

10-9 省エネルギーチェックリスト

101 の省エネルギーチェックリストを利用し、ショッピングセンターの省エネルギー項目を見出した。

10-9-1 建築物の構造

(1) ブラインド・カーテンの設置

建物裏側にブラインドまたはカーテンのない窓があり太陽光を遮蔽するため設置を薦める。

(2) ガラス窓の改造 (熱線吸収フィルム)

太陽光を遮蔽する為、熱線吸収フィルムを採用した窓改造は有効である。

(3) 壁のスリット・ストライプの補修

空気洩れをもたらすスリット・ストライプは補修が必要である。

10-9-2 設備改造と増強

(1) 冷房システム

(a) 全熱交換器 (排気/吸気)

現在、建物への新鮮空気は出入り口からの来ている。

建物内の二酸化炭素濃度は約 200ppm で最大許容濃度 (1000ppm) よりかなり低い。したがって送風室の空気ダンパーをあけ吸気する必要はない。さらに、冷房からの戻り空気は空気送風機の吸入側に戻されているので、省エネルギーになっている。

(冷熱の直接利用)

しかしながら、将来ショッピングセンターの占有率と客数が増加した場合、全熱交換機の設置が望ましい。吸入空気と戻り空気の比率は二酸化炭素濃度で調整が必要である。

(b) 熱貯蔵設備の改造

この対策は、今回の提案に含まれている。

(c) エネルギー源・熱源・熱貯槽の変更

このショッピングセンターでは電気が主たるエネルギー源であるが、将来 LPG の確

保できるようになれば、コジェネの採用も検討に値する。

(d) 空気量・水量可変システムの採用(VAV)/(VWV)

すでに一部で採用されているが、VAV システムを増設することにより省エネルギーが更に図れる。

(e) 部分冷房方式の見直しと区域の見直し

このショッピングセンターは最新設計の冷房システムを備えているが、温度コントロールは 利用側の空気ダンパー調整を手動で行っている。したがって、建物内の温度分布は極めて不均衡となっている。

この問題に対する対応策は小規模な投資で済む上、効果は大きいものと考えられる。

(f) 室内圧力の調整による空気洩れの防止

建物の室内圧力は送風機圧力と建物の気密性に依存する。この建物の正面・背面出入り口からの風量は極めて多い。本提案の改善案実施後、風量の再測定が必要である。建物内外の必要以上の差圧はエネルギー損失につながる。

(2) 照明システム

(a) 建物内の照度は極めて不均衡である。改善案。

(b) 力率制御システムの導入

No.2 受電の力率は非常に低い。これは、冷凍器の負荷が低いことによる。

力率制御システムの導入は有効である。本検討では氷貯蔵システムの改造を検討している。

10-9-3 運転、保守、生活スタイル等 (冷房システム)

(a) 吸入空気の減少

建物内の二酸化炭素濃度・温度から判断して、出入り口からの吸入空気を減少させる事が出来る。

(b) 二酸化炭素濃度による吸入空気の減少

二酸化炭素濃度測定器の設置は有効である。

(c) 冷房システムの自動コントロール

Bandar Utama City Corporation の計器室にある計算機制御により冷房システムは運転されているが、ショッピングセンター自体の運営は JASCO によって行われている。JASCO と Bandar Utama City Corporation 間のエネルギー効率的利用に関する情報交換は十分でないように見える。冷房の自動コントロールに併せて、両者の間でのよりエネルギーの効率的利用を図るには何らかの規則が必要である。

(d) 他の推奨省エネルギー項目

ダクトの空気洩れの補修

コイル・フィルターの清掃

冷凍器の凝縮器・蒸発器の清掃

監視システムの強化と測定機器の増強

照明器具の清掃と老朽電球の交換

室内内面の清掃による照明効果の増加

窓のまわりの照明消灯

ブランドのこまめな開閉

出入り口・階段ドアを確実に閉めること

窓のこまめな開閉

10-10 エネルギー診断結果

10-10-1 受配電設備

単線結線図と配電ネットワークを図 10-7 と 10-8 に示す。

(1) 変圧器の需要率 (最大使用量/能力 * 100%)

Table 10-11 Demand of Ratio of Transtonners

(Maximum Electricity / Facility's Capacity × 100)

Name of Transformers	Capacity MVA	Max. EL MVA	Demand Ratio %
T11-1	15	6.3	42.0
T11-2	15	5.4	36.0
T3-1(TX-1)	5	1.737	34.7
T3-2(TX-2)	5	4.018	80.4*
T1	2	1.736	86.8*
T3	2	1.768	88.8*
UC-T4(Ring Feeder 2B)	1.5	1.535	102.3*
UC-T3	1.5		
UC-T2	2		
UC-T1	2	3.148	157.4*

電気の需要率は効率上 60%前後に維持されるべきであるが、上記 T3-2, T1, T3, UC-T1 は、80%以上で非効率となっている。

(2) 電力バランス

昼間 No.1 システムのリングフィーダー 2B と Nationwide Plaza はかなり多くの電気を消費している No.2 システムのリングフィーダー 1A も同様である。

冷凍器 No.1/3/5 の電気は夜間のみ使用されている。その結果、No.1 システムの負荷が No.2 システムより大きくなっている。

(3) 受電電圧

受電電圧は常に 33kV を超えている。

測定期間中における最大値は 34.35 kV (104.1 %) で夜間に記録している。

受電電圧が高いと下流側の電圧も高くなり以下の影響がある。

抵抗負荷（蛍光灯）とか回転負荷（モーター）の消費電力増加
蛍光灯（例）の寿命低下

(4) 周波数

電気周波数の安定性は供給側条件に大きく依存する。

周波数偏差は記録期間中、許容範囲である 49.5 と 50.5 V に収まっているが、ときおり 49 から 51 V を示している。

電気周波数の増減は回転機器の電力損失（効率低下）に繋がる。

(5) 電力消費

昼夜の電力消費差は次の通り、

No.1 システム: 3.2/5.5 kWh=58%

No.2 システム: 1/2.5 kWh=40%

(6) 力率

No.1 受電は力率が 0.85 を超えているので問題無い。

No.2 受電は力率が 0.5 から 0.6 で低すぎる。

10-10-2 空調システム

(1) 冷凍器

以下に冷凍器周りのエネルギーバランスの要約を示す。

a) 冷凍器数: 5

b) 冷凍能力:

空調利用	1000RT/unit (高温モード)
製氷	700RT/unit (低温モード)

(消費電力: 1,000kW/Unit)

c) 昼間運転(14 hours):

空調運転 $1,000\text{RT/Hours} \times 10\text{Hours} = 10,000\text{RT}$

貯蔵氷利用 $4 \times 700\text{RT} \times 10\text{Hours} = 28,000\text{RT}$

合計 38,000 RT/day が必要となる。

d) 製氷運転 (10 hours):

$4 \times 700\text{RT} \times 10\text{Hours} = 28,000\text{RT}$

氷タンク能力: 約 5,000 から 6,000 ($\times 5 = 25,000$ to 30,000)

(2) 再冷塔

冷凍システムには再冷塔が6基ある。最適エネルギー管理を計るため運転モードにより運転基数を変更する。

再冷塔の外観から見る限り運転・メンテナンス上の問題はない。

10-10-3 照明設備と室内（建物内）環境

Table 10-12 Illumination Industry (Lx)

	平均	最大	最小
1階	518	2168	129
2階	368	1580	89
3階	496	1081	89

Table 10-13 Room Temperature (°C)

	平均	最大	最小
1階	21.7	26	18
2階	21.4	23	19
3階	22.5	24	19

- 大部分の区域での風速は0.5m/s以下であり、問題はない。
- 平均照度が高めであり、照度を下げることによる省エネルギー効果が大きい。
- 区域により照度は大きく異なる。
- 室温はかなり低めである。
- 区域による温度にもかなりの差がある。
- 表と裏の出入口が常時開放されており大きな熱ロスとなっている。

10-11 ショッピングセンターにおける総エネルギーバランス

Table 10-14 Total Energy Balance of the Shopping Complex

Kind of Energy	Utilization	Energy Consumption		Lake Side Building	
		Basic Unit	kcal / h*10 ³	Basic Unit	kcal / h*10 ³
Electricity	Chiller	4700 kwh/h	10575	490 kwh/h	1100
	Lighting	1870 kwh/h	4207	520 kwh/h	1170
	Lifts	300 kwh/h	675		
	Others	200 kwh/h	450		
LPG	Cooking	2.86 m ³ /h	68	3.01 m ³ /h	71
City Water	Kitchens / Toilets	12.23 m ³ /h	-	6.84 m ³ /h	-
Total			15907		

エネルギー換算率 : (EL) 2250 kcal / kWh, (LPG) 23,640 kcal / Nm³

エネルギー消費パターンと最大負荷 :

ピーク時消費 : 70%
 オフピーク時消費 : 30%
 最大負荷 : 9380 kW

a) 再冷塔からの熱損失

再冷水量: 24,700 Ton/Day
 温度差: 3.78°C
 放出熱量: 93,300 × 10³ kcal/Day

b) ショッピングセンターの総床面積: 191,751 m²

c) 単位面積あたりのエネルギー消費量: 1,990 kcal / m²/Day
 717 × 10³ kcal / m²/Year

日本のエネルギー消費レベルに比べ、このショッピングセンターのエネルギー消費率は高い、これは氷貯蔵システムによるものと考えられる。(1996年日本のデパート・スーパーマーケット平均値 : 345 × 10³ kcal / m²/Year)

図 10-39 にショッピングセンターのエネルギーフローを図示する。

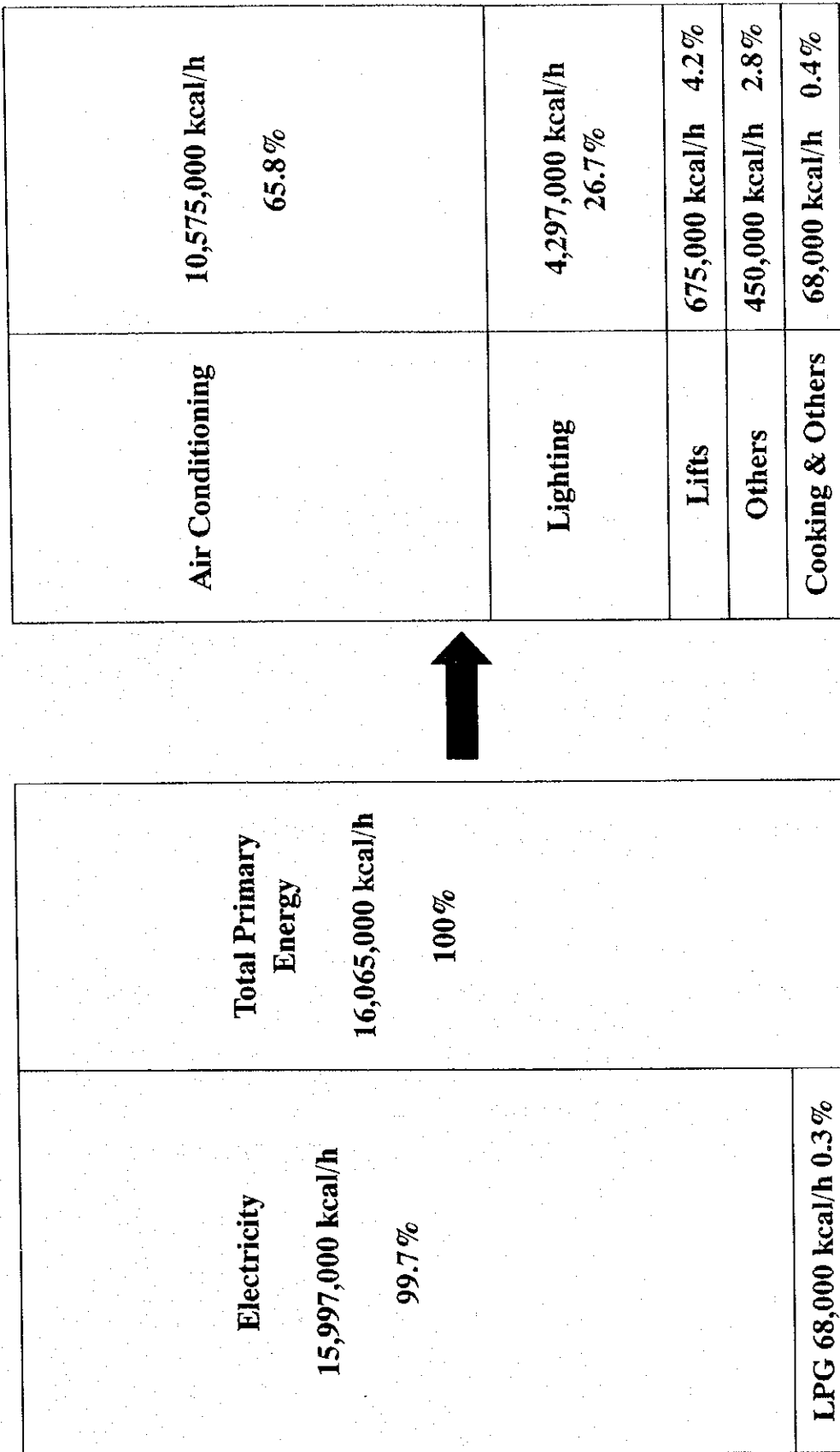


Figure 10-39 Energy Flow of Shopping Complex

10-12 省エネルギー対策

10-12-1 電気受配電設備における改良

(1) 変圧器の需要率

それぞれの変圧器への電力負荷を最大値 80%以下に維持することを薦める。

(2) 電力バランス

変圧器能力には余裕があるので、負荷のアンバランスがあっても大きな問題はない。しかしながら将来更に負荷が増加する場合は、変圧器の効率とともに電力バランスを最適化するような検討が必要である。

(3) 受電電圧

タップ調整または自動電圧コントローラーの採用が望ましい。

(4) 周波数

日本でも周波数偏差に対する許容規制はない。しかしながら、日本の供給者は周波数を 49.8 と 50.2 Hz の間に保つようになっている。(50 Hz 地域) 対策としては、運転条件を常時監視することを薦める。

(5) 電力消費

製氷設備を改良すること等により、70%程度にすることを薦める。

(6) 力率

低力率 (0.5 から 0.6) を解決するには、以下の対策をとることを薦める。

- a) 運転方法改良 (製氷設備を含む)が必要である。力率から判断して、冷凍器 TX-1 系列は、稼働率が低いことが理由である。
- b) リングフィーダー No.1A を除き力率が 0.6 と低すぎる。各相の不均衡電流を検討し、接続負荷を調整することを薦める。
- c) 力率改善のためコンデンサー能力の見直しと自動力率調整の検討を薦める。

10-12-2 冷房システムの改良

(1) 冷凍器

運転モードを改良することにより更なる省エネルギーが期待できる。

現状運転モード: 1系列運転 / 昼間、 4系列 / 夜間

改良運転モード: 0系列運転 / 昼間、 5系列 / 夜間

(No Chiller Operation 昼間)

この改良により最大需要チャージの低減と昼夜の電力価格差を最大限に利用を計ることができる。

しかしながら、夜間5基運転を実施しても十分な熱(冷熱)を供給することはできない。また氷貯蔵タンクの増設も必要である。

製氷能力:

$$700 \times 5 \text{ units} \times 10 \text{ Hours} = 35,000$$

必要な冷凍器増強(または、省エネルギー)規模 3,000 RT

氷タンク増設必要能力: 10,000 RT

結論的には既存の予備タンクを最大限に利用したタンク増設を薦める。

この場合、採用技術として省エネルギー型新技術の採用を薦める。たとえば、日本においてかなりの実績あるプラスチックボール技術(潜熱利用貯槽)がある。

モーターの電気消費低減には水量可変システム(VWV)が効果的である。

マレーシアでは天然ガスの利用が広がってきているが、将来このショッピングセンターの拡張が現実的になったなら、天然ガスを利用することをコージェネレーション、吸収式冷凍器等とともに検討すべきである。

この冷凍器は冷媒としてエチレングリコールを使っている。エチレングリコールの濃度は28%(35%が最大限界濃度)である。エチレングリコールの濃度を増加させると溶解点も低下し温度差が広がる。したがって、冷凍器能力を増加させることが出来る。

(2) 空調設備

空調設備のメンテナンス強化を強く要望する。特にダクトの洩れ、フィルター洗浄、閉塞物の除去。このようなメンテナンスの徹底により、システム全体の差圧を低減することができ、空気量コントロールを採用すれば、電力削減につながる。

Bandar Utama City Corporation と JUSCO は、エネルギー供給者と利用者の関係にある

が総合的省エネルギーを進めるには、両者の協力が不可欠である。

(3) 他の設備

建物本体は極めて新しく、しかも建物内外の空気洩れ等がない近代的設備である。しかしながら、以下の点を考慮すればさらに省エネルギーが計れるであろう。

ブラインド・カーテンの取り付け (特に管理部門区域)

熱線吸収フィルムの採用による窓ガラスの改良

壁のスリット修理と天候変化対応ストリップの付替え

10-12-3 照明システムと室内環境の改良

a) 各店舗の照度は比較的高いので、共通部分の照度を減少させることにより店舗内部を一層目立たせることが出来る。

b) 照度の平準化には、次のような対策が考えられる。

1 個スイッチがカバーする照明数を減少させること。

建物外からの光利用 (太陽光)

自動オン・オフスイッチの採用

照度調整

c) 空調設備の空気量を減少させ平均温度を高くすることにより省エネルギーに繋げる。さらに、空調設備に熱負荷変動に対応するインバーターを採用することにより省エネルギーが計れる。

空気量可変システム(VAV)も検討の価値がある。

d) 温度センサーをクリティカルな場所に設置することにより省エネルギー効果が計れる。

e) 表・裏出入口は常時開放であり、熱ロスが大きく密閉型にすべきである。

10-13 省エネルギー対策技術の選定

10-13-1 受配電設備関連技術

(1) 変圧器の需要率改善技術

各種電気器具のなかでも、変圧器は効率が高いとされているがそれでも損失がある。変圧器の損失には無負荷損失（鉄損失）と負荷損失（銅損失）の2種類がある。損失を減らすには、低損失材料を使用することと、変圧器の利用最適化が重要である。後者の主な対策は、変圧器能力の最適化、高効率運転(60 - 80%)及び不要変圧器の停止である。

この設備では、以下の対策を薦める。

T3-1/T3-2:	負荷配分の変更
T1/T3, UCT1, UCT1:	新変圧器の設置

(2) 電力バランス

このショッピングセンターは最新の冷凍システムを設置しているが、氷蓄熱システムの特徴を完全に生かしきった設計がされていない。というのは、昼間まだ冷凍器1基運転しなければならないことである。昼間無冷凍器運転を採用することにより電力バランスはより平準化されよう。

(3) 受電電圧

変圧器のタップ調整の改善幅は小さいが、無投資で出来る。自動電圧調整装置の採用は大きな改善を計る場合に対応する技術である。

(4) 力率

測定データから判断してショッピングセンターに設置されている自動力率調整装置がうまく作動していないと考えられる。(TX-1、リングフィーダー)

冷凍器の運転方法変更により力率も改善されよう。

10-13-2 空調システム

(1) 冷凍器

Stockage par Chaleur Latente システム(STL)の採用を薦める。STL を図 10-40 に図示する。

- a) このシステムの特徴は水（氷）蓄熱システムに比較して熱容量が大きいことである。
- b) これは、冷凍システムの経済的運転に寄与し、さらに既存の設備に比較してタンク用地がすくなくすむ。
- c) 既存タンクの利用も新設も可能である。
- d) 新設の場合、縦形、横形、パネル型のいずれも採用可能である。
- e) 蓄熱剤としては、 NaCl 、 NH_4Cl 、 KCl 、 NaCO_3 等の水溶液がある。（冷熱用）
- f) 蓄熱および放熱時、熱媒(水)はボールの外側を循環し、プラスチック層を通して、蓄熱剤と熱交換する。

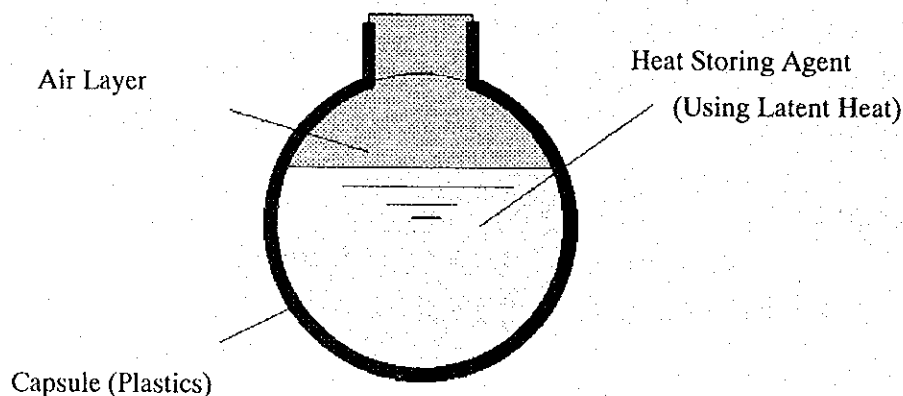


Figure 10-40 Stockage par Chaleur Latente

(2) 空調設備

このショッピングセンターでは、冷却された空気が大量に建物出入口から逃げている。建物の密閉性を向上させることにより、循環空気を冷熱として利用することが可能となる。

10-13-3 照明設備と室内環境

(1) 照明

Table 10-15 Lighting Source and Efficiency

	Lamp Efficiency (lm/W)	Total Efficiency (lm/W)	Heat Generated (kcal/h/1000lm)	Average Life (hours)
Incandescent Bulb	15	15	57	1,000
Halogen Bulb	21	21	41	2,000
Fluorescence Lighting(40W)	81	65	13	10,000
Fluorescence Lighting(100W)	86	79	11	10,000
High Pressure Mercury Lamp	55	52	17	12,000
Metal Halide Lamp	76	72	12	9,000
High Pressure Sodium Lamp	119	108	8	12,000

高効率電球の採用が好ましい。表 10-15 から高圧ナトリウム電球は白熱灯の2倍の効率である。

(2) 空調

Table 10-16 Door Characteristics by Type Difference

Type of Door	Position	Area (m ²)(A)	Flow Factor (α)	$A \times \alpha$ (m ²)
1. Single Layer Door	Close	0.100	0.7	0.070
	Open	4	0.5	2.000
2. Double Layer Door	Close/Close	Two single layer doors are connected in series.		0.049
	Open/Close	Ditto		0.070
3. Rotating Door (Air Tight Structure)	Close			0.016
	Open	0.03	0.7	0.021

表 10-16 は3種類のドアの気密性比較を示す。(面積(A)×フローファクター(α))によって空気漏れの度合を示しているが、それによると回転ドアが3種類のドアの中で最も優れているといえる。しかし、気密構造を持たない場合には回転ドアでも効果は少ない。

10-14 省エネルギーポテンシャル

以下にエネルギーポテンシャル算出結果を示す。

a) 受電変圧器の停止:	20 kW
b) 照度低下:	24 kW
c) 建物内温度上昇 2℃: 冷凍器の電力 20%低減	940 kW
d) 出入り口からの熱ロス低減: 80% 低減 (452,000 kcal/h)	75 kW
e) オフピーク時の電力利用:	940 kW -100 kW

低減電力:	$20+24+940+75-100= 959$ kW	(23,000 kW /D)
夜間電力利用:	940 kW	(22,560 kW /D)
現在の電力使用量:	7,070 kW	(169,700 kW /D)
低減率:	13.5%	
転換率:	13.3%	

