# 第5章　地　　質

# 第 5 章　地　　質

## 5.1 序　　論

Mae Pai および Mae Chaem project は，Mae Pai 川，Mae Chaem 川および Mae Khan 川の各河川の単独自流開発計画をベースとし，この他に比較開発計画として Mae Pai 川から Mae Chaem 川への揚水分水計画がある。

これまでに，Mae Pai 川については上流より No. 1 から No. 6 の 6 地点 Mae Chaem 川については上流より No. 1 から No. 5 の 5 地点および No. 4 の代案地点，Mae Khan 川については上流より No. 1 および No. 2 の 2 地点のダムサイトが提案された。これらのうち数地点については，既に地質踏査や若干の調査工事が実施されている（5.3 項参照）。

今回の現地地質調査は本 project の master plan 作成に必要な基礎地質資料を得ることを目的として実施された。上記の様に計画ダムサイト地点が多数あり，また計画地域の面積が広大であるため，本調査は主に航空写真地質判読によってなされた。航空写真地質判読によって選定された damsite 地点のうち，接近可能な地点については現地地質踏査が行なわれた。更に，drill core の観察および既存地質資料の収集が行なわれた。

これらのデーターに基づいて本章では，各計画地点の地質状態および地質上の問題点等について述べる。次段階に進めるべき project sites および今後の調査方針については第 1 章結論と勧告に述べられている。

## 5.2 調査の範囲および方法

現地踏査前に，あらかじめダムサイト地点を選定するために，前記ダムサイト周辺の航空写真地質判読を行なった。この結果，Mae Pai No. 2 および No. 3 site ではダムサイトあるいは貯水池内に大規模な地すべり地形が数多く分布することが認められた。このため，これらの地点はダムサイトとして不適と判断され，本 master plan の対象からはずされた。また，Mae Pai No. 4 および No. 5 site は No. 6 site の近傍に位置し，航空写真判読により地形・地質的に No. 6 site と同等かそれよりおとっていると判断されたため，これも計画の対象からはずされた。

Mae Pai No. 1 および No. 6 damsites，および Mae Chaem 川の代案地点を含めた 6 ケ所の damsites 地点は，概ね既計画位置で妥当であると判断された。ただし Mae Pai No. 1 site については新らたに比較案地点が下流に選定された。

航空写真の入手できなかった Mae Khan 川水系については，1/50,000 scale の地形図上で damsite 位置の選定を行なった。

上記の様にして選定された地点について，次の様な方法で調査が実施された。

(1) Mae Pai No. 1 および No. 6 damsites，および Mae Chaem No. 3 から No. 5 までの各 damsites

- 1/2,000 または 1/10,000 scale の地形図を用いた本流沿いの地表地質踏査。

- 1/50,000 scale の航空写真を用いた航空写真地質判読。
- Mae Pai No.6 および Mae Chaem No.5 damsite の drill core の観察。

(2) Mae Chaem No.1 および No.2 damsites

- 1/25,000 scale の航空写真を用いた航空写真地質判読

(3) Mae Khan No.1 damsites

- 1/50,000 scale の地形図および 1/250,000 scale の既存地質図（Reference − 5.1）を用いた地形・地質解析。

(4) Mae Khan No.2 damsite

- 1/50,000 scale の地形図を拡大して作成した 1/10,000 scale の地形図を用いた本流沿いの地表地質踏査。

(5) Reservoir areas および Mae Pai − Mae Chaem 揚水分水計画地点

- 1/25,000 および 1/50,000 scale の航空写真を用いた航空写真地質判読。
- Mae Khan 川については，航空写真が入手できなかったので，1/50,000 scale の地形図および 1/250,000 scale の既存地質図を用いた地形・地質解析を行なった。

なお，上記現地踏査に用いた 1/2,000 および 1/10,000 scale の地形図はNEAによって作成されたものであるが，本図には 1/50,000 scale の地形図と標高が合わない部分がある。例えば Mae Chaem No.3 地点では，1/50,000 scale の地形図よりも平均 40m，No.4 原案地点では約 50m，標高が高く示されている。このため，本マスタープランでは 1/50,000 scale の地形図を計画の基本図として使用しているが，各ダムサイト地点の地質平面および断面図はNEAによって作成された地形図を基として描かれている。

## 5.3 既往地質調査

Mae Pai and Mae Chaem project は，5.1 項にも述べている様に各河川の単独自流開発計画と揚水分水計画からなり，これまでに多くの damsites 候補地点が提案された。

これらの各計画地点について，これまでに実施されている地質調査は次の通りである。

<u>Mae Pai 川計画地域</u>

① 1972 年に Engineering Consultant Inc. によって，No.1 から No.4 および No.6 damsites についての現地予察が行なわれた（Reference − 5.3 参照）。この結果，No.2 site 周辺の右岸側斜面に地すべり状の不安定な地形の存在が指適された。

② 1973 年 5 月から 1974 年 10 月にかけて，NEA により No.4 および No.5 damsites において drilling 調査が行なわれた（Reference − 5.5 参照）。

③ 1979 年 3 月から 1980 年 4 月にかけて No.6 地点について damsite および貯水池の地表地質踏査並びに damsite および建設材料採取予定地点における調査工事が行なわれた（Reference − 5.8，5.10 参照）。

④ 1980年3月に日本政府により派遣された事前調査団による現地予察が，No.6 siteにおいて行なわれた（ Reference －5.9参照）。

Table－5.3.1 Mae Pai川計画地域の既往調査工事

| 計画地点名 | 位置 | 工種 | 孔名 | 掘進長(m) | 特記事項 |
|---|---|---|---|---|---|
| Mae Pai No.4 | ダム軸左岸 | Drill Hole | DH1／L－1 | 183.4 | 透水試験実施 |
| | ダム軸河床 | 〃 | DH1／M－1 | 100.0 | |
| | ダム軸右岸 | 〃 | DH1／R－1 | 200.0 | |
| Mae Pai No.5 | ダム軸河床 | Drill Hole | DH2／M－1 | 102.1 | |
| Mae Pai No.6 | ダム軸左岸 | Drill Hole | DH－1 | 200.0 | |
| | ダム軸河床 | 〃 | DH－2 | 200.0 | |
| | ダム軸右岸 | 〃 | DH－3 | 200.0 | |
| | コアー材料地点 | Test Pit | TP－1～TP－13 | 合計 25.0 | 室内試験実施 |
| | | Hand Auger | AH－1～AH－6 | 〃 30.5 | |
| | 砂礫材料地点 | Test Pit | T－1～T－37 | 合計 62.0 | |

注：No.6 siteのdrill coreはNEAのMae Hong Song発電所の倉庫に保管されている。
No.4およびNo.5 siteのcoreは現場で豪雨によって流出し現存しない。

Mae Chaem川計画地域

① 1979年にNEAによってNo.4およびNo.5地点について，ダムサイトおよび貯水池の地表地質踏査が行なわれた。更に，ダムサイトおよび建設材料採取予定地点で若干の調査工事が行なわれた（ Reference －5.6，5.7参照）。

② 1980年3月に日本政府により派遣された事前調査団による現地予察がNo.3，No.4，No.5 siteにおいて行なわれた（ Reference －5.9参照）。

③ 1980年5月からはNo.5 siteにおいてdamsite，intakeおよびpowerhouse予定地点のdrilling調査が実施されている（ Reference －5.11およびAppendix－ 参照）。

Table － 5.3.2　Mae Chaem川計画地域の既往調査工事

| 計画地点名 | 位　置 | 工　種 | 孔　名 | 掘進長 (m) | 特記事項 |
|---|---|---|---|---|---|
| Mae Chaem №4 Original site | ダム軸右岸 | Test Pit | TP－1 | 2.8 | |
| | ダム軸右岸<br>ダム軸河床 | Hand Auger<br>〃 | AH-1～AH-3<br>AH－4 | 合計 5.6<br>1.3 | |
| | コアー材料地点 | Hand Auger | BA・AH－1～BA・AH－5 | 合計 15.6 | |
| Mae Chaem №5 | ダム軸左岸<br>ダム軸河床<br>ダム軸右岸<br>取水口地点<br>発電所地点 | Drill Hole<br>〃<br>〃<br>〃<br>〃 | DMC5－1<br>DMC5－2<br>DMC5－3<br>DMC5－4<br>DMC5－5 | 56.0 (not completed)<br>140.0<br>150.0<br>65.0<br>24.0 | 透水試験実施 |
| | ダム軸右岸<br>〃 | Hand Auger<br>〃 | AH－1<br>AH－2 | 4.55<br>2.5 | |
| | コアー材料地点 | Hand Auger | AH－3 | 4.55 | 室内試験実施 |
| | 砂礫材料地点 | Test Pit<br>〃 | TP－1<br>TP－2 | 1.2<br>1.25 | |

注：№5 site の drill core は Chiang Mai 北方のNEA事務所に保管されている。

Mae Khan 川計画地域に関しては，これまでに現地踏査を含めて，全く地質調査は行なわれていない。

## 5.4　計画地域全体の地形・地質概要

計画地域はタイ国の北西部に位置し，その北縁でビルマと国境を接する。この西側国境地帯を，中国南部のシャン高原から分岐し，ビルマ北東部を経て，マレー半島に達する南北性の褶曲山脈であるダウナ山脈が走っている。

計画地域の山地は一般に 1,000 から 1,800 m（MSL）の標高をなすが，地域の南東部には，タイ国最高峰をなす Doi Inthanon（標高 2,590 m）がそびえている。一般に山地の侵食は進み稜線は丸みを帯びている場合が多く，全般に晩壮年期の地形を呈するが，Mae Pai 川沿いでは，やや山稜の角ばった壮年期的な地形がみられる。

計画地域の北半部には，ビルマを流れる Salween 川の支流である Mae Pai 川が南北性の地質構造を切る様に東から西に流れ，南半部には，Mae Pin 川の支流である Mae Chaem 川と Mae Khan 川が地質構造に沿う様にほぼ北から南に流れている。

計画地域は，二畳紀～ジュラ紀の Indochina 造山運動によって形成された Indochina plat-

formの北西縁部に位置する。この地域は，ヘルシニア期（先カンブリア紀から古生代後期），Indochina期（二畳紀～ジュラ紀）およびヒマラヤ期（白亜紀～第四紀）の3回の造山運動の影響を受けたが，最も影響の著るしいのはIndochina造山運動であり，この運動により現在みられる南北性の地質構造が形成されたと考えられている。

本地域を構成する地質は，PrecambrianのGneissを基盤としCambrianからPermianに至るPaleozoicの非変成および弱変成堆積岩類，および造山運動に伴って貫入した花崗岩類からなる。これらを被覆して，河川沿いの低地にはTertiaryおよびQuarternaryの堆積物が小規模に分布している。また，起状のゆるい山地部には，熱帯特有の風化生成物であるLateritic residual soilの分布がしばしばみられる。

本地域の一般地質層序は表－5.4.1の通りである。

## 5.5 各計画地域の地質

### (1) Mae Pai Project Area

#### 1) 計画地域の一般地質

◦地　形

Mae Pai川は計画地域北縁のビルマとタイの国境をなす標高1,300～1,800m（MSL）の山岳地帯に源を発し，南方へ流れる。Amphoe Paiの下流で本川は大きく流向を変え，南北性の地質構造を切って東から西へ流れる。

このMae Pai川には最上流のNo.1から最下流のNo.6まで6地点のdamsitesが提案されていたが，5.2項で述べた様に今回の計画の対象としてはNo.1とNo.6の2地点が選定された。

No.1 siteより上流ではMae Pai川は蛇行をくり返し，河川沿いは全般に開けた平坦な地形を呈する。No.1とNo.6 siteの間の河川の幅はせばまり両岸は急峻な地形を呈する。この区間は全般にdamsiteに適した地形をなすがNo.2 site周辺およびその上流の両岸斜面には地すべり状の地形が数多く認められる。

Mae Pai川第一の支流であるKhong川は，ほぼ直線状の流路をなして南流し，No.6 siteの上流でMae Pai川に合流する。

Mae Pai川流域における大きな地形的特徴は南端をMae Pai川によって限られた，Khong川の西および東方の二畳紀の石灰岩分布地帯に発達するKarst地形である。

Karst地帯は特にKhong川東方に広く分布し，全体として台地状の地形を呈している。このKarst台地は一般に600から1,200m（MSL）の標高をなし，その縁辺部は落差の大きい急崖を形成しているが，台地内は全体として底の浅いなべ底状の地形を呈している。この台地のいたる所に大小のsink holes等のKarst地形が発達し，またしばしば頂部の丸い突出した特異な山体がみられる。

このKarst台地は約500 km²の流域面積を持つが，この中を流れている Nam Lang等の河川は出口が無く，このなべ底状地形の底の部分で地下にもぐり込んでいる様である。

◦地　質

本地域の地質はCambrianからPermianに至る Paleozoic の非変成および弱変成堆積岩類，およびCarboniferous およびTriassic に貫入した花崗岩類からなる。

本地域の最下層をなすCambrian－Ordovician 層は珪岩を主体とする弱変成堆積岩類からなり，№6 site 周辺に分布している。

Ordovician 層（ Thung Song Group ）は主に石灰岩からなり，№6 site の貯水池内に広く分布する。本層はしばしば頁岩および砂岩を挾在し，本層分布地域におけるKarst地形は顕著でない。

Silurian－Devonian 層は頁岩，砂岩，チャート等からなる。本層は主にMae Pai川沿いの高所にOrdovician 層を覆って分布する。

Carboniferous 層は頁岩，砂岩，礫岩等からなり，Khong 川沿いに広く分布する。

Permian 層（ Rat Buri Gronp ）は石灰岩からなり，Khong 川沿いの高標高部にCarboniforous 層を覆って広く分布する。本層の分布地域には先に述べた様にKarst 地 形が顕著に発達している。

花崗岩質岩は№1 site の東方に広く分布する。本岩は風化が顕著であり，本岩の分布地帯は一般になだらかで，こまかいひだの発達した地形を呈する。

これらを被覆して№1 site の上流および，№6 site の下流のMae Pai 川沿いの低地には第三紀および第四紀の半固結ないし未固結の堆積物が分布している。

本地域の地質構造は一般に南北性の構造を示し，褶曲構造が発達している。断層も南北性のものが顕著であり，この中には衝上性断層が存在する。№6 site の約2 km 下流に存在する衝上断層は規模が大きく，明瞭な断層地形が認められる。

ii) 各計画地点の地質

a) Mae Pai №1

◦ Damsite

上流案地点の川幅はやや広いが，左右岸斜面は比較的急な地形をなす。damsiteの約600m上流の左岸側にMae Pai 川の支川であるHuai Mi が深い谷を刻んで流れ込んでいる。このため，damsite の左岸側山体は，東西に伸びるやや幅のせまい尾根をなしている。

下流案地点は上流案地点の約2 km下流に位置する。本地点の川幅は上流案地点と同程度であるが斜面の傾斜はやや急である。damsite の約1 km上流の右岸側斜面は地すべり状地形を呈している。

河床面の標高は両siteとも同程度で約400m（MSL）である。

上流案地点の地質は主に石灰岩からなる。この石灰岩は一般に暗灰色の明暗の縞状組織を呈し，多少再結晶している。ダムサイト右岸の露頭には直径2～30cm大の caves および節理に沿って生じた開口幅10～30cmの solution cracks が存在する。上流案地点付近の石灰岩はしばしば頁岩や砂岩を挾在する。

地層の走向はNE－SW方向で，河川の流向にほぼ直交する。傾斜は下流方向に急傾斜する。

ダムサイトの両岸斜面には露岩が所々にみられ，被覆層は全般に薄い。河床堆積物は細砂からなり，礫分は少ない。

下流案地点の地質は上流案地点と同様の石灰岩からなるが頁岩や砂岩の挾在はみられない。ダムサイト右岸の露頭の観察によれば，この石灰岩中には，上記上流案地点の石灰岩と同様の cave や solution cracks が存在する。これらの caves や solution crack からたれ下った鍾乳石には直径30～40cm，長さ2mに達するものがみられる。

地層の走向はNW－SE方向で，河川の流向に斜交する。傾斜は下流方向にゆるやかに傾斜する。

ダムサイトの両岸斜面には露岩がみられ，被覆層は薄い。斜面上部は連続する石灰岩の急崖をなしている。河床堆積物は細砂からなり礫分は少ない。

ダムサイトの約700ないし1,200m上流の右岸側には河床面からの比高約200mの上部斜面から河床部に至る幅約500mの地すべり状地形が存在する。この斜面には上方斜面から崩れてきた岩塊混り土砂が厚く堆積しており，この堆積物の小規模な崩壊が所々にみられる。

上記の様な地形・地質状態から上流案地点と下流案地点を比較するとダムサイトとしては上流案地点が有利であると考えられる。すなわち下流案地点は地形的には上流案地点よりすぐれているが，地質的には基盤岩が caves や solution cracks の発達した石灰岩からなり透水性に問題がある。またダムサイトの直上流に地すべり地形があり，湛水後の滑動が懸念される。

これに対して，上流案地点では，基盤岩は下流地点と同様の石灰岩を主体とするが，「頁岩や砂岩等の難透水性地層を介在すること」および「地層の走向が河川の流向にほぼ直交し，傾斜が急傾斜していること」から考察して，ダムサイトからの漏水の懸念は下流案地点より少ないと考えられる。

上記の様な地質的判断から上流案地点を今後の計画の対象とすべきであると考える。しかし，本地点の左岸側尾根はやや幅がせまく，かつ地層の走向がこの尾根を横切る様に伸びているため貯水池からこの尾根を横切ってダムサイト下流に至る漏水を考慮する必要がある。

° Reservoir Area

上流案地点の上流約1.5 kmより上流では，Mae Pai 川は蛇行をくり返し，河川沿い

に広い平担地が発達する。下流案地点の直上流右岸に前述した様な地すべり地形が存在するのを除いては貯水池内に湛水に際して問題になる様な地形は存在しない。

貯水池の地質は大部分花崗岩質岩からなる。上流案地点の上流約1kmより下流地域には，ダムサイト地点と同様の石灰岩を主体とする地層が分布する。

貯水池としての地形・地質的問題は特にないが，上流案地点の約20km上流の貯水内に螢石の鉱山がある。

◦建設材料

ダムサイトの上流約2km地点より上流には，Mae Pai川沿いに緩傾斜地が発達し，花崗岩の風化堆積物が分布している。この堆積物は，左岸側で観察したところでは砂質であり，土質材料として適当でないが場所によっては土質材料として使用できるものがあるかもしれない。特に，右岸側の一部には堆積物の厚そうな場所があり，この付近に土質材料が期待される。

砂礫材料については，細粒材料は上記の花崗岩風化堆積物およびダムサイトの上流5～10km地点の河床堆積物分布地域に賦存が期待される。

ロック材料はダムサイト付近の石灰岩分布地域から得られるであろう。この付近の石灰岩はしばしば頁岩を介在しており，これが多量に含まれる場合には，岩質的に問題が生じる恐れもある。従って，原石山を選定する際にはこの点に注意する必要がある。

b) Mae Pai №6

◦Damsite

ダムサイトは川幅のせまい，両岸の切り立ったV字型の地形をなす。河床面の標高は約230m（MSL）である。

ダムサイトの地質は珪岩およびアージライトからなる。

珪岩は淡灰色ないし帯緑淡灰色を呈する細粒～中粒の緻密・堅硬な岩石である。本岩は一般に塊状をなすが，層理面に沿った節理が顕著である。節理の一部には開口したものもみられる。

アージライトは灰色ないし緑灰色あるいは帯紫灰色を呈する細粒の緻密・堅硬な岩石である。本岩は，薄片による顕微鏡観察によれば，直径0.1から3mmの石英粒を含み，基質は主に微晶質石英，絹雲母，緑泥石からなり，まれに白雲母を含む。本岩は一般に塊状をなす。一部に層理の発達した部分が認められるが，層理面に沿った剥離性は少ない。

地層の走向はNNE－SSW方向を示し，ダム軸に斜交する。傾斜は一般に20～40°の角度で下流側に傾斜する。

一般に，小褶曲構造が発達している。ダム軸の約200m上流には大きな背斜構造が認められる。

ダムサイト周辺には大きな断層は認められないが，ダムサイトの右岸側に，ほぼ層理に沿う幅数cmから約10mの破砕帯が存在する。この破砕帯には細かい間隔の亀裂が発達しているが，亀裂面は良く密着し，粘土等の挟在物も認められない。しかし，一部の破砕帯には亀裂面からの湧水が認められる。

ダムサイトの河床面からの比高50ないし60mまでの両岸斜面は殆んど露岩している。これより高所の斜面には露岩は少なくダムサイトの右岸で実施されたdrill hole DH−3孔における様に被覆層が7.5mと厚い部分もみられる。

河床堆積物の分布範囲は狭い。

当地点ではダム軸上に3孔の試錐が実施されている。その結果によれば，左岸アバットメントのDH−1地点（標高446.22m）は，地表から4mの深さまで風化し，ややゆるんでいる。4m以降は一部に破砕帯をはさみ若干風化しているものの全体としてロックフィルダムの基礎として問題のない岩盤と思われる。

透水性は深度50m付近まで8〜25Luとやや大きいが，50m以深は殆んど1Lu前後となる。

河床部のDH−2地点（標高228.96m）は極めて良好な岩盤からなり，透水性も5Lu以下と小さい。

右岸アバットメントのDH−3地点（標高387.79m）は，地表から7.5mの深さまで被覆層が分布する。7.5m以深の岩盤は，32.0m付近までやや風化し，しばしば亀裂の発達した部分を挟在している。しかし，深度14m以深の岩盤は比較的堅硬でありロックフィルダムの基礎として問題はないと思われる。

透水性は27〜30m区間で39.4Luと大きい部分がみられる他は一般に5Lu以下と小さい。

上記の様に当地点は地形・地質的にダムサイトとして比較的問題は少ないと考えられる。ダムサイト右岸に分布する破砕帯は支持力的には問題ないと思われるが，透水性は大きいと思われるのでその性状を確認する必要があろう。

◦ Reservoir Area

貯水池はMae Pai川と，その右支川であるKhong川の2つに分岐する。両河川は一般に峡谷状をなしているが，Khong川の方が若干開けている。

Mae Pai川の上流部の山腹斜面には大規模な地すべり状の地形が数多く認められる。この地すべり状地形は河床面の標高が350から400m（MSL）付近の両岸山腹に分布している。

南方をMae Pai川によって限られたKhong川の東方の広大な地域に著るしいKarst地形が発達している。これは，Khong川の西方にも小規模に認められる。

Mae Pai川沿いの地域には，CambrianからOrdovician，Silurian〜Devonianお

よびCarboniferousの地層が分布する。このうち，Cambrian～Ordovician層は珪岩およびアージライトからなり，Silurian～DevonianおよびCarboniforous層は頁岩や砂岩を主体とする。

Ordovicianの石灰岩は貯水池内に広く分布する。本層はしばしば頁岩や砂岩を挟在し，sink holes等のKarst地形は顕著でない。本層の分布地域にはしばしば地すべり状の地形が認められる。

Khong川沿いの地域にはCarboniferous層が分布し，その上位にPermianの石灰岩がのっている。この石灰岩の分布地域には著るしいKarst地形が発達している。この石灰岩は一般に標高600から700m（MSL）より高所に分布する。その分布の下限は，石灰岩の崖の下に堆積している崖錐堆積物のために明瞭ではないが，標高400m（MSL）以上と推定される。

上記の様にKarst地形の顕著なPermianの石灰岩は計画満水位面（標高400m）以高に分布し，この石灰岩からの漏水は問題にならないと考えられる。しかし，その分布の下限は更に現地で確認される必要がある。

貯水池内に広く分布するOrdovicianの石灰岩は，「しばしば頁岩や砂岩等の難透水性層を挟在すること」，「その分布地域において河川の流況に大きな変化が認められないこと」および「顕著なKarst地形の発達しないこと」から判断して，貯水規模での漏水を生じる恐れは少ないと考えられる。しかし，これを確認するためには，今後更に水理地質的検討を必要としよう。

貯水池上流に存在する地すべり状地形は規模が大きく，その実態を現地において確認し湛水による影響を検討する必要がある。

◦建設材料

土質材料および砂礫材料については，ＮＥＡによって予備調査が実施されている。

土質材料地点はダムサイトの北西約13kmに位置する。この地点の材料は石灰岩の溶解残査および頁岩・砂岩の風化二次堆積物である。この材料は粗粒分が少なく，粗粒材料の混合を必要とすると考えられる。混合材料地点としては上記地点の南方の頁岩・砂岩分布地域が考えられる。この付近の頁岩・砂岩はかなり風化しておりこれ単独でも土質材料として使用できる可能性がある。

砂礫材料地点はダムサイトの下流3ないし7km間の河床砂礫分布地域である。砂礫材料はこの地点で確保できると思われる。しかし，付近には温泉があり，コンクリート骨材に利用する場合には，コンクリートに有害な成分の付着の有無を調べる必要があろう。

ロック材料については，ダムサイトの下流2km付近の珪岩，5km付近の砂岩および前記土質材料地点の北方の石灰岩がその対象とされている。これらの地点の岩盤は岩質

的にはいづれもロック材として使用可能と思われる。

(2) Mae Chaem Project Area

1) 計画地域の一般地質

◦地　形

Mae Chaem川は標高1,000～1,400m（MSL）の，Mae Pai 川との分水嶺に源を発し，蛇行しながら南方へ流れる。

このMae Chaem川には最上流のNo 1から最下流のNo 5まで5地点のdamsitesが提案されている。

最下流のNo 5 siteの上流約25km付近で本河川は大きく流向を変え，北西から南東に流れ，No 5 siteの約20km下流でMae Ping川に合流する。

一般に河川勾配はゆるく，両岸は開けた地形をなす。No 4 original siteの下流に幅約2km，長さ約6kmの平坦地が広がりAmphae Mae Chaemの集落が存在する。

Mae Chaem川の東および西方の分水嶺は一般に1,000～1,800m（MSL）の標高をなすが，Amphae Mae Chaemの北東には標高2,590m（MSL）のタイ国最高峰のDoi Inthanonが大きな山体をなしてそびえている。

◦地　質

本地域の地質はPrecambrianのGneiss,CambrianからCarboniferousに至るPaleozoicの非変成および弱変成堆積岩類，およびCarboniforousおよびTriassicに貫入した花崗岩類からなる。本地域にはKarst現象の著るしいPermianの石灰岩は分布しない。

Precambrianの片麻岩は本地域の基盤をなし，No 5 siteおよびMae Chaem川の東側分水嶺周辺に広く分布する。

Cambrian－Ordovician層は珪岩を主体とする低変成堆積岩類からなりNo 5 siteの貯水池および集水域に小分布する。

Ordovician層（Thung Song Group）は主に石灰岩からなり，主にNo 3およびNo 4 site周辺，およびNo 5 siteの貯水池内に分布する。本層分布地域には，sink holes等のKarst地形は余りみられない。

Silurian－Devonian層は頁岩・砂岩・チャート等からなり，No 4 siteより上流のMae Chaem川沿いに広く分布する。

Carboniferous層は頁岩・砂岩・礫岩等からなりNo3 siteより上流のMae Chaem川西方に分布する。

花崗岩質岩はNo1 siteより上流およびMae Chaemの西方および東方の山地地域に広く分布する。

これらを被覆して河川沿いの低地には第三紀および第四紀の半固結ないし未固結の堆積物が小分布している。

本地域の地質構造は一般に南北性の構造を示し，南北方向の軸を持つ褶曲構造が発達している。断層はNW－SE方向およびNE－SW方向のものが顕著である。

ii) 各計画地点の地質

a) Mae Chaem No. 1

∘ Damsite

ダムサイトは右岸側の開けた左右岸非対称の地形をなす。ダムサイト付近のMae Chaem川は小刻みに曲流している。河床面の標高は約760m（MSL）である。

ダムサイトの地質は頁岩，砂岩および礫岩を主体とする地層からなると思われる。ダムサイト周辺にはNW－SE方向の断層（photo lineament）が発達しているが，ダムサイト自体には認められない。

上記の様に本地点にはダムサイトとしての地質上の問題点は，特に認められないが，地形条件はダムサイトとしてあまり良いとは考えられない。

∘ Reservoir Area

Mae Chaem川沿いの地形は比較的開いている。貯水池右岸側のDoi Khan Huai Bong（標高1,127m）の東方には，標高約900m（MSL）の鞍部地形が存在する。

航空写真地質判読は貯水地全域については行なわれていないが，判読した範囲内では地すべり地形やKarst地形等の湛水に際して問題となる様な地形は認められない。

貯水池の地質は頁岩，砂岩，礫岩および花崗岩質岩からなり，一部に第三紀層が分布する。

上記の様に貯水池として特に問題となる地形・地質はないが，標高約900m（MSL）の鞍部地形の存在とダムサイトの項で述べたNW－SE方向の断層の発達に注意する必要がある。

b) Mae Chaem No. 2

∘ Damsite

ダムサイトはやや開けた谷地形をなす。ダムサイト右岸の地形は，小鞍部が存在するものの比較的安定した山体をしている。左岸側斜面には幾筋かの深い沢が刻まれている。河床面の標高は約700m（MSL）である。

ダムサイトの地質は頁岩主体の地層と思われる。ダムサイトには大きな断層（photo lineament）の存在は認められない。左右両岸の斜面低位部には厚い崖錐堆積物の分布が推定される。

上記の様に，本地点には斜面低位部の厚い被覆層の存在を除いて地質上の問題点は特に認められないが，地形条件はダムサイトとしてあまり良いとは思われない。

∘ Reservoir Area

Mae Chaem川は多くの支川を集め小さく蛇行している。支川を含めた河川沿いの地

形はやや開けている。

貯水池内には地すべり地形等の湛水に際して問題となる様な地形は認められない。

貯水池の地質は石灰岩と頁岩からなる。石灰岩の分布地域には sink holes 等の Karst 地形は殆んど認められない。

上記の様に貯水池内に石灰岩が分布するが，この石灰岩には sink holes 等の Karst 地形が殆んど認められないことおよびその地質構造から判断して，貯水池規模での漏水を生じる懸念は少ないものと考えられる。

c) Mae Chaem No.3

◦ Damsite

ダムサイトは川幅の広い，左右岸のやや開けた地形をなすが，左岸側の上部斜面は落差の大きい連続した絶壁をなしている。河床面の標高は約 600m（MSL）である。

ダムサイトの地質は頁岩と石灰岩からなる。

頁岩は暗灰色を呈する堅硬・緻密な岩石であるが，一般に層理面に沿って割れ易い傾向を有する。

石灰岩は一般に淡灰色と灰色の明暗の縞状組織を示す堅硬・緻密な岩石である。この石灰岩はダムサイト地点では河床面からの比高約 120m より高所に頁岩を整合的に覆って分布し，一般に急崖を形成している。この石灰岩には直径 2～30 cm 大の caves や節理に沿った solution cracks が発達する。左岸のダムサイト下流の露頭では直径 10 m 大の大きな caves がみられる。

地層の走向は河川の流向に概ね直交し，傾斜は下流方向にゆるく傾斜している。

左岸側の石灰岩の急崖の下部斜面には石灰岩の岩塊からなる堆積物が分布している。その斜面勾配から判断してこの堆積物の厚さは厚いものと推定される。

河床堆積物は細砂からなり礫分は少ない。

ダム軸の直上流の河床部に温泉が存在する。温泉の湧出量は少ないが，温度は高い。湧出口付近の砂は黒色を帯び，付近の大気はやや硫黄臭を帯びている。

上記の様に地形的には谷がやや開いていること，地質的にはダム軸の直上流河床部に温泉が存在し，変質帯等の弱帯の存在する可能性があること，および左岸側斜面の被覆層が厚いと推定されることにより，本地点はダムサイトとしてあまり良い地点とは考えられない。

ダムサイト周辺に分布する石灰岩はダム軸およびその上流では河床面からの比高約 120m より高所に分布が限られているためこの石灰岩からの漏水の懸念はないと考えられる。

◦ Reservoir Area

Mae Chaem 川は多くの支川を集め小蛇行している。支川を含めた河川沿いの地形は

やや開けている。貯水池内には地すべり地形等の湛水に際して問題となる様な地形は認められない。

貯水池の地質は頁岩を主体とし，ダムサイトに近い貯水池の一部に石灰岩が分布する。この石灰岩の性状については現在のところ明らかではないが，本層はダムサイト付近に分布する石灰岩とは別の層準のものと思われる。

従って，貯水池としての地質的問題はこの石灰岩の分布性状にあろう。

d) Mae Chaem №4

∘ Damsite

原案ダムサイト地点は川幅のやや広い，左岸側斜面が急で右岸側斜面のゆるい非対称的な地形をなす。河床面の標高は約500m（MSL）である。

原案ダムサイトの地質は頁岩と石灰岩からなる。

頁岩は暗灰色を呈する堅硬・緻密な岩石であるが，一般に層理面に沿って割れ易い傾向を有する。ダムサイト付近の頁岩は褶曲作用によってかなり擾乱されており，風化も顕著である。

頁岩はダムサイトの右岸側に広く分布する。

ダムサイトの下流右岸側には，単層の厚さ1ないし5cmの頁岩と石灰岩の細互層が上記頁岩層に挟在して分布している。この細互層は露頭では石灰岩が溶食され頁岩の薄層が浮き上ったサンドウィッチ状の外観を呈している。

石灰岩は灰色ないし暗灰色を呈する堅硬・緻密な岩石であり，一般に明暗の色調の違いによる縞状組織を示す。

この石灰岩はダムサイトの左岸側および貯水池内に広く分布する。この石灰岩には，直径2～30cm大のcavesおよびsolution cracksが発達している。時には直径5m大のcaveがみられる。川沿いの露岩はしばしば水面の上1～2m付近まで深い側方侵食を受けている。

被覆層は左岸側斜面には殆んど分布しない。右岸側斜面においても2m程度の厚さで残留風化土が分布しているに過ぎないが，基盤岩の風化は深い。

河床堆積物は細砂からなり礫分は少ない。

代案ダムサイト地点は上記原案ダムサイトの約6km上流に位置する。

代案ダムサイトは川幅の広い，左岸側の大きく開けたなだらかな地形をなす。ダムサイト両岸の山体は東西に伸びる尾根状地形をなし，幅のせまい標高約620m（MSL）の鞍部地形が両岸に存在する。

河川はダムサイトの上流で大きく蛇行する。河床面の標高は約510m（MSL）である。

代案ダムサイトの地質は頁岩を基盤とし，これを覆って古第三紀層と思われる礫岩および角礫岩が分布している。

頁岩は暗灰色を呈する堅硬・緻密な岩石であるが，層理面に沿って割れ易い傾向を有する。この頁岩はダムサイト付近では左岸側の沢に小露出している。

礫岩および角礫岩は頁岩を覆ってダムサイト周辺に分布する。

礫岩は直径1～30 cm大のチャート，頁岩，砂岩等の円礫を含み，基質は褐色を帯びた砂ないし粘土質砂からなる。この礫岩は良く固結している。

角礫岩は直径1～20 cm大の頁岩の角礫からなり，基質も頁岩の細粒化したものからなる。時に，頁岩の他に石灰岩の角礫が認められる。この角礫岩も固結度は良い。

礫岩と角礫岩は漸移的に変化している様であり，ダムサイトの右岸側，および左岸側の斜面上部に角礫岩が発達している。

これらを覆ってダムサイト左岸の低所には段丘堆積物が分布する。表土および崖錐堆積物は斜面を覆って広く分布するが，特に右岸側斜面で厚く，その厚さは4～5 mと推定される。

河床堆積物は細砂を主体とするが，時に直径20～100 cm大の花崗岩の転石がみられる。

原案ダムサイト地点と代案ダムサイト地点を比較すると地形的には原案地点が優っている。しかし，この地点には前記した様にcavesやsolution cracksの発達した石灰岩がダムサイトおよび貯水池内に分布し，ダムサイト周辺からの漏水が懸念される。これに対して，代案地点では，左右両岸に鞍部地形が存在し，この付近からの漏水が懸念される。

上記の様に両地点とも漏水の懸念があるが，基礎処理によって解決できる可能性および調査のし易さという点から本マスタープランでは代案地点を計画ダムサイトとして検討した。しかし，原案地点を完全に放棄するのでなく，代案地点での調査と平行して，原案地点の石灰岩分布地域での水理地質的調査を進めるべきであろう。これらの調査結果に基づいて更にダムサイト地点の検討を行なうべきであると考える。

代案ダムサイト地点の礫岩および角礫岩は地質時代的に若い地層と考えられるが，全般に固結度は良く，支持力的にはロックフィルダムの基礎として問題は少ないと考えられる。透水性に関しても，粒子間の結合が良くまた割れ目も少ないので問題は少ないと考えられる。しかし，上記の考察は地表踏査だけに基づいたものであり，また礫岩・角礫岩の成因についても現在のところ明らかでないので，ダムサイトの基礎岩盤としての適性を判断するには今後の調査を必要としよう。

◦ Reservoir Area

貯水池はMae Chaem川とその右支川であるHuai Mae Yaiの2つに分岐する。両河川とも蛇行し，河川沿いの地形は開けている。貯水池内には代案ダムサイト付近に存在する3ケ所の鞍部地形を除いては湛水に際して問題となる様な地形は認められない。

cm大のものもみられる。本岩は一般に脈状をなして片麻岩および花崗岩質岩中に貫入している。

lime－silicate rock は淡緑灰色を呈する細～中粒の堅硬・緻密な岩石である。本岩は1～2mの厚さで，片麻岩中に挾在している。本岩と片麻岩との境界面は良く密着しており，本岩には溶食作用を受けた形跡は認められない。本岩の分布は局部的なものと思われる。

両岸斜面の被覆層は全般に薄く，基盤岩の風化もそれ程深くないと思われる。しかし，河床および河川沿いの平坦地には，シルト～細砂からなる厚い堆積物が分布している。河床部で実施されたDrill hole DMC5-2によれば，このシルト～細砂層は少なくとも河床面から20mの厚さで堆積している。

当地点では，ダム軸上に3孔，取水口および発電所予定地点付近に夫々1孔の試錐が実施されている。ダム軸上での試錐結果によれば左右岸アバットメント高標高部（標高480m）は良好な岩盤状態を示している。河床部には前述した様にシルト～細砂からなる堆積物が厚く堆積している。その下の岩盤はダム基礎として問題はない。

取水口地点のDMC5－4地点（標高464.4m）では，地表から3mの深さまで残留風化土，4～9m間はやや風化しゆるんだ岩盤からなるが，9m以深は堅硬・緻密な岩盤となる。

発電所地点のDMC 5－5地点（標高343.4m）では，地表から3.5m付近まで残留風化土，3.5～7.0m間は風化し脆弱な岩盤からなるが，7.0m以深は堅硬・緻密な岩盤となる。

透水性は，河床部のDMC 5－2孔の透水試験結果をみる限りでは極く一部を除いて，極めて小さい。

上記の様に当地点は地形的には谷が開いておりあまり良好な地点ではないが，地質的には，河床部の厚い堆積物の存在を除いて，特に問題はないと考えられる。

◦ Reservoir Area

貯水池上流部は峡谷状の地形をなすが，Mae Chaem川の右支川Huai Mai Kaとの合流点より下流には，河川沿いに平坦地が発達する。貯水池内には地すべり地形等の湛水に際して問題になる様な地形は認められない。

貯水池の地質は主に片麻岩からなり，一部に石灰岩，花崗岩質岩および第三紀層が分布する。石灰岩は中流部左側に主に分布する。この石灰岩にはsink holes等のKarst地形は殆んど認められない。また，この石灰岩は，片麻岩，花崗岩質岩およびCambrian－Ordovician層によって周囲をとり囲まれた形で分布している。

従って，貯水池としての地形・地質的問題はないものと考えられる。

◦建設材料

NEAの予備調査によれば，土質材料については，ダムサイトの約10km上流のMae

Chaem川左岸に分布する第三紀～第四紀層がその対象とされている。2ケの試料についての粒度分析結果はこの材料が土質材料として使用できる可能性を示している。これと同様の材料が上記地点よりダムサイトに近い場所に存在すると思われるので，今後ダムサイトに近い方から調査を進めていくべきであろう。

砂礫材料については，ダムサイトの約5km上流の河床堆積物分布地域がその対象とされている。

ロック材料については，ダムサイトの北西約20km付近に分布する石灰岩が対象とされているが，この地点は距離的に遠すぎると思われる。ダムサイト周辺に広く分布する片麻岩は一般に片麻状構造に沿って割れ易い傾向を有する。しかし，ダムサイト左右岸アバットメントにおける様に塊状で一枚岩状をなす片麻岩が存在し，また片麻岩中にはしばしば塊状の花崗岩質岩が貫入している。

