10	4.11	4.14	4.09						
DB03-2	4.79	6.90	6.10	3.09									
DB02-E2	8.50	8.75	8.49	1.75	7.83	7.71	7.73						
DB02-2	10.71	6.77	16.05	6.35									
DB01-E2	40	40	40								85	82.8	89.3
DB01-2				32.70	40.15	31.80	32.50	40.15	31.80	32.50			
DB01-E3				14.00	3.11	8.83	9.32	3.11	8.83	9.32			

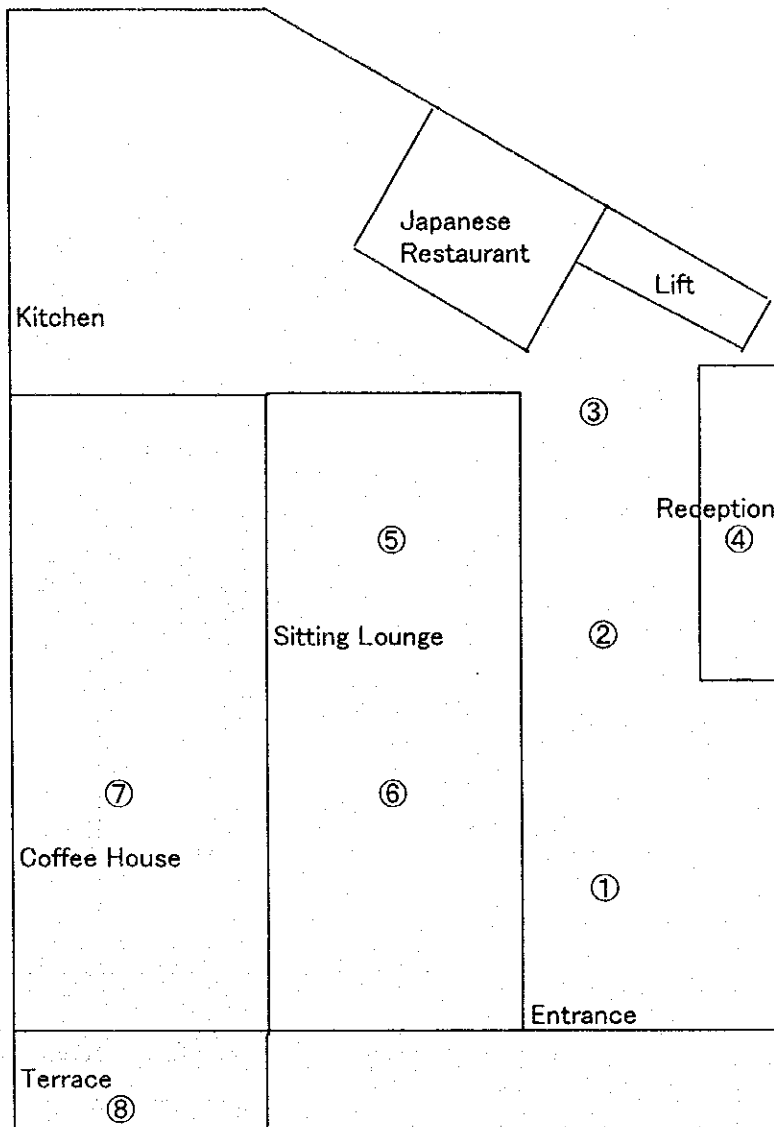
Note: R/Red Y/Yellow B/Blue N/Neutral

Table 9-16-(2) Distribution Board

Use	Lighting, Consent			AIHU			Others			Venti. Fan			
	R	Y	B	N	R	Y	B	R	Y	B	R	Y	B
DB No.	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]
DBB1								36.50	24.20	7.36			
DBB2				8.06	35.60	32.00	28.80						
DBB3								7.56	5.40	4.88			
DBB4								4.15	3.20	20.30			
DBB5								50.30	42.20	43.00			
DBG1					14.50	6.05	11.65	14.50	6.05	11.65			
DBG2								23.40	33.80	18.41			
DBG3					41.70	65.20	54.80						
DBG4					8.29	7.57	7.50	8.29	7.57	7.50			
DBEB2				3.04	4.56	3.49	1.79	4.56	3.49	1.79			
DBEB3					3.98	0.00	0.00						
DBEB4								1.52	0.00	2.76			
DBEB5								2.15	2.11	2.10			
DBEB6								0.00	0.00	0.00			
DBEB8								0.01	0.01	0.01			
DBEG1					7.37	4.37	9.34						
DBEG2					12.05	15.70	13.06						
DBEG3								7.21	3.16	2.89			
DBSPARE								13.25	13.10	13.33			
DBTENANT								33.60	35.90	28.00			
DBPS				5.14				8.00	3.02	3.01			
SPARE								13.25	13.10	13.33			

Note: R / Red Y / Yellow B / Blue N / Neutral

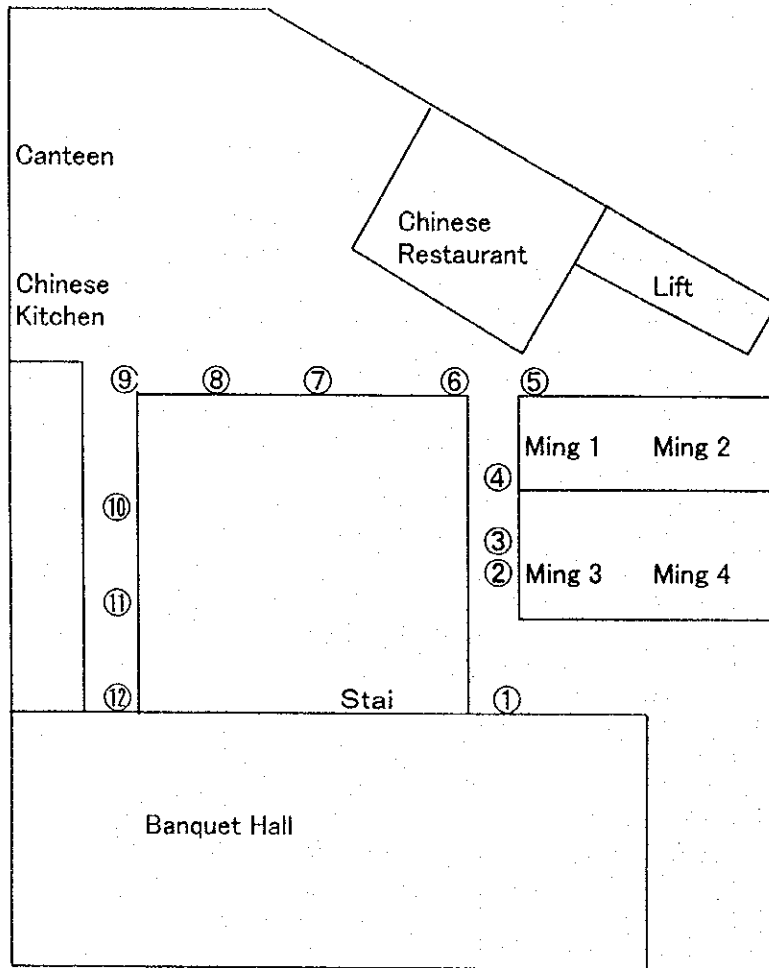
Illumination Intensity in the Hotel



Location	Illumination Intensity lux	Temperature °C	Velocity m/s
1	132	24.6	0.17
2	91	22.8	0.24
3	113	23.8	0.17
4	169	23.1	0.22
5	722	23.7	0.03
6	82		
7	51		
8	281		

Figure 9-19-(1) Illumination Intensity on Ground Floor

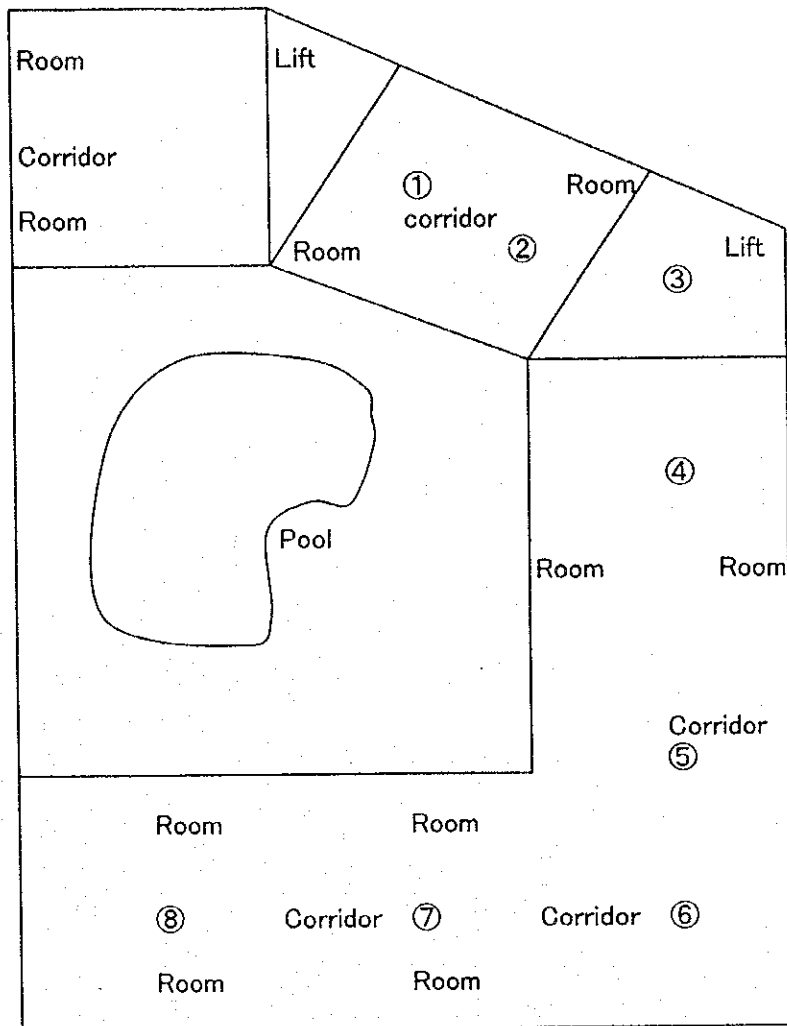
Illumination Intensity in the Hotel



Location	Illumination Intensity lux	Temperature °C	Velocity m/s
1	155	24.9	0.13
2	77		
3	225		
4	103	25.0	0.04
5	96		
6	88	26.7	0.37
7	150		
8	67		
9	73	24.9	0.08
10	67		
11	188		
12	63	24.8	0.08