これらの比率は極めて高いと言え、さらに経済性を確認するための検討が必要である。

10-15 省エネルギー対策のコスト

以下にエネルギー効率向上対策の費用を示す。

(1) 受電変圧器の停止

T-11-1 変圧器は、負荷が小さいため停止出来る。したがって、T-11-2 変圧器のみの運転となる。手動停止操作が可能である。

費用：零

(2) 照度低減

a) 不必要な照明の消灯：100W * 100 (10 kW) 費用：零

b) 白色灯 (100W) を蛍光灯 (60W) に変更：40W * 100 (4 kW)

蛍光灯の寿命は白色灯の 10 倍あり、コスト差は無視できる。

白色灯 (100W)、300 円/個

蛍光灯 (60W)、1,440 円/個

費用：零

c) 照度による自動点灯・消灯システム：100W * 100 (10kW)

材料費、166,000 円、改造費：100,000 円

費用：266,000 円

(3) 建物内温度 2°C 上昇

費用：零

(4) 出入り口からの熱ロス対策

80%の熱ロス低減

a) エアーカーテン

費用：126,000 円

b) 回転ドア

費用：8,000,000 円

(5) オフピーク時の電力利用

a) 氷貯蔵：68,000,000 円

b) 冷媒・冷水熱交換器、冷媒タンク、ポンプ：10,000,000 円

c) 計器：8,000,000 円

d) 配管：21,200,000 円

費用：107,200,000 円

10-16 省エネルギー対策の便益

本節では、省エネルギーポテンシャルを推算した5つの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。

10-16-1 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。バンドルウタマ・ショッピングセンター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のようになる。

- 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

10-16-2 対策の便益

(1) 受電トランスの停止

この対策の便益は下の表 10-17 に示す計算によって 36,770 RM/year と推算される。

Table 10-17 Estimation of Benefit from the “Stoppage of Incoming Transformer” Measure

No.	Item	Estimated Value	Remarks
Electricity Saving			
①	Effectiveness	20 kW	
②	Electricity saving at peak time	102,200 kWh/year	① x 14 h/d x 365 d/y
③	Electricity saving at off-peak time	73,000 kWh/year	① x 10 h/d x 365 d/y
④	Saving in max. demand	20 kW/month	①
Saving in Electricity Bill			
⑤	Electricity saving at peak time	21,258 RM/year	② x 0.208 RM/kWh
⑥	Electricity saving at off-peak time	9,344 RM/year	③ x 0.128 RM/kWh
⑦	Saving in max. demand charge	6,168 RM/year	④ x 25.7 RM/kW/m x 12 m/y
⑧	Saving in Electricity Bill	36,770 RM/year	⑤ + ⑥ + ⑦

(2) 照度の低下

この対策の効果は営業時間内の 12 時間に集中するものと仮定し、便益は下の表 10-18 に示す計算によって 58,533 RM/year と推算される。

Table 10-18 Estimation of Benefit from the “Decreasing the Illumination Intensity” Measure

No.	Item	Estimated Value	Remarks
Electricity Saving			
①	Effectiveness	24 kW	
②	Electricity saving at peak time	210,240 kWh/year	① x 24 h/d x 365 d/y
③	Electricity saving at off-peak time	none	
④	Saving in max. demand	48 kW/month	① x 24 / 12
Saving in Electricity Bill			
⑤	Electricity saving at peak time	43,730 RM/year	② x 0.208 RM/kWh
⑥	Electricity saving at off-peak time	0 RM/year	③ x 0.128 RM/kWh
⑦	Saving in max. demand charge	14,803 RM/year	④ x 25.7 RM/kW/m x 12 m/y
⑧	Saving in Electricity Bill	58,533 RM/year	⑤ + ⑥ + ⑦

(3) 建物内の温度を 2℃ 上昇

**Table 10-19 Estimation of Benefit by the Measure
“Decreasing the Temperature of Building Area by 2℃”**

No.	Item	Estimated Value	Remarks
Electricity Saving			
①	Effectiveness	940 kW	
②	Electricity saving at peak time	8,234,400 kWh/year	① x 24 h/d x 365 d/y
③	Electricity saving at off-peak time	-	
④	Saving in max. demand	1,611 kW/month	① x 24 / 14
Saving in Electricity Bill			
⑤	Electricity saving at peak time	1,712,755 RM/year	② x 0.208 RM/kWh
⑥	Electricity saving at off-peak time	0 RM/year	③ x 0.128 RM/kWh
⑦	Saving in max. demand charge	496,965 RM/year	④ x 25.7 RM/kW/m x 12 m/y
⑧	Saving in Electricity Bill	2,209,720 RM/year	⑤ + ⑥ + ⑦

この対策による便益は 2,209,720 RM/year と推算され、これはバンダルウタマ・ショッピングセンターに対して勧めている対策の中で最も大きなものとなっている。これは、効果がピーク時間帯の 14 時間に集中するものと仮定し、表 10-19 に示すように推算されたものである。

(4) 出入口からの熱損失防止

この対策による効果は営業時間内の 12 時間に集中するものと仮定し、便益は表 10-20 に示すような計算によって 182,916 RM/year と推算される。

**Table 10-20 Estimation of Benefit from the
“Prevention of Heat Loss From Entrances” Measure**

No.	Item	Estimated Value	Remarks
Electricity Saving			
①	Effectiveness	75 kW	
②	Electricity saving at peak time	657,000 kWh/year	① x 24 h/d x 365 d/y
③	Electricity saving at off-peak time	none	
④	Saving in max. demand	150 kW/month	① x 24 / 12
Saving in Electricity Bill			
⑤	Electricity saving at peak time	136,656 RM/year	② x 0.208 RM/kWh
⑥	Electricity saving at off-peak time	0 RM/year	③ x 0.128 RM/kWh
⑦	Saving in max. demand charge	46,260 RM/year	④ x 25.7 RM/kW/m x 12 m/y
⑧	Saving in Electricity Bill	182,916 RM/year	⑤ + ⑥ + ⑦

(5) オフピーク電力の利用

836,520 RM/year の便益がこの対策から生まれることが、表 10-21 に示す計算から推算される。この対策では安価な電力を使用するためピーク時電力需要がオフピーク時間帯にシフトされる。

Table 10-21 Estimation of Benefit from the “Utilization of Off-peak Electricity” Measure

No.	Item	Estimated Value	Remarks
Electricity Saving			
①	Effectiveness	940 kW	
②	Electricity saving at peak time	8,234,400 kWh/year	① x 24 h/d x 365 d/y
③	Electricity saving at off-peak time	-9,110,400 kWh/year	-(① + 100) x 24 h/d x 365 d/y
④	Saving in max. demand	940 kW/month	①
Saving in Electricity Bill			
⑤	Electricity saving at peak time	1,712,755 RM/year	② x 0.208 RM/kWh
⑥	Electricity saving at off-peak time	-1,166,131 RM/year	③ x 0.128 RM/kWh
⑦	Saving in max. demand charge	289,896 RM/year	④ x 25.7 RM/kW/m x 12 m/y
⑧	Saving in Electricity Bill	836,520 RM/year	⑤ + ⑥ + ⑦

10-17 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。

- 照度の低下
- 出入口からの熱損失防止
- オフピーク電力の利用

この他に便益を生むことが期待される「受電トランスの停止」及び「建物内の温度を2℃上昇」については、費用を必要としないため財務分析の対象からは除外される。

10-17-1 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。

10-17-2 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 10-21 にマレーシア・ドルで表示された投資額（10-15 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。

Table 10-22 Fixed Investment for Measures

Measures	Fixed Investment, RM
Decreasing the illumination intensity	8,566
Prevention of heat loss from entrances	261,685
Utilization of off-peak electricity	3,452,203

10-17-3 財務分析の結果

表 10-23 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 10-24 から 10-26 に 3 つの対策のキャッシュ・フロー表を示す。

Table 10-23 Results of Financial Evaluation

Measures	FIRROI before tax	FIRROI after tax	Payback Period
Decreasing the illumination intensity	683.3%	446.8%	0.2 years
Prevention of heat loss from entrances	69.9%	47.9%	2.1 years
Utilization of off-peak electricity	23.2%	16.4%	5.4 years

Table 10-24 Cash Flow Table (Measure: Decreasing the Illumination Intensity)

Year	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Less: Fixed investment	8,566															
Plus: Reduction in operating cost	0	58,533	58,533	58,533	58,533	58,533	58,533	58,533	58,533	58,533	58,533	58,533	58,533	58,533	58,533	58,533
Less: Corporate tax increased	0	20,262	20,262	20,262	20,262	20,262	20,262	20,262	20,262	20,262	20,262	20,262	20,262	20,262	20,262	20,487
Incremental Cash Flow (before Tax)	-8,566	58,533	58,533	58,533	58,533	58,533	58,533	58,533	58,533	58,533	58,533	58,533	58,533	58,533	58,533	58,533
Incremental Cash Flow (After Tax)	-8,566	38,271	38,271	38,271	38,271	38,271	38,271	38,271	38,271	38,271	38,271	38,271	38,271	38,271	38,121	38,047
Cumulative net cash flow	-8,566	29,705	67,977	106,248	144,519	182,791	221,062	259,334	297,605	335,876	374,148	412,419	450,691	488,962	527,083	565,130
Depreciation		642	642	642	642	642	642	642	642	642	642	642	642	642	214	0

Unit: RM

Table 10-25 Cash Flow Table (Measure: Prevention of Heat Loss from Entrances)

Year	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Less: Fixed investment	261,685															
Plus: Reduction in operating cost	0	182,916	182,916	182,916	182,916	182,916	182,916	182,916	182,916	182,916	182,916	182,916	182,916	182,916	182,916	182,916
Less: Corporate tax increased	0	57,151	57,151	57,151	57,151	57,151	57,151	57,151	57,151	57,151	57,151	57,151	57,151	57,151	57,151	64,021
Incremental Cash Flow (before Tax)	-261,685	182,916	182,916	182,916	182,916	182,916	182,916	182,916	182,916	182,916	182,916	182,916	182,916	182,916	182,916	182,916
Incremental Cash Flow (After Tax)	-261,685	125,765	125,765	125,765	125,765	125,765	125,765	125,765	125,765	125,765	125,765	125,765	125,765	125,765	121,185	118,895
Cumulative net cash flow	-261,685	-135,920	-10,155	115,609	241,374	367,138	492,903	618,668	744,432	870,197	995,962	1,121,726	1,247,491	1,373,255	1,494,441	1,613,336
Depreciation		19,626	19,626	19,626	19,626	19,626	19,626	19,626	19,626	19,626	19,626	19,626	19,626	19,626	6,542	0

Unit: RM

Table 10-26 Cash Flow Table (Measure: Utilization of Off-peak Electricity)

Year	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Less: Fixed investment	3,452,203															
Plus: Reduction in operating cost	0	836,520	836,520	836,520	836,520	836,520	836,520	836,520	836,520	836,520	836,520	836,520	836,520	836,520	836,520	836,520
Less: Corporate tax increased	0	202,162	202,162	202,162	202,162	202,162	202,162	202,162	202,162	202,162	202,162	202,162	202,162	202,162	202,162	202,162
Incremental Cash Flow (before Tax)	-3,452,203	836,520	836,520	836,520	836,520	836,520	836,520	836,520	836,520	836,520	836,520	836,520	836,520	836,520	836,520	836,520
Incremental Cash Flow (After Tax)	-3,452,203	634,358	634,358	634,358	634,358	634,358	634,358	634,358	634,358	634,358	634,358	634,358	634,358	634,358	634,358	634,358
Cumulative net cash flow	-3,452,203	-2,817,845	-2,183,487	-1,549,128	-914,770	-280,412	353,947	988,305	1,622,663	2,257,022	2,891,380	3,525,738	4,160,097	4,794,455	5,368,400	5,912,138
Depreciation		258,915	258,915	258,915	258,915	258,915	258,915	258,915	258,915	258,915	258,915	258,915	258,915	258,915	86,305	0

Unit: RM

10-17-4 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。3 つの対策すべてについて FIRROI はこの資本の機会費用を超える。また、回収期間は「照度の低下」と「出入口からの熱損失防止」の 2 つの対策については好ましく、残りの「オフピーク電力の利用」は妥当なものと言える。このことから、検討した 3 つの対策は、本調査で設定した条件においては財務的にフィージブルであると考えられる。

10-18 省エネルギーのための提言

バンドルウタマ・ショッピングセンターのエネルギー診断および引き続き行われた検討に基づき、以下の様な省エネルギー対策を提言する。

(1) 投資が必要な対策

- (a) 照度によって作動する自動オン・オフ・スイッチを設置し、白熱球を蛍光灯へ交換し、さらに不要な照明を消すことを提言する。この対策は財務分析の結果により財務的にフィージブルと考えられる。
- (b) 回転ドアおよびエアカーテンを取り付けることによって出入口からの熱損失を防止することを提言する。この対策の投資は財務的にフィージブルであると考えられる。
- (c) 現在の氷蓄熱システムを拡張することによってオフピーク電力をさらに利用することを提言する。この投資も財務的にフィージブルであると言える。

(2) 投資を必要としない対策

- (a) 受電トランス T-11-1 を停止することを提言する。この対策により投資なしで年間 37,000 リンギットの電気代が削減できると期待される。
- (b) 建物内の温度を 2℃ 上げることを提言する。この対策によって年間 220 万リンギットの電気代節減が期待される。この便益は提言する対策において最大のものである。

(3) その他の提言

その他の対策を表 10-27 に纏める。

Table 10-27 Other Recommendations

Category	Recommendations
Architectural Structure	(a) To install blinds and curtains on windows to shelter rooms from sunshine
	(b) To renovate glass windows by adopting thermic ray absorption film
	(c) To repair slits and to replace weather strips on the walls
Renovation and Expansion of Air-conditioning	(a) To install an overall air heat exchanger in future when the number of customers increases
	(b) To make a study on the co-generation system if LPG becomes available as a heat source in future
	(c) To install an additional Variable Air Volume (VAV) system
	(d) To adjust the room pressure to prevent excess draft
Operation, Maintenance, Management, Living Style and Others	(a) To reduce suction air volume from entrances
	(b) To adjust suction air volume by installation of carbon dioxide detectors
	(c) To establish rules of air-conditioning system operation between Bandar Utama City Corporation and JASCO before introducing automatic control system for the air-conditioning system
	(d) To inspect and repair air leakage from the ducts
	(e) To clean coils and filters of air-conditioners
	(f) To clean condensers and evaporators of chillers
	(g) To reinforce the monitoring system by increasing the number of measuring equipment pieces
	(h) To clean lighting appliances and exchange aged lamps
	(i) To increase lighting efficiency by cleaning the inner surfaces of rooms
	(j) To extinguish lights around windows
	(k) To regularly open/close blinds
	(l) To regularly close front & stairwell doors
	(m) To frequently open/close windows

第11章 病院

11-1 病院の特色

本病院は、1969年に設立された。T字型をした9階建て建物の中に入院患者用ベッド(800)が収容されており、1階部分には外来患者棟及び処置・診断室を擁している。病院はNegeri Sembilan州に設置された国立の総合病院である。この病院と同じ設計仕様のものでマレーシア国内数カ所があり、国の代表的な病院のひとつと言えよう。この病院には、電力、燃料油、冷水、温水及び蒸気といった民生部門としてのほとんど全てのエネルギー使用形態がある。従って調査団は、代表的なほとんどすべてのエネルギー消費に関するエネルギー診断を実施した。

本病院におけるエネルギー診断の実施には、先ず測定、その次にエネルギー収支の算出が必要となる。本章では、エネルギー診断の結果、結果の評価及びエネルギー効率改善策の提案等について述べる。

11-1-1 病院の概要

- | | |
|------------------|--|
| 1. 名称: | Hospital Seremban (セレンバン病院) |
| 2. 住所: | Jalan Dr. Muthu, off Jalan Rasah, 70300 Seremban, Negeri Sembilan
Telephone: 06-723333, Facsimile: 06-7625771 |
| 3. 病院長: | Dr. T. Mahadevan |
| 病院管理者: | Dr. K. Gunapusanam (副院長) |
| エネルギー管理者: | Tongkah Medivest Sdn. Bhd. Service Center, Hospital Seremban (民営化企業) |
| 4. 病院の経営形態: | 公立 (連邦政府所有) |
| 5. 年間経費: | 6千万リンギット/年 |
| 6. 組織図: | 図11-1に示す。 |
| 7. 従業員数: | 1,700 (診療、非診療、支援サービス部門を含む専任者の合計)
医師: 172, 看護婦: 597 |
| 8. エネルギー関連管理要員数: | 保守技術者: 4, 保守作業員: 88 |
| 9. 全敷地面積, ha: | 85 (新病院: 26, 旧病院: 59) |

10. 全床面積, ha: 4 (新病院: T字型9階建ての入院患者用ビル、外来患者用および処置・検査地区含む1階建ての張出し建物全体)
11. ベッド数: 800
12. 病院の配置: 図 11-2, 11-3 および 11-4 (東地区: 新病院) に示す。
13. 主要業務: 診療: 14 科、医療・診療トレーニング: 12 コース、支援サービス: 11 項目
14. 年間業務量の推移: 表 11-1, 11-2, 11-3 および 11-4 に示す。
15. 設立年度: 1969 (新病院)
16. 病院部門における地位: マレーシア国内には本病院と同一の設計により建設された病院が4-5箇所存在する。
17. 財務経済情報: 入手できず。

11-1-2 業務およびエネルギー消費

1. 主要業務の能力: 病院の場合に、主要業務の能力を定義するのは困難である。
(ベッド数を表 11-1 および 11-4 に示す)
- 1) 外来患者サービス
外来患者サービスは、週6日で1日のサービス時間は次のとおりである。
- | | |
|--------|--------------------|
| 月 - 金: | 8:00 AM - 4:15 PM |
| 土: | 8:00 AM - 12:45 PM |
| 日: | 休日 |
- 2) 緊急サービス
緊急サービス体制は次のとおりである。
年間サービス日数、 days: 365、 1日のサービス時間、 hours: 24
2. 患者数の推移: 表 11-1, 11-2, 11-3 および 11-4 に示す。
3. 使用燃料:
- | | |
|---------|-----------------------------|
| 軽質油: | 縦型煙管ボイラー用燃料 (3 基) |
| ディーゼル油: | 緊急用発電機用燃料 (2 基) および
焼却炉用 |
4. 月間エネルギー消費量 (1997 年):
- | | | |
|-----------------|--------|---------|
| 軽質油、kl/月、 RM/月: | 85.7, | 30,000 |
| 電力、MWh/月、 RM/月: | 571.4, | 120,000 |

5. 主要エネルギー消費設備の概要:表 11-5 に示す。

1) ボイラー

2) 冷凍機

6. 受電設備:

1) 受電電圧、kV: 11

2) 現状の需要量、kW: 1,000

3) 現状の力率、%: 85

4) 緊急用発電機

kVA: 750 & 819 (定常時需要量の 50%)

7. 蒸気および電力の用途先:

1) 蒸気: キッチンおよびランドリー、温水器、所内温水器
ベッド洗浄機、ステライザー、調湿機および空調機再熱コイル

2) 電力: 空調用電力、照明用その他すべての電力は変電所経由 TNB から受入れ

8. エネルギー管理

民営化された支援サービス会社 (名称: Tongkah Medivest Sdn. Bhd.) が、本病院のエネルギーと保守管理を担当している。

病院コンプレックスの本体は 1969 年に建設され、その後いくつかのエネルギー消費設備 (冷凍設備等) は改善されている。

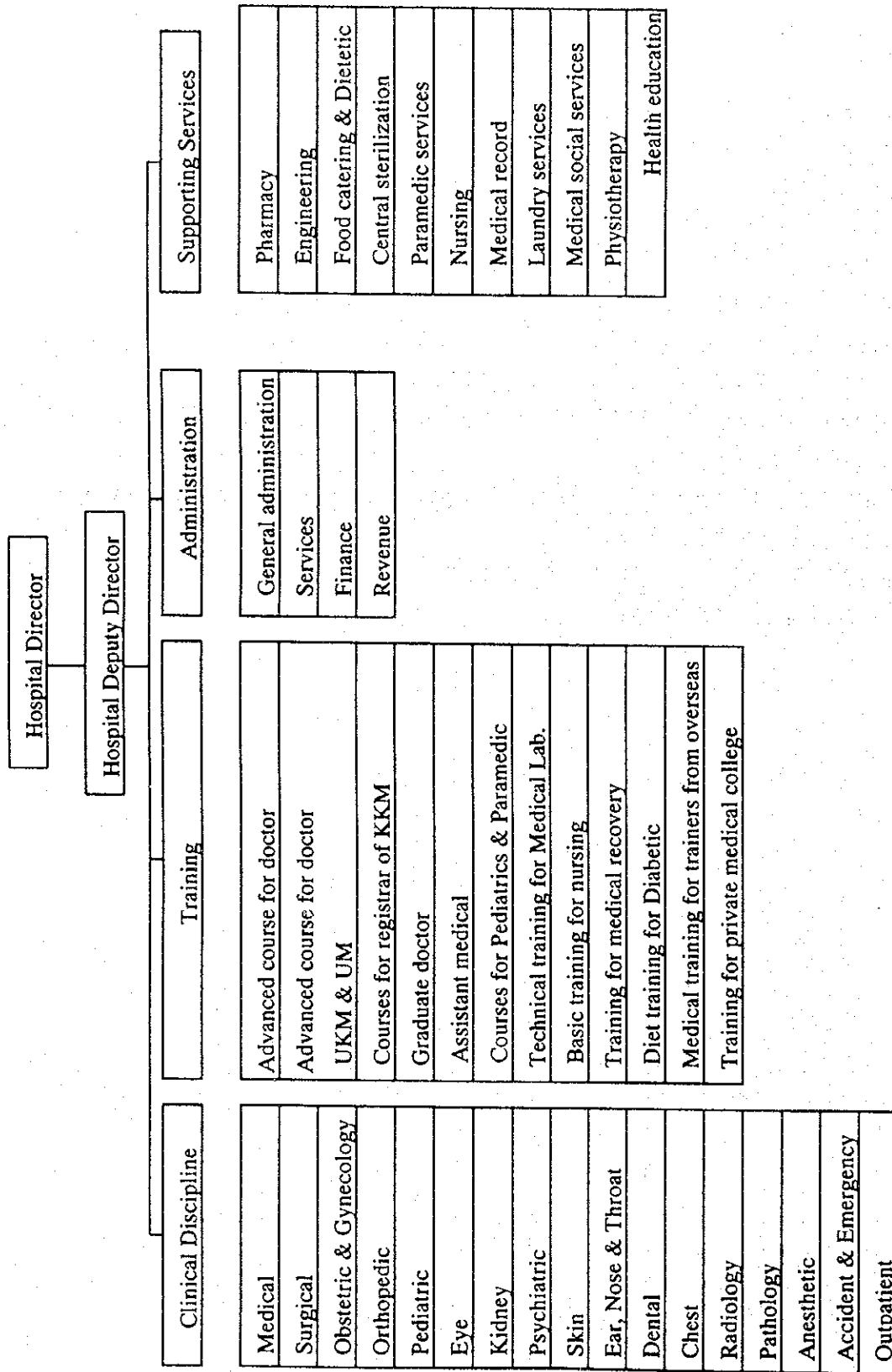
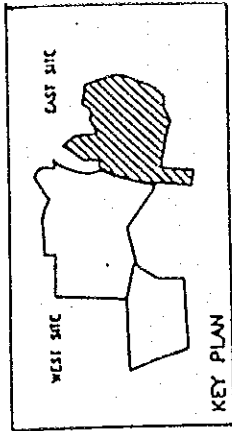






