Table 5.1 Energy Generated and Sold by NEB (GWH)

| Fiscal Year | Energy generated & purchased (GWH) | Sending end energy (GWH) | Energy sold (GWH) | Rate of increase (%) |
|---|---|---|---|---|
| 1970 | 2498.1 | 2406.3 | 2175.0 | - |
| 1971 | 2755.8 | 2645.8 | 2398.9 | 10.3 |
| 1972 | 3189.4 | 3057.4 | 2766.4 | 15.3 |
| 1973 | 3647.0 | 3491.8 | 3145.4 | 13.7 |
| 1974 | 4106.3 | 3929.5 | 3502.1 | 11.3 |
| 1975 | 4650.7 | 4441.9 | 3982.3 | 13.7 |
| 1976 | 5356.9 | 5103.2 | 4543.5 | 14.1 |
| 1977 | 6257.8 | 5953.6 | 5297.1 | 16.6 |
| 1978 | 6991.5 | 6651.4 | 5934.2 | 12.0 |
| 1979 | 7651.3 | 7302.4 | 6541.0 | 10.2 |
| 1980 | 8466 | 8071 | 7266 | 11.1 |

(Source ; NEB Annual Reports, 1969/70 - 1979/80)

Table 5.2 Long-Term Demand Forecast by NEB (1981 to 2000)

| Fiscal Year | Annual Energy (GWH) | Peak Demand (MW) | Load Factor (%) |
|---|---|---|---|
| 1980 | 8,610 | 1,397 | 70.38 |
| 1981 | 9,641 | 1,621 | 67.89 |
| 1982 | 11,034 | 1,614 | 69.44 |
| 1983 | 12,730 | 2,127 | 68.32 |
| 1984 | 14,595 | 2,388 | 69.77 |
| 1985 | 16,449 | 2,778 | 67.59 |
| 1986 | 18,906 | 3,110 | 69.40 |
| 1990 | 25,254 | 4,154 | 69.40 |
| 1995 | 36,976 | 6,082 | 69.40 |
| 2000 | 55,550 | 9,138 | 69.40 |

(Annual Growth Rate (%))

| Fiscal Year | Energy | Peak Demand |
|---|---|---|
| 1980 - 1985 | 13.8 | 14.7 |
| 1980 - 1990 | 11.4 | 11.5 |
| 1980 - 1995 | 10.2 | 10.3 |
| 1980 - 2000 | 9.8 | 9.8 |

(Source ; NEB System Development, 1981 - 2000 Part I ; Load Forecasts)

## Table 5.3 Power Generating Plant of NEB

### (1) Hydro Power Stations

| | | |
|---|---|---|
| Temengor | 4 units x 87 MW | 348 MW |
| Sultan Idris II | 3 x 50 | 150 |
| Sultan Yusuf | 4 x 25 | 100 |
| Cheoderoh | 3 x 10 | 30 (PRHEC) |
| Others | | 15.4 |
| | (Sub-total) | 643.4 MW |

### (2) Thermal Power Stations

| | | |
|---|---|---|
| Pasir Gudang | 2 units x 120 MW | 240 MW |
| Connaught Bridge | 4 x 20 | 80 |
| Gelugor | 4 x 10 | 40 |
| Malaka | 4 x 10 | 40 |
| Sultan Ismail | 3 x 10 | 30 |
| | 3 x 30 | 90 |
| Perai | 3 x 30 | 90 |
| | 3 x 120 | 360 |
| Tuanku Jaafar (Port Dickson) | 4 x 60 | 240 |
| | 3 x 120 | 360 |
| Malim Nawar | 2 x 20 | 40 (PRHEC) |
| | (Sub-total) | 1,610 MW |

### (3) Gas Turbines

| | | |
|---|---|---|
| Gelugor | 1 unit x 20 MW | 20 MW |
| Connaught Bridge | 1 x 20 | 20 |
| Tuanku Jaafar | 1 unit x 20 MW | 20 MW |
| Tanjong Gelang | 1 x 20 | 20 |
| Sultan Ismail | 1 x 20 | 20 |
| | (Sub-total) | 100 MW |

### (4) Diesel-engine Generators

| | |
|---|---|
| Lundang | 37.95 MW |
| K. Trengganu | 24.15 |
| Kemaman | 4.61 |
| Dungun | 3.145 |
| Kuantan | 11.73 |
| Lesal | 2.60 |
| K. Rompin | 2.85 |
| Others | 30.876 |
| Diesel engine generators for rural electrification | 6.300 |
| (Sub-total) | 124.211 MW |

## Table 5.4 Power Expansion Program

### (1) Power Stations Committed

| | | | | completion scheduled |
|---|---|---|---|---|
| Connaught Bridge (C/T) | 2 units | x 80 MW | 160 MW | 1983 |
| Bersia (H) | 3 | x 24 | 72 | 1983 |
| Kenering (H) | 3 | x 40 | 120 | 1983/4 |
| Paka (C/C) | 9 | x 100 | 900 | 1984/5 |
| Port Kelang (O) | 2 | x 300 | 600 | 1985 |
| Kenyir (H) | 4 | x 100 | 400 | 1985 |
| | | Total | 2,252 MW | |

where, (O) : Heavy oil burning
(C/T) : Gas turbine heavy oil burning
(H) : Hydro power station
(C/C) : Combined cycle, natural gas burning

### (2) Power Stations Planned (as of 1982)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Port Kelang (O) | 2 units | x 300 MW | 600 MW | 1986/7 |
| Ulu Trengganu (H) | 2 | x 100 | 200 | 1988 |
| Pergau (H) | 2 | x 50 | 100 | 1988 |
| Tenbeling (H) | 4 | x 27.5 | 110 | 1988 |
| | | Total | 1,010 MW | |

Fig. 5.1 Generation Development 1981-1990

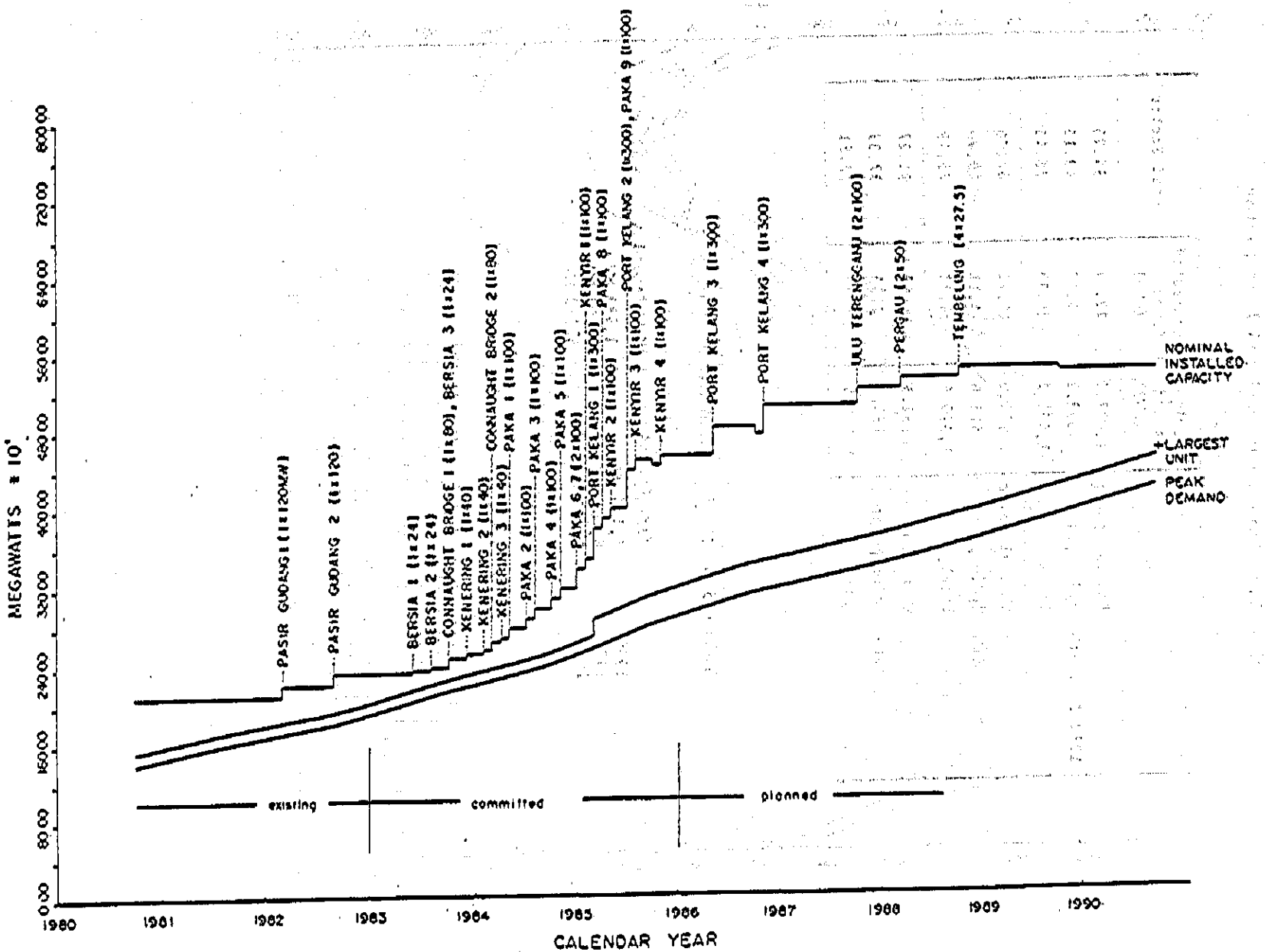


Table 5.5 Maximum Demand and Load Factor

| | | Maximum Demand (MW) | Generated Power (GWH) | Load Factor |
|---|---|---|---|---|
| 1982 Jan. 4th | Thermal power | 1,037.0 | 22.21 | 89.23 |
| | Hydro power | 398.2 | 4.12 | 43.15 |
| | Total | 1,435.2 | 26.33 | 76.45 |
| " 9th | Thermal power | 944.0 | 19.72 | 87.06 |
| | Hydro power | 426.6 | 5.11 | 49.90 |
| | Total | 1,370.6 | 24.83 | 75.49 |
| " 10th | Thermal power | 852.5 | 18.67 | 91.27 |
| | Hydro power | 283.9 | 2.53 | 37.39 |
| | Total | 1,136.4 | 21.22 | 77.81 |

Table 5.6 Maximum and Minimum Demand

| | Max. Demand | Min. Demand |
|---|---|---|
| 1990 | 4,436 MW | 1,983 MW |
| 1995 | 6,496 MW | 2,903 MW |
| 2000 | 9,759 MW | 4,363 MW |

Fig. 5.2 System Load Curve

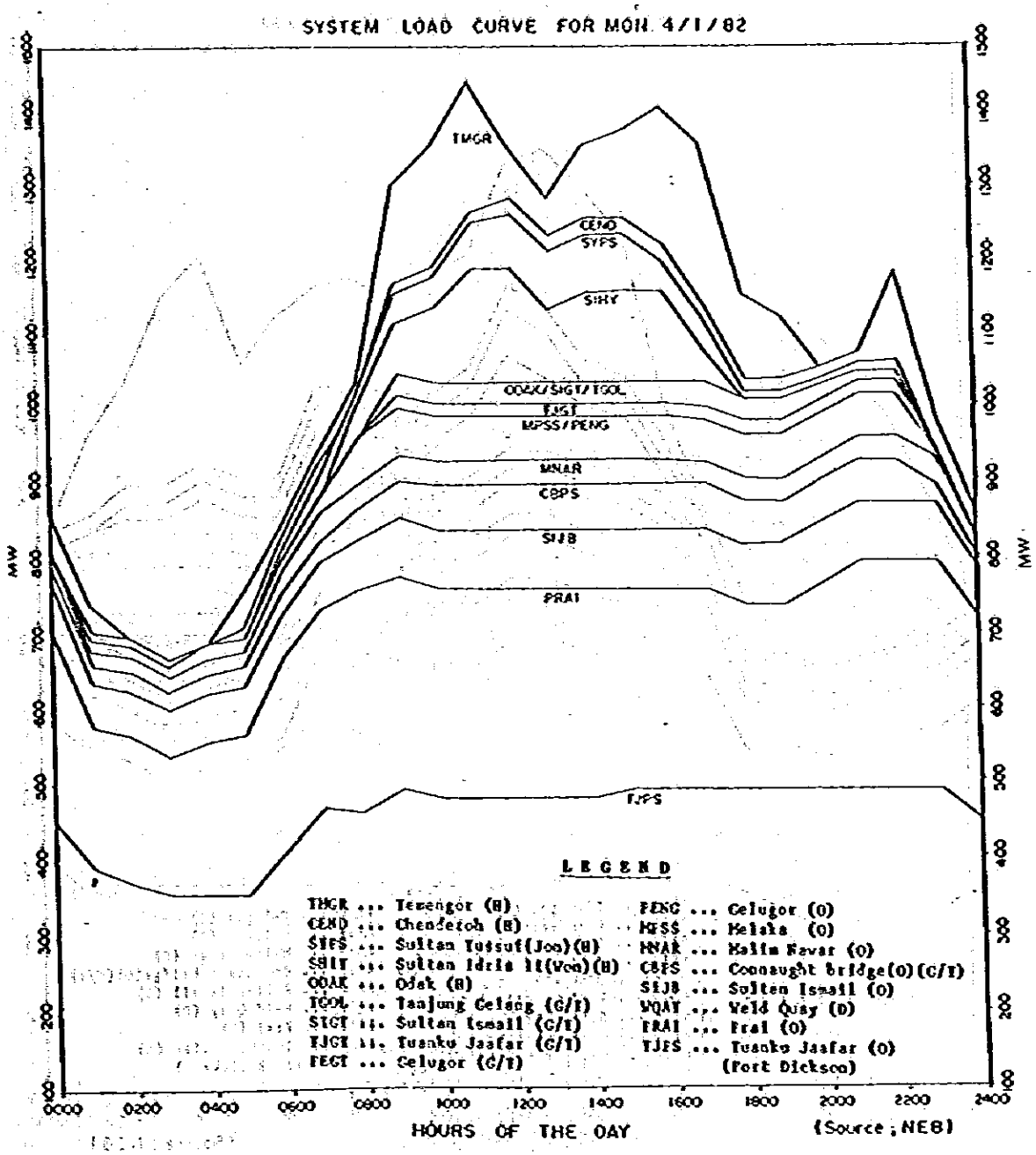
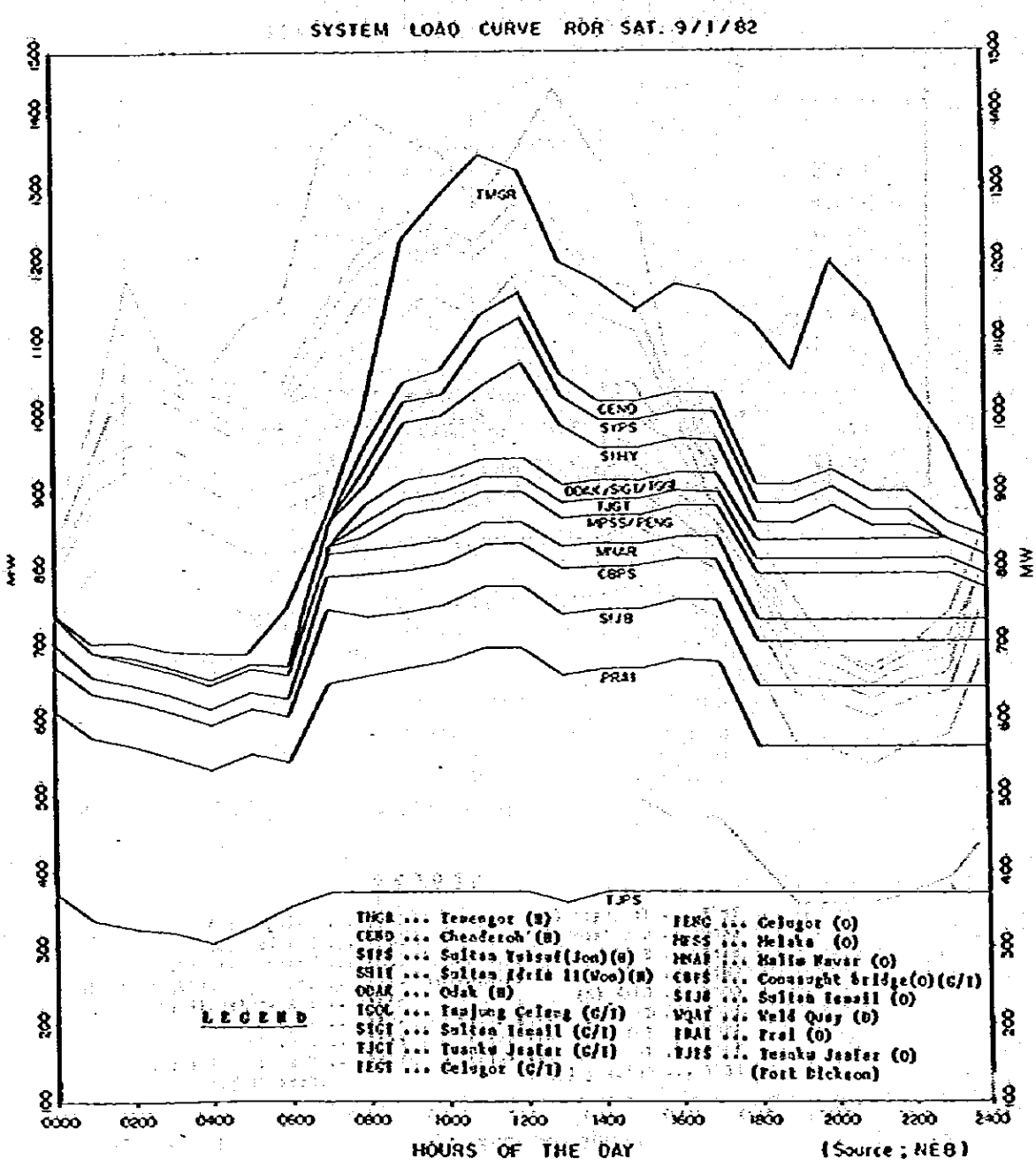