Figure 9-19-(2) Illumination Intensity on 1st Floor

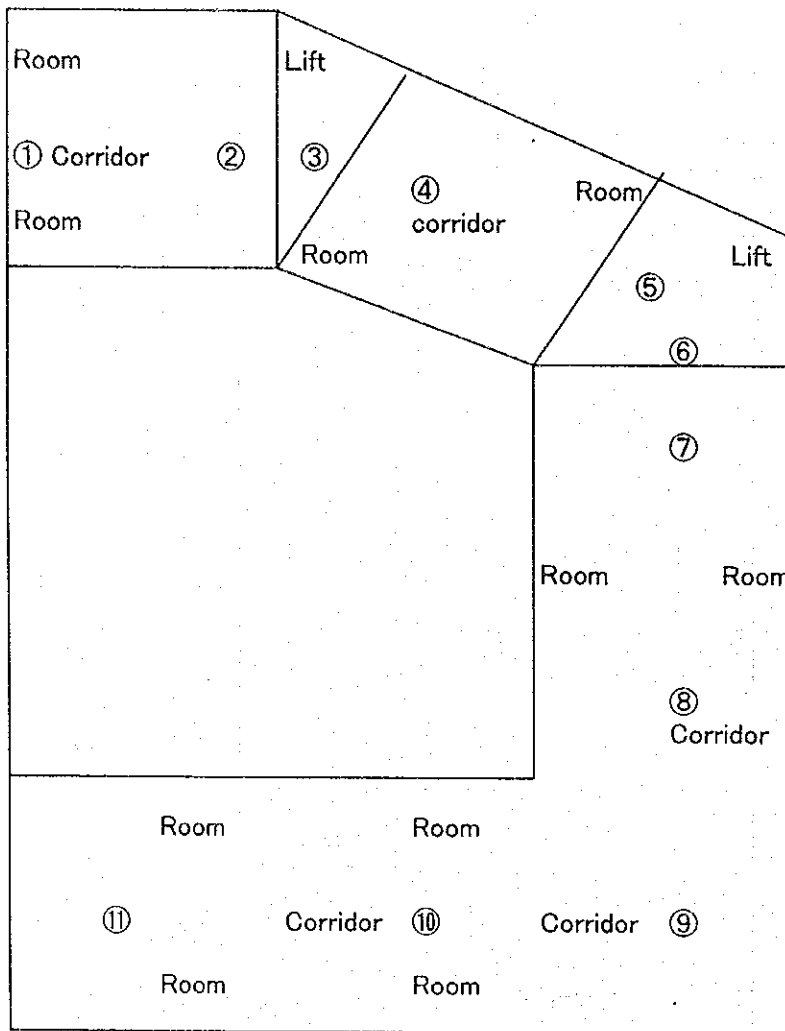
Illumination Intensity in the Hotel



Location	Illumination Intensity lux	Temperature °C	Velocity m/s
1	10	25.4	0.04
2	19	24.9	0.04
3	79	25.0	0.06
4	33	22.7	0.14
5	24	21.7	0.33
6	32	25.2	0.05
7	24	23.1	0.05
8	11	22.1	0.12

Figure 9-19-(3) Illumination Intensity on 2nd Floor

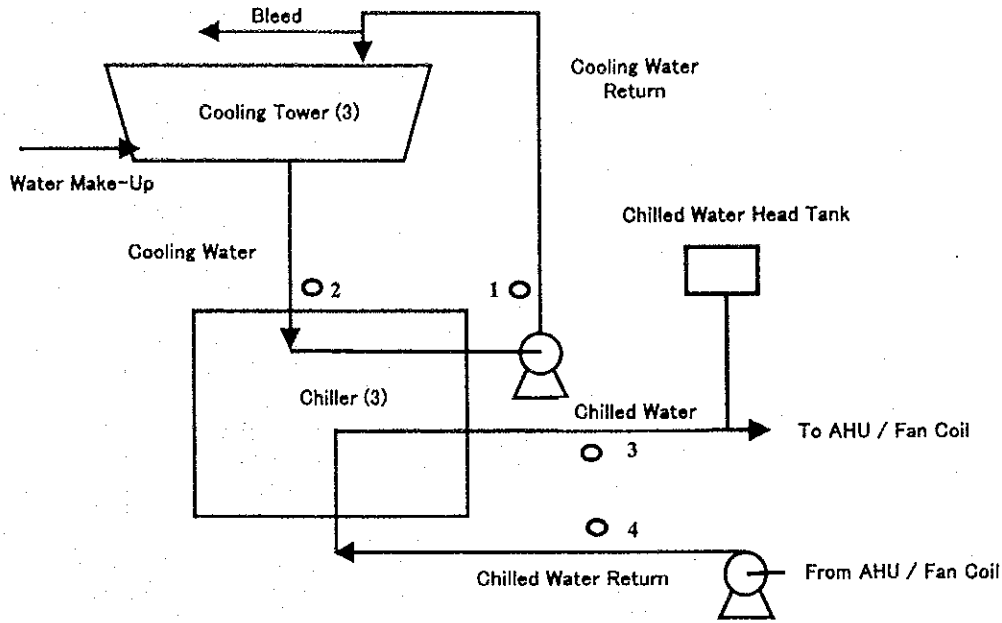
Illumination Intensity in the Hotel



Location	Illumination Intensity lux	Temperature °C	Velocity m/s
1	30	24.4	0.00
2	33	24.1	0.03
3	11	24.2	0.05
4	11	24.1	0.07
5	103	24.9	0.04
6	100	25.4	0.03
7	37	25.4	0.03
8	32	25.3	0.05
9	35	25.8	0.04
10	12	25.6	0.04
11	107	26.2	0.02

Figure 9-19-(4) Illumination Intensity on 3rd Floor - 12th Floor

Chilled Water System



Data of Operation

Date	4/6/98							
------	--------	--	--	--	--	--	--	--

Chiller No.2

Time	9:45	10:15	11:15	12:00	12:45	14:15	15:30	16:40
Temperature °C								
1 Cooling Water Bar	32.0			32.0	32.0	32.0	31.0	32.0
Instrument	33.2	34.0	33.0	33.0	32.0	33.0	34.0	33.0
Surface T	32.0			32.0	32.0	32.0	32.0	32.0
2 Cooling Water Bar	29.7			29.0	30.0	30.0	28.0	29.0
Instrument	29.0	32.0	31.0	31.0	31.0	31.0	32.0	31.0
Surface T	31.5			30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
3 Chilled Water Bar	-	-	-	-	-	-	-	-
Instrument	5.0	6.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Surface T	-	-	-	-	-	-	-	-
4 Chilled Water Bar	-	-	-	-	-	-	-	-
Instrument	8.0	10.0	8.0	8.0	8.0	8.5	8.0	8.0
Surface T	-	-	-	-	-	-	-	-

Chiller No.3

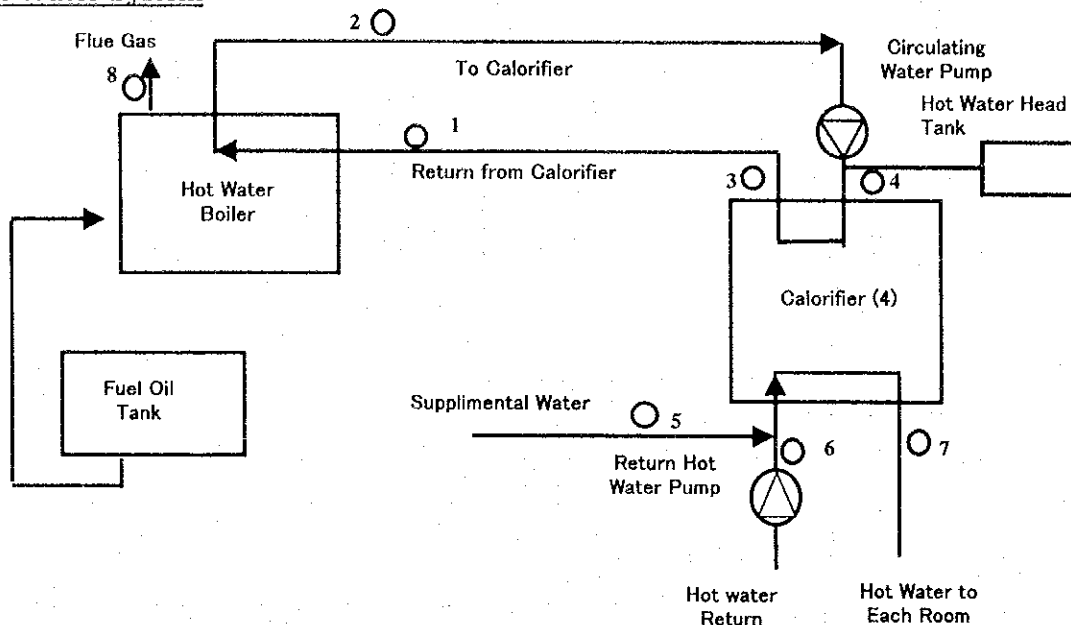
Time	10:45	11:15	12:00	12:45	14:15	15:30	16:40
Temperature °C							
1 Cooling Water Bar	31.0		31.0	32.0	32.0	31.0	31.0
Instrument	34.0	34.0	33.0	33.0	34.0	34.0	33.0
Surface T	31.0		32.0	32.0	33.0	33.5	32.5
2 Cooling Water Bar	29.0		29.0	29.0	29.0	28.0	30.0
Instrument	32.0	31.0	31.0	31.0	32.0	32.0	31.0
Surface T	29.0		29.0	29.0	30.0	30.0	30.0
3 Chilled Water Bar	-	-	-	-	-	-	-
Instrument	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.5	6.0
Surface T	-	-	-	-	-	-	-
4 Chilled Water Bar	-	-	-	-	-	-	-
Instrument	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.5	9.0
Surface T	-	-	-	-	-	-	-

Cooling Tower

Time	10:00	11:00	12:00	12:45	14:15	15:25	16:30
Flow Rate							
2 Cooling Water Return	230	572	563	555	542	543	560

Figure 9-20 Chilled Water System

Hot Water System



Data of Operation

Temperature

- 1 Return from Calorifier
- 2 Hot Water to Calorifier
- 3 Outlet of Calorifier
- 4 Inlet of Calorifier
- 5 Supplementary Water (I)
- 6 Hot Water Return from Each Room
- 7 Hot Water to Each Room

Date

Time

Calorifier No

- 1 °C
- 2 °C
- 3 °C
- 4 °C
- 1 °C
- 2 °C
- 3 °C
- 4 °C
- 1 °C
- 2 °C
- 3 °C
- 4 °C

	10/6/98 10:00	10/6/98 12:00	10/6/98 14:00	10/6/98 0:00
2	69	69	68	64
3	78	77	78	76
1	56	65	63	64
2	63	59	60	63
3	66	64	60	65
4	61	61	66	64
4	56	54	51	53
2	54	59	53	56
3	56	56	63	57
4	68	66	70	69
5	31	32	32	32
6	56	56	55	54
2	55	54	57	58
3	52	55	53	60
4	56	56	56	55
1	56	55	53	54
2	55	58	54	56
3	61	57	58	58
4	67	66	65	66