Figure 11-1 Hospital Organization Chart



LEGEND :

	1 - 20	1971 - 1990
	21 - 40	1951 - 1970
	41 - 60	1931 - 1950
	OVER 60	BEFORE 1930

LIST OF BUILDINGS

1. OUTPATIENT
2. RADIOLOGY
3. CASUALTY/DIAGNOSTIC/ADJUV.
4. DIAGNOSTIC/TREATMENT/WARD
5. DIAGNOSTIC/TREATMENT/SPECIALIST CL
6. WARDS/ADJUV.
7. WATER TANK-FIRE PROTECTION
- 7A. INFLAMMABLE STORE
8. SERVICES BLOCK/MORTUARY
9. ENGINEERING DEPT.
10. AMBULANCE GARAGE
11. MOTORCYCLE SHED
12. BUS STAND
- 13-15. MEDICAL ASSISTANTS' TRAINING (MAY.) HOSTEL
16. STAFF QUARTERS
17. ASSISTANT NURSES' HOSTEL
18. MEDICAL/GEN. STORE
- 19-20. STAFF NURSES' HOSTEL
21. HOUSEMAID'S QUARTERS
22. SEWERAGE TREATMENT
- 23-27. STAFF QUARTERS
28. MAM. HOSTEL
- 29-31. STAFF QUARTERS

MINISTRY OF HEALTH
MALAYSIA

MASTERPLAN - 7 HOSPITALS
GENERAL HOSPITAL SEREMBAN

AGE OF BUILDING

FIGURE 6/1

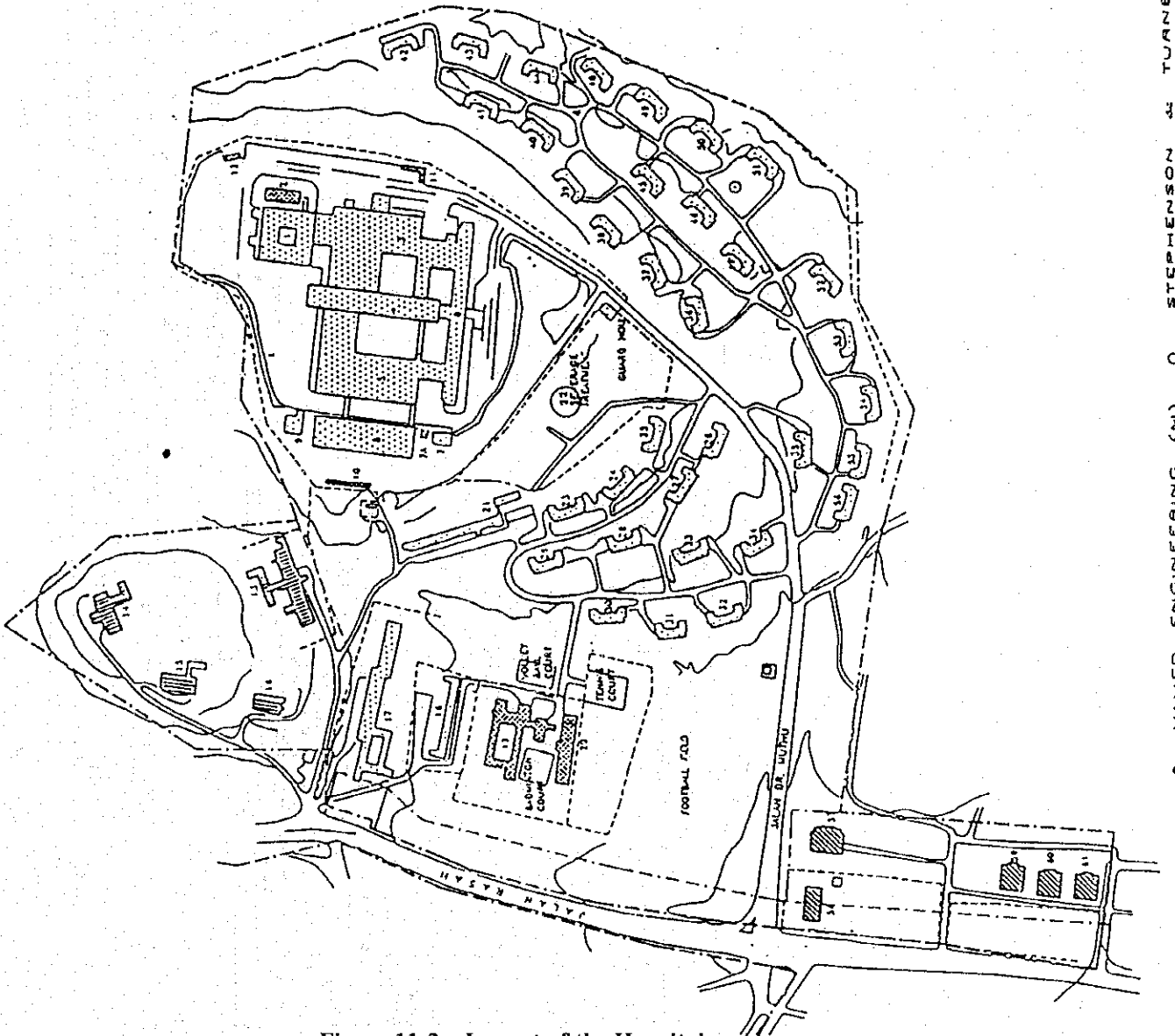


Figure 11-2 Layout of the Hospital

MINISTRY OF HEALTH
MALAYSIA
MASTERPLAN -7 HOSPITALS
GENERAL HOSPITAL SEREMBAN
GROUND FLOOR
DEPARTMENTAL ZONES

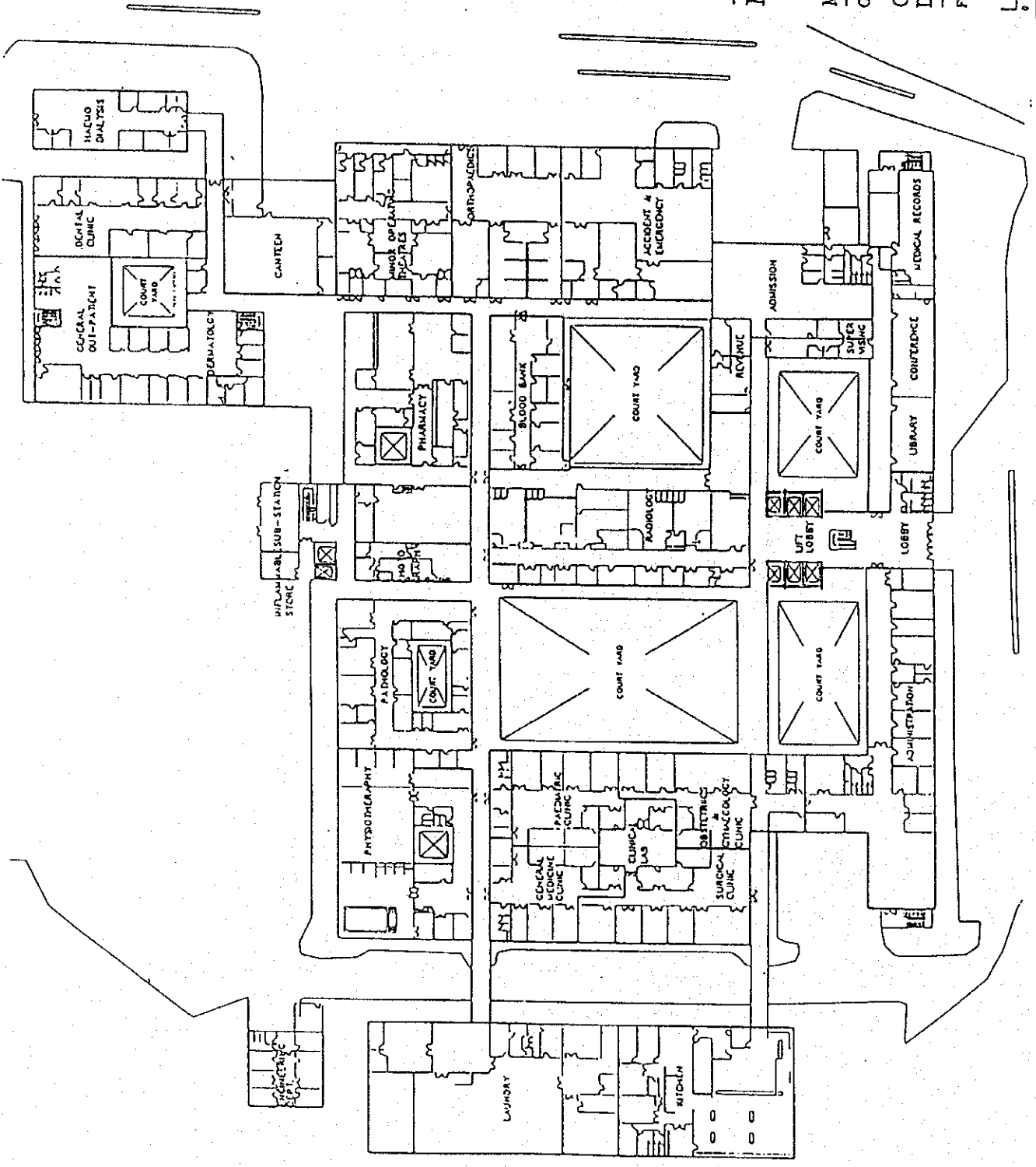
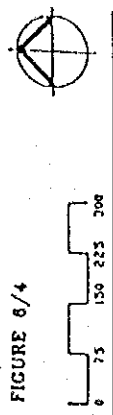


Figure 11-3 Layout of the Hospital (Ground Floor)

MINISTRY OF HEALTH
MALAYSIA

MASTERPLAN - 7 HOSPITALS
GENERAL HOSPITAL SEREMBAN

1ST FLOOR
DEPARTMENTAL ZONES

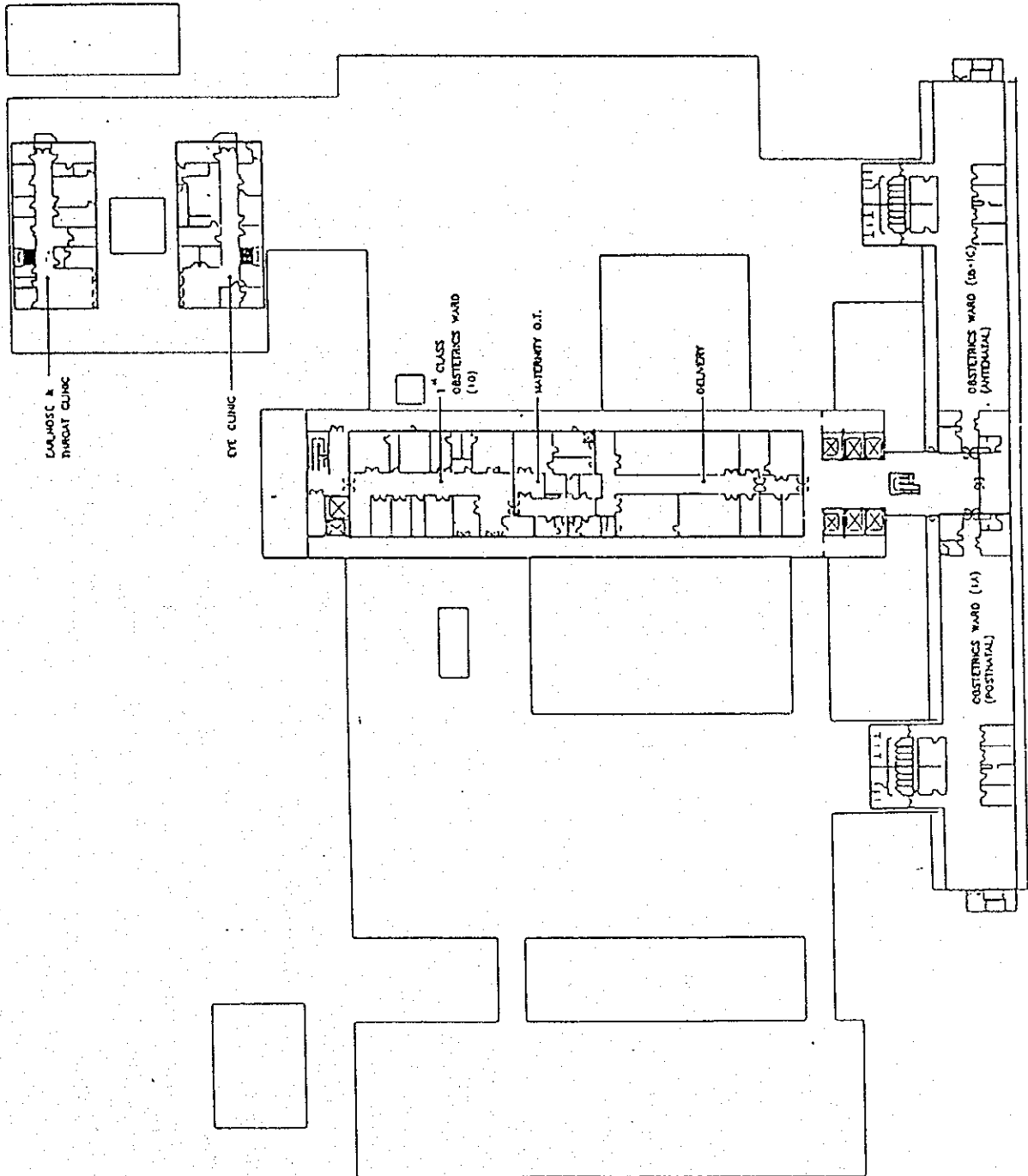


Figure 11-4 Layout of the Hospital (1st Floor: similar to the 2nd - 8th Floors)

Table 11-1 Patient Treatment According to Clinic Specialist

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Number of beds	1,045	1,045	1,045	900	800	800	800	800	800
Number of admission	37,562	36,849	38,282	37,113	35,620	37,540	35,668	39,501	39,874
Average daily admission	102.90	100.96	104.88	101.68	97.32	102.85	97.72	108.22	109.24
Number of discharge	37,710	36,730	38,237	37,131	35,638	37,478	35,929	39,411	39,831
Average daily discharge	103.32	100.63	104.76	101.73	97.37	102.68	98.44	108	109.13
Number of daily inpatient	218,525	214,105	235,336	204,859	188,461	200,146	181,020	182,578	179,683
Average daily inpatient	598.70	586.59	644.76	561.26	514.26	548.35	495.95	500.21	492.28
Ratio of bed being occupied (BOR)	57.3%	56.1%	61.7%	62.36%	64.37%	68.54%	61.99%	62.53%	61.37%
Bed turnover (TOI)	4.3	4.6	3.8	3.33	2.93	2.45	3.09	2.78	2.84
Average duration of stay (ALOS)	5.8	5.8	6.2	5.52	5.29	5.34	5.04	4.63	4.51
Number of death	796	741	951	858	791	896	887	1,022	1,011
Number of outpatient	402,110	398,731	395,905	389,646	378,724	393,952	354,788	376,427	344,836
New outpatient	202,764	193,872	170,846	180,826	188,270	188,901	152,643	168,394	148,595
Repeated outpatient	199,346	204,859	225,059	208,820	190,454	205,051	202,145	208,033	196,241
Average daily number of outpatient	1,289	1,278	1,269	1,318	1,279	1,330.91	1,295.0	1,271.7	1,161.0
Clinic days						296	274	296	297
Operation (elective)	4,919	4,429	4,622	5,364	5,542	7,042	7,623	5,221	4,631
Operation (emergency)	7,085	7,389	6,738	6,565	8,645	8,336	7,779	9,108	10,603
Deliveries of baby	7,907	7,913	8,238	8,033	7,927	7,839	7,994	7,789	7,909
Birth of baby	7,984	7,982	8,325	8,143	7,974	7,897	8,087	7,834	8,004

Table 11-2 Attendance for Outpatient According to Discipline

Clinic Year	Outpatient Department			Polyclinic			Accident & Emergency			Specialist Clinic			Grand Total		
	New	Sub- Clinic	Total Days	New	Sub- Clinic	Total Days	New	Sub- Clinic	Total Days	New	Sub- Clinic	Total Average	New	Sub- Clinic	Total Days
1988	65,530	115,180	308	31,079	80,171	308	53,169	56,359	365	51,986	150,400	1,757	201,764	402,110	308
1989	59,275	117,368	294	29,199	74,833	294	55,791	59,259	365	49,607	147,271	1,757	193,872	398,731	294
1990	59,580	126,486	295	29,446	62,241	295	56,400	60,350	365	45,420	146,828	1,762	170,846	395,905	295
1991	60,504	125,775	297	20,584	60,593	297	53,948	58,330	365	45,790	144,948	1,856	180,826	389,646	297
1992	57,080	114,822	296	39,598	57,272	296	50,064	55,132	366	41,528	151,498	2,117	188,270	378,724	296
1993	50,279	124,123	296	45,355	58,453	296	52,214	59,430	365	41,053	151,946	1,852	188,901	393,952	296
1994	53,268	129,530	296				58,886	64,857	365	40,489	160,401	1,172	152,643	354,788	274
1995	68,846	155,224	296				59,967	66,948	365	39,581	154,255	1,199	168,394	376,427	296
1996	54,128	128,156	297				55,930	63,571	365	38,537	153,109	1,838	148,595	344,836	297

Table 11-3 Outpatient Treatment According to Clinic Specialist

Clinic	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Medical	17,548	16,731	17,991	16,857	17,870	21,247	28,786	22,196	25,891
Surgical	14,438	11,746	11,086	13,041	12,610	12,564	13,889	12,906	12,761
Orthopedic	14,199	17,508	18,084	18,242	17,527	19,846	18,424	18,420	18,629
Pediatric	7,670	7,695	8,346	7,731	7,460	7,525	7,803	7,516	8,106
Obstetric & Gynecology	22,906	17,800	17,163	16,468	16,598	19,655	18,306	16,105	16,964
Ophthalmology	27,173	25,419	20,294	20,290	21,348	19,646	19,729	19,635	18,092
Ear, Nose & Throat	7,802	6,795	7,553	8,309	9,648	9,607	10,256	10,371	9,269
Dermatology	8,408	8,026	9,675	8,239	7,974	7,793	7,198	8,535	9,730
Tubercle Bacillus & Chest	10,378	11,313	9,612	8,935	10,959	9,233	8,406	10,401	10,659
Epidemic							193	149	173
Nephrology							4,574	7,229	6,500
Psychiatric							9,535	8,243	7,090
Dental							13,126	12,200	8,985
Plastic Surgery							176	349	260
Total	150,400	147,271	146,828	144,928	151,498	151,946	160,401	154,255	153,109

Table 11-4 Patient Treatment According to Clinic Specialist in 1996

	Medical	Surgical	Pediatric	Orthopedic	Eye	Obstetric	Gynecology	Ear, Nose & Throat	Psychiatric	Tubercle Bacillus	Detoxification	Skin	Dental	Outpatient	Accident & Emergency	
Number of beds	172	146	79	123	38	96	47	21	52	-	5	8	4	-	-	
Number of admission	9,989	6,786	4,197	4,588	916	9,295	2,848	390	742	-	67	18	34	-	-	
Average daily admission	27.37	18.59	11.50	12.57	2.51	25.47	7.80	1.07	2.03	-	0.18	0.05	0.09	-	-	
Number of discharge	10,011	6,380	4,035	4,911	926	9,390	2,876	410	758	-	67	22	47	-	-	
Average daily discharge	27.4	17.5	11	13.5	2.5	25.7	7.9	1.1	2.1	-	0.2	0.01	0.1	-	-	
Number of daily inpatient	53,798	24,537	18,946	36,138	5,685	20,460	8,397	2,109	8,500	-	652	261	152	-	-	
Average daily inpatient	147.4	67.2	51.9	99.0	15.6	56.1	23.0	5.8	23.8	-	1.8	0.7	0.4	-	-	
Ratio of bed being occupied (BOR) (%)	85.7	45.92	65.53	80.27	40.88	58.23	48.81	27.44	44.66	-	35.63	8.91	10.38	-	-	
Bed turnover (TOI)	0.55	4.53	2.47	1.81	8.88	1.56	3.06	13.60	13.89	-	17.58	121.23	27.91	-	-	
Average duration of stay (ALOS)	5.37	3.85	4.70	7.36	6.14	2.18	2.92	5.14	11.21	-	9.73	11.86	3.23	-	-	
Number of death	623	178	157	37	1	3	4	6	-	-	-	1	1	-	-	
Number of outpatient	25,851	12,761	8,106	18,629	18,092	9,991	6,973	9,269	7,090	10,659	-	9,903	8,985	128,156	63,571	
New outpatient	6,087	2,626	1,179	5,867	6,330	1,040	1,256	2,914	773	2,173	-	2,587	5,514	54,128	55,930	
Repeated outpatient	19,804	10,135	6,927	12,762	11,762	8,951	5,717	6,355	6,317	8,486	-	7,316	3,471	74,028	7,641	
Average daily number of outpatient	131.42	65.44	55.52	188.17	125.63	99.91	68.36	89.99	66.26	113.19	-	67.82	30.25	431.50	174.16	
Clinic days	197	195	146	99	144	100	102	103	107	94	-	146	297	297	365	
Operation (elective)	-	-	-	1,398	567	147	724	231	12	-	-	-	28	-	-	-
Operation (emergency)	-	-	-	3,788	147	1,074	748	63	-	-	-	-	42	-	-	400
Deliveries of babies	-	-	-	-	-	7,909	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Birth of babies	-	-	-	-	-	8,004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Table 11-5 Outlines of Major Energy Consuming Facilities

Name	Type	Number	Manufacturer	Start-up	Rated Capacity	Remarks
Boilers						
Boiler - 1	Horizontal Smoke Tube	1	Multipac	1968	9 bar, 2950 kg/hour	in operation
Boiler - 2	ditto	1	ditto	ditto	ditto	broken
Boiler - 3	ditto	1	ditto	ditto	ditto	in operation
Air Conditioning System						
Chiller - 2	Centrifugal	1	Trane Hermetic	1969	185 tons	uneconomical
Chiller - 1	Vertical Rotary Screw	1	Dunham Bush	1988	250 tons	in operation
Chiller - 3	ditto	1	ditto	ditto	ditto	in operation
Cooling Tower	Louwer with 2 Fans	1	Marley	1969	750 Tons	manual control
Chilled Water Pumps		3				
Cooling Water Pumps		3				
Air-Handling Units		53			290 tons in total	40% of buildings area

11-2 エネルギー診断スケジュール

本病院のエネルギー診断は、1998年6月29日から7月9日に実施した。この期間内に測定の前準備及び診断の一次結果についての討議も行った。スケジュールの概要は次の通りである。

(1) 事前準備段階

- 6月27日(土) 測定機器の搬入
- 6月29日(月) 診断計画の説明、討議、確認
エネルギー診断準備

(2) エネルギー診断

- 6月30日(火) 測定機器の調整、測定個所の確認、
電力受電系統へ測定機器設置及び調整、
冷凍機システムへ測定機器設置及び調整
- 7月1日(水) 変圧器及び配電系統において電力消費量測定
冷凍機システム回り及び再冷水系統測定
- 7月2日(木) AHU (Air Handling Units) 回り測定、
装置に関するデータ、図面の調査
- 7月3日(金) 冷凍機システム回り測定、エレベーター電力消費量測定
- 7月4日(土) 病院長との中間報告会議、ボイラー回り測定個所の確認
- 7月5、6日(日、月)
測定結果分析
- 7月7日(火) ボイラー回り測定、環境測定
- 7月8日(水) 環境測定、電力受電系統・主変圧器・冷凍機システムの測定機器取り
外し、主要エネルギー消費機器の現場踏査、トレンドデータ及び機器
リスト作成
データ解析・評価、中間報告書作成準備