Fig. 5.3 System Load Curve



## Fig. 5.4 System Load Curve

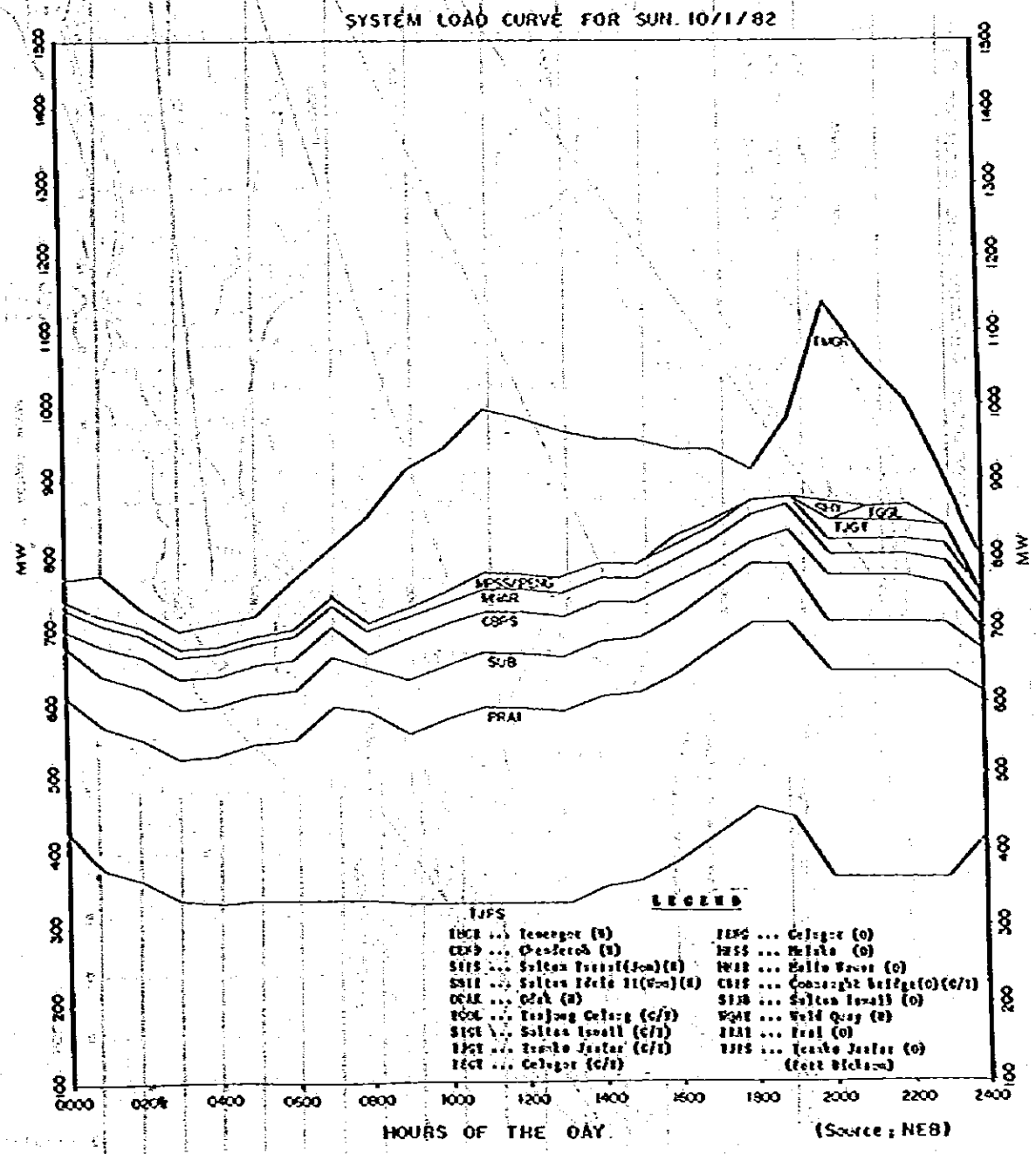


Fig. 5.5 Weekday Load Duration Curve

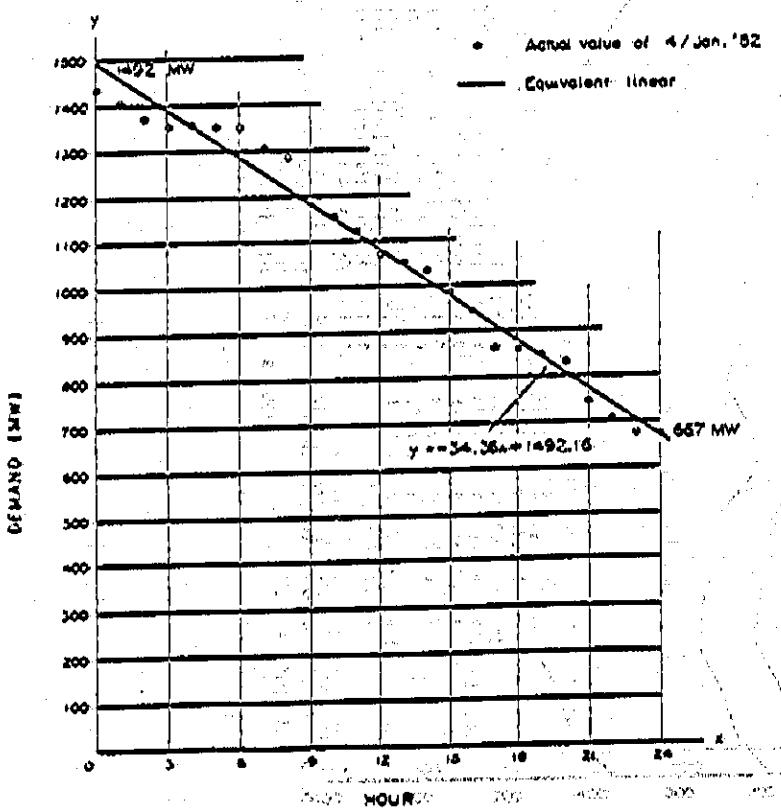
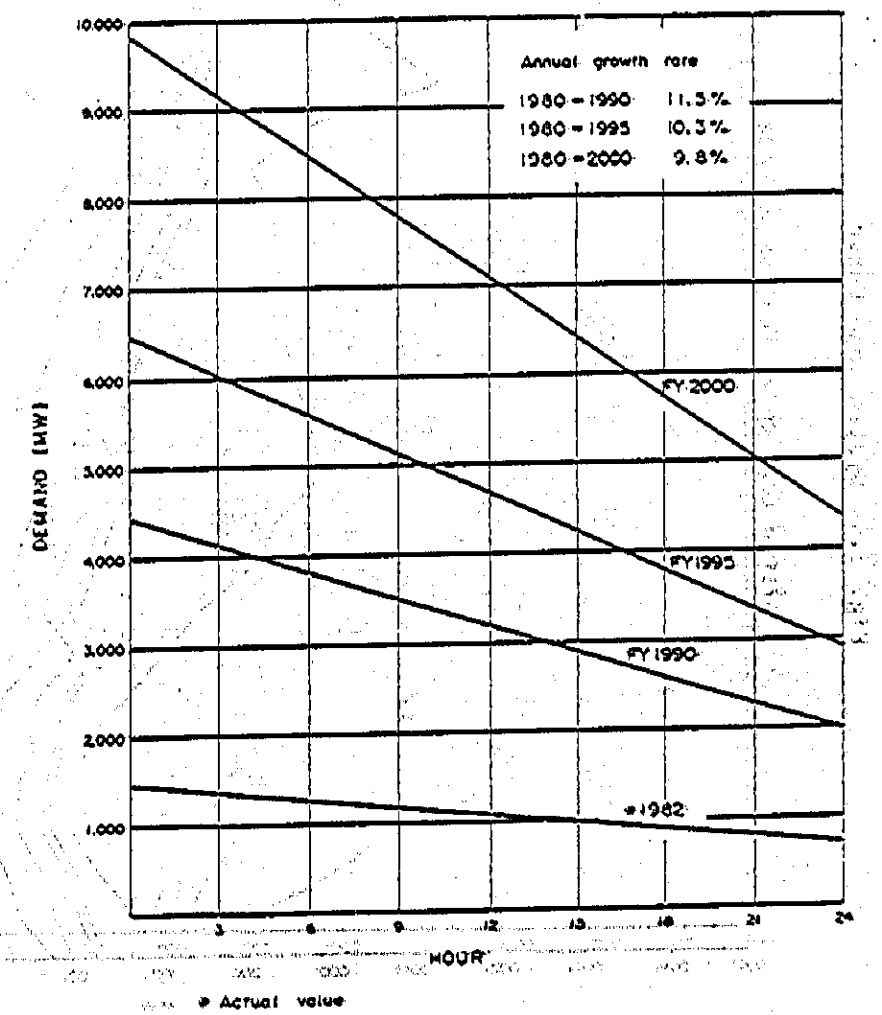
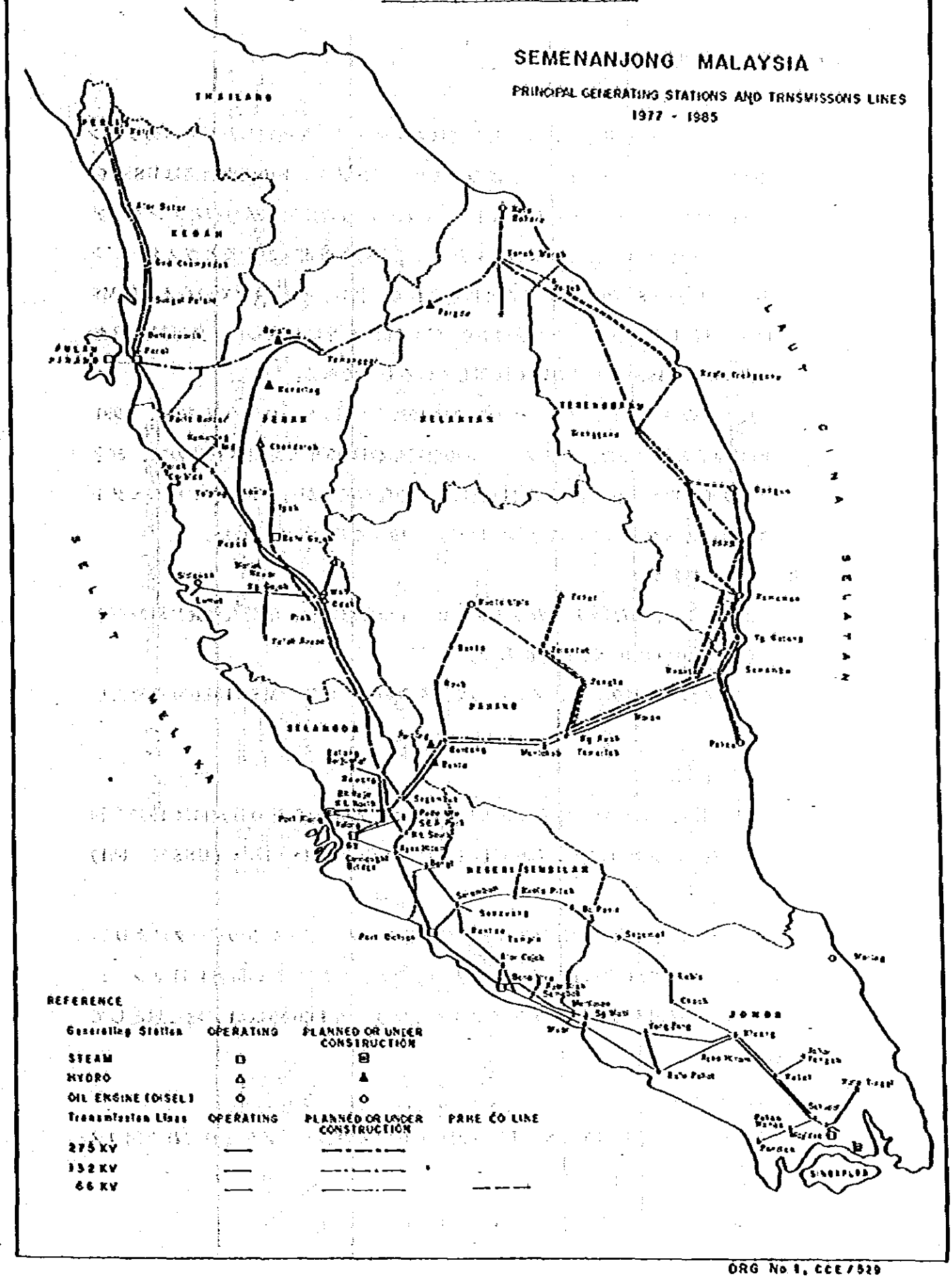



Fig. 5.6 Forecasted Weekday Load Duration Curve



## Fig. 5.7 Main Transmission System




ORG No 1, CCE/529

## 5.2.4 発電便益の想定条件

### (1) 資本費

既述のように本案件の代替案としてはガスタービンを選定した。日本のプラント輸出業者の情報によれば、現在のガスタービンプラントの国際価格はUS$160～170／kW（マレーシアcif価格）で、これには敷地整備、送電線とエンジニアリング等の費用は含んでいない。したがって上記各費用を加えるとガスタービンの単価は約US$ 300／kWになると推定される。従い、現地通貨での資本費はM$ 660／kWとした。なお、この値はNEBが1981年8月に作成した「発電開発調査報告 1986～1990年」において採用しているものである。

資本費のキャッシュフローへの配分は1989年に20％、1999年に70％、1991年は10％と仮定した。ガスタービンの耐用年数は15年と想定されるので、50年のテカイプロジェクト期間中には更に3回の資本投下が行われる。プロジェクト終了時のガスタービンの残存価値は割引率10％を用いて計算した。

### (2) 運転・維持費

—22MW 2基、67MW 1基のガスタービン運転を想定し、年間人件費M$192,000（M$ 12,000×16人）を算出した。

—スペア部品、バケット、ノズルの交換を含めて年維持費M$6,152,000を算出した。

### (3) 燃料費

NEBは統制価格で燃料油を購入しているが、経済的収益の算定には1982年初頭の中質油のシンガポールfob価格を基に、国際価格M$ 617/t（US$ 30／bbl）を使用した。

図5.8に想定した日間負荷曲線およびプラントメーカーからのデータにより燃料消費量 313.62 t／MW.H（表5.7を参照）を算出した。この計算にはマレーシアの気温に帰因する熱効率の10％低下とカロリー値11,000kcal／kgを想定している。

### (4) 調整係数

KW値に対して1.119とKWH値に対して0.982の調整係数をそれぞれ上記コストに適用した。（表5.8参照）

Table 5.7 Annual Fuel Consumption

| Item / Unit | Name-Plate Rating (Kw) | Heat Rate LHV (Kcal/Kw·h) | Daily Runnig Hour | Annual Generating Energy ($10^6$Kw-h) | Annual Fuel Consumption for Energy Generation (ton) | Annual Running Days *1 | Annual Fuel Consumption for Starting Up *2 (ton) | Total Annual Fuel Consumption (ton) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 75,000 | 2,670 | 6.20 | 123.91 | 35,755 | 365 | 240 | 35,955 |
| 2 | 75,000 | 2.670 | 3.86 | 66.25 | 20,206 | 365 | 240 | 20,446 |
| 3 | 24,700 | 3,080 | 24.0 | 55.12 | 17,740 | 365 | 91 | 20,484 |
| Total | | | | 245.28 | 76,354 | | 571 | 76,925 |

*1 Actual annual running days are decreased by 10% due to overhauls.

*2 329 times of annual starting ups are supposed, considering 10% of overhaul rate.

Table 5.8 Adjustment Factors

| | Hydro | Gas Turbine |
|---|---|---|
| Transmission Loss Rate | 4.0% | 1.5% |
| Accident Frequency | 0.5% | 5.0% |
| Station Use | 0.3% | 1.0% |
| Overhaul Rate | 2.0% | 10.0% |

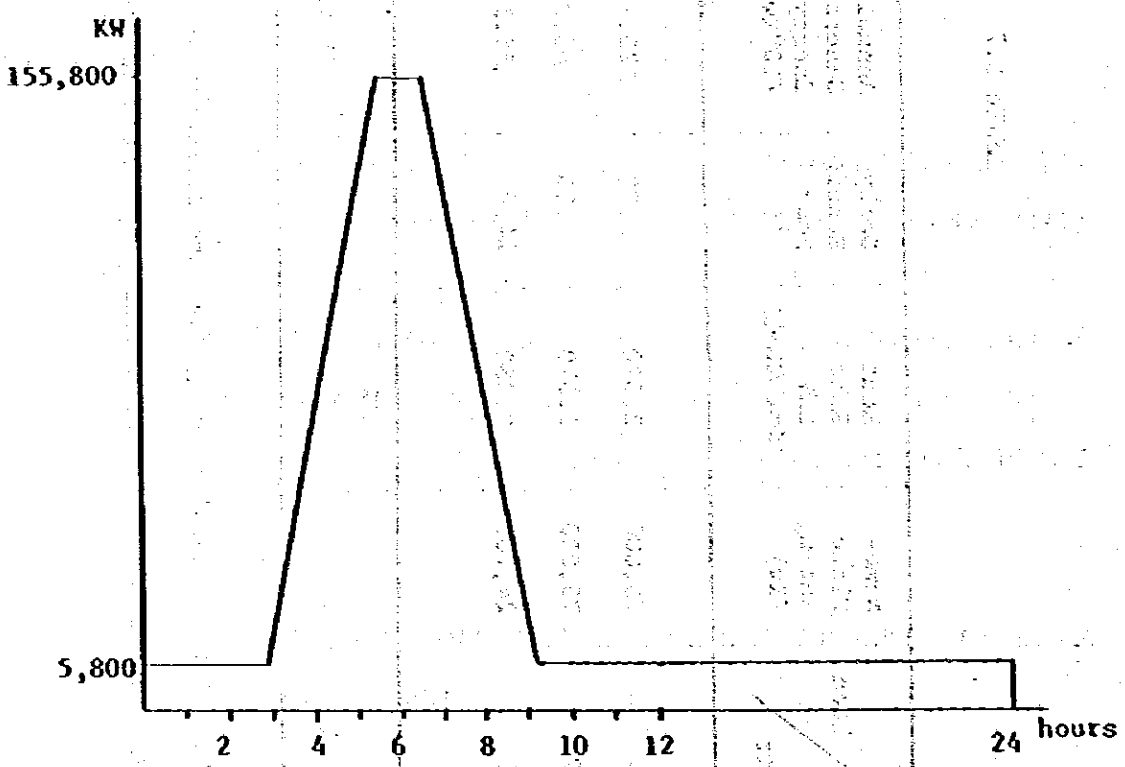
(For KW Value)

$$\frac{(1-0.04)}{(1-0.015)} \times \frac{(1-0.005)}{(1-0.05)} \times \frac{(1-0.003)}{(1-0.01)} \times \frac{(1-0.02)}{(1-0.1)} = 1.119$$

(For KW·H Value)

$$\frac{(1-0.04)}{(1-0.015)} \times \frac{(1-0.003)}{(1-0.01)} = 0.982$$

Fig. 5.8 Model Daily Power Generation Curve



## 5.3 森　　林

### 5.3.1 貯水地域の森林資源

上流テカイダムは1989年に湛水を開始し、1991年半ばには上、下流テカイダムのいずれも運転水位に達すると予想される。両ダムの貯水により、約7960haの原生林地域を含めて、約8,210haの地域が水没する。（表5.9参照）

なお、この面積には貯水池中の多数の小島も含まれる。

現在マレーシアで行われている林業は、基準点（通常は胸高をとる）における樹径18インチ（45.7cm）以上の商用樹について行われている。したがって、貯水地域の森林資源は、経済評価を目的として、18インチ以上の商用樹の総正味容積を以下の2つのデータ源に拠って求めた。

(1) 本調査チームが実施した現地生物環境調査のプロット1（0.25ha）とプロット2（0.15ha）で集収したデータ（詳細はAppendix 3を参照）、および

(2) 西マレーシア資源調査、1970年～1972年。

(1)については、両プロットで記録された14種類の18インチ以上の市販可能樹について、以下の式により各樹の木幹容積を計算した；

$$V = \frac{d^2 \cdot hb}{12h^2}(3h^2 - 3h \cdot hb + hb^2)$$

ここでhは樹高、hbは最初の太枝の高さ、dは胸高直径を表わす。

計算値から両プロット地点での樹種別haあたりの商用樹の粗材積と粗重量を推定した（表5.10を参照）。なお、中堅材の比重は0.8、軟材は0.6とした。なお、表5.10に森林局から入手した1981年のJerantut木材集荷所での材木価格を示した。ここで、伐採、搬出中の損失率15％と不良樹率30～35％を想定すると、プロット1での正味の材積と重量はそれぞれ106.55m³/haと71.71/t/ha、プロット2では54.11m³/ha、36.25t/haと推計される。プロット1とプロット2は総水没森林面積7,960ha中で4,580haおよび3,380haを占めるとみなせる（表5.9を参照）ので、現地調査データによる森林資源の正味の総材積と重量は約0.67百万m³と0.45百万tと計算される。

第2のデータ源（National Forest Inventory of West Malaysia）は林型別の

総森林資源量の国内加重平均値を載せている（表5.11を参照）。総容積に占める商用樹種の正味容積の百分比は47と推定されるので、（表5.12）森林地域図に示されている林型SとGについてのhaあたり正味の材積と重量はタイプSでは、87.28m³/haおよび57.48t/ha、タイプGでは78.26m³/haおよび52.43t/haと推計される。従ってタイプSの森林地域1,100haとタイプGの6,860haから正味の総容積は約0.63百万m³、正味の総重量は約0.42百万tの推定値を得た。

両推定値の差異はかなり大きいが、これは主として、(1)両プロット1（低起伏地域）とプロット3（流域の比較的急傾斜地域）の面積が小さいこと、(2)第2の調査データは異なる性格の広い地域を無作為サンプリングによってカバーし、従って10～30%の標準誤差があること、(3)林型の境界線を示す地図の縮尺が小さく不正確であること、等によると思われる。したがって、以下の森林損失の評価では両推定値の平均数値である0.65百万m³と0.435百万tを使用することにする。

Table 5.9 Forest Areas of Upper and Lower Tekai Reservoirs

| | Total Area (ha) | Forest Area (ha) | Areas Represented by PLOT-1 and PLOT-3 (ha) | Areas by Forest Type (ha) |
|---|---|---|---|---|
| Upper Tekai Reservoir | 7,600 | 7,400 | 4,580 (PLOT-1) 2,820 (PLOT-2) | 1,100 (Forest Type: S) 6,300 (Forest Type: G) |
| Lower Tekai Reservoir | 610 | 560 | 560 (PLOT-2) | 560 (Forest Type: G) |
| Total | 8,210 | 7,960 | 7,960 | 7,960 |

Table 5.10 Bole Volumes, Weights and Prices of Marketable Trees

| | | Bole Volume ($M^3$/ha) | Bole Weight (ton/ha) | Percentage of Weight | Prices (1981) (M$/ton) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PLOT-1 | Keruing | 48.29 | 38.63 | 29.7 | 254 | |
| | Kempas | 22.54 | 18.03 | 13.9 | 209 | |
| | Other MHW | - | - | - | - | |
| | L.R. Meranti | 9.55 | 5.78 | 4.4 | 280 | |
| | Mersawa | 78.01 | 46.81 | 36.0 | 260 | |
| | Nyatoh | 7.47 | 4.48 | 3.5 | 174 | |
| | Other LHW | 26.99 | 16.19 | 12.5 | 137 | |
| | Total | 192.85 | 129.88 | 100.0 | M$ 234/ton | (Weighted Average) |
| PLOT-2 | Other MHW | 31.28 | 25.02 | 41.1 | 140 | |
| | L.R. Meranti | 36.19 | 21.72 | 35.7 | 280 | |
| | Other LHW | 23.48 | 14.09 | 23.2 | 137 | |
| | Total | 90.95 | 60.83 | 100.0 | M$ 189/ton | (Weighted Average) |

Table 5.11 Gross Volume of Primary Forest by Forest Type (National Weighted Average)

| Forest Type | Diameter at Reference Point in Inches 12+(30.5cm) | 18+(45.7cm) |
|---|---|---|
| S | 247.3 $m^3$/ha | 185.7 $m^3$/ha |
| G | 221.2 | 166.5 |
| M | 183.7 | 129.6 |

Source: A National Forest Inventory of West Malaysia, 1970 - 1972

Table 5-12 Net Volume of Marketable Species Expressed as a Percentage of Gross Volume

| Type of Forest | Diameter at Reference Point in Inches 18+(45.7cm) | 24+(61.0cm) |
|---|---|---|
| Primary Hill | 47 | 51 |
| Recently Harvested Hill | 40 | 42 |
| Hill Forest Harvested before 1966 | 43 | 46 |

Source: A National Forest Inventory of West Malaysia, 1970 - 1972

### 5.3.2 森林損失の評価

予想される森林損失の評価には貯水地域での林業によって得られる年間純収益を、テカイダムの"有る場合"と"無い場合"について推定する必要がある。パハン州当局者との討議で貯水までには充分な伐採期間があることが明らかになったので、ダムの"有る場合"について次の2つのケースを想定した；

ケース1：貯水地域の森林資源の50%を伐採する。

ケース2：貯水地域の森林資源の70%を伐採する。

いずれの場合も伐採期間は1986～1990年の4年間とした。ダムの"無い場合"は貯水地域の森林資源の50%が6年間に伐採され、45年サイクルで再伐採することを想定した。

この地域で得られる木材の価格は森林局のデータによりM$144/m³とした（表5.10参照）。伐倒、搬出、集材、運搬を含む伐採費用はJengka Co.がNEBに提供したデータを基にM$106/m³とした。なお、運搬道路はダムの"有る場合"、"無い場合"にかかわらず、必要なので、道路建設コストは無視している。以上の想定値から伐採単位あたり純収益はM$38/m³と推計した。

表5.13はダムが"無い場合"と"有る場合"の2ケースについて2111年までの年間の林業収益を示す。なお、木材価格の上昇率を年1.5%と3%としたシナリオも表に示した。表5.14はこれらのケースとシナリオでの森林損失の純現在価値を割引率10%として推定した結果である。

Table 5.13 Projected Cash Flows for Forest Production (M$ x $10^6$)

| Year | Without Dams: Constant Log Price (A) | Without Dams: Price Escalation 1.5% (B) | Without Dams: Price Escalation 3.0% (C) | With Dams: Case 1, Constant Price (D) | With Dams: Case 1, Constant Price, Increment (D)-(A) | With Dams: Case 1, Escalation 1.5% (E) | With Dams: Case 1, Escalation 1.5%, Increment (E)-(B) | With Dams: Case 1, Escalation 3.0% (F) | With Dams: Case 1, Escalation 3.0%, Increment (F)-(C) | With Dams: Case 2, Constant Price (G) | With Dams: Case 2, Constant Price, Increment (G)-(A) | With Dams: Case 2, Escalation 1.5% (H) | With Dams: Case 2, Escalation 1.5%, Increment (H)-(B) | With Dams: Case 2, Escalation 3.0% (I) | With Dams: Case 2, Escalation 3.0%, Increment (I)-(C) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1986 | 3.71 | 3.87 | 4.05 | 3.09 | -0.62 | 3.23 | -0.64 | 3.37 | -0.68 | 4.32 | 0.61 | 4.52 | 0.65 | 4.72 | 0.67 |
| 1987 | 3.71 | 3.93 | 4.17 | 3.09 | -0.62 | 3.28 | -0.65 | 3.48 | -0.69 | 4.32 | 0.61 | 4.59 | 0.66 | 4.87 | 0.70 |
| 1988 | 3.71 | 3.99 | 4.30 | 3.09 | -0.62 | 3.33 | -0.66 | 3.58 | -0.72 | 4.32 | 0.61 | 4.66 | 0.67 | 5.01 | 0.71 |
| 1989 | 3.71 | 4.05 | 4.42 | 3.09 | -0.62 | 3.38 | -0.67 | 3.69 | -0.73 | 4.32 | 0.61 | 4.73 | 0.08 | 5.16 | 0.74 |
| 1990 | 3.71 | 4.11 | 4.56 | - | -3.71 | - | -4.11 | - | -4.56 | - | 3.71 | - | -4.11 | - | -4.56 |
| 1991 | 3.71 | 4.17 | 4.69 | - | -3.71 | - | -4.17 | - | -4.69 | - | 3.71 | - | -4.17 | - | -4.69 |
| 2016-21 | 22.23 | 37.72 | 63.56 | - | -22.23 | - | -37.72 | - | -63.56 | - | -22.23 | - | -37.72 | - | -63.56 |
| 2049-51 | 22.23 | 58.97 | 754.23 | - | -22.23 | - | -58.97 | - | -154.28 | - | -22.23 | - | -58.97 | - | -154.28 |
| 2076-81 | 22.23 | 92.17 | 374.47 | - | -22.23 | - | -92.17 | - | -374.47 | - | -22.23 | - | -92.17 | | -374.47 |
| 2106-11 | 22.23 | 144.06 | 908.04 | - | -22.23 | - | -144.06 | - | -908.04 | - | -22.23 | - | -144.06 | | -908.04 |

Notes: The figures shown in 'Increment' columns are forestry losses attributable to the Project.
Cash flow figures after 2112 are omitted.

Table 5.14 NPV of Forestry Losses (M$ x $10^6$)

| | Log Price | | |
|---|---|---|---|
| | Constant Price | 1.5% of Escalation per annum | 3% of Escalation per annum |
| Case 1: 50% logged | 8.06 | 9.59 | 11.83 |
| Case 2: 70% logged | 3.76 | 4.99 (most likely) | 6.93 |

Note: A 10% discount rate is applied for 300 years of cash flow streams.