従って，ロック材料になり得る様な片麻岩がダムサイト近傍で得られる可能性もあり，今後調査する必要があろう。

(3) Mae Khan川計画地域

1) 計画地域の一般地質

◦地　形

Mae Khan川は標高800～1,400m（MSL）のMae Pai川およびMae Chaem川との分水嶺に源を発し蛇行しながら南東方向へ流れる。このMae Khan川には上流から№1と№2の2のダムサイトが提案されている。№2 siteの下流約25km付近で本河川はMae Ping川に合流する。

◦地　質

本地域の地質はPrecambrianの片麻岩を基盤とし，Ordovician，Silurian－Devonian，Carboniferousの堆積岩類，CarboniferousないしはTriassicに貫入した花崗岩類からなる。

Precambrian gneissはMae Khan川沿いに広く分布する。

Ordovician層（Thung Song Group）は主に石灰岩からなり地域北東方に分布する。

Silurian－Devonian層は頁岩・砂岩，チャート等からなる。本層は衝上断層で片麻岩の上にのし上げた形で，地域北方および北東方に分布する。

Carboniferous層は頁岩・砂岩，礫岩等からなり，地域北西および東方に小分布する。

花崗岩質岩は地域南西方に主に分布する。

これらを被覆して河川沿いの低地には第三紀および第四紀の半固結ないし未固結の堆積物が小分布する。

本地域の地質構造は一般にNW－SE方向の構造を示している。断層はNW－SEないしはNNW－SSE方向のものが顕著である。特に，Mae Khan川の北方の衝上断層は長い距離にわたる連続性を示し，規模が大きい様である。

ii) 各計画地域の地質

a) Mae Khan №1

◦ Damsite

ダムサイトは川幅の広い，両岸斜面の傾斜のゆるやかな地形をなす。河床面の標高は約600m（MSL）である。

ダムサイトの地質は片麻岩からなるが，左岸の高標高部には頁岩，砂岩，チャート等からなる地層が衝上断層で片麻岩の上にのし上げている様である。また，河床部には，ダムサイト下流で推定される断層が連続する様に考えられる。

ダムサイトの基盤岩である片麻岩には，次に述べる№2 site と同様に片麻状構造に沿う開口亀裂の発達が予想される。また，ダムサイトのなだらかな地形から両岸斜面の風化が深いと推察される。これらの事と前述した断層の存在の可能性から判断して本地点はダムサイトとして地質的に問題があると考えられる。

◦ Reservoir Area

Mae Khan川は蛇行し，河川沿いの地形は全般に開けている。

貯水池の地質はほとんど片麻岩からなる。一部に頁岩，砂岩，チャート等からなる地層が片麻岩の上に衝上して分布している。

貯水池としての地質的問題はこの衝上断層の分布・性状にあろう。

b) Mae Khan №2

◦ Damsite

ダムサイトは川幅のややせまい，両岸斜面の傾斜のゆるやかな地形をなす。

ダムサイトの地質は片麻岩からなる。

片麻岩は灰色を呈する中粒の緻密・堅硬な岩石である。本岩には有色鉱物（主に黒雲母）の配列による片麻状構造が発達している。片麻状構造の走向は河川の流向にほぼ直交し，10～20°のゆるい角度で下流方向に傾斜している。

節理は片麻状構造に沿ったものが顕著である。この節理は，地表部ではしばしば開口しており，時には開口幅 50cm に達するものもみられる。この開口節理の表面はなめらかな面を呈している。

被覆層は全般に薄く，河床部および河床面からの比高10～15 m付近までの両岸斜面には堅硬な露岩がみられる。これより上方斜面には風化岩が点在している。

上記の様にダムサイトの河床部付近には堅硬な片麻岩が露岩しているが，両岸斜面上部に向って風化は深くなるものと推定される。

河床部両岸には片麻状構造に沿った低角度の開口節理が発達している。この地点にダムを計画する場合はこの開口節理の性状が問題となろう。

◦ Reservoir Area

Mae Khan 川はほぼ直線状の流路をなし，河川沿いには平坦地は発達しない。

貯水池の地質はほとんど片麻岩からなる。一部に頁岩，砂岩，チャート等からなる地層が片麻岩の上に衝上して分布している。

貯水池としての地質的問題はこの衝上断層の分布・性状にあろう。

(4) Mae Pai－Mae Chaem 揚水分水計画地点

揚水分水計画は，本マスタープランでは Mae Pai №1 site の約 4 km上流から Mae Chaem 川に揚水分水する計画と，№1 site の約 8 km 下流から Mae Chaem 川に揚水分水する計画について検討されている。（詳細は第 6 章参照）

上記計画によれば，上流案地点での放水路トンネルの延長は約 14 km，下流案地点でのそれは約 24 km となる。

I) 上流案地点

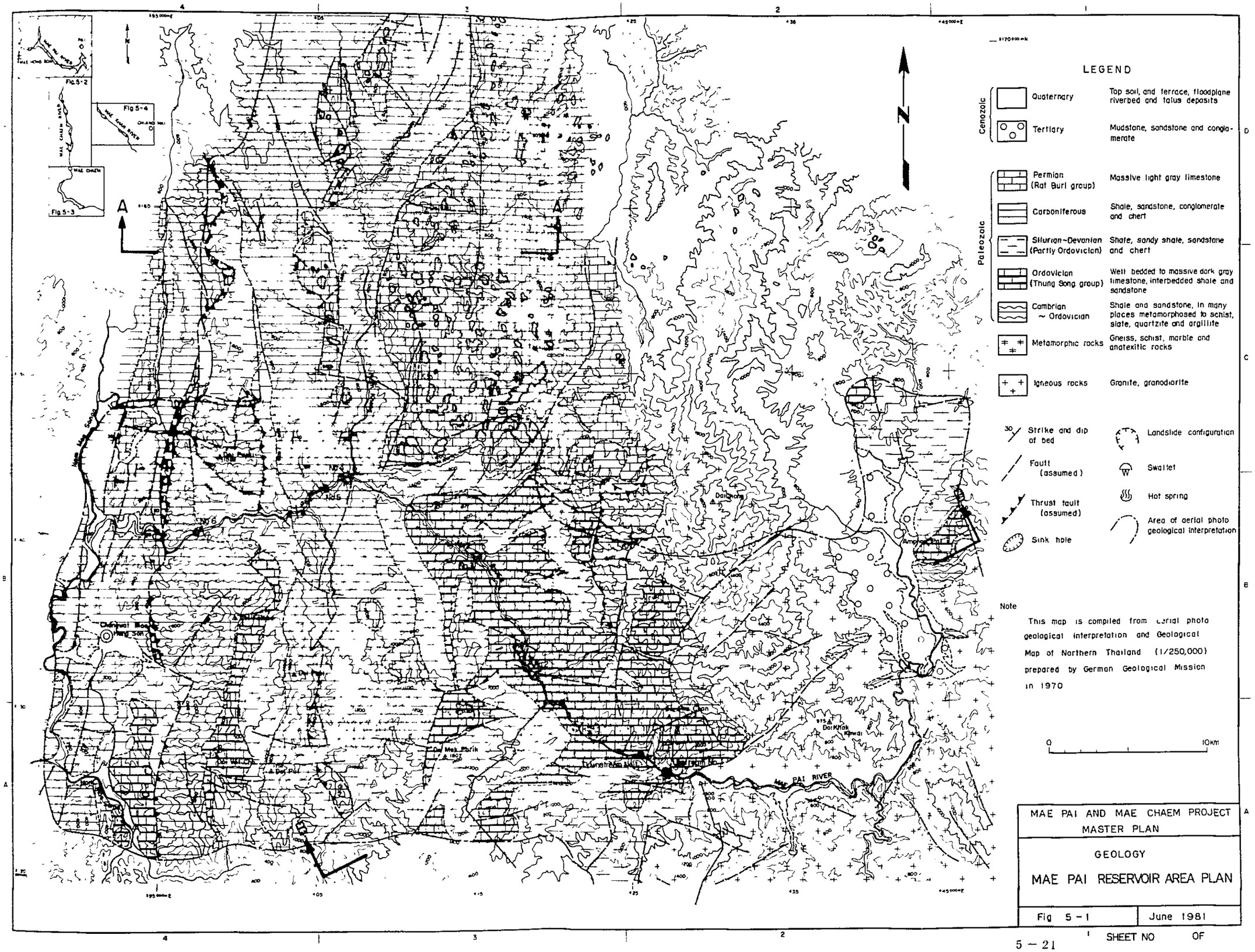
上流案地点ルートの地質はすべて花崗岩質岩からなると予想される。本地域の地形は全般になだらかであり，花崗岩質岩は深部まで風化されていると考えられる。

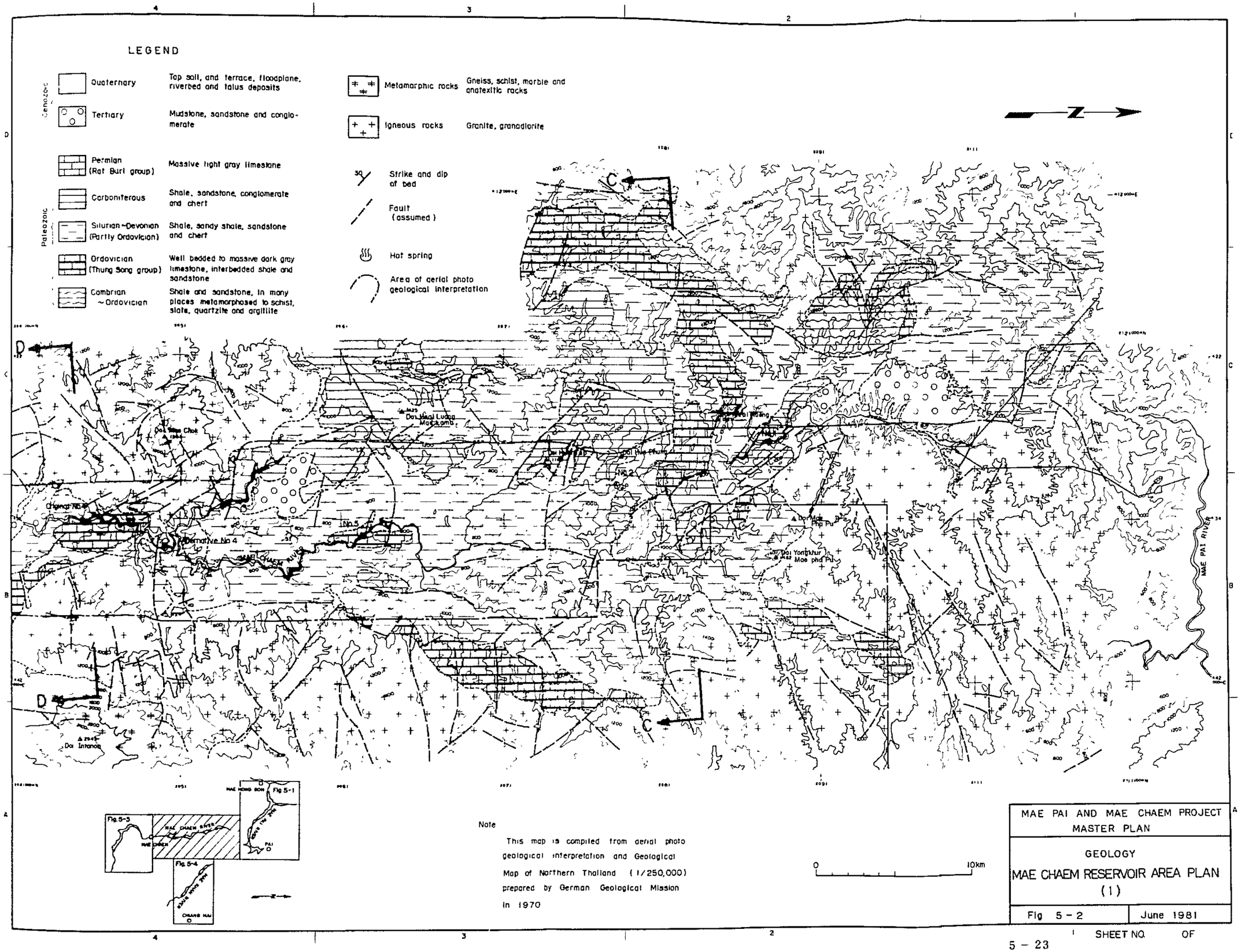
放水路トンネルルートにはENE－WSWおよびWNW－ESE方向の数条の断層（Photo lineament）が認められる。この断層の中には，№1 site の約 8 km上流で Mae Pai 川に合流する Huai Ban Paeng に見られる温泉の湧出に関係すると思われる断層（photo lineament）がある。

II) 下流案地点

下流案地点ルートの地質はほとんどが頁岩，砂岩，チャート等からなる地層と予想される。この他に，石灰岩と花崗岩質岩が一部に分布する。

放水路トンネルルートには，ENE－WSWおよびWNW－ESE方向の数条の断層（photo lineament）が認められる。


LEGEND
Cenozoic
Quaternary
Top soil, and terrace, floodplane riverbed and talus deposits
Tertiary
Mudstone, sandstone and conglomerate
Paleozoic
Permian (Rat Burl group)
Massive light gray limestone
Carboniferous
Shale, sandstone, conglomerate and chert
Silurian-Devonian (Partly Ordovician)
Shale, sandy shale, sandstone and chert
Ordovician (Thung Song group)
Well bedded to massive dark gray limestone, interbedded shale and sandstone
Cambrian ~ Ordovician
Shale and sandstone, in many places metamorphosed to schist, slate, quartzite and argillite
Metamorphic rocks
Gneiss, schist, marble and anatexitic rocks
Igneous rocks
Granite, granodiorite
Strike and dip of bed
Fault (assumed)
Thrust fault (assumed)
Sink hole
Landslide configuration
Swallet
Hot spring
Area of aerial photo geological interpretation
Note
This map is compiled from aerial photo geological interpretation and Geological Map of Northern Thailand (1/250,000) prepared by German Geological Mission in 1970
0
10km
MAE PAI RIVER
Fig 5-2
Fig 5-4
Fig 5-3
MAE CHAEM
MAE PAI AND MAE CHAEM PROJECT MASTER PLAN
GEOLOGY
MAE PAI RESERVOIR AREA PLAN
Fig 5 - 1
June 1981
SHEET NO OF




Note

This map is compiled from aerial photo geological interpretation and Geological Map of Northern Thailand (1/250,000) prepared by German Geological Mission in 1970

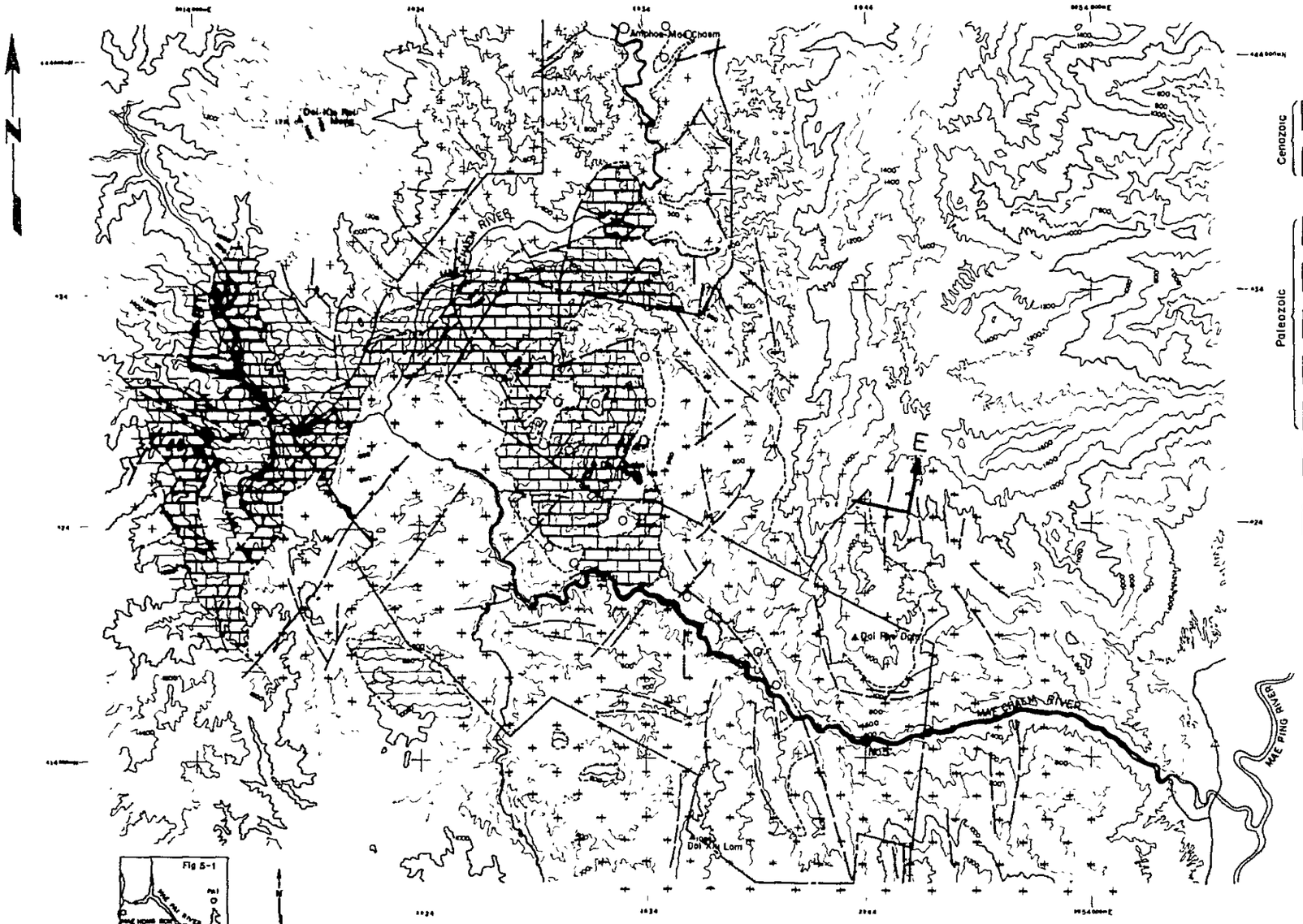
MAE PAI AND MAE CHAEM PROJECT
MASTER PLAN

GEOLOGY

MAE CHAEM RESERVOIR AREA PLAN (1)

Fig 5 - 2 | June 1981

SHEET NO. OF




## LEGEND

| | | |
|---|---|---|
| Cenozoic | Quaternary | Top soil, and terrace, floodplane, riverbed and talus deposits |
| | Tertiary | Mudstone, sandstone and conglomerate |
| Paleozoic | Permian (Rat Burl group) | Massive light gray limestone |
| | Carboniferous | Shale, sandstone, conglomerate and chert |
| | Silurian–Devonian (Partly Ordovician) | Shale, sandy shale, sandstone and chert |
| | Ordovician (Thung Song group) | Well bedded to massive dark gray limestone, interbedded shale and sandstone |
| | Cambrian ~ Ordovician | Shale and sandstone, in many places metamorphosed to schist, slate, quartzite and argillite |
| | Metamorphic rocks | Gneiss, schist, marble and anatexitic rocks |
| | Igneous rocks | Granite, granodiorite |

30 Strike and dip of bed

Fault (assumed)

Thrust fault (assumed)

Sink hole

Area of aerial photo geological interpretation

Note

This map is compiled from aerial photo geological interpretation and Geological Map of Northern Thailand (1/250,000) prepared by German Geological Mission in 1970

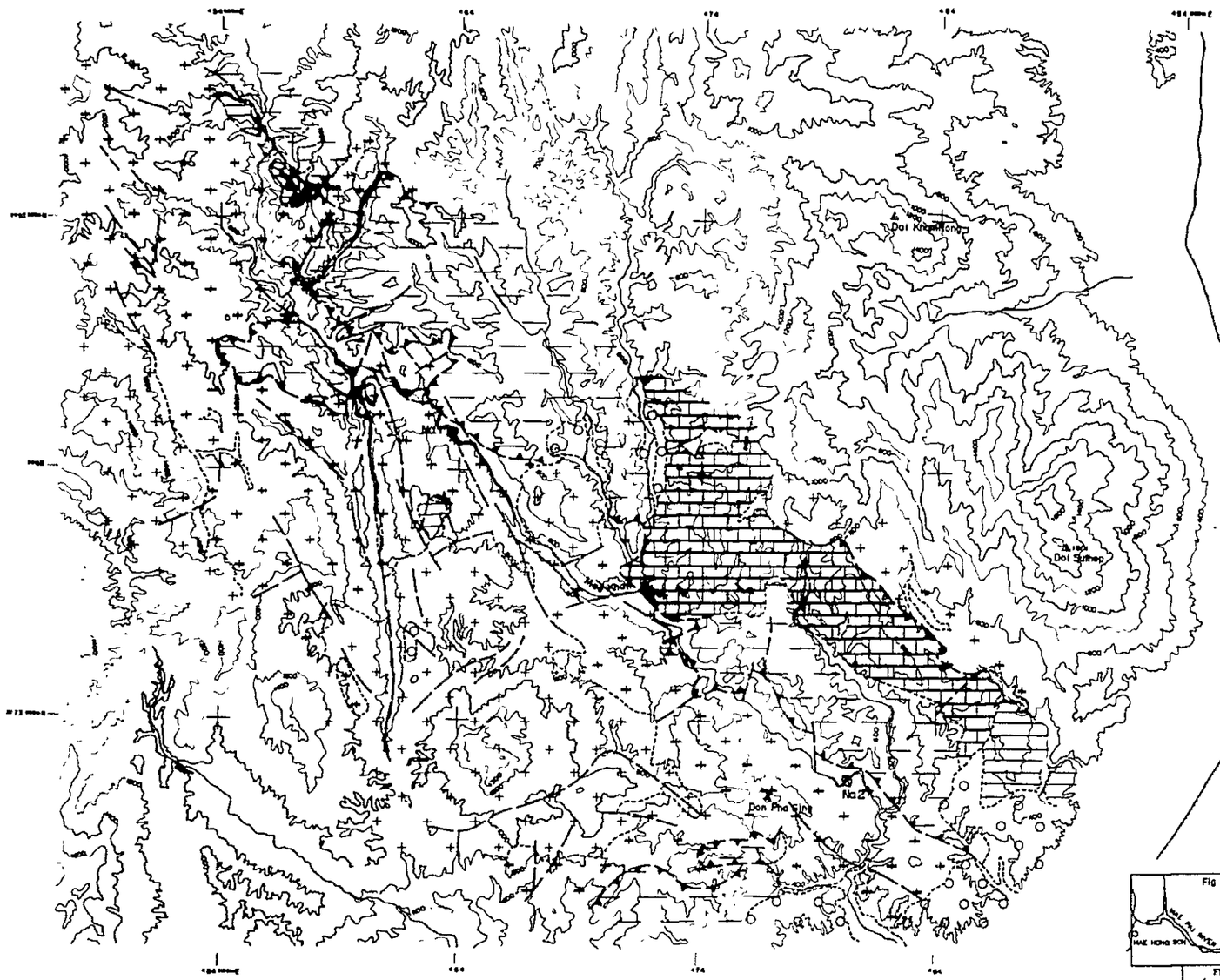
MAE PAI AND MAE CHAEM PROJECT
MASTER PLAN

GEOLOGY

MAE CHAEM RESERVOIR AREA PLAN
(2)

Fig 5 - 3 | June 1981

SHEET NO OF




## LEGEND

| | | |
|---|---|---|
| Cenozoic | Quaternary | Top soil, and terrace, floodplane riverbed and talus deposits |
| | Tertiary | Mudstone, sandstone and conglomerate |
| Paleozoic | Permian (Rat Buri group) | Massive light gray limestone |
| | Carboniferous | Shale, sandstone, conglomerate and chert |
| | Silurian~Devonian (Partly Ordovician) | Shale, sandy shale, sandstone and chert |
| | Ordovician (Thung Song group) | Well bedded to massive dark gray limestone, interbedded shale and sandstone |
| | Cambrian ~Ordovician | Shale and sandstone, in many places metamorphosed to schist, slate, quartzite and argillite |
| | Metamorphic rocks | Gneiss, schist, marble and anatexitic rocks |
| | Igneous rocks | Granite, granodiorite |

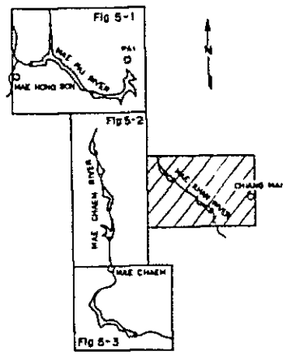
30 Strike and dip of bed

Fault (assumed)

Thrust fault (assumed)

Note

This map is complied from Geological Map of Northern Thailand (1/250,000) prepared by German Geological Mission in 1970




0 10km

MAE PAI AND MAE CHAEM PROJECT
MASTER PLAN

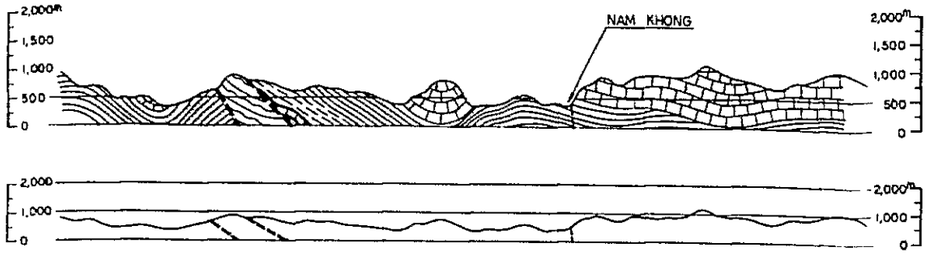
GEOLOGY

MAE KHAN RESERVOIR AREA PLAN

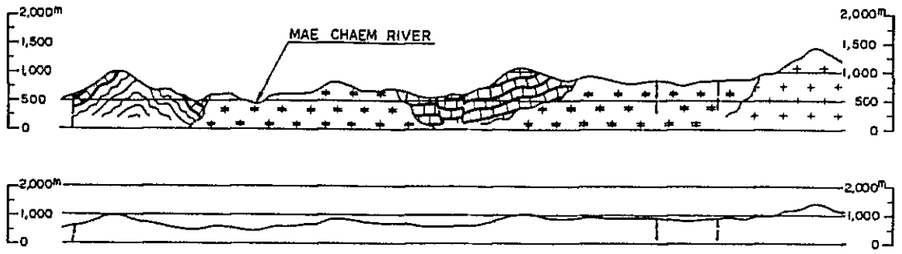
Fig 5 - 4 | June 1981

SHEET NO OF

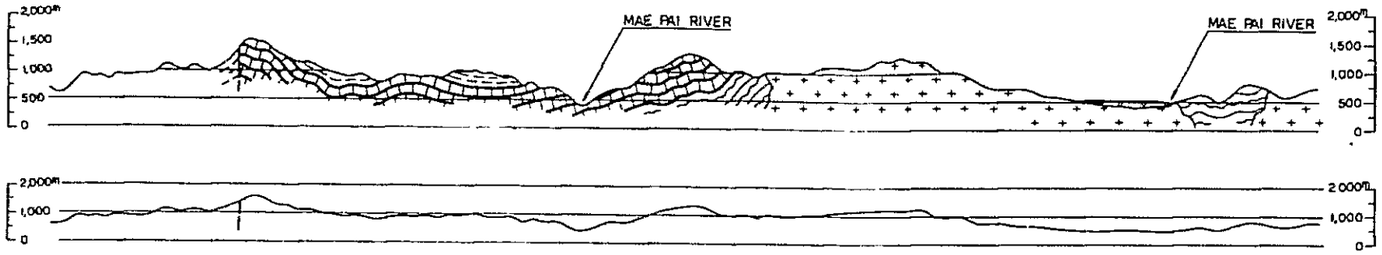
## SECTION A-A (MAE PAI Basin)



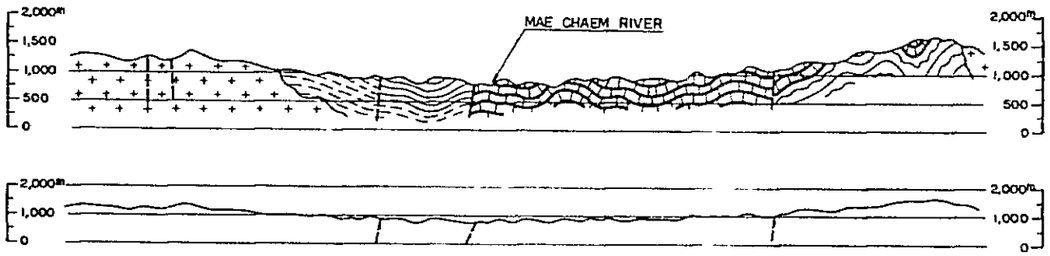

## SECTION E-E (MAE CHAEM Basin)



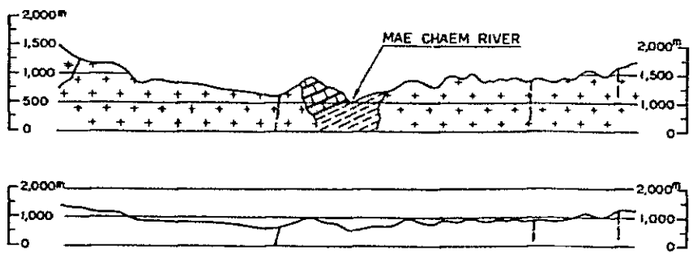

## SECTION B-B (MAE PAI Basin)




## SECTION C-C (MAE CHAEM Basin)




## SECTION D-D (MAE CHAEM Basin)




## LEGEND

| | | |
|---|---|---|
| Cenozoic | Quaternary | Top soil, and terrace, floodplane, riverbed and talus deposits |
| | Tertiary | Mudstone, sandstone and conglomerate |
| Paleozoic | Permian (Rat Buri group) | Massive light gray limestone |
| | Carboniferous | Shale, sandstone, conglomerate and chert |
| | Silurian~Devonian (Partly Ordovician) | Shale, sandy shale, sandstone and chert |
| | Ordovician (Thung Song group) | Well bedded to massive dark gray limestone, interbedded shale and sandstone |
| | Cambrian ~ Ordovician | Shale and sandstone, in many places metamorphosed to schist, slate, quartzite and argillite |
| | Metamorphic rocks | Gneiss, schist, marble and anatexitic rocks |
| | Igneous rocks | Granite, granodiorite |
| | Fault (assumed) | |
| | Thrust fault (assumed) | |

Note

This map is compiled from aerial photo geological interpretation and Geological Map of Northern Thailand (1/250,000) prepared by German Geological Mission in 1970

The geologic section is drawn on a different scale for vertical and horizontal The real topographic profile in natural scale is shown below each geologic section

0 — 10km

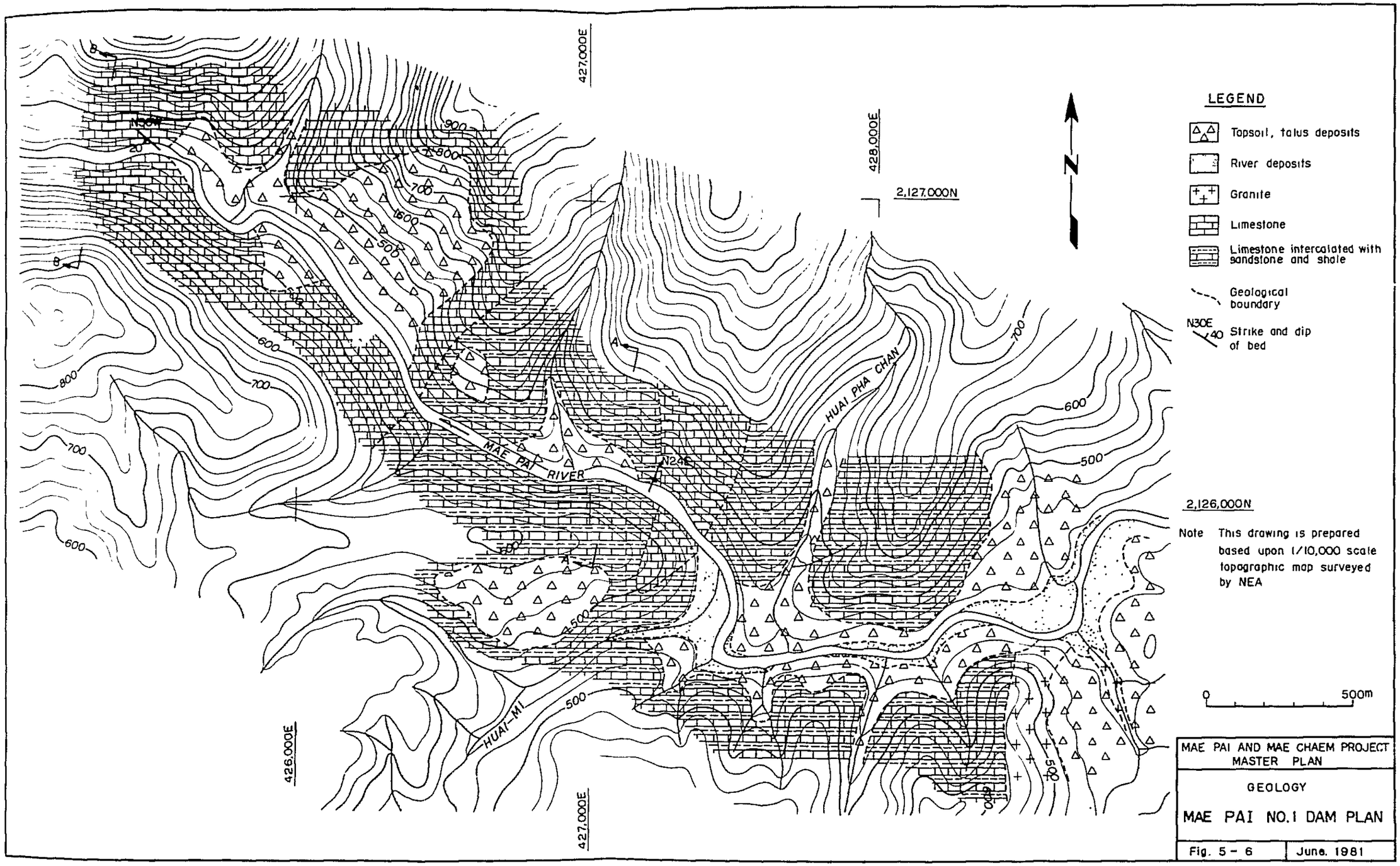
(Horizontal scale)

MAE PAI AND MAE CHAEM PROJECT
MASTER PLAN

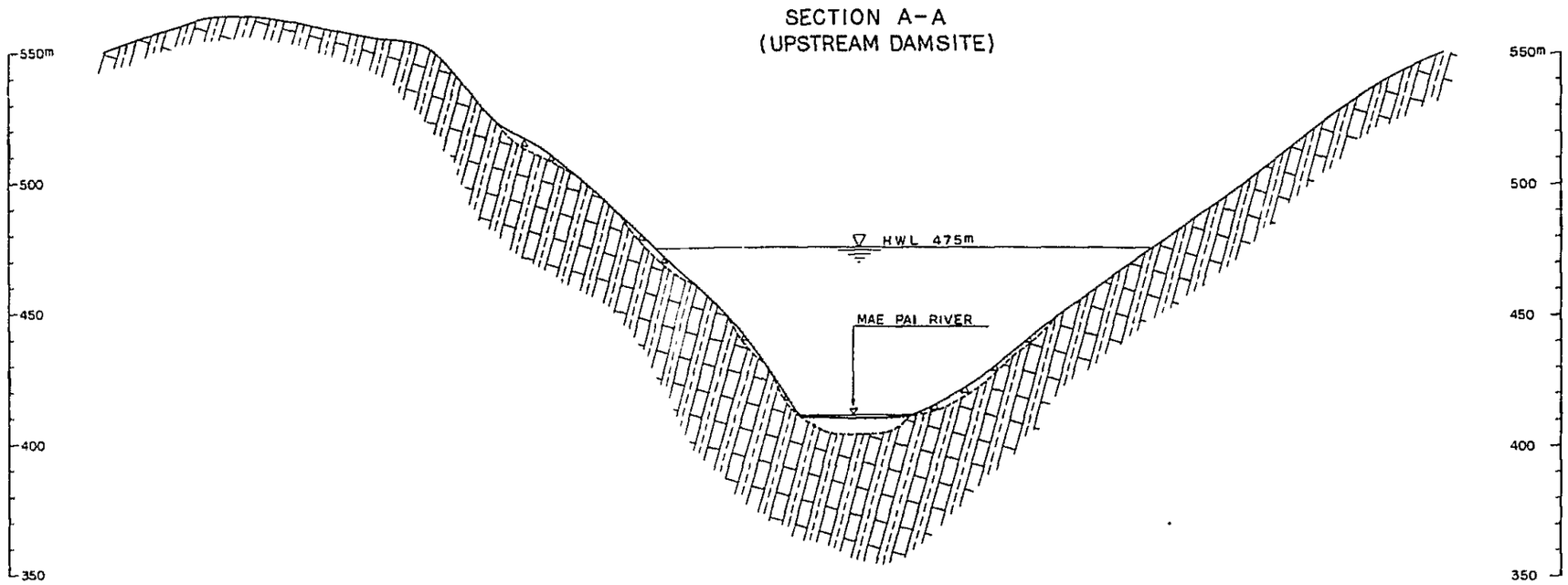
GEOLOGY

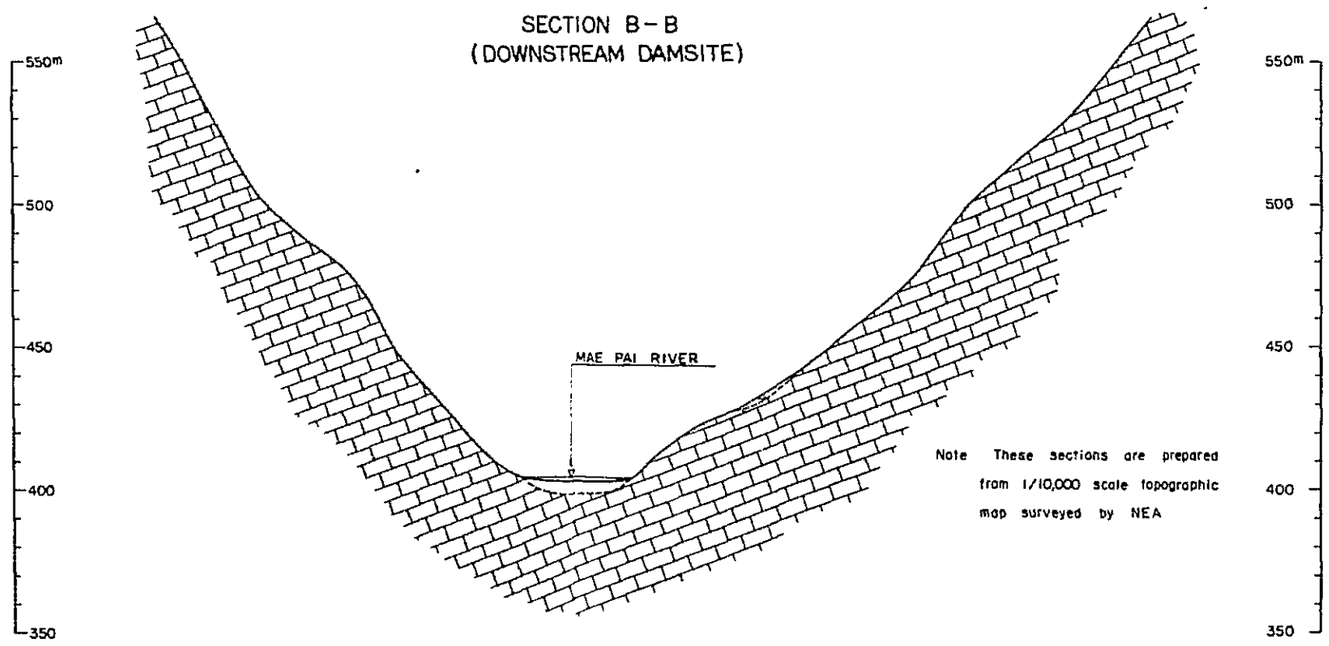
RESERVOIR AREA PROFILE

Fig 5 - 5 | June 1981



LEGEND
Topsoil, talus deposits
River deposits
Granite
Limestone
Limestone intercalated with sandstone and shale
Geological boundary
N30E 40 Strike and dip of bed
N
2,127,000N
2,126,000N
427,000E
428,000E
426,000E
MAE PAI RIVER
HUAI PHA CHAN
HUAI-MI
N24E
N30W
Note This drawing is prepared based upon 1/10,000 scale topographic map surveyed by NEA
0 500m
MAE PAI AND MAE CHAEM PROJECT MASTER PLAN
GEOLOGY
MAE PAI NO.1 DAM PLAN
Fig. 5 - 6
June. 1981