(3) 中間測定結果討議

- 7月9日(木) 調査結果の中間評価及びエネルギー効率改善策の提言
測定機器の再梱包
- 7月10日(金) 測定機器の移送

測定スケジュール詳細を表 11-6 (1),(2) に示す。

Table 11-6 (1) Detailed Schedule for Measurement (Hospital)

Measuring Items	Working Day								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0. Preparation & Discussion of the Plan	x								
1. Electrical Power Receiving and Distribution									
(1) HV Receivers (Voltage, Amperage & Power Factor)		x	x	x	x	x	x		
(2) HV Distributors (Voltage, Amperage & Power Factor)		x	x	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.& Flow rate)			x	x	x				
(2) Cooling Tower (Cooling Water: Inlet/Outlet Temp. & Flow rate)		x	x	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					
2-2 Air Conditioning									
(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., Ampere & Power Factor)			x	x	x	x	x		

Table 11-6 (2) Detailed Schedule for Measurement (Hospital)

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

11-3 測定項目・測定個所・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向上するため、エネルギー診断スケジュール・診断項目に従って以下に述べる測定を実施した。

(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、冷水流量、電圧・電流・電力・力率
2. 再冷塔: 入出冷水温度、再冷水流量
3. AHU: 電圧・電流、空気流量・温度
4. ブLOWER・ファン: 空気流量、電圧・電流
5. 空調エリア: 温度・湿度・CO₂濃度
6. 室内空調エリア: 温度・湿度
7. 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. 蒸気ボイラー: 燃料流入量・燃料性状、ボイラー供給水の流量・温度・電気伝導度・pH、発生蒸気の温度・圧力、排出ガスの温度・O₂/CO/CO₂組成
2. 温水器: 温水の温度
3. 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、測定個所、測定対象機器を表 11-7(1),(2),(3)に示す。

Table 11-7 (1) Outlines of Measurement for Energy Audit (Hospital)

Major Items of Energy Audit & Subject Items and Points	Measurement or Estimate	Available Equipment of Measurement			
		Required Equipment	Hospital	JICA	Local Labo.
1. Electrical power receiving & distribution					
(1) HV Receivers (Sub-station)					
① Voltage	M	Clamp on power hi tester, 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 hi tester, 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 power meter		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 Water flow rate	M	Ultra-sonic flow meter		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 power meter		x	

Table 11-7 (2) Outlines of Measurement for Energy Audit (Hospital)

Major Items of Energy Audit & Subject Items and Points	Measurement or Estimate	Available Equipment of Measurement			
		Required Equipment	Hospital	JICA	Local Labo.
(5) Fan coils					
1) Delivery air					
① Temperature	M	Temp.- humid. Recorder		x	
② Humidity	M	Ditto		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 hi tester, 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) Calorifiers					
1) Hot water					
① Temperature	M	Surface thermometer & T.G.	x	x	

Table 11-7 (3) Outlines of Measurement for Energy Audit (Hospital)

Major items of Energy Audit & Subject Items and Points	Measurement or Estimate	Available Equipment of Measurement			
		Required Equipment	Hospital	JICA	Local Labo.
(2) Steam boilers					
1) Fuel oil (LFO)					
① Flow rate	E				
② Properties	M	Sp.gr, Heating value, CHNS			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 hi 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		

11-4 測定結果

測定結果は次のとおり。

(1) 電力受電および配電系統

病院における電力受電および配電系統図を図 11-5 'Electric Power Receiving and Distribution' に示す。1998年6月30日から7月7日迄の時間毎の電力需要量を図 11-6 (1) および (2) 'Power Received from TNB' に示す。昼間と夜間、週日と休日における需要量変動パターンに顕著な差異が見られる。次節以降さらに詳しく述べる。

変圧器および配電系統についても次節において検討する。現有の変圧器および緊急用発電機に関する仕様を表 11-8 'Incoming Transformer Specification' および表 11-9 'Emergency Generator Specification' に示す。

(2) 空調システム

集中式空調設備のシステム系統図を図 11-7 'Chiller System' に示す。測定箇所を同時に図示してある。運転状況および電力消費量の変動状況の詳細については 11-5-3 項で述べる。1号および3号冷凍機とも力率がきわめて低い値を示している。

(3) ボイラーシステム

ボイラーおよび関連機器の系統図を図 11-8 'Boiler System' に示す。ボイラー排ガス組成の改善に関して 11-6-2 項で述べる。

(4) 病院建屋内の環境条件

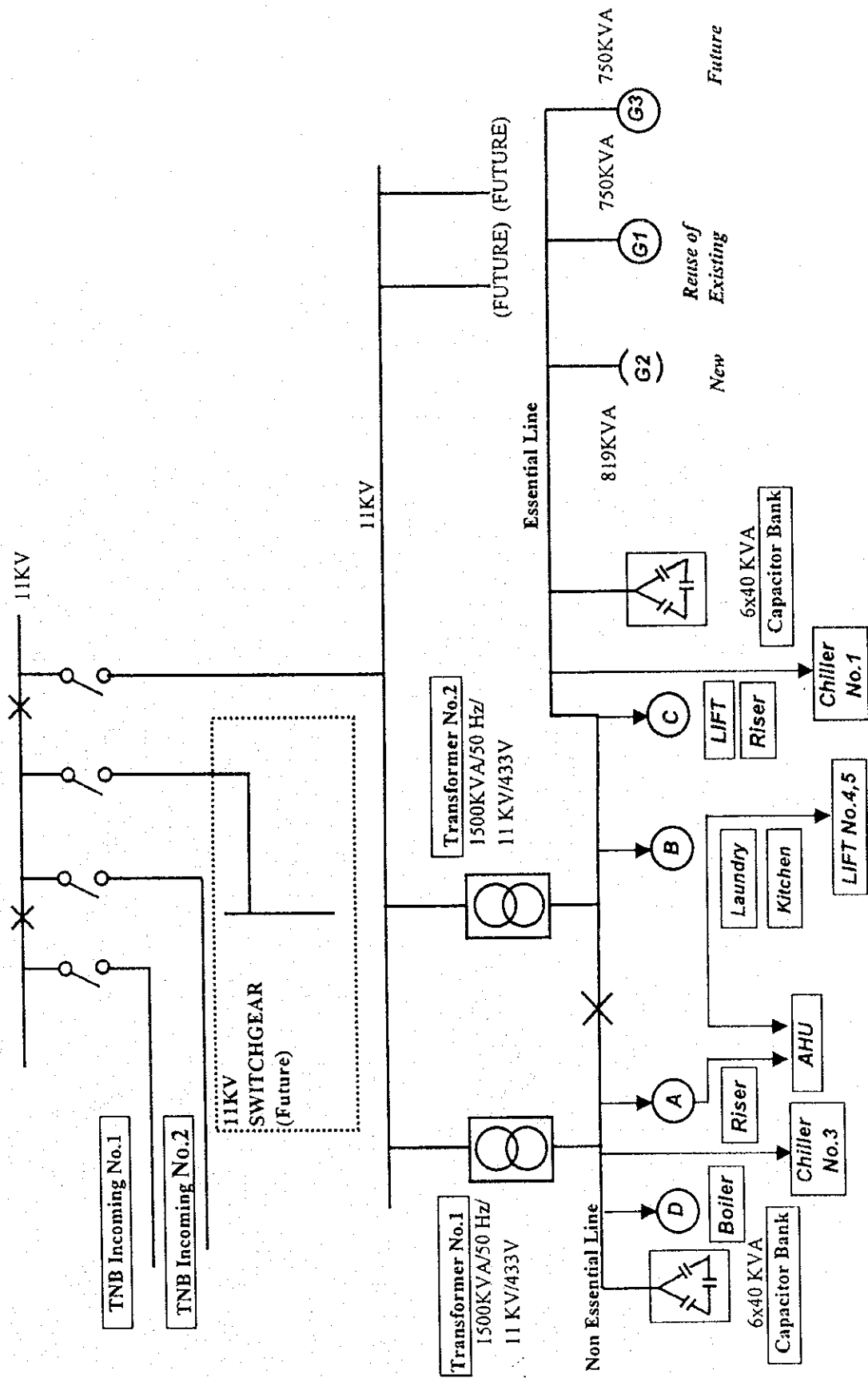
建物内の環境条件を表 11-10 'Temperature, Relative Humidity, CO-CO₂' および表 11-11 'Illumination Intensity and Air Temperature' に示す。病院内至る所で、自然条件を取入れたシステムが採用されている。将来の空調システム計画時新たな検討を要する。

照明強度は測定場所毎に 9 ~ 1,324 ルクスと大きく変化しているが、この値は日本の事務所ビルの通路、階段部分に適用される基準値を満足している。

CO₂ 濃度についても建築基準法の管理基準値の範囲内である。

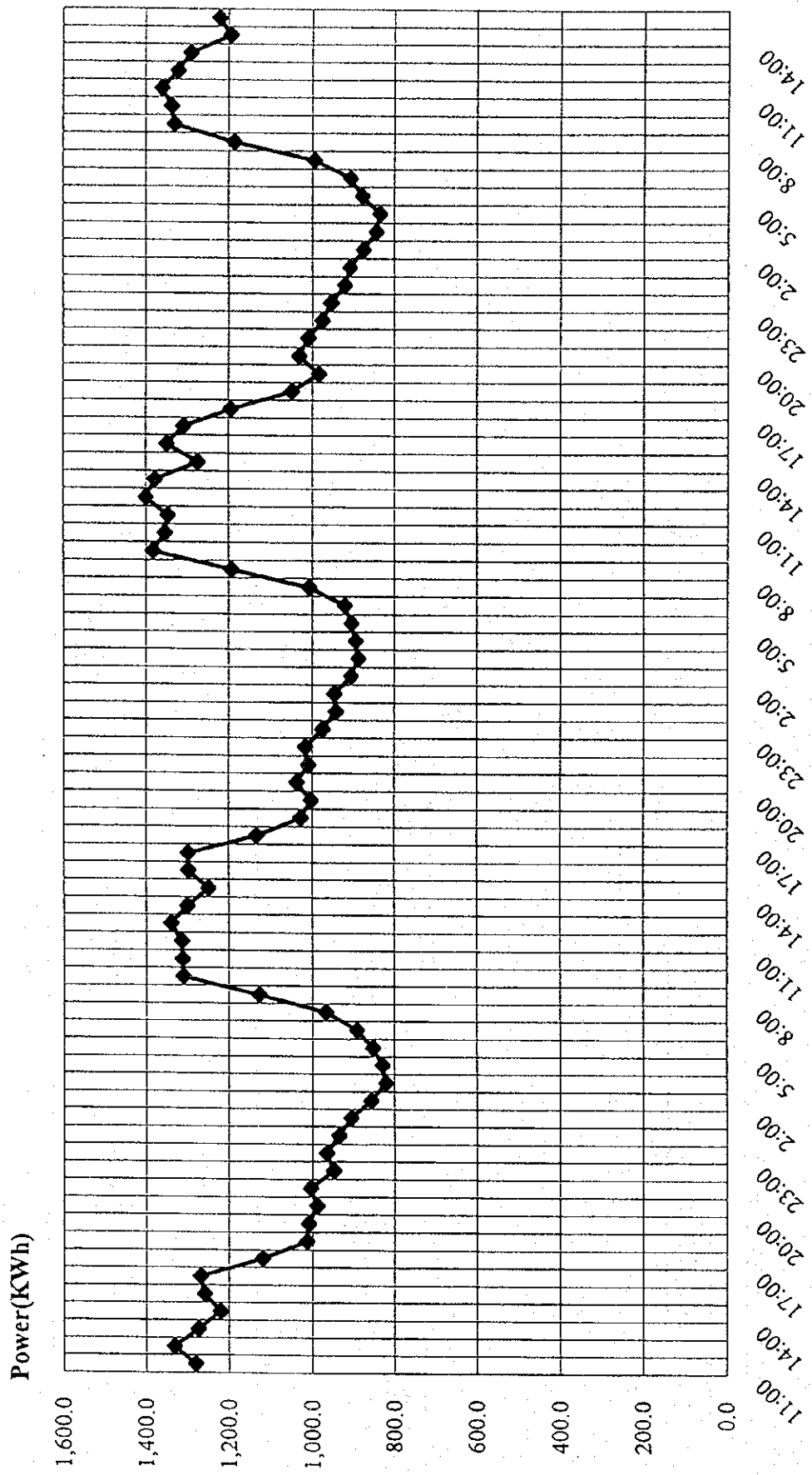
(5) 電力データ

電力関係の測定値および主要モーター、ポンプの仕様をそれぞれ表 11-12 および表 11-13 に示す。



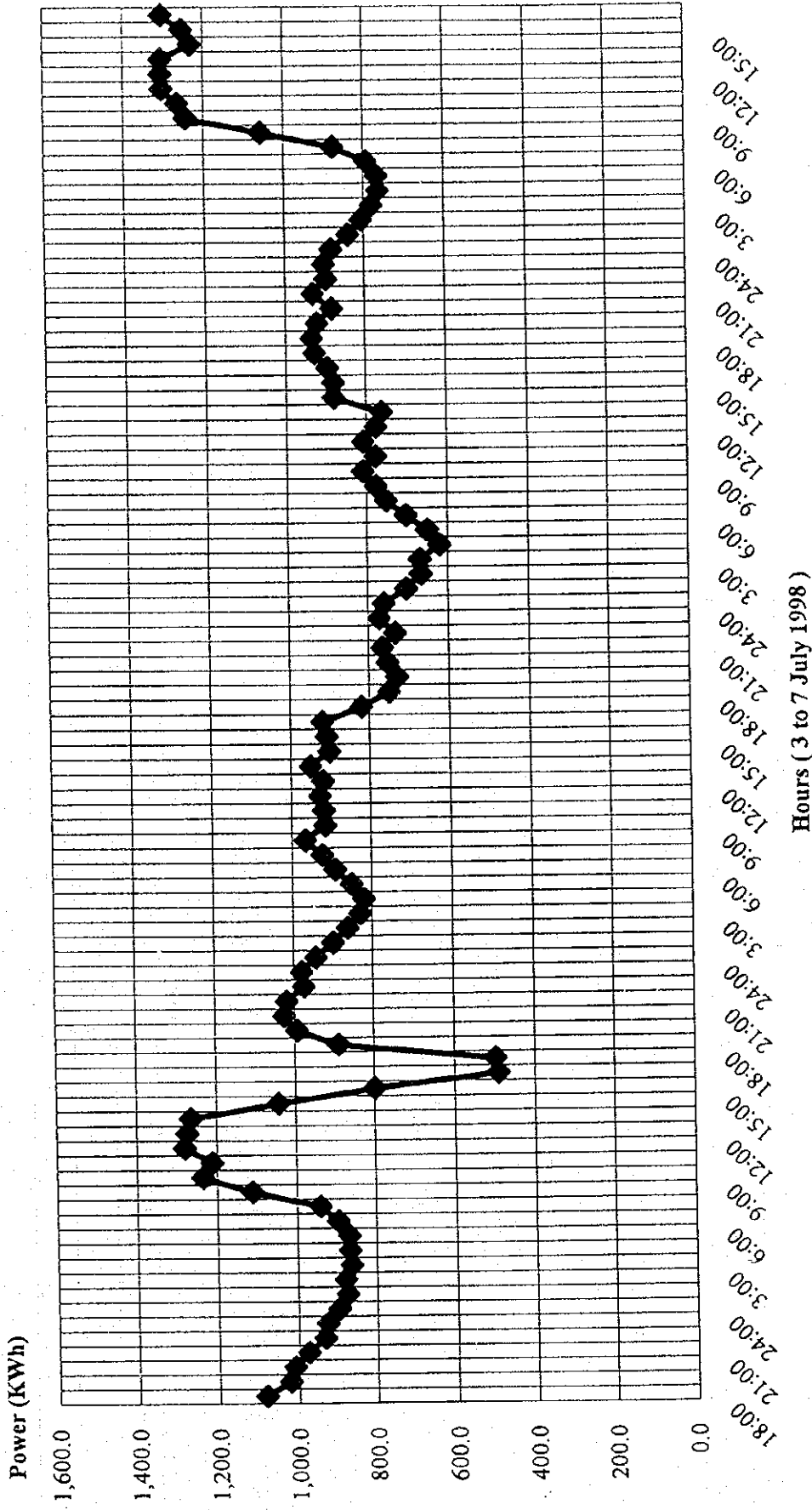
Hospital Seremban

Figure 11-5 Electric Power Receiving and Distribution



Hours (30 June to 3 July 1998)

Figure 11-6 (1) Power Receiving from TNB



Hours (3 to 7 July 1998)

Figure 11-6 (2) Power Receiving from TNB

Table 11-8 Incoming Transformer Specification

No.1 for Non-Essential Line	1,500 kVA	50 Hz	11 kV / 433 V	Dry type (DYN II connected)
No.2 for Essential Line	1,500 kVA	50 Hz	11 kV / 433 V	Dry type (DYN II connected)

Table 11-9 Emergency Generator Specification

Generator No.1 (reuse of existing)	750 kVA	415 V
Generator No.2 (new)	819 kVA	415 V
Generator No.3 (future)	750 kVA	415 V

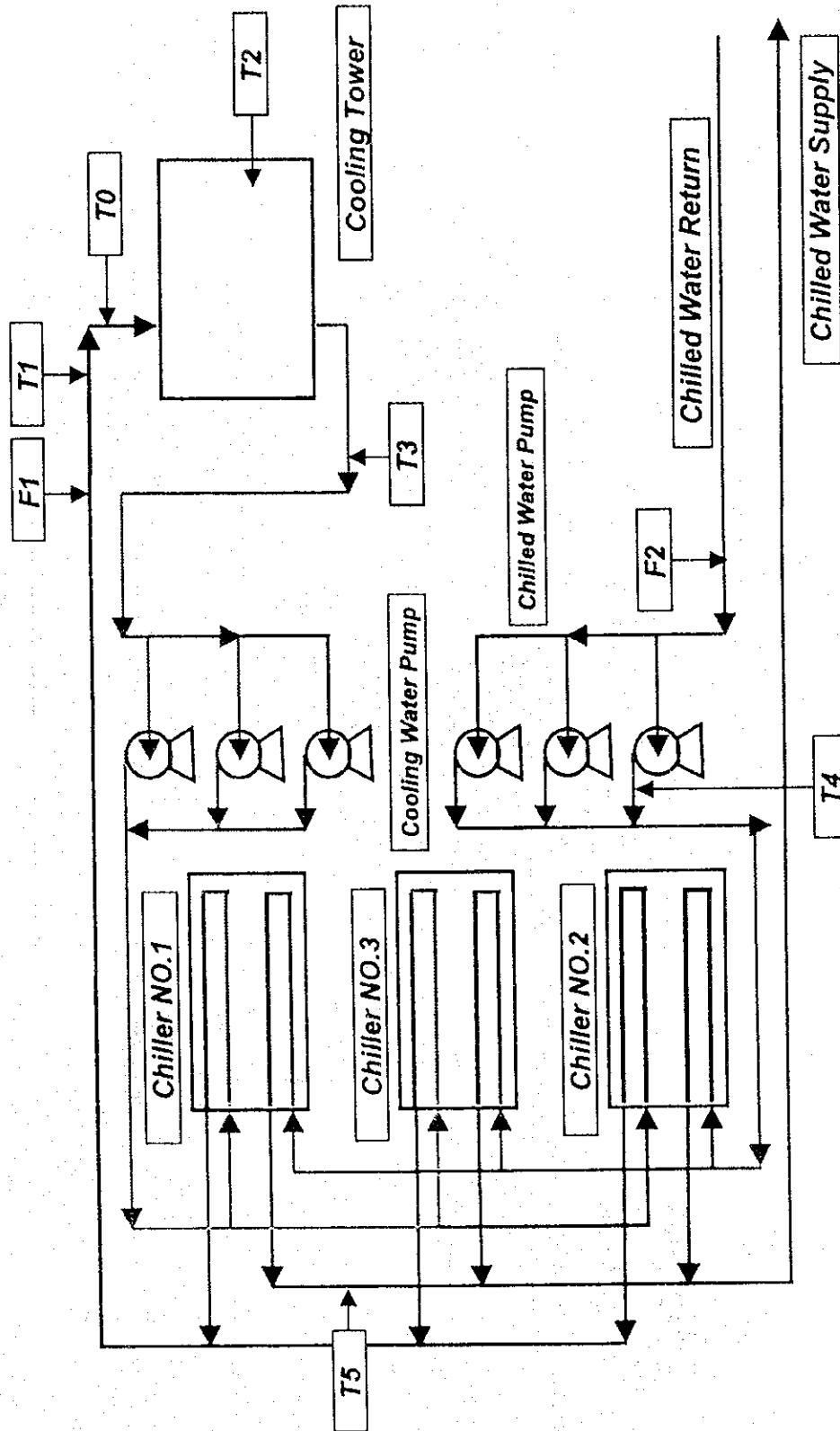
Under Ground Reinforced Concrete Fuel Storage Tank : 3 m x 2.4 m x 2.4 m

Table 11-10 Temperature, Relative Humidity, CO-CO₂

Date: 7 July 1998

At: TONGKAH MEDIVEST SDN BHD office 1st Floor Lobby

Time	Relative Humidity (%)	Temperature (°C)	CO ₂ (%)	CO (%)	Time	RH (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (%)
12:00	68	29	0.048		14:45	62	32	0.017
14:00	64	32	0.010	-0.500	15:00	62	32	0.045
14:15	62	32	0.052	0.810				
14:30	62	32	0.111	-0.500				