Flow Rate

- 1 Return from Calorifier

Time

m3/h

	12:00	12:27	14:30	15:08
1	38.8	1.6	17.8	18.2

Flue Gas Analysis

- 8 Contents

(Date: 9/6/1998)

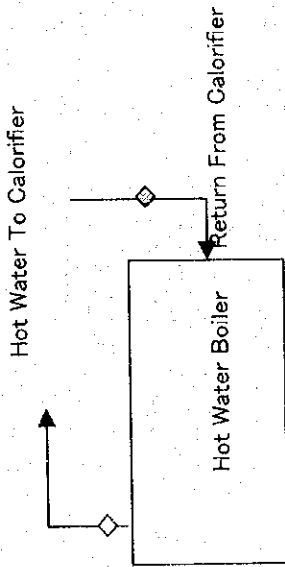
- O2
- CO2
- CO
- NO

	Low	High
Vol %	0.6	0.8
Vol %	14.0	15.0
ppm	192	357
ppm	58	62
°C	284	308

- 8 Temperature

Figure 9-21 Hot Water System

Hot Water Boiler Operation



Boiler Flow Rate

Time	m ³ /h
12:00	38.79
12:27	18.60
14:20	17.26
14:30	17.75
14:33	37.78
14:36	37.50
14:38	38.07
14:43	18.18
15:08	18.18
15:05	38.00
15:09	17.61

- ◇ Temperature Measurement Point
- ◇ Flow Rate Measurement Point

Flow Rate

Date: 5th June 1998
Boiler 2 in Operation

Cut IN	Cut Out	Duration
12:15	12:18	0:03
12:23	12:27	0:03
12:32	12:38	0:06
14:10	14:15	0:05
14:32	14:43	0:11
15:03	15:08	0:05

Date 11th June 1998

Cut IN	Cut Out	Duration
9:40	9:44	0:04
9:47	9:51	0:04
9:57	10:00	0:03
10:05	10:14	0:09
10:17	10:21	0:04

Hot Water Boiler Operation Comments

- a) 24-Hr operation
- b) For Rooms and sanitary facilities
- c) Temp. Set Points : Low 76 C High 87/90 C
- d) High burning when load is high
- e) Load is highest in morning 7:00 am to 10:00 am and in evening.

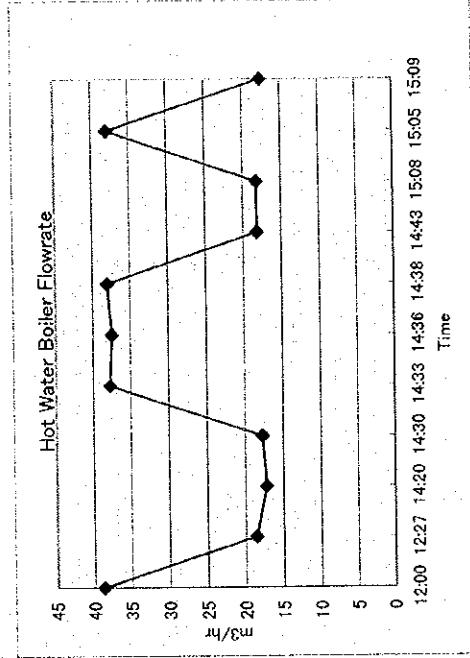
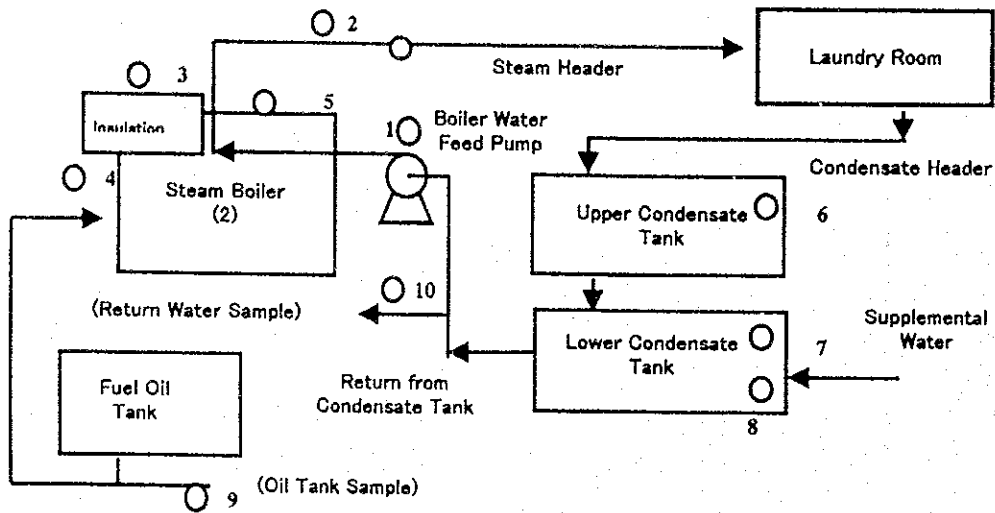


Figure 9-22 Hot Water Boiler Operation

Steam Boiler System



Data of Operation

Temperature

- 1 Return from Condensate Tank
- 2 Steam Header
- 3 Steam Boiler Surface Temp. with Insulation (Back)
- 4 Steam Boiler Surface Temp. with Insulation (Front)
- 5 Steam Boiler Surface Temp. without Insulation
- 6 Upper Condensate Tank Surface Temp.
- 7 Lower Condensate Tank Surface Temp. No.1
- 8 Lower Condensate Tank Surface Temp. No.2

Date
Time
Calorifier No

	11/6/98 10:42	11/6/98 14:15	11/6/98 15:15	11/6/98 16:15
1	36	43	38	50
2	162	153	137	126
3	50	56	55	45
4	105	115	118	88
5	185	172	163	145
6	93	87	93	93
7	90	78	90	55
8	32	34	34	36

Pressure

- 2 Steam Header

	11/6/98 10:42	11/6/98 14:15	11/6/98 15:15	11/6/98 16:15
2	8.5	7.5	7	3.25

Fuel Oil Consumption

- 9 Fuel Oil Receiving

Date	Counter Reading
27/5/98	426,906 liter
10/6/98	434,088 liter
Daily Consumption	513 liter
Yearly Consumption	184.7 Kiloliter

Boiler Feed Water Properties

- 10 Boiler Feed Water Sampling Nozzle

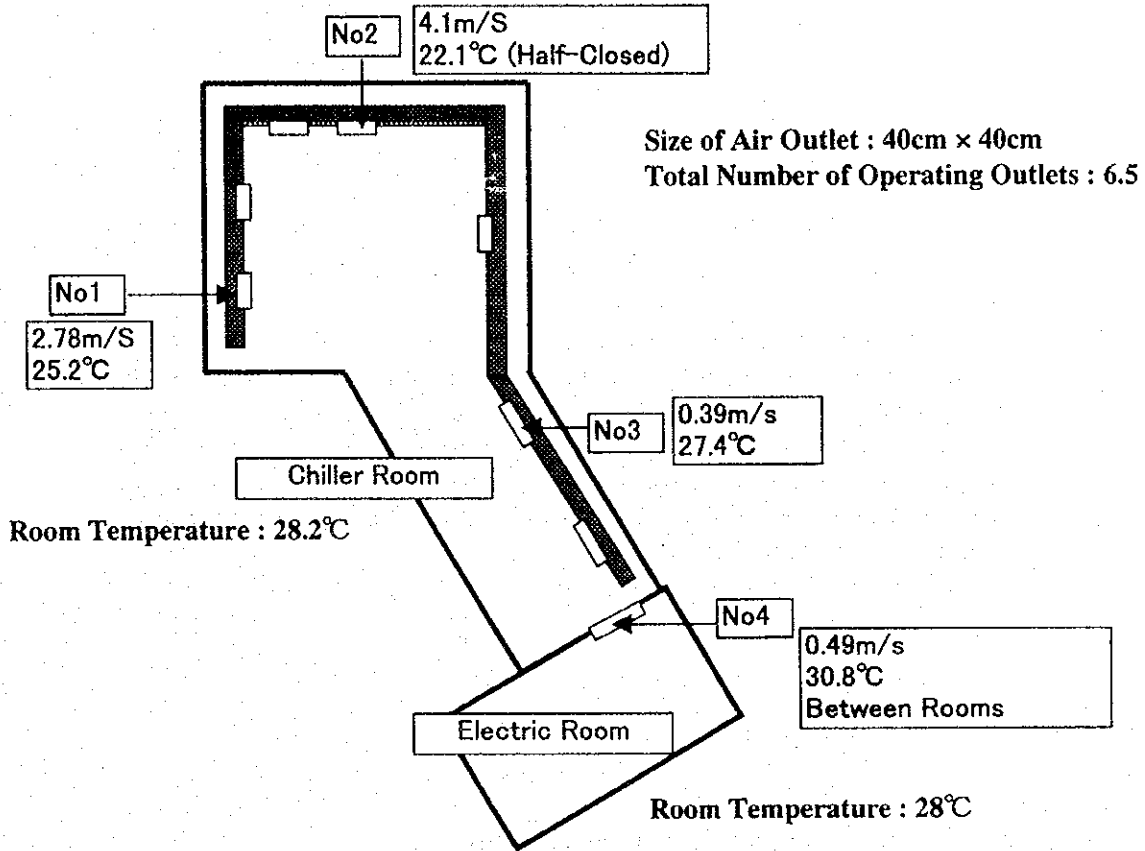
Date	Electrical Conductivity	PH
11/6/98	111.8 $\mu\text{s/cm}$ at 24.7 $^{\circ}\text{C}$	8.8

Figure 9-23 Steam Boiler System

Inspection Result by JICA whole members on 11th June

Atmospheric Temperature : 33 to 34 °C (13:55)

(1) Chiller Room



Comments :

- a. Temperature of Chiller Room could be controlled by thermal switch, especially at night

(2) Kitchen

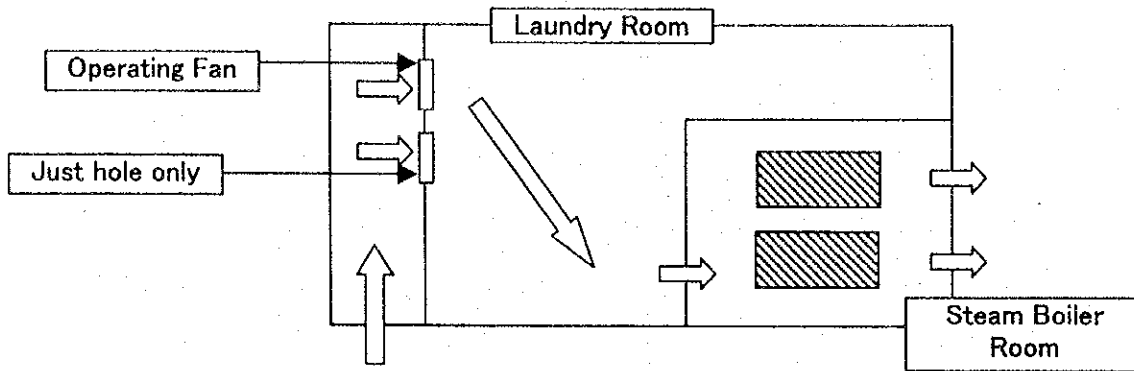
Room Temperature : 27°C
Flow rate : 1.27m/s

Comments

- a. Chilled Air Fan could be controlled by temperature switch.