Note These sections are prepared from 1/10,000 scale topographic map surveyed by NEA

LEGEND

- Topsoil, talus deposits
- River deposits
- Limestone
- Limestone intercalated with sandstone and shale
- Geological boundary

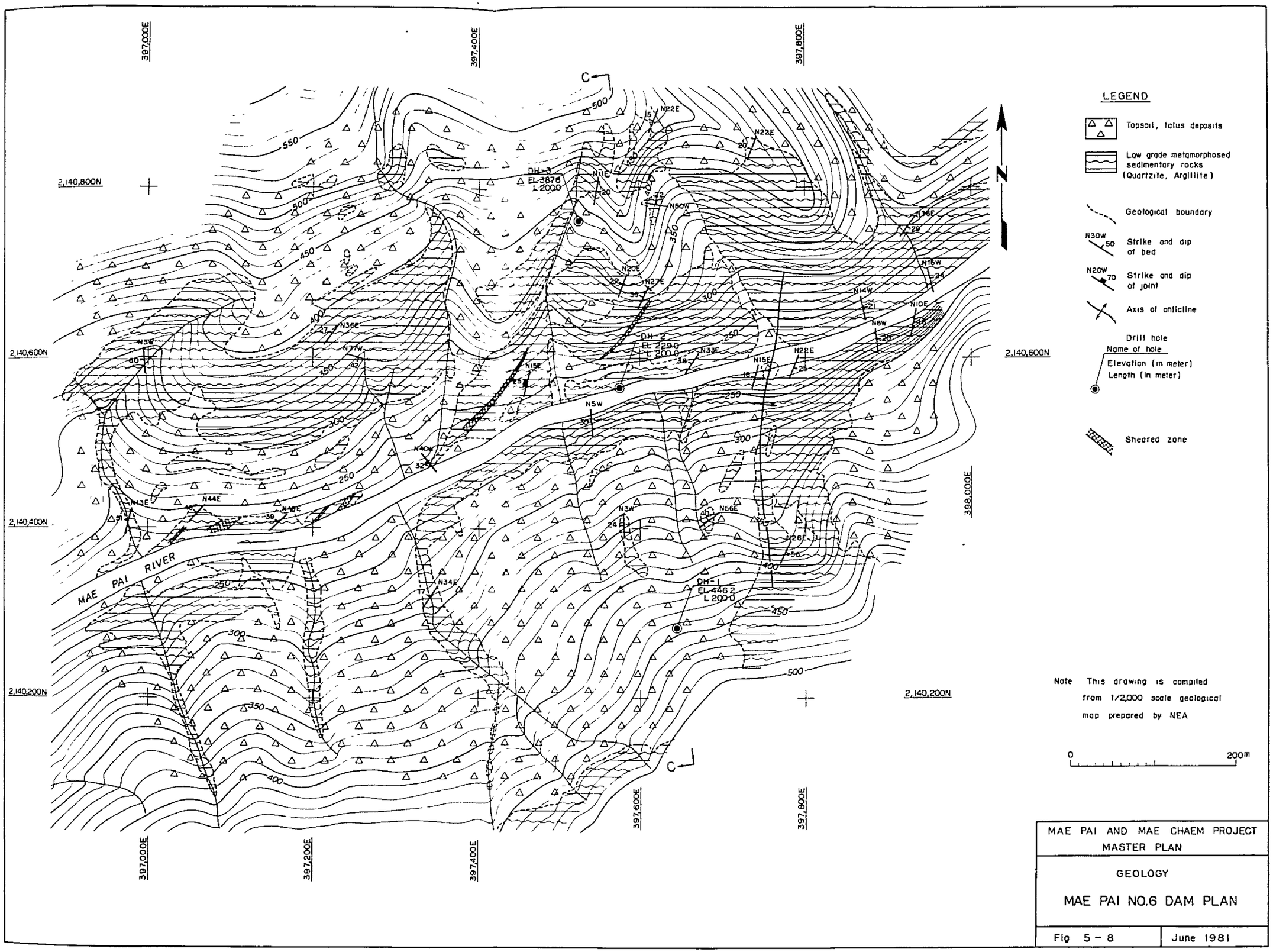
0 100m

MAE PAI AND MAE CHAEM PROJECT
MASTER PLAN

GEOLOGY

MAE PAI NO.1 DAM PROFILE

Fig. 5 - 7 | June. 1981

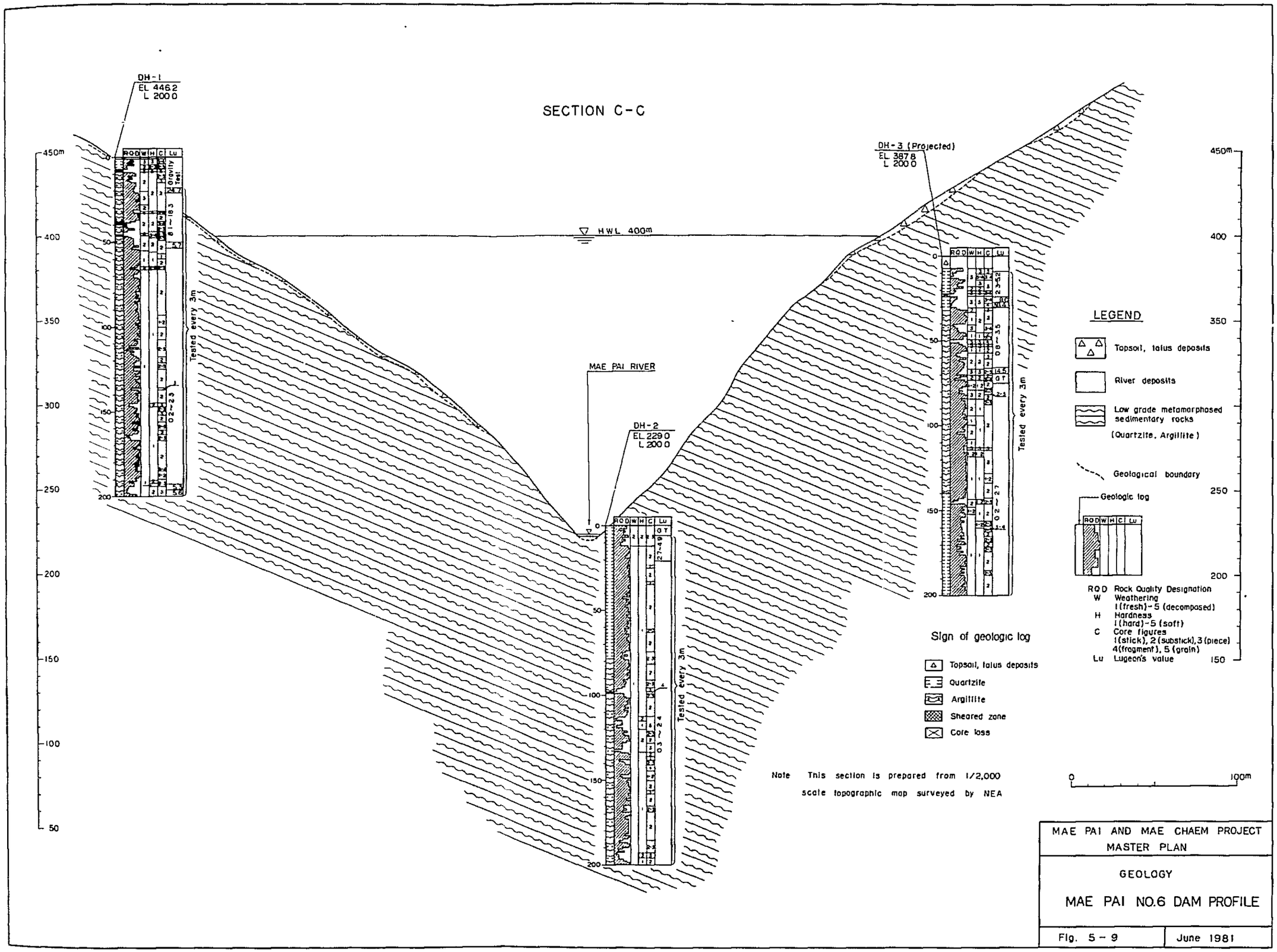



MAE PAI AND MAE CHAEM PROJECT
MASTER PLAN

GEOLOGY

MAE PAI NO.6 DAM PLAN

Fig 5 - 8 | June 1981

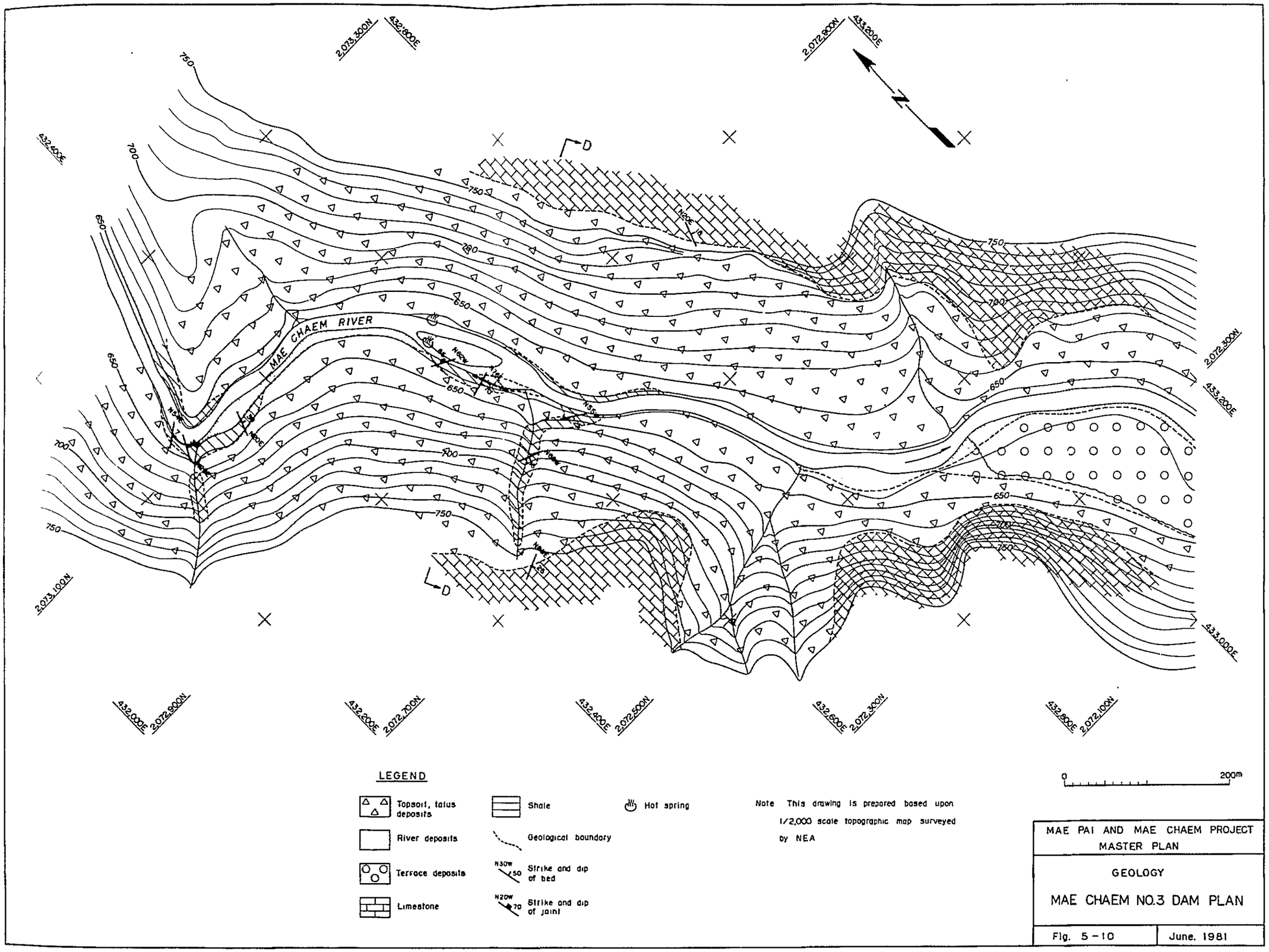



MAE PAI AND MAE CHAEM PROJECT
MASTER PLAN

GEOLOGY

MAE PAI NO.6 DAM PROFILE

Fig. 5 - 9 | June 1981



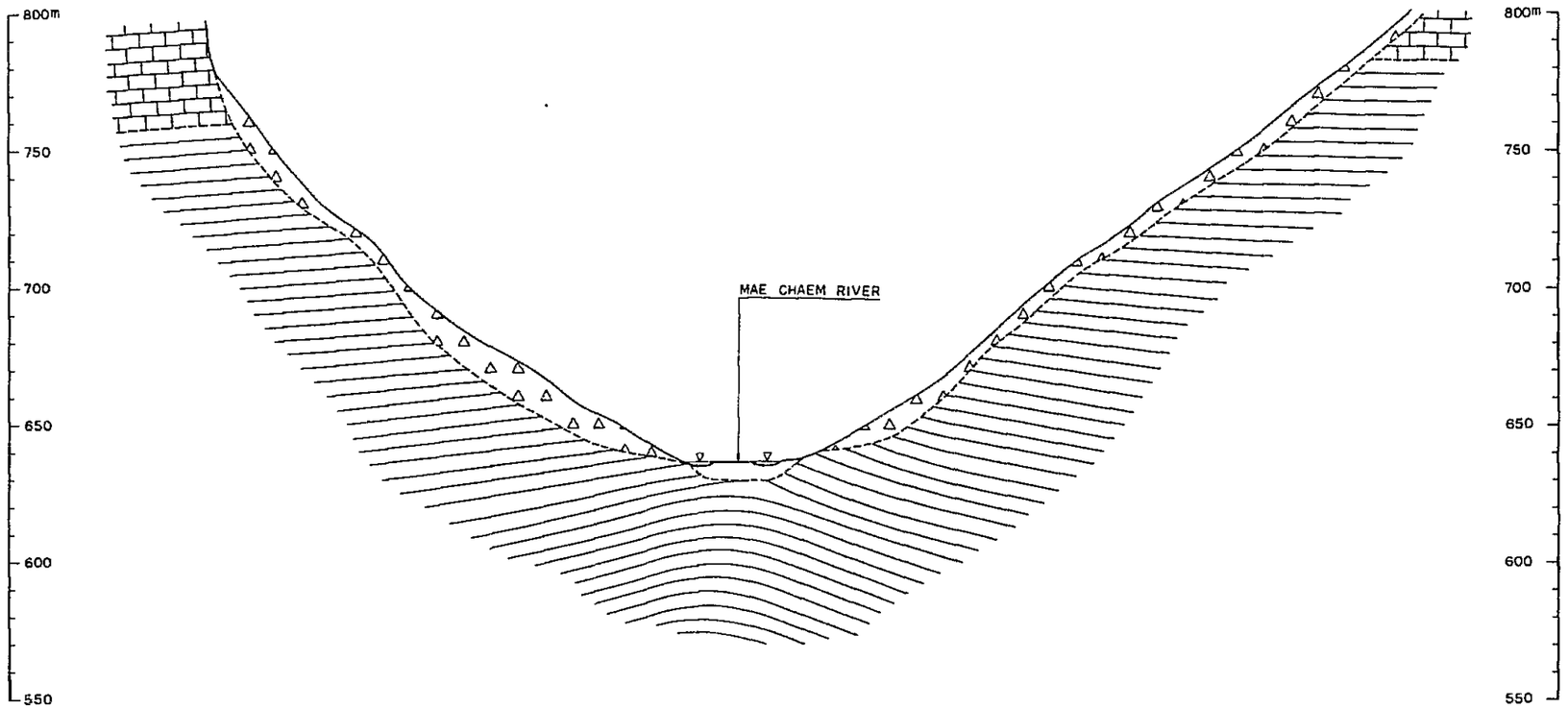

MAE PAI AND MAE CHAEM PROJECT
MASTER PLAN

GEOLOGY

MAE CHAEM NO.3 DAM PLAN

Fig. 5-10 | June. 1981

SECTION D-D



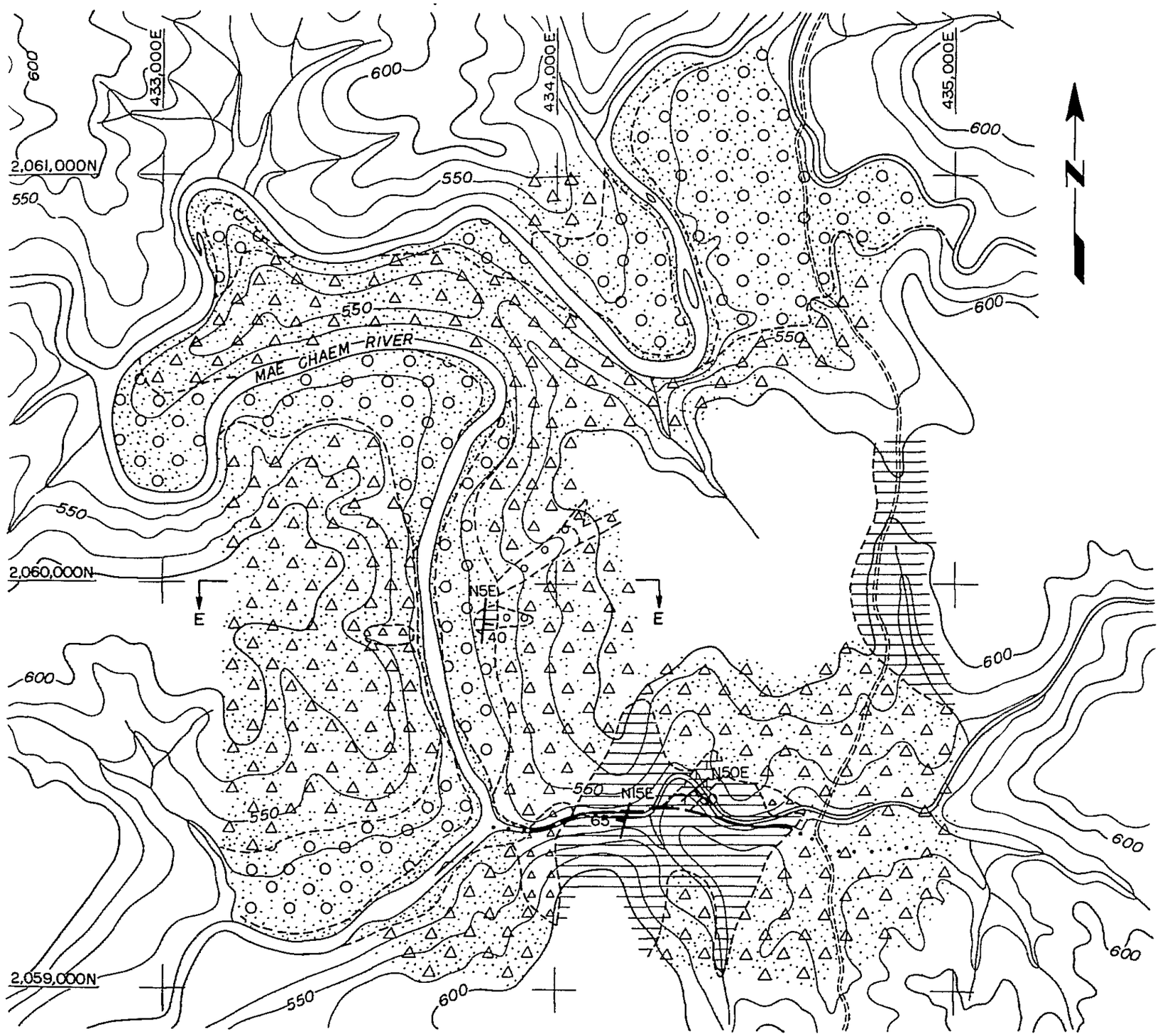

LEGEND

- Topsoil, talus deposits
- River deposits
- Limestone
- Shale
- Geological boundary

Note This section is prepared from 1/2,000 scale topographic map surveyed by NEA

0 100m

| MAE PAI AND MAE CHAEM PROJECT MASTER PLAN | |
|---|---|
| GEOLOGY<br>MAE CHAEM NO.3 DAM PROFILE | |
| Fig 5-11 | June 1981 |




LEGEND

- Topsoil, talus deposits
- River deposits
- Terrace deposits
- Breccia
- Conglomerate
- Shale
- Limestone
- Geological boundary
- N30E 40 Strike and dip of bed
- Estimated fault

Note: This drawing is prepared based upon 1/10,000 scale topographic map surveyed by NEA.

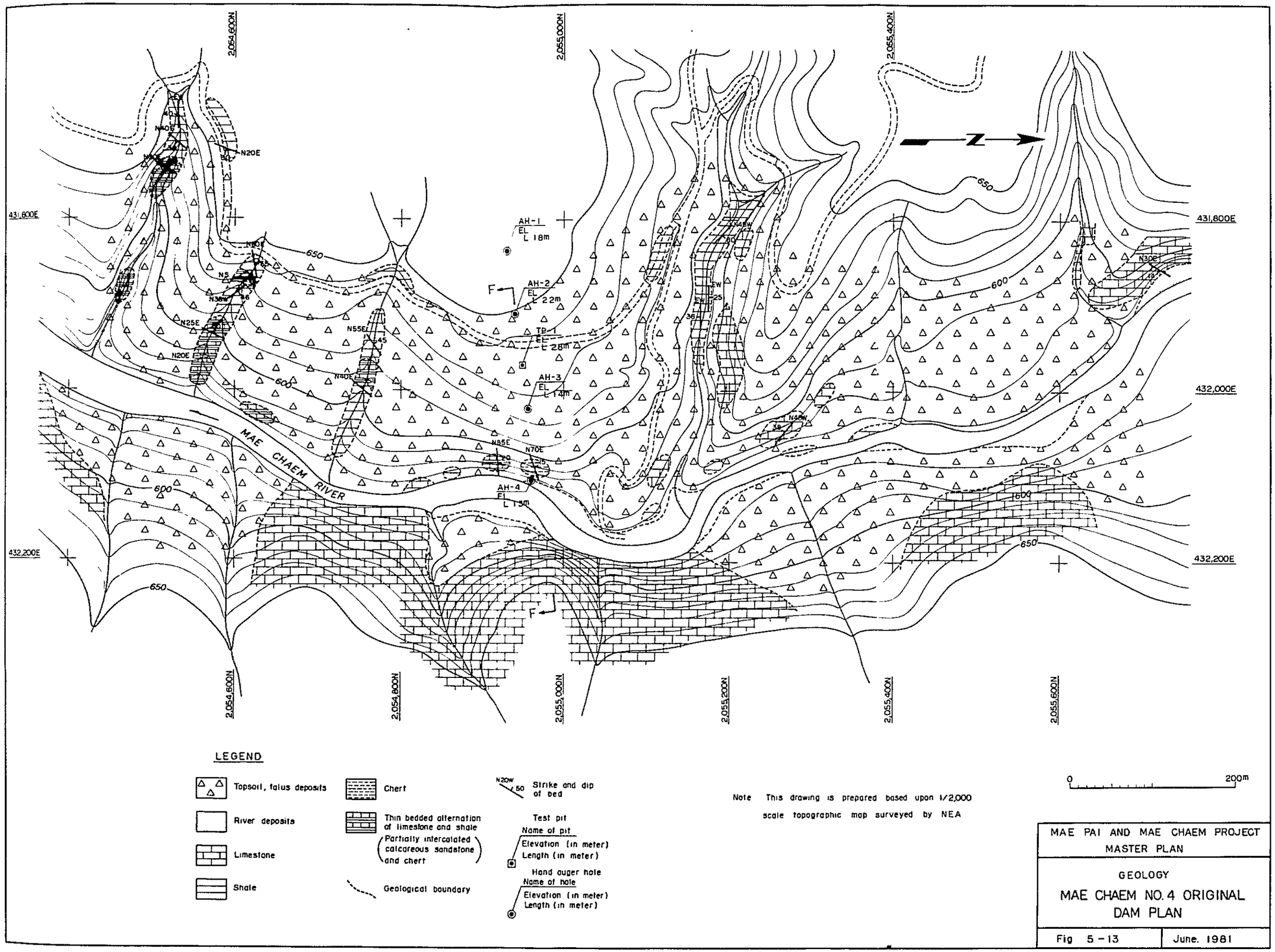
0 500m

MAE PAI AND MAE CHAEM PROJECT
MASTER PLAN

GEOLOGY

MAE CHAEM NO.4 ALTERNATIVE DAM PLAN

Fig. 5 – 12 | June. 1981



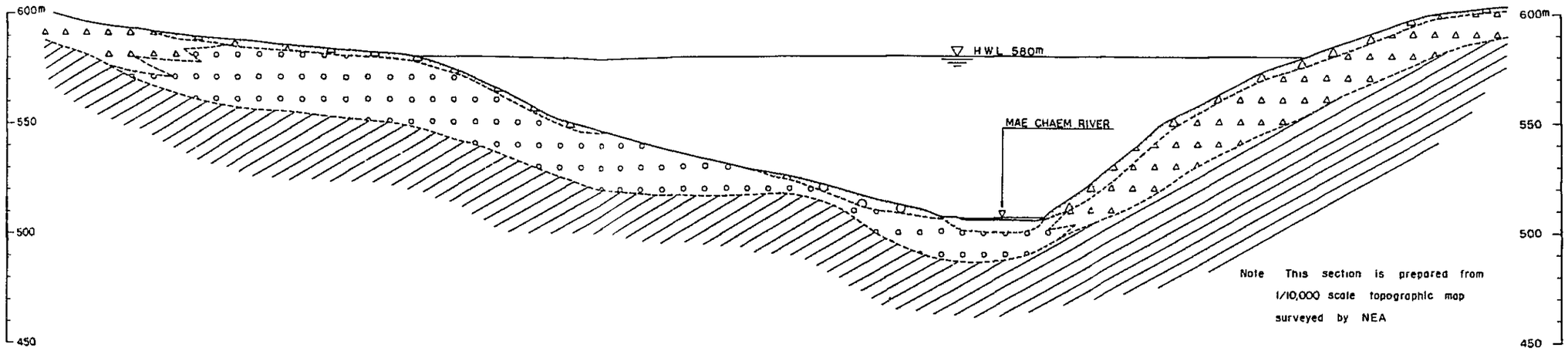

MAE PAI AND MAE CHAEM PROJECT
MASTER PLAN

GEOLOGY

MAE CHAEM NO. 4 ORIGINAL DAM PLAN

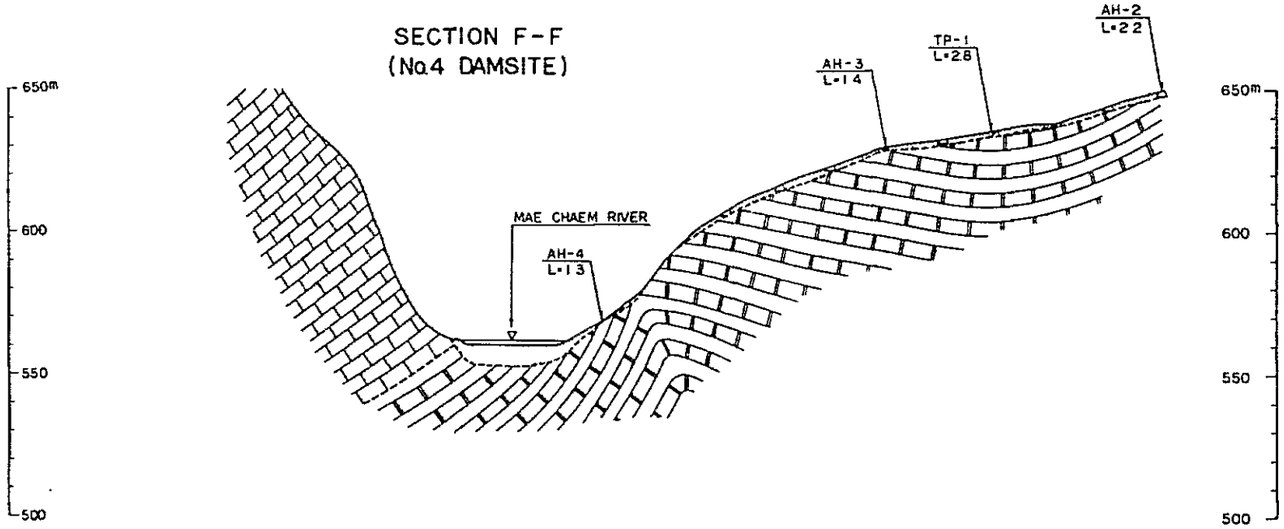
Fig 5 - 13 | June. 1981

## SECTION E-E
( No.4 ALTERNATIVE DAMSITE)




Note This section is prepared from 1/10,000 scale topographic map surveyed by NEA

## SECTION F-F
(No.4 DAMSITE)



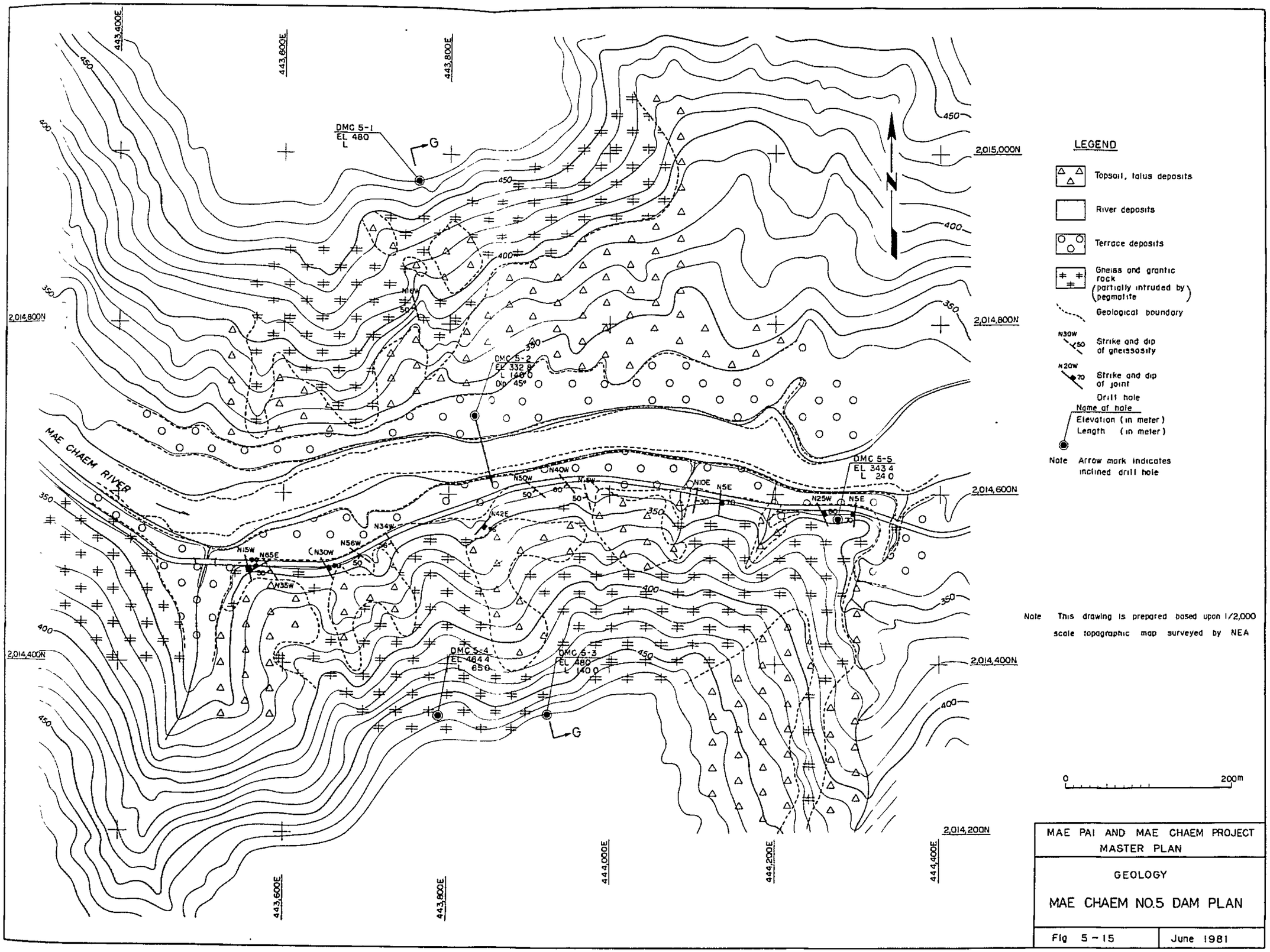

Note This section is prepared from 1/2,000 scale topographic map surveyed by NEA

### LEGEND

- Topsoil, talus deposits
- River deposits
- Terrace deposits
- Breccia
- Conglomerate
- TP-1 Test pit (Length (in meter))
- AH-2 Hand auger hole (Length (in meter))
- Limestone
- Shale
- Shale intercalated with thin bedded alternation of limestone and shale (Partially intercalated calcareous sandstone and chert)
- Geological boundary

0 — 100m

| | |
|---|---|
| MAE PAI AND MAE CHAEM PROJECT MASTER PLAN | |
| GEOLOGY<br>MAE CHAEM NO.4 DAM PROFILE | |
| Fig. 5-14 | June, 1981 |

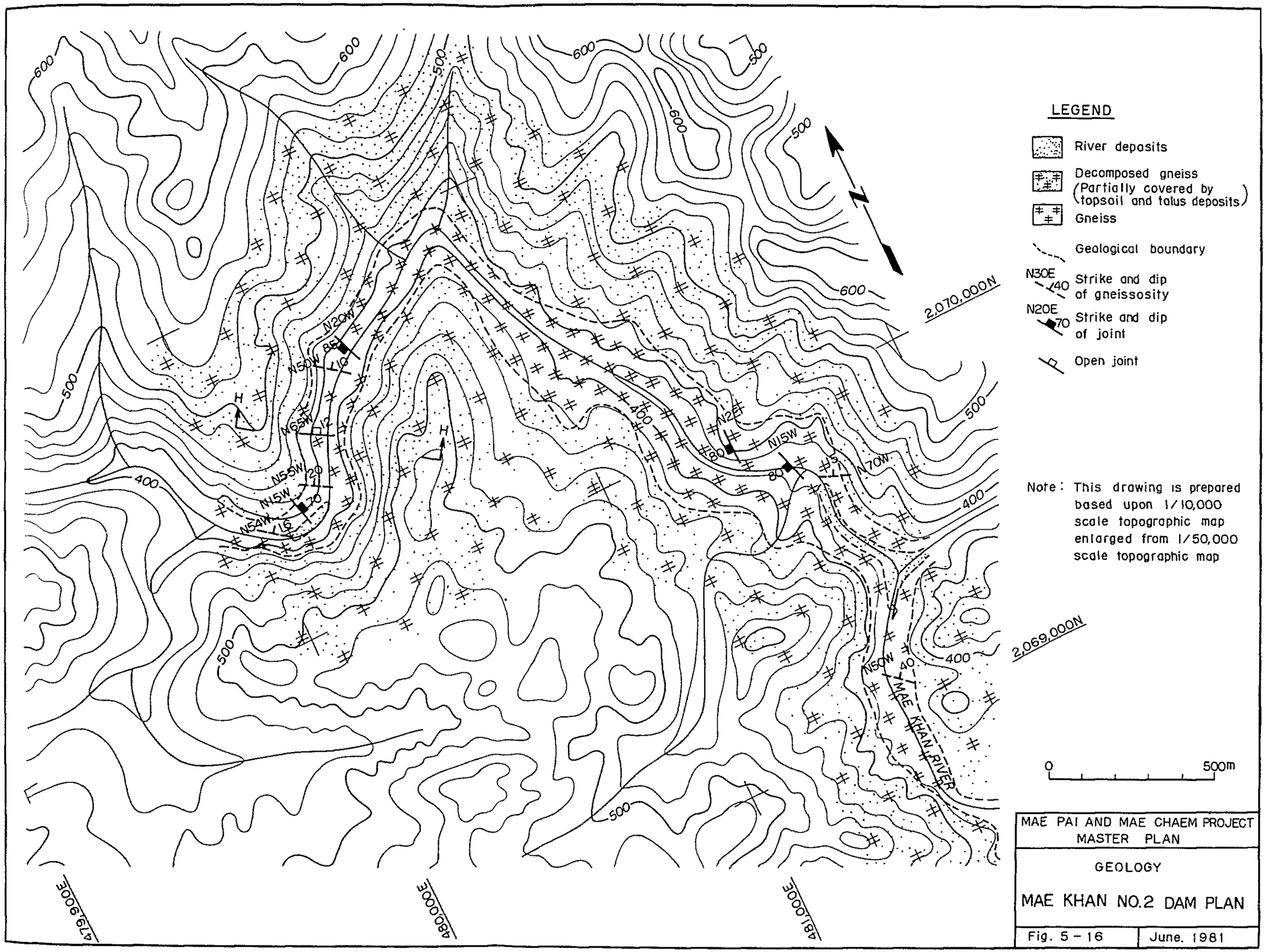


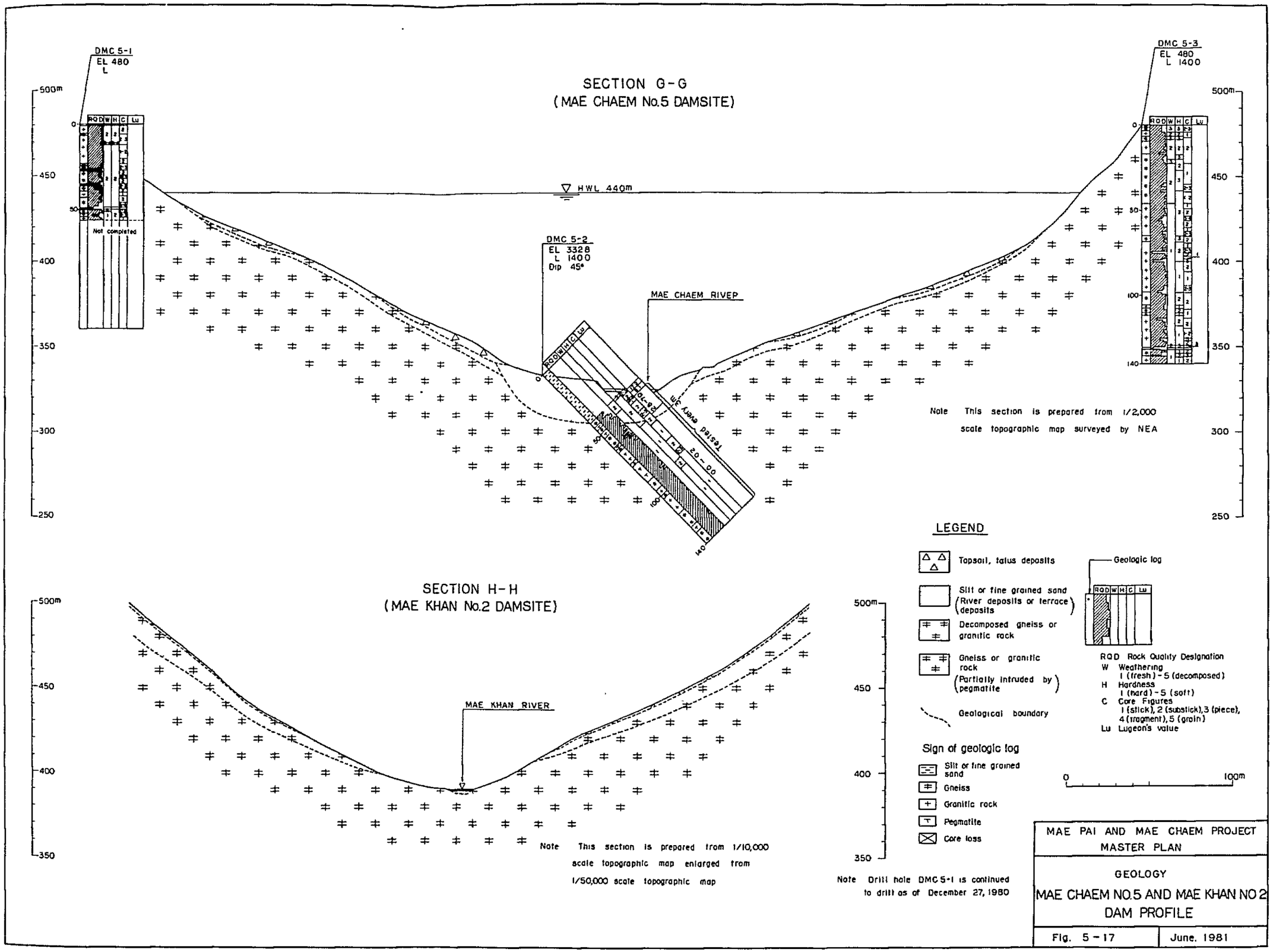

MAE PAI AND MAE CHAEM PROJECT
MASTER PLAN

GEOLOGY

MAE CHAEM NO.5 DAM PLAN

Fig 5 – 15 | June 1981


LEGEND
River deposits
Decomposed gneiss (Partially covered by topsoil and talus deposits)
Gneiss
Geological boundary
N30E 40 Strike and dip of gneissosity
N20E 70 Strike and dip of joint
Open joint
Note: This drawing is prepared based upon 1/10,000 scale topographic map enlarged from 1/50,000 scale topographic map
0 500m
2,070,000N
2,069,000N
479,900E
480,000E
480,100E
MAE KHAN RIVER
600
500
400
N20W
N50W
N65W
N55W
N15W
N54W
N2
N15W
N70W
N50W
MAE PAI AND MAE CHAEM PROJECT
MASTER PLAN
GEOLOGY
MAE KHAN NO.2 DAM PLAN
Fig. 5 - 16
June. 1981