Hospital Seremban

Figure 11-7 Chiller System

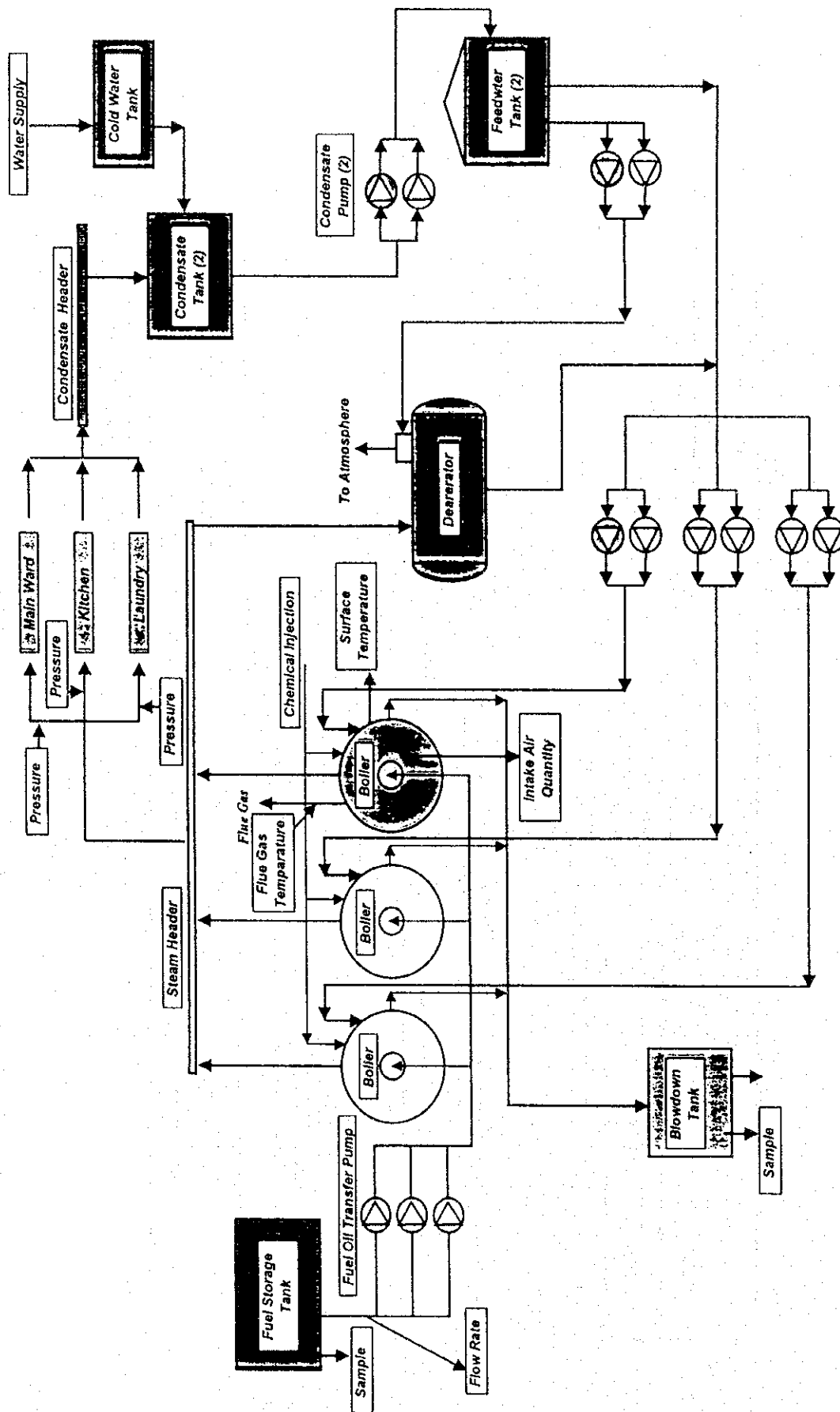


Figure 11-8 Boiler System Hospital Seremban

Table 11-11 Illumination Intensity and Space Temperature

Hospital Building Ground Floor								
Spot	Temperature (°C)	Illumination Intensity (lux)	Spot	Temperature (°C)	Illumination Intensity (lux)	Spot	Temperature (°C)	Illumination Intensity (lux)
1	27	180	16	29	162	31	25	77
2	28	81	17	27	56	32	24	58
3	27	48	18	28	311	33	24	80
4	27	93	19	28	50	34	28	35
5	27	9	20	28	513	35	29	240
6	27	59	21	27	520	36	29	230
7	27	168	22	27	320	37	29	92
8	27	281	23	25	140	38	29	221
9	27	1324	24		22	39	29	190
10	27	623	25	23	44	40	29	90
11	28	250	26	28	122	41	29	120
12	28	70	27	27	164			
13	28	28	28	27	430			
14	29	114	29	27	55			
15	29	198	30	27	47			

1st Floor			2nd Floor			8th Floor		
Spot	Temperature (°C)	Illumination Intensity (lux)	Spot	Temperature (°C)	Illumination Intensity (lux)	Spot	Temperature (°C)	Illumination Intensity (lux)
1	28	146	1	27	119	1	28	268
2	28	92	2	27	138	2	28	703
3	28	64	3	27	105	3	28	618
4	26	109	4	27	113	4	28	143
			5	27	253	5	28	238
			6	27	411	6	28	653
			8	27	74			
			9	27	243			
			10	28	90			

Table 11-12 Electrical Measured Data

Service	Voltage (V)	Ampere (A)	Power (kW)	C/T ratio	Power (kW) _{calculated}
Chilled water pump / motor No.2	412	2.03/1.87	0.83/0.79	100:5	32 (0.83+0.79)x20
Cooling water pump / motor No.2	412	22.5/22.4	0.01/0.01 /0.01	1:1	16
Chiller system total ammeter	412/414	4.82/4.72	1.96/1.95	500:5	391 (196+195)
Chiller water pump / motor No.1	—	35	—	—	—
Cooling water pump / motor No.3	—	22	—	—	—
Cooling tower fan No. 1	—	10	—	—	—
Cooling tower fan No.2	—	17.5	—	—	—
Chiller compressor No.1	—	110	—	—	—
Boiler air intake Blower / motor	427	0.59/0.08	0.10/0.11	1:1	0.21 (0.10+0.11)
Boiler fuel pump / motor	—	14.7	—	—	7.5

Table 11-13 Motor/Pump Specification Data

Service	Voltage (V)	Ampere (A)	Power (kW)	Power Factor	Manufacturer
Chiller No.1&3 compressor motor	400	302	—	—	Dunhamburg-Bush, Inc.
Chilled water Motor Pump	400	59	29.4	0.875	Brown Boveri
	370 GPM	1,505 feet TDH	2,900 RPM		Worthington Simpson
Cooling water Motor Pump	400	32.3	16.2	0.855	Brown Boveri
	470 GPM	68 feet TDH	1,450 RPM		Worthington Simpson
Boiler fuel pump motor	—	14.7	7.5	0.9	Enco Engineering SDN BHD

11-5 エネルギー診断結果

11-5-1 TNB からの電力受電

この病院は TNB (Tenaga Nasional Berhad) から受電系統線 No.1 又は No.2 経由で電力供給を受けている。平日における時間毎の電力需要量は、夜昼の差が大きく昼間が高く夜間が低くなっている。一方休日においては、夜昼の差はほとんど見られない。

これらの傾向を図 11-9 (1) 及び図 11-9 (2)に図示した。

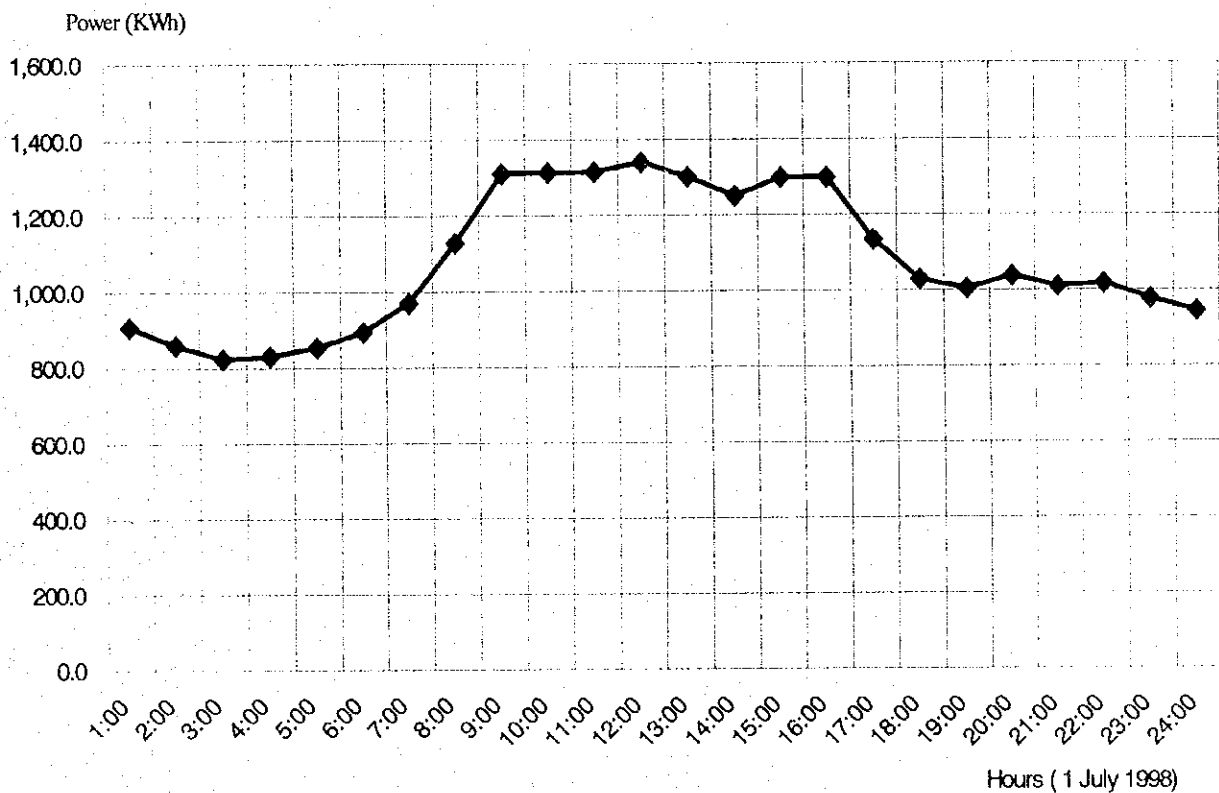


Figure 11-9 (1) Power Receiving TNB

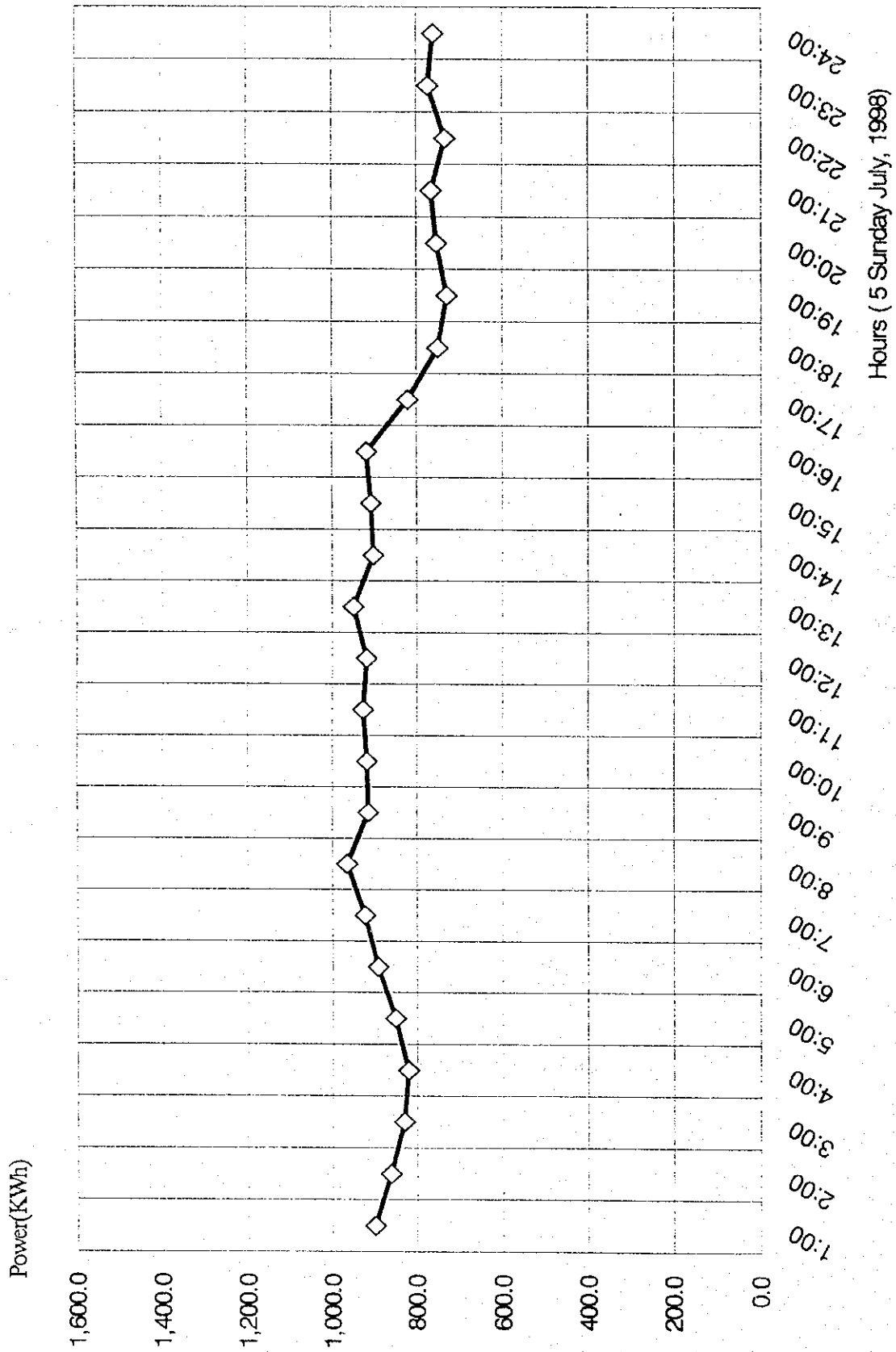


Figure 11-9 (2) Power Receiving TNB

11-5-2 受電変圧器による構内配電

低圧配電用として2台の変圧器が設置されている。No.1 変圧器は non essential line への電力供給を、また No.2 変圧器は緊急用発電機が接続されている essential line への電力供給を行っている。それぞれの変圧器における電力需要量及び力率を図 11-10 (1) から図 11-10 (4)に図示する。

- 力率: No.1 = 0.733 - 0.679 No.2 = 0.807 - 0.752
- 負荷: No.1 = 30 - 49 パーセント No.2 = 26 - 44 パーセント