Figure 9-24-(1) Air-Conditioning

(3) Steam Boiler Room



Room Temperature : 34 to 35°C

Comments

- a. Air flow should be as shown above.
- b. An additional fan should be installed between the corridor and Laundry Room.
- c. A portable electric fan should be set at the end of corridor.
- d. The steam boiler should have better insulation.
- e. Spot cooling for laundry workers is effective.
- f. From the back entrance at ground level, there is a significant amount of atmospheric air flow to base level.
(Mesh doors should be replaced with closed type.)

(4) Hot Water Boiler Room

Comments

- a. Fans could be operated by thermal switches.

(5) Elevator Operation Room

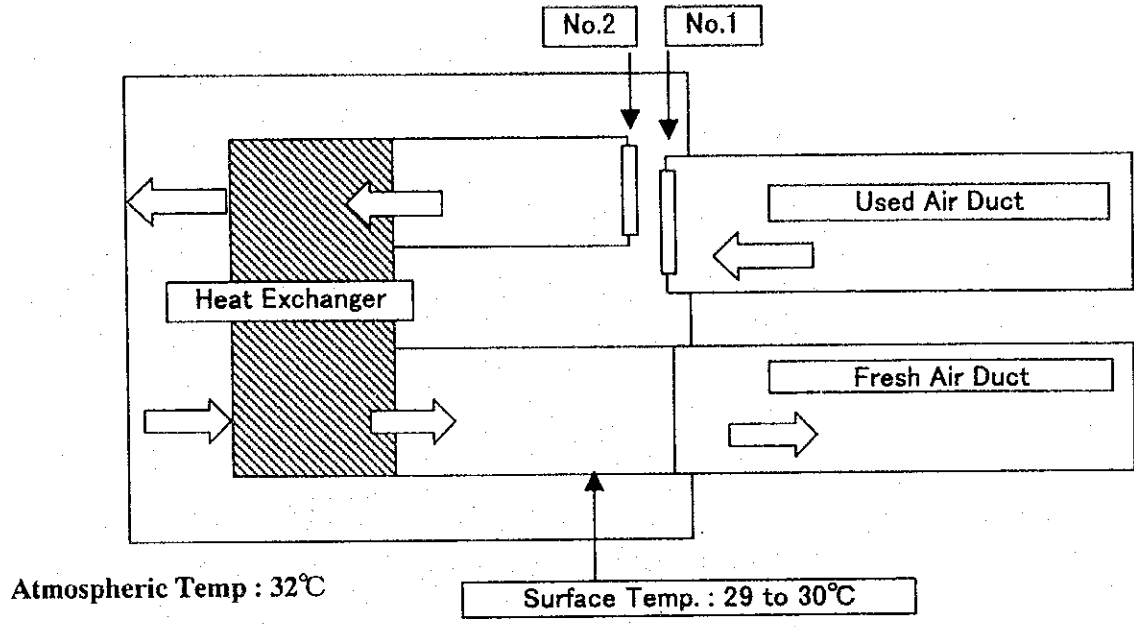
Room Temperature : 23°C

Comments :

- a. Fans could be controled by thermal switches.

Figure 9-24-(2) Air-Conditioning

(6) Air Heat Exchanger Room



	Temp. (S)	Flow Rate (m/s)	Hole Size :
No.1 hole	1 27.2	2.7	88cm×171cm
	2 27.0	3.0	
	3 27.4	3.2	
	4 26.8	2.6	
	5 26.4	3.2	
	6 27.0	2.7	
No.2 hole	7 27.4	1.7	81cm×122cm
	8 27.4	3.1	
	9 27.0	3.1	
Average	27.1	2.8	

Comments :
 a. Soiling in Heat Exchanger is attributed to temperature difference.

Figure 9-24-(3) Air-Conditioning

Table 9-17 Temperature and Relative Humidity, CO-CO₂ in Room and Atmosphere

Date		Office			Security Room			Lobby	Atmos.
Day	Time	Dry bulb Temp. °C	Wet bulb temp. °C	Humidity %	Dry bulb Temp. °C	Wet bulb temp. °C	Humidity %	CO-CO ₂ ppm	CO-CO ₂ Ppm
6-4	9	23	21.5	87				CO 0	CO 0
	12	21.5	19	78				CO ₂ 50	CO ₂ 210
	14	21.5	18	75				(16:30)	(15:30)
6-5	10				26.8	25.5			
	12	21.5	19	78	28.0	26.0		CO 0	
	14				29.0	26.0		CO ₂ 120	
	16	21.5	19.5	78	29.0	26.0		(16:50)	
6-8	9	27	24	77	23	21.5	87		
	10				22	20.5	87		
6-9	9	23	21	83	23	21.5	83		
	14	21	18.5	77					
6-10	9	23.5	21.5	83					
	22	22	19	74					
6-11	10	22.5	20.5	78					
	11	22	20	82					
	12	22.5	20	78					
6-12	10	22	20	82					
	12	22	20	82					
	14	21	18.5	77.5					

Date-Time/Area		Chiller Room		Laundry Room	
		Dry Bulb Temp. °C	Wet Bulb Temp. °C	Dry Bulb Temp. °C	Wet Bulb Temp. °C
6-5	10	26.4	22.4	32.2	29.2
	12	26.4	22.4	33.0	28.0
	14	26.0	22.0	34.0	28.0
	16	26.0	22.0	34.0	28.0

Table 9-18 Temperature Trend Data of Office, Room and Atmosphere

(°C)

Date / Hr.	Office			Room	Atmosphere
	June 8	June 9	June 10	June 12	June 5
10	22.5			25.5	
12	23	22	22	25.5	
14	22.5	22	24	25.5	29
16	23	22	22.5	26	24
18	23	24	24	26	25
20	24	24	25	26	25.5
22	24.5	25	25	26	25.5
24	24.5	25	25	26	26
2	25	25	25	25	26
4	25	25	25	25	26
6	25	25	25	24	26
8	25	25	25	23	26
10	25	25	25	22	
12		25	23		
Comment				Set Temp. 24	14:40 Squall

9-6 エネルギー診断結果

ホテルの既存データに基づいたエネルギーフローバランスとエネルギー消費原単位を本節では示す。

9-6-1 エネルギーのタイプ別年間消費量の推移

電力、軽油、LPガス、水道水の使用量及びその費用の1995年から1997年迄のデータを表9-19に示す。

Table 9-19 Trends in Annual Energy Consumption and Cost

Name of utilities	Unit	1995		1996		1997	
		Consumption	Costs kRM	Consumption	Costs kRM	Consumption	Costs kRM
Diesel oil	k l	319.8	208	380.4	247	354.7	231
LPG	Ton	110.9	133	95.5	115	122.7	147
Electricity	mWh	7,302	1,675	8,937	1,963	9,568	2,074
(Peak)	mWh	4,381		5,362		5,741	
(Off peak)	mWh	2,921		3,575		3,827	
(Demand)	kW	1,265		1,265		1,265	
City water	kTon	198	237	190	228	163	196

9-6-2 エネルギーフロー

1997年には電力、軽油、LPガスで構成されるエネルギーが、このホテルの主要な設備で表9-20に示すように消費された。表中のパーセンテージの数値は電力消費量及びボイラ等の燃料消費量は計測結果に基づき計算されたものである。その特徴として、主要なエネルギーの消費先は、空調、照明、エレベーター、衛生関係、厨房及び洗濯工場である。エネルギーの供給源の主力は電力で、全体に占める割合は1次エネルギーベースで約83パーセントである。

いずれのエネルギーも、1次エネルギー基準のキロカロリーに換算し、表示されている。このホテルのエネルギーフローを図9-25に示す。

(Unit: 10⁶ kcal/y)

Energy Supply		Energy User	
Electricity	21,528 83.1%	Heat Source	8,826 34.1%
Diesel Oil	3,044 11.7%	Air Conditioning	Transfer System
LPG	1,350 5.2%		AHU/FCU
Total Primary Energy		25,922	6,028
100.0%		57.3%	23.2%
		Lighting	3,229
		Lift	1,076
		Laundry	1,586
		Hygiene	1,673
		Cooking	2,642
		Others	862
		Chiller System	6,243 24.1%
		Cooling Tower System	2,583 10.0%
		Air Blower	861
		C W Pump	2,368

Figure 9-25 Primary Energy Flow in the Hotel

Table 9-20 Energy Flowchart of the Hotel

(Unit: 10⁶ kcal/year)

Item	Electricity	Diesel oil	LPG	Total
The amount of consumption	(kWh) 9,568,000	354.7 (kl) 295.5 (ton)	(Ton) 122.7	
Primary energy 10 ⁶ kcal	21,528 (83.1 %)	3,044 (11.7 %)	1,350 (5.2 %)	
Primary energy total	10 ⁶ kcal			25,922 (100%)
Energy consuming facility				
Air-conditioning	14,854			14,854 (57.3%)
(1) Chiller system	6,243			6,243 (24.1%)
(2) Cooling Tower Sys.	2,583			2,583 (10.0%)
(2) Air Blower	861			861 (3.3%)
(3) AHU / Fan Coil U	2,799			2,799 (10.8%)
(4) Chilled Water Pump	2,368			2,368 (9.1%)
Lighting	3,229			3,229 (12.5%)
Lift	1,076			1,076 (4.2 %)
Steam boiler (Laundry)	-	1,586		1,586 (6.1%)
Hot water boiler/Calorifier (Hot water supply)	215	1,458		1,673 (6.4%)
Cooking / Restaurant	1,292		1,350	2,642 (10.2%)
Others	862			862 (3.3%)

(1997)

Assumption:

1. Conversion factor of electricity to primary energy: 2,250 kcal/kWh
2. Low heating value of LPG: 11,000 kcal/kg
3. Low heating value and specific gravity of diesel oil: 10,300 kcal/kg and 0.8332
4. Percentage of diesel oil consumption: Steam boiler 52.1%, Hot water boiler 47.9 %