## 5.4 洪 水 制 御

### 5.4.1 過去の洪水被害

洪水被害の大部分は、北西モンスーン期に集中している。表5.9にモンスーン期の暴風降水分布を示す。等降水量線パターンから判断すればテカイとテンペリン両流域には強度の降雨がみられる。従ってテカイ川のように比較的狭い川はモンスーン期に水位が急上昇することになる。テカイ川には、充分な洪水記録はないが、パハン河支流には、雨季に溢流するものが多く、パハン河系はモンスーン期には1～2回、1週間またはそれ以上の洪水に見舞われる。

過去の大洪水は、1926、1971、1972年の3回が記録されている。1926年の洪水は降水量では、今世紀最大である。しかし当時は、流域が未開発であったため、被害は深刻ではなかった。その後、1960、70年代にパハン河下流域の開発が進んだことから、1971年1月の洪水では、死者24人、被災者153,000人を出し、1926年と比較してむしろ洪水量は少なかったにもかかわらず、最大の被害となった。1972年洪水は降水が主としてパハン河東側に限られていたため、被害額は、1971年程ではなかった。

表5.15は、1971年／71年の洪水が作物、家畜、淡水魚類に与えた被害を示す。パハン河流域の7地区の被害を次の2つのグループに分けて分析しよう。

(1) ジェラントウト、テメロー、ペカンなどテカイ川ならびにテンペリン川とその下流を含む地区

(2) 残りの地区すなわちリピス、ラウル、ベントンとクアンタン

1971／71年洪水被害は、ココナッツと淡水魚類を除けば、(1)の3地区に集中している。ゴム、水牛、牛に対する被害はもっぱら(1)に限られる。被災者および稲、タピオカ、やぎ、羊の被害も全体の90％以上が(1)に集中しており、罹災家屋、果物、鶏、豚の被害も同様に(1)に集中している。この分析からパハン州での1970／71年洪水被害はテカイ河下流のパハン川流域がほとんどを占めることが判る。これはテカイダムを含めたパハン河系に対する治水対策により、相当の経済効果が得られることを意味している。

表5.16は3地域の警戒水位と主要洪水中に記録された実際の水位との関係を示したものである。正常水位はクアラタハンの194.5フィート（59.3m）からkg、パロヒナイでは、19.0フィート（5.8m）であり、最初の警戒水位は、クアラタハンでは

正常水位の15フィート（4.7ｍ）上に、またkg、パロヒナイでは12フィート（3.7ｍ）上に、第3警戒水位はそれぞれ25.5フィート（7.8ｍ）上、18.0フィート（5.5ｍ）上に設定されている。

正常水位と第3警戒水位との差は上流のほうが大きく、上流の方が下流より水位変動に耐えるように見受けられるが、表5.17に示すように、第3警戒水位を超える洪水の頻度は下流より上流地域が高い。例えばクァラタハンで第3警戒水位を超える洪水の数は14洪水中の9回、すなわち64.3％に達するが、kg. パロヒナイでは、13洪水中の5回、すなわち38.5％にすぎない。しかし、第1警戒水位以下の洪水頻度は下流より上流が少なく、クァラタハンでは14洪水中の4回または28.6％が第1警戒水位以下であり、kg パロヒナイでは13洪水中5回または38.5％が第1警戒水位に達していない。

上流の実水位の記録はしばしば第3警戒水位を上回ることを示しているが、下流では極めて少なく第1警戒水位以下の水位数は第3警戒水位以上の場合と同じである。

### 5.4.2 テカイダムの洪水制御効果

上述の分析はパハン河下流の水位は上流より変動が少ないことを示している。しかし変動が少ないことは洪水被害が少ないことを意味しないので、この点は特に注意する必要がある。表5.15で明らかなように、パハン州内の洪水被害はパハン河下流域に集中しているからである。

表5.18に下ダムサイトにテカイダムを建設した場合とダムの無い場合の計算水位を示したものである。計算は1972年12月に記録された水位図を使って、これに0.8、1.0、1.2、1.4、1.6、1.8、２０の引伸し率を適用して求めた（詳細は第Ⅲ巻を参照）。なお、下部貯水池は貯水容量が小さいので、貯留効果は上部貯水池のみを想定した。テカイダムの有る場合と無い場合の計算水位の関係を図5.10の実線上にプロットし、点線は上流貯水池の洪水溢流量を示している。

図5.10に示す関係を用い、陸水のデータが得られるkg．メルチンとkg．テメルロールで5ケースの洪水流を想定して洪水制御効果を計算した（表5.19と5.20を参照）。この場合にテカイ川に帰因できる水流は、テカイ下ダムサイトとkgメルチン、kg．テメルローで集水区域に比例するものとした。水位変化は入手可能な水

位、容量曲線を使って算出した（図5.11と図5.12を参照）。

表5.19と5.20から明らかなように、相当量の洪水がkg.メルチンとkg.テメルローでカットされるにもかかわらず、プロジェクトの集水区域が比較的小さいため、経済的効果は極めて僅かで計算されない。しかし、図5.11と5.12が1971年洪水について示しているように暴風雨がパハン河流域の北部に集中する場合には、テカイダムが水位に及ぼす洪水制御効果は先の水位の計算値よりはるかに大きくなると云える。さらに、このプロジェクトがもたらす効果は、以下に述べるような総合的洪水制御対策を講じることで更に高まる点は強調しておく必要があろう。

### 5.4.3 パハン河流域の総合治水対策

治水対策には、一般に、洪水排水能力を高めるための水路改善や、洪水水路の新設、ならびに洪水排水自体を調節する遊水池、調整池やダムの建設を含む。これら対策の選択、または各種対策の組合せの選択は、洪水パターンの特徴と関係河川流域の現在また将来の土地利用状況に依存する。

パハン河の洪水パターンは長期に継続する降水を伴う比較的平坦な水位図に特徴がある。また、中、下流域にみられる広大な湿地と不毛地からみて、土地利用上の制約は限られている。更に上流域には電力開発の可能性がある。以上を考慮して、パハン河流域には以下の治水対策が適当であろう。（図5.13を参照）

(1) テメルローからの河口まで

物理的制約がほとんどないので、水路改修や洪水排水路、または遊水池の併用が有利であろう。

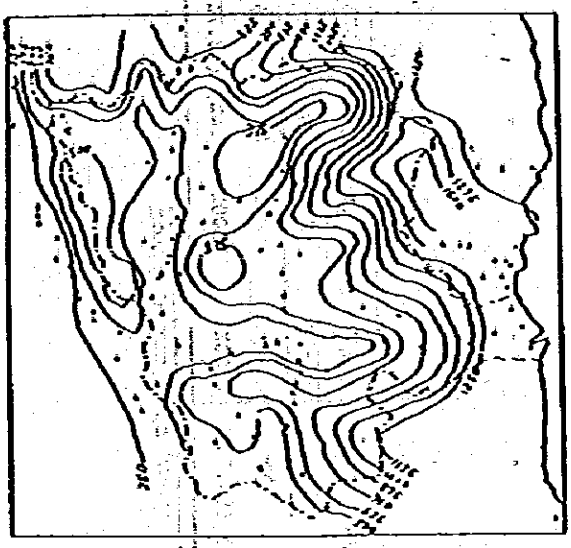
(2) ヤップからテメルローまで

左岸に不毛地が拡がるので、この地域の氾濫原を遊水に利用して洪水流の抑制と下流域での対策費削減が可能である。遊水池の副次的効果として浮稲品種の栽培も期待できよう。

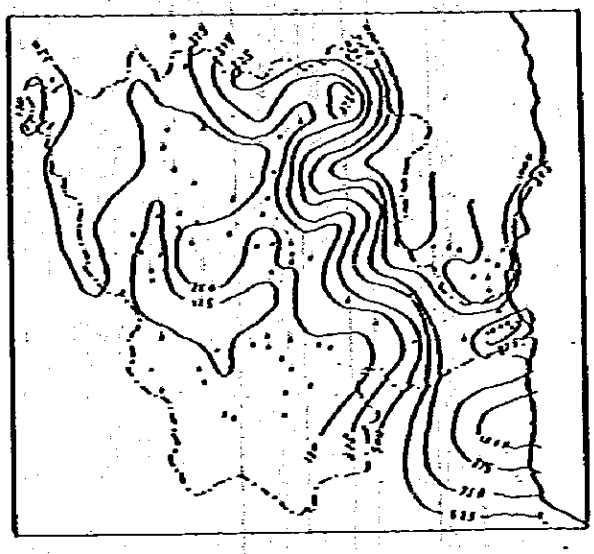
(3) Sg.テベリン、Sg.ジェライなど上流域

電力開発の可能性が高いので、他の水資源開発との慎重な調整を図りながら、多目的ダムの建設促進が考えられる。しかし、支流では水路改善も必要であろう。

Fig. 5.9 Storm Rainfall Distribution



20 December - 5January 1971



11 December - 23 December 1972

Note:All Isohyets are in Millimeters

( Source; 3.2.6, Vol.3, Pahang River Basin Study )

Table 5.15 1970/71 Flood Damages to Crops, Livestock, and Fresh Water Fishes

| District | No. of Casualties | No. of Houses Damaged | Crop Damage (Arro) | | | | | Livestock | | | | | Loss of Fresh Water Diet ($) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Padi | Rubber | Coconut | Fruits | Tapioca | Buffaloes | Cattle | Goats/Sheep | Chickens | Pigs | |
| 1) Jerantut | 132 | 33 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 550 |
| 2) Temerloh | 1,054 | 39 | 246.5 | 26.5 | - | 33 | 70.5 | 4 | - | 52 | 52 | - | 1,350 |
| 3) Pekan | 1,822 | 115 | 307 | 8,060 | 110 | 1,771 | 370 | - | 11 | 5 | 1584 | 12 | 2,210 |
| 4) Lipis | 62 | 1 | 3.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 11,290 |
| 5) Raub* | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 1,050 |
| 6) Bentong | 4 | 1 | 28 | - | - | - | - | - | - | 4 | 10 | - | 4,798 |
| 7) Kuantan | 178 | 26 | 3 | - | 300 | 798 | 25.5 | - | - | - | 573 | 3 | 3,000 |
| TOTAL | 3,252 | 215 | 588 | 8,086.5 | 410 | 2,602 | 466 | 4 | 11 | 61 | 2,219 | 15 | 24,248 |
| {[(1)+2)+3)]÷TOTAL}x100 | (92.5%) | (87.0%) | (94.1%) | (100%) | (26.8%) | (69.3%) | (94.5%) | (100%) | (100%) | (93.4%) | (73.7%) | (80%) | (16.9%) |

* No data available.

Table 5.16 Flood and Water Warning Level along the Pahang River

(Unit: Foot)

| | Kuala Tahan | Kuala Tembeling | Jerantut Ferry | Temprloh Bridge | Kg. Tg. Belimbing | Kg. Paloh Hinai |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Normal Level | +194.5 | +140.0 | +130.0 | +83.0 | +38.0 | +19.0 |
| First Warning Level | +15.5 (+5) | +17.0 (+8) | +15.0 (+8) | +13.0 (+7) | +8.0 (+3) | +12.0 (+3) |
| Second Warning Level | +20.5 (+5) | +25.0 (+7) | +23.0 (+7) | +20.0 (+6) | +11.0 (+3) | +15.0 (+3) |
| Third Warning Level | +25.5 | +32.0 | +30.0 | +26.0 | +14.0 | +18.0 |
| Dec.1926 Flood level | +76.3(III) | +81.1(III) | +58.8(III) | +54.9(III) | +45.0(III) | +33.4(III) |
| Dec.1931 Flood level | +46.4(III) | +59.5(III) | +46.5(III) | +39.4(III) | - | - |
| March 1967 Flood level | +34.4(III) | +41.6(III) | +34.5(III) | +26.5(III) | +14.8(III) | +18.5(III) |
| Jan. 1971 Flood level | +50.5(III) | +58.8(III) | +50.4(III) | +42.7(III) | +29.1(III) | +26.9(III) |
| Dec. 1971 Flood level | +41.3(III) | +49.5(III) | +42.7(III) | +32.8(III) | +21.1(III) | +22.0(III) |
| Dec. 1972 Flood level | +36.8(III) | +40.9(III) | +32.8(III) | +26.7(III) | +14.3(III) | +18.8(III) |
| Dec. 1973 Flood level | +38.8(III) | +42.6(III) | +34.8(III) | +26.5(III) | +13.2 (II) | +16.9 (II) |
| Dec. 1974 Flood level | +8.7 | +13.7 | +10.0 | +6.5 | +1.0 | +8.3 |
| Dec. 1975 Flood level | +35.0(III) | +37.0(III) | +29.9 (II) | +23.7 (II) | +12.0 (II) | +16.2 (II) |
| Dec. 1976 Flood level | +9.9 | +18.2 (I) | +12.7 | +12.2 | +4.8 | +10.3 |
| Nov. 1977 Flood level | +5.2 | +16.4 | +12.0 | +9.3 | +2.8 | +7.8 |
| Nov. & Dec. 1978 Flood level | +25.2 (II) | +17.6 (I) | +20.3 (I) | +16.7 (I) | +5.5 | +10.4 |
| Nov. 1979 Flood level | +34.9(III) | +38.9(III) | +33.6(III) | +25.0 (II) | +13.6 (II) | +17.6 (II) |
| Dec. 1980 Flood level | +11.8 | +19.6 (I) | +15.8 (I) | +8.1 | +5.8 | +9.0 |

*Danger begins when flood exceeds third warning level.

III > third warning level

II > second warning level

I > first warning level

Table 5.17 Frequency of Flood Exceeding Respective/Warning Levels

| | Kuala Tahan | Kuala Tembeling | Jerantut Ferry | Temerloh Bridge | Kg. Tg. Belimbing | Kg. Paloh Hinai |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Below First Warning Level | 4/14 (28.6%) | 2/14 (14.3%) | 3/14 (21.4%) | 4/14 (28.6%) | 5/13 (38.5%) | 5/13 (38.5%) |
| Above First Warning Level | 0/14 (0%) | 3/14 (21.4%) | 2/14 (14.3%) | 1/14 (7.1%) | 0/13 (0%) | 0/13 (0%) |
| Above Second Warning Level | 1/14 (7.1%) | 0/14 (0%) | 1/14 (7.1%) | 2/14 (14.3%) | 3/13 (23.1%) | 3/13 (23.1%) |
| Above Third Warning Level | 9/14 (64.3%) | 9/14 (64.3%) | 8/14 (57.1%) | 7/14 (50.0%) | 5/13 (38.5%) | 5/13 (38.5%) |

Table 5.18 Flood Water Flow Calculation

| Adjustment Factor | Flood water flow at Lower Dam site without Tekai Dams ($m^3$/sec) | Surcharge water Level in Upper Dam (m) | Flood surcharge volume ($10^6 m^3$) | Discharge from Upper Dam ($m^3$/sec) | Discharge from Lower Dam ($m^3$/sec) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.8 | 780 | 158.429 | 131.5 | 130 | 150 |
| 1.0 | 1,220 | 159.137 | 169.6 | 240 | 270 |
| 1.2 | 1,780 | 159.707 | 209.5 | 360 | 410 |
| 1.4 | 2,440 | 160.240 | 249.2 | 470 | 550 |
| 1.6 | 3,120 | 160.739 | 289.1 | 580 | 700 |
| 1.8 | 3,750 | 161.212 | 329.1 | 700 | 820 |
| 2.0 | 4,470 | 161.655 | 368.9 | 810 | 960 |

Table 5.19 Flood Mitigation at Kg. Merting

| Water flow without Tokai dams ($m^3$/sec) | Water level (m) | Water flow of the Tokai ($m^3$/sec) | Flood surcharge volume ($10^6 m^3$) | Water discharge from lower Tokai ($m^3$/sec) | Volume to be cut ($m^3$/sec) | Water flow with Tokai dams ($m^3$/sec) | Difference in water level (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2000 | 57-59 | 550 | 1.18 | 100 | 450 | 1550 | 56-59<br>1.00 |
| 4000 | 51-15 | 1090 | 1.58 | 240 | 850 | 3150 | 59-77<br>1.38 |
| 6000 | 63.96 | 1640 | 1.99 | 380 | 1260 | 4740 | 62.25<br>1.71 |
| 8000 | 66.38 | 2190 | 2.32 | 500 | 1690 | 6310 | 64.36<br>2.02 |
| 10,000 | 68-53 | 2930 | 2.70 | 630 | 2100 | 7900 | 66.26<br>2-27 |

Table 5.20 Flood Mitigation at Kg. Temerloh

| Water flow without Tokai dams ($m^3$/sec) | Water level (m) | Water flow of the Tokai ($m^3$/sec) | Flood surcharge volume ($10^6 m^3$) | Water discharge from lower Tokai ($m^3$/sec) | Volume to be cut ($m^3$/sec) | Water flow with Tokai dams ($m^3$/sec) | Difference in water level (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6,000 | 34.44 | 440 | 103 | 70 | 370 | 5630 | 34.08<br>0.36 |
| 8,000 | 36.21 | 580 | 123 | 120 | 460 | 7540 | 35.82<br>0-39 |
| 10,000 | 37-76 | 730 | 132 | 150 | 580 | 9920 | 37-32<br>0-44 |
| 20,000 | 43-72 | 1450 | 184 | 330 | 1120 | 18880 | 43-15<br>0-57 |
| 30,000 | 48-21 | 2180 | 232 | 500 | 1680 | 27820 | 47-31<br>0-90 |

Fig. 5.10 Flood Water Flow With and Without Tekai Dams

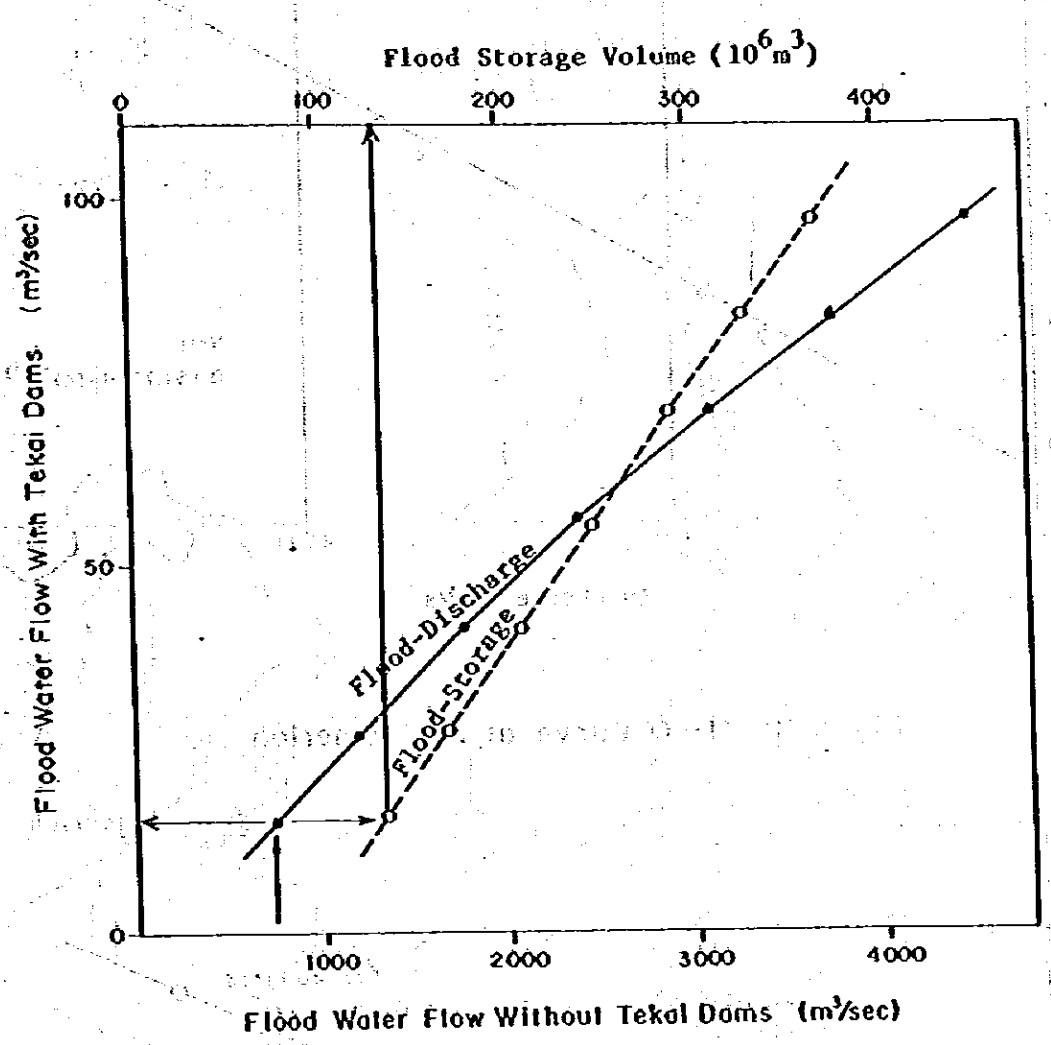


Fig. 5.11 H-Q Curve at Kg. Merting

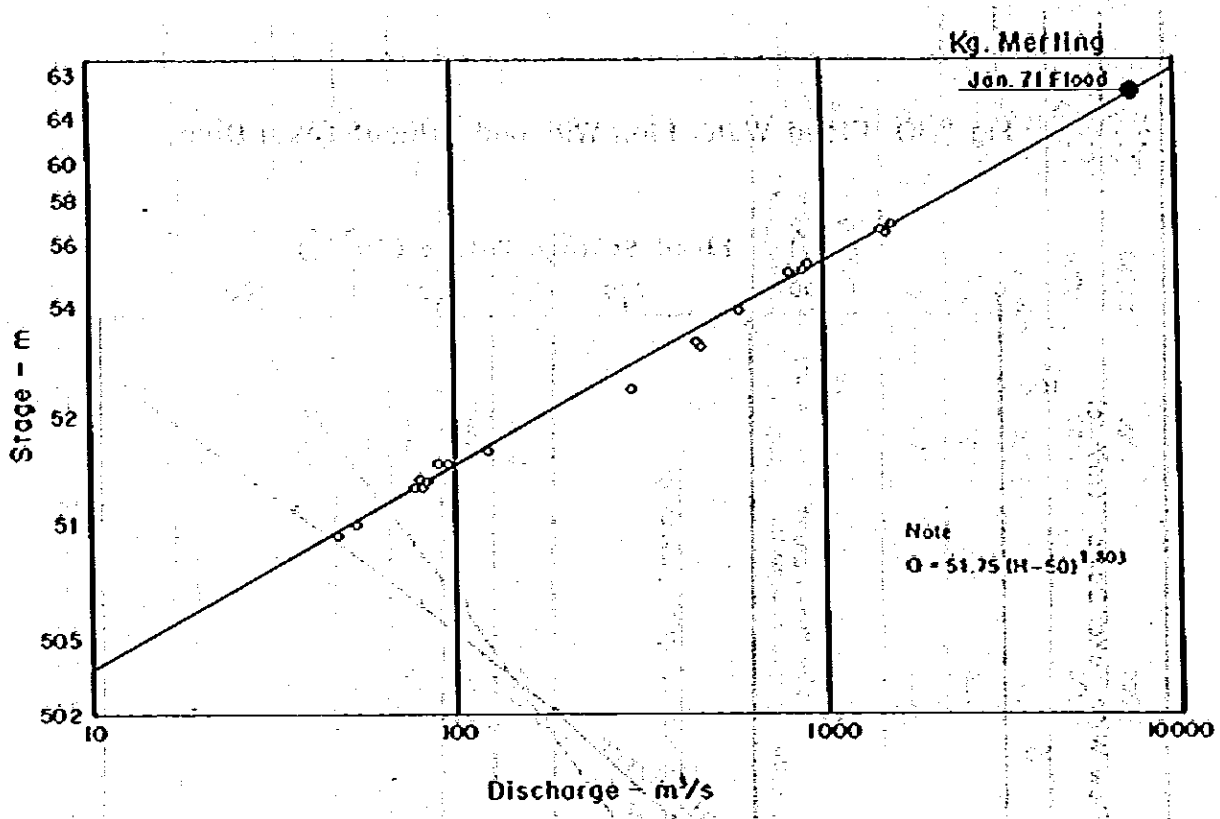
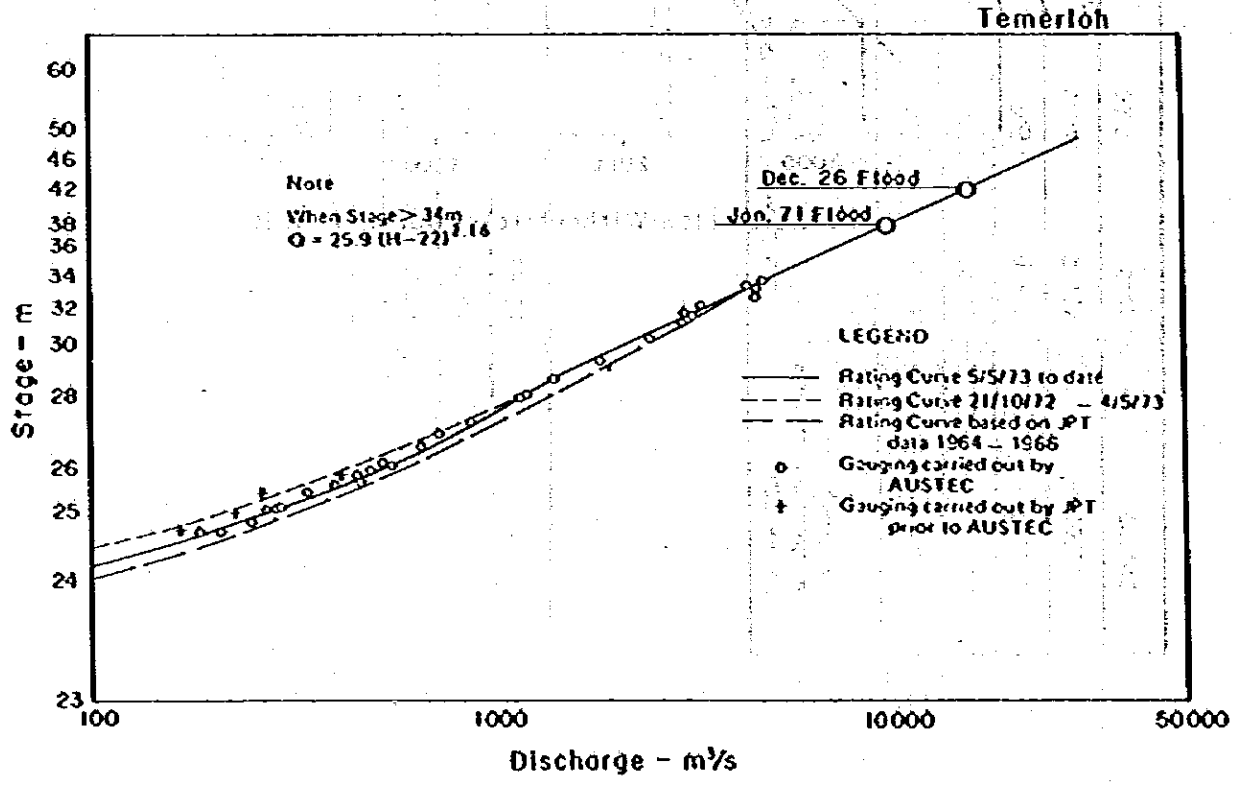