No.1、No.2 変圧器とも負荷の値が非常に低い。変圧器の固定損即ち鉄損の比率を低下させる検討が必要であろう。

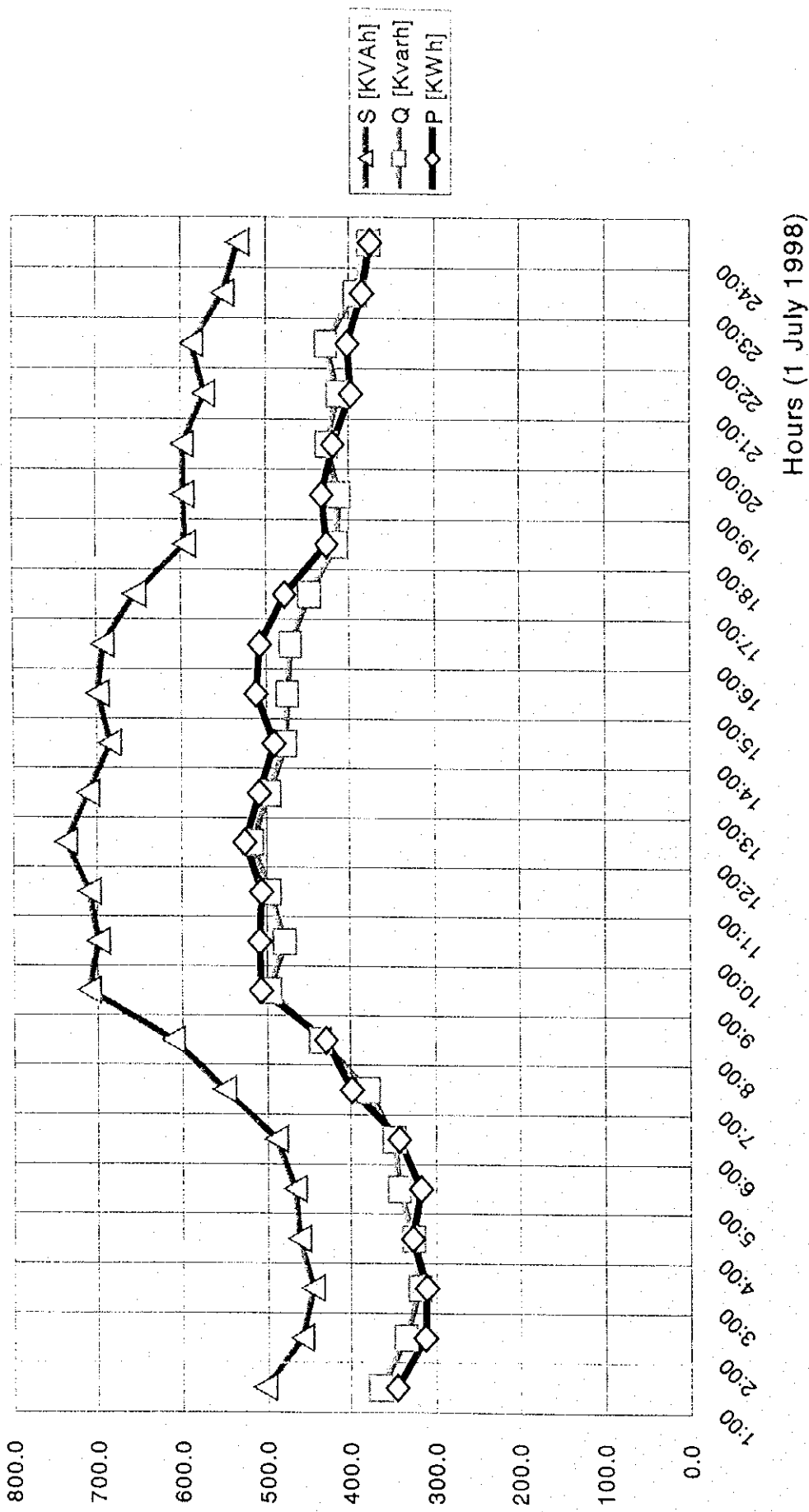


Figure 11-10 (1) Power Trend at Main Incoming Transformer No.1

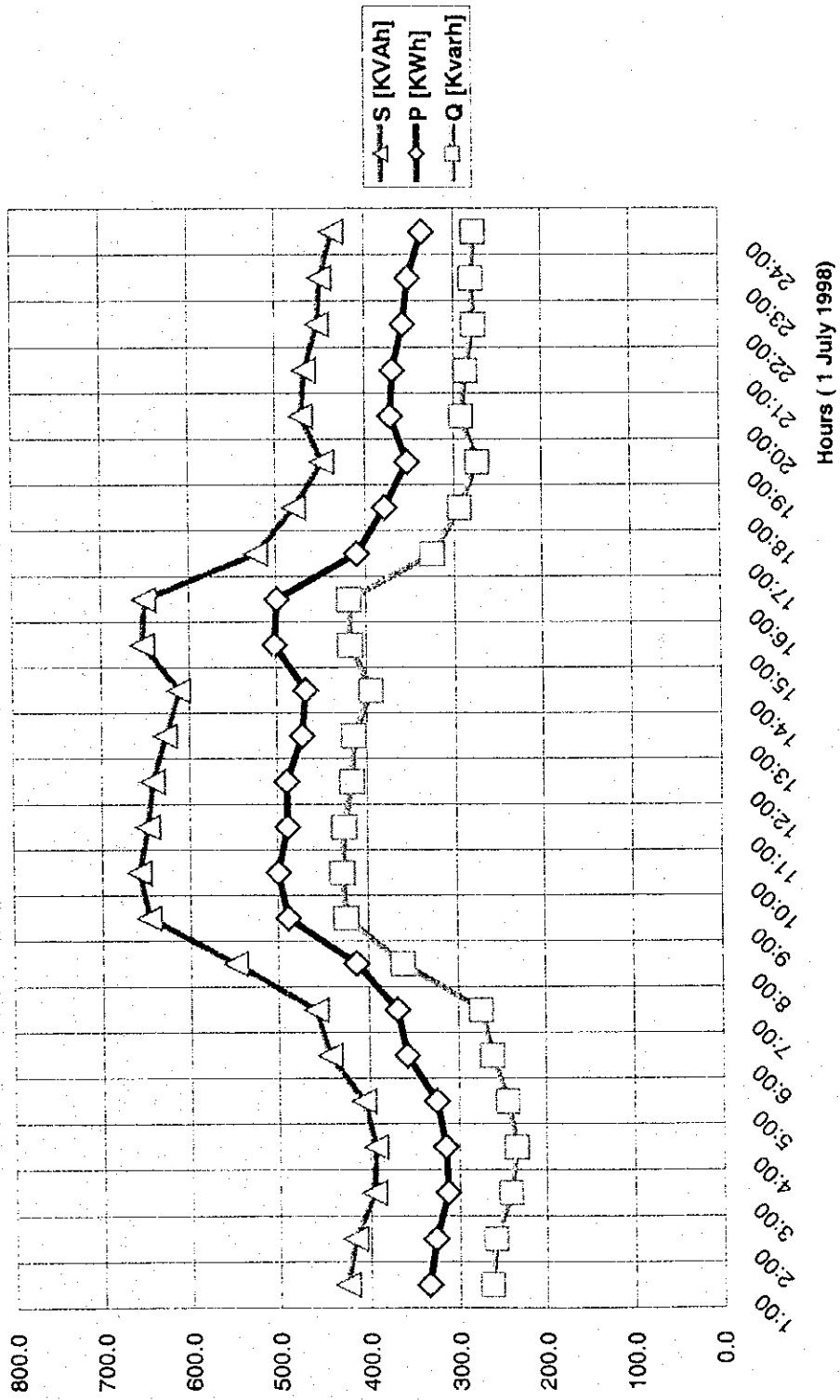


Figure 11-10 (2) Power Trend at Main Incoming Transformer No.2

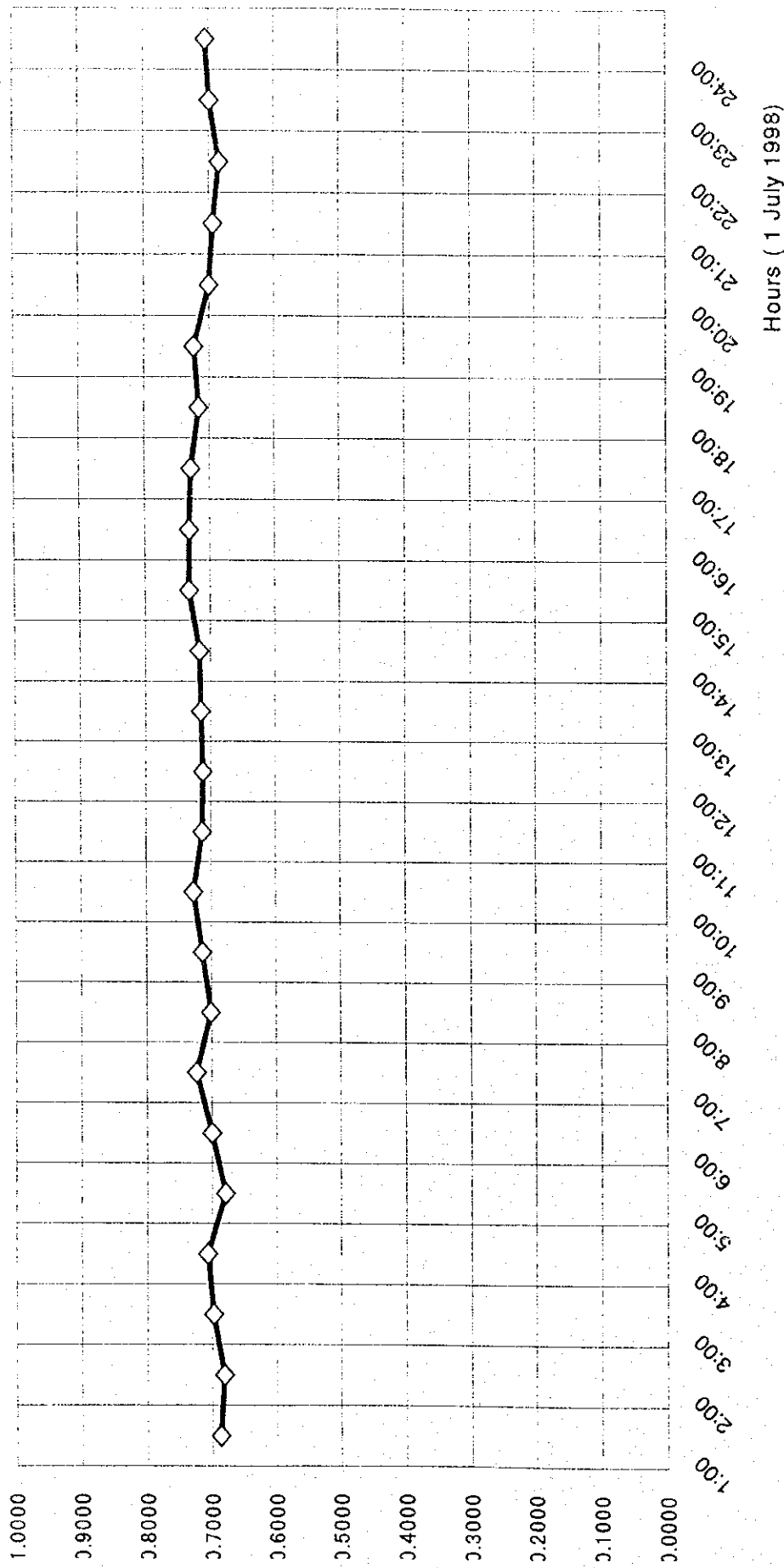
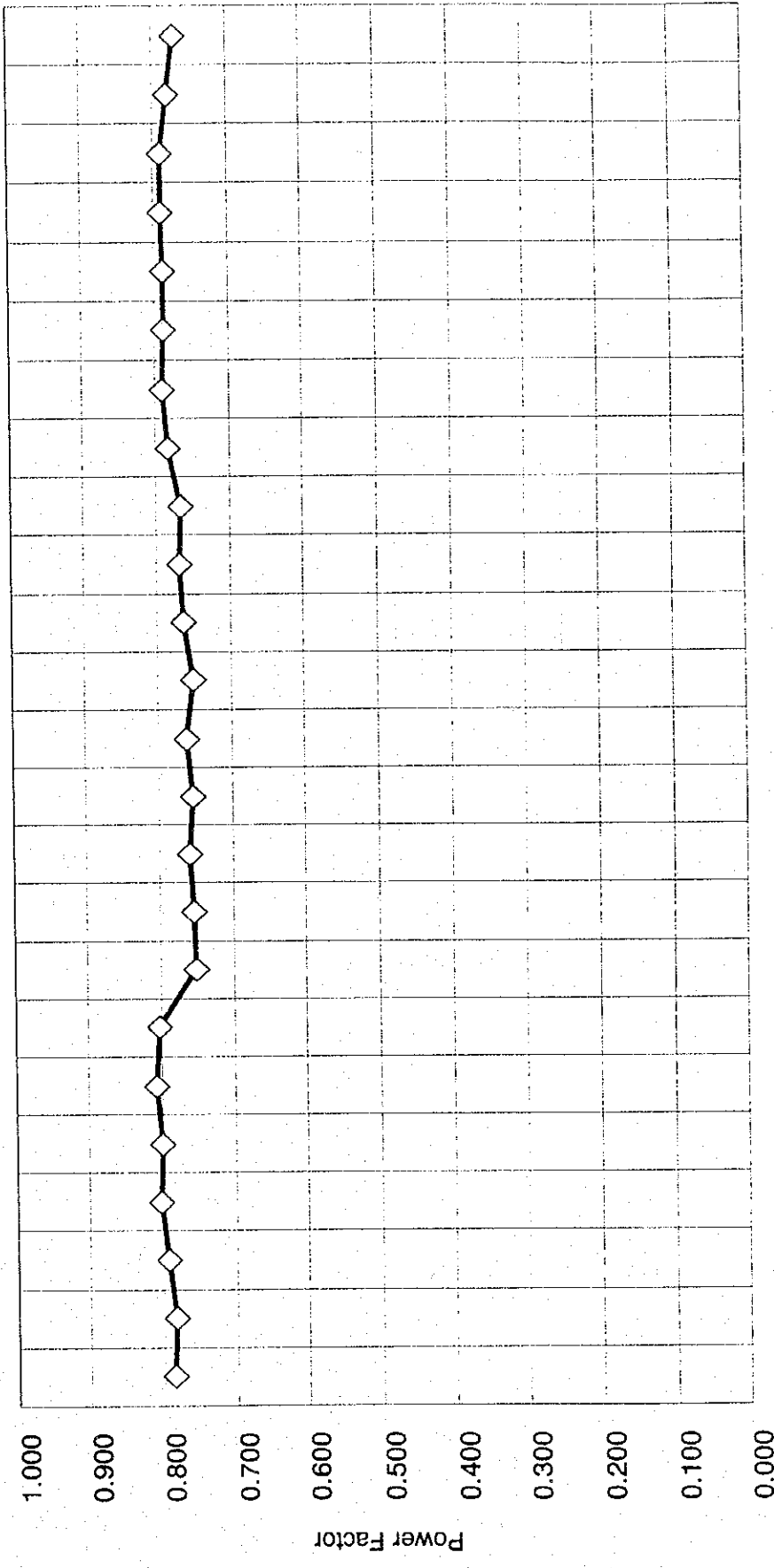


Figure 11-10 (3) Power Factor Trend at Main Incoming Transformer No.1



1:00 2:00 3:00 4:00 5:00 6:00 7:00 8:00 9:00 10:00 11:00 12:00 13:00 14:00 15:00 16:00 17:00 18:00 19:00 20:00 21:00 22:00 23:00 24:00

Hours (1 July 1998)

Figure 11-10 (4) Power Factor Trend at Main Incoming Transformer No.2

11-5-3 冷水システム

(1) 運転状況データ

冷水の入/出温度及び再冷水の入/出温度を表 11-14 及び図 11-11 に示す。

Table 11-14 Temperature around Chiller System

Unit: °C

	Condensed Water Return (Surface M.)	Condensed Water Return (Bar M.)	Cooling Tower Basin	Condensed Water Supply	Chilled Water Return	Chilled Water Supply
10:00	40.0	38.0	34.0	36.0	20.0	8.0
11:00	40.5	38.5	34.5	37.0	19.0	9.0
12:00	40.5	39.0	34.5	36.5	20.0	9.0
14:00	40.5	39.0	34.5	37.0	22.0	10.0
15:00	40.5	39.5	34.5	37.0	22.0	10.0
16:00	40.5	39.0	34.0	37.0	22.0	10.0

流量 (超音波流量計使用 測定日 7月3日)

単位: m³/h

時刻	冷水 Return	再冷水 Out
10:30	245.9	229.3
11:00	237.1	231.6
11:30	242.7	231.1
12:00	248.1	231.1
14:00	248.1	231.1
15:00	239.7	231.1
15:30	241.2	231.1
16:00	245.3	253.3
16:30	241.4	236.0

測定値による概算

$$\begin{aligned}
 \text{冷凍機負荷} &= 240(\text{m}^3/\text{h}) \times 1,000 (\text{kcal}/\text{kg deg.}) \times 10 (\text{deg.}) \\
 &= 2,400 \times 10^3 (\text{kcal}/\text{h}) \\
 &= 790 \text{ USRT}
 \end{aligned}$$

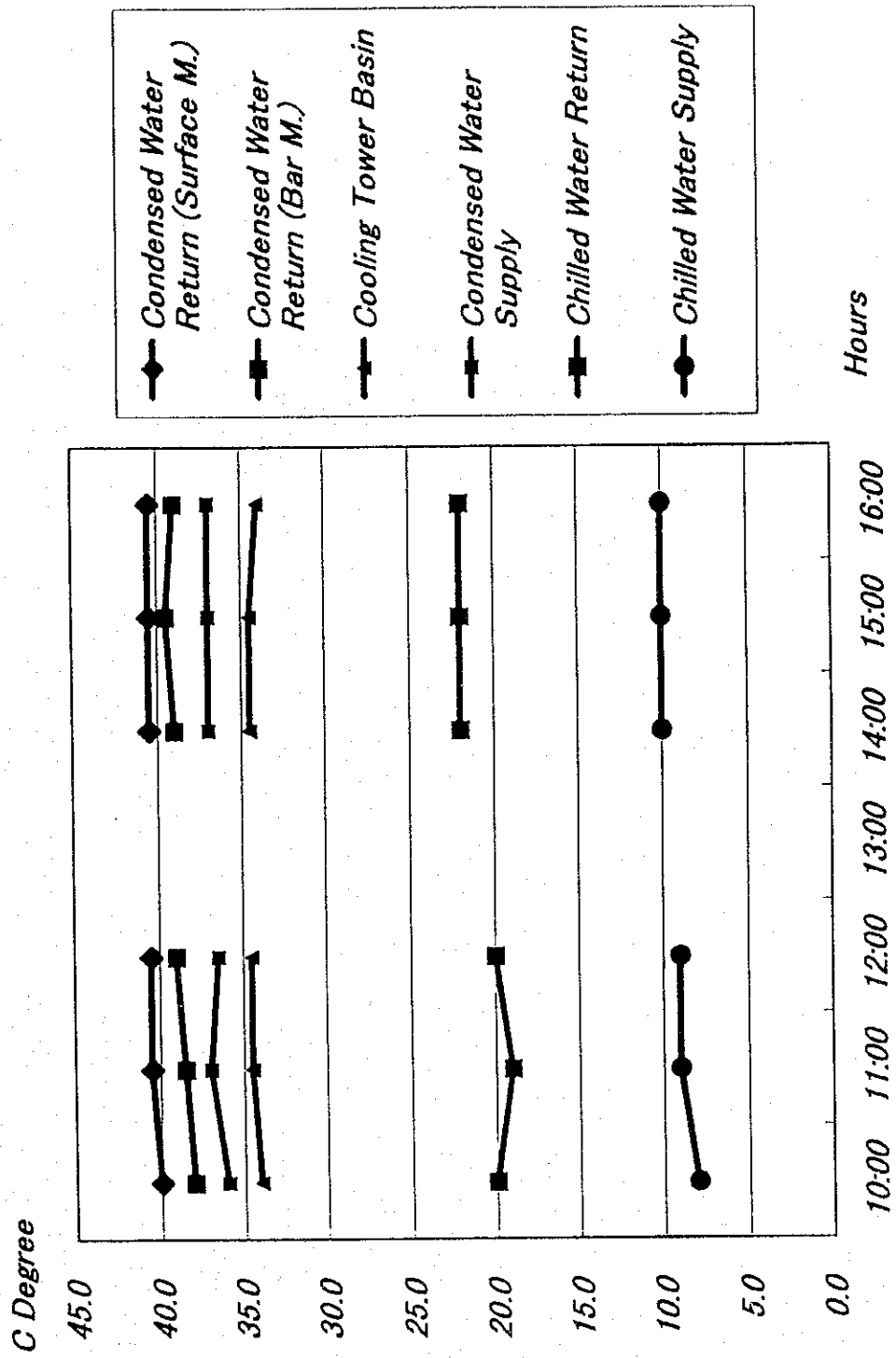


Figure 11-11 Temperature Pattern around Chiller System Hospital Seremban

(2) 電力消費量

冷凍機 No.1 について時間毎の電力消費量を図 11-12 に図示したが、冷凍機 No.3 についても時間毎の電力消費量のパターンは極めて類似している。

- 冷凍機 No.1：電力消費量 kWh = 63.8 - 119.3
力率 = 0.30 - 0.49
- 冷凍機 No.3：電力消費量 kWh = 82.0 - 105.3
力率 = 0.37 - 0.48

これらの測定値によると力率が非常に低く冷凍機システムが、頻繁に過電流トリップ作動により停止していることを示している。この問題については次の 11-6-3 項で考察する。

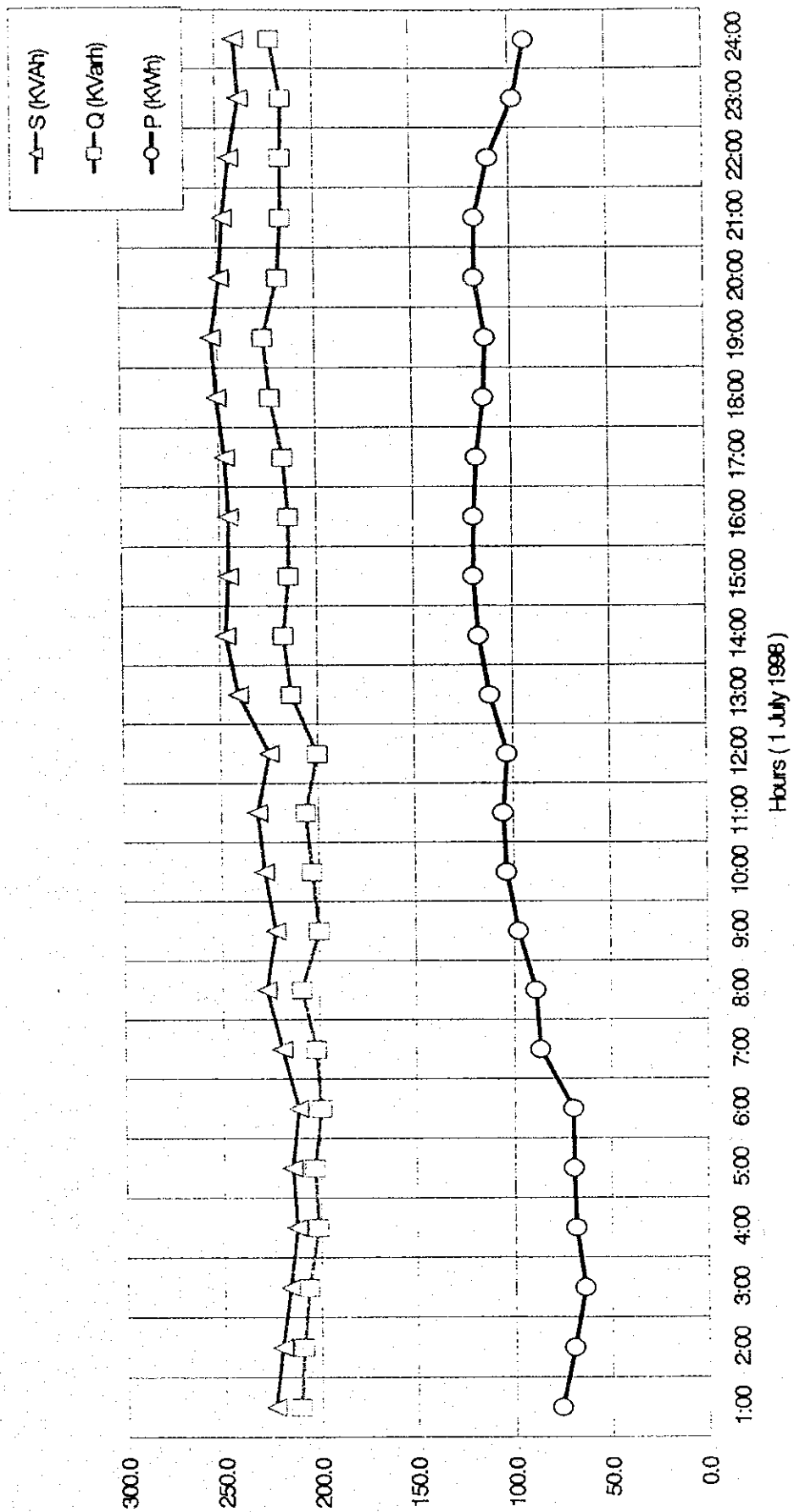


Figure 11-12 Electricity Trend at Chiller No.1

11-5-4 ボイラーシステム

(I) 運転状況データ

ボイラー運転データとして燃料油流量、燃焼用空気流量等の測定値を表 11-15 に示す。
ボイラー仕様を表 11-16 に示す。

Table 11-15 Boiler Operation Data

Date	Time	Fuel Oil		Intake Air		Steam Main Header	To Main Ward	To Kitchen	To Laundry
		Flow (l/h)	Temp. °C	Temp. °C	Velocity (m/s)				
6 July	11:00	166.1	32.0	—	—	—	—	—	—
	12:00	166.1	32.0	—	—	—	—	—	—
	14:00	166.1	31.4	—	—	170.0	6.3/4.0	8.5/1.65	6.4/5.3
	15:00	174.0	31.0	33.8	4.50	174.0	6.4/4.0	8.8/1.63	7.2/5.7
	16:20	174.0	31.0	33.1	8.03	172.0	6.7/4.0	8.8/1.65	6.6/5.4
	17:00	174.0	31.0	32.5	8.23	174.0	6.6/4.0	9.2/1.70	7.0/5.4

Table 11-16 Boiler Specifications at Hospital Seremban

Unit:	3
Boiler Type:	TDC 7 (Serial No. 1026/TDC 7)
Manufacturer:	ENCO ENGINEERING SDN BHD
Manufacturing Date:	1995
Design Code:	TRD
Inspection Authority:	LLOYDS
Design Pressure:	12.3 bar
Max. Working Pressure:	12.3 bar
Test Pressure:	16.0 bar
JKKP Approval No.:	KB-BD 2800/2596
Hydrostatic Test Date:	19-4-95 YKL
Operating Water Volume:	8,600 Litre

表 11-17 は、7月8日に測定したボイラー排ガスの組成を示している。

Table 11-17 Boiler Flue Gas Content and Intake Air Condition

Instrument: HODAKA HT-2000					
Parameter (Fuel Type):		"Diesel Oil"		"Heavy oil (C)"	
Time:		10:45		14:30	
Flue Gas Content					
Oxygen (%)		7.3 - 7.6		7.2	
Carbon dioxide (%)		9.9		10.5	
Carbon monoxide (%)		7		8	
Nitrogen oxide (ppm)		98 - 102		111	
TG (degree Celcius)		165.0 - 186.1		195.3	
TA (degree Celcius)		33.7 - 33.9		34.9	
DIOX					
hPa		-0.97 to -1.12		-1.24	
Intake air		0.4497 (Nm ³ /s)			
Velocity;		9.04 (m/s)	(8.49, 8.88, 9.06, 9.73)		
Temperature;		30.1 degree Celcius			
Suction Area;		0.0552 (m ²)	(235mm x 235mm)		

Ambient Air Condition Date: 8 July 1998 Time : 15:00 Instrument : ANNEMOMETER

Oxygen, percent ; 20.9
 Carbon dioxide, percent ; 0
 Carbon monoxide, percent ; 0
 Nitrogen oxide, ppm ; 8

11-5-5 エレベーター

(1) 電力消費量

本病院で一般用として並列に運転制御されているエレベーター No.4 及び No.5 について 24 時間の電力消費量測定値を図 11-14 に示す。

後項で述べるように、現行のエレベーター設備の改造を行う場合には VVGD-CL 方式に換えて VVVF 方式による電源供給システムの導入が望ましい。方式変更により約 30-40 パーセントの電力削減が期待できる。

11-5-6 セレンバン病院におけるエネルギーバランス

(1) 電力エネルギーバランス

24 時間にわたる病院の時間毎電力エネルギーバランスを図 11-15 に図示する。昼間における用途分野別エネルギーバランス概略を図 11-13 に示す。用途分野別では空調用エネルギーの使用割合が最大である。

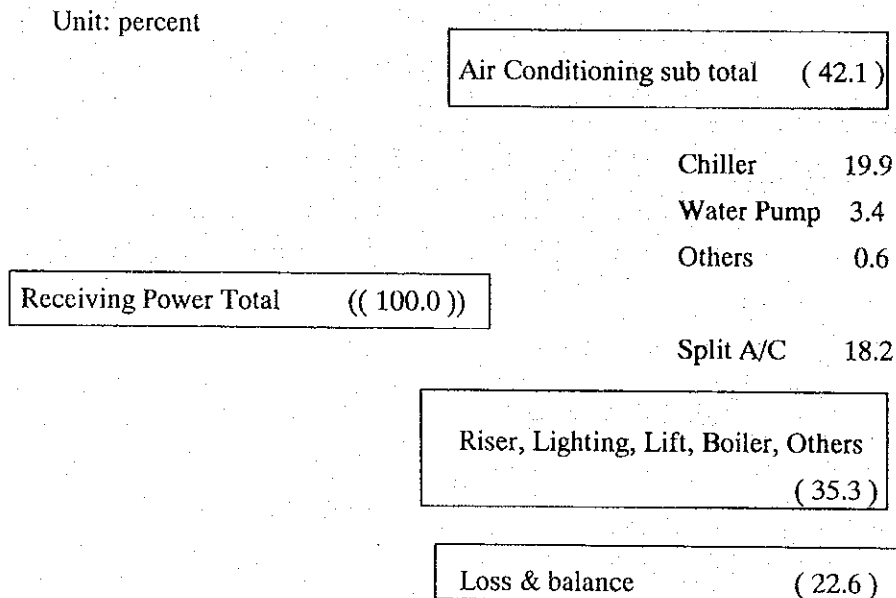


Figure 11-13 Power Energy Consumption Balance

(2) 全体エネルギーバランス

病院の主要設備では、表 11-18 に示すように電力、軽質油およびディーゼル油といった各種形態のエネルギーが使用されている。消費比率は、病院におけるエネルギー使用の特

徴を示している。電力が、全一次エネルギー消費量の約 56 パーセントを占めている。病院における全体エネルギーバランスを図 11-16 に示す。

Table 11-18 Energy Flowchart of the Hospital

(1997)

Item	Electricity	Light Fuel Oil	Diesel Oil	Total
The amount of consumption	(kWh) 4,501,099	(kl) 786,240	(kl) 13.63	
Primary energy, 10 ⁶ kcal	10,127.5 (56.2 percent)	7,783.8 (43.2 percent)	122.7 (0.6 percent)	18,034 (100.0 percent)
Energy consuming facility				
(1) Power for Air conditioning	4,263.7	-	-	4,263.7 (23.6 percent)
(2) Power for Lighting, Lift, Boiler	3,575.0	-	-	3,575.0 (19.8 percent)
(3) Power for Others	2,288.8	-	-	2,288.8 (12.7 percent)
(4) Steam for Calorifier, Laundry, Kitchen, Others	-	7,783.8	-	7,783.3 (43.2 percent)
(5) Emergency generator	-	-	122.7	122.7 (0.6 percent)
Total				18,034 (100.0 percent)