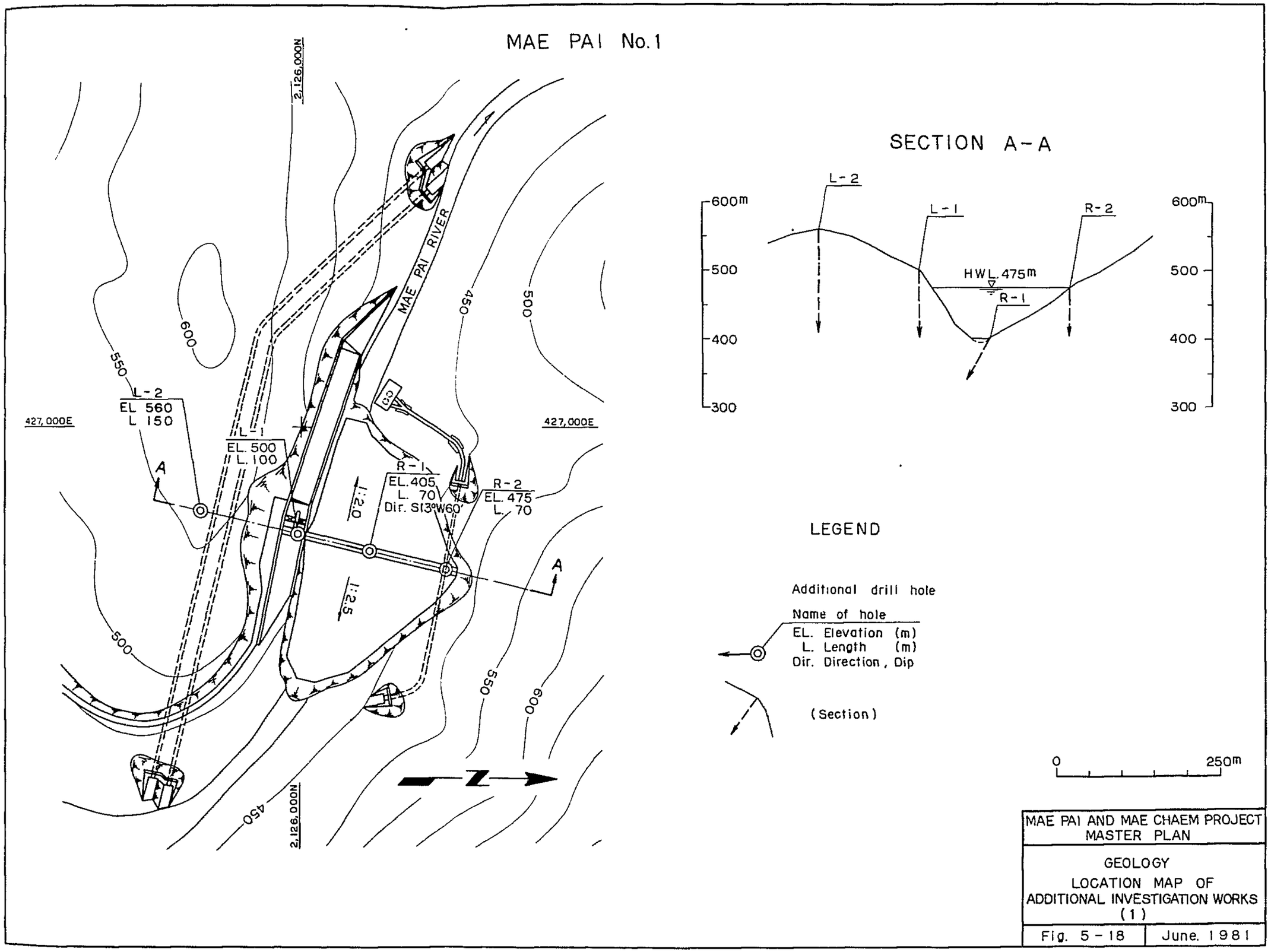


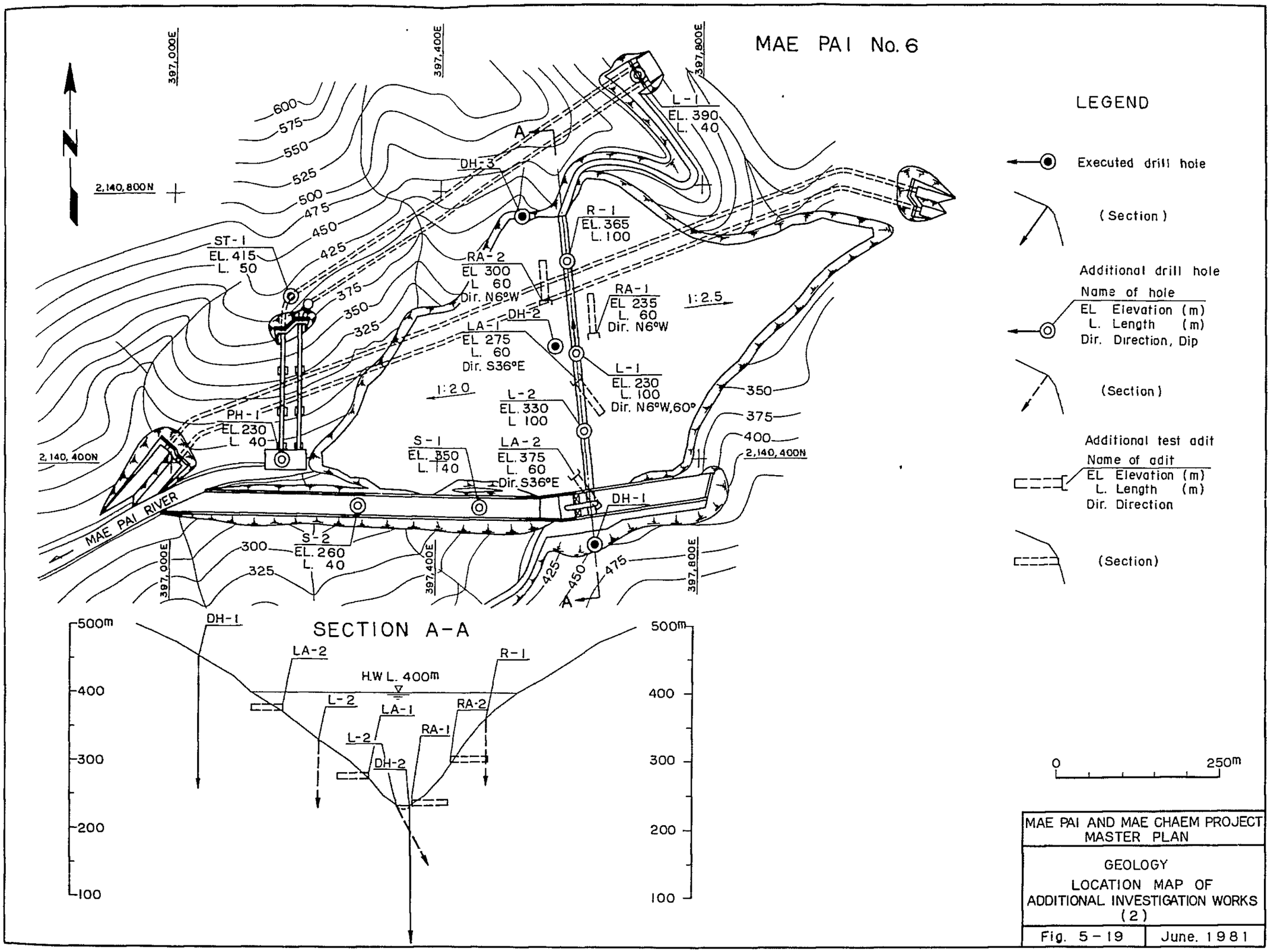

MAE PAI AND MAE CHAEM PROJECT
MASTER PLAN

GEOLOGY

MAE CHAEM NO.5 AND MAE KHAN NO.2 DAM PROFILE

Fig. 5 - 17 | June, 1981


MAE PAI No.1
2,126,000N
427,000E
427,000E
2,126,000N
MAE PAI RIVER
450
500
550
600
L-2
EL 560
L 150
L-1
EL. 500
L. 100
R-1
EL. 405
L. 70
Dir. S13°W60°
R-2
EL. 475
L. 70
1:2.0
1:2.5
A
A
N
SECTION A-A
600m
500
400
300
L-2
L-1
R-2
HWL. 475m
R-1
LEGEND
Additional drill hole
Name of hole
EL. Elevation (m)
L. Length (m)
Dir. Direction, Dip
(Section)
0
250m
MAE PAI AND MAE CHAEM PROJECT
MASTER PLAN
GEOLOGY
LOCATION MAP OF
ADDITIONAL INVESTIGATION WORKS
(1)
Fig. 5-18
June. 1981



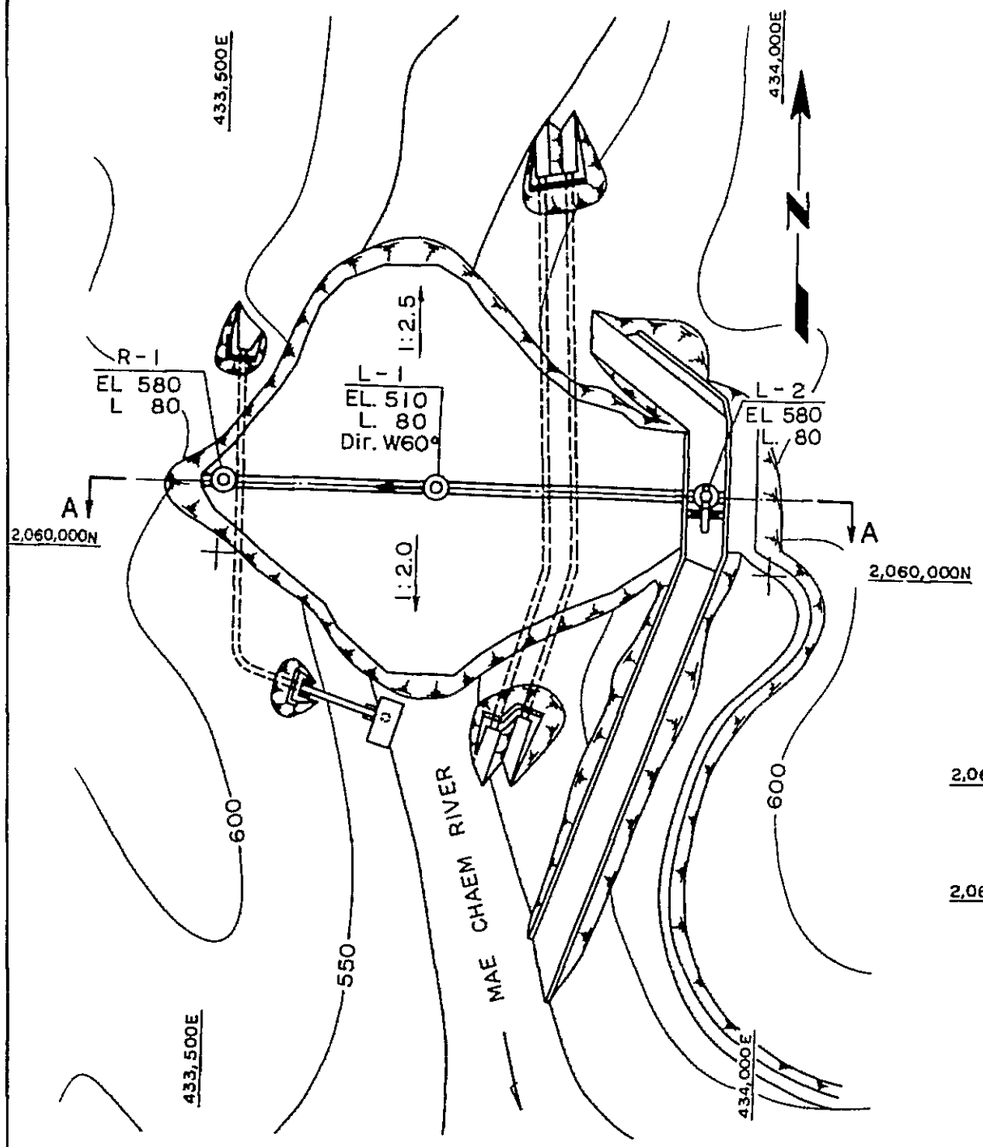

MAE PAI AND MAE CHAEM PROJECT
MASTER PLAN

GEOLOGY
LOCATION MAP OF
ADDITIONAL INVESTIGATION WORKS
(2)

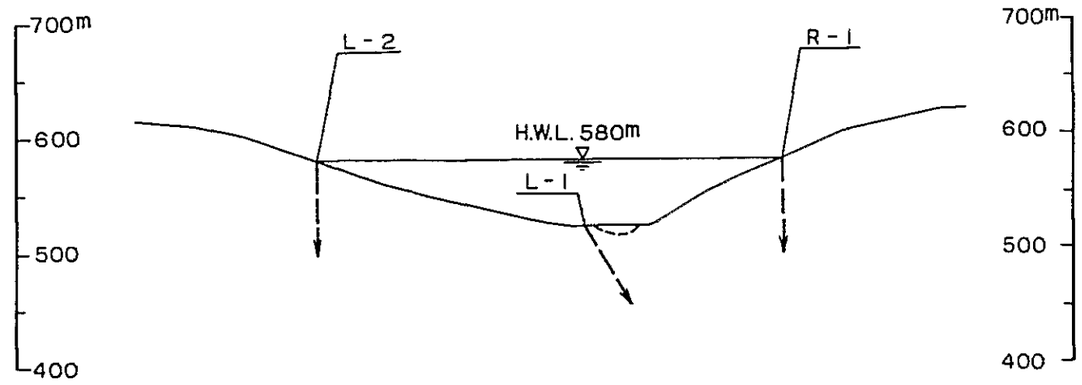
Fig. 5-19 | June. 1981

# MAE CHAEM ALTERNATIVE No. 4

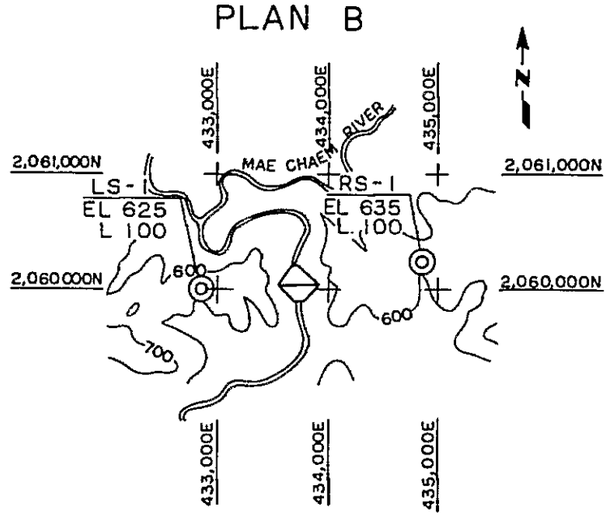
## PLAN A



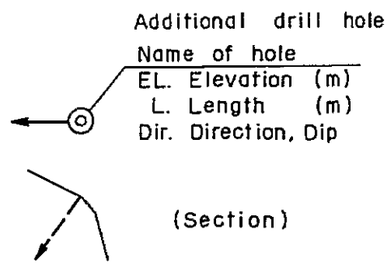

## SECTION A-A




## PLAN B



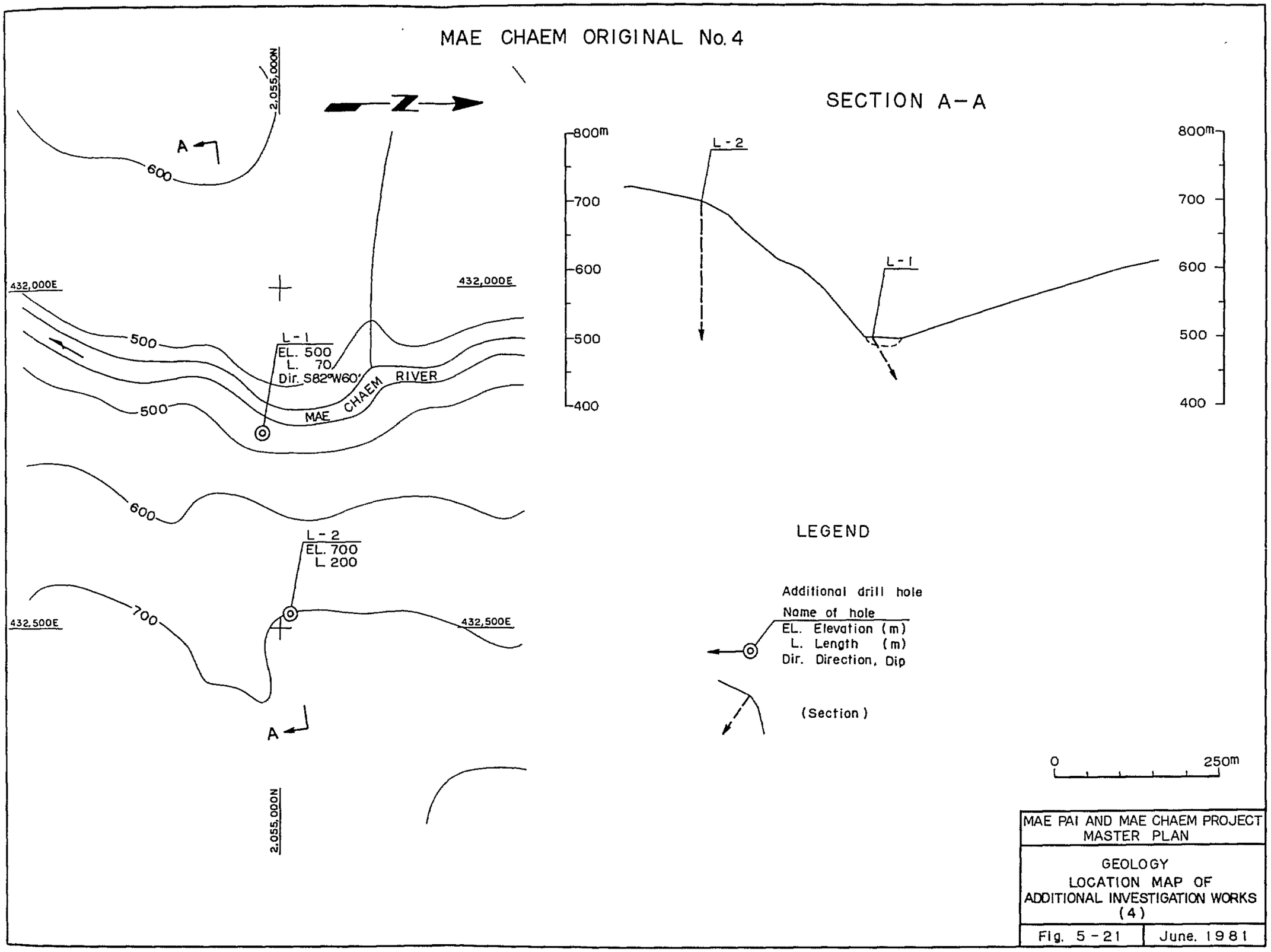

## LEGEND

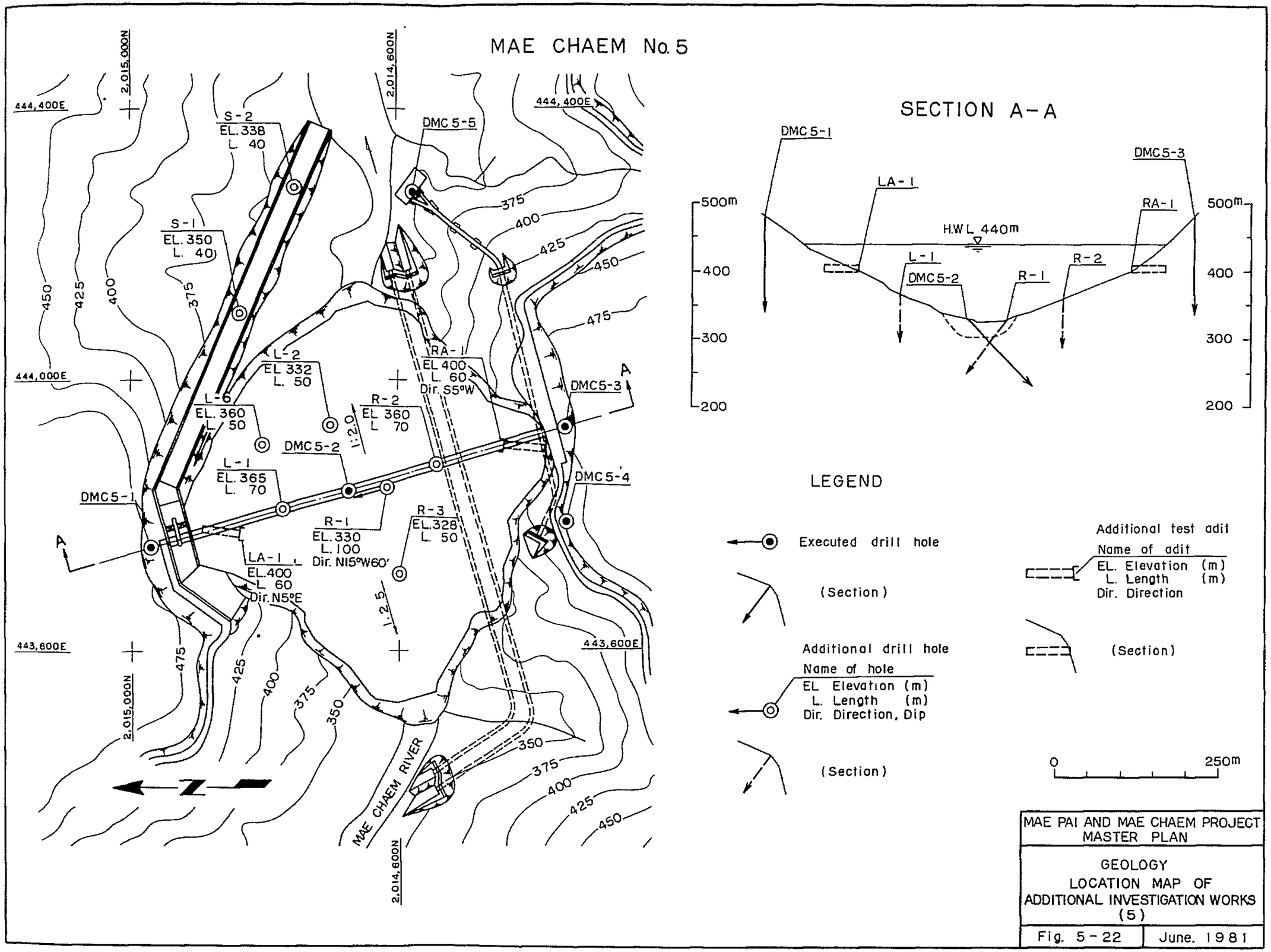



0 250m
(PLAN A)

0 2.5km
(PLAN 8)

| MAE PAI AND MAE CHAEM PROJECT MASTER PLAN | |
|---|---|
| GEOLOGY LOCATION MAP OF ADDITIONAL INVESTIGATION WORKS (3) | |
| Fig. 5-20 | June. 1981 |


MAE CHAEM ORIGINAL No. 4
SECTION A-A
2,055,000N
A
600
432,000E
500
L-1
EL. 500
L. 70
Dir. S82°W60°
MAE CHAEM RIVER
L-2
EL. 700
L 200
700
432,500E
800m
700
600
500
400
LEGEND
Additional drill hole
Name of hole
EL. Elevation (m)
L. Length (m)
Dir. Direction, Dip
(Section)
0
250m
MAE PAI AND MAE CHAEM PROJECT
MASTER PLAN
GEOLOGY
LOCATION MAP OF
ADDITIONAL INVESTIGATION WORKS
(4)
Fig. 5-21
June, 1981

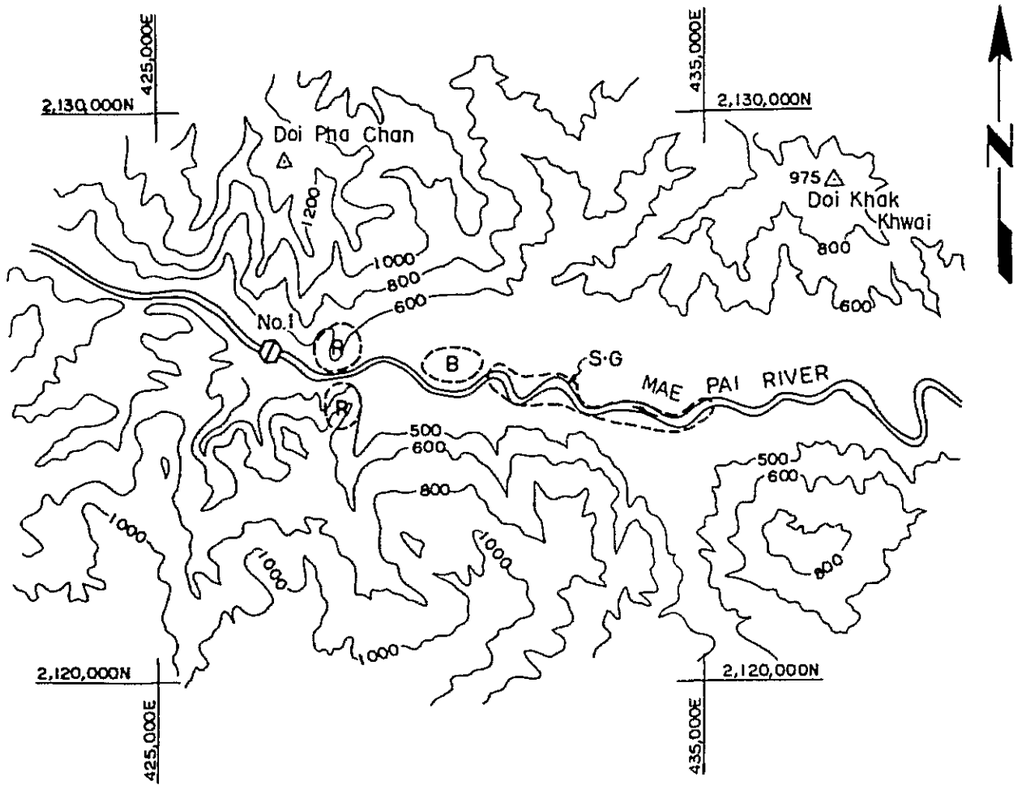



MAE PAI AND MAE CHAEM PROJECT
MASTER PLAN

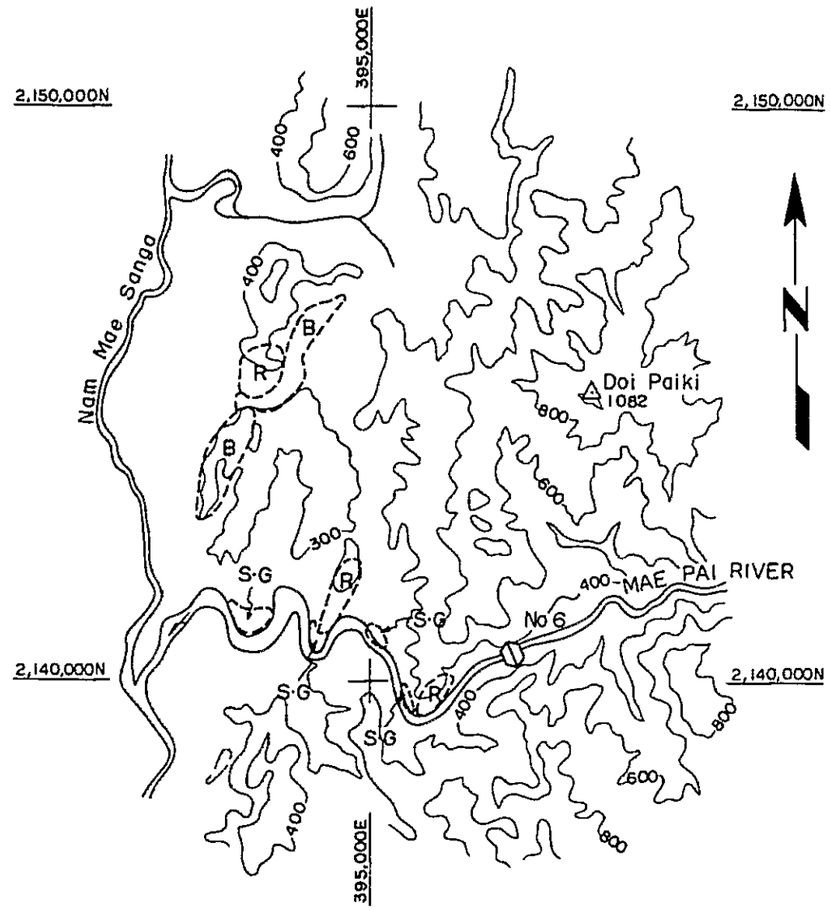
GEOLOGY
LOCATION MAP OF
ADDITIONAL INVESTIGATION WORKS
(5)

Fig. 5-22 | June. 1981

## MAE PAI No. 1




## MAE PAI No. 6

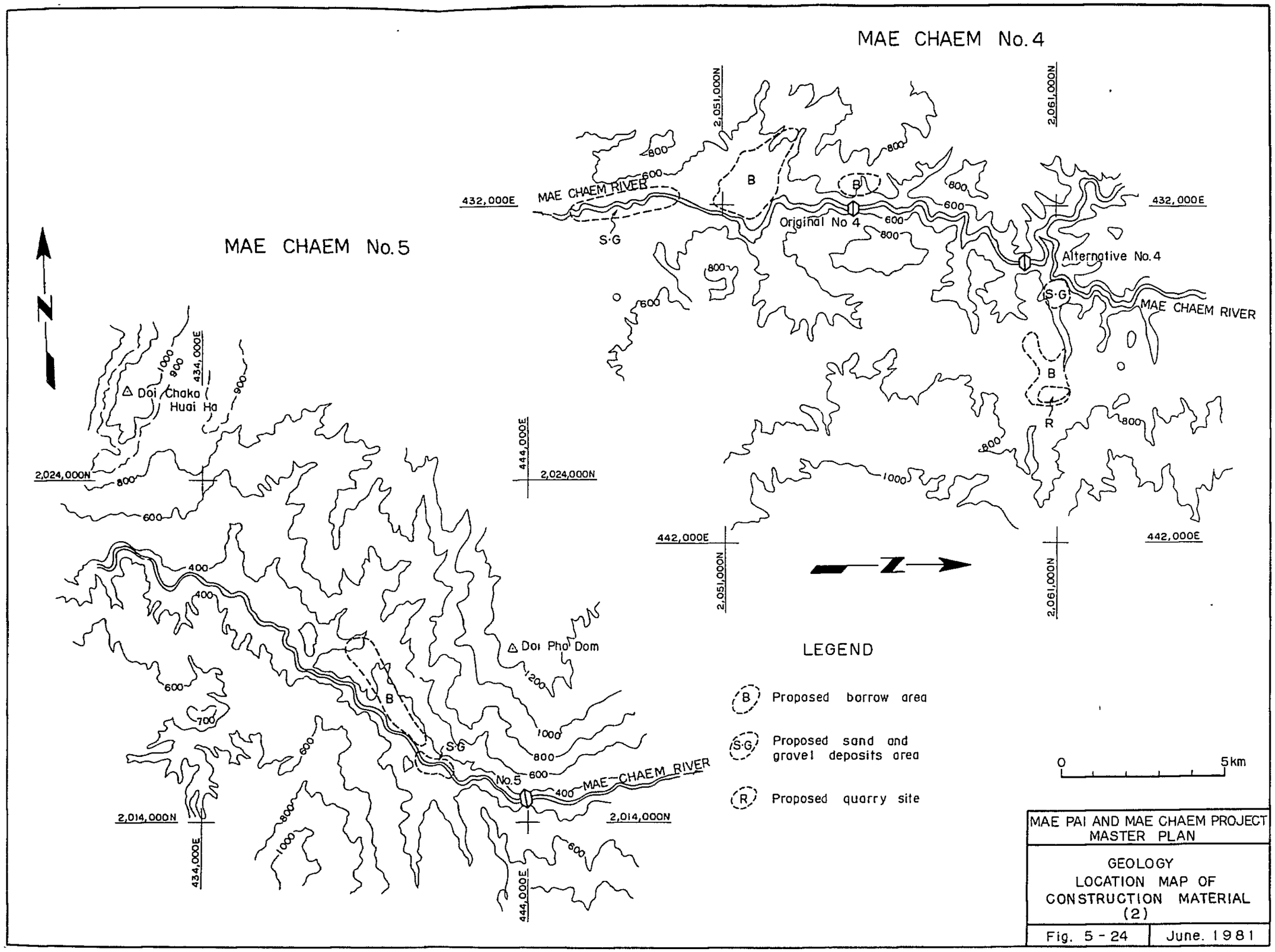



## LEGEND

- (B) Proposed borrow area
- (S·G) Proposed sand and gravel deposits area
- (R) Proposed quarry site

0 — 5km

| MAE PAI AND MAE CHAEM PROJECT MASTER PLAN | |
|---|---|
| GEOLOGY LOCATION MAP OF CONSTRUCTION MATERIAL (1) | |
| Fig. 5 - 23 | June. 1981 |




MAE PAI AND MAE CHAEM PROJECT
MASTER PLAN

GEOLOGY
LOCATION MAP OF
CONSTRUCTION MATERIAL
(2)

Fig. 5 - 24 | June. 1981

Table 5-4-1 Generalized Geological Sequence of Project Area

| Era | Period | Group | Lithology | Igneous Rocks and Metamorphic Rocks | Main Distribution Area |
|---|---|---|---|---|---|
| Cenozoic | Pleistocene-Holocene | | Unconsolidated clay, silt, sand, and gravel of stream channels, flood plains, and terraces.<br>Residual lateritic deposits. | | In the basins of Amphoe Pai, Ban Paeng and Amphoe Mae Chaem |
| | Tertiary | | Semi-consolidated fluviatile and lacustrine deposits of clay, sand gravel, calcareous tufa and minor lignite. | | In the basis of Amphoe Pai and Amphoe Mae Chaem<br>Hilly area in the west of the Chiang Mai plane |
| Mesozoic | Teriassic | | | Biotite granite, granodiorite | East of the Mae Pai No. 1 site<br>Mountainous area along Mae Chaem River in the upstream of Amphoe Mae Chaem |
| Paleozoic | Permian | Rat Buri | Massive light gray limestone. | | North of Mae Pai River |
| | Carboniferous | | Shale, sandstone, conglomerate and chert | Biotite-muscovite granite | Igneous rocks: Mountainous area in west of the Chiang Mai plane<br>Sedimentary rocks: Along Khong River<br>West of Mae Chaem River in the upstream of the Mae Chaem No. 3 site |
| | Silurian-Devonian | | Shale, sandstone, sandy shale and chert. In some places interbedded with limestone. | | Along Mae Chaem River in the upstream of the Mae Chaem No. 4 site<br>South of Mae Pai River |
| | Ordovician | Thung Song | Well bedded to massive dark gray limestone. In some places interbedded with shale and sandstone. | | Along Mae Chaem River in the upstream of the Mae Chaem No. 5 site<br>Along Mae Pai River between the Mae Pai No. 6 and No. 1 sites |
| | Cambrian-Ordovician | | Shale and sandstone, in many places metamorphosed to schist, slate, quartzite and argillite | | Around the Mae Pai No. 6 site |
| Precambrian | | | | Gneiss, schist, marble and anatexitic rocks | Around the Mae Chaem No. 5 site and around the east side of drainage divide of Mae Chaem River<br>Along Mae Khan River |

# 第６章　開発計画

# 第6章　開　発　計　画

## 6.1　過去に実施された調査

本計画は過去において日本政府や米国コンサルタントにより踏査段階の調査がなされ，夫々次の様な報告書が作成されている。

1. タイ国ナムパイ川水力開発計画踏査報告書
   海外技術協力事業団　1971. 7
2. Pai River Project Pre－Investment Report
   Engineering Consultant Inc.　1971. 3
3. Nam Pai Project Economic Study of Damsite
   Engineering Consultant Inc.　1971. 12
4. Inventory of Hydro－Power Potential in Thailand
   Volume 1.　Main Report
   Sverdrup & Parcal and Associates Inc.（SPA）
   Southeast Asia Technology Co.（SATC）　1978. 2

これらの各報告書の中で本計画の基礎となったものは1)および4)であると思われるが，夫々の計画諸元の紹介は各報告書に譲る。

## 6.2　開発計画案の検討

### 6.2.1　基本事項

1）ダムサイトの選定及位置

前節で述べた各報告書によれば計画サイトとしてMae Pai川において6地点,Mae Chaem川において5地点，Mae Khan川において2地点が提案されていた。

今回のマスタープラン作成においては，2.4節で述べた様に現地調査の結果を踏え，合計，以下の9地点を選定した。

| 地点名 | 座標 (Km) | | 流域面積 | 河床高 |
|---|---|---|---|---|
| | N | E | (Km²) | (E.L.m) |
| Mae Pai No. 1 | 2,126.07 | 427.25 | 1,817 | 402 |
| 〃 No. 6 | 2,140.57 | 397.56 | 3,725 | 224 |
| * Mae Chaem No. 1 | 2,097.75 | 427.22 | 337 | 765 |
| 〃 No. 2 | 2,088.04 | 429.95 | 654 | 697 |
| 〃 No. 3 | 2,072.36 | 432.97 | 969 | 600 |
| * 〃 No. 4 | 2,060.06 | 433.66 | 1,955 | 510 |
| 〃 No. 5 | 2,014.64 | 443.82 | 3,735 | 327 |
| * Mae Khan No. 1 | 2,084.37 | 463.77 | 535 | 590 |
| 〃 No. 2 | 2,070.56 | 480.34 | 1,038 | 393 |

＊印はダム水路式を併せ考慮した地点である。

2) 流域面積及貯水容量曲線

本計画関連で使用可能な地形図は次の3種類である。

縮尺 1：50,000　　全計画地域

縮尺 1：10,000　　計画貯水池の一部，但しKhan川関係の地形図はない。

縮尺 1：2,000　　Mae Pai No. 6およびMae Chaem No. 3，No. 5のダムサイト周辺

計画の基礎である流域面積および湛水面積ー貯水容量の算定に際してはすべて1：50,000地形図を使用した。湛水面積ー貯水容量曲線の作成には，本来なら1：10,000地形図を使用すべきであるが，既存地形図は貯水池計画地域の全域をカバーしていないものもあり，したがって今回のスタディには使用されなかった。将来補足測量を実施し曲線を修正すべきである。