9-6-3 ホテルのエネルギー消費量原単位

ホテルのエネルギー消費量原単位は以下の図 9-26 の通りである。原単位はホテルの延べ床面積を 35,100 m² として計算されている。

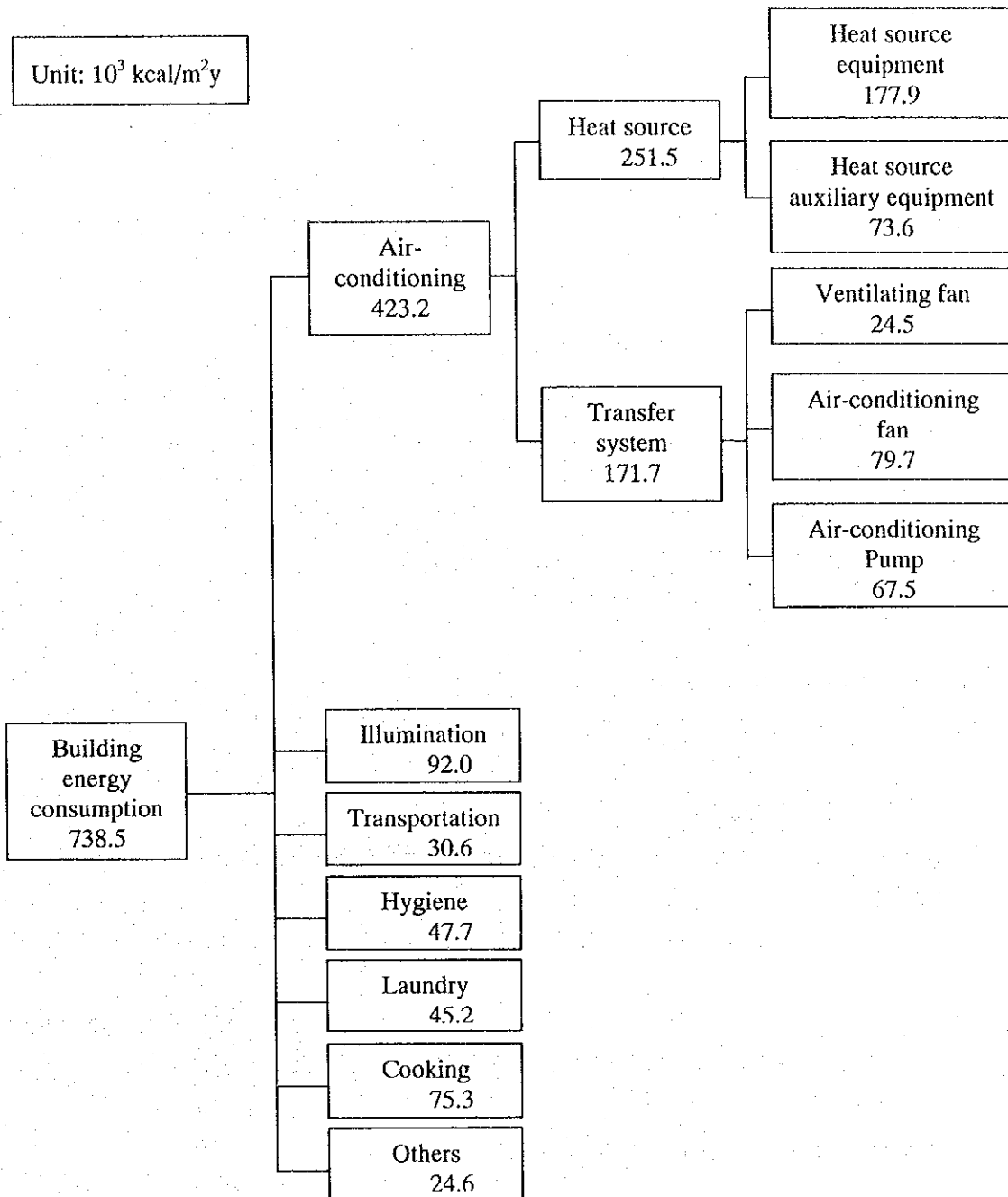


Figure 9-26 Unit Consumption of Energy in the Hotel

9-6-4 エネルギーの管理と省エネルギー活動についての現状

エネルギー管理上の問題点は以下の様である。

(1) エネルギーの節減目標の設定

ホテル側では、エネルギーの節減目標を立てていない。しかし、エネルギー関係費の支払金額の推移には注目している。各種エネルギーの消費の数量管理は厳密に行われていない。

(2) ホテル全体でのエネルギー管理に対する組織的活動

初歩的な省エネルギー活動が、管理者の指示により行なわれている。例えば、照明をこまめに点灯、消灯を行なうこと、冷たい空気を取り入れる為に、窓の開け閉めを適宜行なうこと等の省エネルギー活動が実施されている。

(3) データや記録を利用して行うエネルギー管理

この手の管理は、充分に行なわれていない。

(4) エネルギー管理の為の教育とトレーニング

ホテルはこの種の教育、トレーニングを行なった経験がない。

(5) ビルや施設の維持管理

1) 機器、施設、建物の点検、補修の時期に関する基準は特に定めていない。

2) メンテナンスの状態

メンテナンスの内容は、日常作業での点検管理と故障の発生時に修理する方法である。

メンテナンスの方法は2つのケースがある。1つは日常の点検作業をホテルの従業員で行うもの、他は特定施設の維持管理に対し、専門の業者に依頼して行うものである。

3) 短期、長期の保全計画を作成していない。

(6) 省エネルギー対策の実績とその成果

このホテルでは、省エネルギー対策工事を行っていない。

(7) 計画中の省エネルギー対策と予想効果

ホテルでは、地元のコンサルタントが作成した、電力使用量の削減を図る省エネルギー計画を検討している。しかし、検討は始まったばかりである。

(8) ホテルの経営状況

競争が激しく、経営状況は厳しい状態である。そこで、エネルギーコスト、特に電力コストについては、削減及び全コストに占める比率の低減を計画している。

(9) エネルギー効率の推進に際しての問題点

- 1) 技術者の不足
- 2) 省エネルギーに関する知識、情報の不足
- 3) 計測機器の不足、施設の運転データの不足

(10) 環境汚染の管理

重大な環境問題をかかえていない。しかし厨房での排気ガスの問題、側溝のつまりによる排水問題がある。

9-7 省エネルギー対策

ホテルの診断結果に基づき、省エネルギー対策についてこの節で述べる。主要な対策には以下のものがある。

1. 冷凍機システムに蓄熱槽の導入
2. 力率の改善
3. エレベーターの動力システムにインバーターによる調節機構の導入
4. 空調システムの改善
5. 給湯システムの改善
6. 蒸気ボイラーシステムの改善

9-7-1 冷凍機システムに蓄熱槽の導入

(1) 現状の問題点

前述の如く、ピーク時間帯とオフピーク時間帯の電力需要の差は大きい。その差は約 400 kW であり、オフピーク時間帯の電力需要の比率は低い。

ピーク時間帯とオフピーク時間帯の電力需要の差が大きい現象の最大の理由は、第 3 冷凍機の電力消費量にある。図 9-10 及び図 9-11 に示すように、第 2 変圧器系統の電力負荷が大きく変動している。図 9-16 に示すように、第 3 冷凍機のピーク時間帯とオフピーク時間帯の電力需要の差は 230 kW である。第 3 冷凍機は、第 2 変圧器系統から電力の供給を受けている負荷の 1 つである。

現状のところオフピーク時間帯には、冷水ポンプのみが稼動し、ピーク時間帯には、全

機器が稼動している。

(2) 対策

上述により、オフピーク時間帯の電力消費を増やす方策や電力のデマンドの最大値を下げる方策を検討すべきである。そのため、蓄熱槽を設置し、又、オフピーク時間帯に冷凍機を稼動させることにより、ピーク時間帯の電力消費量を減らすことは有効な方策と判断する。蓄熱槽を設置後は、冷凍機はオフピーク時間帯(22:00 から 8:00 まで)に蓄熱槽に氷を貯える運転を行う。ピーク時間帯(8:00 から 22:00 まで)には冷凍機は停止し、冷水ポンプだけが運転される。

冷凍機システムに蓄熱槽を導入に際し、氷貯蔵式蓄熱システムが選定された。このシステムは、ヘアピンチューブ型熱交換器を内臓する氷貯蔵タンク、冷媒としてブラインを使用する冷凍機、ブラインポンプ、冷水とブラインが熱交換するプレート型熱交換器から構成されている。

一例として、各機器の容量はつぎの通りである。

$$\text{氷貯蔵槽の容量} : 350 \text{ USRT} \times 14 \text{ Hr} / 24 \text{ Hr} = 204 \text{ USRT}$$

$$\text{冷凍機の能力} : 204 \text{ USRT} \times 24 \text{ Hr} / 10 \text{ Hr} = 490 \text{ USRT}$$

(3) 効果

第3 冷凍機システムの運用は下表に示す通り改善する方策を講じる。

現状の代表的な運転パターンと改善後の新しい運転パターンを図 9-27 に示す。

Table 9-21 New Operational Scheme of Chiller No. 3

Equipment	At Peak	At Off-Peak
Chiller No.3 (181 kW)	×	○
Condenser water pumps (50 kW)	×	○
Chiller water pumps (47 kW)	○	○

Note: kW ... Motor Capacity, ○ : operated, ×: not operated

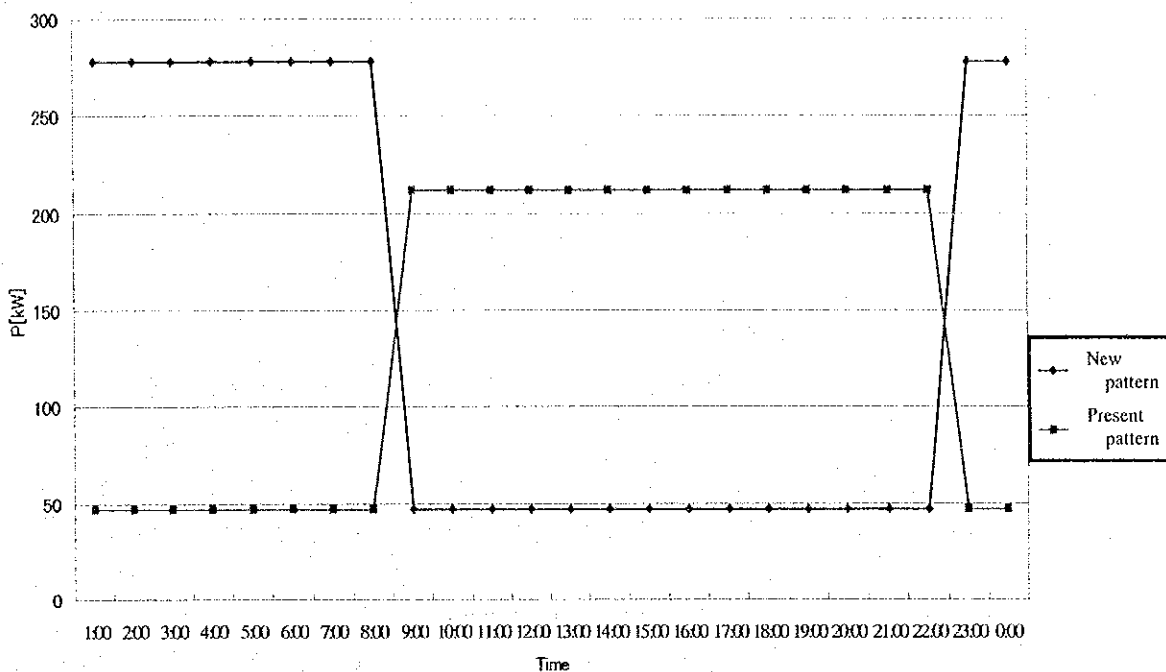


Figure 9-27 Chiller No.3 (Electricity)