Note 1: Conversion factor of electric power to primary energy is 2,250 kcal/kWh

Note 2: Low heating value of light fuel oil is 9,900 kcal/kl

Note 3: low heating value of diesel oil is 9,000 kcal/kl

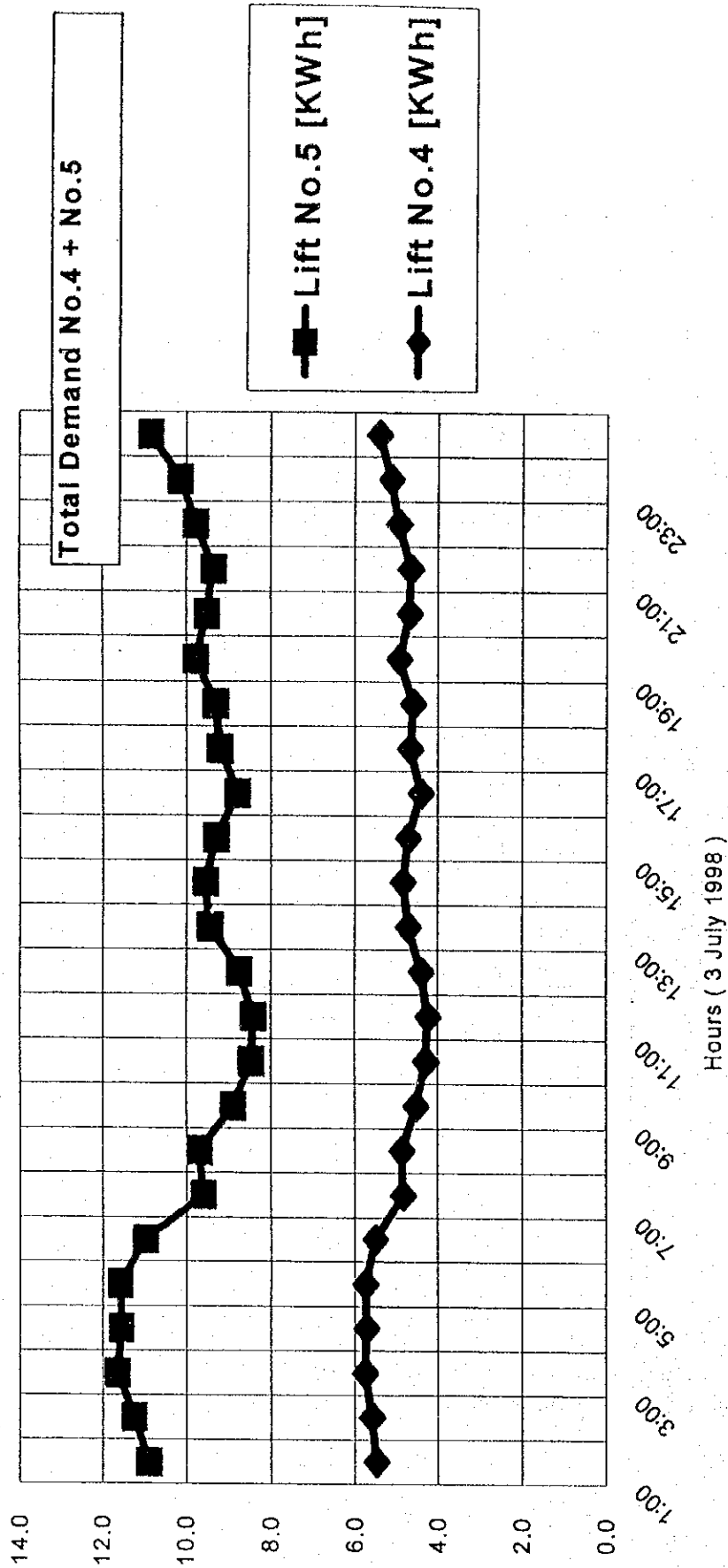


Figure 11-14 Power Trend at Lift No.4 & 5

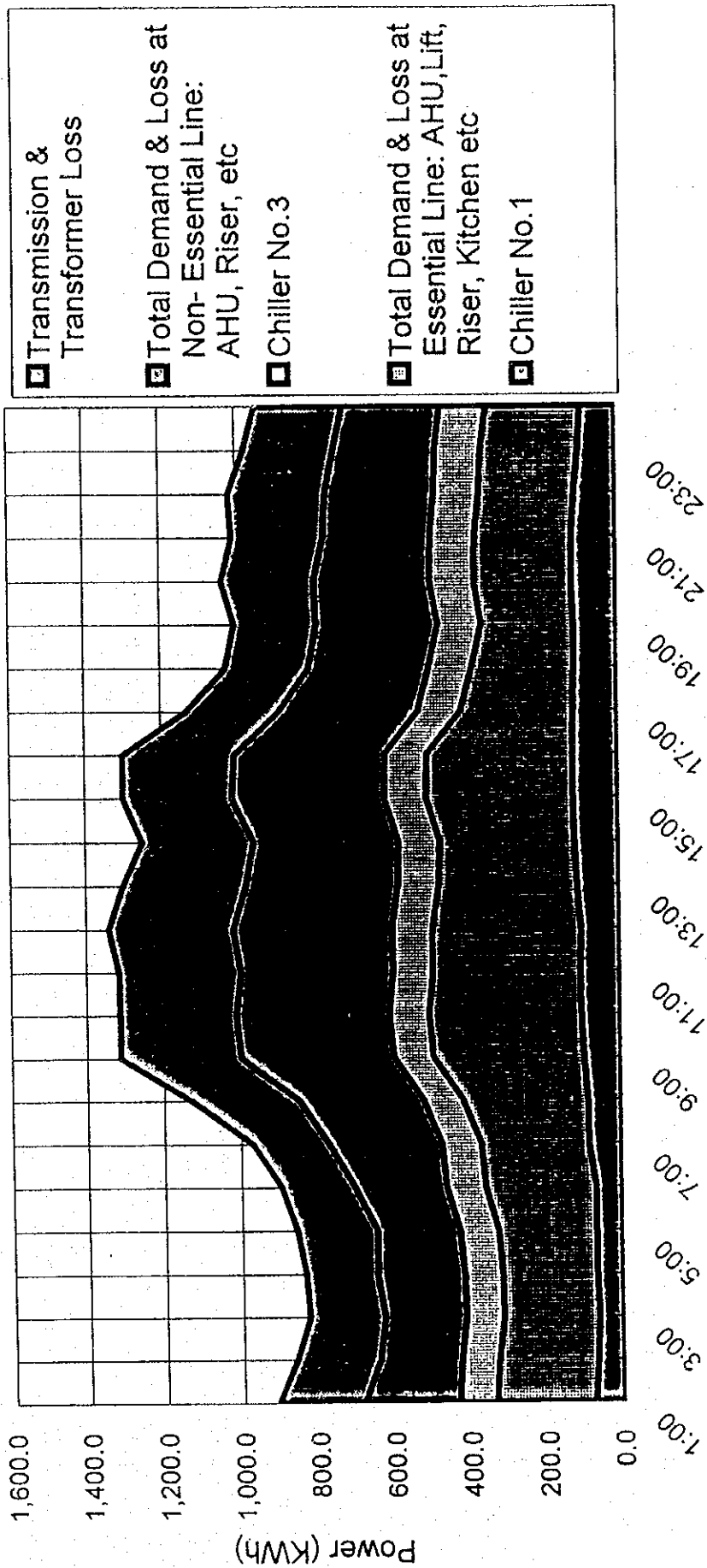


Figure 11-15 Power Demand Profile at Hospital Seremban

Energy Supply		Energy Demand		(Unit : 10 ⁶ kcal/year)			
Total Primary Energy	18,034 100.0 %	Electricity	10,127.5 56.2 %	Air Conditioning	4,263.7 23.6 %		
		Light Fuel Oil	7,783.8 43.2 %			Chiller	11.2 %
		Diesel Oil	122.7 0.6 %			Water Pump	1.9 %
					Split A/C	10.2	
					Others	0.3	
				Lighting, Lift, Boiler	3,575.0	19.8 %	
				Others	2,288.8	12.7 %	
				Steam for Calorifier, Laundry, Kitchen, Others	7,783.8	43.2 %	
				Emergency Generator	122.7	0.6 %	

Figure 11-16 Overall Energy Flow in the Hospital

11-5-7 エネルギー消費原単位

454,600 kcal/m²/yr

(Note-1) エネルギー消費量内訳

Energy	Consumption	Unit Calorific Value	Energy Consumption Amount
Light Fuel Oil	786,240 kl/yr	9,900 kcal/l	7,783.8 x 10 ⁶ kcal/yr
Diesel Oil	13.63 kl/yr	9,000 kcal/l	122.7 x 10 ⁶ kcal/yr
Electric Power	4,501,099 kWh/yr	2,250 kcal/kWh	10,127.5 x 10 ⁶ kcal/yr
TOTAL			18,034.0 x 10 ⁶ kcal/yr

(Note-2) 床面積内訳

Floor	1	2	3	4	5	6	8	TOTAL
Area, m ²	1,920	270	3,750	14,300	2,600	14,200	2,630	39,670

マレーシア国における病院の現況を更に詳しく見るため同じ規模の日本の病院と比較して検討する。表 11-19 に示すとおり、顕著な差異としては、セレンバン病院のエネルギー消費原単位が非常に小さいことである。1) 自然通気をより多く取り入れており又冷房専用（暖房の機能は不要）であること 2) きめこまかな照明管理、合理的なエレベーター運転管理等省エネルギー管理を進めている等セレンバン病院がより省エネルギー的であるといえる。

Table 11-19 Hospital Energy Management Comparison

Item	Malaysia National Hospital SEREMBAN	A Tokyo Metropolitan Hospital
1. Establishment	1969(year)	1974(year)
2. Storey	9 (building A) 9 (building B)	14 (building A) 14 (building B)
3. Total floor area	40,000(m ²)	65,238(m ²)
4. Beds	800	801
5. Electricity Consumption	4,501(MW/year)	13,995(MW/year)
Power receiving Voltage	11 kV	22 kV
6. Fuel Consumption		
(1) Fuel Oil	786 kl/yr	2 kl/yr (emergency use)
(2) City Gas	-	2,182,027 Nm ³ /yr
(3) Others	14 kl/yr (emergency use)	-
7. Boiler		
(1) Capacity x Unit	3 (t/h) x 3	8.4 (t/h) x 3
(2) Steam Pressure	9 (kg/cm ²)	7 (kg/cm ²)
8. Chiller		
(1) Capacity x Unit	250 RT x 3	1,000 USRT x 1 350 USRT x 4
(2) Type	Turbo x 3	Turbo x 4 Absorption x 1
(3) Space Conditioning Unit	AHU x 53 Window x 120 Package x 10	FCU x 461 (Main building) x 126 (Annex building) Package x 31
9. Water Consumption	Not available	273,133 m ³ /yr
Unit Energy Consumption (National average)	454,600 kcal/m ² /yr ---	810,700 kcal/m ² /yr (586,100 kcal/m ² /yr)

11-5-8 エネルギー管理と省エネルギー活動についての現状

病院の主要設備は 1969 年に建設されたため、いくつかの施設は既に経済的寿命を超えている。

病院における省エネルギー問題の特徴としては以下のとおりである。

1) 自然解放型建物

- 自然通風システムの最大限活用

- 旧世代型省エネルギー建物の典型
 - 自然解放部分と密閉部分との共存
- 2) 省エネルギー意識
- 照明強度の徹底管理
 - エレベーター運転の適正管理
 - 分散型空調区域の区分管理
 - 力率管理
- 3) 電力管理
- 旧型エレベーター電力管理システム
 - 頻発する冷凍機システムの過電流トリップ
- 4) 熱管理
- ボイラーオンオフ運転管理
 - 空調システムの将来改造計画

11-6 省エネルギー対策

病院に対するエネルギー診断の測定結果及び分析について本報告書の前項まで述べてきた。これらエネルギー診断結果を踏まえ、本項では省エネルギー対策実施項目の提案を述べる。主要項目は次の通りである。

1. エレベーター電力供給システムへのインバーター制御方式の導入
2. ボイラー排ガスの酸素濃度及び温度条件の改善
3. 冷凍機システムにおける過電流トリップ防止及び低力率の改善
4. TNB 受電システムの改善
5. 空調システムの改善及び蓄熱システムの導入（将来計画）

11-6-1 エレベーター電力供給システムへのインバーター制御方式の導入

本病院は8基のエレベーターが設置されている。主要な仕様を次表に示す。

Table 11-20 Lift Specification at Hospital Seremban

Control System	VVGD-CL	Working status
Capacity	23 persons	Lift #1 : operating for goods
Stops	9 stops	Lift #2,3: stand by
Speed	Lift #1,6,7,8 : 90 m/min. Lift #2,3,4,5 :105 m/min.	Lift #4,5: operating for general usage
Operation	Lift #1,6,7,8 : 1C-2BC Lift #2,3,4,5 : 2C-2BC	Lift #6 : operating for patient Lift #7,8: operating for bed/ passengers

6基のエレベーターは老朽化しており又リレー制御方式で運転されているが、いずれのエレベーターも運転状態、保守管理とも良好である。将来、エレベーター設備の改造を行う場合にはVVVF方式による電源供給システムの導入が望ましい。新方式導入により省エネルギーを計れると共に乗り心地も改善できる。電力削減量としては、全体消費量のおよそ30-40パーセントと推定される。エレベーター No.4 及び No.5 の合計で一日当り 51-68 kWh となる。

既設の Ward-Leonard (VVGD)と VVVF、DIAGLIDE との比較を表 11-21 に示す。

Table 11-21 Performance Comparison of Power Supply Control System

	VVGD (Ward-Leonard system)	VVVF (variable voltage variable frequency)	DIAGLIDE (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 DIAGLIDE 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 DIAGLIDE 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

11-6-2 ボイラー排ガスの酸素濃度及び温度条件の改善

測定値に基づきボイラー供給空気の実際空気比推算を行う。ボイラー排ガス中の O₂ 及び CO₂ の組成はそれぞれ 7.2、10.5 パーセントである。酸素濃度が高いのはボイラー燃焼室内の空気が過剰であること、二酸化炭素濃度が低いのは不完全燃焼を示している。排ガス組成と空気比との関係を示す技術文献から、このボイラーの空気比が 1.45-1.5 であることが容易に読み取れる。

一方、空気流入量を 1,620 Nm³/hr、燃料油流量が 165 kg/hr として比空気量 (A) は 9.82 Nm³/kg となる。1 kg の燃料油を完全燃焼させるのに必要な理論空気量 (A₀) は、燃料油の化学組成分析データを用いて計算すると 6.54 Nm³/kg となる。この場合も空気比は 1.5 (= A/A₀) となる。

空気比が若干高いのは、ボイラーの自動オンオフ運転に起因するものと思われる。燃焼のオンオフがかなり頻りに切り替わり運転時間は少なくなっている。このため定常運転状態の継続時間が短く、不完全燃焼のためボイラー効率が低いレベルに維持できないと推定される。

日本では、工業分野におけるエネルギーの適切かつ合理的使用の推進を計るための判断基準を公表している。小規模ボイラーに適用される基準値を抜粋して表 11-22 に示す。

Table 11-22 Japanese Guidelines for Boiler Operation Condition (Reference)

Equipment	Air Ratio		Exhaust Gas Temperature	
	(Standard Value)	(Desired Value)	(Standard Value)	(Desired Value)
Steam Boiler Size: less than 5 ton/hr Fuel: Liquid Fuel Load:50-100 %	1.3	1.2-1.3	250 degree centigrade	220 degree centigrade

ボイラー回りには測定計器がほとんど設置されていない。強制通気ファン(FDF)のダンパー調整あるいはファンモーターの回転数制御により空気比改善を図るためには、排ガスサンプリングを行うことが必要である。燃焼制御により省エネルギーを図る場合には空気量の絞りすぎあるいは不完全燃焼により大気汚染を引き起こさないよう細心の注意が必要である。

排ガス温度は、表 11-17 で示したとおり 165 から 195.3 °C の範囲で変動しているが上記表の目標値以下である。

11-6-3 冷凍機システムにおける過電流トリップ防止及び低力率の改善

冷凍機 No.1 及び No.3 は、24 時間高負荷で連続運転され病院建屋の約 40 パーセントの区域に空調用冷水を供給している。しかしながら、この冷凍機システムは過電流トリップ作動により頻繁に停止している。

図 11-17 及び 11-18 から分かるように冷凍機システムは、1) 力率が非常に低い 2) 過電流トリップ設定値の 300 アンペアに近接した高電流値を示している。これは冷凍機 No.3 に関しても同様である。

対策として検討事項は次の通りである。

- (1) 低力率の原因調査
- (2) ブレーカーヒューズ交換、300 A から 350 A
- (3) 力率改善コンデンサーの設置
- (4) 配電系統ケーブルのサイズアップ

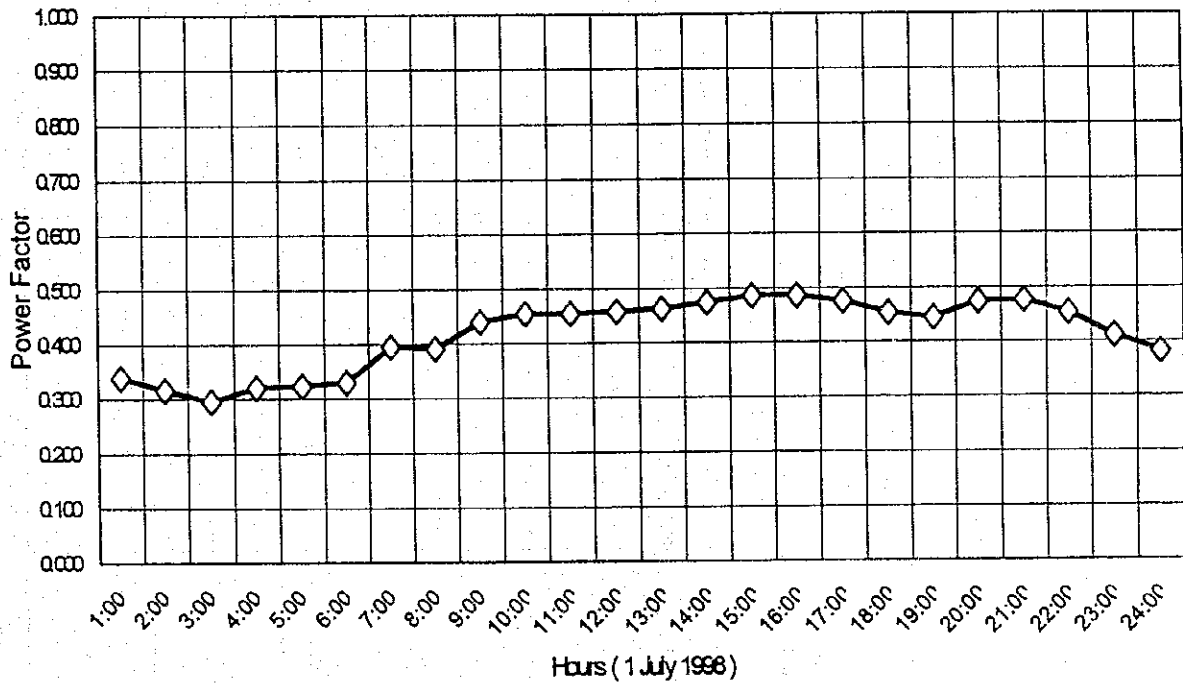


Figure 11-17 Power Factor Trend for Chiller No.1

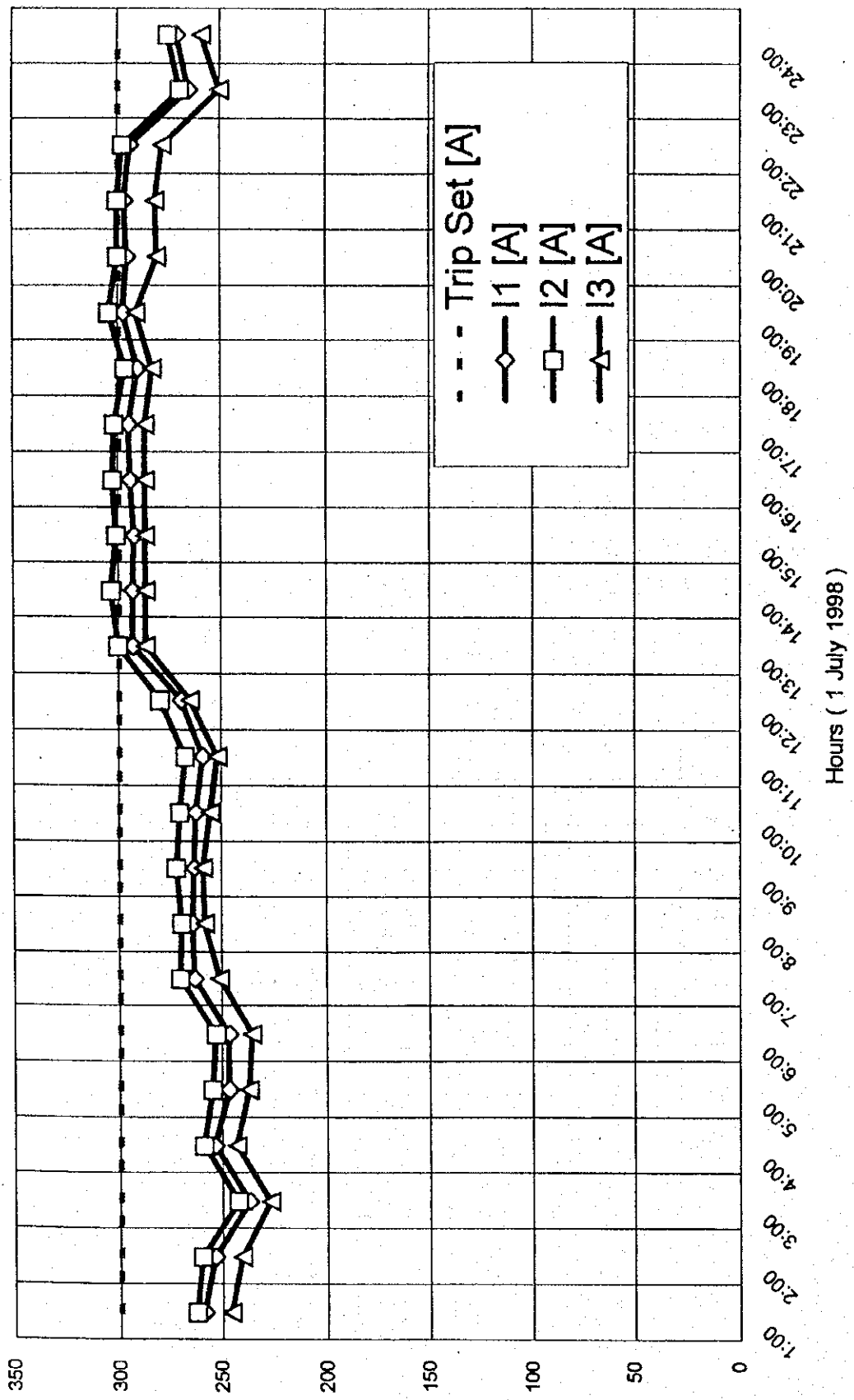


Figure 11-18 Ampere Trend at Chiller No.1

11-6-4 TNB 受電系統の改善

力率改善コンデンサーの取替後は、TNB からの受電系統の力率は最高の値を保持している。それ以来力率低下による付加的な料金は課せられていない。

受電電力データを更に詳細に解析してみると、図 11-19 及び図 11-20 に示したとおり無効電力は負の値となっており力率はおよそ-0.96 (進み力率)である。