ダムの概算建設費算定には1：2,000および1：50,000地形図を使用した。

尚，流域面積測定の際に判明したことであるが，Mae Pai No. 6の上流右岸側の石灰岩で構成される台地上とMae Khong川上流部に夫々約500Km²および130Km²に及ぶ流域面積を有する河川が伏流している。今回のスタディではダムサイトと基本測水所との位置関係から，この伏流は，計画自体に影響を及ぼす事はないと判断して作業を進めた。

しかし，Feasibility Study又はDefinite studyの段階では，この伏流水の湧出地点を調査する必要があろうかと考えられる。一つの方法としてMae Pai No. 6の上流右岸側に流入するMae Khong川に測水所を新設することが考えられるが，このことは既に調査団の帰国前にNEAと協議し，提案事項としてMinutes of Meetingに記録されている。

各計画貯水池の湛水面積ー貯水容量曲線をFig 6－1～6－9に示す。

3) スタディーの方針

先に提出したInception Reportで記述した様にProjectの特性を考慮し，次の如くPhaseを分割して検討することとした。

a) 河川別単独開発案

b) 揚水分水計画

以下，項目別にその理由を述べる。

（河川別単独開発案）

これは揚水分水量を考慮せず，河川別に自流のみによる開発案を作成しその経済性を判定しようとするものである。その理由は単独開発が経済的に可能であると判断された地点は揚水計画とは無関係に開発計画を推進し得ると考えられ，早期実現が高いと判断されるからである。

（揚水分水計画）

各河川について上述の検討を行なった後，単独開発計画案で経済的に可能であると判断された地点を対象としてMae Pai 川からの揚水分水案を検討する。発電計画と併行して灌漑および上工水計画も検討されたが，上工水便益は，その判定基準が明確でなかったのでタイ側と協議の上，本計画で増強される水資源によってもたらされる便益はすべて発電および灌漑による事業効果によって判断することとした。

4) 各地点のマスカーブ

貯水池計画の基本となるマスカーブは4.3)で検討した各地点流量をもとに作成された。マスカーブ作成の前提条件は次の通りである。

下流に位置する貯水池への流入量は，上流貯水池の調整の影響を受けないこととし各地点への自然流入量を使用した。上流から下流へ一貫したSystem Studyを行なわなかった理由は以下の通りである。

- ○全計画地点のうち調査が比較的進んでいると思われる地点はMae Pai №6およびMae Chaem№5の2ケ地点のみであり，他の地点には不確定要素が多い。
- ○Mae Chaem №5を除く地点へのAccessは極めて悪く，今後，調査工事の急速な進捗は当面期待出来ない。
- ○現地踏査および写真判読の結果を総合するとField Investigation Reportでも述べた様に計画地点のすべてがダム建設に適したサイトであるとは，現時点で断言出来ない。
- ○本スタディで経済的に成立すると判断された場合でも，その地点が地質的にダム建設に適しているかどうかは今後の調査に待たねばならないが，地域条件を考えると調査は長期間に及ぶ事が予想される。
- ○したがって現段階では本Projectが上流より逐次開発されるという前提に立つことは現実的ではない。

○以上のことを総合すると，マスタープランとは云え各地点単独で開発案を検討し，優先度の高い地点より逐次 Feasibility Study へ移行することが望ましいと考えられる。又地点単独で開発規模を決定した場合でも，その地点の貯水池機能は将来上流にダムが築造されれば更に増大されることとなり，不利とはならない。

以上の理由により本マスタープランでは上流からの開発を前提とした System Study は実施しなかった。各地点のマスカーブを Fig 6－10 ～ 6－18 に示す。

## 6.3 単独開発計画

### 6.3.1 検討ケースの選定

検討ケースは各地点のマスカーブおよび現地踏査の結果を考慮して選定した。作成したマスカーブは，Mae Pai 川で 1966 ～ 1978 迄の 13 ケ年間，Mae Chaem 川で 1955 ～ 1979 迄の 25 ケ年間および Mae Khan 川で 1962 ～ 1968 迄の 7 ケ年間である。

このマスカーブによると，計算期間内における最渇水期間は Mae Pai 川において 1968～1970 迄の 3 ケ年間，Mae Chaem 川において 1957 ～ 1959 迄の 3 ケ年間および Mae Khan 川において 1965 ～ 1966 の 2 ケ年間である。比較検討すべき貯水池規模の選定は，上記の渇水期間に対し連続して流量補給が可能であり，且つ平均流入量に対する調整率が 35 ～ 40 %となるような有効容量を持たせることとした。したがってダム高を変化させても有効容量は一定であることを原則とした。唯，貯水池内の堆砂量を 100 年堆砂として考慮したのでダム高の低いケースでは有効容量は減少する。又，貯水池の調整率を 35 ～ 40 %としたことについては，特に意味のあることではないが，この程度の容量を持たせておけば，マスカーブ上，貯水池操作に特に不都合は生じないので一つの目安として採用したものである。これに現地踏査の所見を考慮し検討すべきダム貯水池規模を選定した。発電所の計画出力については，前述の最渇水年においても基準出力を日負荷率 20 %で運転し得る容量とした。

基準落差は，（満水位－利用水深／3）－放水位－損失水頭として決定した。（　）内は貯水池の重心水位である。

単独開発計画案の検討ケース数は次の通りである。

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Mae Chaem | No. 1 | ダ ム 式 | 3 Case | | |
| 〃 | 〃 | ダム水路式 | 3 〃 | 水路長 | 3,300 m |
| 〃 | 〃 | 〃 | 3 〃 | 〃 | 8,500 m |
| 〃 | No. 2 | ダ ム 式 | 3 〃 | | |
| 〃 | No. 3 | 〃 | 4 〃 | | |
| 〃 | No. 4 | 〃 | 2 〃 | | |
| 〃 | 〃 | ダム水路式 | 2 〃 | | |
| 〃 | No. 5 | ダ ム 式 | 5 〃 | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Mae Pai | No. 1 | ダ ム 式 | 1 Case |
| 〃 | No. 6 | 〃 | 4 〃 |
| Mae Khang | No. 1 | 〃 | 3 〃 |
| 〃 | 〃 | ダム水路式 | 3 〃 |
| 〃 | No. 2 | ダ ム 式 | 3 〃 |
| | | 合 計 | 39 Case |

以上の結果，選定された各地点毎の検討ケースの諸元をTable 6－1～6－7及びFig 6－19～6－21に示す。

6.3.2 電力量計算

電力量は各地点のマスカーブをベースに前節で選定した各ケースについて実施した。計算期間はマスカーブ作成年数と同様であり月別流量により電子計算機を使用して計算した。落差は各貯水池操作上の月末水位を基準とした。計算された発生電力量はピーク時間内の電力量を1次電力量（Firm energy），その他の時間帯の電力量を2次電力量（Secondary energy）として分け，便益計算の基礎とした。

なお使用水量の算定には貯水池水面からの蒸発量を考慮した。貯水面からの蒸発は，貯水池の建設前には植生からの蒸発散に置き換えられるので実際の蒸発量は植生からの蒸発散（Evapotranspiration）と貯水池面からの蒸発の差として求められる。

植生からの蒸発散量はBlaney－Criddle Formulaから求められる。計算の結果をTable 6－8～6－10に示す。

実際の蒸発量はMae Pai川にて約380mm，Mae Chaem川にて400mm，Mae Khan流域において約160mmと計算される。次節で有力地点と評価された4地点の電力量総括表をTable 6－11～6－14に示す。

6.3.3 各地点の経済評価および開発規模の判定

経済評価の詳細は第12章で行なうが，こゝでは発電端における各地点の経済性の評価を行なって開発地点を選択し，同時にマスタープランレベルでの最適規模を判定するものである。

経済評価はその地点の便益－費用比率（B／C）および超過便益（B－C）の大小により行なった。

便益算定の基準となる代替火力としては輸入石炭火力を想定した。便益の基準単価は次の通りである。

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| KW | price | ： | 139.9 us$ | 2,868 ฿（20.5฿／1us$） |
| Kwh | price（Firm） | ： | 0.03387 us$ | 0.6943฿ |
| 〃 | （Secondary） | ： | 0.03315 us$ | 0.6796฿ |

一方，費用側としては第11章で述べる方法によって概算建設費を各ケース毎に算定し資本還元率（Capital recovery factor）を求めて年経費とした。基本となる金利は10%と想定した。

この計算結果をTable 6－15～6－17およびFig 6－22～6－23に示す。この結果によればMae Pai No.1，No.6およびMae Chaem No.5の3ケ地点は経済性ありと評価される。Mae Chaem No.4についてはその経済性は良いとはいえないが経済評価の方法とか調査の進展によっては評価が変る可能性がある。したがって本マスタープランでは上記4ケ地点をPre－F／SまたはF／Sに進める様勧告したい。

次に4地点について便益－費用比率（B/C）および超過便益（B－C）を考慮して最適規模を判定すれば次の通りとなる。但しこの規模は次の段階で当然再検討されるべきである。

| | | | |
|---|---|---|---|
| Mae Pai | No.1 | H.W.L | 475.0 m |
| | | Pmax | 48.9 MW |
| Mae Pai | No.6 | H.W.L | 400.0 m |
| | | Pmax | 291 MW |
| Mae Chaem | No.4 | H.W.L | 580.0 m |
| | | Pmax | 27.5 MW |
| Mae Chaem | No.5 | H.W.L | 440.0 m |
| | | Pmax | 103.0 MW |

以上4ケ地点の計画諸元をTable 6－18に示す。

## 6.4 揚水分水計画

### 6.4.1 基本条件

単独開発案で検討したケースおよびその中で経済的に開発可能と見做される地点は6.3.3)項で結論された様に分水対象河川としてはMae Chaem川における2ケ地点のみである。

Mae Khan川においてはNo.1サイトのダム式およびダム水路式案，No.2サイトのダム式案のいずれもが経済性が低い。したがってスタディの方針としてMae Pai川より分水する対象河川はMae Chaem川のみと限定した。基本的な考え方および検討ケースは次の通りである。

1) Mae Pai 側の設備条件は2段開発案および1段開発案を基礎として，それぞれの場合についてNo.1およびNo.6の両ダムは6 3.3)項で述べた規模で既に開発されているものとする。

2) 揚水分水量はPai No.1サイトでの流入量を全量分水するものとする。この為，最大揚水量は1966年から1978年の13ケ年間のうち，1973年11月から1975年11月の2ケ年間に生じた豊水期流量を基準として設定した。

3) 1日の揚水時間はEGAT System 内の日負荷を考慮して8時間と想定した。したがって最大揚水量は次の通りとなる。

$$最大揚水量\ Qp.max = 25.7 \times \frac{24}{8} = 77\,m^3/s$$

この揚水量はPai No.1からのものであるが，Pai No.6貯水池から揚水する場合も今回は同揚水量について検討した。

4) 検討ケースは次の4ケースとする。

- ○ Pai No.1貯水池からMae Chaem No.4，No.5およびBhnmibolを対象としたケース
- ○ Pai No.1貯水池からMae Chaem No.5およびBhumibolを対象としたケース
- ○ Pai No.6貯水池から上記のケースと同じ2ケース

6.4.2 揚水電力量

揚水分水に必要な電力量計算の基礎となる揚水量および貯水位はMae Pai No.1およびNo.6地点のマスカーブを使用して計算した。Mae Pai No.1のマスカーブをFig 6−24に示す。最大揚水量は前節で述べた様に豊水期流量を基準としているのでその他の年の揚水電力量は豊水期より少ない。揚水電力量計算に必要な揚水設備諸元は以下の通りである。Mae Chaem川における放水位は，分水トンネル延長と揚程との関係から最適になる様，検討されねばならないが，今回はEL.900mと想定した。

| | Pai No.1から | Pai No.6から |
|---|---|---|
| 取水位(m) | 456 | 387 |
| 放水位(m) | 900 | 900 |
| 揚程(m) | 444 | 513 |
| 総揚程(m) | 466 | 556 |
| 最大揚水量(m³/s) | 77 | 77 |
| 最大揚水電力(MW) | 428 | 512 |

揚水設備の概念図をFig 6−25に示す。又，Mae Pai No.1における揚水電力量の計算結果をTable 6−19に示す。

6.4.3 経済評価

揚水計画の経済評価は河川単独開発計画と同様，便益−費用比率(B/C)および超過便益(B−C)を求める方法により行なった。揚水分水計画で考慮された経費ならびに便益は次の通りである。

1) 経費

- ○ 揚水設備建設費

取水口，取水トンネル，ポンプステーション，ペンストック，上池 分水トンネル，水力機器，電気機器等。Pai No.1およびNo.6のダム費は既設として扱い計上しない。

○ Mae Chaem No. 4 および No. 5 発電所の増設建設費

取水口，導水路，ペンストック，発電所，放水口，屋外開閉所，水力機器，電気機器等。

○ 揚水時動力費

揚水動力はすべて2次電力（Secondary）とし，kWh単価は，0.03315 us$ とする。

○ 農業関連経費

揚水量 1 $m^3$ 当り 0.44 円とする。

2) 便　益

○ Mae Chaem No. 4 および No. 5 の kW，kWh便益。

○ 既設 Bhumibol 発電所の増分 kWh便益。

○ 灌漑によってもたらされる農業便益。

揚水量　1 $m^3$ 当り　　0.8 円

○ 分水による Pai No. 1 および No. 6 の減電 kWh便益。

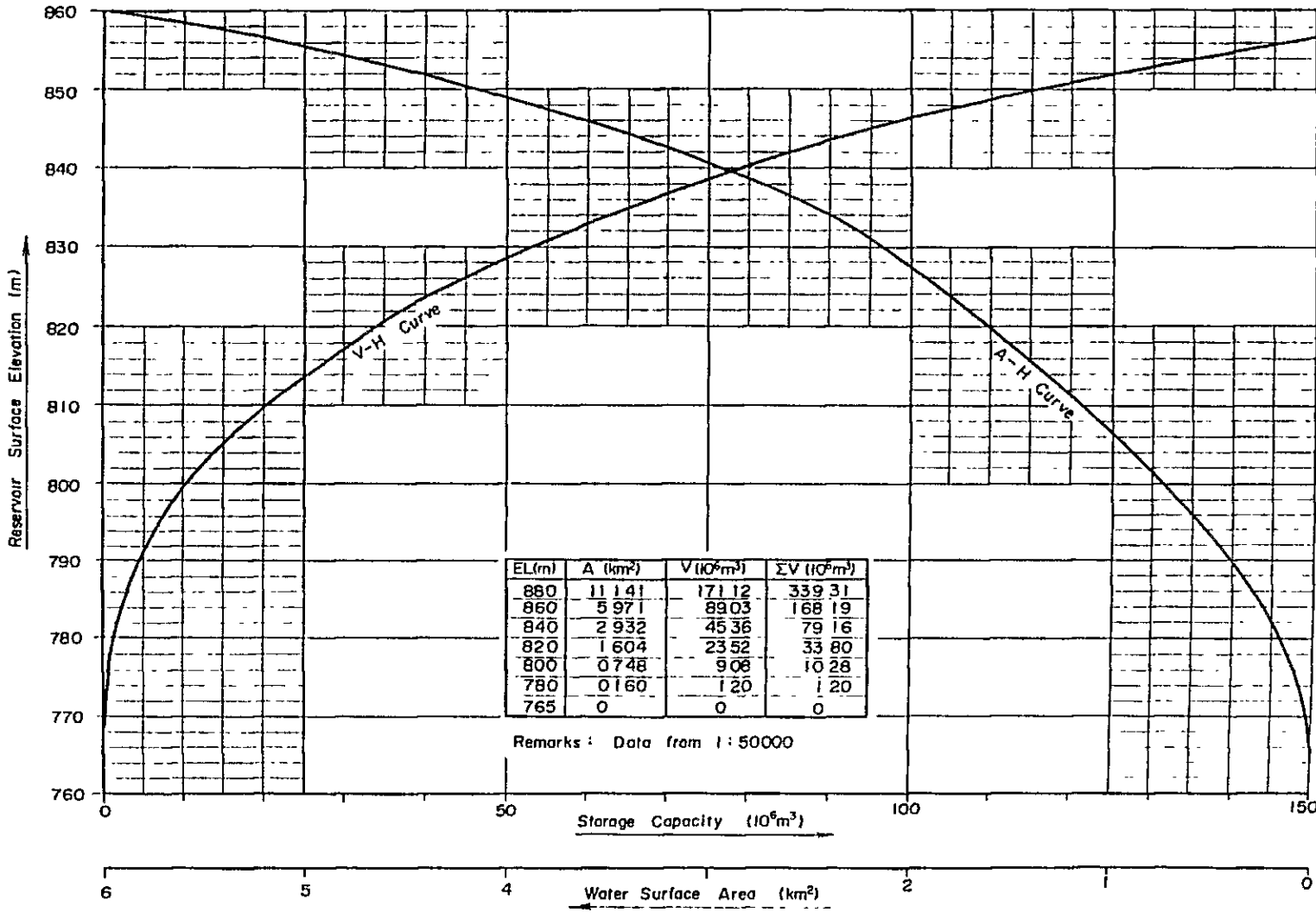
kW 価値の評価については Pai No. 1，No. 6 の何年後に揚水計画が実現するかによるので今回は評価しなかった。

以上の経費および便益によって4ケースを検討した。この結果を Table 6－20 に示す。これによれば Mae Pai 川を2段開発した後，Pai No. 1 より Mae Chaem 川へ分水し No. 4 と No. 5 発電所を増設するケースが最も良い結果を示すが，いずれの場合も経済性はないといわざるを得ない。

しかも，揚水設備を実際に建設すると仮定した場合には地下の揚水ステーション，ペンストック，特に長大な分水トンネルの建設には解決されねばならぬ技術的困難さが予想され，更にコストアップにつながる要因が多い。

Fig. 6-1 Mae Chaem No. 1 Reservoir Area and Capacity Curves

(C.A.= 337 Km²)

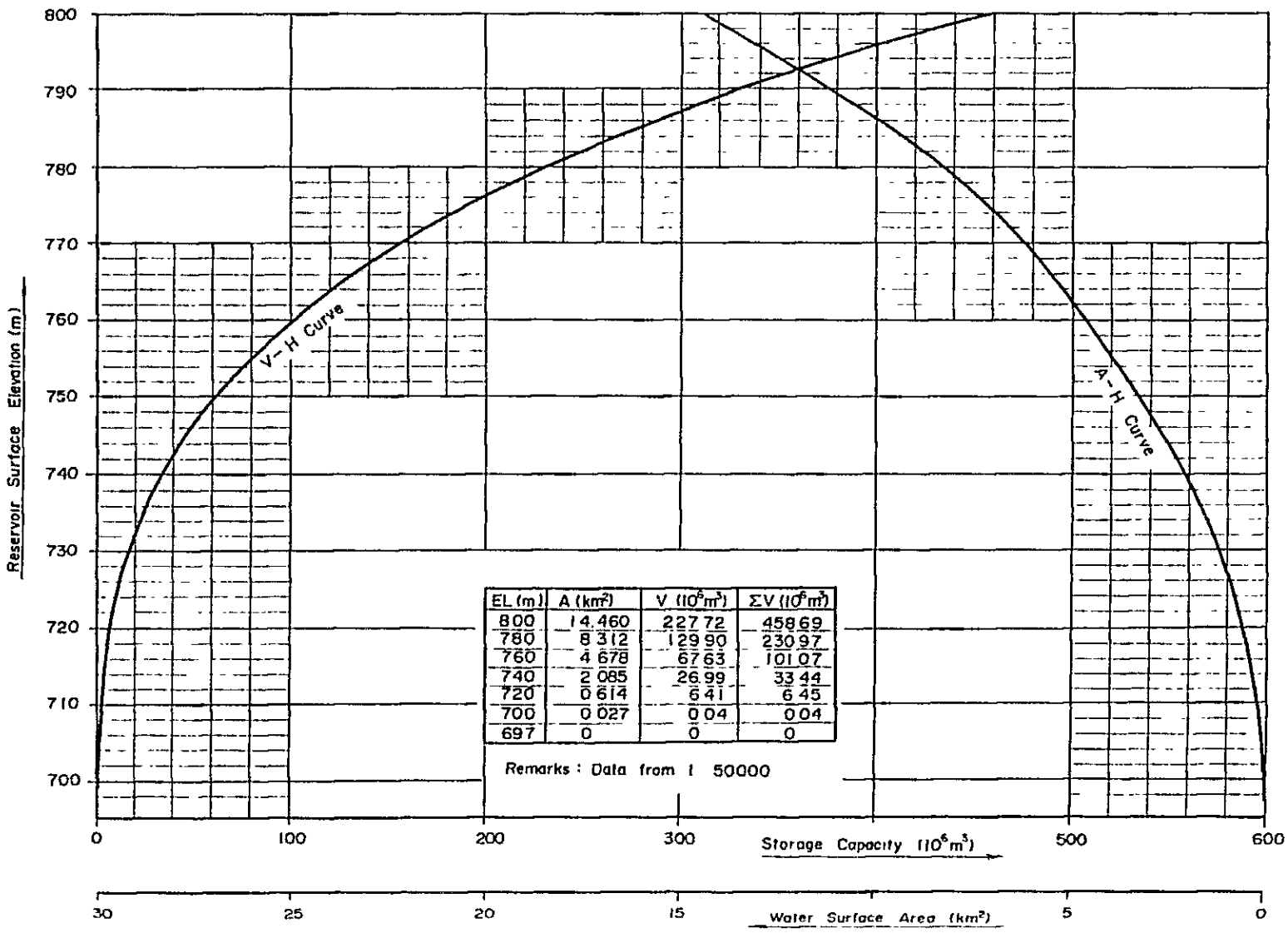



| EL(m) | A (km²) | V (10⁶m³) | ΣV (10⁶m³) |
|---|---|---|---|
| 880 | 11 141 | 171 12 | 339 31 |
| 860 | 5 971 | 89 03 | 168 19 |
| 840 | 2 932 | 45 36 | 79 16 |
| 820 | 1 604 | 23 52 | 33 80 |
| 800 | 0 748 | 9 08 | 10 28 |
| 780 | 0 160 | 1 20 | 1 20 |
| 765 | 0 | 0 | 0 |

Remarks : Data from 1 : 50000

Fig. 6-2 Mae Chaem No.2 Reservoir Area and Capacity Curves

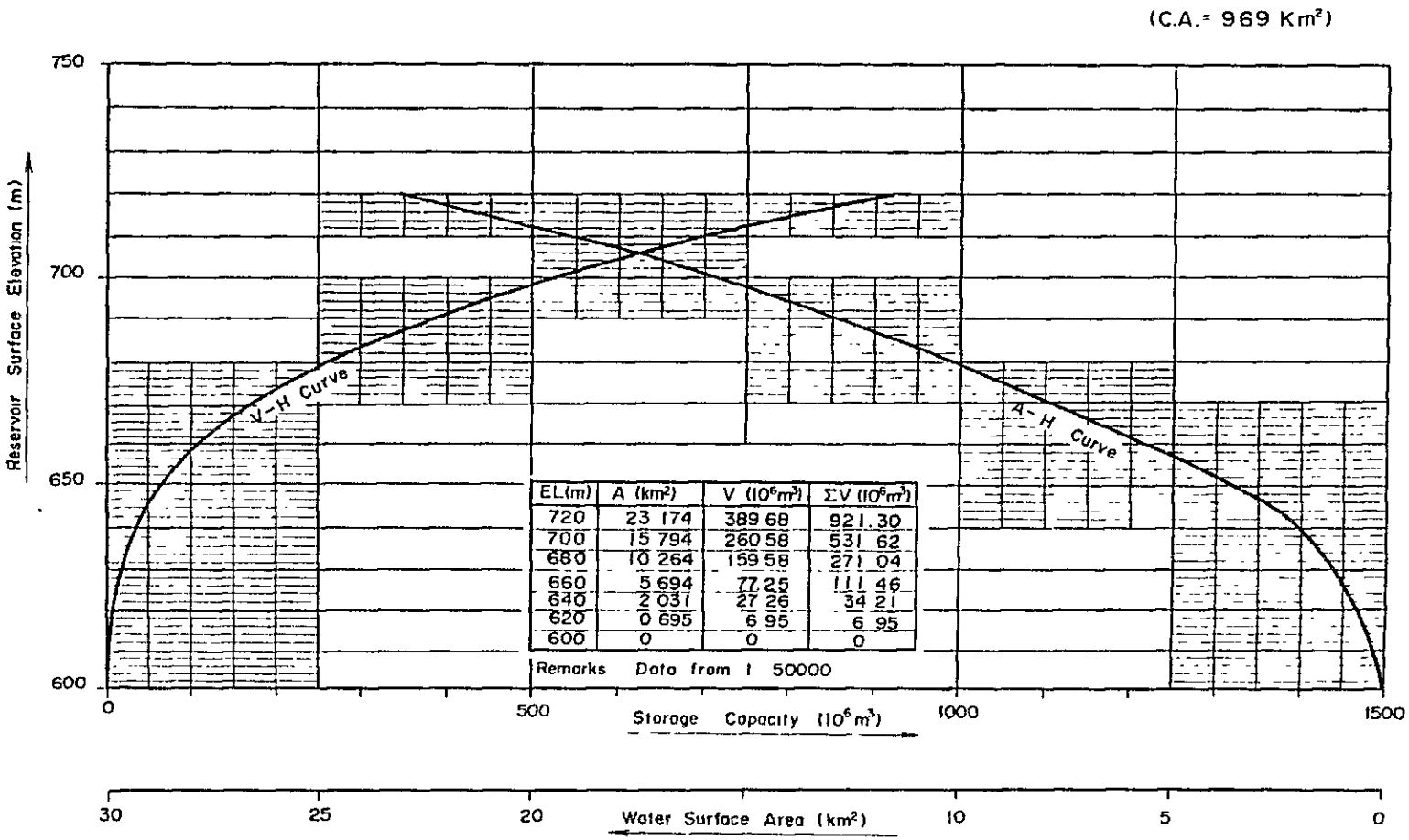
(C.A.= 654 Km²)




| EL (m) | A (km²) | V (10⁶m³) | ΣV (10⁶m³) |
|---|---|---|---|
| 800 | 14.460 | 22.72 | 458.69 |
| 780 | 8.312 | 12.90 | 230.97 |
| 760 | 4.678 | 6.763 | 101.07 |
| 740 | 2.085 | 2.699 | 33.44 |
| 720 | 0.614 | 0.641 | 6.45 |
| 700 | 0.027 | 0.004 | 0.04 |
| 697 | 0 | 0 | 0 |

Remarks : Data from 1 50000

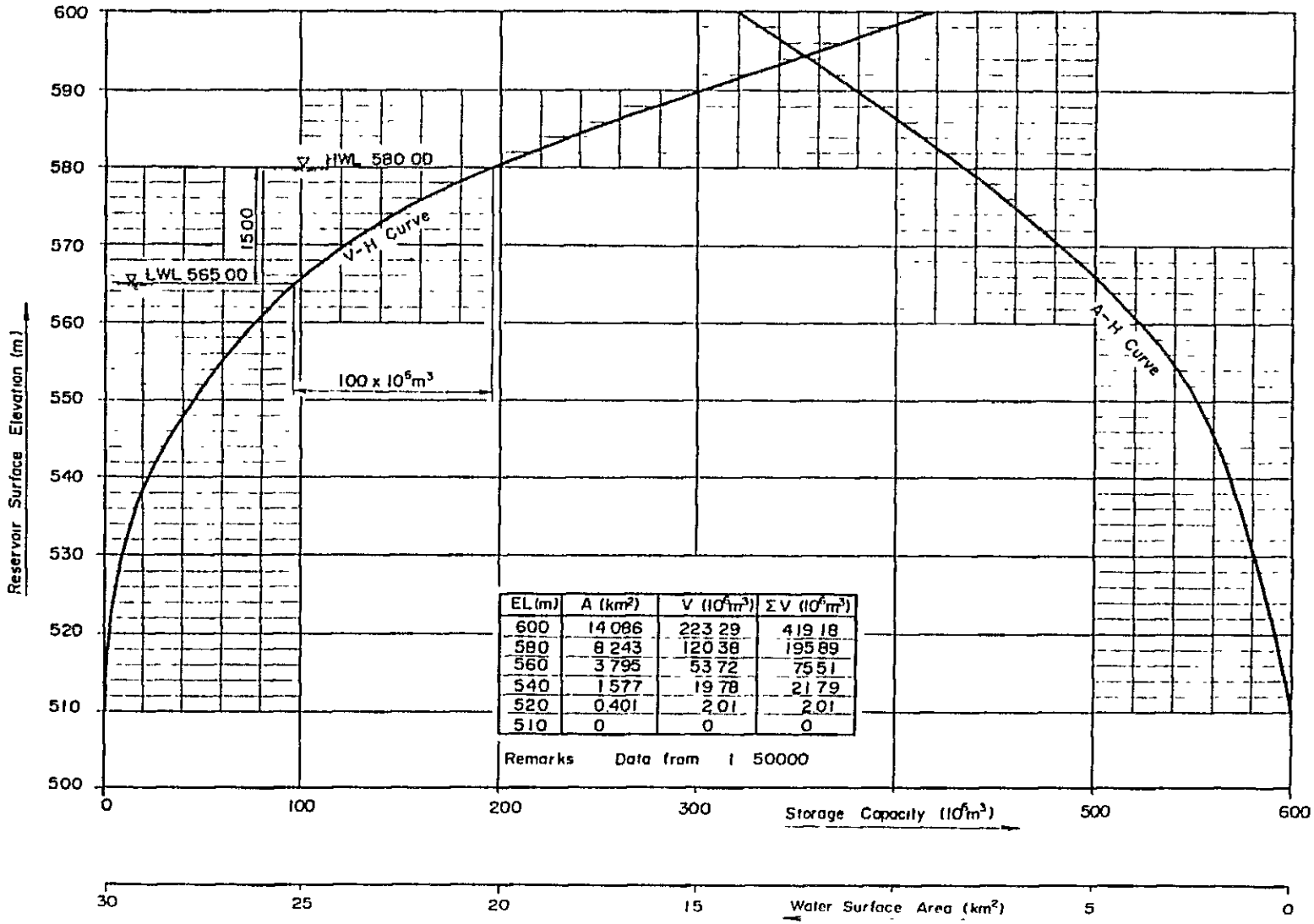
Fig. 6-3 Mae Chaem No.3 Reservoir Area and Capacity Curves




| EL.(m) | A (km²) | V (10⁶m³) | ΣV (10⁶m³) |
|---|---|---|---|
| 720 | 23 174 | 389 68 | 921.30 |
| 700 | 15 794 | 260 58 | 531 62 |
| 680 | 10 264 | 159 58 | 271 04 |
| 660 | 5 694 | 77.25 | 111 46 |
| 640 | 2 031 | 27 26 | 34 21 |
| 620 | 0 695 | 6 95 | 6 95 |
| 600 | 0 | 0 | 0 |

Remarks Data from 1 50000

Fig. 6-4 Mae Chaem No. 4 Reservoir Area and Capacity Curves (C.A = 1955 km²)

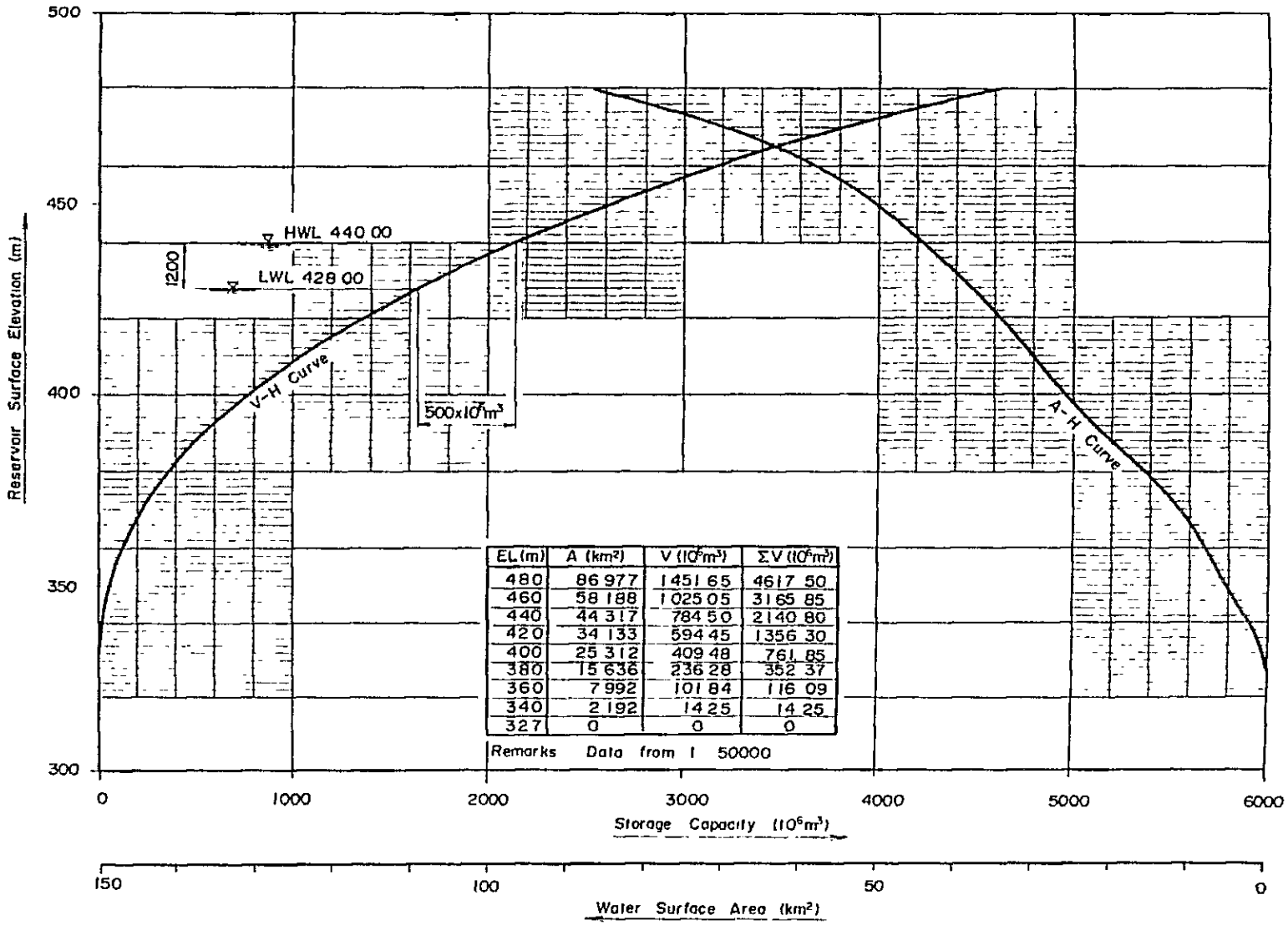



| EL.(m) | A (km²) | V (10⁶m³) | ΣV (10⁶m³) |
|---|---|---|---|
| 600 | 14.086 | 223.29 | 419.18 |
| 580 | 8.243 | 120.38 | 195.89 |
| 560 | 3.795 | 53.72 | 75.51 |
| 540 | 1.577 | 19.78 | 21.79 |
| 520 | 0.401 | 2.01 | 2.01 |
| 510 | 0 | 0 | 0 |

Remarks Data from 1 : 50000

Fig. 6-5 Mae Chaem No.5 Reservoir Area and Capacity Curves

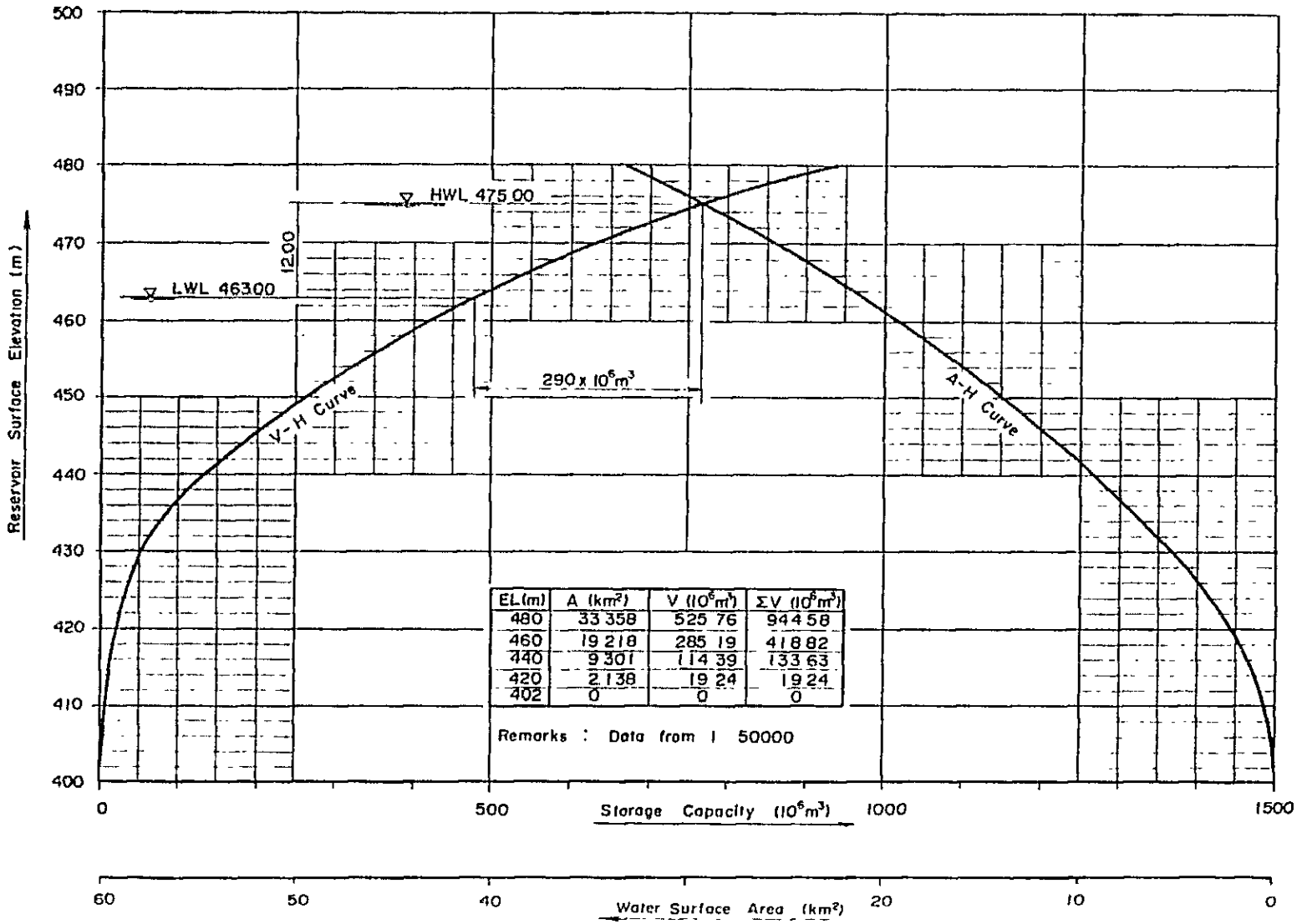
(C.A.= 3735 Km²)




| EL.(m) | A (km²) | V (10⁶m³) | ΣV (10⁶m³) |
|---|---|---|---|
| 480 | 86 977 | 1451 65 | 4617 50 |
| 460 | 58 188 | 1025 05 | 3165 85 |
| 440 | 44 317 | 784 50 | 2140 80 |
| 420 | 34 133 | 594 45 | 1356 30 |
| 400 | 25 312 | 409 48 | 761 85 |
| 380 | 15 636 | 236 28 | 352 37 |
| 360 | 7 992 | 101 84 | 116 09 |
| 340 | 2 192 | 14 25 | 14 25 |
| 327 | 0 | 0 | 0 |