Fig. 5.12 H-Q Curve at Kg. Temerloh



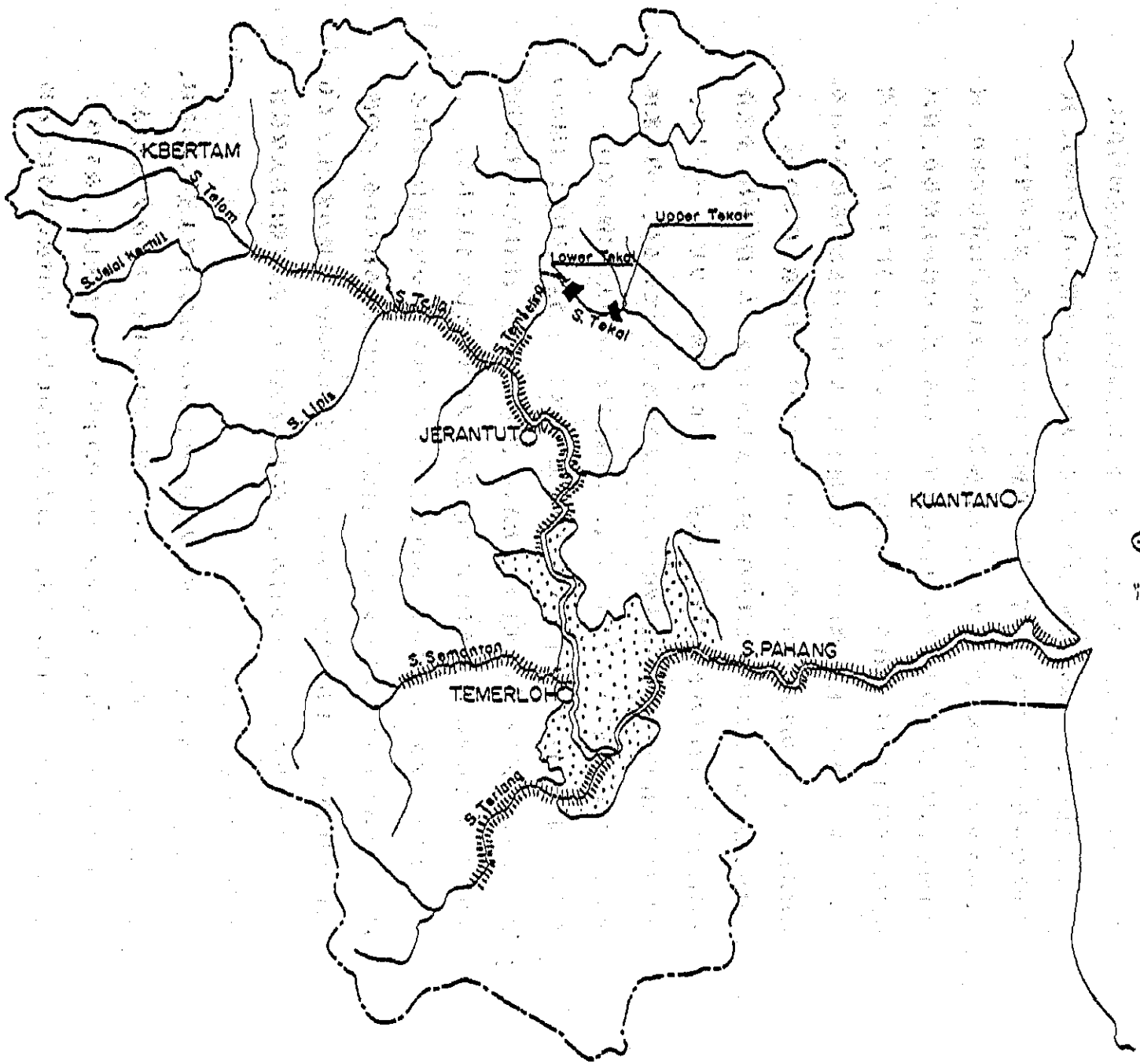



Fig. 5.13
Flood Control Measures for the Pahang Basin

- Town
- Dam
- Retarding
- Channel Improvement

## 5.5 農業および灌漑

パハン州の農業の現状と将来、特に稲作に及ぼす本案件の利水効果を中心に、周到な調査を行ない、農業生産ならびに州内の水運に関して予想されるプラス、マイナスの影響を分析した。しかし、この地域の農業活動に対する本案件の影響は比較的小さいことが判明したので、ここでは調査結果の概要を述べるにとどめる。

パハン州は主としてジェラントゥト、テメルロー、ペカン、リピス、ラウブ、ペントン、クアンタンの7地区から成る。州内の全土地面積に対する米作地域の割合は、1974年において2～13%と低く、更に低下をたどっている（表5.21を参照）。残る土地は森林と湿地が主で、一部に多年生作物が栽培されている。2大森林地帯 — 北部のクマンネガラと南西部のクラウ氣鳥獣保護林 — は3,130kㅁに達しており、湿地は沿岸平野と南西部のテセクペラ地区に拡がっている。沿岸には漁村があり、自然灌漑による稲の単作がみられる。パハン河岸部は混作が主で、同時にココナツ、果樹バナナ、キャッサバ、野菜、僅かにゴムも栽培され、水田は沖積容地のみにみられる。特に西部と南西部の内陸ではゴムが主となり、オイルパームも植栽されている。

パハン州のコメ生産は現在では灌漑、揚水、天水の3システムで行なわれ、全米作面積に占める比率はそれぞれ25.5%、36.9%、37.6%である　リピス、ペントン、ラウブなど米作面積が小さい地域の稲田はほぼ完全に灌漑されているが、州内全米作面積の60%以上を占めるテメルロー地域の米作は、ほとんどが天水に頼っている（表5.22を参照）。既存の「パハン・トゥア灌漑システム」調査によれば、灌漑地のコメ平均単収は天水と比較して約80%大きい。従って、灌漑投資には高い収益が約束され、本案件の将来の灌漑用水確保に対する効果はプラス面として考えられる。

パハン河はクアンタンとペカン地区の大部分を除くパハン州の全域を含むいわゆるパハン河流域を形成し、マレーシア半島の洪水地帯の1つに数えられている。この流域の洪水は10月から1月まで続く北西モンスーン季中の熱帯性低気圧の発生によるもので、長期にわたる大雨でパハン河の中、下流域が氾濫して、下流低地に甚大な被害を及ぼしている（前節を参照）。

テカイ河の水流を利用するこのダムプロジェクトのパハン河の下部水域への影響は、(1)ダムの貯水効果により、雨季のパハン河下部水流が減少すること、(2)ダムの放水で乾季の下部水流が増大すること（テメルローでの予想水流変化に関して、表5.23を参照）の2点である。以上を踏まえ、この調査で判明した主要点は次のようにまとめ

られる。

(a) 雨季にはパハン河水流は近い将来の灌漑水需要に十分すぎるほど豊富であるから、本案件が農業生産に悪影響を与えることはない（表5.24を参照）。

(b) 本プロジェクトにより今後の灌漑計画如何では水不足となる乾季の水量を増大させるため、長期的にはコメ増産に寄与すると考えられる。ダムは最大の米作地域でありながら、灌漑率が最低であるテメルロー地区の最低水流を約30％増加させる見込みである。

(c) 本プロジェクトはパハン河下流の最大水量をある程度低下させ、従って洪水による作物の被害を幾分減少させよう。

(d) 本プロジェクトは乾季のパハン河下流の水量を高めるので、現在この地域の住民にとって重要な水運の改善に貢献する。

Table 5.21 Rice Area by Districts in Pahang State

(Unit: acres. %)

| District | 1974 | | | 1966 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Rice Area | Total Agricultural Land | % of Rice Area | Rice Area | Total Agricultural Land | % of Rice Area |
| Jerantut | 7,392 | 152,671 | 4.8 | 4,810 | 53,,305 | 9.0 |
| Temerloh | 23,907 | 374,174 | 6.4 | 21,441 | 197,527 | 10.9 |
| Pekan | 13,994 | 104,085 | 13.4 | 6,749 | 48,176 | 14.0 |
| Lipis | 6,820 | 117,927 | 5.8 | 5,352 | 67,415 | 7.9 |
| Raub | 4,896 | 117,927 | 4.2 | 3,855 | 84,558 | 4.6 |
| Bentong | 2,277 | 123,055 | 1.9 | 1,113 | 92,377 | 1.2 |
| Kuantan | 1,653 | 84,486 | 2.0 | 735 | 43,953 | 1.7 |
| Total | 61,469 | 1,138,483 | 5.4 | 44,222 | 598,098 | 7.4 |

Source: Ministry of Agriculture, The Present Land Use of Penisular Malaysia Vol.1

Table 5.22 Area by the Type of System in Pahang State

(Unit : acre, %)

| District | Irrigation System (A) | Pump System (B) | Rain-fed System (C) | Total (A)+(B)+(C)=(D) | $\frac{(A)}{(D)}$x100 | $\frac{(B)}{(D)}$x100 | $\frac{(C)}{(D)}$x100 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Jerantut | 759 | 1,100 | 1,120 | 2,979 | 25.5 | 36.9 | 37.6 |
| Temerloh | 553 | 2,025 | 22,602 | 25,180 | 2.2 | 8.0 | 89.8 |
| Pekan | 1,005 | 5,141 | 6,579 | 12,725 | 7.9 | 40.4 | 51.7 |
| Lipis | 2,095 | 0 | 0 | 2,095 | 100.0 | 0.0 | 0.0 |
| Raub | 2,850 | 819 | 110 | 3,779 | 75.4 | 3.1 | 2.9 |
| Bentong | 1,535 | 0 | 66 | 1,601 | 95.9 | 0.0 | 4.1 |
| Kuantan | 631 | 402 | 1,219 | 2,252 | 28.0 | 17.9 | 54.1 |

Table 5.23 Changes in Water Flow at Temerloh

| Year | Average Water flow without Tekai dams ($m^3$/sec) | Minimum water flow ($m^3$/sec) | Tekai's portion in the minimum water flow ($m^3$/sec) | Minimum water flow without the flow from the Tekai ($m^3$/sec) | Minimum water flow with the operation of Tekai dams ($m^3$/sec) | Increase in water flow ($m^3$/sec) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1975 | 545.41 | 124.13 | 9.02 | 115.11 | 155.11 | 30.98 |
| 1976 | 343.84 | 91.22 | 6.63 | 84.59 | 124.59 | 33.37 |
| 1977 | 330.75 | 116.37 | 8.45 | 107.92 | 147.72 | 31.55 |
| 1978 | 382.66 | 152.23 | 11.06 | 141.17 | 181.17 | 28.94 |
| 1979 | 470.77 | 64.89 | 4.71 | 60.18 | 100.18 | 35.29 |
| 1980 | 409.06 | 92.55 | 6.72 | 85.83 | 125.83 | 33.28 |

Table 5.24 River Utilization Ratio in Pahang Basin, in 1990 and 2000

(Unit: $10^6 m^3$/year)

| | 1990 | 2000 | 1990 | 2000 |
|---|---|---|---|---|
| Surface Run-off (A) | 26,660 | 26,660 | 100.0 | 100.0 |
| Demand Domestic & Industrial | 54 | 102 | 52.9 | 100.0 |
| Irrigation | 585 | 818 | 71.5 | 100.0 |
| Total (B) | 639 | 920 | 69.5 | 100.0 |
| Ratio $(\frac{(A)}{(B)} \times 100)$ | 2% | 3% | | |
| [National Total] Surface Run-off (C) | 150,100 | 150,100 | 100.0 | 100.0 |
| Demand Domestic & Industrial | 2,210 | 4,157 | 53.2 | 100.0 |
| Irrigation | 8,380 | 9,098 | 92.1 | 100.0 |
| Total (D) | 10,590 | 13,255 | 79.9 | 100.0 |
| Ratio $(\frac{(D)}{(C)} \times 100)$ | 7% | 9% | | |

Source: National Water Resource Study

## 5.6 観　　光

マレーシア半島を訪れる外国人観光客数は1973年の869,599人から1982年には、2,093,121人に増加した（図5.14を参照）。観光業による外貨収入も1970年のM$ 132,000,000から1980年にはM$ 545,000,000に急増している。これは1979年において、ゴム、石油、錫、材木、ヤシ油、丸太に次いで第7位の外貨獲得源であった。

図5.15は交通機関別観光客入国数の推移を示す。1973年から1978年は道路による入国者が最大であったが、1979年以降は空路入国者がトップを占める。旅行機利用者の急伸は、観光開発公社（TDC）とマレーシア航空（MAS）の促進努力と相俟っている。

第4次マレーシア計画（1981～1985年）によると、観光開発促進対策は更に拡大されることが予想される。TDCは観光使節の派遣を通じて新しい観光客市場の開拓強化を狙っている。観光による外貨獲得は1985年末でM$ 877,000,000を予測している。従って観光は今後も主要な外貨獲得手段であるとともに、雇用創出の大きい産業である。

観光客がテカイ発電所を訪ねるルートは、（主要都市に道路と鉄道で結ばれているジェラントゥトから）水路と陸路の2通りが考えられる。なお、プロジェクト地域に隣接するタマンネガラへは、ジェラントゥトに近いクアラテンベリンからボートを利用する。

将来のこの地域の交通計画として政府は次の2つを企画している。第1は、観光開発が予定される半島の東海岸沿いに新設する鉄道であり、第2はタマンネガラ北側にハイウェーを建設する計画である。これら施設が完成すれば本案件地域を周回する循環交通網が確保され、テカイダムのみならず、タマンネガラも現在と比較して一層便利になろう。従がって、タマンネガラとの組合せとして、本案件地域の観光開発の可能性が考えられよう。

将来の交通網とプロジェクト地域の性格を考慮して、次の2種類の観光開発が考えられる。

(a) 観光レクリエーション

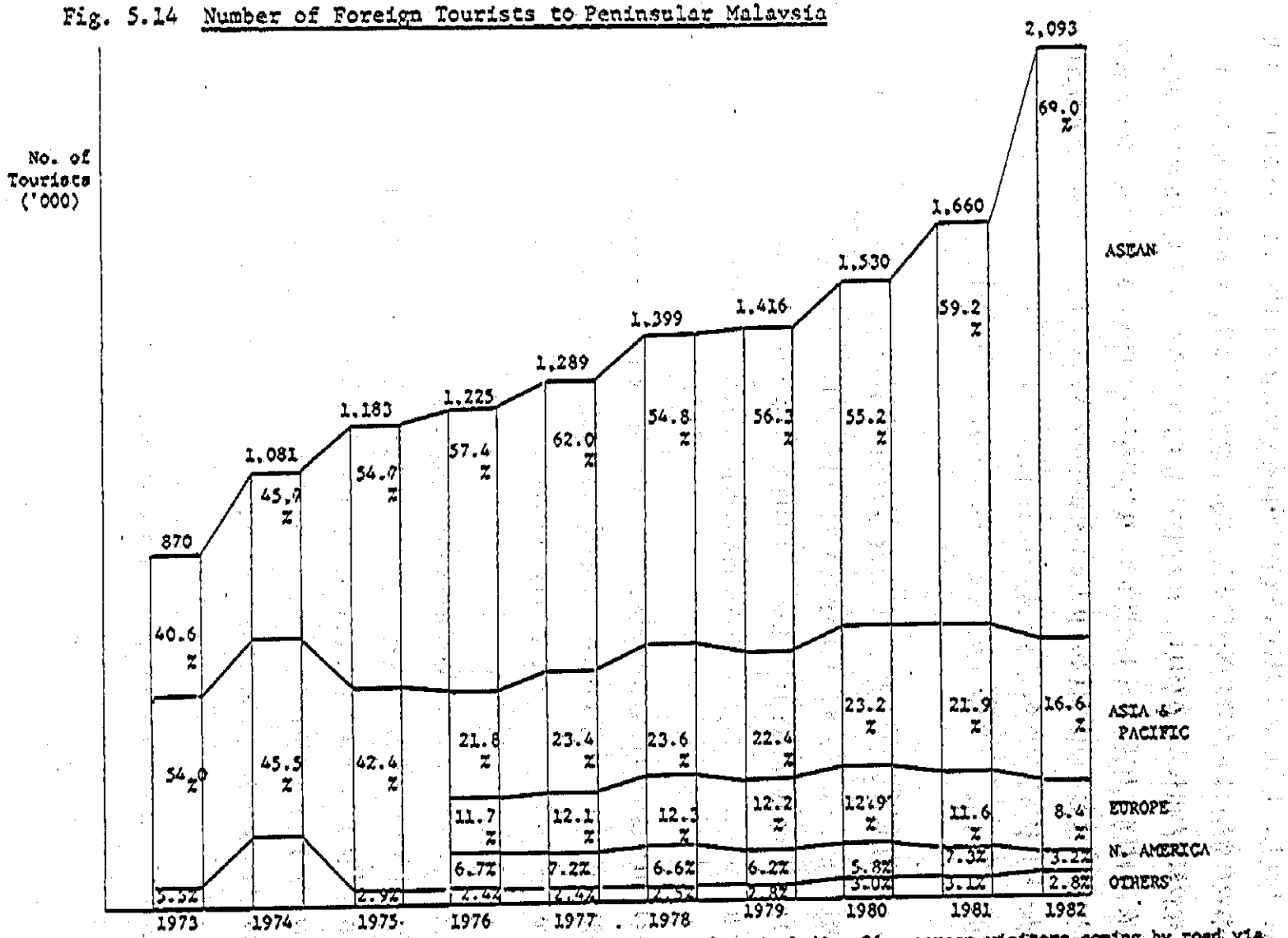
(b) 動物公園

上、下部テカイダムにより多数の島を含む2つの貯水池は、それぞれ7,600 haと610 haの広さがあり、上記目的に十分かなう対象となる。ただし、本案件地域には

他の内陸行楽地と比較して主要大都市から遠く、気温が高いという難点もある。

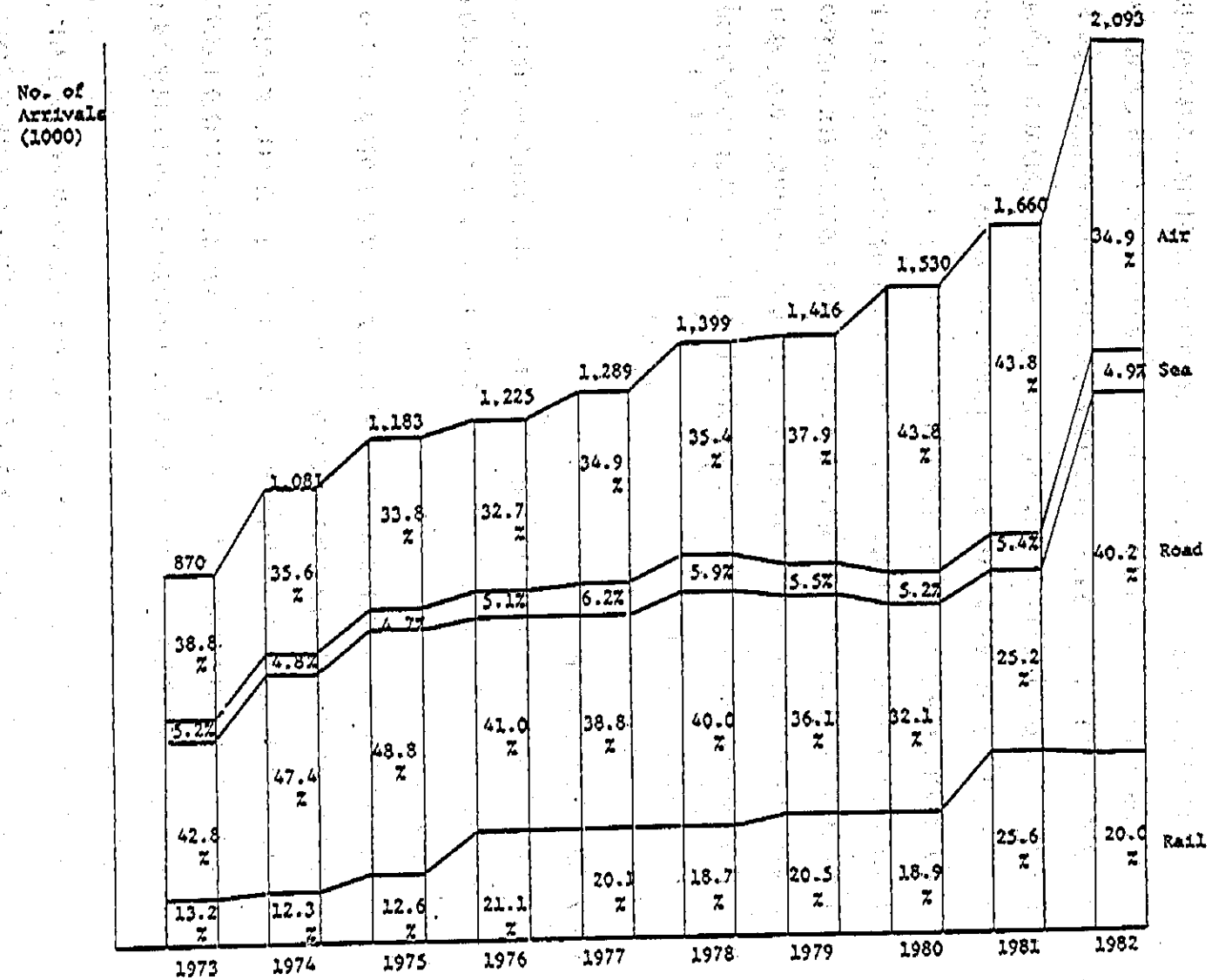
しかし、本案件地域は既に観光需要のあるタマンネガラに隣接しているので、貯水池の島を利用して動物公園を貯水池地域に建設することは、タマンネガラでは野性動物の観察が困難であるだけに、観光開発として有望であろう。動物が貯水池中の島に安全隔離できれば、ボートで周囲を巡りながら動物を観察できるユニークな観光施設となる。これらの便益はかなり大きい可能性があるとはいえ、通常の費用便益分析による評価は困難である。

Fig. 5.14 Number of Foreign Tourists to Peninsular Malaysia




Note: Presented Data analized is for Penninsular Malaysia (not including Singaporean visitors coming by road via Johore Bahru Couseway). Included in ASEAN are Indonesia, Philippines, Singapore, and Thailand. Included in ASIA & PACIFIC are Hong Kong, India, Japan, Taiwan, China, Australia and New Zealand. Included in EUROPE are United Kingdom, Ireland, Western and Eastern Europe. Included in NORTH AMERICA are United States of America and Canada.

Fig. 5.15 Number of Foreign Tourists to Peninsular Malaysia by Model of Travel



## 5.7 その他

### 5.7.1 環境問題

計画予定地の周辺地域は、全体的に経済的活動よりも自然性に優れた地域であり、環境問題は、自然環境保全上特に生物相に関する事項が主となるものと考えられる。

今回の調査で明らかとなった計画予定地周辺の生物相の特性は、森林が原生状態のよく保たれた低地フタバガキ林であること、およびそこに生息する動物相が多様であることの2点に集約される。低地フタバガキ林は、高い生産性と多様な生物相をもつことで知られる熱帯多雨林のうち、比較的開発の影響を受け易く、現在減少傾向を示しており、またそれにつれてそこに生息する動物のうちの何種類かの個体数が減少傾向にあることが指摘されている。

本プロジェクトにより上記森林の一定面積が湛水により減少し、そこに生息する動物は、その生息環境の一部を失なうことになるが、今回の限定された地域での調査結果より生物相に及ぼす影響の程度に関して検討することは困難であり、より広域的な見地から当該森林の位置付け、個体数が減少傾向にある動物の生態等に関する調査が必要と考えられる。

### 5.7.2 湛水予定地域の住民

ダム湖の湛水予定地域およびその周辺域には数世帯の山地少数民族が居住している。しかし、その他集落として長期間固定しているコミュニティとその施設は存在しない。

山地少数民族は焼畑農業に従事するとともに、狩猟および果実の採集等によって生計をたてており、正確な人数は確認できなかった。

ダム建設に伴う彼等に対する影響について考察すると、直接的には、ダム湖の出現によって居住地および採集区域の一部が消滅する。また間接的には建設工事段階において大量の労務者が一時的に移住するので、その活動が彼等の生活環境に変化を与えるであろう。

従って、本開発計画の実施に際しては、彼等に対する実態調査を行うとともに、本開発計画が彼等に対して与える影響を極力軽減するために、彼等の新環境への適応のあり方を人類学などの手法によって調査し、柔軟で有効的な対策を考慮することが必要である。

### 5.7.3 テカイ川ダム湛水域内の鉱産物資源について

テカイ川流域においては、現在まで稼働された鉱山はなく鉱産物資源の調査も殆んど実施されていない。マレーシア地質調査所において近時調査が行われているのみである。[1] ここではマレーシア地質調査所の調査結果にもとづいて、ダム湛水域内の鉱産物資源としての評価を行うものとする。次表は各鉱産物についての調査結果をまとめたものである。

表より明らかな如く、テカイ川ダム湛水域内では鉱産物資源として有望なものは現在のところ見出されていない。ただ、テンブリング・グループの岩石について、ウラン及びリン鉱石賦存の可能性が全くないとは言いきれない（別表の備考参照）。湛水域内は主としてテンブリング・グループの岩石によって構成されているが、テンブリング・グループの分布する全体の面積からみれば、湛水域の面積の占める割合は僅小である。従って、ダム湛水域内でこれら鉱石が賦存する可能性は極めて小さいものとみてよいであろう。

1) Khoo Han Peng : Geology and Mineral Resources of Sg. Tekai Area, Pahang

Table 5.25 Mineral Resources Survy Data within the Tekal Area

| 調査法 | 鉱石 | 含有率または露出状況 | 鉱産物資源としての評価 | 備考 |
|---|---|---|---|---|
| 河床シルトの地化学探査 | 錫 | 0～ 25ppm | 有望でない | 鉱化作用を示す地質的徴候なし |
| | 亜鉛 | 0～180ppm | 同上 | 1つの例外として460ppmの含有率あり。但し鉱化作用を示す徴候なし |
| | 鉛 | 0～ 35ppm | 同上 | 大部分は10ppm未満、僅かな地点のみ60ppm以上 |
| | ヒ素 | 0～ 20ppm | 同上 | |
| | モリブデン | 2 ppm以下 | 同上 | |
| | | 13 ppm | 同上 | 数ケ所において19ppm |
| | タングステン | 4 ppm以下 | | |
| 椀掛け調査 | 重金属(酸化鉄を除く) | 0または僅小 | 同上 | Sg. Kalim地域の金を例外として徴候なし |
| | 酸化鉄 | 多少あり | 同上 | |
| 地質踏査 | 重晶石 | 4.5cm幅の鉱脈あり(Sg. Retang)<br>径10cmの角礫状ブロッあり(Anak Sg. Keram) | 賦存量少ない | |
| 詳細調査なし | ウラン鉱石 | — | 現在まで未確認 | テンブリング・グループの岩石はタイ・アメリカ等のウラン産出地層と類似しているので、賦存可能性を否定できない |
| | リン鉱石 | — | 現在まで未確認 | テルムス頁岩はタイのリン鉱石産出地層と類似しているが、リン鉱石の形跡は認められていない |