力率改善コンデンサーの自動制御システムの設定を若干調整する必要がある。

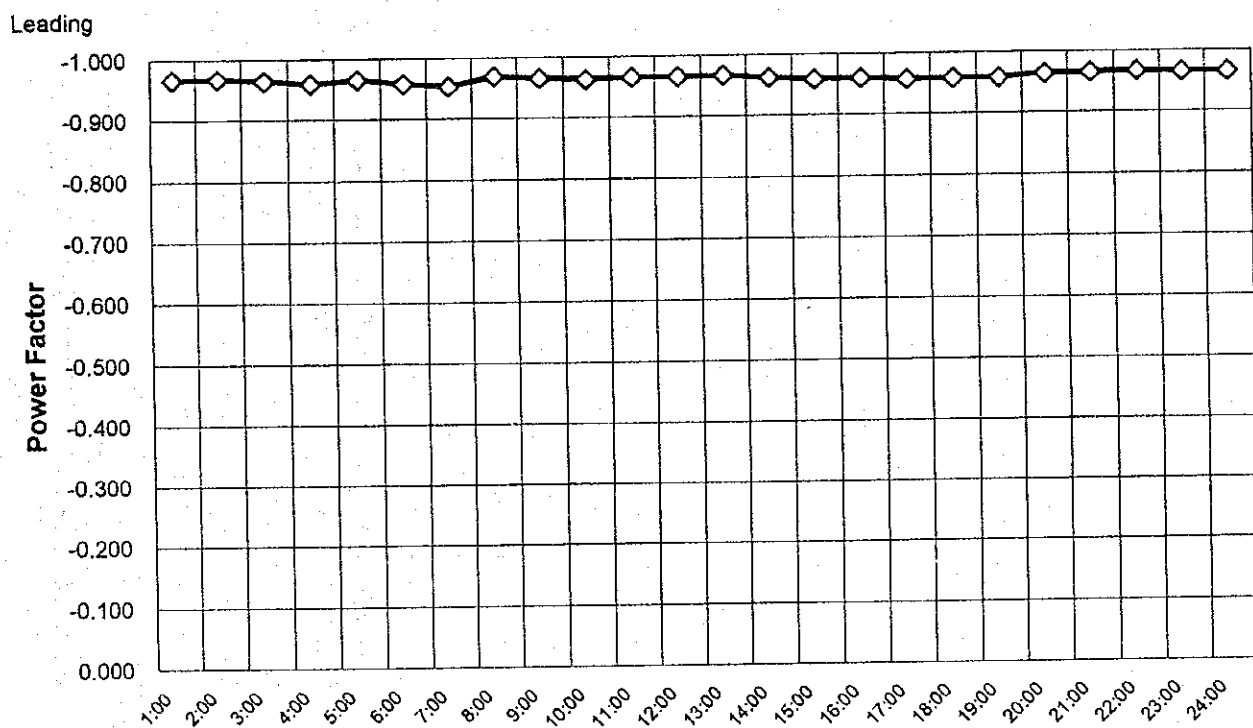


Figure 11-19 Power Factor

Hours (1 July 1998)

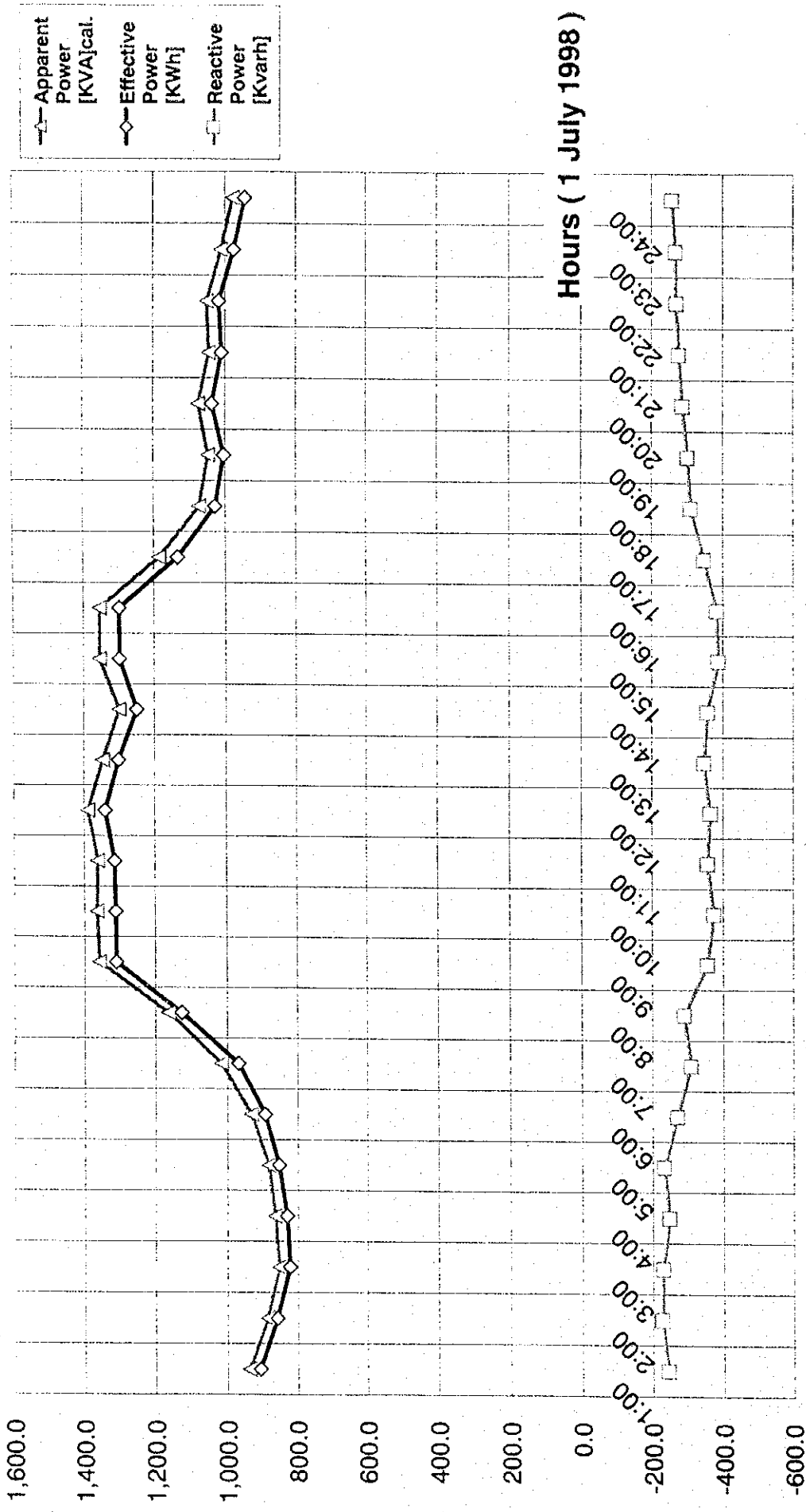


Figure 11-20 Power Receiving

11-6-5 空調システムの改善及び蓄熱システムの導入（将来計画）

次項で示す通り日本における病院においては、ターボ冷凍機と吸収式冷凍機とを組み合わせた中央集中管理方式の冷暖房システムを主体とし、補完的に分散方式の空調機が採用されている。一方、セレンバン病院では自然換気、強制換気、中央方式及び分散方式を組み合わせている。建物の約40パーセントが中央方式により空調されている。

近い将来、自然換気あるいは強制換気方式に代えて中央集中管理方式の適用が避けられないであろう。その場合は、次の項目について検討が必要である。

(1) 冷凍機システムの改造 最経済設備方式の選定

吸収式冷凍機、固定的需要を賄う

ターボ冷凍機、変動的需要を賄う

(2) 中央方式に付帯させた潜熱蓄熱装置の導入

優位性:

- ピーク時の需要をオフピーク時の需要にシフトすることにより効果的なピーク時負荷をカット出来る
- 契約電力料金の低減
- 冷凍機設計能力低減による設備費削減

潜熱蓄熱システム導入を折込んだ空調システムの将来構想を図11-21に示す。

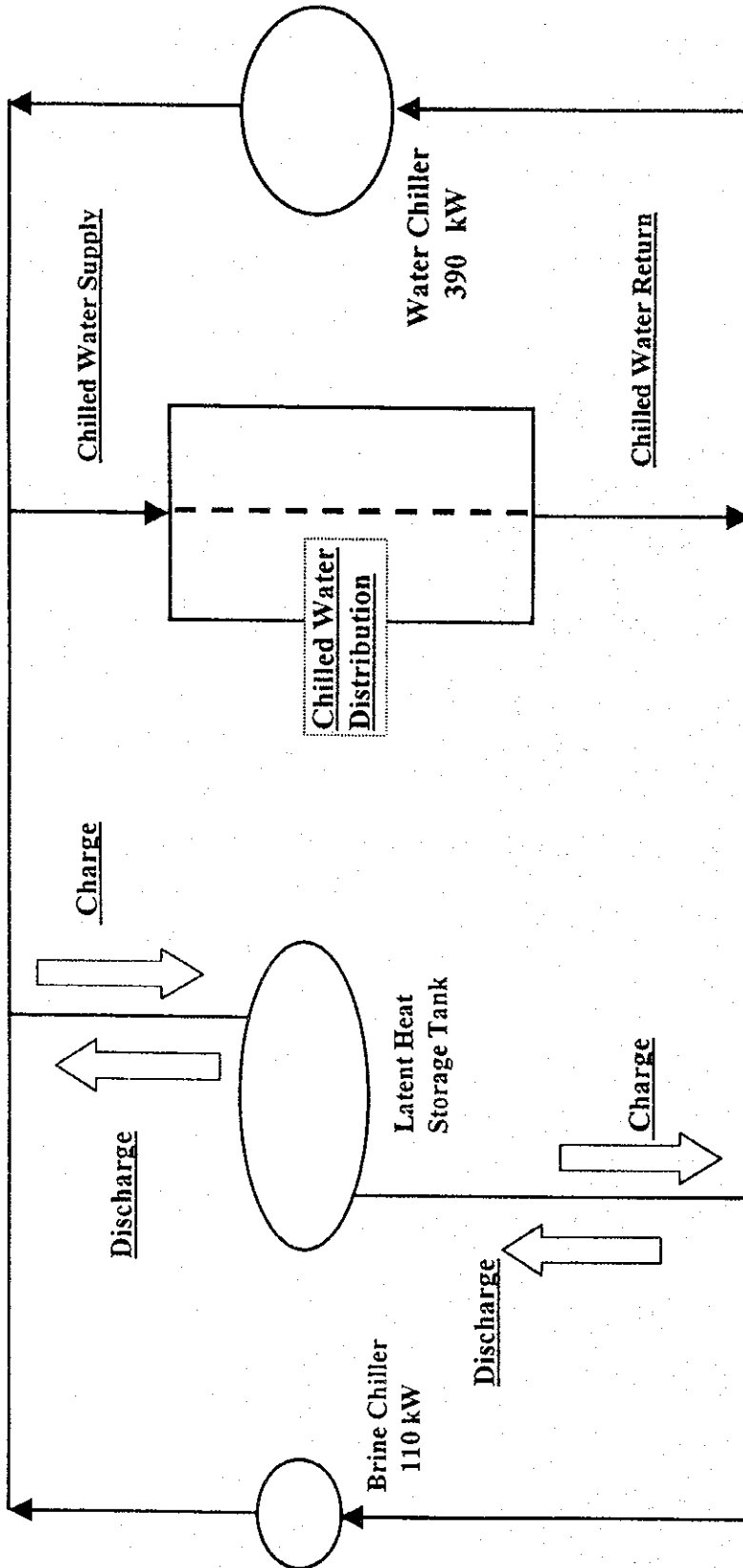


Figure 11-21 Schematic Flow for Latent Heat Storage System

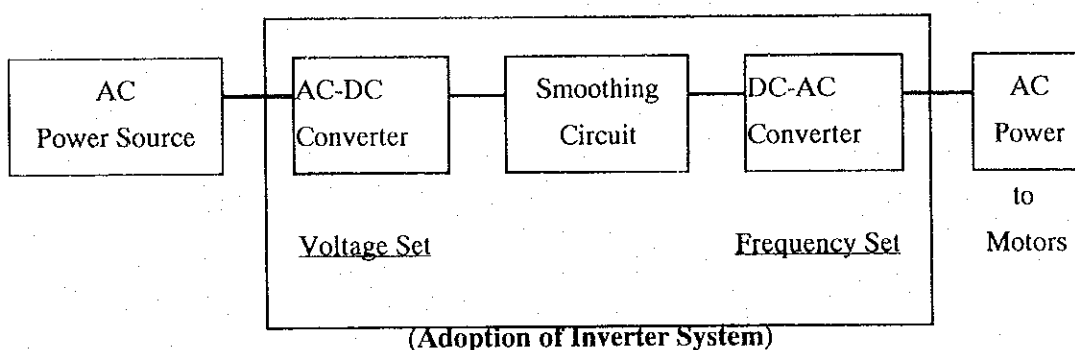
11-7 省エネルギー対策の技術選定

前 11-6 項で述べた省エネルギー対策の考察にもとづき、本項においては適用可能な関連技術について説明する。

(1) インバーター制御方式

VVVF インバーターは、固有の周波数及び電圧を交流モーターに供給することによりモーターの速度制御を行うものである。

インバーター制御方式の概要を下記に示す。



既設の VVGD と VVVF, DIAGLIDE との性能比較を表 11-21 に示したとおりである。

(2) 燃焼制御の計算式

ボイラーの燃焼用空気が過剰の状態であり、次の燃焼制御の計算式により適正な空気比管理を行うことが望ましい。

- 1) 理論空気量、 A_0 : 固体燃料、液体燃料 1 kg を完全燃焼させるのに必要な最小の空気量

$$A_0 = 1/0.21 \times \{22.4/12 \times c + 22.4/4 \times (h-o/8) + 22.4/32 \times s\}$$

$$= 8.89 \times c + 26.7 \times (h-o/8) + 3.33 \times s \quad [\text{Nm}^3/\text{kg}]$$

c : 燃料 1 kg 中の炭素 kg h : 燃料 1 kg 中の水素 kg

o : 燃料 1 kg 中の酸素 kg s : 燃料 1 kg 中の硫黄 kg

- 2) 理論空気比、 m : 理論空気量 (A_0) と実供給空気量 (A) との比

$$m = 1 + \frac{(O_2) - 0.5 \times (CO)}{\{1.867 \times c + 5.6 \times (h-o/8) + 0.7 \times s\} \times \{(CO_2) + (CO)\} / \{1.867 \times c + 0.7 \times s\}}$$

$(O_2), (CO_2), (CO)$: 排ガス中のガス組成

又は $m = A_0 / A_e$

(3) 力率改善コンデンサー

コンデンサー容量の計算式 : Q_c

$$Q_c = P \times PF_1 \times \left\{ (1/(PF_1)^2 - 1)^{1/2} - (1/(PF_2)^2 - 1)^{1/2} \right\}$$

P: 負荷 [kVA]

PF₁: 改善前の力率 PF₂: 改善後の力率

電流減少率 : α

$$\alpha = I_2/I_1 = PF_1/PF_2$$

I₁: 改善前の電流 I₂: 改善後の電流

(4) 力率改善コンデンサーの自動制御運転

1) 力率改善の利点

- 負荷の高効率運転を可能
- 電線系統の電圧損失減少
- 電力損失の減少
- 電力量料金減少

2) 進み力率の不利点

- 設備寿命の短縮
- 設備電力損失

3) 変圧器の高効率運転

実効電力[kW]

$$\eta = \frac{\text{実効電力[kW]}}{\text{実効電力[kW]} + W_i + W_{cu}}$$

実効電力[kW] + W_i + W_{cu}

W_i [kW]: 鉄損 W_{cu} [kW]: 銅損 最高効率 : at W_i = W_{cu}

(5) 空調システムの選択

各種空調システムの特徴比較を下表に示す。

Zone Control	Cooling Medium	Cooling Load Control System	Energy Conservatives	Remarks
Centralized Chiller Controlling	Air	Constant flow rate	good	-Temperature total control
		Variable flow rate	good	- Common operation hour
	Water	Constant flow rate	good	- Central machine room
		Variable flow rate	excellent	- Energy saving
Localized Chiller Controlling	Air	Temperature control	good	- Temperature local control ability
	Water			

11-8 省エネルギー対策のコスト

提案された省エネルギー対策の3件、即ち、エレベーターシステムにおける電力削減、冷凍機システムにおける過電流トリップ解消策および潜熱蓄熱システムの導入について概算見積りを行った。但し、最後の案件は将来構想に関するものであり参考として記載したものである。

又、「ボイラー排ガスの酸素濃度及び温度条件の改善」及び「TNB受電システムの改善」については運転管理強化によるものであり、対策費用は不要である。

(1) エレベーター装置におけるインバーター導入

	RM
1. Lift replacement (L# 1, 6, 7, 8)	1,550,400
2. Lift replacement (L# 2, 3, 4, 5)	1,594,400
(Inverter controller installation: L# 1,2,3,4,5,6,7,8)	(314,480)
TOTAL	3,144,800

(2) 冷凍機システムにおける過電流トリップ対策

	10 ³ Yen
1. Capacitor (25 kVar x 7 unit = 175 kVar)	3,220
2. Installation work (2 人・日)	100
TOTAL	3,320

(3) 潜熱蓄熱システムの導入

	10 ³ Yen
1. Water chiller (capacity: 390 kW)	19,500
2. Brine chiller (capacity: 110 kW)	9,000
3. Phase change material and tank (tank: carbon steel, 70 m ³)	10,500
4. Installation work	6,000
TOTAL	45,000

11-9 省エネルギーポテンシャル

エネルギー利用効率の向上策に関する 11-6 および 11-7 項での議論をふまえ、省エネルギーのポテンシャルについて述べる。

但し「TNB 受電システムの改善」については期待される省エネルギーポテンシャルが極めて小さいため、ここでは除外する。

(1) インバーターコントローラー導入による電力削減

既設の 8 基のエレベーターは省エネルギー的な運転管理がされている。常時稼働している設備、間欠運転されている設備および休止している設備に区分管理されており空運転エレベーターは無い。

エレベーター電源供給装置の制御を VVGD 方式に替えて VVVF 方式を導入することにより一基あたり約 30~40 パーセントの電力削減が図れる。

Lift No.	Working Status	Expected Power	Remarks
# 1	Continuous operation	25-34	Estimated
# 2,3	Stand by	5-6	Estimated
# 4,5	Continuous operation	51-68	Based on measured data
# 6	Continuous operation	25-34	Estimated
# 7,8	Continuous operation	51-68	Estimated
Total		157-210 kWh/day	

(2) ボイラー燃焼空気管理

11-7 (2)項で述べたとおりボイラー燃焼状況の指標は下記のとおりである。

1 kg の燃料油を燃焼するのに必要な理論空気量 A_0 : 6.54 Nm³/kg

1 kg の燃料油を燃焼するのに供給された実際空気量 A : 9.82 Nm³/kg

空気比 m : 1.5

(3) 冷凍機への力率改善コンデンサー導入

コンデンサー容量および導入後の電流値

$$\begin{aligned} \text{所要コンデンサー容量: } Q_c &= 250 \times 0.45 \times \left\{ \left(\frac{1}{(0.45)^2} - 1 \right)^{1/2} - \left(\frac{1}{(0.90)^2} - 1 \right)^{1/2} \right\} \\ &= 170 \text{ [kVA]} \end{aligned}$$

改善後の電流値 (計算値) : $I_2 = 300 \times 0.5$

$$= 150 \text{ [Ampere]}$$

(4) 潜熱蓄熱システム

近い将来、現在病院建物の大部分で採用されている現有の自然換気を有効に取り入れた空調システムを大幅に上回る冷房需要が見込まれる。

その場合には、能力増強された冷凍機システムに付属させて潜熱蓄熱装置を設置するのが望ましい。潜熱蓄熱装置により冷凍機建設費削減および定額電力料金の低減が図れる。

将来の冷房需要の伸びを現状設備での供給量の 1.2 倍と想定した場合、基本設計条件は次のとおりである。

- 1) 電力需要曲線: 図 11-22
- 2) 瞬時最高需要量: 650 kW
- 3) 従量電力
ピーク時: $500 \text{ kW} \times 14 \text{ hr (08:00 to 22:00)} = 7,000 \text{ kWh per day}$
オフピーク時: $500 \text{ kW} \times 10 \text{ hr (22:00 to 08:00)} = 5,000 \text{ kWh per day}$
- 4) 冷凍機設計能力: 500 kW
 - 一般冷凍機 390 kW
 - ブライン冷凍機 110 kW
- 5) 相変化物質貯槽: 70 m^3 炭素鋼製

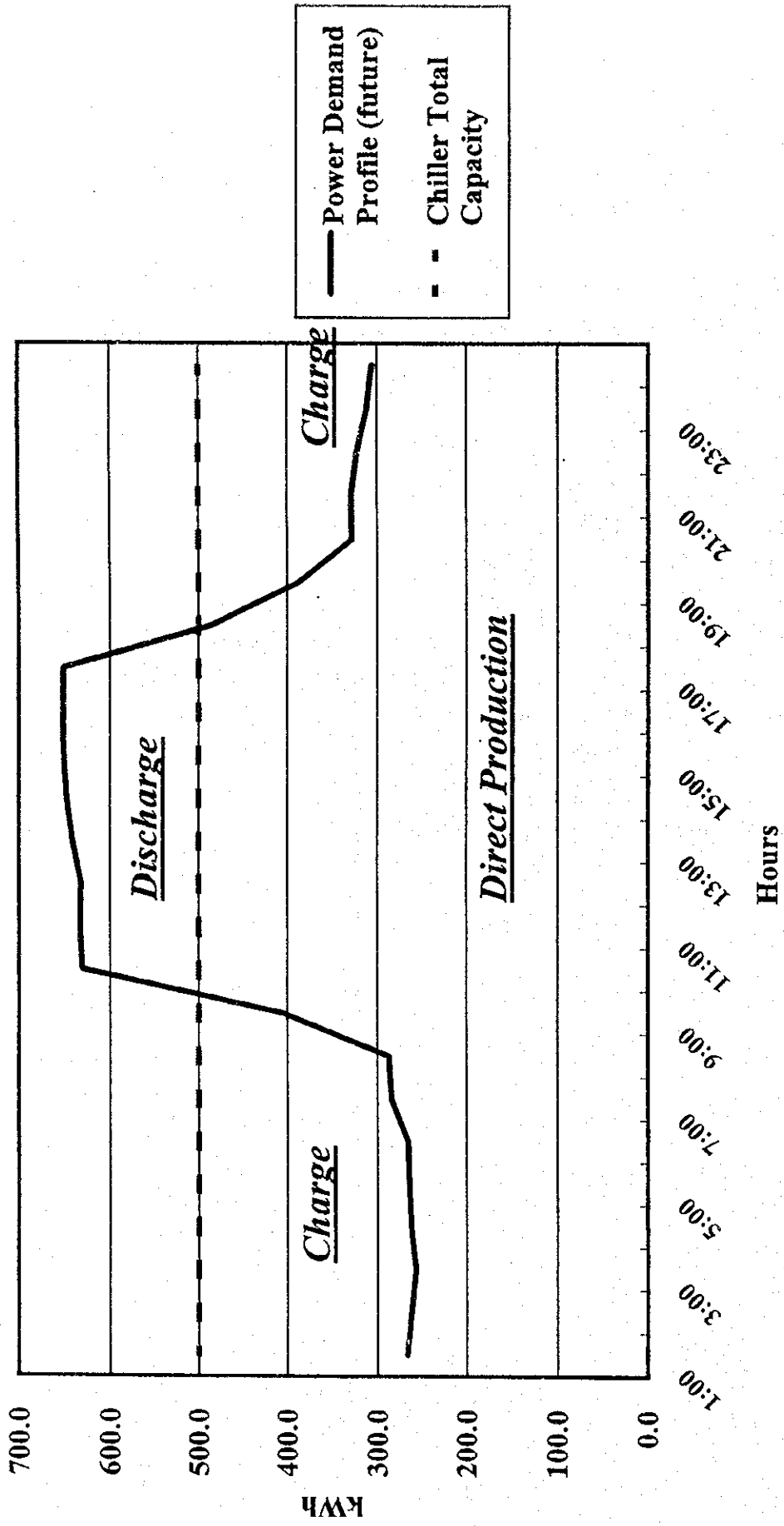


Figure 11-22 Air Conditioning Power Demand Profile (After Future Expansion)