結果的に、電力料金の削減は 9-10 節に示す通りに見積もられる。

9-7-2 力率の改善

(1) 現状の問題点

図 9-9 に示すように、受電端における力率はピーク時間帯の消費電力が大きい時に低下する。これはコンデンサーの容量が不足していることを示す。

図 9-10 及び図 9-11 に示すように、第 2 変圧器系統の力率は、受電端におけるのと同じ傾向で、ピーク時間帯に低下する。しかし、1.5MVA 第 1 変圧器系統の力率は低下していない。

(2) 対策

上述により、第 2 変圧器の 2 次側の送電系統でコンデンサーの容量を増やす必要がある。

力率を 100 パーセント迄改善するために、以下の算式に基づき、300 kVA のコンデンサーを設置する必要がある。

$$\begin{aligned}
\text{Condenser Capacity} &= P \text{ kW} \times \frac{\sqrt{(1-\cos^2 \theta_1)/\cos^2 \theta_1} - \sqrt{(1-\cos^2 \theta_2)/\cos^2 \theta_2}}{\sqrt{(1-0.882^2)/0.882^2} - \sqrt{(1-1^2)/1^2}} \\
&= 575 \text{ kW} \times \frac{\sqrt{(1-0.882^2)/0.882^2} - \sqrt{(1-1^2)/1^2}}{\sqrt{(1-0.882^2)/0.882^2} - \sqrt{(1-1^2)/1^2}} \\
&= 575 \times 0.5343 = 307 \\
&\approx 300 \text{ kVA}
\end{aligned}$$

(3) 効果

力率改善により、ケーブルでの送電ロスの低減に寄与する。

9-7-3 エレベーターの動力システムにインバーターによる調節機構の導入

(1) 現状の問題点

このホテルには7基のエレベーターがあり、その仕様条件は表 9-22 の通りである。

Table 9-22 Lift Specification

Control System	ACBEE1-D	
Capacity	Lift No.1,2,3,4,6,7:	17 persons
	Lift No.5:	20 persons
Stops	Lift No.1,5,6,7:	14 stops
	Lift No.2,3,4 :	13 stops
Speed	105 m/min.	
Operation	Lift No.1,2,3,4:	4C-OS75E
	Lift No.5,6,7:	3C-OS75E

7基のエレベーターは、全て旧式であり、リレー方式の運転制御システムであるが、順調に稼動しており、維持管理も良好である。

(2) 対策（将来用）

将来、エレベーター設備を改造する時には、省エネルギーと輸送の円滑な運用を達成する為に、VVVF 型動力供給システムを導入することが推奨される。VVVF 方式と既設のACEE方式の性能の比較は次の表 9-23 の通りである。

(3) 効果

表 9-23 に示す通り、VVVF 型動力供給システムは他方式に比べ、電力消費、メンテナンス性、信頼性の点で優れた運用が可能である。

Table 9-23 Performance Comparison of Power Supply Control System

	VVGD (Ward-Leonard system)	VVVF (variable voltage variable frequency)	ACEE (AC feedback control system)
Riding Comfort	Good Simple feedback control without tachometer	Excellent Perfect continuous torque control and complete feedback control with pulse generator	Very good Complete feedback control with tachometer. But, discontinuous torque control between motoring and braking
Landing Accuracy	Excellent	Excellent	Excellent
Noise	Large Starting noise of M-G set	Quiet Sine wave current controlled by PWM (Pulse Width Modulation)	Small Motor noise caused by thyristor controlled current
Power Consumption	Large Large consumption caused by M-G set	Very small, about half of ACEE Voltage and frequency control for induction motor at high efficiency	Small Static voltage control, but fixed frequency
Space for Machine Room	Large Large DC motor and M-G set	Very small Small sized single-winding AC motor and control panel	Small Small sized reconnect AC motor
Weight of Machine Room Apparatus	Large	Very small	Small
Reliability	Good Wear and tear of brushes and commutator of DC motor and M-G set	Excellent, superior to ACEE Solid state digital control by micro processor	Very good Solid state control by analog devices
Response	Bad Time lag to start due to starting time of M-G set	Excellent No time lag to start	Excellent No time lag to start
Maintenance-ability	Bad Required complex "compound adjustment"	Excellent No special adjustment	Very good No complex adjustment

9-7-4 空調システムの改善

(1) 現状の問題点

1) AHU と全熱交換器

AHU 及び全熱交換器とも汚れている。

2) 冷却塔

冷却塔には相当な汚れが見られる。

3) 新規取り入れ空気量

このホテルでは新規取り入れ空気量が過剰の状態にあり、ブローワー等の動力の増加が見られる。

4) 空調時の室温の設定温度

ホテル内の事務室、廊下、料理店は全て 20～23℃と低い設定である。

特に運転管理人が常時滞在しない機械室、電気室、エレベーターのモータ室の室温は、省エネルギー運転指向の観点から、非常に低い。

5) 玄関扉

大量の外気がグランドフロアーの裏口の扉から、ホテル内の冷気が正面の扉から出入りしている。

(2) 対策

1) AHU と全熱交換器

設備性能維持のため、AHU 及び全熱交換器の伝熱面の定期的な清浄が必要である。

2) 冷却塔

冷却塔内の充填物上に付着する藻の除去と藻の成長抑制剤としての適切な薬剤の使用が推奨される。

3) 新規取入れ空気量

ホテルの空調システムに、変風量方式 (VAV system) を導入することが推奨される。取り入れ空気の制御システムとして、ダンパーによる調節方式や羽根による調節方式及び色々な形式のモータ回転数の制御方式など各種の方式が使用されている。それらを表 9-24 に示す。各方式の電力の消費量の傾向は表 9-24 の通りである。

Table 9-24 Method of Variable Type Air Flow Control

Method	Sub-classification	Power Consumption
Damper Control	Discharge	Rank 1 (Largest)
	Intake	2
Vane Control	Intake	3
Control of Induction Motor Rotating Speed	Change of Number of Pole	4
	Control of Slip (Secondary Resistance Control System)	5
	Primary Frequency Control (VVVF)	6 (Smallest)

VVVF、インバーターによる回転数制御方式は、有効な手段として既設のモータに容易に利用できるもので、全熱交換器室に設置されている空気の取り入れ用ブローのモータにVVVF方式を採用する事を、色々な手段の可能性のなかで、まず第1に検討すべきである。

4) 空調時の室温の設定温度

エネルギー節減のために設定温度を2～3℃上げるべきである。オン/オフスイッチを装備したファンで室温の調節を行うシステムの導入が推奨される。

5) 玄関扉

例えば、2重扉システムを正面玄関扉に、自動開閉扉システムを裏口の扉に、設置するような機密構造システムの扉に改造することが推奨される。

9-7-5 給湯システムの改善

(1) 現状の問題点

給湯ボイラーの燃焼の開始/停止運転の切り替え頻度が非常に頻繁であり、切り替えの間隔も短い。これはボイラーの運転が非定常で行れ、不完全燃焼が原因でボイラー効率を低レベルにしていると思われる。カリファイヤーは4基すべてが稼動しているわけではない。

(2) 対策及び効果

給湯ボイラーの1次側循環水の出口の温度の設定値について、高温サイド、低温サ

イドともにチェックする事及びカロリーファイヤーは4基による運転を推奨する。給湯水の貯蔵量を増やすために、新しいカロリーファイヤーを増設することが推奨される。これは、貯熱用途として利用が可能なカロリーファイヤーの台数を増設することで、電力消費のピークシフトを可能にするためである。

9-7-6 蒸気ボイラーシステムの改善

(1) 現状の問題点

安全弁のバルブシートから漏洩している蒸気の排気、コンデンセートタンクから出ている回収コンデンセートのフラッシュ蒸気の排気が観察された。

(2) 対策及び効果

安全弁の適切なメンテナンスとエネルギー節約の観点からフラッシュ蒸気の排熱回収の設備の設置が推奨される。

あるいは、ホテルの洗濯関係の仕事を、外注方式に切り替えることにより、スチームボイラーの運転が休止でき、省エネルギー及びコスト削減につながる方策を提案する。

9-7-7 エネルギー効率改善のための 101 チェック項目の結果

ホテルとの打合せに基づき、エネルギー効率改善のための 101 項目の評価結果を Appendix (表 9-A-10) に示す。

本節ではそれらの中で、初期投資の不要な運転、保守管理、住環境性等の手法が採用価値があるものとして取り纏めてある。

(1) 運転管理

1) 全面的または部分的に採用されている項目

- a) 最適空調手法 (過冷・過熱の防止)
 - ・ 手動でこまめに調節する
- b) 空調運転の制限
 - ・ 非使用室の空調を停止する
- c) 照明設備の点灯管理
 - ・ 始業前点灯時間を短縮・制限する
- d) 給湯設備の運転時間
 - ・ 給湯温度に応じてボイラや貯湯槽を分離する

2) 採用価値のある推奨項目

- a) 外気取入れ量の調節
 - ・ 空調時の外気取入れ量を減らす
 - ・ 炭酸ガス濃度により外気取入れ量を調節する
- b) 最適空調手法（過冷・過熱の防止）
 - ・ 自動制御により調節する
 - ・ 送水送風温度の設定変更を行なう
- c) 温湿度条件に関するもの
 - ・ 空調室の設定温湿度の変更を行なう
 - ・ 外気スケジュールの調節または導入
- d) 空調運転の制限
 - ・ 局所空調（空調作業域の集約）を行なう
- e) 空調設備の運転管理
 - ・ 熱源設定温度・圧力等を調節する
 - ・ 熱源の台数制御の実力または調節を行なう
 - ・ ファン・ポンプの台数制御及び調節を行なう