## 5.8 経 済 評 価

本プロジェクトの主な費用と便益は電力供給に関連するものである。しかし既に述べた森林、洪水制御，灌漑と農業、観光などの関連側面の評価も切り離せない。これらの中で、森林損失、集落の水没、動植物相に及ぼす環境的影響は本案件が地域の経済と社会に与える間接的費用と考えられる。しかし経済分析では林業以外の間接的費用は不明確であり、計測不可能であるため、土地の機会費用としては森林損失（前提条件によりM$ 3.76～M$ 11.83 × $10^6$、表 5.14 参照）だけを評価した。

洪水制御、農業と灌漑、観光に関しては効果が限られ、また不確実なため、定性的評価に限った。しかし本案件が地域の将来の開発に積極的役割を果たし、下流地域に悪影響をもたらすものでないことは強調しておかねばならない。

発電便益は本プロジェクトが充足すべきピーク需要に対する負荷追随運転を行なう代替案としてのガスタービン設備との比較で評価した。経済分析は、第 5.2 節に示した発電便益の想定に基づいて行っている。なお、燃料費については、燃料油および油相等価格70％の天然ガスを使用する場合、およびこれら燃料価格の上昇を考慮したケースを含めて、以下の 6 ケースを想定した。

ケース 1 ：燃料油、価格は一定

ケース 2 ：燃料油、価格は年率 1.5％上昇

ケース 3 ：燃料油、価格は年率 3.0％上昇

ケース 4 ：天然ガス、価格は一定

ケース 5 ：天然ガス、価格は年率 1.5％上昇

ケース 6 ：天然ガス、価格は年率 3.0％上昇

プロジェクトの経済的耐用期間 50年の各ケースのキャッシュフロー、および割引率を 8 、10 、12 、14 、16 、18 ％とした各ケースの現在価値のフローを表 A－1 ～ A－12 に示す。なお、これらの表には、送電線建設費のキャッシュフローも示してある。ここで 1983 年を燃料費計算の基準年とし、1984 年を純現在価値（NPV）の計算の基準年とした。

上記 6 ケースに対するプロジェクトの純現在価値（NPV）と IRR を表 5.27 と図 5.16 に示す。ただし、この推計には森林損失の費用を含んでいないので、この費用(仮りに M$ 5 × $10^6$) を計算に入れると、IRR 推定値は約 0.4 ％減少する。

Table 5.26 Summary of Effects on Other Associated Aspects

| Item | Effects | Remarks |
|---|---|---|
| Forestry | Cost of about M$5 million | Subject to harvesting schedule and future log prices |
| Flood Mitigation | Expected to be small but positive | |
| Irrigation and Agriculture | Expected to be small but positive | |
| Tourism | Expected to be developed as a center of tourism combined with Taman Negara (National Park) | Further studies required |
| Environmental Implications | Not quantatively measured | |
| Innundation of Settlement | Small | |
| Mineral Resources | Small | |

Table 5.27 Series Development for Upper and Lower Tekai

( NPVs and IRRs )

| | IRR % | NPV (M$x10$^6$) for Discount Rate | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 10% | 12% | 14% | 16% |
| Case 1 | 14.78 | 104.8 | 46.8 | 10.2 | -13.3 |
| Case 2 | 17.13 | 181.8 | 98.7 | 46.8 | 13.4 |
| Case 3 | 19.60 | 292.0 | 170.2 | 95.7 | 48.3 |
| Case 4 | 11.62 | 33.2 | 6.6 | -30.6 | -45.3 |
| Case 5 | 13.67 | 87.1 | 29.8 | -5.0 | -26.6 |
| Case 6 | 15.86 | 164.2 | 79.8 | 29.2 | -2.2 |

Fig. 5.16.B. Net Present Value VS. Discount Rate

(Series Development)

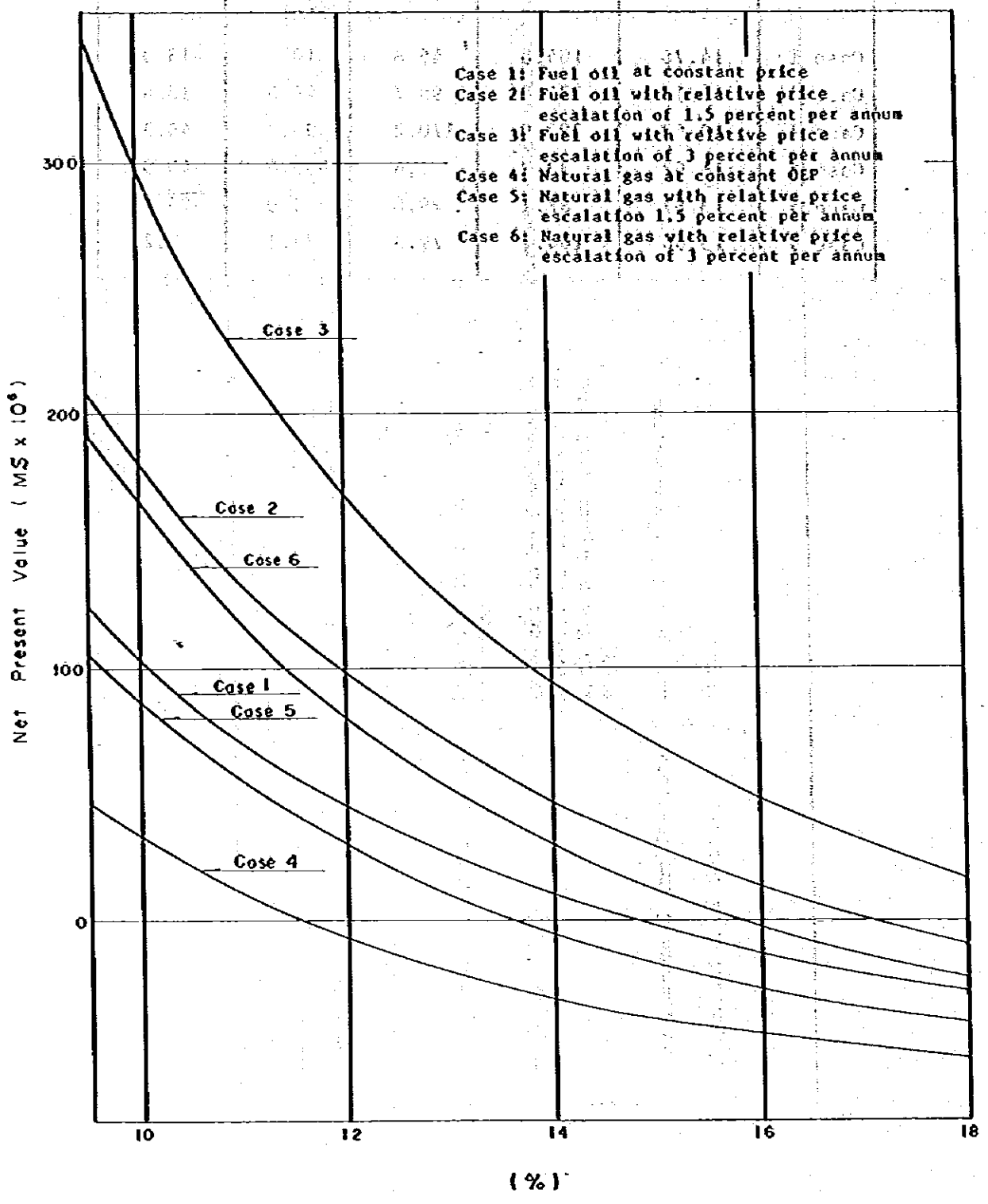


Table. A.1.

DIFFERENTIAL CASH FLOW SHEET (THOUSAND M$)
---CASE 1 : FUEL OIL (CONSTANT PRICE)---

| YEAR | TEKAI (CONST.) | TEKAI (TRANS.) | TEKAI (O-M) | GAS TURBINE (CONST.) | GAS TURBINE (O-M) | GAS TURBINE (FUEL) | BENEFIT |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | 5556.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -5556.0 |
| 1985 | 8021.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -8021.0 |
| 1986 | 16623.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -16623.0 |
| 1987 | 26134.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -26134.0 |
| 1988 | 40517.0 | 5209.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -45726.6 |
| 1989 | 73754.0 | 9316.8 | 0.0 | 23012.9 | 0.0 | 0.0 | -59457.7 |
| 1990 | 89264.0 | 9316.8 | 0.0 | 80545.2 | 0.0 | 0.0 | -178135.6 |
| 1991 | 87443.0 | 2604.8 | 405.0 | 11506.5 | 96.0 | 22336.7 | -56513.4 |
| 1992 | 0.0 | 0.0 | 933.0 | 0.0 | 3172.0 | 44673.3 | 46362.3 |
| 1993 | 0.0 | 0.0 | 933.0 | 0.0 | 3172.0 | 44673.3 | 46362.3 |
| 1994 | 0.0 | 0.0 | 933.0 | 0.0 | 3172.0 | 44673.3 | 46362.3 |
| 1995 | 0.0 | 0.0 | 933.0 | 0.0 | 3172.0 | 44673.3 | 46362.3 |
| 1996 | 0.0 | 0.0 | 933.0 | 0.0 | 3172.0 | 44673.3 | 46362.3 |
| 1997 | 0.0 | 0.0 | 933.0 | 0.0 | 3172.0 | 44673.3 | 46362.3 |
| 1998 | 0.0 | 0.0 | 933.0 | 0.0 | 3172.0 | 44673.3 | 46362.3 |
| 1999 | 0.0 | 0.0 | 933.0 | 0.0 | 3172.0 | 44673.3 | 46362.3 |
| 2000 | 0.0 | 0.0 | 933.0 | 0.0 | 3172.0 | 44673.3 | 46362.3 |
| 2001 | 0.0 | 0.0 | 933.0 | 0.0 | 3172.0 | 44673.3 | 46362.3 |
| 2002 | 0.0 | 0.0 | 933.0 | 0.0 | 3172.0 | 44673.3 | 46362.3 |
| 2003 | 0.0 | 0.0 | 933.0 | 0.0 | 3172.0 | 44673.3 | 46362.3 |
| 2004 | 0.0 | 0.0 | 933.0 | 23012.9 | 3172.0 | 44673.3 | 69375.7 |
| 2005 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 80545.2 | 3172.0 | 44673.3 | 127408.0 |
| 2006 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 11506.5 | 3172.0 | 44673.3 | 53369.3 |
| 2007 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 44673.3 | 46362.3 |
| 2008 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 44673.3 | 46362.3 |
| 2009 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 44673.3 | 46362.3 |
| 2010 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 44673.3 | 46362.3 |
| 2011 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 44673.3 | 46362.3 |
| 2012 | 0.0 | 0.0 | 933.0 | 0.0 | 3172.0 | 44673.3 | 46362.3 |
| 2013 | 0.0 | 0.0 | 933.0 | 0.0 | 3172.0 | 44673.3 | 46362.3 |
| 2014 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 44673.3 | 46362.3 |
| 2015 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 44673.3 | 46362.3 |
| 2016 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 44673.3 | 46362.3 |
| 2017 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 44673.3 | 46362.3 |
| 2018 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 44673.3 | 46362.3 |
| 2019 | 0.0 | 0.0 | 933.0 | 23012.9 | 3172.0 | 44673.3 | 69375.7 |
| 2020 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 80545.2 | 3172.0 | 44673.3 | 127408.0 |
| 2021 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 11506.5 | 3172.0 | 44673.3 | 58369.3 |
| 2022 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 44673.3 | 46362.3 |
| 2023 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 44673.3 | 46362.3 |
| 2024 | 0.0 | 0.0 | 933.0 | 0.0 | 3172.0 | 44673.3 | 46362.3 |
| 2025 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 44673.3 | 46362.3 |
| 2026 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 44673.3 | 46362.3 |
| 2027 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 44673.3 | 46362.3 |
| 2028 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 44673.3 | 46362.3 |
| 2029 | 0.0 | 0.0 | 933.0 | 0.0 | 3172.0 | 44673.3 | 46362.3 |
| 2030 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 44673.3 | 46362.3 |
| 2031 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 44673.3 | 46362.3 |
| 2032 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 44673.3 | 46362.3 |
| 2033 | 0.0 | 0.0 | 933.0 | 0.0 | 3172.0 | 44673.3 | 46362.3 |
| 2034 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 23012.9 | 3172.0 | 44673.3 | 69375.7 |
| 2035 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 80545.2 | 3172.0 | 44673.3 | 127408.0 |
| 2036 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 11506.5 | 3172.0 | 44673.3 | 53369.3 |
| 2037 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 44673.3 | 46362.3 |
| 2038 | 0.0 | 0.0 | 933.0 | 0.0 | 3172.0 | 44673.3 | 46362.3 |
| 2039 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 44673.3 | 46362.3 |
| 2040 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 44673.3 | 46362.3 |
| 2041 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 446316.1 | 3172.0 | 44673.3 | 545.7 |

Table, A.2.

## NET PRESENT VALUES (THOUSAND M$)
## --CASE 1 : FUEL OIL (CONSTANT PRICE)--

| YEAR | PRESENT VALUES FOR DISCOUNT RATE 8% | 10% | 12% | 14% | 16% | 18% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | -5556.0 | -5556.0 | -5556.0 | -5556.0 | -5556.0 | -5556.0 |
| 1985 | -7426.9 | -7291.8 | -7161.6 | -7036.0 | -6914.7 | -6797.5 |
| 1986 | -14294.4 | -13779.3 | -13291.6 | -12829.3 | -12390.8 | -11974.3 |
| 1987 | -20785.7 | -19672.4 | -18637.3 | -17673.5 | -16775.0 | -15936.4 |
| 1988 | -33610.4 | -31231.9 | -29060.1 | -27073.6 | -25254.4 | -23595.3 |
| 1989 | -40738.3 | -37167.1 | -33965.0 | -31088.6 | -28499.2 | -26164.5 |
| 1990 | -11239.5 | -10067.7 | -9036.1 | -8125.7 | -7320.5 | -6606.9 |
| 1991 | -32975.1 | -29000.3 | -25563.8 | -22556.9 | -19996.1 | -17741.0 |
| 1992 | 25318.5 | 21361.9 | 18927.1 | 16423.2 | 14294.4 | 12467.3 |
| 1993 | 23443.1 | 19374.4 | 16899.2 | 14410.7 | 12322.7 | 10565.5 |
| 1994 | 21706.6 | 18067.7 | 15088.6 | 12641.0 | 10623.0 | 8953.8 |
| 1995 | 20098.7 | 16425.1 | 13472.0 | 11088.6 | 9157.8 | 7598.0 |
| 1996 | 18609.9 | 14932.0 | 12028.5 | 9726.8 | 7894.7 | 6433.5 |
| 1997 | 17231.4 | 13574.5 | 10739.8 | 8532.3 | 6805.7 | 5449.6 |
| 1998 | 15955.0 | 12340.5 | 9589.1 | 7484.5 | 5867.0 | 4618.3 |
| 1999 | 14773.1 | 11218.6 | 8561.7 | 6565.3 | 5057.8 | 3913.3 |
| 2000 | 13678.8 | 10198.7 | 7644.4 | 5759.1 | 4360.2 | 3316.3 |
| 2001 | 12665.6 | 9271.6 | 6825.3 | 5051.8 | 3758.4 | 2810.3 |
| 2002 | 11727.4 | 8428.7 | 6094.0 | 4431.4 | 3240.3 | 2382.1 |
| 2003 | 10855.7 | 7662.5 | 5441.1 | 3887.2 | 2793.4 | 2018.7 |
| 2004 | 14991.7 | 10386.6 | 7243.8 | 5084.3 | 3590.6 | 2550.9 |
| 2005 | 25310.4 | 17216.8 | 11792.9 | 8132.0 | 5643.9 | 3941.6 |
| 2006 | 10736.5 | 7170.4 | 4823.8 | 3268.0 | 2229.0 | 1530.3 |
| 2007 | 7981.5 | 5233.6 | 3457.9 | 2301.5 | 1542.8 | 1041.2 |
| 2008 | 7390.2 | 4757.8 | 3087.4 | 2018.9 | 1330.0 | 882.4 |
| 2009 | 6842.8 | 4325.3 | 2756.6 | 1771.0 | 1146.5 | 747.8 |
| 2010 | 6335.9 | 3932.1 | 2461.3 | 1553.5 | 988.4 | 633.7 |
| 2011 | 5866.6 | 3574.6 | 2197.6 | 1362.7 | 852.0 | 537.1 |
| 2012 | 5432.1 | 3249.6 | 1962.1 | 1195.3 | 734.5 | 455.1 |
| 2013 | 5029.7 | 2954.2 | 1751.9 | 1048.6 | 633.2 | 385.7 |
| 2014 | 4657.1 | 2685.6 | 1564.2 | 919.8 | 545.9 | 326.9 |
| 2015 | 4312.1 | 2441.5 | 1396.6 | 806.8 | 470.6 | 277.2 |
| 2016 | 3992.7 | 2219.5 | 1247.0 | 707.7 | 405.7 | 234.8 |
| 2017 | 3697.0 | 2017.8 | 1113.4 | 620.8 | 349.7 | 198.9 |
| 2018 | 3423.1 | 1834.3 | 994.1 | 544.6 | 301.5 | 168.6 |
| 2019 | 4726.0 | 2486.5 | 1323.4 | 712.3 | 387.5 | 213.0 |
| 2020 | 7978.9 | 4121.6 | 2154.5 | 1139.3 | 609.1 | 325.2 |
| 2021 | 3384.6 | 1738.6 | 891.3 | 457.3 | 240.6 | 127.8 |
| 2022 | 2516.1 | 1252.9 | 631.8 | 322.4 | 166.5 | 87.0 |
| 2023 | 2329.7 | 1139.0 | 564.1 | 282.8 | 143.5 | 73.7 |
| 2024 | 2157.1 | 1035.4 | 503.6 | 248.1 | 123.7 | 62.5 |
| 2025 | 1997.4 | 941.3 | 449.7 | 217.6 | 106.7 | 52.9 |
| 2026 | 1849.4 | 855.7 | 401.5 | 190.9 | 92.0 | 44.9 |
| 2027 | 1712.4 | 777.9 | 358.5 | 167.5 | 79.3 | 38.0 |
| 2028 | 1585.6 | 707.2 | 320.1 | 146.9 | 68.3 | 32.2 |
| 2029 | 1468.1 | 642.9 | 285.8 | 128.9 | 58.9 | 27.3 |
| 2030 | 1359.4 | 584.5 | 255.2 | 113.0 | 50.8 | 23.1 |
| 2031 | 1258.7 | 531.3 | 227.8 | 99.2 | 43.8 | 19.6 |
| 2032 | 1165.4 | 483.0 | 203.4 | 87.0 | 37.7 | 16.6 |
| 2033 | 1079.1 | 439.1 | 181.6 | 76.3 | 32.5 | 14.1 |
| 2034 | 1489.8 | 595.2 | 241.3 | 99.8 | 41.8 | 17.3 |
| 2035 | 2515.3 | 986.7 | 393.6 | 159.6 | 65.7 | 22.5 |
| 2036 | 1067.0 | 410.9 | 161.0 | 64.1 | 26.0 | 13.7 |
| 2037 | 793.2 | 299.9 | 115.4 | 45.2 | 18.0 | 7.3 |
| 2038 | 734.4 | 272.7 | 103.1 | 39.6 | 15.5 | 6.2 |
| 2039 | 680.0 | 247.9 | 92.0 | 34.8 | 13.4 | 5.2 |
| 2040 | 629.7 | 225.3 | 82.2 | 30.5 | 11.5 | 4.4 |
| 2041 | 6.8 | 2.4 | 0.9 | 0.3 | 0.1 | 0.0 |
| TOTAL | 199923.3 | 104844.9 | 46821.5 | 15235.6 | -13533.8 | -25633.8 |

Table A.3.

DIFFERENTIAL CASH FLOW SHEET (THOUSAND M$)
---CASE 2 : FUEL OIL (PRICE ESCALATION 1.5% PER ANNUM)---

| YEAR | TEKAI (CONST.) | TEKAI (TRANS.) | TEKAI (O-M) | GAS TURBINE (CONST.) | GAS TURBINE (O-M) | GAS TURBINE (FUEL) | BENEFIT |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | 5556.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -5556.0 |
| 1985 | 8021.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -8021.0 |
| 1986 | 16673.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -16673.0 |
| 1987 | 26184.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -26184.0 |
| 1988 | 40517.0 | 5209.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -45726.6 |
| 1989 | 73754.0 | 9116.8 | 0.0 | 23012.9 | 0.0 | 0.0 | -59357.9 |
| 1990 | 89264.0 | 9116.8 | 0.0 | 80545.2 | 0.0 | 0.0 | -17835.6 |
| 1991 | 87443.0 | 2604.8 | 405.0 | 11506.5 | 96.0 | 2516213 | -53633.0 |
| 1992 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 5107916 | 53263.5 |
| 1993 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 5134516 | 54036.6 |
| 1994 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 52623.3 | 54312.3 |
| 1995 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 53412.6 | 55601.6 |
| 1996 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 54213.3 | 56432.3 |
| 1997 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 55022.0 | 57216.0 |
| 1998 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 55452.6 | 53061.5 |
| 1999 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 56629.2 | 58579.2 |
| 2000 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 57540.5 | 59729.5 |
| 2001 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 5340516 | 60532.6 |
| 2002 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 59229.6 | 61468.6 |
| 2003 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 60163.3 | 62357.3 |
| 2004 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 23012.9 | 3172.0 | 61021.3 | 86273.2 |
| 2005 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 80545.2 | 3172.0 | 61937.4 | 144721.6 |
| 2006 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 11506.5 | 3172.0 | 62917.2 | 76612.7 |
| 2007 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 63360.9 | 66349.9 |
| 2008 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 64318.8 | 67007.8 |
| 2009 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 65331.1 | 67950.1 |
| 2010 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 66322.9 | 62966.2 |
| 2011 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 67379.6 | 69963.6 |
| 2012 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 68376.3 | 70235.3 |
| 2013 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 69328.2 | 72017.2 |
| 2014 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 70625.6 | 73364.6 |
| 2015 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 71935.7 | 74127.7 |
| 2016 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 73017.8 | 75206.3 |
| 2017 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 74113.0 | 76392.0 |
| 2018 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 75224.7 | 77413.7 |
| 2019 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 23012.9 | 3172.0 | 76353.0 | 101556.9 |
| 2020 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 80545.2 | 3172.0 | 77498.3 | 160232.5 |
| 2021 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 11506.5 | 3172.0 | 78660.8 | 92356.3 |
| 2022 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 79840.7 | 82029.7 |
| 2023 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 81038.5 | 83227.5 |
| 2024 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 82253.8 | 84442.8 |
| 2025 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 83487.6 | 85676.6 |
| 2026 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 84739.9 | 86928.9 |
| 2027 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 86011.0 | 88200.0 |
| 2028 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 87301.1 | 89490.1 |
| 2029 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 88610.6 | 90799.6 |
| 2030 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 89939.5 | 92123.5 |
| 2031 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 91288.8 | 93477.8 |
| 2032 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 92653.1 | 94847.1 |
| 2033 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 94048.0 | 96237.0 |
| 2034 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 23012.9 | 3172.0 | 95453.7 | 120663.6 |
| 2035 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 80545.2 | 3172.0 | 96890.5 | 179624.7 |
| 2036 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 11506.5 | 3172.0 | 98343.9 | 112039.4 |
| 2037 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 99819.0 | 102003.0 |
| 2038 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 101316.3 | 103305.3 |
| 2039 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 102836.0 | 105325.0 |
| 2040 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 104373.5 | 106567.5 |
| 2041 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | -46316.1 | 3172.0 | 105944.1 | 61517.0 |

Table, A.4.