Remarks Data from 1 50000

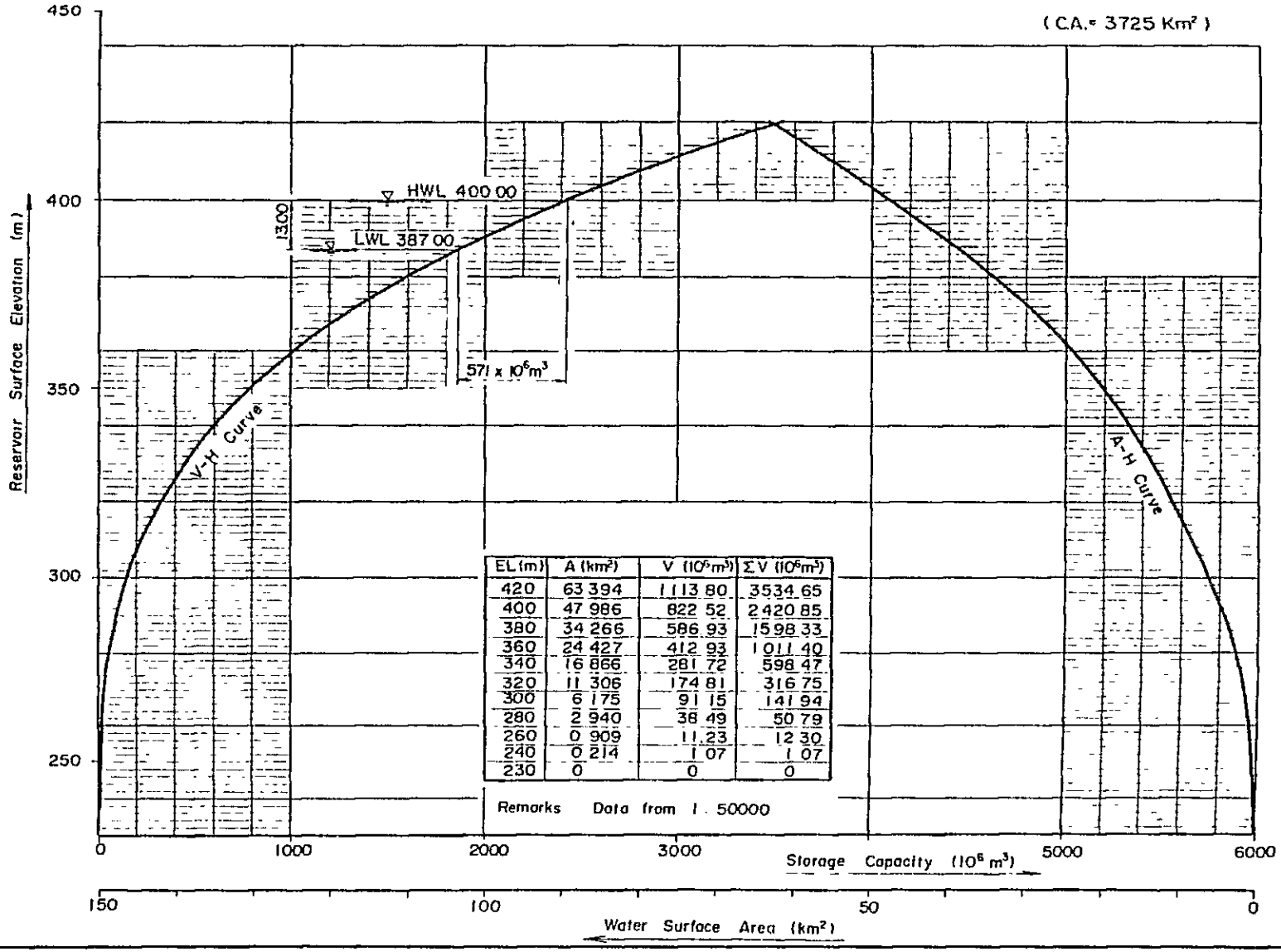
Fig. 6-6 Mae Pai No.1 Resevoir Area and Capacity Curves (CA = 1817 Km²)




| EL(m) | A (km²) | V (10⁶m³) | ΣV (10⁶m³) |
|---|---|---|---|
| 480 | 33.358 | 525.76 | 944.58 |
| 460 | 19.218 | 285.19 | 418.82 |
| 440 | 9.301 | 114.39 | 133.63 |
| 420 | 2.138 | 19.24 | 19.24 |
| 402 | 0 | 0 | 0 |

Remarks : Data from 1 : 50000

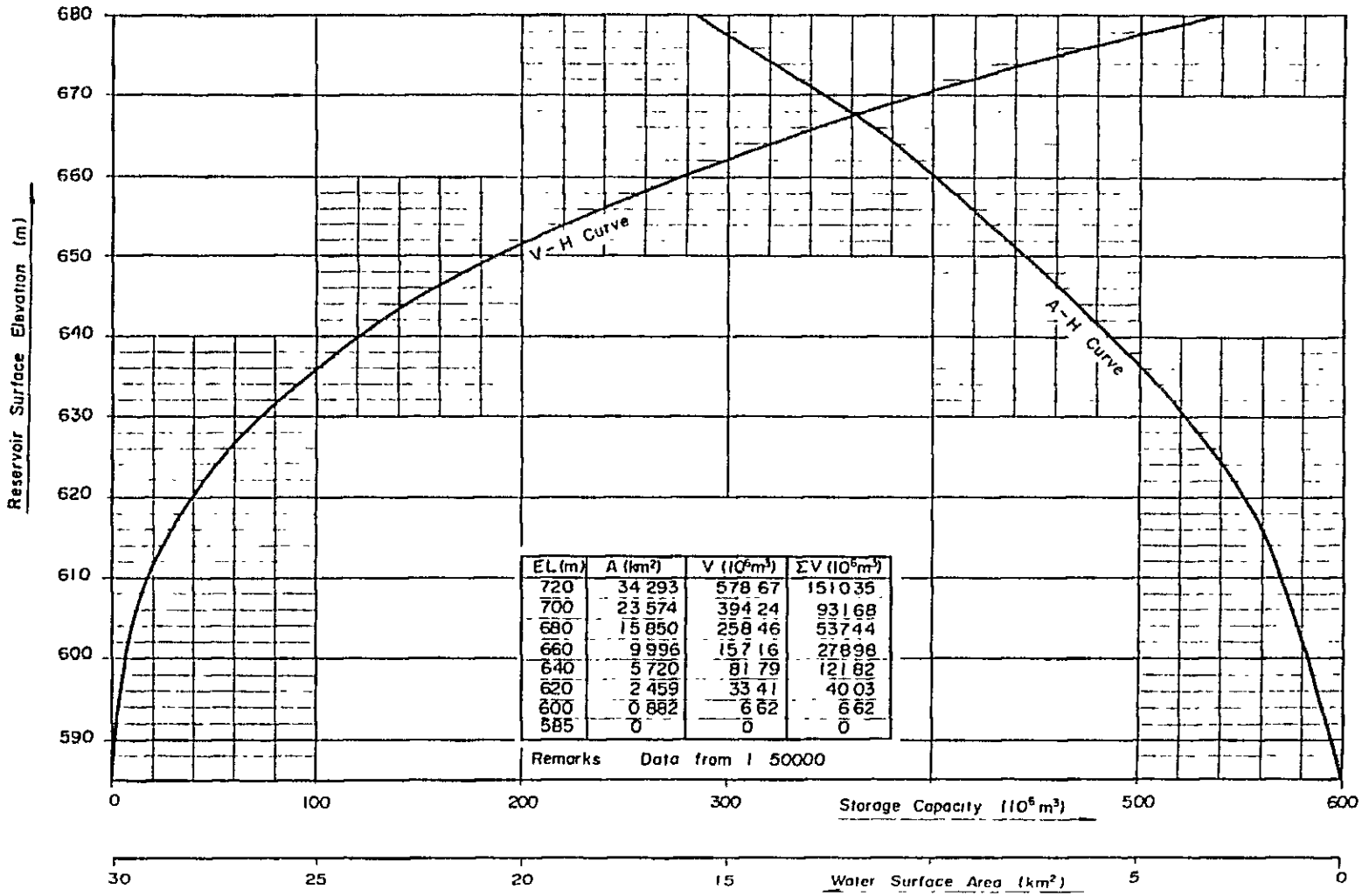
Fig. 6-7 Mae Pal No.6 Reservoir Ares and Capacity Curves




| EL (m) | A (km²) | V (10⁶m³) | ΣV (10⁶m³) |
|---|---|---|---|
| 420 | 63.394 | 1113.80 | 3534.65 |
| 400 | 47.986 | 822.52 | 2420.85 |
| 380 | 34.266 | 586.93 | 1598.33 |
| 360 | 24.427 | 412.93 | 1011.40 |
| 340 | 16.866 | 281.72 | 598.47 |
| 320 | 11.306 | 174.81 | 316.75 |
| 300 | 6.175 | 91.15 | 141.94 |
| 280 | 2.940 | 38.49 | 50.79 |
| 260 | 0.909 | 11.23 | 12.30 |
| 240 | 0.214 | 1.07 | 1.07 |
| 230 | 0 | 0 | 0 |

Remarks Data from 1 : 50000

Fig. 6-8 Mae Khan No.1 Reservoir Area and Capacity Curves (CA = 535 Km²)

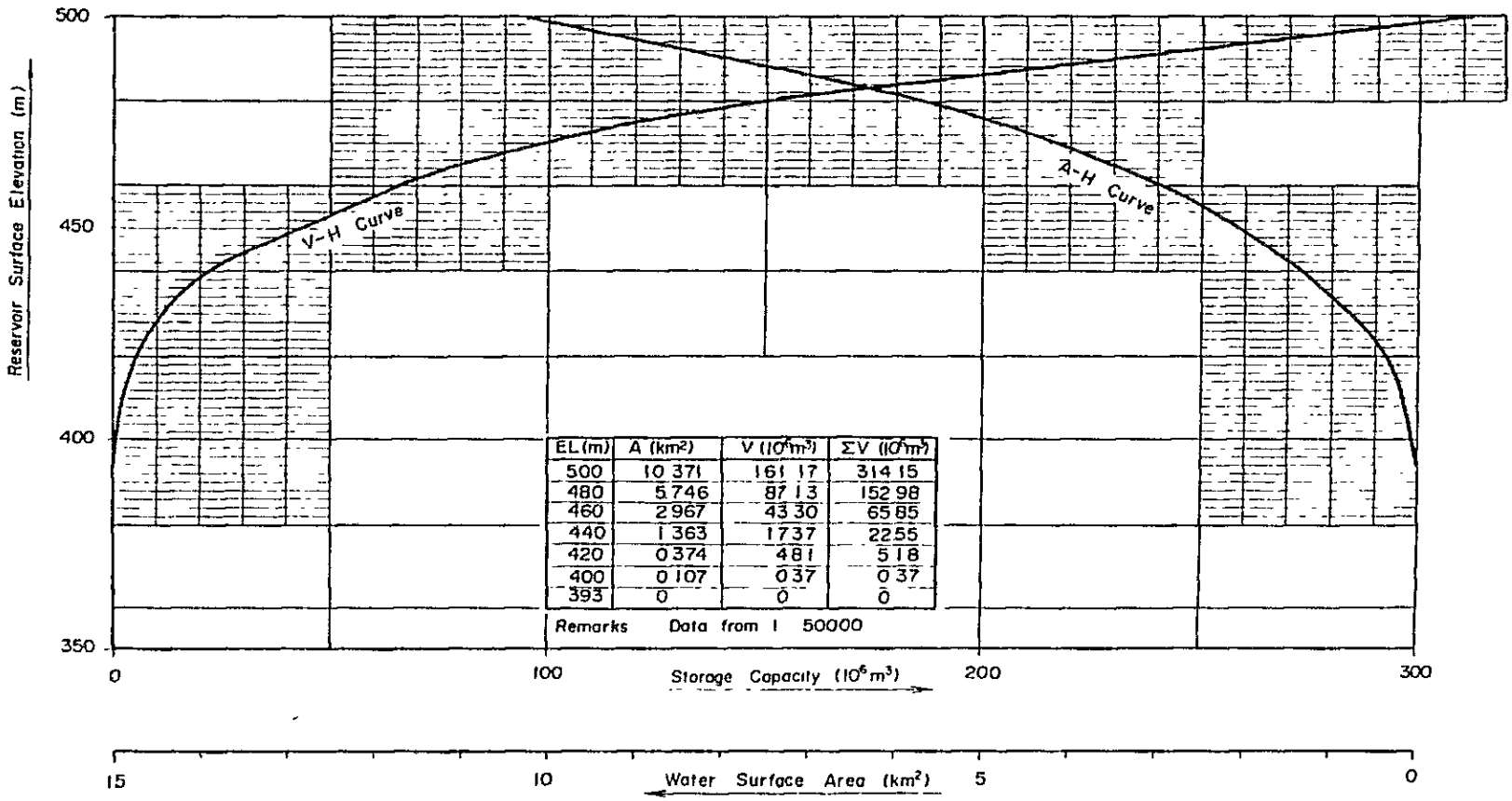



| EL.(m) | A (km²) | V (10⁶m³) | ΣV (10⁶m³) |
|---|---|---|---|
| 720 | 34 293 | 578 67 | 151035 |
| 700 | 23 574 | 394 24 | 93168 |
| 680 | 15 850 | 258 46 | 53744 |
| 660 | 9 996 | 157 16 | 27898 |
| 640 | 5 720 | 81 79 | 121 82 |
| 620 | 2 459 | 33 41 | 40 03 |
| 600 | 0 882 | 6 62 | 6 62 |
| 585 | 0 | 0 | 0 |

Remarks Data from 1 50000

Fig. 6-9 Mae Khan No. 2 Reservoir Area and Capacity Curves

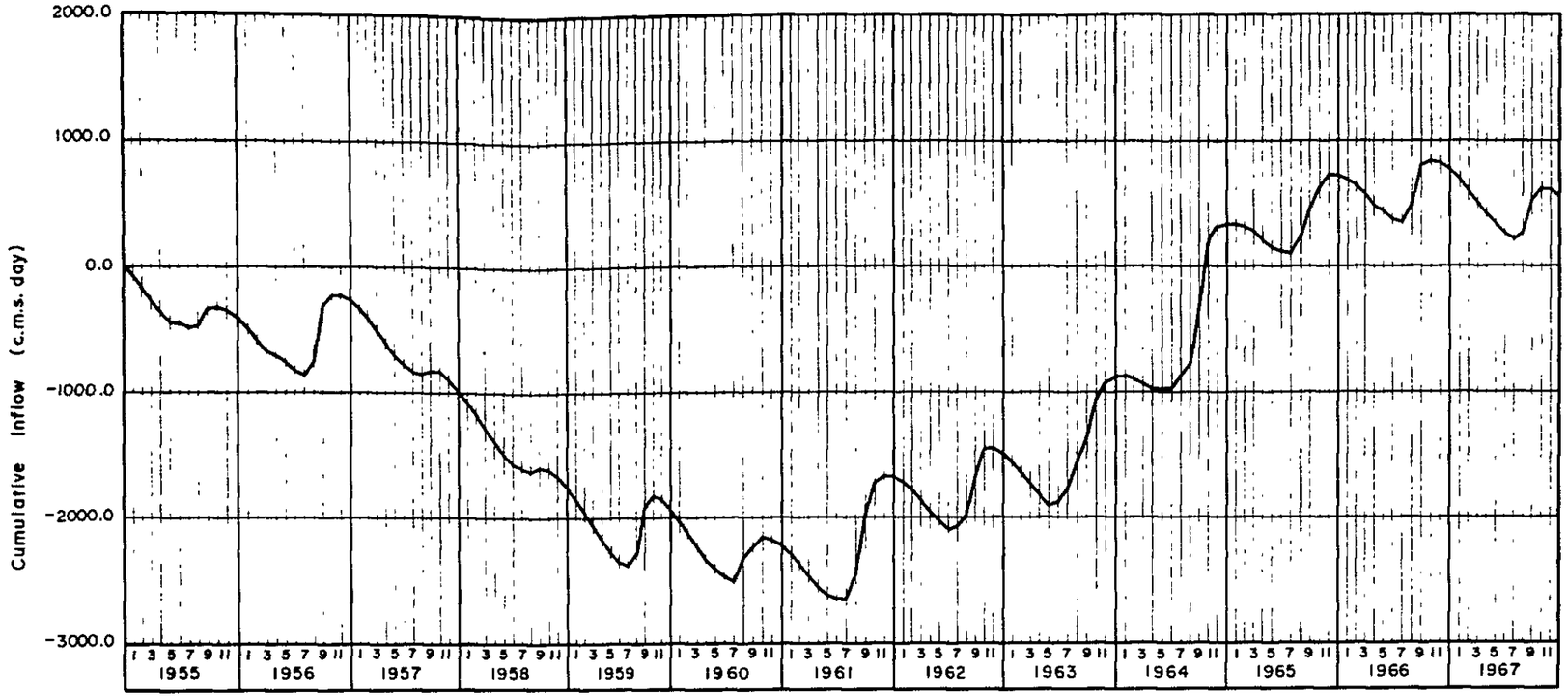
(C.A. = 1038 Km²)

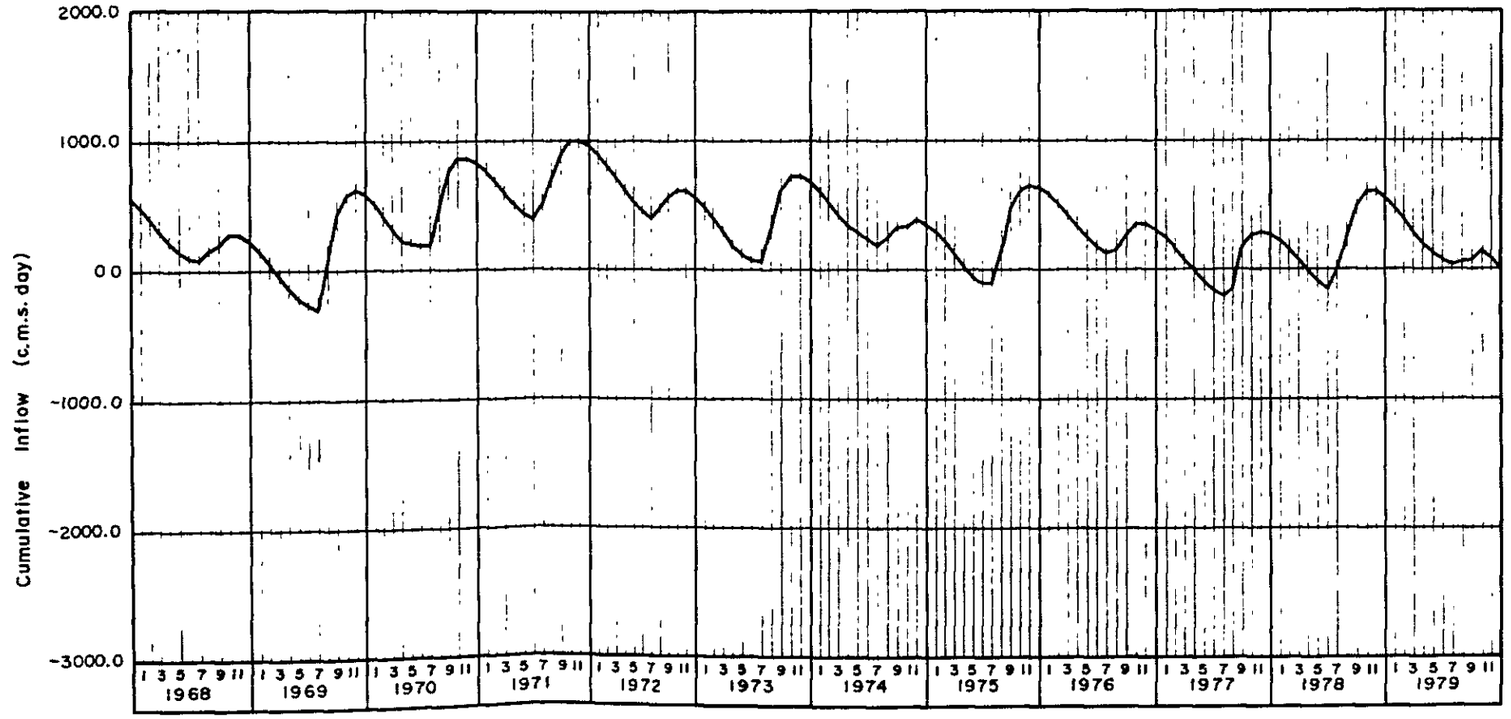



| EL (m) | A ($km^2$) | V ($10^6 m^3$) | ΣV ($10^6 m^3$) |
|---|---|---|---|
| 500 | 10.371 | 16.117 | 314.15 |
| 480 | 5.746 | 8.713 | 152.98 |
| 460 | 2.967 | 4.330 | 65.85 |
| 440 | 1.363 | 1.737 | 22.55 |
| 420 | 0.374 | 0.481 | 5.18 |
| 400 | 0.107 | 0.037 | 0.37 |
| 393 | 0 | 0 | 0 |

Remarks Data from 1 : 50000

Fig 6-10 Mass Curve at Mae Chaem NO.1 Site



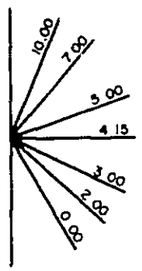
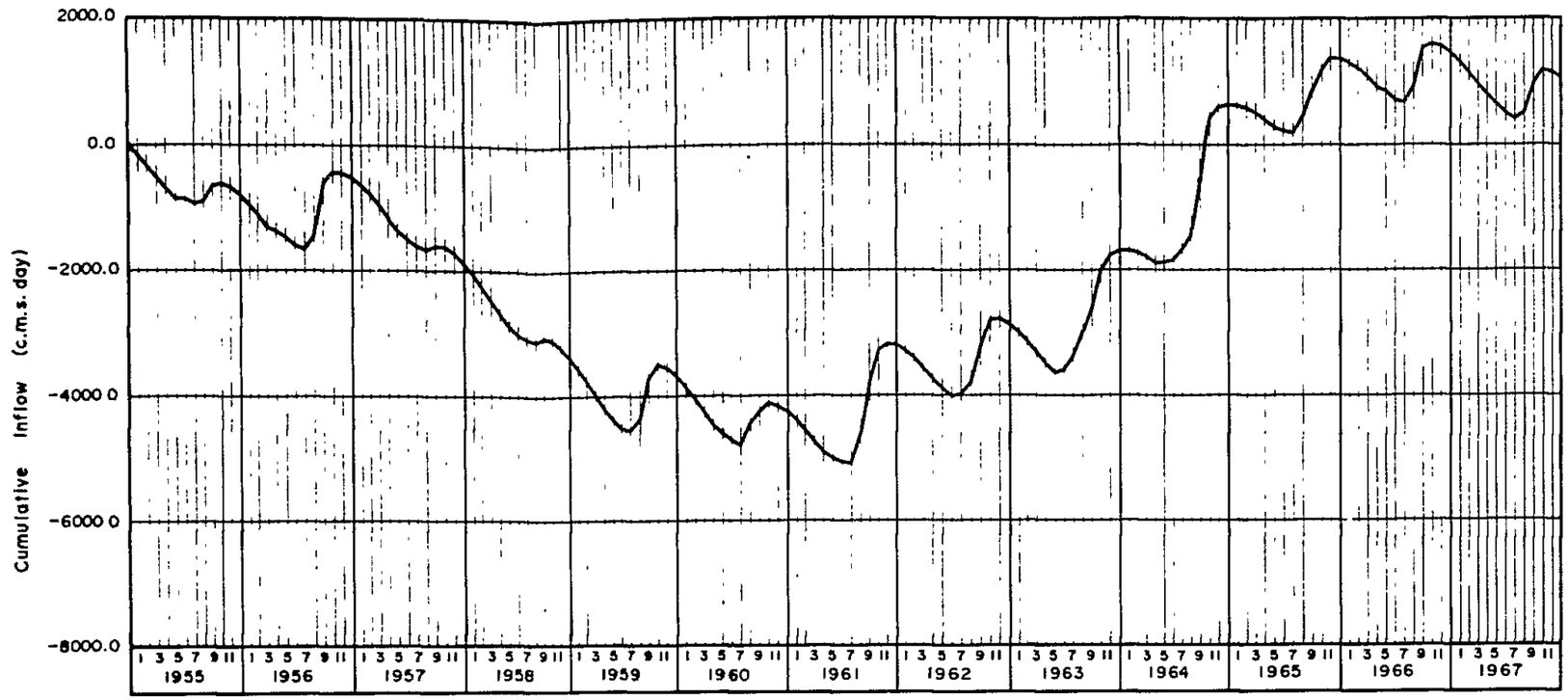
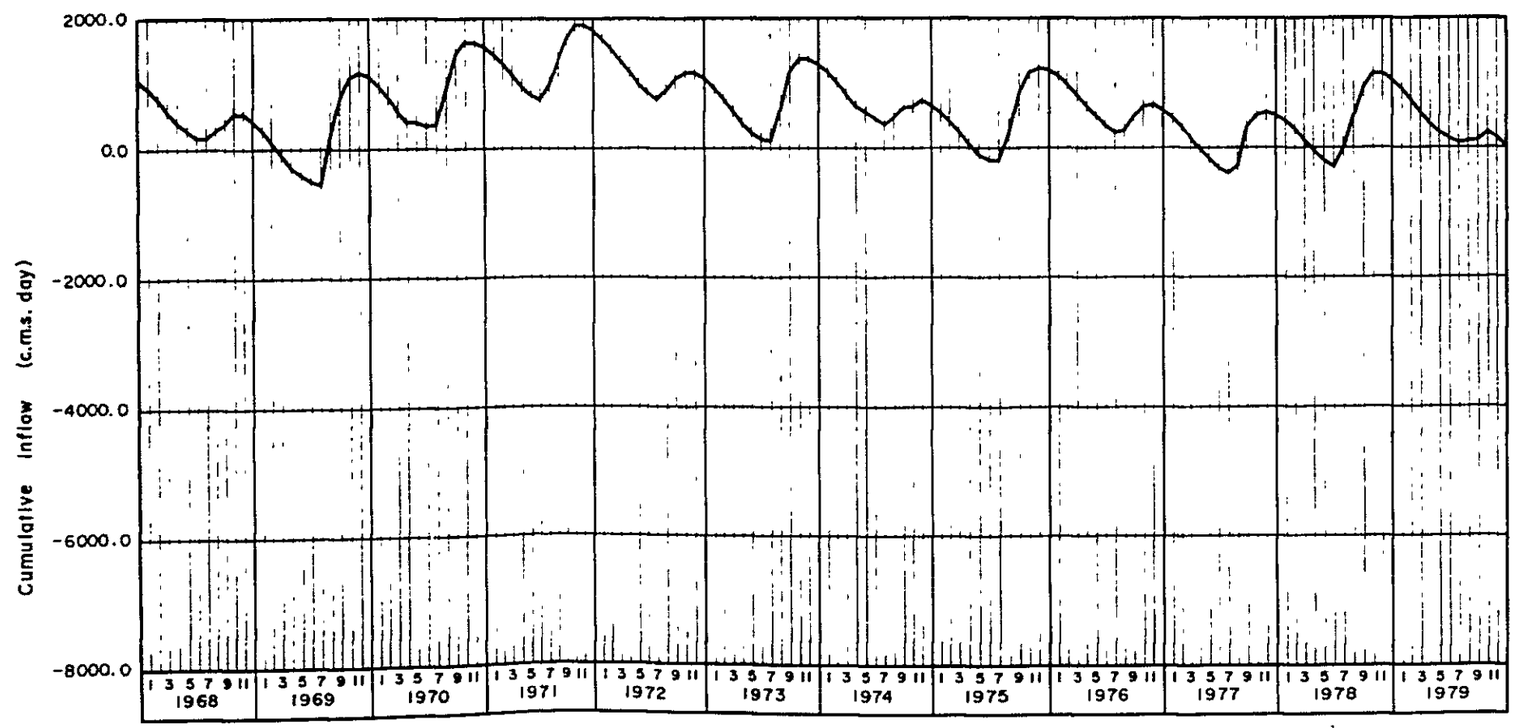



Fig 6-11 Mass Curve at Mae Chaem NO.2 Site



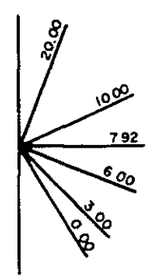
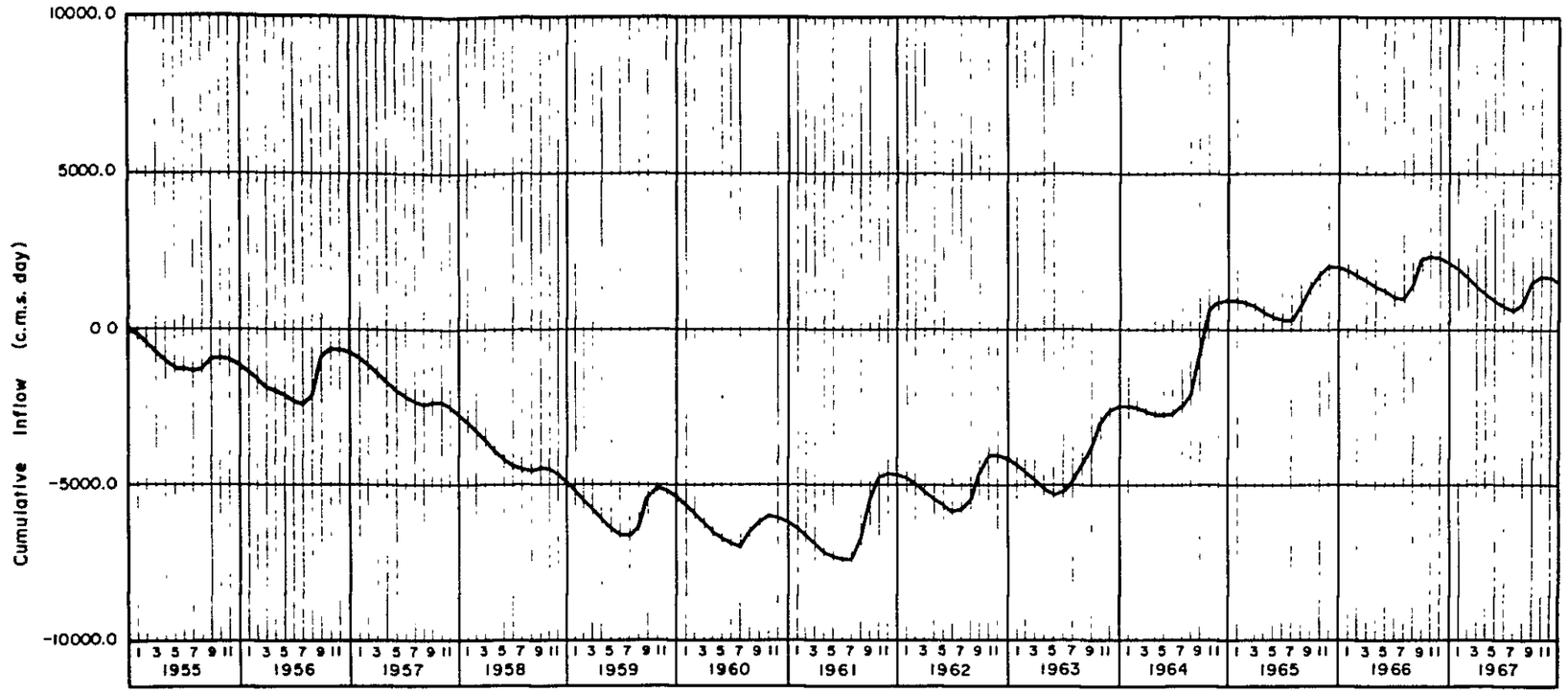
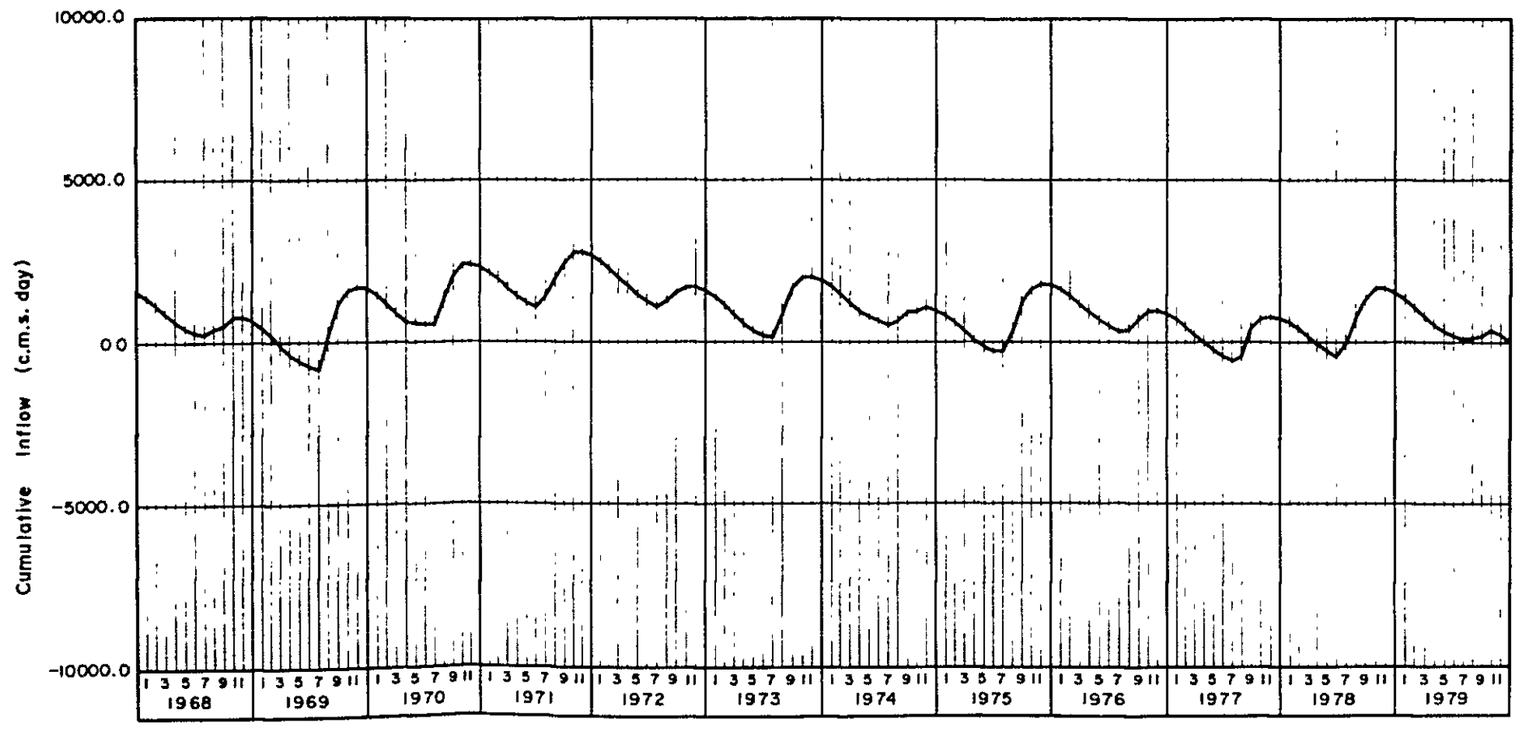



Fig 6-12 Mass Curve at Mae Chaem NO.3 Site



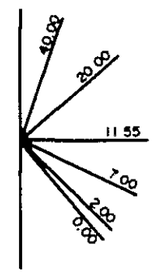
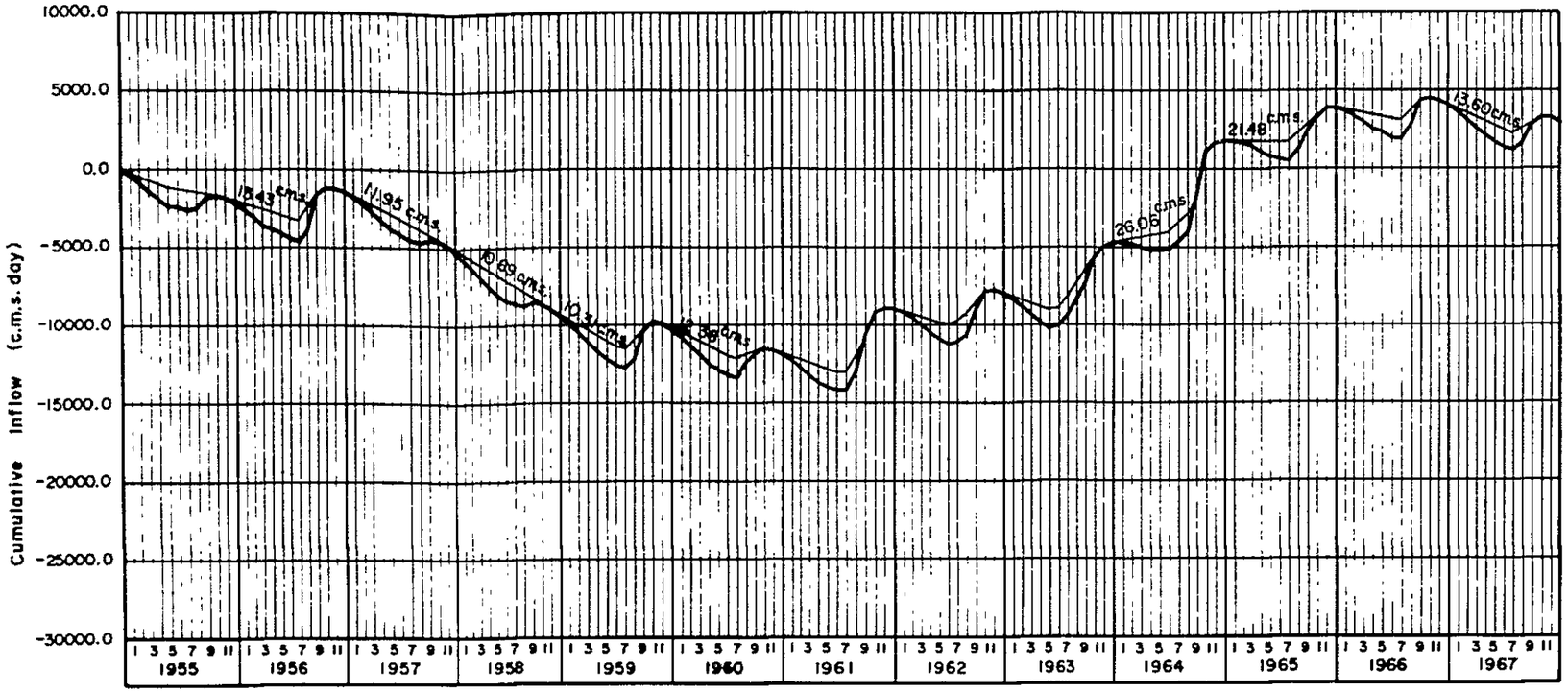
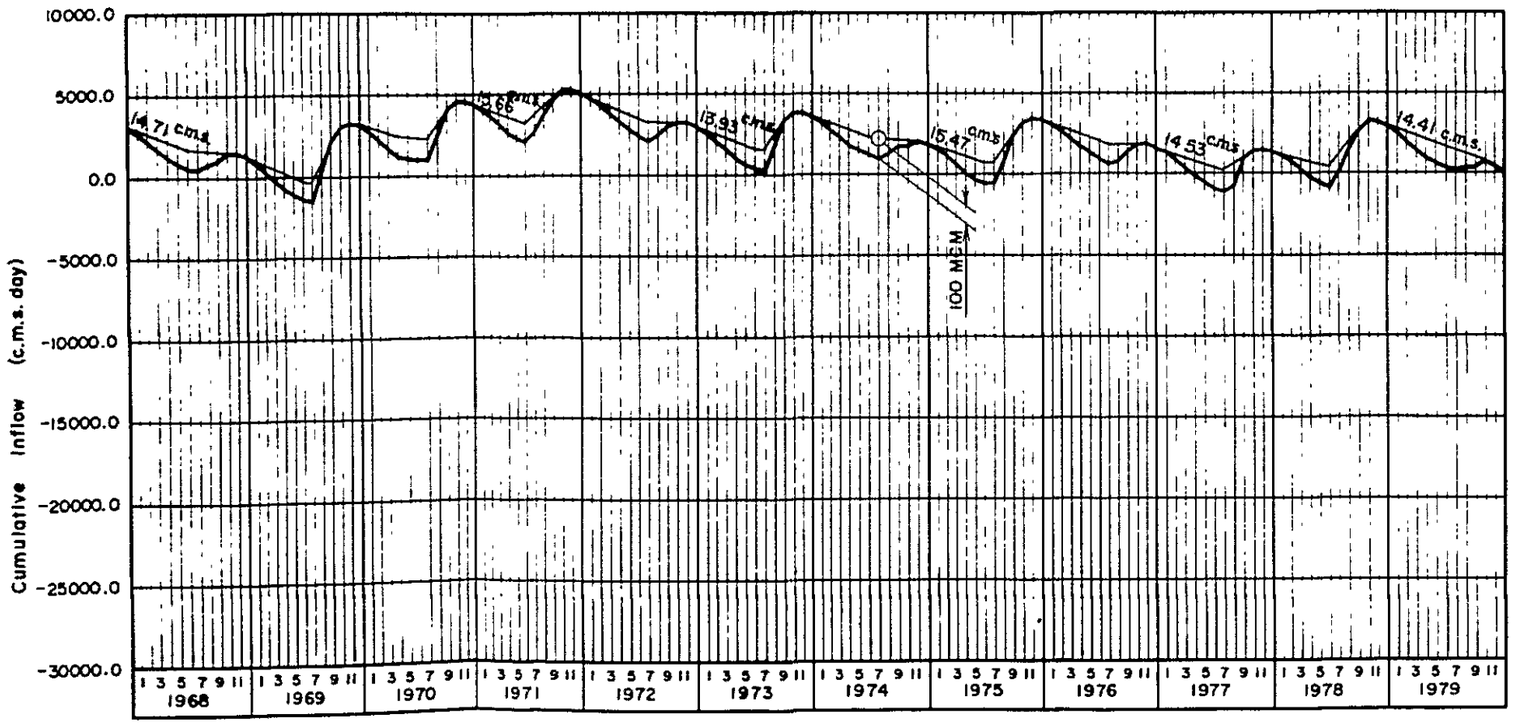