(2) 保守管理

1) 採用価値のある推奨項目

- a) 保守管理
 - ・ ダクトの空気漏れの点検・修理を行なう
 - ・ 空調機コイル・フィルタを清浄にする
 - ・ 冷凍機コンデンサ・エバポレータを清浄にする
 - ・ 自動制御機器の点検・修理を行なう
 - ・ 効率低下機器の補修・鋼管を行なう
 - ・ 計量器の増設により監視を強化する
 - ・ 灯具の清拭、古いランプの取替えを行なう
 - ・ 室内表面を清拭して照明効率を向上させる
- b) 住まい方
 - ・ 廊下・ホール等の消灯・間引きを行なう
 - ・ 照明スイッチの点滅を行なう
 - ・ 窓際の照明を消す
 - ・ ブラインドの開閉を確実に実行する
 - ・ 玄関扉・階段扉を必ず閉める
 - ・ 省エネルギーをPRし、協力を依頼する

9-8 省エネルギーポテンシャル

(1) 氷貯蔵式蓄熱システム

電力消費量は表 9-26 に示すように、現状とこの対策実施後に、ほとんど差がない。両ケースの 1 次エネルギー基準の全エネルギー消費量は同じである。そのため、現状システムを基準にして、対策の省エネルギーポテンシャルは、ホテル段階ではゼロである。

(2) 配電系統に取り付けるコンデンサーシステム

コンデンサーシステムの導入による電路損失の改善の期待値は 22.2 パーセントである。しかし、この対策による省エネルギーのポテンシャルは低い。省エネルギーのポテンシャルの原単位も非常に小さい。

(3) エレベーターへの VVVF システム

現状の ACEE システムにおけるエネルギー消費量と比較し、VVVF システムのエネルギー消費量は、約 50 パーセント下がる。現状のエレベーターの電力消費量は 1,042 kWh/d なので、改造後の期待される電力の削減額は、約 190,000 kWh/y になる。

$$(\text{Saving amount} = 1,042 \times 0.5 \times 365)$$

1 次エネルギー基準の省エネルギーポテンシャルは 428×10^6 kcal/y、省エネルギーポテンシャルの原単位は 12×10^3 kcal/m²y となる。

(4) 空調における VAV システム

電力消費量の削減額は、下記のように見積もられる。

- 1) 新規の空気の取り入れ量を 30 パーセント削減を目標にする。
- 2) ブロワーの電力消費量は流量の 3 乗に比例すると考える。
- 3) 既存のブロワーの電力消費量は 949 kWh/d である。
- 4) 電力消費量の削減額は 623 kWh/d あるいは 227,000 kWh/y である。

$$(\text{Saving amount} = 949 - 949 \times (1 - 0.3)^3)$$

省エネルギーポテンシャルは 1 次エネルギー基準で 511×10^6 kcal/y、省エネルギーポテンシャルの原単位は 15×10^3 kcal/m²y である。

(5) 空調システムの改善の室温の設定値の上昇

電力消費量の削減額は、以下のように見積もられる。

- 1) 室温は、AHU の設定温度を調節して、2℃を目標に上げる。
- 2) 一般に、電力消費量の削減率は、1℃温度を上げるごとに、関連する機器の電力消費量の 10 パーセントと云われている。
- 3) 既設冷凍機システムの電力消費量は 8,849 kWh/d である。
- 4) 電力消費量の削減額は 646,000 kWh/y である。

$$(\text{Saving amount} = 8,849 \times 0.1 \times 2 \times 365)$$

省エネルギーポテンシャルは 1 次エネルギー基準で $1,454 \times 10^6$ kcal/y、省エネルギーポテンシャルの原単位は 41×10^3 kcal/m²y である。

対策による省エネルギー効果はピーク時間帯とオフピーク時間帯別に表 9-25 のように算定される。

Table 9-25 Energy Efficiency Improvements

(Unit: kWh/year)

Measures	Saving in electricity consumption in the peak period	Saving in electricity consumption in the off-peak period	Total saving in electricity consumption
1. Ice storage system	843,150	-843,150 (Increase)	0
2. Electric condenser system	nill	nill	nill
3. VVVF system in the lift	131,000	59,000	190,000
4. VAV system in the air-conditioning	132,000	95,000	227,000
5. Higher room temperature	377,000	269,000	646,000
Total	1,483,150	-420,150	1,063,000

9.9 省エネルギー対策のコスト

1998年11月時点での省エネルギー対策の予算コストは、以下の3推奨項目につき評価した。

- 1) 氷貯蔵蓄熱システム
- 2) エレベーターのVVVFシステム
- 3) 空調のVAVシステム

評価のための為替レートは3.8RM/US\$、118円/US\$とした。

3つの対策は、9-8節で述べた5つの選定技術の中から、財務分析用に絞られた。5つの対策のうち経済的効果が無視できる程少ない力率改善用のコンデンサーシステム、及び初期投資費用が不要である空調室内温度設定の上昇の2項目は財務分析から除外する。

(1) 氷貯蔵蓄熱システム

1) 冷凍機	490 USRT 1基	34,300 千円	1,104,000 RM
2) 蓄熱槽	5,000 RTH, 9m×12m×4m	34,000 千円	1,095,000 RM
3) 熱交換器、タンク、ポンプ一式		5,000 千円	161,000 RM
4) 計装工事一式		4,000 千円	129,000 RM
5) 配管工事一式		10,600 千円	341,000 RM
6) 電気工事一式、その他		5,000 千円	161,000 RM
7) 合計		92,900 千円	2,991,000 RM

(2) エレベーターのVVVFシステム

各エレベーターに対する改造費は次の通りである。

Lift No.	1基の改造費	小計
1, 6, 7	297,000 RM	891,000 RM
5	315,000 RM	315,000 RM
2, 3, 4	290,000 RM	870,000 RM
Total		2,076,000 RM

(3) 空調のVAVシステム

1) インバーター	2基	4,000 千円	
2) CO ₂ 指示調節器	2基	60 千円	
3) デジタル指示調節器	2基	72 千円	
4) 合計		4,132 千円	133,000 RM

9-10 省エネルギー対策の便益

本節では、省エネルギー対策の便益をマレーシアの現行エネルギー価格に基づき推算する。また、便益の推算に当たっては、前節で省エネルギーポテンシャルが算出された対策を対象とするが、「配電系統に取付けるコンデンサーシステム」については省エネルギーポテンシャルが非常に小さいため、対象から除外する。

9-10-1 マレーシアの現行エネルギー価格

提唱したすべての省エネルギー対策において電力が節減される。ミンコートピスタホテルにおける現在の電気料金は、テナガナショナルのタリフ（1997年5月1日発効）のC2区分に従っている。この区分のタリフに従い電力料金は以下ようになる。

- ピーク負荷料金（8時から22時まで）	0.208 RM/kWh
- オフピーク負荷料金（22時から8時まで）	0.128 RM/kWh
- 最大需要料金	25.7RM/kW/month

9-10-2 対策の便益

(1) 氷蓄熱システム

この対策の便益は下の表 9-26 に示す計算によって 118,338 RM/year と推算される。

Table 9-26 Estimation of Benefit from the “Ice Storage System” Measure

No.	Item	Estimated Value	Remarks
Electricity Saving			
①	Reduction in peak demand	165 kW	= 212 - 47 (Fig. 9-27)
②	Increase in off-peak demand	231 kW	= 278-47 (Fig.9-27)
③	Electricity saving at peak time	843,150kWh/year	① x 14 h/d x 365 d/y
④	Electricity saving at off-peak time	- 843,150kWh/year	② x 10 h/d x 365 d/y
⑤	Saving in max. demand	165 kW/month	①
Saving in Electricity Bill			
⑥	Electricity saving at peak time	175,375RM/year	③ x 0.208 RM/kWh
⑦	Electricity saving at off-peak time	- 107,923RM/year	④x 0.128 RM/kWh
⑧	Saving in max. demand charge	50,886RM/year	⑤x 25.7 RM/kW/m x 12 m/y
⑨	Saving in Electricity Bill	118,338RM/year	⑥ + ⑦ + ⑧

(2) エレベータの VVVF システム

この対策の便益は、表 9-27 の計算によって 42,706 RM/year と推算される。

Table 9-27 Estimation of Benefit from the “VVVF System in Lifts” Measure

No.	Item	Estimated Value	Remarks
Electricity Saving			
①	Electricity saving at peak time	131,000 kWh/year	Table 9-25
②	Electricity saving at off-peak time	59,000 kWh/year	Table 9-25
③	Saving in max. demand	25.6 kW/month	①/ 14 / 365
Saving in Electricity Bill			
④	Electricity saving at peak time	27,248 RM/year	①x 0.208 RM/kWh
⑤	Electricity saving at off-peak time	7,552 RM/year	②x 0.128 RM/kWh
⑥	Saving in max. demand charge	7,906 RM/year	③x 25.7 RM/kW/m x 12 m/y
⑦	Saving in Electricity Bill	42,706 RM/year	④ + ⑤ + ⑥

(3) 空調における VAV システム

この対策の便益は表 9-28 に示すように、47,582 RM/year と推算される。

Table 9-28 Estimation of Benefit from the “VAV System in Air-conditioning” Measure

No.	Item	Estimated Value	Remarks
Electricity Saving			
①	Electricity saving at peak time	132,000 kWh/year	Table 9-25
②	Electricity saving at off-peak time	95,000 kWh/year	Table 9-25
③	Saving in max. demand	25.8 kW/month	①/ 14 / 365
Saving in Electricity Bill			
④	Electricity saving at peak time	27,456 RM/year	①x 0.208 RM/kWh
⑤	Electricity saving at off-peak time	12,160 RM/year	②x 0.128 RM/kWh
⑥	Saving in max. demand charge	7,966 RM/year	③x 25.7 RM/kW/m x 12 m/y
⑦	Saving in Electricity Bill	47,582 RM/year	④ + ⑤ + ⑥

(4) 室温の上昇

表 9-29 に示すように、この対策から 135,608 RM/year の便益が見込まれる。

Table 9-29 Estimation of Benefit from the “Increase in Room Temperature” Measure

No.	Item	Estimated Value	Remarks
Electricity Saving			
①	Electricity saving at peak time	377,000 kWh/year	Table 9-25
②	Electricity saving at off-peak time	269,000 kWh/year	Table 9-25
③	Saving in max. demand	73.8 kW/month	①/ 14 / 365
Saving in Electricity Bill			
④	Electricity saving at peak time	78,416 RM/year	①x 0.208 RM/kWh
⑤	Electricity saving at off-peak time	34,432 RM/year	②x 0.128 RM/kWh
⑥	Saving in max. demand charge	22,760 RM/year	③x 25.7 RM/kW/m x 12 m/y
⑦	Saving in Electricity Bill	135,608 RM/year	④ + ⑤ + ⑥

9-11 省エネルギー対策の財務分析

本節では投資を必要とする以下の対策の財務的フィージビリティを知るために財務分析を行う。

- 氷蓄熱システム
- エレベータの VVVF システム
- 空調における VAV システム

1 番目と 2 番目の対策については、古くなった機器を新規更新する際にこれらの対策を実施するという仮定のもとで財務分析を行う。このような条件の下においては、省エネルギー機器を設置するのに要する金額だけが省エネルギー便益を得るための投資額と考えられ、残りの投資は省エネルギーに関係なく必要な更新費用と考えられる。