NET PRESENT VALUES (THOUSAND M$)

---CASE 2 : FUEL OIL (PRICE ESCALATION 1.5% PER ANNUM)---

| YEAR | PRESENT VALUES FOR DISCOUNT RATE 8% | 10% | 12% | 14% | 16% | 18% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | -5556.0 | -5556.0 | -5556.0 | -5556.0 | -5556.0 | -5556.0 |
| 1985 | -7426.9 | -7291.5 | -7161.6 | -7036.0 | -6914.7 | -6797.5 |
| 1986 | -14294.4 | -13779.3 | -13291.6 | -12829.3 | -12390.8 | -11974.3 |
| 1987 | -20785.7 | -19672.4 | -18637.3 | -17673.5 | -16775.0 | -15936.4 |
| 1988 | -33610.4 | -31231.9 | -29060.1 | -27073.8 | -25254.4 | -23595.3 |
| 1989 | -40738.3 | -37167.1 | -33965.0 | -31083.4 | -28499.2 | -26164.5 |
| 1990 | -11239.5 | -10067.7 | -9036.1 | -8125.7 | -7320.5 | -6636.7 |
| 1991 | -31326.5 | -27550.5 | -24285.8 | -21455.8 | -18996.4 | -16854.0 |
| 1992 | 28779.3 | 24850.2 | 21514.3 | 18673.8 | 16248.3 | 14171.5 |
| 1993 | 27030.8 | 22916.0 | 19455.4 | 16616.1 | 14202.6 | 12192.5 |
| 1994 | 25398.7 | 21132.5 | 17648.1 | 14735.3 | 12425.1 | 10472.7 |
| 1995 | 23846.6 | 19488.1 | 15934.2 | 13156.3 | 10865.5 | 9003.0 |
| 1996 | 22398.4 | 17971.7 | 14427.2 | 11706.9 | 9501.8 | 7753.6 |
| 1997 | 21038.2 | 16573.5 | 13112.5 | 10417.3 | 8309.3 | 6653.5 |
| 1998 | 19760.9 | 15286.1 | 11876.4 | 9269.8 | 7266.5 | 5719.9 |
| 1999 | 18561.2 | 14095.2 | 10757.0 | 8248.3 | 6354.7 | 4917.4 |
| 2000 | 17434.5 | 12993.9 | 9743.2 | 7340.3 | 5557.3 | 4227.4 |
| 2001 | 16378.3 | 11987.9 | 8825.0 | 6531.7 | 4860.0 | 3634.4 |
| 2002 | 15382.5 | 11055.7 | 7993.4 | 5812.6 | 4250.2 | 3124.5 |
| 2003 | 14449.1 | 10196.0 | 7240.2 | 5172.5 | 3717.0 | 2685.2 |
| 2004 | 13509.8 | 12824.0 | 8943.2 | 6277.4 | 4433.2 | 3149.5 |
| 2005 | 28749.3 | 19556.4 | 13395.4 | 9237.0 | 6410.9 | 4477.3 |
| 2006 | 14092.2 | 9411.6 | 6331.5 | 4289.4 | 2925.7 | 2003.5 |
| 2007 | 11249.3 | 7376.4 | 4873.7 | 3245.9 | 2174.4 | 1467.5 |
| 2008 | 10567.1 | 6803.0 | 4414.6 | 2936.8 | 1901.7 | 1261.7 |
| 2009 | 9926.3 | 6274.3 | 3998.8 | 2569.0 | 1663.2 | 1094.3 |
| 2010 | 9324.5 | 5786.7 | 3622.2 | 2256.2 | 1454.6 | 932.6 |
| 2011 | 8759.2 | 5337.1 | 3281.1 | 2034.6 | 1272.2 | 801.3 |
| 2012 | 8228.2 | 4922.4 | 2972.1 | 1810.6 | 1112.6 | 689.5 |
| 2013 | 7729.4 | 4539.9 | 2692.2 | 1611.4 | 973.1 | 592.7 |
| 2014 | 7261.0 | 4187.2 | 2438.8 | 1434.0 | 851.1 | 509.6 |
| 2015 | 6821.0 | 3862.0 | 2209.1 | 1276.2 | 744.6 | 433.2 |
| 2016 | 6407.6 | 3562.0 | 2001.2 | 1135.8 | 651.0 | 372.2 |
| 2017 | 6019.4 | 3285.3 | 1812.8 | 1010.8 | 569.4 | 319.9 |
| 2018 | 5654.7 | 3030.2 | 1642.1 | 899.6 | 498.0 | 275.5 |
| 2019 | 6863.6 | 3613.8 | 1923.4 | 1035.2 | 563.2 | 307.6 |
| 2020 | 10034.5 | 5163.4 | 2709.6 | 1432.8 | 766.1 | 414.0 |
| 2021 | 5355.4 | 2716.1 | 1394.4 | 724.4 | 390.6 | 202.2 |
| 2022 | 4404.2 | 2193.1 | 1105.8 | 564.4 | 291.5 | 152.2 |
| 2023 | 4137.5 | 2022.8 | 1001.8 | 502.3 | 254.9 | 133.9 |
| 2024 | 3887.0 | 1865.8 | 907.5 | 447.1 | 223.0 | 117.5 |
| 2025 | 3651.7 | 1720.9 | 822.1 | 397.9 | 195.0 | 103.3 |
| 2026 | 3430.6 | 1587.4 | 744.7 | 354.1 | 170.6 | 90.2 |
| 2027 | 3222.9 | 1464.1 | 674.7 | 315.2 | 149.2 | 79.5 |
| 2028 | 3027.8 | 1350.5 | 611.2 | 280.5 | 130.5 | 69.5 |
| 2029 | 2844.6 | 1245.7 | 553.7 | 249.7 | 114.2 | 61.2 |
| 2030 | 2672.4 | 1149.0 | 501.6 | 222.2 | 99.8 | 54.5 |
| 2031 | 2510.7 | 1059.9 | 454.4 | 197.8 | 87.3 | 48.1 |
| 2032 | 2358.3 | 977.6 | 411.2 | 176.0 | 76.4 | 42.6 |
| 2033 | 2216.1 | 901.8 | 373.0 | 156.7 | 66.8 | 37.9 |
| 2034 | 2572.6 | 1027.9 | 417.5 | 172.3 | 72.2 | 39.7 |
| 2035 | 3546.1 | 1391.0 | 554.9 | 225.0 | 92.7 | 48.8 |
| 2036 | 2048.0 | 788.8 | 309.1 | 123.1 | 49.8 | 20.5 |
| 2037 | 1726.5 | 652.9 | 251.2 | 98.3 | 39.1 | 15.3 |
| 2038 | 1622.1 | 602.2 | 222.6 | 87.5 | 34.2 | 13.6 |
| 2039 | 1524.0 | 555.5 | 206.2 | 77.9 | 29.9 | 11.7 |
| 2040 | 1431.8 | 512.4 | 186.8 | 69.3 | 26.2 | 10.1 |
| 2041 | 769.1 | 270.2 | 96.8 | 35.3 | 13.1 | 4.9 |
| TOTAL | 320630.6 | 181843.6 | 93732.2 | 46840.9 | 13419.0 | -8563.9 |

Table.A.5.

DIFFERENTIAL CASH FLOW SHEET (THOUSAND M$)
---CASE 3 : FUEL OIL (PRICE ESCALETION 3.0% PER ANNUM)---

| YEAR | TEKAI (CONST.) | TEKAI (TRANS.) | TEKAI (O-M) | GAS TURBINE (CONST.) | GAS TURBINE (O-M) | GAS TURBINE (FUEL) | BENEFIT |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | 5556.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -5556.0 |
| 1985 | 8021.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -8021.0 |
| 1986 | 16673.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -16673.0 |
| 1987 | 26184.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -26184.0 |
| 1988 | 40517.0 | 5209.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -45726.6 |
| 1989 | 73754.0 | 9116.8 | 0.0 | 23012.9 | 0.0 | 0.0 | -59857.9 |
| 1990 | 89264.0 | 9116.8 | 0.0 | 80545.2 | 0.0 | 0.0 | -17835.6 |
| 1991 | 87443.0 | 2604.8 | 405.0 | 11506.5 | 96.0 | 28295.7 | -5055.5 |
| 1992 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 58289.1 | 60428.1 |
| 1993 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 60037.7 | 62226.7 |
| 1994 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 61533.9 | 64027.9 |
| 1995 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 63694.0 | 65253.0 |
| 1996 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 65604.3 | 67793.8 |
| 1997 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 67573.0 | 69762.0 |
| 1998 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 69600.1 | 71739.1 |
| 1999 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 71633.1 | 73377.1 |
| 2000 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 73333.7 | 76327.2 |
| 2001 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 76053.9 | 74242.3 |
| 2002 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 78335.5 | 80574.5 |
| 2003 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 80635.5 | 82374.5 |
| 2004 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 23012.9 | 3172.0 | 83106.3 | 103303.0 |
| 2005 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 80545.2 | 3172.0 | 85599.3 | 168833.4 |
| 2006 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 11506.5 | 3172.0 | 88162.2 | 101862.7 |
| 2007 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 90812.2 | 93001.2 |
| 2008 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 93536.6 | 95725.6 |
| 2009 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 96342.6 | 98531.6 |
| 2010 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 99232.9 | 101621.7 |
| 2011 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 102209.9 | 104395.9 |
| 2012 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 105276.1 | 107465.1 |
| 2013 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 108434.4 | 110623.4 |
| 2014 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 111687.4 | 113876.4 |
| 2015 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 115038.0 | 117227.0 |
| 2016 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 118439.1 | 120579.1 |
| 2017 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 122043.3 | 124232.3 |
| 2018 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 125705.0 | 127894.0 |
| 2019 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 23012.9 | 3172.0 | 129476.2 | 154673.1 |
| 2020 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 80545.2 | 3172.0 | 133360.4 | 216094.6 |
| 2021 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 11506.5 | 3172.0 | 137361.2 | 151356.7 |
| 2022 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 141432.0 | 143571.0 |
| 2023 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 145726.5 | 147915.5 |
| 2024 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 150093.3 | 152237.3 |
| 2025 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 154601.2 | 156790.2 |
| 2026 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 159239.2 | 161428.2 |
| 2027 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 164016.3 | 166205.3 |
| 2028 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 168936.3 | 171125.3 |
| 2029 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 174034.3 | 176193.3 |
| 2030 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 179224.9 | 181413.9 |
| 2031 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 184601.6 | 186793.6 |
| 2032 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 190137.7 | 192328.7 |
| 2033 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 195843.5 | 198032.8 |
| 2034 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 23012.9 | 3172.0 | 201719.1 | 226923.9 |
| 2035 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 80545.2 | 3172.0 | 207770.6 | 290504.3 |
| 2036 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 11506.5 | 3172.0 | 214003.7 | 227699.2 |
| 2037 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 220423.3 | 222612.5 |
| 2038 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 227036.4 | 229225.4 |
| 2039 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 233847.4 | 236036.4 |
| 2040 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 240862.9 | 243051.9 |
| 2041 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | -46316.1 | 3172.0 | 248083.7 | 203761.6 |

Table A.6.

NET PRESENT VALUES (THOUSAND M$)

---CASE 3 : FUEL OIL (PRICE ESCALETION 3.0% PER ANNUM)---

| YEAR | PRESENT VALUES FOR DISCOUNT RATE 8% | 10% | 12% | 14% | 16% | 18% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | -5556.0 | -5556.0 | -5556.0 | -5556.0 | -5556.0 | -5556.0 |
| 1985 | -7426.9 | -7291.8 | -7161.6 | -7036.0 | -6914.7 | -6797.5 |
| 1986 | -14294.4 | -13779.3 | -13291.6 | -12829.3 | -12390.8 | -11974.3 |
| 1987 | -20785.7 | -19672.4 | -18637.3 | -17673.5 | -16775.0 | -15938.4 |
| 1988 | -33610.4 | -31231.9 | -29160.1 | -27073.8 | -25254.4 | -23515.5 |
| 1989 | -40733.3 | -37167.1 | -33765.0 | -31033.4 | -28499.2 | -26165.5 |
| 1990 | -11239.5 | -10067.7 | -9036.1 | -8125.7 | -7320.5 | -6606.9 |
| 1991 | -29498.2 | -25942.5 | -22868.4 | -20203.5 | -17337.8 | -15375.4 |
| 1992 | 32674.4 | 28213.5 | 24426.1 | 21201.2 | 18447.4 | 16337.5 |
| 1993 | 31128.9 | 26390.2 | 22439.6 | 19135.2 | 16362.7 | 14023.4 |
| 1994 | 29657.3 | 24685.5 | 20615.3 | 17271.1 | 14514.1 | 12233.5 |
| 1995 | 28256.1 | 23091.8 | 18939.8 | 15589.1 | 12374.7 | 10662.1 |
| 1996 | 26923.9 | 21601.2 | 17401.0 | 14071.3 | 11420.8 | 9392.7 |
| 1997 | 25651.4 | 20207.6 | 15987.7 | 12701.5 | 10131.3 | 8112.5 |
| 1998 | 24441.4 | 18904.3 | 14669.5 | 11465.5 | 8937.7 | 7024.3 |
| 1999 | 23289.2 | 17635.6 | 13497.1 | 10369.9 | 7973.6 | 6165.9 |
| 2000 | 22191.8 | 16545.9 | 12401.8 | 9343.2 | 7073.7 | 5381.0 |
| 2001 | 21146.7 | 15480.0 | 11325.7 | 8436.6 | 6275.7 | 4693.0 |
| 2002 | 20151.2 | 14483.1 | 10471.4 | 7614.5 | 5567.8 | 4093.1 |
| 2003 | 19203.1 | 13550.7 | 9622.3 | 6874.3 | 4939.9 | 3570.0 |
| 2004 | 23237.3 | 16099.3 | 11228.0 | 7880.7 | 5565.5 | 3953.9 |
| 2005 | 33440.5 | 22747.0 | 15580.9 | 10744.1 | 7456.8 | 5207.8 |
| 2006 | 18736.7 | 12513.4 | 8418.2 | 5703.1 | 3859.9 | 2673.6 |
| 2007 | 15839.6 | 10386.2 | 6862.4 | 4562.5 | 3163.7 | 2068.4 |
| 2008 | 15095.9 | 9718.6 | 6306.6 | 4123.9 | 2718.7 | 1802.4 |
| 2009 | 14387.4 | 9094.1 | 5796.0 | 3723.5 | 2410.6 | 1572.3 |
| 2010 | 13712.4 | 8509.9 | 5326.8 | 3362.1 | 2139.1 | 1371.5 |
| 2011 | 13069.4 | 7963.3 | 4895.7 | 3035.8 | 1898.2 | 1196.4 |
| 2012 | 12456.7 | 7452.0 | 4499.5 | 2741.2 | 1684.4 | 1043.7 |
| 2013 | 11873.0 | 6973.7 | 4135.5 | 2475.2 | 1494.7 | 910.5 |
| 2014 | 11316.5 | 6526.1 | 3801.0 | 2235.1 | 1326.5 | 794.3 |
| 2015 | 10786.8 | 6107.4 | 3493.6 | 2018.3 | 1177.2 | 692.9 |
| 2016 | 10281.8 | 5715.6 | 3211.1 | 1822.5 | 1044.7 | 604.5 |
| 2017 | 9800.6 | 5349.1 | 2951.5 | 1645.8 | 927.1 | 527.4 |
| 2018 | 9342.1 | 5006.1 | 2712.9 | 1486.2 | 822.8 | 460.1 |
| 2019 | 10461.6 | 5504.1 | 2929.5 | 1526.7 | 857.8 | 471.6 |
| 2020 | 13532.9 | 6990.5 | 3654.2 | 1952.3 | 1053.1 | 553.3 |
| 2021 | 8759.2 | 4442.3 | 2280.7 | 1186.8 | 622.6 | 332.3 |
| 2022 | 7713.8 | 3841.0 | 1936.8 | 988.5 | 510.5 | 266.6 |
| 2023 | 7353.4 | 3595.0 | 1780.4 | 892.7 | 453.1 | 232.8 |
| 2024 | 7009.9 | 3364.5 | 1636.6 | 806.3 | 402.1 | 202.9 |
| 2025 | 6682.6 | 3149.3 | 1504.5 | 728.2 | 356.9 | 177.3 |
| 2026 | 6370.6 | 2947.7 | 1383.0 | 657.6 | 316.8 | 154.5 |
| 2027 | 6073.3 | 2759.1 | 1271.4 | 593.9 | 281.2 | 134.3 |
| 2028 | 5789.9 | 2582.5 | 1168.8 | 536.4 | 249.6 | 117.6 |
| 2029 | 5519.8 | 2417.3 | 1074.4 | 484.5 | 221.5 | 102.6 |
| 2030 | 5262.3 | 2262.6 | 987.7 | 437.6 | 196.6 | 89.6 |
| 2031 | 5017.0 | 2117.9 | 908.1 | 395.2 | 174.5 | 78.1 |
| 2032 | 4783.1 | 1982.4 | 834.8 | 357.0 | 154.9 | 68.2 |
| 2033 | 4560.1 | 1855.7 | 767.5 | 322.4 | 137.5 | 59.5 |
| 2034 | 4348.3 | 1737.0 | 705.2 | 291.1 | 122.1 | 51.9 |
| 2035 | 5735.1 | 2269.7 | 897.5 | 363.9 | 149.9 | 62.7 |
| 2036 | 4162.2 | 1603.0 | 628.1 | 250.2 | 101.3 | 41.6 |
| 2037 | 3767.8 | 1424.8 | 548.3 | 214.6 | 85.4 | 34.5 |
| 2038 | 3592.4 | 1333.7 | 504.1 | 193.8 | 75.8 | 30.1 |
| 2039 | 3425.1 | 1248.5 | 463.4 | 175.1 | 67.3 | 26.3 |
| 2040 | 3265.7 | 1168.7 | 426.1 | 158.1 | 59.7 | 22.9 |
| 2041 | 2537.4 | 891.6 | 319.2 | 116.4 | 43.2 | 16.5 |
| TOTAL | 501153.2 | 291956.5 | 170220.5 | 95720.3 | 43273.4 | 17137.5 |

Table. A.7.

DIFFERENTIAL CASH FLOW SHEET (THOUSAND M$)
---CASE 4 : NATURAL GAS (CONSTANT PRICE)---

| YEAR | TEKAI (CONST.) | TEKAI (TRANS.) | TEKAI (O-M) | GAS TURBINE (CONST.) | GAS TURBINE (O-M) | GAS TURBINE (FUEL) | BENEFIT |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | 5556.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -5556.0 |
| 1985 | 8021.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -8021.0 |
| 1986 | 16673.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -16673.0 |
| 1987 | 26134.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -26134.0 |
| 1988 | 40517.0 | 5209.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -45726.6 |
| 1989 | 73754.0 | 9116.8 | 0.0 | 23012.9 | 0.0 | 0.0 | -59357.9 |
| 1990 | 89264.0 | 9116.8 | 0.0 | 80545.2 | 0.0 | 0.0 | -173356.0 |
| 1991 | 87443.0 | 2604.8 | 605.0 | 11506.5 | 96.0 | 156351.3 | -63214.5 |
| 1992 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 31271.7 | 33460.6 |
| 1993 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 31271.7 | 33460.6 |
| 1994 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 31271.7 | 33460.6 |
| 1995 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 31271.7 | 33460.6 |
| 1996 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 31271.7 | 33460.6 |
| 1997 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 31271.7 | 33460.6 |
| 1998 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 31271.7 | 33460.6 |
| 1999 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 31271.7 | 33460.6 |
| 2000 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 31271.7 | 33460.6 |
| 2001 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 31271.7 | 33460.6 |
| 2002 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 31271.7 | 33460.6 |
| 2003 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 31271.7 | 33460.6 |
| 2004 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 23012.9 | 3172.0 | 31271.7 | 56473.5 |
| 2005 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 80545.2 | 3172.0 | 31271.7 | 114005.8 |
| 2006 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 11506.5 | 3172.0 | 31271.7 | 44967.1 |
| 2007 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 31271.7 | 33460.6 |
| 2008 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 31271.7 | 33460.6 |
| 2009 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 31271.7 | 33460.6 |
| 2010 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 31271.7 | 33460.6 |
| 2011 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 31271.7 | 33460.6 |
| 2012 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 31271.7 | 33460.6 |
| 2013 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 31271.7 | 33460.6 |
| 2014 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 31271.7 | 33460.6 |
| 2015 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 31271.7 | 33460.6 |
| 2016 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 31271.7 | 33460.6 |
| 2017 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 31271.7 | 33460.6 |
| 2018 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 31271.7 | 33460.6 |
| 2019 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 23012.9 | 3172.0 | 31271.7 | 56473.5 |
| 2020 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 80545.2 | 3172.0 | 31271.7 | 114005.8 |
| 2021 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 11506.5 | 3172.0 | 31271.7 | 44967.1 |
| 2022 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 31271.7 | 33460.6 |
| 2023 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 31271.7 | 33460.6 |
| 2024 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 31271.7 | 33460.6 |
| 2025 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 31271.7 | 33460.6 |
| 2026 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 31271.7 | 33460.6 |
| 2027 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 31271.7 | 33460.6 |
| 2028 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 31271.7 | 33460.6 |
| 2029 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 31271.7 | 33460.6 |
| 2030 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 31271.7 | 33460.6 |
| 2031 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 31271.7 | 33460.6 |
| 2032 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 31271.7 | 33460.6 |
| 2033 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 31271.7 | 33460.6 |
| 2034 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 23012.9 | 3172.0 | 31271.7 | 56473.5 |
| 2035 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 80545.2 | 3172.0 | 31271.7 | 114005.8 |
| 2036 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 11506.5 | 3172.0 | 31271.7 | 44967.1 |
| 2037 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 31271.7 | 33460.6 |
| 2038 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 31271.7 | 33460.6 |
| 2039 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 31271.7 | 33460.6 |
| 2040 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 31271.7 | 33460.6 |
| 2041 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | -46316.1 | 3172.0 | 31271.7 | -12855.4 |

Table. A.8.

NET PRESENT VALUES (THOUSAND M$)
---CASE 4 : NATURAL GAS (CONSTANT PRICE)---

| YEAR | PRESENT VALUES FOR DISCOUNT RATE 8% | 10% | 12% | 14% | 16% | 18% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | -5556.0 | -5556.0 | -5556.0 | -5556.0 | -5556.0 | -5556.0 |
| 1985 | -7426.9 | -7291.8 | -7161.6 | -7036.0 | -6914.7 | -6797.5 |
| 1986 | -14294.4 | -13779.3 | -13291.6 | -12829.3 | -12390.8 | -11974.3 |
| 1987 | -20785.7 | -19672.4 | -18637.3 | -17673.5 | -16775.0 | -15936.4 |
| 1988 | -33610.4 | -31231.9 | -29060.1 | -27073.3 | -25254.4 | -23535.3 |
| 1989 | -40738.3 | -37167.1 | -33965.0 | -31058.4 | -28499.2 | -26164.5 |
| 1990 | -11239.5 | -10067.7 | -9036.1 | -8125.7 | -7320.5 | -6606.9 |
| 1991 | -36885.1 | -32439.1 | -28595.1 | -25262.9 | -22367.2 | -19844.6 |
| 1992 | 18077.8 | 15609.7 | 13514.2 | 11739.0 | 10206.6 | 8901.3 |
| 1993 | 16738.7 | 14190.6 | 12066.3 | 10289.4 | 8798.6 | 7543.9 |
| 1994 | 15698.8 | 12900.5 | 10723.4 | 9025.8 | 7535.0 | 6393.2 |
| 1995 | 14350.7 | 11727.8 | 9619.2 | 7917.4 | 6538.8 | 5417.9 |
| 1996 | 13287.7 | 10661.6 | 8538.5 | 6945.1 | 5636.9 | 4591.5 |
| 1997 | 12303.4 | 9692.4 | 7668.3 | 6092.2 | 4859.4 | 3921.1 |
| 1998 | 11392.1 | 8811.2 | 6846.7 | 5344.0 | 4189.1 | 3297.5 |
| 1999 | 10543.2 | 8010.2 | 6113.1 | 4687.7 | 3611.3 | 2774.5 |
| 2000 | 9766.9 | 7292.0 | 5455.2 | 4112.0 | 3113.2 | 2363.2 |
| 2001 | 9043.4 | 6620.0 | 4873.4 | 3607.1 | 2683.8 | 2037.0 |
| 2002 | 8373.5 | 6018.2 | 4351.2 | 3164.1 | 2313.6 | 1700.3 |
| 2003 | 7753.2 | 5471.1 | 3885.0 | 2775.5 | 1994.5 | 1441.4 |
| 2004 | 12116.3 | 8394.4 | 5854.4 | 4109.1 | 2701.9 | 2961.6 |
| 2005 | 22648.0 | 15405.7 | 10552.4 | 7276.6 | 5050.2 | 3527.0 |
| 2006 | 8271.3 | 5524.0 | 3716.2 | 2517.6 | 1717.2 | 1178.9 |
| 2007 | 5698.9 | 3736.8 | 2469.0 | 1643.3 | 1101.5 | 743.4 |
| 2008 | 5276.7 | 3397.1 | 2204.5 | 1441.5 | 949.6 | 639.0 |
| 2009 | 4885.9 | 3088.3 | 1968.3 | 1264.5 | 818.6 | 533.9 |
| 2010 | 4523.9 | 2807.5 | 1757.4 | 1109.2 | 705.7 | 452.5 |
| 2011 | 4188.8 | 2552.3 | 1569.1 | 973.0 | 608.4 | 383.5 |
| 2012 | 3878.6 | 2320.5 | 1401.0 | 853.5 | 524.5 | 325.0 |
| 2013 | 3591.3 | 2109.3 | 1250.9 | 748.7 | 452.1 | 275.4 |
| 2014 | 3325.2 | 1917.6 | 1116.9 | 656.7 | 389.8 | 233.4 |
| 2015 | 3078.9 | 1743.3 | 997.2 | 576.1 | 336.0 | 197.8 |
| 2016 | 2850.9 | 1584.8 | 890.3 | 505.3 | 289.7 | 167.6 |
| 2017 | 2639.7 | 1440.7 | 795.0 | 443.3 | 249.7 | 142.0 |
| 2018 | 2444.1 | 1309.7 | 709.8 | 388.8 | 215.3 | 120.4 |
| 2019 | 3819.6 | 2009.6 | 1069.6 | 575.7 | 313.2 | 172.2 |
| 2020 | 7139.6 | 3688.0 | 1927.9 | 1019.4 | 545.1 | 294.6 |
| 2021 | 2607.5 | 1322.4 | 678.9 | 352.7 | 185.3 | 99.5 |
| 2022 | 1796.5 | 894.6 | 451.1 | 230.2 | 118.9 | 62.1 |
| 2023 | 1663.4 | 813.2 | 402.7 | 202.0 | 102.5 | 52.6 |
| 2024 | 1540.2 | 739.3 | 359.6 | 172.2 | 88.4 | 44.6 |
| 2025 | 1426.1 | 672.1 | 321.1 | 155.4 | 76.2 | 37.8 |
| 2026 | 1320.5 | 611.0 | 286.7 | 136.3 | 65.7 | 32.0 |
| 2027 | 1222.7 | 555.5 | 256.0 | 119.6 | 56.6 | 27.1 |
| 2028 | 1132.1 | 505.0 | 228.5 | 104.9 | 48.8 | 23.0 |
| 2029 | 1048.3 | 459.1 | 204.0 | 92.0 | 42.1 | 19.5 |
| 2030 | 970.6 | 417.3 | 182.2 | 80.7 | 36.3 | 16.5 |
| 2031 | 898.7 | 379.4 | 162.7 | 70.3 | 31.3 | 14.0 |
| 2032 | 832.1 | 344.9 | 145.2 | 62.1 | 26.9 | 11.9 |
| 2033 | 770.5 | 313.5 | 129.7 | 54.5 | 23.2 | 10.1 |
| 2034 | 1204.1 | 481.1 | 195.4 | 80.7 | 33.8 | 14.6 |
| 2035 | 2250.7 | 882.9 | 352.2 | 142.5 | 58.8 | 24.5 |
| 2036 | 822.0 | 316.6 | 124.0 | 49.6 | 20.0 | 8.2 |
| 2037 | 566.3 | 214.2 | 82.4 | 32.3 | 12.8 | 5.2 |
| 2038 | 524.4 | 194.7 | 73.6 | 28.3 | 11.1 | 4.4 |
| 2039 | 485.5 | 177.0 | 65.7 | 24.8 | 9.5 | 3.7 |
| 2040 | 449.6 | 160.9 | 58.7 | 21.8 | 8.2 | 3.2 |
| 2041 | -159.9 | -56.2 | -20.1 | -7.3 | -2.7 | -1.0 |
| TOTAL | 100347.3 | 33217.7 | -6555.4 | -30642.2 | -45325.3 | -54165.4 |

Table.A.9.