Fig 6-13 Mass Curve at Mae Chaem NO. 4 Site



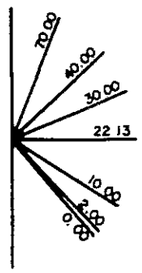
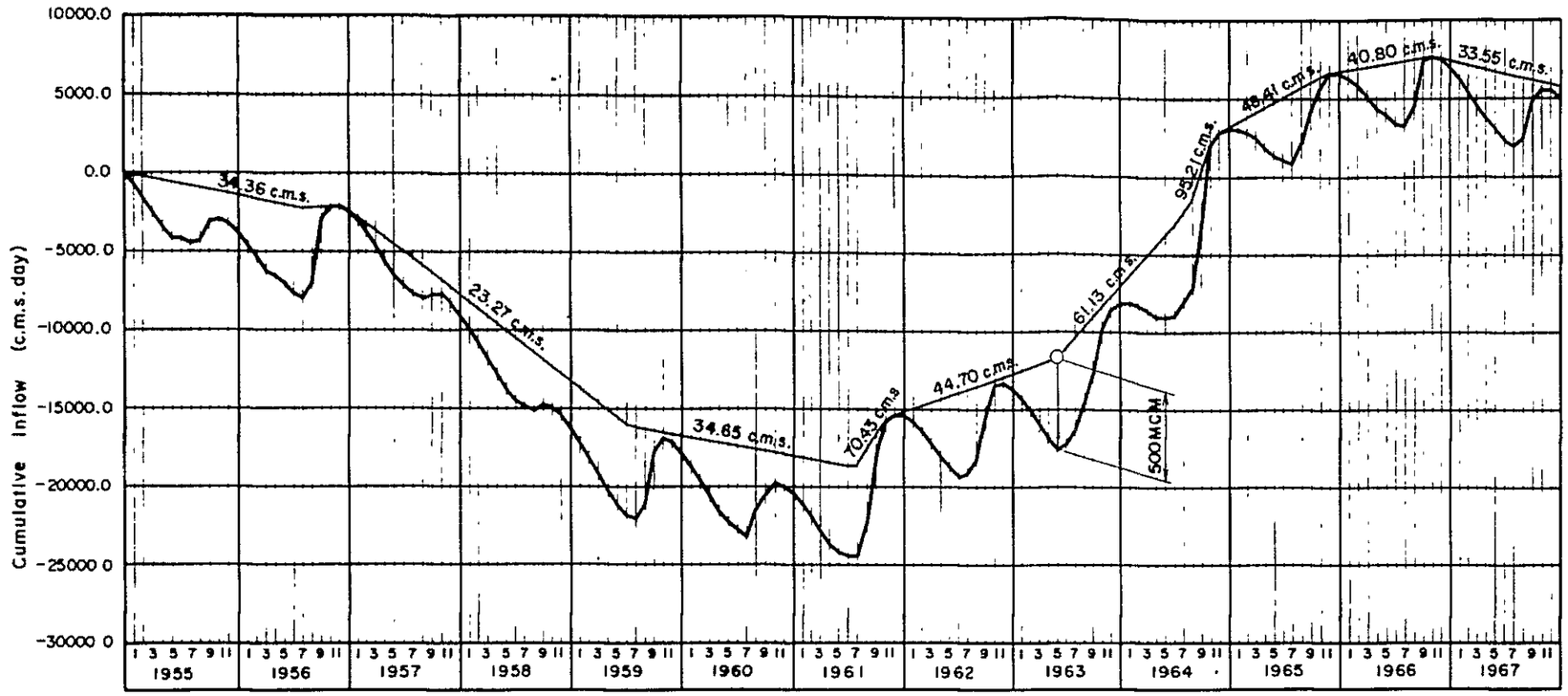
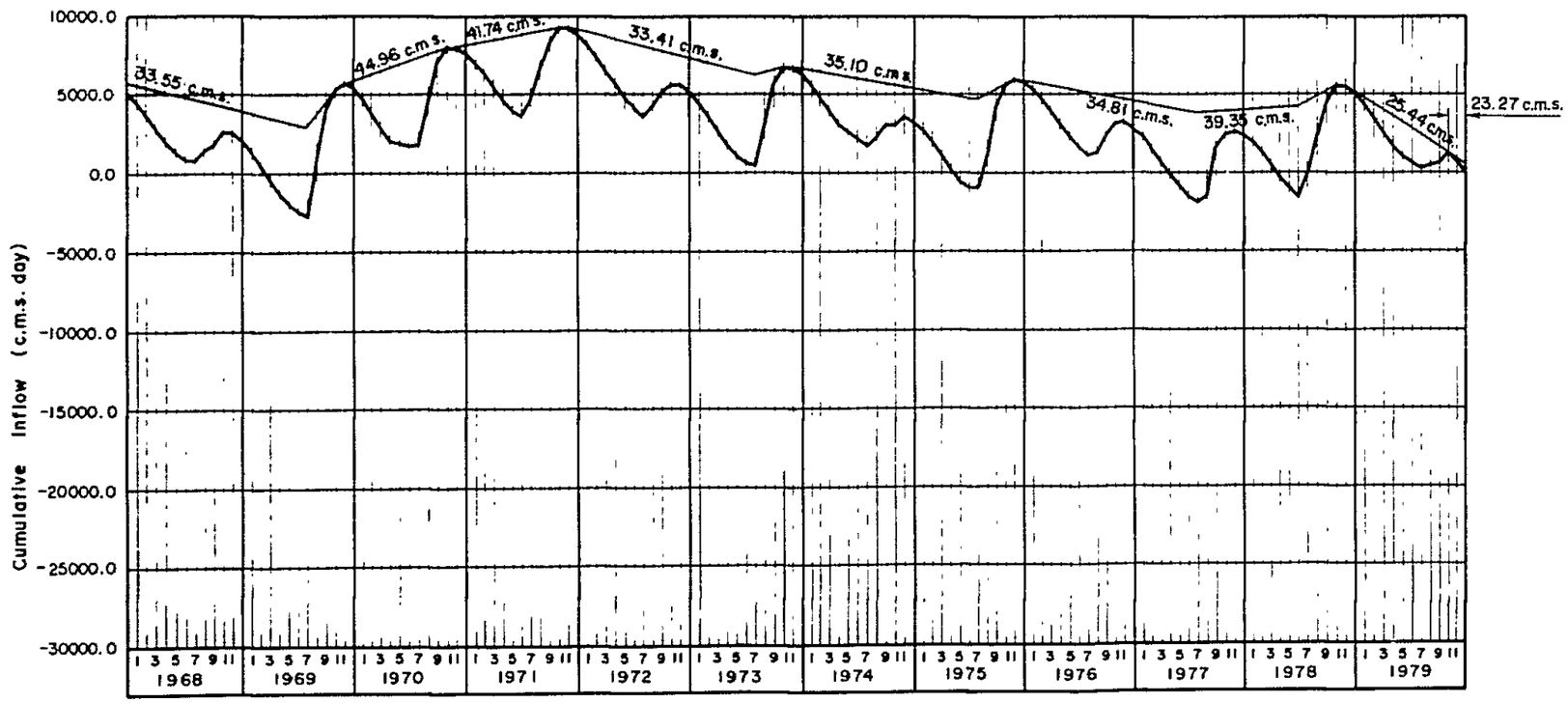



Fig 6-14 Mass Curve at Mae Chaem NO.5 Site



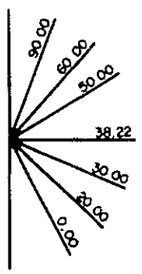



Fig 6-15 Mass Curve at Mae Pai NO.1 Site

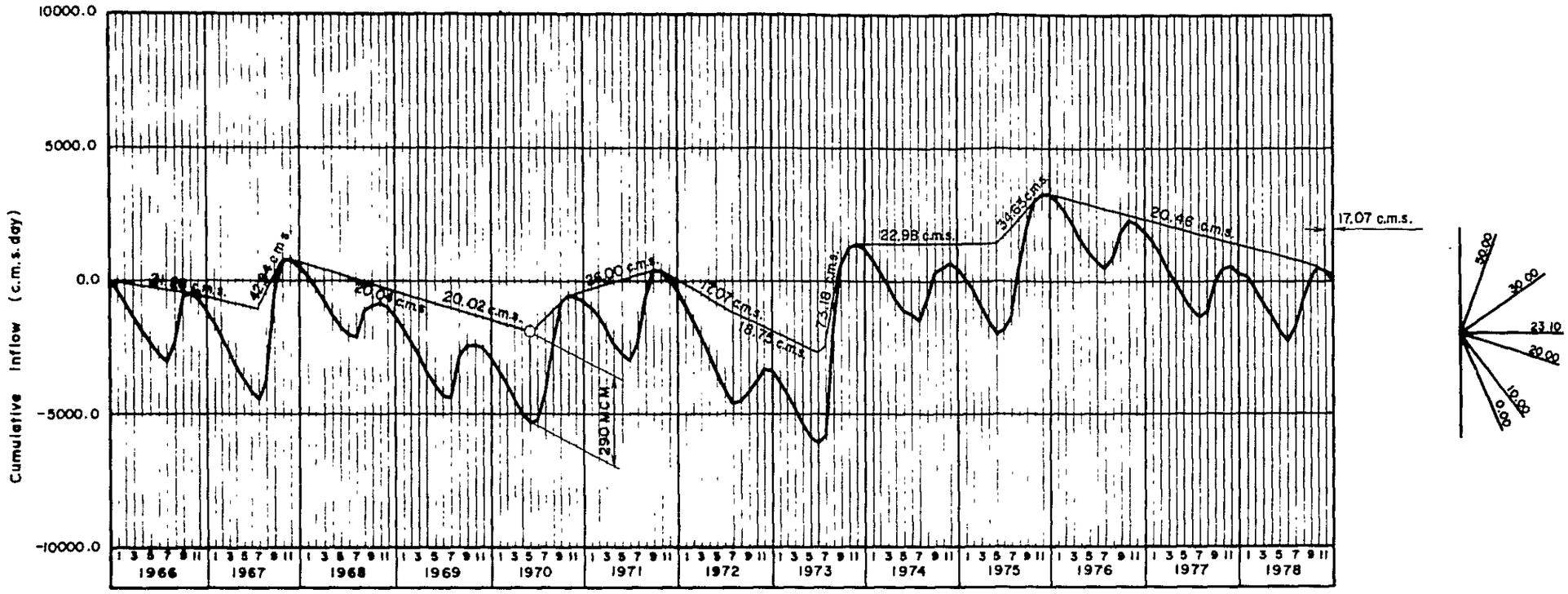



Fig 6-16 Mass Curve at Mae Pai NO.6 Site

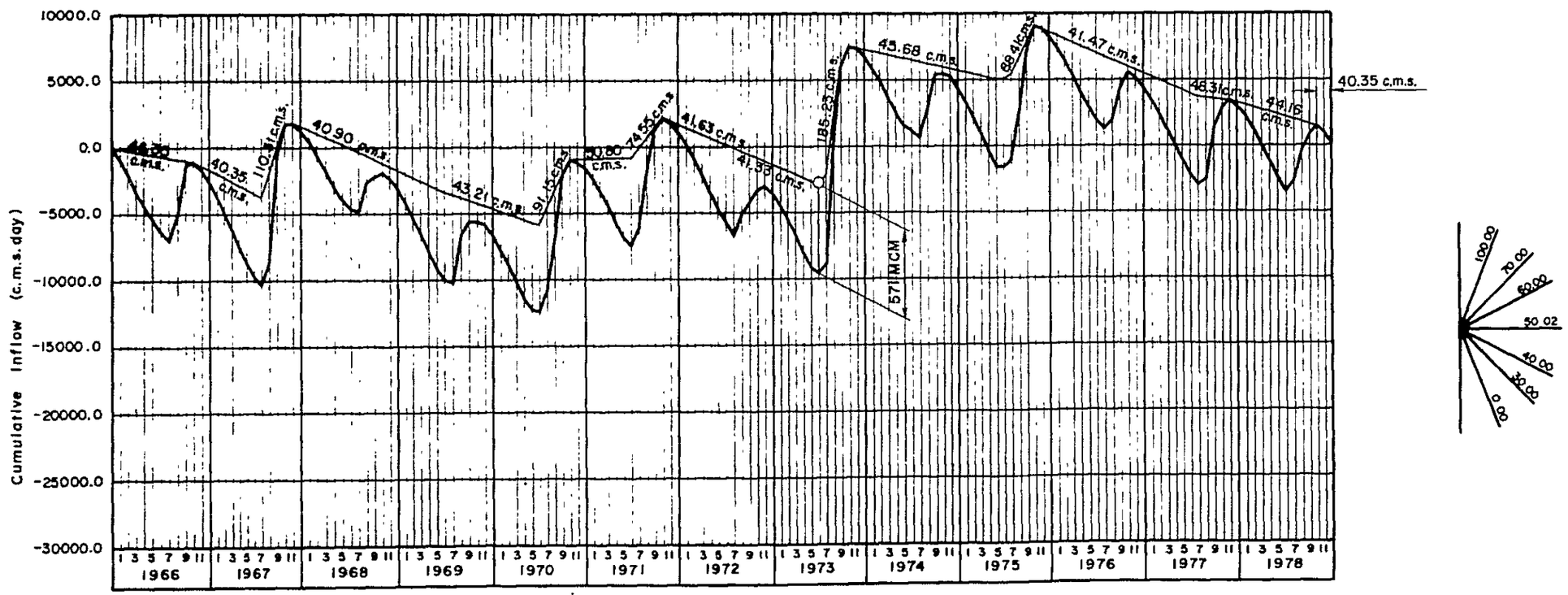


Fig 6-17 Mass Curve at Mae Khan NO.1 Site

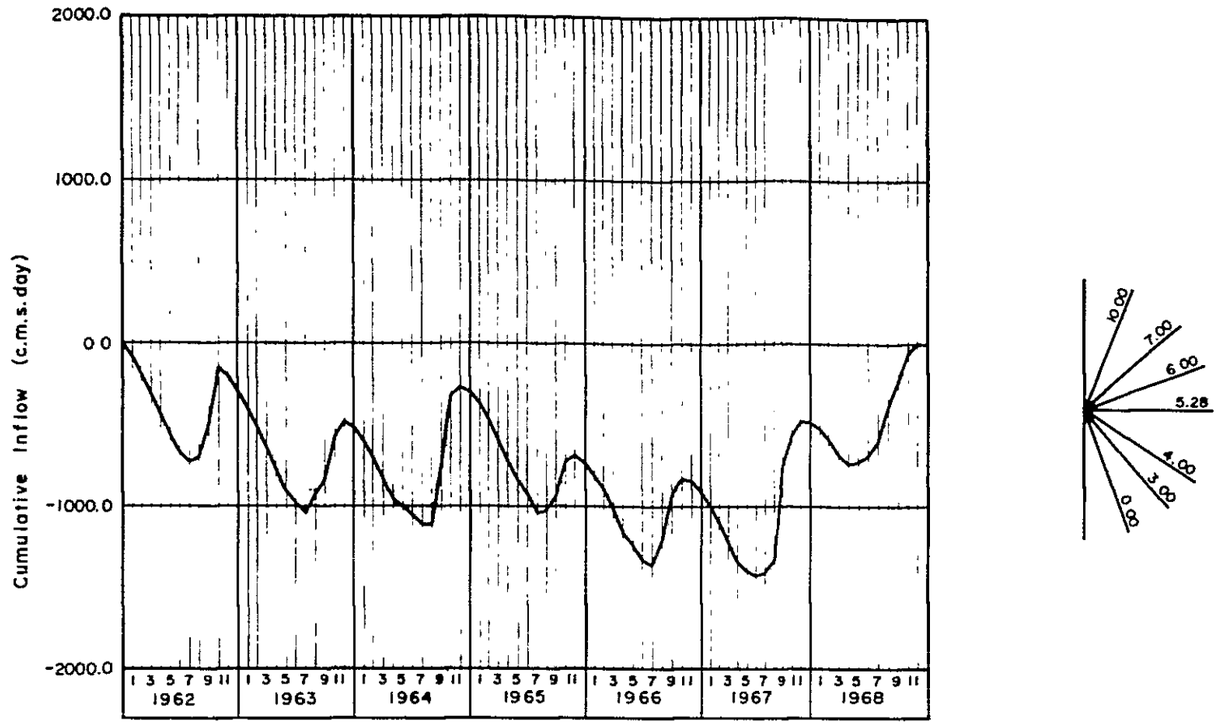



Fig 6-18 Mass Curve at Mae Khan NO.2 Site

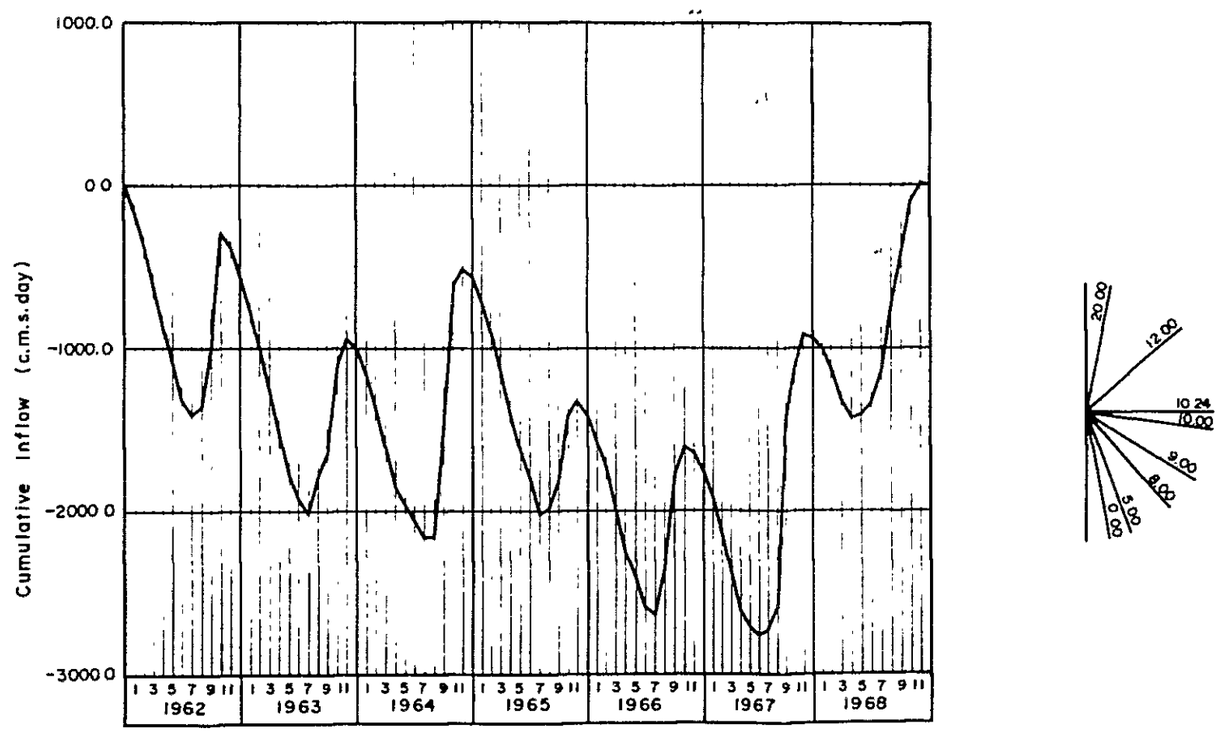
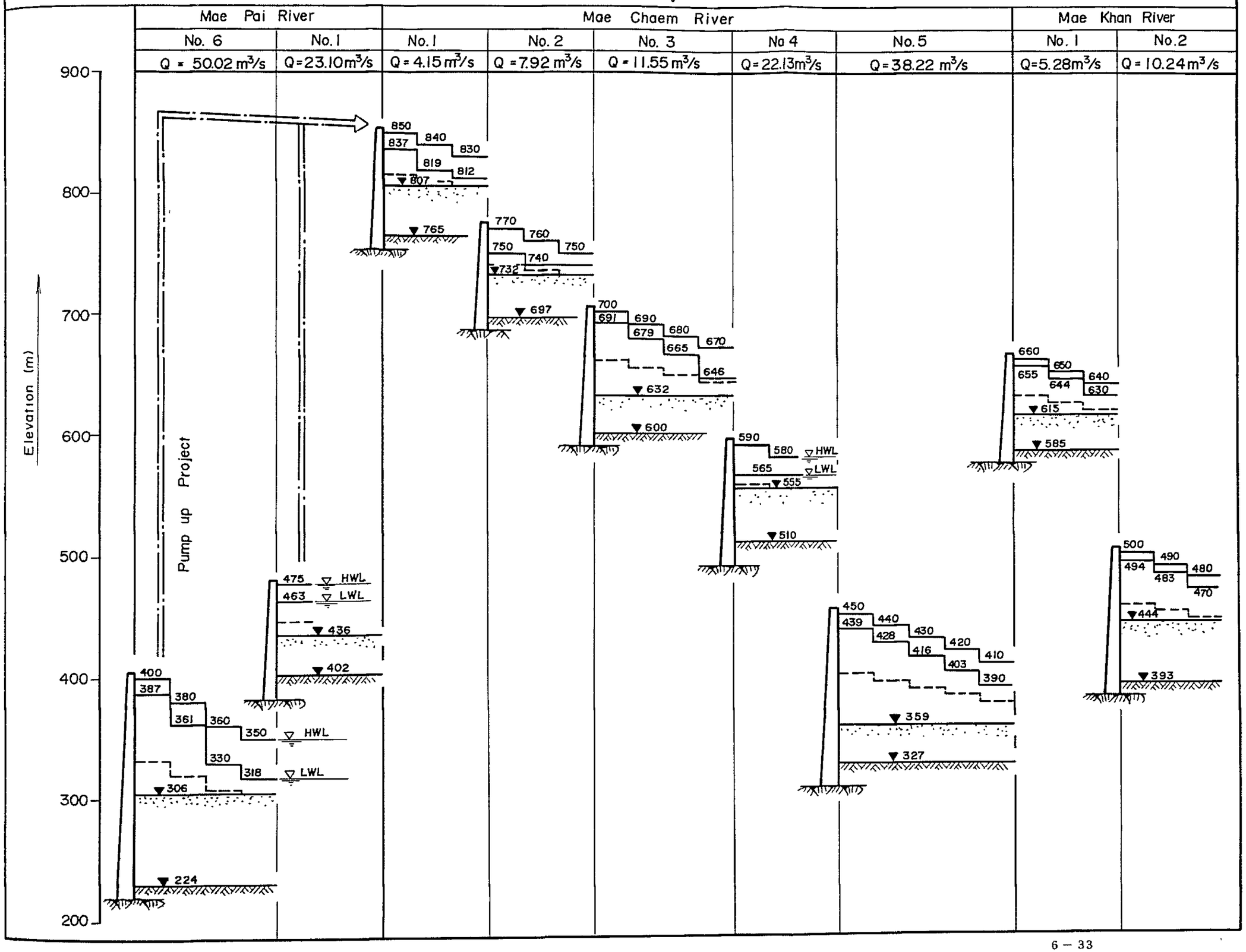


Fig. 6 – 19 General Conception of the Studied Project



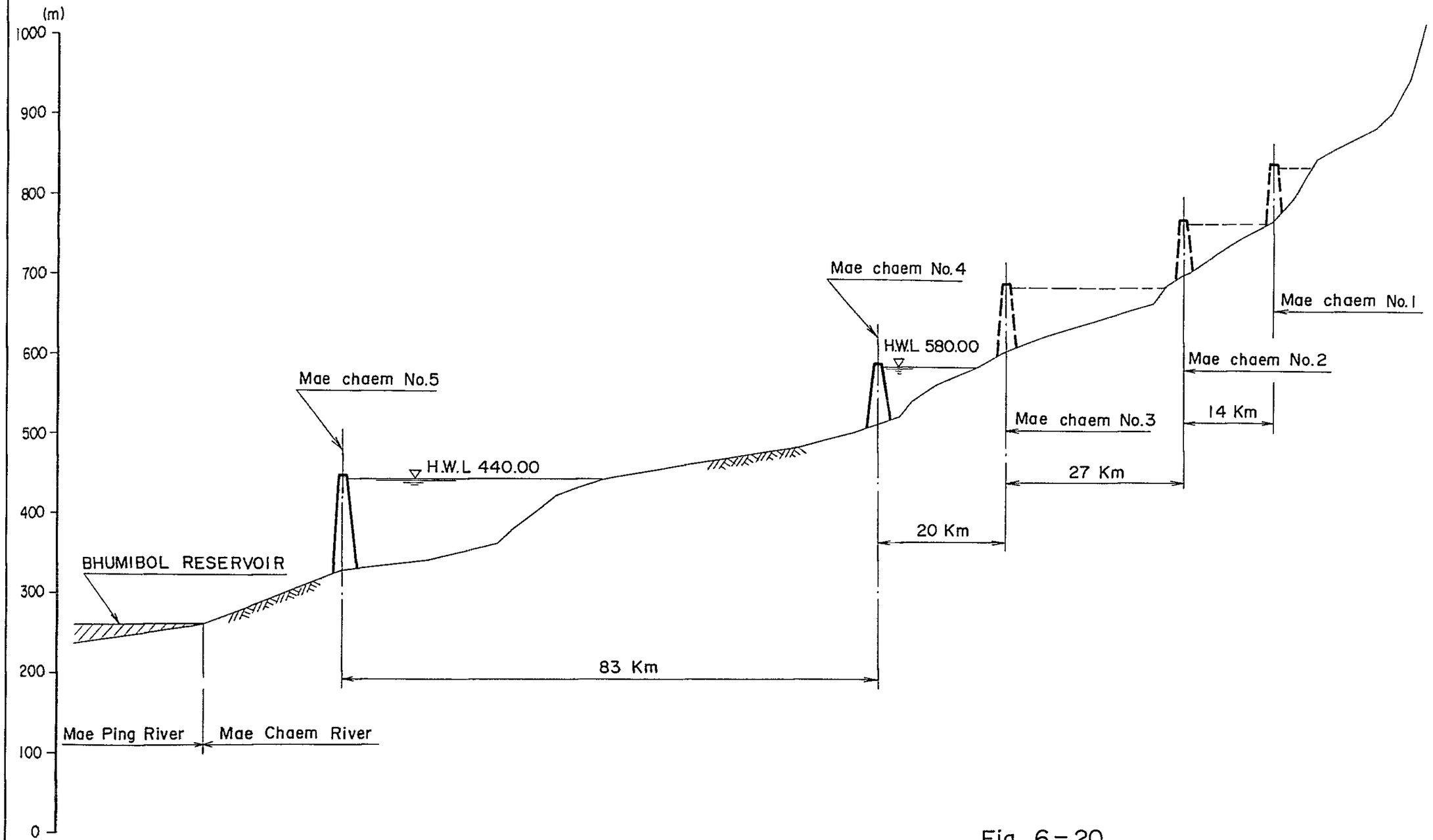



Fig. 6-20
Profile of Mae Chaem River

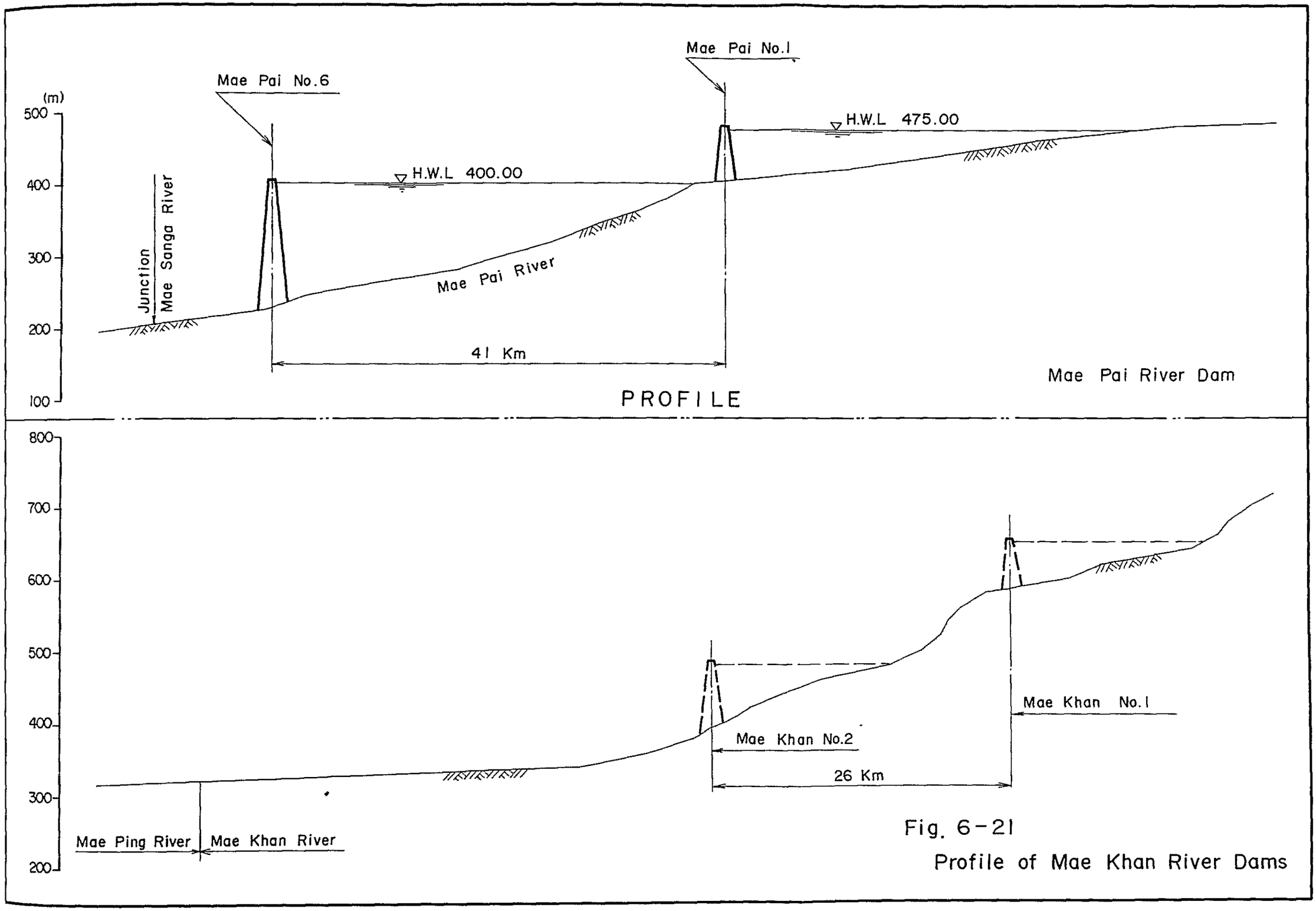



Fig. 6-21
Profile of Mae Khan River Dams

Fig. 6-22 Surplus Benefit Curve

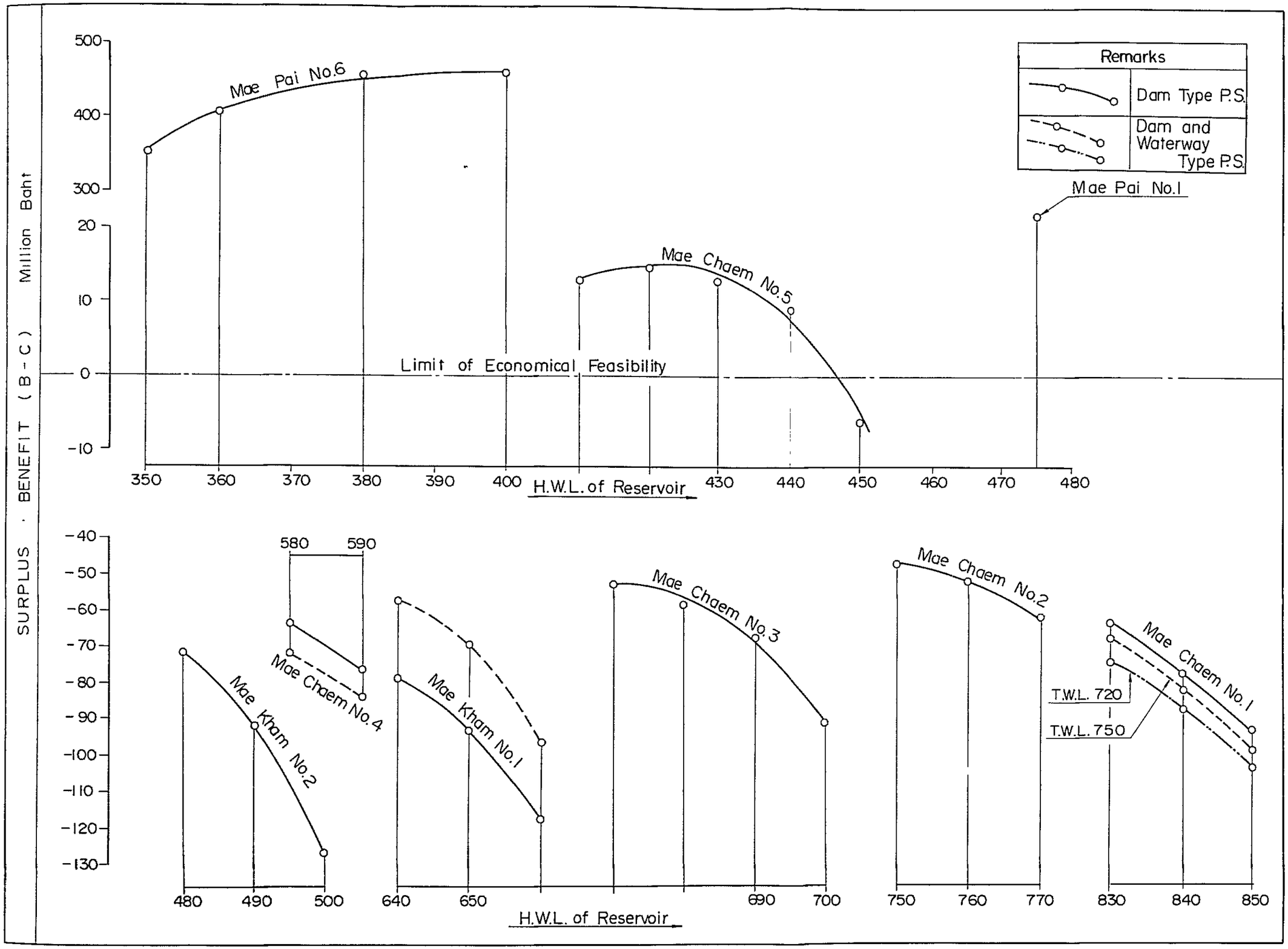


Fig.6-23 Benefit-Cost Ratio Curve

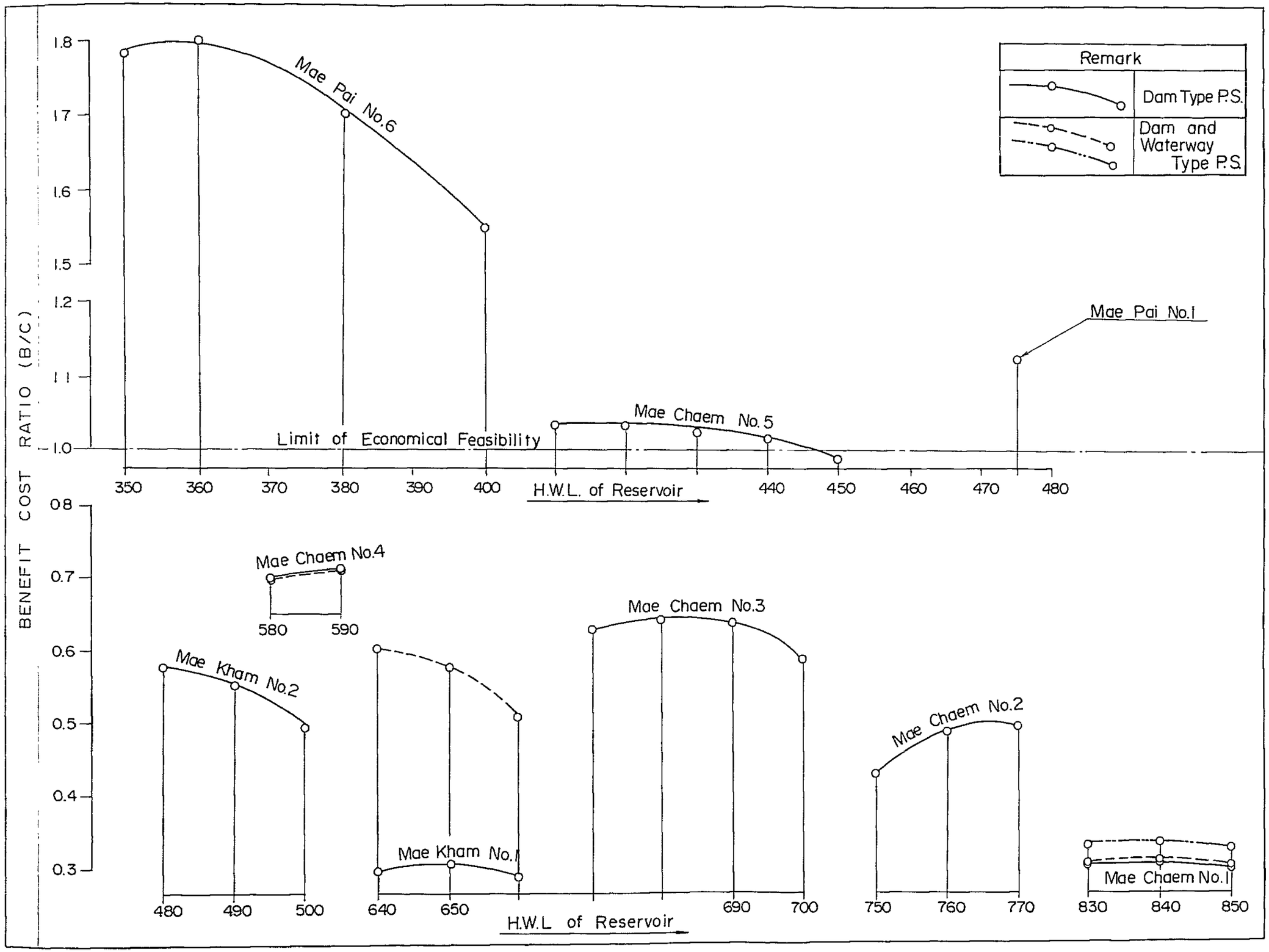


Fig 6-24 Mass Curve at Mae Pai NO.I Site (Pumping Project)