実際は、氷蓄熱システムはチラー更新時に導入されるものと仮定し、新しいチラーの費用を財務分析に用いる投資額から差し引く。2 番目の対策については、エレベータの更新時にインバーターの付いた VVVF システムを導入するものと仮定し、インバーター関連費用だけを財務分析に用いる投資額として計上している。

また、「室温の上昇」については、前節に示すような便益を生むものと期待されるが、投資を必要としないため財務分析は行わない。

9-11-1 財務分析の方法

(1) 適用する方法

本調査では投資プロジェクトに広く使われ、かつ認められている二つの方法を採用する。第1の方法は回収期間法（payback period method）である。これは正味キャッシュフローの蓄積によって投資を回収するのに要する期間と定義される回収期間を算出する方法である。第2の方法は割引キャッシュフローベースの内部収益率法（internal rate of return (IRR) method on discounted cash flow basis）である。財務的内部収益率はプロジェクトから得られる正味収入の現在価値が投資額の現在価値と等しくなるような割引率と定義される。

(2) 回収期間

正味キャッシュフローは以下のように定義される。

- 1) 売上高の増加
- 2) 差し引き：投資額
- 3) 差し引き：操業前費用
- 4) 差し引き：運転資本の増加
- 5) 差し引き：運転コストの増加
- 6) 差し引き：販売コストの増加
- 7) 差し引き：法人税の増加

省エネルギー対策の投資の場合には、売上高および販売コストに変化はなく、運転資本の変化および操業前費用も無視できる。投資額は前節で推算されている。運転コストの変化はほとんどが電力、燃料等のユーティリティ料金の増減によるものであり、これは既に推算されている。法人税の変化は、マレーシアの法人税率および減価償却を考慮の上、課税対象収益に基づき計算される。

回収期間を計算するには、建設期間から運転期間までのキャッシュフロー表が作成される。建設中には投資と操業前費用によって累積キャッシュフローは負の値を示すが、運転が開始されれば資金回収によって累積キャッシュフローは増え、ある年に零になる。回収期間は運転開始から累積キャッシュフローが零になるまでの期間と定義される。

(3) 内部収益率 (IRR)

この計算も回収期間法と同様にキャッシュフロー表の作成から始まる。つぎに、プロジェクトの正味キャッシュフローが零になるような割引率を試行錯誤によって求める。こうして求められた割引率が財務的内部収益率 (IRR) である。

9-11-2 財務分析の前提

財務分析は以下の前提のもとで行われる。

- 1) 為替レート： US\$ 1 = RM 3.8 ; US\$ 1 = JY 118
- 2) プロジェクト・ライフ： 運転開始から 15 年
- 3) 法人税率： 35 パーセント
- 4) 減価償却： 定額法が適用され、プラントおよび機械類に対する減価償却率は年 7.5%
- 5) 投資額： 表 9-30 にマレーシア・ドルで表示された投資額 (9-9 節に示した日本円での数値から換算した) を財務分析に使用する。既に前で述べたように、1 番目の対策ではチラー更新時に氷蓄熱システムを設置するものと仮定し、チラーの費用は投資額に含めない。また、2 番目の対策では、エレベータの更新時にインバータも設置されるものと仮定しインバータ関連費用のみ投資額に計上する。

Table 9-30 Fixed Investment for Measures

Measures	Fixed Investment, RM
Ice Storage System	1,887,000
VVVF System in the Lift	208,000
VAV System in the Air-conditioning	133,000

9-11-3 財務分析の結果

表 9-31 に、上記 3 つの対策に対する税引き前 FIRROI、税引き後 FIRROI および回収期間を示す。また、表 9-32 から 9-34 に 3 つの対策のキャッシュ・フロー表を示す。

Table 9-31 Results of Financial Evaluation

Measures	FIRROI before tax	FIRROI after tax	Payback Period
Ice Storage System	- 0.8%	- 0.5%	15.9 years
VVVF System in the Lift	19.0%	13.5%	6.3 years
VAV System in the Air-conditioning	35.4%	24.9%	3.9 years

さらに 1 番目と 2 番目の対策に対しては、電気料金が現在の日本の水準と考えられる表 9-35 の価格にまで値上げされると仮定した場合の 3 種類の指標も計算した。この計算は電気料金が如何にこれらの対策の財務的フィージビリティに影響するかを知るために行われた。

Table 9-35 Assumed Rise in Electricity Rate for Study

	Assumed Electricity Rate for Study		Reference (C2 tariff)
Peak Load Rate	0.483 RM/kWh	(15 JY/kWh)	0.208 RM/kWh
Off-peak Load Rate	0.113 RM/kWh	(3.5 JY/kWh)	0.128 RM/kWh
Max. Demand Charge	49.9 RM/kW/month	(1,550 JY/kWh/month)	25.7 RM/kW/month

表 9-36 に、表 9-35 で仮定した電気料金のもとでの分析結果を示す。両方の対策とも、税引き前 FIRROI は約 21%、税引き後 FIRROI は約 15% 増加する。回収期間は、氷蓄熱システムでは 11.3 年、エレベータの VVVF システムでは 2.8 年短縮する。

Table 9-32 Cash Flow Table (Measure: Ice Storage System)

Year	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Less: Fixed investment	1,887,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plus: Reduction in operating cost	0	118,338	118,338	118,338	118,338	118,338	118,338	118,338	118,338	118,338	118,338	118,338	118,338	118,338	118,338	118,338
Less: Corporate tax increased	0	-8,115	-8,115	-8,115	-8,115	-8,115	-8,115	-8,115	-8,115	-8,115	-8,115	-8,115	-8,115	-8,115	-8,115	-8,115
Incremental Cash Flow (before Tax)	-1,887,000	118,338	118,338	118,338	118,338	118,338	118,338	118,338	118,338	118,338	118,338	118,338	118,338	118,338	118,338	118,338
Incremental Cash Flow (After Tax)	-1,887,000	126,453	126,453	126,453	126,453	126,453	126,453	126,453	126,453	126,453	126,453	126,453	126,453	126,453	126,453	126,453
Cumulative net cash flow	-1,887,000	-1,768,662	-1,650,324	-1,531,986	-1,413,648	-1,295,310	-1,176,972	-1,058,634	-940,296	-821,958	-703,620	-585,282	-466,944	-348,606	-230,268	-111,930
Depreciation	0	141,525	141,525	141,525	141,525	141,525	141,525	141,525	141,525	141,525	141,525	141,525	141,525	141,525	141,525	141,525

Table 9-33 Cash Flow Table (Measure: VVVF System in the Lift)

Year	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Less: Fixed investment	208,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plus: Reduction in operating cost	0	42,706	42,706	42,706	42,706	42,706	42,706	42,706	42,706	42,706	42,706	42,706	42,706	42,706	42,706	42,706
Less: Corporate tax increased	0	9,487	9,487	9,487	9,487	9,487	9,487	9,487	9,487	9,487	9,487	9,487	9,487	9,487	9,487	9,487
Incremental Cash Flow (before Tax)	-208,000	42,706	42,706	42,706	42,706	42,706	42,706	42,706	42,706	42,706	42,706	42,706	42,706	42,706	42,706	42,706
Incremental Cash Flow (After Tax)	-208,000	33,219	33,219	33,219	33,219	33,219	33,219	33,219	33,219	33,219	33,219	33,219	33,219	33,219	33,219	33,219
Cumulative net cash flow	-208,000	-174,781	-141,562	-108,343	-75,124	-41,905	-8,686	24,533	57,752	90,971	124,190	157,409	190,628	223,847	257,066	290,285
Depreciation	0	15,600	15,600	15,600	15,600	15,600	15,600	15,600	15,600	15,600	15,600	15,600	15,600	15,600	15,600	15,600

Table 9-34 Cash Flow Table (Measure: VAV System in the Air-conditioning)

Year	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Less: Fixed investment	133,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plus: Reduction in operating cost	0	47,582	47,582	47,582	47,582	47,582	47,582	47,582	47,582	47,582	47,582	47,582	47,582	47,582	47,582	47,582
Less: Corporate tax increased	0	13,163	13,163	13,163	13,163	13,163	13,163	13,163	13,163	13,163	13,163	13,163	13,163	13,163	13,163	13,163
Incremental Cash Flow (before Tax)	-133,000	47,582	47,582	47,582	47,582	47,582	47,582	47,582	47,582	47,582	47,582	47,582	47,582	47,582	47,582	47,582
Incremental Cash Flow (After Tax)	-133,000	34,420	34,420	34,420	34,420	34,420	34,420	34,420	34,420	34,420	34,420	34,420	34,420	34,420	34,420	34,420
Cumulative net cash flow	-133,000	-98,580	-64,160	-29,740	4,679	39,099	73,519	107,939	142,359	176,779	211,199	245,619	280,038	314,458	348,878	383,298
Depreciation	0	9,975	9,975	9,975	9,975	9,975	9,975	9,975	9,975	9,975	9,975	9,975	9,975	9,975	9,975	9,975

Table 9-36 Results of Financial Evaluation at Assumed Increased Electricity Rate

Measures	FIRROI before tax	FIRROI after tax	Payback Period
Ice Storage System	20.4%	14.5%	4.6 years
(Difference from the base)	(+21.2%)	(+15.0%)	(-11.3 years)
VVVF System in Lifts	40.8%	28.6%	3.4 years
(Difference from the base)	(+21.8%)	(+15.1%)	(-2.8 years)

9-11-4 財務分析の結論

現地調査の際入手した情報では、最近のマレーシアの貸出金利は年率 12 から 14%の範囲にある。この金利がマレーシアにおける資本の機会費用と考えられる。

前述の通り、氷蓄熱システムの対策はそれがチラー更新の時期に設置されるとの仮定のもと分析されている。分析の結果、FIRROI はすべて負の数値となり回収期間も 15 年以上である。このため、この対策は検討した条件のもとでは財務的にフィージブルではないと結論付けられる。しかし、表 9-36 に示した指標から判断すると、この対策も電気料金が日本の現在の水準にまで上昇すれば財務的にフィージブルになると言える。

VVVF システムの対策は、インバータ・システムがエレベータの更新時に設置されるものと仮定すれば、財務的フィージビリティのぎりぎりの水準にある。エレベータの更新計画の際に、インバータを付けるべきか否かさらに検討することを推奨する。もし電気料金が日本の現行水準にまで上昇すれば、この財務的フィージビリティは表 9-36 に示したように十分な水準に達する。

3 番目の対策である空調の VAV システムについては、税引き前、税引き後の FIRROI がそれぞれ 35.4%と 24.9%とマレーシアの資本の機会費用を十分上回るものとなり、また回収期間は 3.9 年となる。これらの好ましい指標により、この対策は財務的にフィージブルと考えられる。