DIFFERENTIAL CASH FLOW SHEET (THOUSAND M$)

---CASE 5 : NATURAL GAS (PRICE ESCALETION 1.5% PER ANNUM)---

| YEAR | TEKAI (CONST.) | TEKAI (TRANS.) | TEKAI (O-M) | GAS TURBINE (CONST.) | GAS TURBINE (O-M) | GAS TURBINE (FUEL) | BENEFIT |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | 5556.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -5556.0 |
| 1985 | 8021.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -8021.0 |
| 1986 | 16673.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -16673.0 |
| 1987 | 26184.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -26184.0 |
| 1988 | 40517.0 | 5209.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -45726.6 |
| 1989 | 73756.0 | 9116.8 | 0.0 | 23012.9 | 0.0 | 0.0 | -59357.9 |
| 1990 | 89264.0 | 9116.8 | 0.0 | 80545.2 | 0.0 | 0.0 | -17335.0 |
| 1991 | 87443.0 | 2604.3 | 405.0 | 11506.5 | 96.0 | 17613.6 | -61236.7 |
| 1992 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 35255.6 | 32264.6 |
| 1993 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 36291.9 | 33650.7 |
| 1994 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 36336.3 | 39325.3 |
| 1995 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 37338.3 | 39577.8 |
| 1996 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 37969.7 | 40138.7 |
| 1997 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 38518.9 | 40707.9 |
| 1998 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 39076.7 | 41285.7 |
| 1999 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 39633.1 | 41872.1 |
| 2000 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 40223.4 | 42467.4 |
| 2001 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 40832.5 | 43071.5 |
| 2002 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 41495.7 | 43684.7 |
| 2003 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 42118.2 | 44307.2 |
| 2004 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 23012.9 | 3172.0 | 42749.9 | 62451.3 |
| 2005 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 80545.2 | 3172.0 | 43391.2 | 126125.3 |
| 2006 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 11506.5 | 3172.0 | 44042.0 | 57237.5 |
| 2007 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 44702.6 | 46391.6 |
| 2008 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 45373.2 | 47562.2 |
| 2009 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 46053.8 | 48242.8 |
| 2010 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 46744.5 | 43933.5 |
| 2011 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 47445.7 | 49634.7 |
| 2012 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 48157.4 | 50346.4 |
| 2013 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 48879.7 | 51068.7 |
| 2014 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 49612.9 | 51801.9 |
| 2015 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 50357.1 | 52546.1 |
| 2016 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 51112.5 | 53301.5 |
| 2017 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 51879.1 | 54163.1 |
| 2018 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 52657.3 | 54346.3 |
| 2019 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 23012.9 | 3172.0 | 53447.1 | 78649.0 |
| 2020 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 80545.2 | 3172.0 | 54248.3 | 136983.0 |
| 2021 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 11506.5 | 3172.0 | 55062.5 | 68753.0 |
| 2022 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 55833.5 | 55077.5 |
| 2023 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 56726.9 | 58915.9 |
| 2024 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 57577.7 | 59766.7 |
| 2025 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 58441.3 | 60630.3 |
| 2026 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 59317.9 | 61536.9 |
| 2027 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 60207.7 | 62376.7 |
| 2028 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 61110.8 | 63299.3 |
| 2029 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 62027.4 | 64216.4 |
| 2030 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 62957.8 | 65146.3 |
| 2031 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 63902.2 | 66091.2 |
| 2032 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 64860.7 | 67049.7 |
| 2033 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 65333.6 | 69022.6 |
| 2034 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 23012.9 | 3172.0 | 66321.1 | 92023.0 |
| 2035 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 80545.2 | 3172.0 | 67823.4 | 150557.6 |
| 2036 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 11506.5 | 3172.0 | 69340.7 | 82536.2 |
| 2037 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 69373.3 | 72082.3 |
| 2038 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 70921.4 | 73113.4 |
| 2039 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 71335.2 | 74174.2 |
| 2040 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 73064.9 | 75253.9 |
| 2041 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | -46316.1 | 3172.0 | 74160.2 | 30133.5 |

Table. A.10.

## NET PRESENT VALUES (THOUSAND M$)
## ---CASE 5 : NATURAL GAS (PRICE ESCALETION 1.5% PER ANNUM)---

| YEAR | PRESENT VALUES FOR DISCOUNT RATE 8% | 10% | 12% | 14% | 16% | 18% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | -5556.0 | -5556.0 | -5556.0 | -5556.0 | -5556.0 | -5556.0 |
| 1985 | -7426.9 | -7221.8 | -7161.6 | -7036.0 | -6914.7 | -6797.5 |
| 1986 | -14294.4 | -13779.3 | -13291.6 | -12829.3 | -12390.8 | -11974.3 |
| 1987 | -20785.7 | -19672.4 | -18637.3 | -17673.5 | -16775.0 | -15936.4 |
| 1988 | -33610.4 | -31231.9 | -29060.1 | -27073.6 | -25254.4 | -23585.3 |
| 1989 | -40738.3 | -37167.1 | -33965.0 | -31038.4 | -28399.2 | -26164.5 |
| 1990 | -11239.5 | -10067.7 | -9036.1 | -8125.7 | -7320.5 | -6606.9 |
| 1991 | -35731.1 | -31424.1 | -27700.4 | -24472.5 | -21667.4 | -19223.3 |
| 1992 | 20500.3 | 17701.5 | 15325.2 | 13301.3 | 11574.1 | 10094.7 |
| 1993 | 19250.1 | 16319.7 | 13876.6 | 11833.2 | 10113.7 | 8675.3 |
| 1994 | 18076.3 | 15046.0 | 12565.1 | 10526.8 | 8846.4 | 7456.4 |
| 1995 | 16974.3 | 13871.8 | 11377.7 | 9364.3 | 7734.2 | 6433.4 |
| 1996 | 15939.6 | 12749.4 | 10302.6 | 8331.2 | 6761.9 | 5507.9 |
| 1997 | 14968.2 | 11791.6 | 9329.2 | 7411.7 | 5911.9 | 4733.3 |
| 1998 | 14056.2 | 10871.8 | 8447.9 | 6593.7 | 5168.8 | 4062.7 |
| 1999 | 13199.9 | 10023.9 | 7649.9 | 5866.2 | 4519.1 | 3492.0 |
| 2000 | 12395.8 | 9242.2 | 6927.4 | 5213.9 | 3951.2 | 3005.7 |
| 2001 | 11640.9 | 8521.5 | 6273.1 | 4643.1 | 3454.7 | 2583.4 |
| 2002 | 10932.1 | 7857.1 | 5680.8 | 4130.9 | 3020.6 | 2220.5 |
| 2003 | 10266.5 | 7244.6 | 5143.4 | 3675.2 | 2641.0 | 1903.8 |
| 2004 | 14579.0 | 10100.6 | 7044.4 | 4944.3 | 3491.7 | 2490.6 |
| 2005 | 25055.6 | 17043.4 | 11624.1 | 8050.1 | 5537.1 | 3992.0 |
| 2006 | 10620.3 | 7092.8 | 4771.6 | 3232.6 | 2204.9 | 1513.8 |
| 2007 | 7986.4 | 5236.8 | 3460.0 | 2303.0 | 1543.7 | 1041.9 |
| 2008 | 7500.5 | 4828.8 | 3133.5 | 2039.0 | 1349.8 | 895.6 |
| 2009 | 7044.3 | 4452.6 | 2837.8 | 1823.1 | 1180.3 | 769.8 |
| 2010 | 6615.9 | 4105.8 | 2570.0 | 1622.1 | 1032.1 | 661.7 |
| 2011 | 6213.6 | 3786.0 | 2327.6 | 1443.3 | 902.4 | 563.9 |
| 2012 | 5835.9 | 3491.2 | 2108.0 | 1284.2 | 789.1 | 489.0 |
| 2013 | 5481.1 | 3219.4 | 1909.1 | 1142.7 | 690.0 | 420.3 |
| 2014 | 5147.9 | 2968.7 | 1729.0 | 1016.7 | 603.4 | 361.3 |
| 2015 | 4835.1 | 2737.6 | 1566.0 | 904.7 | 527.6 | 310.6 |
| 2016 | 4541.3 | 2524.5 | 1418.3 | 805.0 | 461.4 | 267.0 |
| 2017 | 4265.4 | 2328.0 | 1284.5 | 716.3 | 403.5 | 229.5 |
| 2018 | 4006.3 | 2146.8 | 1163.4 | 637.4 | 352.8 | 197.3 |
| 2019 | 5319.4 | 2798.7 | 1489.6 | 801.2 | 436.2 | 239.3 |
| 2020 | 8578.5 | 4431.3 | 2316.4 | 1224.9 | 654.9 | 353.9 |
| 2021 | 3987.0 | 2022.1 | 1038.1 | 539.3 | 283.4 | 150.6 |
| 2022 | 3118.2 | 1552.7 | 782.9 | 399.6 | 206.4 | 107.8 |
| 2023 | 2928.9 | 1431.9 | 709.1 | 355.6 | 180.5 | 92.6 |
| 2024 | 2751.1 | 1320.5 | 642.3 | 316.4 | 157.8 | 79.6 |
| 2025 | 2584.1 | 1217.8 | 581.8 | 281.6 | 138.0 | 68.5 |
| 2026 | 2427.3 | 1123.1 | 526.9 | 250.6 | 120.7 | 58.9 |
| 2027 | 2280.0 | 1035.8 | 477.3 | 223.0 | 105.6 | 50.6 |
| 2028 | 2141.7 | 955.3 | 432.3 | 198.4 | 92.3 | 43.5 |
| 2029 | 2011.8 | 881.0 | 391.6 | 176.6 | 80.7 | 37.4 |
| 2030 | 1889.7 | 812.5 | 354.7 | 157.1 | 70.6 | 32.2 |
| 2031 | 1775.1 | 749.4 | 321.3 | 139.3 | 61.7 | 27.6 |
| 2032 | 1667.5 | 691.1 | 291.0 | 124.4 | 54.0 | 23.9 |
| 2033 | 1566.4 | 637.4 | 263.6 | 110.7 | 47.2 | 20.4 |
| 2034 | 1962.0 | 783.9 | 318.4 | 131.4 | 55.1 | 23.6 |
| 2035 | 2922.3 | 1165.9 | 465.1 | 183.6 | 77.7 | 32.5 |
| 2036 | 1508.7 | 581.1 | 227.7 | 90.7 | 36.7 | 15.1 |
| 2037 | 1219.7 | 461.2 | 177.5 | 69.5 | 27.6 | 11.2 |
| 2038 | 1145.8 | 425.4 | 160.8 | 61.8 | 24.2 | 9.6 |
| 2039 | 1076.3 | 392.3 | 145.6 | 55.0 | 21.1 | 8.3 |
| 2040 | 1011.1 | 361.9 | 131.9 | 49.0 | 18.5 | 7.1 |
| 2041 | 373.6 | 131.3 | 47.0 | 17.1 | 6.4 | 2.4 |
| TOTAL | 184842.4 | 87117.0 | 29782.2 | -5020.5 | -26598.3 | -43073.0 |

Table.A.11. DIFFERENTIAL CASH FLOW SHEET (THOUSAND M$)
---CASE 6 : NATURAL GAS (PRICE ESCALETION 3.0% PER ANNUM)---

| YEAR | TEKAI (CONST.) | TEKAI (TRANS.) | TEKAI (O-M) | GAS TURBINE (CONST.) | GAS TURBINE (O-M) | GAS TURBINE (FUEL) | BENEFIT |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | 5556.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -5556.0 |
| 1985 | 8021.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -8021.0 |
| 1986 | 16673.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -16673.0 |
| 1987 | 26184.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -26184.0 |
| 1988 | 40517.0 | 5209.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -45726.6 |
| 1989 | 73754.0 | 9116.8 | 0.0 | 23012.9 | 0.0 | 0.0 | -59457.7 |
| 1990 | 89264.0 | 9116.8 | 0.0 | 80545.2 | 0.0 | 0.0 | -17335.6 |
| 1991 | 87443.0 | 2604.8 | 405.0 | 11506.5 | 96.0 | 19507.0 | -59043.4 |
| 1992 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 40302.3 | 42421.3 |
| 1993 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 42026.4 | 44215.4 |
| 1994 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 43237.2 | 45476.2 |
| 1995 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 44535.8 | 46774.8 |
| 1996 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 45923.4 | 48132.4 |
| 1997 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 47391.1 | 49490.1 |
| 1998 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 48220.1 | 50909.1 |
| 1999 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 50131.7 | 52370.7 |
| 2000 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 51647.1 | 53876.1 |
| 2001 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 53237.7 | 55426.7 |
| 2002 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 54934.8 | 57023.3 |
| 2003 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 56677.9 | 58662.9 |
| 2004 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 23012.9 | 3172.0 | 53174.3 | 83376.1 |
| 2005 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 80545.2 | 3172.0 | 59319.5 | 142653.7 |
| 2006 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 11506.5 | 3172.0 | 61717.0 | 75412.5 |
| 2007 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 63563.5 | 65757.5 |
| 2008 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 65475.6 | 67664.6 |
| 2009 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 67439.3 | 69628.3 |
| 2010 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 69463.0 | 71652.0 |
| 2011 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 71546.9 | 73735.9 |
| 2012 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 73693.3 | 75852.3 |
| 2013 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 75904.1 | 78093.1 |
| 2014 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 78181.2 | 80370.2 |
| 2015 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 80526.6 | 82715.6 |
| 2016 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 82962.6 | 85133.6 |
| 2017 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 85430.6 | 87619.6 |
| 2018 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 87993.5 | 90182.5 |
| 2019 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 23012.9 | 3172.0 | 93633.3 | 115835.2 |
| 2020 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 80545.2 | 3172.0 | 93352.3 | 176036.5 |
| 2021 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 11506.5 | 3172.0 | 96152.8 | 109943.3 |
| 2022 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 99037.4 | 101226.4 |
| 2023 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 102008.5 | 104197.5 |
| 2024 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 105063.3 | 107252.8 |
| 2025 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 108220.8 | 110409.8 |
| 2026 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 111467.4 | 113656.4 |
| 2027 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 114811.4 | 117003.4 |
| 2028 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 118255.7 | 120544.7 |
| 2029 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 121803.4 | 123922.4 |
| 2030 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 125457.4 | 127636.4 |
| 2031 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 129221.1 | 131410.1 |
| 2032 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 133097.7 | 135256.7 |
| 2033 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 137090.6 | 139229.6 |
| 2034 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 23012.9 | 3172.0 | 141203.3 | 166405.2 |
| 2035 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 80545.2 | 3172.0 | 145439.4 | 223173.6 |
| 2036 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 11506.5 | 3172.0 | 149802.6 | 163493.1 |
| 2037 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 154295.6 | 155435.6 |
| 2038 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 158925.4 | 161114.4 |
| 2039 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 163693.2 | 165482.2 |
| 2040 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | 0.0 | 3172.0 | 168604.0 | 170293.0 |
| 2041 | 0.0 | 0.0 | 983.0 | -86316.1 | 3172.0 | 173662.0 | 129534.9 |

Table, A.12.

NET PRESENT VALUES (THOUSAND M$)

---CASE 6 : NATURAL GAS (PRICE ESCALETION 3.0% PER ANNUM)---

| YEAR | PRESENT VALUES FOR DISCOUNT RATE 8% | 10% | 12% | 14% | 16% | 18% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | -5556.0 | -5556.0 | -5556.0 | -5556.0 | -5556.0 | -5556.0 |
| 1985 | -7426.9 | -7291.3 | -7161.6 | -7038.0 | -6914.7 | -6797.5 |
| 1986 | -14294.4 | -13779.3 | -13291.6 | -12829.5 | -12390.8 | -11974.3 |
| 1987 | -20755.7 | -19672.4 | -18637.3 | -17673.5 | -16775.0 | -15936.4 |
| 1988 | -33610.4 | -31231.9 | -29060.1 | -27073.8 | -25254.4 | -23595.3 |
| 1989 | -40738.3 | -37167.1 | -33965.0 | -31038.4 | -28499.2 | -26164.5 |
| 1990 | -11239.5 | -10067.7 | -9036.1 | -8125.7 | -7320.5 | -6606.9 |
| 1991 | -34451.3 | -30298.6 | -26708.2 | -23596.0 | -20891.3 | -18535.2 |
| 1992 | 23226.9 | 20055.8 | 17363.5 | 15071.0 | 13113.5 | 11437.4 |
| 1993 | 22118.7 | 18751.7 | 15944.5 | 13596.6 | 11626.6 | 9968.7 |
| 1994 | 21064.3 | 17533.1 | 14642.1 | 12266.9 | 10305.7 | 8638.3 |
| 1995 | 20060.9 | 16394.3 | 13446.7 | 11067.3 | 9140.6 | 7573.7 |
| 1996 | 19106.1 | 15330.1 | 12349.3 | 9986.2 | 8105.2 | 6602.0 |
| 1997 | 18197.4 | 14335.5 | 11341.9 | 9010.6 | 7137.3 | 5755.1 |
| 1998 | 17332.6 | 13406.0 | 10417.0 | 8130.2 | 6373.6 | 5017.0 |
| 1999 | 16509.4 | 12537.1 | 9567.9 | 7337.0 | 5652.2 | 4373.5 |
| 2000 | 15725.9 | 11725.0 | 8788.4 | 6620.9 | 5012.7 | 3813.2 |
| 2001 | 14980.1 | 10965.9 | 8072.6 | 5975.0 | 4445.6 | 3324.5 |
| 2002 | 14270.2 | 10256.3 | 7415.4 | 5392.3 | 3942.9 | 2898.6 |
| 2003 | 13594.3 | 9592.8 | 6811.9 | 4866.5 | 3497.1 | 2527.3 |
| 2004 | 17888.2 | 12393.4 | 8643.4 | 6066.6 | 4284.3 | 3143.7 |
| 2005 | 28339.0 | 19276.9 | 13204.0 | 9105.1 | 6319.3 | 4413.3 |
| 2006 | 33871.4 | 9264.1 | 6232.3 | 4222.2 | 2879.8 | 1977.2 |
| 2007 | 11199.5 | 7343.7 | 4852.1 | 3229.5 | 2164.8 | 1461.0 |
| 2008 | 10670.7 | 6869.7 | 4457.9 | 2915.1 | 1920.3 | 1274.1 |
| 2009 | 10167.1 | 6426.5 | 4095.8 | 2631.3 | 1703.5 | 1111.1 |
| 2010 | 9637.5 | 6012.0 | 3763.2 | 2375.2 | 1511.2 | 963.9 |
| 2011 | 9230.8 | 5624.4 | 3457.8 | 2144.1 | 1340.7 | 845.0 |
| 2012 | 8795.8 | 5261.9 | 3177.1 | 1935.6 | 1189.4 | 737.0 |
| 2013 | 8381.6 | 4923.0 | 2919.4 | 1747.3 | 1055.2 | 642.7 |
| 2014 | 7987.0 | 4605.9 | 2682.6 | 1577.4 | 936.2 | 563.6 |
| 2015 | 7611.2 | 4309.4 | 2465.1 | 1424.1 | 830.6 | 488.9 |
| 2016 | 7253.2 | 4032.0 | 2265.2 | 1285.7 | 736.9 | 426.5 |
| 2017 | 6912.2 | 3772.6 | 2081.7 | 1160.8 | 653.9 | 372.0 |
| 2018 | 6587.4 | 3530.0 | 1913.0 | 1048.0 | 580.2 | 324.4 |
| 2019 | 7834.5 | 4121.9 | 2193.9 | 1180.8 | 642.4 | 353.2 |
| 2020 | 11027.4 | 5696.3 | 2977.7 | 1574.5 | 861.9 | 655.0 |
| 2021 | 6369.7 | 3230.5 | 1658.5 | 861.6 | 452.7 | 240.5 |
| 2022 | 5434.9 | 2706.3 | 1364.6 | 696.5 | 359.7 | 187.3 |
| 2023 | 5180.0 | 2532.5 | 1254.2 | 628.9 | 319.2 | 163.9 |
| 2024 | 4937.2 | 2369.9 | 1152.7 | 567.9 | 283.2 | 142.9 |
| 2025 | 4705.8 | 2217.7 | 1059.4 | 512.8 | 251.3 | 124.7 |
| 2026 | 4485.4 | 2075.4 | 973.7 | 463.0 | 223.0 | 109.3 |
| 2027 | 4275.3 | 1942.2 | 895.0 | 418.1 | 197.9 | 94.9 |
| 2028 | 4075.2 | 1817.7 | 822.6 | 377.6 | 175.6 | 82.9 |
| 2029 | 3884.4 | 1701.1 | 756.1 | 340.9 | 155.9 | 72.2 |
| 2030 | 3702.7 | 1592.0 | 695.0 | 307.9 | 138.3 | 63.0 |
| 2031 | 3529.5 | 1490.0 | 638.8 | 278.0 | 122.8 | 55.0 |
| 2032 | 3364.5 | 1394.5 | 587.2 | 251.1 | 109.0 | 48.0 |
| 2033 | 3207.2 | 1305.1 | 539.8 | 226.8 | 96.7 | 41.8 |
| 2034 | 3548.0 | 1417.5 | 575.8 | 237.8 | 99.6 | 42.4 |
| 2035 | 4504.6 | 1767.0 | 704.9 | 285.3 | 117.7 | 49.2 |
| 2036 | 2985.7 | 1151.1 | 451.0 | 177.7 | 72.7 | 29.9 |
| 2037 | 2648.6 | 1001.5 | 385.4 | 150.8 | 60.0 | 24.3 |
| 2038 | 2525.0 | 937.4 | 354.3 | 136.2 | 53.3 | 21.2 |
| 2039 | 2407.1 | 877.4 | 325.7 | 123.0 | 47.3 | 18.5 |
| 2040 | 2294.8 | 821.3 | 299.4 | 111.1 | 42.0 | 16.1 |
| 2041 | 1611.5 | 566.2 | 202.8 | 73.9 | 27.4 | 10.4 |
| TOTAL | 311208.1 | 164196.1 | 79824.0 | 29195.3 | -2200.1 | -22033.4 |

# 6. 要約と結論

## 6. 要約と結論 (Summary and Conclusion)

パハン州を流れるパハン川水系テカイ川流域の水力開発計画の可能性を検討することを目的とした本調査は、テカイ川の有する水力資源をできるだけ有効に利用する観点から、同川の下流域に選定した２つの開発候補地点（上・下部地点）について、開発方式、開発規模、構造物の設計、工事工程等、最も経済的となるよう検討を行った。

開発方式、開発規模については、負荷変動に対する即応性があり、ピーク負荷に対する供給力としてすぐれている水力の特徴を考慮し、上・下部２地点各々の単独開発計画と、上・下部地点一貫開発計画について検討を行った。

各々の単独開発における最適規模は、ダム高、設備出力、利用水深等を比較検討し、年間発生電力量を算出し、費用便益比（B/C）および超過便益（B−C）により決定した。

また、上・下部地点一貫開発計画における最適規模は発電規模の大きい上部単独開発案の最適規模を固定し、下部ダムのH.W.L を上部発電所の放水位と同一とし、設備出力を比較検討し、年間発生電力量を算出し、B/C および B−C より決定した。

便益の算出にあたっては、ガスタービンを代替火力として考えた。

構造物の設計に際しては、地形、地質、気象、河川状況等の諸調査結果をふまえ、FEASIBIRITY STUDY 段階としての精度の範囲で、最も経済的となるよう構造物の配置、諸元等の検討を行った。

これらについて検討の結果、開発方式については、上下部地点一貫開発がFeasibleであるとの結論を得た。本プロジェクトのDetail Design、アクセス道路の建設、および上ダム湛水予定地の森林伐採等の早急な着手を提示するものである。

この開発方式における上・下部地点の最適開発規模、最適設計の諸元等を示すと次の通りである。

① 上部地点のダムの適正な形式と規模は、ダム高 101 m（ダム天端高 EL. 166.2 m）のロックフィルダムが最も有利である。また、下部地点ではダム高 38 m（ダム天端高 EL. 81 m）の重力式コンクリートダムが有利である。

② 上部地点の最大出力は 150 MW である。また、下部地点の最大出力は 5.8 MW であり、両者合わせた場合は 155.8 MW である。

③ 年間発生電力量は上部地点で 194.8 GWH、下部地点で 40.3 GWH であり、合計235.1 GWH である。

④ 上部地点の建設費は 289 × $10^6$ M$ である。下部地点では 62 × $10^6$ M$ であり、両者合わせた総建設費は 351 × $10^6$ M$ である。

⑤ 上・下部地点一貫開発計画の費用便益比（B/C）は、1.53 であり、超過便益（B－C）は 23.10 × $10^6$ M$ である。また、この場合の内部収益率（IRR）は 14.78 である。（コスト上昇無しで、燃料は oil の場合、送電線の建設費を含む）

⑥ 上・下部地点の運転開始時期を 1991 年 7 月と計画した場合、上・下部地点の概略工程は 1986年 3 月本体工事契約、1989年 11 月上部ダムの湛水開始が予定される。この場合、Access Road を本体工事に先がけて終了させておくことを前提としている。

(1) Tekai Development Scheme

| | Upper Dam | Lower Dam | Series |
|---|---|---|---|
| . Installed Capacity | 150,000 kW | 5,800 kW | 155,800 kW |
| . Dam Body Volume | $3.125 \times 10^6$ m$^3$ | $5.69 \times 10^4$ m$^3$ | |
| . Dam Height | 101 m | 38 m | |
| . Maximum Operating Level | 157 m | 75 m | |
| . Minimum Operating Level | 147 m | 70.5 m | |
| . Effective Depth | 10 m | 4.5 m | |
| . Effective Storage Capacity | $680 \times 10^6$ m$^3$ | $21.5 \times 10^6$ m$^3$ | |
| . Normal Water Level | 153.7 m | 73.5 m | |
| . Tailrace Water Level | 75 m | 55.6 m | |
| . Maximum Turbine Discharge | 235 m$^3$/s | 40 m$^3$/s | |
| . Construction Cost | $289 \times 10^6$ M$ | $62 \times 10^6$ M$ | $351 \times 10^6$ M$ |
| . Annual Cost | $35.83 \times 10^6$ M$ | $7.98 \times 10^6$ M$ | 43.81 × $10^6$ M$ |
| . Annual Energy Generation | $194.8 \times 10^6$ kWh | $40.3 \times 10^6$ kWh | $235.1 \times 10^6$ kWh |
| . Annual Benefit | $58.42 \times 10^6$ M$ | $8.49 \times 10^6$ M$ | $66.91 \times 10^6$ M$ |
| . B-C | $22.59 \times 10^6$ M$ | $0.51 \times 10^6$ M$ | $23.10 \times 10^6$ M$ |
| . B/C | 1.63 | 1.06 | 1.53 |

(2) Estimated Construction Cost

For Optimum Development Scheme

| | Upper Tekai | Lower Tekai |
|---|---|---|
| . Preparatory Works | $32.26 \times 10^6$ H$ | $3.93 \times 10^6$ H$ |
| Access Road | $16.51 \times 10^6$ " | $0.10 \times 10^6$ " |
| Temporary Facilities | $15.74 \times 10^6$ " | $3.83 \times 10^6$ " |
| . Civil Works | $156.19 \times 10^6$ " | $34.77 \times 10^6$ " |
| Diversion and Care of River | $20.57 \times 10^6$ " | $5.08 \times 10^6$ " |
| Dam | $59.97 \times 10^6$ " | $16.00\ 10^6$ " |
| Spillway | $21.20 \times 10^6$ " | $4.95 \times 10^6$ " |
| Intake Structure | $3.51 \times 10^6$ " | $0.92 \times 10^6$ " |
| Penstock | $25.65 \times 10^6$ " | $0.81 \times 10^6$ " |
| Powerhouse | $20.45 \times 10^6$ " | $6.44 \times 10^6$ " |
| Switchyard | $1.33 \times 10^6$ " | --- |
| Mechanical Equipment | $3.50 \times 10^6$ " | $0.58 \times 10^6$ " |
| . Generating Equipment | $53.00 \times 10^6$ " | $13.00 \times 10^6$ " |
| . Engineering Service | $19.31 \times 10^6$ " | $4.14 \times 10^6$ " |
| . Government Administration | $7.25 \times 10^6$ " | $1.55 \times 10^6$ " |
| . Contingency | $21.44 \times 10^6$ " | $4.59 \times 10^6$ " |
| . Grand Total | $289.45 \times 10^6$ H$ | $61.98 \times 10^6$ H$ |

(3) Economic Analysis

Series Development for Upper and Lower Tekai

| | IRR % | NPV (M$x10$^6$) for Discount Rate | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 10% | 12% | 14% | 16% |
| Case 1 | 14.78 | 104.8 | 46.8 | 10.2 | -13.3 |
| Case 2 | 17.13 | 181.8 | 98.7 | 46.8 | 13.4 |
| Case 3 | 19.60 | 292.0 | 170.2 | 95.7 | 48.3 |
| Case 4 | 11.62 | 33.2 | 6.6 | -30.6 | -45.3 |
| Case 5 | 13.67 | 87.1 | 29.8 | -5.0 | -26.6 |
| Case 6 | 15.86 | 164.2 | 79.8 | 29.2 | -2.2 |

Case 1 : Fuel oil at constant price

Case 2 : Fuel oil with relative price escalation of 1.5 percent per annum

Case 3 : Fuel oil with relative price escalation of 3 percent per annum

Case 4 : Natural gas at constant OEP

Case 5 : Natural gas with relative price escalation of 1.5 percent per annum

Case 6 : Natural gas with relative price escalation of 3 percent per annum

(4) Construction Schedule

Upper Tekai

a) Completion of access road and temporary road (road from the aggregate plant to spoil site) - February 1986
b) Start of excavation of diversion tunnel - June 1986
c) Start of excavation of diversion and dam - October 1987
d) Dam embankment start - July 1988
e) Grouting of dam body - October 1989
f) Spillway - July 1987
g) Penstock - May 1987
h) Power plant - March 1988
i) Start of reservoir filling - November 1989
j) Start of operations - July 1991

Lower Tekai

a) Start of temporary faciliites erection - January 1989
b) First coffering - April 1989
c) Dam excavation - August 1989
d) Start of concrete pouring on the right bank - January 1990
e) Secondary coffering - June 1990
f) Start of concrete placement on the left bank - October 1990
g) Excavation of spillway and water intake - August 1989
h) Penstock - November 1989
i) Power plant - August 1989
j) Start of operations - July 1991

# APPENDICES

# Appendix 1

## 単独および一貫開発計画の比較

## Appendix 1　単独および一貫開発計画の比較

開発方式については中間報告書において、上・下部２地点各々の単独開発計画と一貫開発計画とを比較した結果、上・下部地点一貫開発計画が最も有利であった。詳細現地調査の結果にもとづき再検討を行った結果、開発方式はやはり上・下部地点一貫開発計画がFeasibleであるとされたが、上・下部地点それぞれの開発規模は一部修正されることとなった。

### 概　要

選定した上、下部２地点の開発方式としては、各々の単独開発および上・下部地点一貫開発が考えられる。各単独開発における最適規模は前述のように、ダム高、発電運転時間、最大使用水量、利用水深等を検討し、年間発生電力量、出力を算出し、Ｂ／Ｃ、Ｂ－Ｃにより決定した。また上・下部地点一貫開発における最適規模は発電規模の大きい上部単独開発案の最適規模を固定し、下部ダムの基準水位を上部発電所の放水位と同一とし、発電運転時間、利用水深を検討し、年間発生電力量、出力を算出し、Ｂ／Ｃ、Ｂ－Ｃにより決定した。

本計画における洪水調節効果については、テカイ川の流域面積がパハン川下流の洪水はんらん区域（テムロー付近）の流域面積に対して微小なため、その効果を期待することはできないので、便益計算から除外した。また利水効果についても潜在的な効果は大きいと思われるが同様に便益の計算から除外した。従って便益(B)の計算は発電便益のみとした。また洪水による森林地域の損失は費用(C)計上から除外した。

以上の比較検討結果は表Ａ－１に示すとおりである。

### 単独開発計画

(1)　上部地点

上部地点について、決定されたダム高101ｍ（ロックフィルダム）、ピーク運転時間3.6時間、最大使用水量235m³/sを用いて、利用水深を5.0ｍ、10.0ｍ、20.0ｍの３ケースについて発電計算を行い、比較検討の結果10ｍが有利であると判定され、これを採用した。この場合における最大出力は150MWである。

(2)　下部地点

同様に下部地点について決定されたダム高55.0ｍ（重力式コンクリートダム）、ピー

ク運転時間12時間、最大使用水量80㎥/sを用いて、利用水深を10m、18m、25mの3ケースについて発電計算を行い、比較検討の結果10mが有利であると判定され、これを採用した。この場合における最大出力は20MWである。

上・下部地点一貫開発計画

(1) 上部地点

上部地点の発電規模は、上部単独案の最適規模とする。

即ち最大出力は150MWである。

(2) 下部地点

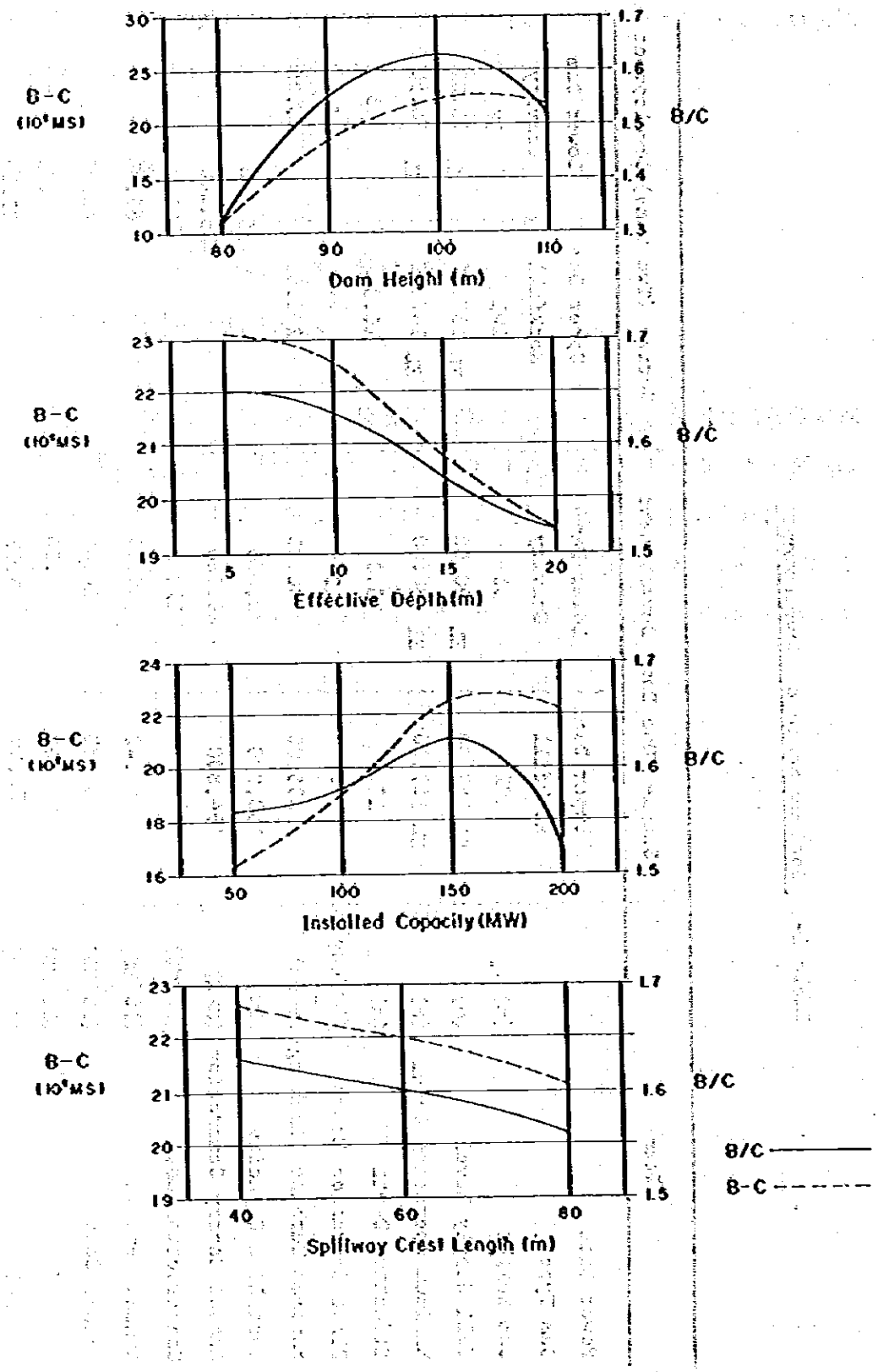
下部ダムの基準水位は、上部発電所の放水位（EL. 75.00m）とし、発電有効容量は残流域を調整できる容量21.5×10⁶㎥とした。この場合 ダム高は38mとなる。下部ダムの利用水深、発電運転時間、最大使用水量を検討し、年間発生電力量、出力を算出し、B／C、B－Cにより最適規模を決定した。この場合における最大出力は5.8MWである。

上・下部地点一貫開発計画における最大出力は、上・下部地点あわせて155.8MWとなる。

Table I-1 Optimum Scale of Development

| Item | | Single (One Dam) Development | | Series (Two Dams) Development | |
|---|---|---|---|---|---|
| Power Site | | Upper Dam | Lower Dam | Upper Dam | Lower Dam |
| Dam Type | | Rockfill | Gravity | Rockfill | Gravity |
| Dam Height | (m) | 101 | 55 | 101 | 38 |
| Full Supply Level | (m) | EL 157.00 | EL 90.00 | EL 157.00 | EL 75.00 |
| Minimum Operating Level | (m) | EL 147.00 | EL 80.00 | EL 147.00 | EL 70.50 |
| Effective Depth | (m) | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 4.5 |
| Plant Operation Hours | (hr/day) | 3.6 | 12 | 3.6 | 24 |
| Maximum Turbine Discharge | ($m^3/s$) | 235.00 | 80.00 | 235.00 | 40.00 |
| Installed Capacity | (kW) | 150,000 | 20,000 | 155,800 | |
| Annual Energy Generation | (MWH) | 194,800 | 89,900 | 235,100 | |
| Construction Cost | ($10^6$M$) | 289 | 123 | 351 | |
| Annual Benefit | ($10^6$M$) | 58.42 | 19.94 | 66.91 | |
| Annual Cost | ($10^6$M$) | 35.83 | 14.88 | 43.81 | |
| B/C | ($10^6$M$) | 1.63 | 1.34 | 1.53 | |
| B-C | ($10^6$M$) | 22.59 | 5.06 | 23.10 | |

Fig. 1-2 B/C and B-C for Optimum Project Size (Upper Tekol)



# Appendix 2

# 揚水計画案の検討

## Appendix 2　揚水計画案の検討

テカイ川の特徴は、河川勾配が非常に緩く、谷巾が広いということである。それ故に地質条件もよく、谷巾の狭い所にダムを築造するならば、極めて貯水効率（貯水量とダム体積の比）のよい貯水池となる。この事は、僅かのダムアップで大きな貯水量が得られるから、小さな利用水深で揚水専用容量が確保でき、また落差変動も少ないので、混合揚水式発電には適しているということができる。

本報告書で検討されたテカイ川水力発電計画のうち、上・下部地点一貫開発計画案に将来混合揚水発電所を併設する場合について若干の検討を加えてみた。

(1)　揚水発電専用容量の検討

上・下部地点一貫開発計画案に示す上部貯水池、下部貯水池夫々の有効貯水容量は、$680\times10^6\,m^3$、$21.5\times10^6\,m^3$である。

上部貯水池の有効貯水容量は、十分に大きいので、既存容量だけで特に揚水発電専用容量の設定は不要と考えられる。

下部貯水池について、現計画案の満水位を仮に1.0mダムアップした場合、約$7\times10^6$mが揚水発電専用容量として確保することが可能である。

(2)　揚水発電規模の検討

前記$7\times10^6\,m^3$の揚水発電専用容量を、既存一般水力である上流発電所（150,000kW）とほぼ同一のピーク運転時間4時間で利用するとすれば

$$\frac{7{,}000{,}000\,m^3}{4\,hr\times3{,}600\,s/hr}=486\,m^3/s\ (\text{最大使用水量})$$

$$9.8\times0.87\times486\,m^3/s\times75\,m\fallingdotseq300{,}000\,kW$$

試算結果の発電規模は300,000kWとなる。

(3)　揚水発電所の増設時期

揚水発電所の増設の時期については、前述の通り、需要動向、日負荷曲線の形状、深夜余剰電力の有無等を考慮の上決定されるべきである。

これらの諸検討がなされていない現時点で増設時期を決めることができないが、上・下部地点一貫計画案で工事がなされる時に、将来の揚水発電所の増設を考慮して、先行投資による一部の工事は進めておく必要がある。

(4) 先行投資による事前工事

将来揚水発電所を増設する時点では、実施不可能または多額の工事費を必要とする構造物として

将来必要とするダム嵩上げ部分

取水口およびスクリーン、ゲート

発電所基礎

ドラフトおよびドラフトゲート

が考えられる。

# Appendix 3

# 環　境　問　題

# 目　　次

3.1　概　　要 …… 15
3.2　水圏に対する影響 …… 17
3.2.1　流況への影響 …… 17
3.2.2　水質への影響 …… 18
3.3　動・植物への影響 …… 19
3.3.1　植物（樹木） …… 19
3.3.2　動　　物 …… 22
3.4　社会・経済に対する影響 …… 25
3.4.1　コミュニティへの影響 …… 25
3.4.2　公衆衛生への影響 …… 25
3.4.3　文化財への影響 …… 27
3.5　産業活動への影響 …… 28
3.5.1　概　　要 …… 28
3.6　お　わ　り　に …… 28

## Appendix 3 環境問題

### 3.1 概要

プロジェクトの開発にあたっては、その開発行為が自然及び社会環境に与える影響を事前に予測し、計画の検討を行うことが必要である。したがって計画地点に現存する自然環境の現状把握は、開発が与える環境影響や将来的な変化を予測するうえで、重要な初期条件となるものである。

本開発計画に関して、現段階では、自然環境及び社会環境についての、詳細な学術調査は行っていない。本報告書の作成にあたっては、現地における実査の他、現地踏査及び関連諸機関の訪問とヒアリングを行い、資料収集を行った。意見聴取では、下記の諸機関について行い、資料の提供をうけた。

| Item | Name of Office/Visited |
|---|---|
| Environmental Aspects | Ministry of Science, Technology and Environment, Division of Environment |
| Fisheries | Agriculture Ministry, Training Division |
| Archaeology | National Museum |
| Wildlife | Dept. of Wildlife and National Parks |
| Forestry | Forestry Research Institute |
| Forestry | Federal Dept. of Forestry |
| Zoology | Zoological Dept. University of Malaya |
| Public Health | Institute of Medical Research |
| Regional Planning | Pahang State Planning Unit |
| Forestry | Pahang State Forestry Dept. |
| Fisheries | Pahang State Fishery Dept. |
| Public Health | Pahang State Medical Dept. |
| Agriculture | Pahang State Agriculture Dept. |
| Hydrology, Meteorology | National Water Resources Study Team |

本計画地点は、気候的には熱帯気候の中でも年間降雨量も2,200㎜を超え、*Troll の気候区分で熱帯多雨気候とされる。また、西マレイシアの降雨量を見ると、マレー半島の東西両背稜山地などの影響をうけて、図1に示したように、年間降雨量及び月別降雨量に各地の特性が見られる。本計画地点の特徴をこの図からみると、マレー半島南部の平地部に比較して降雨量は多いが、山地典型部が示すほど顕著な雨量は示していない。図2は、本計画地点の北方約30kmにあるクアラタハンの月別降雨量を示している。この月別降雨量の分布をみると、図1に示された測定点であるクアンタン(Kuantan)、ペカン(Pekan)などの海岸部の月別降雨量の分布ほど顕著なモンスーン型の雨季、乾季の季節変化を呈しておらず、図1の中のクリイピス(Kli-pis)、イポー(Ipoh)などと同様の傾向がみられる。したがって、本計画地点周辺での気象条件は、熱帯多雨気候にあっては、比較的平準化した月別降雨量の傾向を示すものと考えられる。

本計画地点における植物相は、熱帯多雨林に属している。この森林の特徴は、世界の植物群落の中で最も複雑な構造と、極端に豊かな種類組成をもつとされ、きわめて生産性が高い。したがって、この豊かな森林が賦存する動物も多く、熱帯多雨林における野生動物の保護が注目されてきている。

パハン州に生息する魚類のうち、食用に供せられるものも多く、要所には市場が成立している。また、このテンブリン川は、中国大陸から民族的な移動が行われたルートのひとつとされるため、考古学的な遺跡がいくつか確認されている。

現在の土地利用をみると、テンブリン川沿いに若干の農業が成立している他、原生林に近い固有の森林であり、森林保護区に指定されている地域も多い。林業では、択伐を主体とした有用材の搬業が行われている。

全体的には、経済的活動よりも、自然性に優れた地域であるといえる。

水力の電源開発では、ダム、発電所、水路等や道路を建設する。ダム堤体の建設によって上流にはダム湖が出現し、下流側では、河川流量の変化が起きる。また、発電所や水路、あるいは道路の建設では、地表の植物が伐採され、地形も掘削されたり、盛土をするなど大きな改変を受ける。

本開発計画では、上ダム(高さ101.m)、下ダム(高さ38m)、ともに大規模なダ

* Troll,C.: Seasonal Climate of the Earth (1966)
World Map of Climatology, Springer

ム湖（上ダム約76㎢、下ダム約6.1㎢）を有している。

本報告書では、上記のように予定されている建設計画が水文条件、生物相、社会経済条件に与える影響について、おおよその予測と考察を行うこととした。予測にあたっては、現在入手出来た計画地点の環境についての資料をもとに、現況の把握を行った。

## 3.2 水圏に対する影響

### 3.2.1 流況への影響

(1) 現況について

計画地点及びその近傍の陸水は、すべて河川であり、現段階における踏査と地形図上の探索によるかぎり、湖沼や鉱物採掘跡の池（Mining Pool）あるいは、水田等の止水型の水域は確認されていない。

流量については、テカイ川下ダム予定地下流のペヌト（流域面積 1,380㎢）におけるものとして、平均約 $3.5\times10^6$㎥/日である。また同一地点での観測期間中の洪水時と渇水時の水位変動は約 7 m である。

(2) 影響について

ダムの建設によって、建設期間及び運転時間ともに、下流の流況についてはある程度の変化を受けることが予測される。現在の計画では、上部貯水池、下部貯水池それぞれの総貯水量は、$2,040\times10^6$㎥、$41.5\times10^6$㎥であり、下部ダム地点における年間流量は $1,260\times10^6$㎥であるから、両ダムの完成時には、約 1.6ヶ年分の河川流量を貯留することになる。

したがって、下流の水生動物及び水生植物は、何らかの影響を受けることが考えられる。すなわち、水位の低下により水際を産卵等に利用する魚類、両生類及び水際の植生の生育に変化が生じる。また、ダムによって流送土砂がくい止められ、土砂堆積にも変化が生じる。

ダム湖の貯水後の影響については、ダム湖の出現によるものと、下流河川の流量の変化が考えられる。ダム湖の出現によって、その地域は河川から湖沼系の水域へ変化する。この湖沼系への移行によって、水質的な変化がおこるが、その他の無機環境への影響としては、湛水地域の土壌や地質、あるいは地下水文に与える影響がある。また、地下水位の変動による土壌や地質中の水分量に変化が起こ

るため、地すべり等の可能性が生ずる。

また、同時にダム湖への土砂流入が発生することが予測されるため、沿岸の開発では土壌の流亡や地すべり防止に対する十分な注意が必要である。

ダム湖の出現による下流での流量の変化については、貯水池により流量調整がなされることによって、下流の流況が安定化することが考えられるとともに、治水効果及び農業かんがい水の安定供給などの利水効果が見込まれる。

### 3.2.2 水質への影響

(1) 現　　況

ダム建設によって影響を受けると考えられる水質の変化を予測するために、図3に示したような直ダムサイト及びその下流の5地点で水質の現況を把握した（表1参照）。

水質の測定結果をみると、特に顕著な特徴は見受けられない。窒素化合物の量が若干高いとも考えられるが、注目すべき性格を示すとは考えられない。しかし、パハン水系のより下流地点での観測結果（表2、図4）を比較すると、下流部では微酸性を示している。6月に比べ、今回の測定では4回とも（7月、9月2回、10月）微アルカリ性を示しているのが注目される。

(2) 影　　響

ダム建設工事中及び完成後、地表の安定するまでの期間は、濁水の発生が予測される。濁水の発生は、水生あるいはその他、水を利用している動物と水生動物に影響を与える。また、下流の水系利用や景観の阻害要因となる。

ダム湖の出現によって、河川系から湖沼系へ移行するが、その水域の水質は、湛水開始から数年間は急激な変化をみることが予測される。その後、次第に安定化すると考えられるが、本計画におけるダム湖は、面積が大きく、かつ水深も大であるので、いくつかの留意すべき環境影響が考えられる。

まず、安定期間中の水質の変化については、湛水によってダムの底となる地域の植物は、水中にあって腐敗し、酸素を消費し、硫化水素などを発生する。更に表土や流入した土砂からの溶出などによって、ダム湖の水質は流水時に比べて、かなり変化することが予測される。この水質の変化は、ダム湖や下流の生物相に影響を与えるが、ある程度の年月を経て徐々に安定化していくと考えられる。