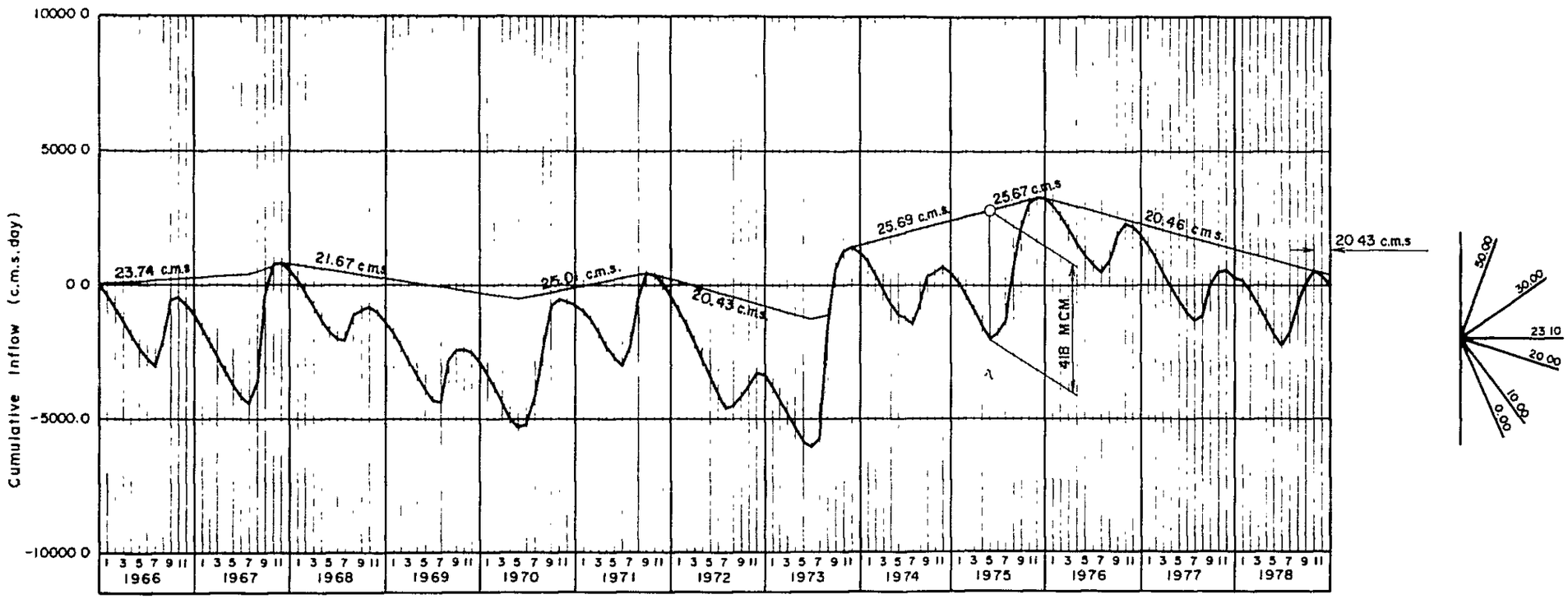


Fig. 6-25 General Conception of Transbasin Scheme

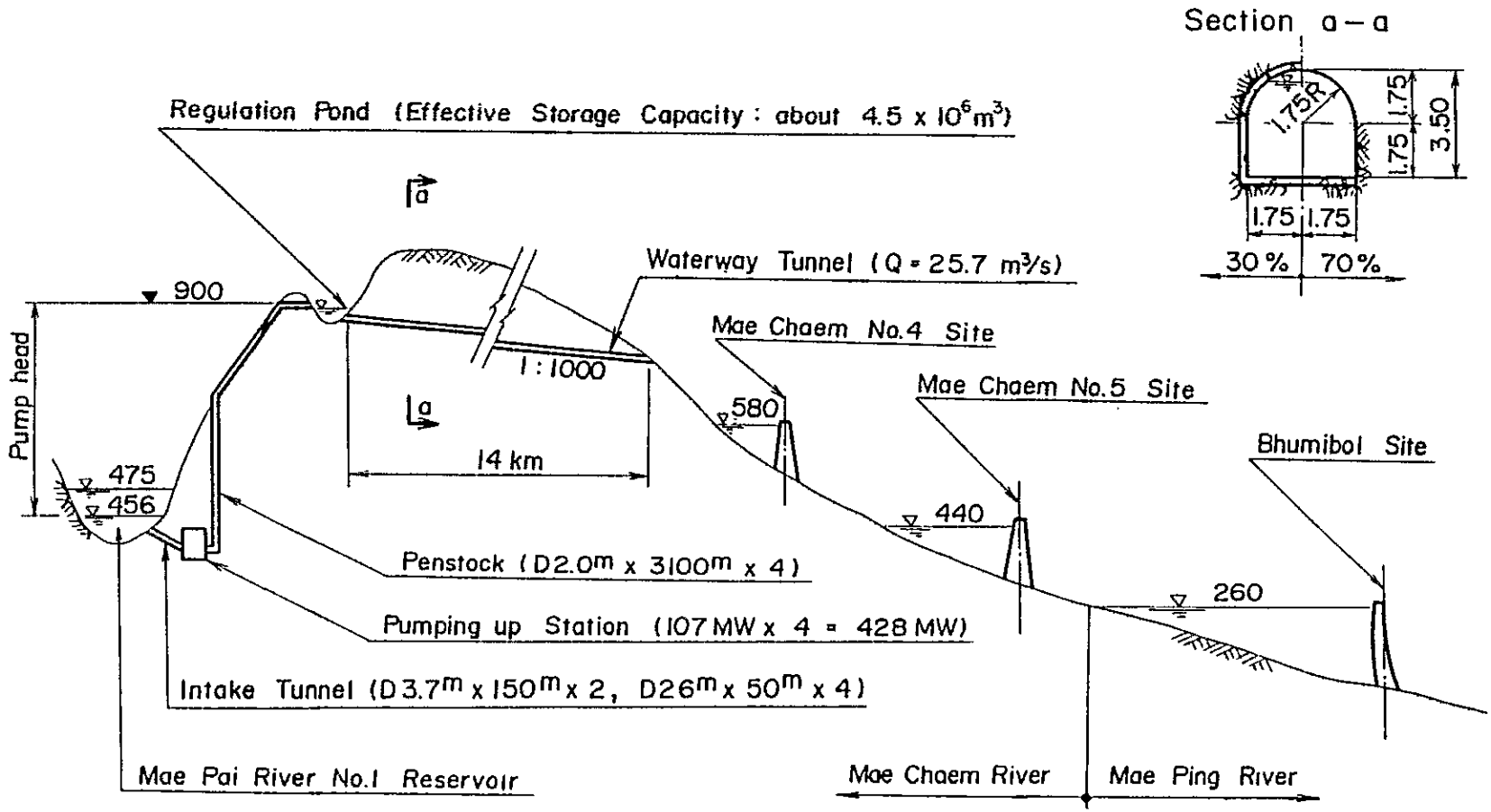


Table 6-1 Mae Chaem No. 1 Site

Dam type: 3 cases

| Item | Unit | Case 1 | Case 2 | Case 3 | Case 4 | Case 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Normal high water level | EL.m | 850 | 840 | 830 | | |
| Total storage capacity | $10^6 m^3$ | 116 | 79 | 53 | | |
| Effective storage capacity | " | 46 | 46 | 30 | | |
| Available drawdown | m | 13 | 21 | 18 | | |
| Dam height | " | 100 | 90 | 80 | | |
| | | | | | | |
| Normal water level | EL.m | 845.7 | 833.0 | 824.0 | | |
| Tailwater level | " | 765 | 765 | 765 | | |
| Normal effective head | m | 76.3 | 64.2 | 55.0 | | |
| Maximum discharge | $m^3/s$ | 12.1 | 12.1 | 11.1 | | |
| Maximum output | MW | 7.8 | 6.6 | 5.2 | | |

Mae Chaem No. 1 Site

Dam waterway type: 3 cases
Waterway length: 3,300 m

| Item | Unit | Case 1 | Case 2 | Case 3 |
|---|---|---|---|---|
| Normal high water level | EL.m | 850 | 840 | 830 |
| Total storage capacity | $10^6 m^3$ | 116 | 79 | 53 |
| Effective storage capacity | " | 46 | 46 | 30 |
| Available drawdown | m | 13 | 21 | 18 |
| Dam height | " | 100 | 90 | 80 |
| | | | | |
| Normal water level | EL.m | 845.7 | 833 | 824.0 |
| Tailwater level | " | 750 | 750 | 750 |
| Normal effeciive head | m | 81.8 | 69.6 | 59.8 |
| Maximum discharge | $m^3/s$ | 12.1 | 12.1 | 11.1 |
| Maximum output | MW | 8.4 | 7.2 | 5.6 |

Table 6-2

## Mae Chaem No. 1 Site

Dam waterway type: 3 cases
Waterway length: 8,500 m

| Item | Unit | Case 1 | Case 2 | Case 3 | Case 4 | Case 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Normal high water level | EL.m | 850 | 840 | 830 | | |
| Total storage capacity | $10^6 m^3$ | 116 | 79 | 53 | | |
| Effective storage capacity | " | 46 | 46 | 30 | | |
| Available drawdown | m | 13 | 21 | 18 | | |
| Dam height | " | 100 | 90 | 80 | | |
| | | | | | | |
| Normal water level | EL.m | 845.7 | 833.0 | 824.0 | | |
| Tailwater level | " | 720 | 720 | 720 | | |
| Normal effective head | m | 95.3 | 83.1 | 72.1 | | |
| Maximum discharge | $m^3/s$ | 12.1 | 12.1 | 11.1 | | |
| Maximum output | MW | 9.8 | 8.5 | 6.8 | | |

## Mae Chaem No. 2 Site

Dam type: 3 cases

| Item | Unit | Case 1 | Case 2 | Case 3 |
|---|---|---|---|---|
| Normal high water level | EL.m | 770 | 760 | 750 |
| Total storage capacity | $10^6 m^3$ | 157 | 101 | 62 |
| Effective storage capacity | " | 95 | 67 | 28 |
| Available drawdown | m | 20 | 20 | 10 |
| Dam height | " | 90 | 80 | 70 |
| | | | | |
| Normal water level | EL.m | 763.3 | 753.3 | 746.7 |
| Tailwater level | " | 697 | 697 | 697 |
| Normal effective head | m | 63.6 | 53.7 | 46.8 |
| Maximum discharge | $m^3/s$ | 23.6 | 22.0 | 16.4 |
| Maximum output | MW | 12.8 | 10.0 | 6.5 |

Table 6-3 Mae Chaem No. 3 Site

Dam type: 4 cases

| Item | Unit | Case 1 | Case 2 | Case 3 | Case 4 | Case 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Normal high water level | EL.m | 700 | 690 | 680 | 670 | |
| Total storage capacity | $10^6 m^3$ | 532 | 387 | 271 | 180 | |
| Effective storage capacity | " | 128 | 128 | 128 | 128 | |
| Available drawdown | m | 9 | 11 | 15 | 24 | |
| Dam height | " | 115 | 105 | 95 | 85 | |
| | | | | | | |
| Normal water level | EL.m | 697.0 | 686.3 | 675.0 | 662.0 | |
| Tailwater level | " | 600 | 600 | 600 | 600 | |
| Normal effective head | m | 94.0 | 83.6 | 72.4 | 59.6 | |
| Maximum discharge | $m^3/s$ | 33.7 | 33.7 | 33.7 | 33.7 | |
| Maximum output | MW | 26.9 | 23.9 | 20.7 | 17.1 | |

Mae Chaem No. 4 Site

Dam type: 2 cases

| Item | Unit | Case 1 | Case 2 |
|---|---|---|---|
| Normal high water level | EL.m | 590 | 580 |
| Total storage capacity | $10^6 m^3$ | 302 | 196 |
| Effective storage capacity | " | 206 | 100 |
| Available drawdown | m | 25 | 15 |
| Dam height | " | 105 | 95 |
| | | | |
| Normal water level | EL.m | 581.7 | 575.0 |
| Tailwater level | " | 510 | 510 |
| Normal effective head | m | 69.7 | 62.9 |
| Maximum discharge | $m^3/s$ | 62.1 | 51.6 |
| Maximum output | MW | 36.8 | 27.6 |

Table 6-4

## Mae Chaem No. 4 Site

Dam waterway type: 2 cases
Waterway length: 3,100 m

| Item | Unit | Case 1 | Case 2 | Case 3 | Case 4 | Case 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Normal high water level | EL.m | 590 | 580 | | | |
| Total storage capacity | $10^6 m^3$ | 302 | 196 | | | |
| Effective storage capacity | " | 206 | 100 | | | |
| Available drawdown | m | 25 | 15 | | | |
| Dam height | " | 105 | 95 | | | |
| | | | | | | |
| Normal water level | EL.m | 581.7 | 575.0 | | | |
| Tailwater level | " | 497 | 497 | | | |
| Normal effective head | m | 76.5 | 69.6 | | | |
| Maximum discharge | $m^3/s$ | 62.1 | 51.6 | | | |
| Maximum output | MW | 40.4 | 30.5 | | | |

## Mae Chaem No. 5 Site

Dam type: 5 cases

| Item | Unit | Case 1 | Case 2 | Case 3 | Case 4 | Case 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Normal high water level | EL.m | 450 | 440 | 430 | 420 | 410 |
| Total storage capacity | $10^6 m^3$ | 2,620 | 2,141 | 1,720 | 1,356 | 1,040 |
| Effective storage capacity | " | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 |
| Available drawdown | m | 11 | 12 | 14 | 17 | 20 |
| Dam height | " | 150 | 140 | 130 | 120 | 110 |
| | | | | | | |
| Normal water level | EL.m | 446.3 | 436.0 | 425.3 | 414.3 | 403.3 |
| Tailwater level | " | 330 | 330 | 330 | 330 | 330 |
| Normal effective head | m | 114.4 | 104.1 | 93.5 | 82.6 | 71.6 |
| Maximum discharge | $m^3/s$ | 116 | 116 | 116 | 116 | 116 |
| Maximum output | MW | 112.8 | 102.6 | 92.2 | 81.4 | 70.6 |

Table 6-5 Mae Pai No. 1 Site

Dam type: 1 case

| Item | Unit | Case 1 | Case 2 | Case 3 | Case 4 | Case 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Normal high water level | EL.m | 475 | | | | |
| Total storage capacity | $10^6 m^3$ | 765 | | | | |
| Effective storage capacity | " | 290 | | | | |
| Available drawdown | m | 12 | | | | |
| Dam height | " | 100 | | | | |
| | | | | | | |
| Normal water level | EL.m | 471 | | | | |
| Tailwater level | " | 402 | | | | |
| Normal effective head | m | 67.3 | | | | |
| Maximum discharge | $m^3/s$ | 85.4 | | | | |
| Maximum output | MW | 48.9 | | | | |

Mae Pai No. 6 Site

Dam type: 4 cases

| Item | Unit | Case 1 | Case 2 | Case 3 | Case 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Normal high water level | EL.m | 400 | 380 | 360 | 350 |
| Total storage capacity | $10^6 m^3$ | 2,421 | 1,598 | 1,011 | 790 |
| Effective storage capacity | " | 571 | 571 | 571 | 490 |
| Available drawdown | m | 13 | 19 | 30 | 32 |
| Dam height | " | 185 | 165 | 145 | 135 |
| | | | | | |
| Normal water level | EL.m | 395.7 | 373.7 | 350 | 339.3 |
| Tailwater level | " | 224 | 224 | 224 | 224 |
| Normal effective head | m | 169.2 | 147.3 | 123.8 | 113.1 |
| Maximum discharge | $m^3/s$ | 202 | 202 | 202 | 185 |
| Maximum output | MW | 291 | 253 | 213 | 178 |

Table 6-6

## Mae Khan No. 1 Site

Dam type: 3 cases

| Item | Unit | Case 1 | Case 2 | Case 3 | Case 4 | Case 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Normal high water level | EL.m | 660 | 650 | 640 | | |
| Total storage capacity | $10^6 m^3$ | 279 | 192 | 122 | | |
| Effective storage capacity | " | 48 | 48 | 48 | | |
| Available drawdown | m | 5 | 6 | 10 | | |
| Dam height | " | 90 | 80 | 70 | | |
| | | | | | | |
| Normal water level | EL.m | 658.3 | 648 | 636.7 | | |
| Tailwater level | " | 590 | 590 | 590 | | |
| Normal effective head | m | 65.2 | 55.1 | 44.1 | | |
| Maximum discharge | $m^3/s$ | 20.2 | 20.2 | 20.2 | | |
| Maximum output | MW | 11.2 | 9.5 | 7.6 | | |

## Mae Khan No. 1 Site

Dam waterway type: 3 cases
Waterway length: 9,200 m

| Item | Unit | Case 1 | Case 2 | Case 3 |
|---|---|---|---|---|
| Normal high water level | EL.m | 660 | 650 | 640 |
| Total storage capacity | $10^6 m^3$ | 279 | 192 | 122 |
| Effective storage capacity | " | 48 | 48 | 48 |
| Available drawdown | m | 5 | 6 | 10 |
| Dam height | " | 90 | 80 | 70 |
| | | | | |
| Normal water level | EL.m | 658.3 | 648 | 636.7 |
| Tailwater level | " | 490 | 490 | 490 |
| Normal effective head | m | 136.8 | 126.7 | 115.7 |
| Maximum discharge | $m^3/s$ | 20.2 | 20.2 | 20.2 |
| Maximum output | MW | 23.5 | 21.8 | 19.9 |

Table 6-7 Mae Khan No. 2 Site

Dam type: 3 cases

| Item | Unit | Case 1 | Case 3 | Case 3 | Case 4 | Case 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Normal high water level | EL.m | 500 | 490 | 480 | | |
| Total storage capacity | $10^6 m^3$ | 314 | 232 | 153 | | |
| Effective storage capacity | " | 53 | 53 | 53 | | |
| Available drawdown | m | 6 | 7 | 10 | | |
| Dam height | " | 120 | 110 | 100 | | |
| | | | | | | |
| Normal water level | EL.m | 498 | 487.7 | 476.7 | | |
| Tailwater level | " | 393 | 393 | 393 | | |
| Normal effective head | m | 101.5 | 91.4 | 80.7 | | |
| Maximum discharge | $m^3/s$ | 29.6 | 29.6 | 29.6 | | |
| Maximum output | MW | 25.5 | 23.0 | 20.3 | | |

Table 6-8 Net Evaporation Loss (Mae Chaem River)

| Month | ① (°C) | ② (%) | ③ | ④ | ⑤=③×④(mm) | ⑥ (mm) | ⑦=⑥×0.8 | ⑧ (mm) | ⑨ (mm) | ⑩=⑧-⑨(mm) | ⑪ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | t | P | $K_1=k\cdot p$ | $K_2=\frac{(45.7t+813)}{100}$ | Evapotranspiration obtained by Blaney-Criddle | Precipitation | Available Precipitation for Crop Consumption | Evapotranspiration | Evaporation from Reservoir Water Surface | Net Evaporation Loss | Remarks |
| Jan. | 20.7 | 7.74 | 4.64 | 17.59 | 81.6 | 20.9 | 16.7 | 16.7 | 81.3 | -64.6 | |
| Feb. | 24.0 | 7.25 | 4.35 | 19.10 | 83.1 | 4.1 | 3.3 | 3.3 | 111.2 | -107.9 | |
| Mar. | 26.9 | 8.41 | 5.05 | 20.42 | 103.1 | 22.7 | 18.2 | 18.2 | 147.0 | -128.8 | |
| Apr. | 30.0 | 8.52 | 5.11 | 21.84 | 111.6 | 47.2 | 37.8 | 37.8 | 155.6 | -117.8 | |
| May | 28.5 | 9.15 | 5.49 | 21.15 | 116.1 | 206.6 | 165.3 | 116.1 | 112.0 | +4.1 | |
| Jun. | 28.0 | 9.00 | 5.40 | 20.93 | 113.0 | 140.5 | 112.4 | 112.4 | 94.2 | +18.2 | |
| Jul. | 27.4 | 9.25 | 5.55 | 20.65 | 114.6 | 140.2 | 112.2 | 112.2 | 90.4 | +21.8 | |
| Aug. | 26.7 | 8.96 | 5.38 | 20.33 | 109.4 | 173.0 | 138.4 | 109.4 | 78.7 | +30.7 | |
| Sep. | 26.0 | 8.30 | 4.98 | 20.01 | 99.6 | 220.0 | 176.0 | 99.6 | 77.2 | +22.4 | |
| Oct. | 25.6 | 8.18 | 4.91 | 19.83 | 97.4 | 132.0 | 105.6 | 97.4 | 81.8 | +15.6 | |
| Nov. | 23.1 | 7.58 | 4.55 | 18.69 | 85.0 | 48.0 | 38.4 | 38.4 | 72.2 | -33.8 | |
| Dec. | 21.5 | 7.66 | 4.60 | 17.96 | 82.6 | 12.8 | 10.2 | 10.2 | 70.6 | -60.4 | |
| Total | - | 100 | - | - | 1,197.1 | 1,168.0 | 934.5 | 771.7 | 1,172.2 | -400.5 | |

Remarks: t: Mean temperature at Ban Obb Luang from 1972 to 1980.

P: Monthly percent of daytime hours of the year, can be obtained from a table prepared by Blaney-Criddle, according to the location of the proposed reservoir site (about Lat. 18°40'N, Long. 98°20'E).

K: Empirical coefficient to be estimated 0.6 by kind of crop or vegetation.

## Table 6-9 Net Evaporation Loss (Mae Pai River)

| Month | ① (°C) | ② (%) | ③ | ④ | ⑤=③×④(mm) | ⑥ (mm) | ⑦=⑥×0.8 | ⑧ (mm) | ⑨ (mm) | 10=⑧-⑨(mm) | ⑪ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | t | P | $K_1=k \cdot p$ | $K_2=\frac{(45.7t+813)}{100}$ | Evapotranspiration obtained by Blaney-Criddle | Precipitation | Available Precipitation for Crop Consumption | Evapotranspiration | Evaporation from Reservoir Water Surface | Net Evaporation Loss | Remarks |
| Jan. | 21.7 | 7.74 | 4.64 | 18.05 | 83.8 | 20.2 | 16.2 | 16.2 | 69.7 | -53.5 | |
| Feb. | 23.4 | 7.25 | 4.35 | 18.82 | 81.9 | 1.7 | 1.4 | 1.4 | 88.2 | -86.8 | |
| Mar. | 26.5 | 8.41 | 5.05 | 20.24 | 102.2 | 7.3 | 5.8 | 5.8 | 117.1 | -111.3 | |
| Apr. | 29.8 | 8.52 | 5.11 | 21.75 | 111.14 | 36.5 | 29.2 | 29.2 | 143.2 | -114.0 | |
| May | 30.1 | 9.15 | 5.49 | 21.89 | 120.2 | 175.9 | 140.7 | 120.2 | 131.2 | -11.0 | |
| Jun. | 28.8 | 9.00 | 5.40 | 21.29 | 115.0 | 193.5 | 154.8 | 115.0 | 95.5 | +19.5 | |
| Jul. | 27.6 | 9.25 | 5.55 | 20.74 | 115.1 | 227.4 | 181.9 | 115.1 | 80.9 | +34.2 | |
| Aug. | 27.2 | 8.96 | 5.38 | 20.56 | 110.6 | 315.5 | 252.4 | 110.6 | 74.3 | +36.3 | |
| Sep. | 27.5 | 8.30 | 4.98 | 20.70 | 103.1 | 237.0 | 189.6 | 103.1 | 83.4 | +19.7 | |
| Oct. | 26.7 | 8.18 | 4.91 | 20.33 | 99.8 | 101.6 | 81.3 | 81.3 | 89.4 | -8.1 | |
| Nov. | 24.9 | 7.58 | 4.55 | 19.51 | 88.8 | 35.8 | 28.6 | 28.6 | 75.0 | -46.4 | |
| Dec. | 22.1 | 7.66 | 4.60 | 18.23 | 83.9 | 16.8 | 13.4 | 13.4 | 67.6 | -54.2 | |
| Total | - | 100 | - | - | 2,215.8 | 1,369.2 | 1,095.3 | 739.9 | 1,115.5 | -375.6 | |

Remarks: t: Mean temperature at Pang Mu from 1966 to 1978.

P: Monthly percent of daytime hours of the year, can be obtained from a table prepared by Blaney-Criddle, according to the location of the proposed reservoir site (about Lat. 19°15'N, Long. 98°10'E).

K: Empirical coefficient to be estimated 0.6 by kind of crop or vegetation.

Table 6-10 Net Evaporation Loss (Mae Khan River)

| Month | ① (°C) | ② (%) | ③ | ④ | ⑤=③×④(mm) | ⑥ (mm) | ⑦=⑥×0.8 | ⑧ (mm) | ⑨ (mm) | ⑩=⑧-⑨(mm) | ⑪ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | t | P | $K_1=k \cdot p$ | $K_2=\frac{(45.7t+813)}{100}$ | Evapotranspiration obtained by Blaney-Criddle | Precipitation | Available Precipitation for Crop Consumption | Evapotranspiration | Evaporation from Reservoir Water Surface | Net Evaporation Loss | Remarks |
| Jan. | 20.3 | 7.74 | 4.64 | 17.41 | 80.8 | 23.0 | 18.4 | 18.4 | 61.7 | -43.3 | |
| Feb. | 23.5 | 7.25 | 4.35 | 18.87 | 82.1 | 2.5 | 2.0 | 2.0 | 83.0 | -81.0 | |
| Mar. | 26.4 | 8.41 | 5.05 | 20.19 | 102.0 | 23.5 | 18.8 | 18.8 | 115.8 | -97.0 | |
| Apr. | 28.9 | 8.52 | 5.11 | 21.34 | 109.0 | 56.9 | 45.5 | 45.5 | 116.2 | -70.7 | |
| May | 27.4 | 9.15 | 5.49 | 20.65 | 113.4 | 197.7 | 158.2 | 113.4 | 96.9 | +16.5 | |
| Jun. | 27.6 | 9.00 | 5.40 | 20.74 | 112.0 | 136.2 | 109.4 | 109.0 | 78.1 | +30.9 | |
| Jul. | 27.3 | 9.25 | 5.55 | 20.61 | 114.4 | 179.1 | 143.3 | 114.4 | 66.9 | +47.5 | |
| Aug. | 26.6 | 8.96 | 5.38 | 20.29 | 109.2 | 267.8 | 214.2 | 109.2 | 63.2 | +46.0 | |
| Sep. | 26.7 | 8.30 | 4.98 | 20.33 | 101.2 | 274.8 | 219.8 | 101.2 | 70.1 | +31.1 | |
| Oct. | 25.6 | 8.18 | 4.91 | 19.83 | 97.4 | 139.1 | 111.3 | 97.4 | 74.7 | +22.7 | |
| Nov. | 24.2 | 7.58 | 4.55 | 19.19 | 87.3 | 42.8 | 34.2 | 34.2 | 57.4 | -23.2 | |
| Dec. | 21.8 | 7.66 | 4.60 | 18.09 | 83.2 | 21.4 | 17.1 | 17.1 | 53.1 | -36.0 | |
| Total | - | 100 | - | - | 1,192.0 | 1,364.8 | 1,091.8 | 780.6 | 937.1 | -156.5 | |

Remarks: t: Mean temperature at San Pa Tong from 1972 to 1978.

P: Monthly percent of daytime hours of the year, can be obtained from a table prepared by Blaney-Criddle, according to the location of the proposed reservoir site (about Lat. 18°45'N, Long. 98°45'E).

K: Empirical coefficient to be estimated 0.6 by kind of crop or vegetation.

Table 6-11 Annual Energy Production at Mae Chaem No. 4 P.S.

Unit: $10^6$ kWH

| Year | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May | Jun. | Jul. | Aug. | Sep. | Oct. | Nov. | Dec. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1955 | 5.77 | 4.98 | 5.19 | 4.71 | 4.64 | 6.30 | 6.27 | 7.00 | 7.94 | 8.34 | 7.08 | 6.46 | 74.68 |
| 1956 | 6.25 | 5.54 | 5.40 | 5.32 | 5.47 | 5.01 | 5.31 | 14.09 | 21.46 | 15.00 | 8.97 | 7.04 | 104.86 |
| 1957 | 5.03 | 4.42 | 4.75 | 4.38 | 4.42 | 4.21 | 4.34 | 4.56 | 4.83 | 5.15 | 4.58 | 4.47 | 55.14 |
| 1958 | 4.40 | 3.81 | 4.01 | 3.69 | 3.67 | 3.47 | 3.87 | 4.13 | 4.44 | 4.71 | 4.37 | 4.31 | 48.88 |
| 1959 | 4.23 | 3.65 | 3.84 | 3.50 | 3.52 | 3.35 | 6.15 | 12.88 | 17.80 | 17.55 | 6.76 | 5.20 | 88.43 |
| 1960 | 5.09 | 4.56 | 4.58 | 4.09 | 4.15 | 4.02 | 4.62 | 12.55 | 12.68 | 13.28 | 6.80 | 6.63 | 83.05 |
| 1961 | 6.43 | 5.56 | 5.74 | 5.10 | 5.17 | 5.62 | 7.09 | 18.67 | 21.46 | 22.17 | 12.20 | 8.82 | 124.03 |
| 1962 | 6.76 | 5.95 | 6.31 | 5.75 | 5.70 | 5.19 | 8.77 | 12.45 | 19.71 | 21.55 | 9.50 | 6.32 | 113.96 |
| 1963 | 6.23 | 5.42 | 5.67 | 5.10 | 5.00 | 8.93 | 13.44 | 18.11 | 18.64 | 21.93 | 19.03 | 12.38 | 139.88 |
| 1964 | 11.02 | 9.97 | 10.05 | 8.89 | 9.02 | 8.45 | 12.68 | 13.26 | 21.46 | 22.17 | 15.70 | 11.11 | 153.78 |
| 1965 | 9.14 | 8.12 | 8.78 | 7.99 | 7.77 | 7.20 | 7.21 | 14.04 | 15.62 | 17.06 | 16.86 | 9.44 | 129.23 |
| 1966 | 7.73 | 6.82 | 7.28 | 6.45 | 6.69 | 5.93 | 6.22 | 14.53 | 17.91 | 11.76 | 8.01 | 5.75 | 105.08 |
| 1967 | 5.67 | 4.92 | 5.19 | 4.73 | 4.81 | 4.38 | 4.57 | 10.07 | 13.84 | 14.54 | 8.60 | 6.21 | 87.53 |
| 1968 | 6.11 | 5.47 | 5.50 | 5.00 | 5.04 | 4.78 | 6.79 | 8.15 | 8.32 | 9.22 | 8.61 | 5.82 | 78.81 |
| 1969 | 5.71 | 4.93 | 5.14 | 4.60 | 4.68 | 4.47 | 5.69 | 21.53 | 21.47 | 21.11 | 12.11 | 7.20 | 118.64 |
| 1970 | 6.34 | 5.43 | 5.52 | 4.88 | 6.94 | 6.04 | 7.76 | 20.14 | 21.46 | 16.66 | 8.83 | 7.06 | 117.06 |
| 1971 | 6.54 | 5.69 | 5.97 | 5.33 | 5.28 | 5.08 | 13.75 | 15.18 | 16.01 | 16.63 | 9.17 | 6.25 | 110.88 |
| 1972 | 5.63 | 5.09 | 5.23 | 4.86 | 4.77 | 4.43 | 4.50 | 8.46 | 8.99 | 9.56 | 9.32 | 5.90 | 76.74 |
| 1973 | 5.80 | 5.02 | 5.27 | 4.70 | 4.68 | 4.52 | 6.59 | 19.50 | 21.46 | 17.44 | 9.44 | 6.43 | 110.85 |
| 1974 | 6.32 | 5.47 | 5.68 | 5.06 | 5.24 | 5.04 | 5.09 | 7.46 | 8.04 | 8.41 | 8.22 | 8.32 | 78.35 |
| 1975 | 6.42 | 5.57 | 5.79 | 5.11 | 3.45 | 5.04 | 7.31 | 18.61 | 21.29 | 21.50 | 12.01 | 8.14 | 120.24 |
| 1976 | 6.25 | 5.69 | 5.85 | 5.36 | 5.36 | 4.94 | 4.96 | 7.86 | 8.85 | 9.71 | 9.92 | 6.14 | 80.89 |
| 1977 | 6.11 | 5.33 | 5.62 | 5.18 | 5.19 | 4.72 | 5.01 | 10.55 | 16.56 | 16.98 | 10.52 | 7.35 | 99.12 |
| 1978 | 6.71 | 5.87 | 6.20 | 5.57 | 5.51 | 4.34 | 16.17 | 18.60 | 19.34 | 18.30 | 9.03 | 6.10 | 121.74 |
| 1979 | 5.99 | 5.18 | 5.36 | 4.79 | 4.83 | 4.67 | 4.94 | 5.78 | 5.96 | 6.66 | 5.20 | 4.32 | 63.68 |
| Total | 157.68 | 138.46 | 143.92 | 130.14 | 131.00 | 130.13 | 179.10 | 318.16 | 375.54 | 367.39 | 240.84 | 173.17 | 2,485.53 |
| Mean | 6.31 | 5.54 | 5.76 | 5.20 | 5.24 | 5.20 | 7.16 | 12.73 | 15.02 | 14.70 | 9.63 | 6.93 | 99.42 |

Table 6-12 Annual Energy Production at Mae Chaem No. 5 P.S.

Unit: $10^6$ kWH

| Year | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May | Jun. | Jul. | Aug. | Sep. | Oct. | Nov. | Dec. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1955 | 22.42 | 19.50 | 21.20 | 20.32 | 21.96 | 21.43 | 22.07 | 22.31 | 22.06 | 22.84 | 21.54 | 21.80 | 259.45 |
| 1956 | 21.51 | 19.41 | 20.29 | 19.65 | 21.28 | 20.48 | 21.02 | 24.91 | 26.03 | 27.26 | 24.40 | 18.80 | 265.12 |
| 1957 | 15.09 | 13.01 | 14.21 | 13.71 | 15.38 | 14.97 | 15.47 | 15.62 | 15.24 | 15.79 | 14.72 | 14.86 | 178.07 |
| 1958 | 14.72 | 12.69 | 13.82 | 13.32 | 14.85 | 14.43 | 14.97 | 15.13 | 14.80 | 15.32 | 14.29 | 14.42 | 172.76 |
| 1959 | 14.27 | 12.30 | 13.37 | 12.86 | 14.26 | 13.85 | 19.45 | 21.81 | 22.51 | 23.63 | 22.26 | 22.53 | 213.10 |
| 1960 | 22.21 | 20.03 | 20.93 | 19.97 | 21.53 | 20.77 | 21.33 | 22.27 | 21.96 | 22.97 | 21.65 | 22.02 | 257.64 |
| 1961 | 21.75 | 18.93 | 20.54 | 19.64 | 21.22 | 20.59 | 22.44 | 44.12 | 45.41 | 48.34 | 33.28 | 29.60 | 345.86 |
| 1962 | 29.27 | 25.59 | 27.75 | 26.41 | 27.97 | 26.72 | 27.64 | 28.09 | 28.52 | 30.51 | 28.89 | 29.27 | 336.63 |
| 1963 | 28.82 | 25.12 | 27.16 | 25.79 | 27.18 | 28.14 | 37.57 | 38.59 | 38.20 | 41.02 | 39.54 | 40.35 | 397.48 |
| 1964 | 39.86 | 36.25 | 37.86 | 35.92 | 37.75 | 36.11 | 39.94 | 41.82 | 59.05 | 65.28 | 42.90 | 32.29 | 505.03 |
| 1965 | 31.97 | 28.12 | 30.69 | 29.28 | 31.01 | 29.79 | 30.49 | 31.14 | 31.00 | 32.74 | 31.66 | 27.14 | 365.03 |
| 1966 | 26.84 | 23.52 | 25.64 | 24.45 | 26.35 | 25.27 | 25.99 | 26.64 | 27.24 | 28.08 | 26.40 | 21.95 | 308.37 |
| 1967 | 21.71 | 18.89 | 20.54 | 19.69 | 21.35 | 20.55 | 21.12 | 21.45 | 21.70 | 22.77 | 21.53 | 21.86 | 253.16 |
| 1968 | 21.63 | 19.52 | 20.45 | 19.63 | 21.30 | 20.59 | 21.33 | 21.76 | 21.21 | 22.26 | 21.06 | 21.37 | 252.11 |
| 1969 | 21.09 | 18.33 | 19.90 | 19.02 | 20.56 | 18.08 | 18.01 | 40.89 | 41.26 | 43.26 | 33.03 | 29.68 | 323.11 |
| 1970 | 29.17 | 25.38 | 27.39 | 26.02 | 27.87 | 26.86 | 27.69 | 29.14 | 29.50 | 30.92 | 27.09 | 27.48 | 334.51 |
| 1971 | 27.11 | 23.65 | 25.66 | 24.44 | 26.02 | 25.05 | 26.42 | 27.43 | 27.31 | 28.72 | 24.94 | 21.96 | 308.71 |
| 1972 | 21.75 | 19.64 | 20.61 | 19.79 | 21.38 | 20.60 | 21.14 | 21.60 | 21.25 | 22.13 | 20.98 | 21.30 | 252.17 |
| 1973 | 21.04 | 18.29 | 19.87 | 18.98 | 20.49 | 19.74 | 20.80 | 26.93 | 27.39 | 28.79 | 25.69 | 23.08 | 271.09 |
| 1974 | 22.84 | 19.89 | 21.62 | 20.70 | 22.47 | 21.75 | 22.32 | 22.67 | 22.27 | 23.00 | 22.00 | 22.34 | 263.87 |
| 1975 | 22.16 | 19.31 | 20.97 | 20.03 | 21.50 | 20.77 | 23.07 | 30.17 | 30.76 | 32.47 | 30.98 | 23.07 | 295.26 |
| 1976 | 22.81 | 20.65 | 21.67 | 20.78 | 22.47 | 21.64 | 22.20 | 22.42 | 22.13 | 23.19 | 22.01 | 22.33 | 264.30 |
| 1977 | 22.14 | 19.28 | 20.95 | 20.08 | 21.63 | 20.77 | 21.31 | 24.45 | 25.11 | 26.25 | 24.95 | 25.39 | 272.31 |
| 1978 | 25.15 | 21.96 | 23.85 | 22.75 | 24.30 | 23.29 | 30.43 | 31.83 | 31.78 | 33.37 | 24.55 | 16.68 | 309.94 |
| 1979 | 16.49 | 14.26 | 15.55 | 15.00 | 16.74 | 16.34 | 16.91 | 17.19 | 16.71 | 17.57 | 14.99 | 15.08 | 192.83 |
| Total | 583.82 | 513.52 | 552.49 | 528.23 | 568.82 | 548.58 | 591.13 | 670.38 | 690.40 | 728.48 | 635.33 | 587.73 | 7,197 91 |
| Mean | 23.25 | 20.54 | 22.10 | 21.13 | 22.75 | 21.94 | 23.65 | 26.82 | 27.62 | 29.14 | 25.41 | 23.47 | 287 92 |

Table 6-13 Annual Energy Production at Mae Pai No. 1 P.S.

Unit: $10^6$kWH

| Year | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May | Jun. | Jul. | Aug. | Sep. | Oct. | Nov. | Dec. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1966 | 9.20 | 8.00 | 8.60 | 8.11 | 8.63 | 8.28 | 8.49 | 8.96 | 9.34 | 9.55 | 8.98 | 9.12 | 105.26 |
| 1967 | 8.95 | 7.76 | 8.32 | 7.82 | 8.22 | 7.83 | 6.50 | 16.47 | 18.45 | 19.31 | 10.37 | 8.70 | 128.70 |
| 1968 | 8.61 | 7.77 | 8.07 | 7.64 | 8.17 | 7.93 | 8.26 | 8.76 | 8.51 | 8.77 | 8.27 | 8.42 | 99.18 |
| 1969 | 8.28 | 7.19 | 7.72 | 7.25 | 7.64 | 7.33 | 7.73 | 8.48 | 8.36 | 8.57 | 8.12 | 8.24 | 94.91 |
| 1970 | 8.09 | 7.01 | 7.50 | 7.02 | 7.47 | 9.87 | 13.73 | 14.91 | 15.22 | 14.15 | 11.03 | 11.27 | 127.27 |
| 1971 | 11.11 | 9.70 | 10.36 | 9.68 | 10.10 | 9.63 | 10.41 | 11.41 | 11.43 | 9.61 | 7.18 | 7.30 | 117.92 |
| 1972 | 7.20 | 6.46 | 6.69 | 6.31 | 6.73 | 6.43 | 6.50 | 7.27 | 7.21 | 7.61 | 7.45 | 7.69 | 83.55 |
| 1973 | 7.57 | 6.58 | 7.07 | 6.65 | 7.03 | 6.86 | 12.61 | 31.97 | 32.01 | 19.87 | 11.28 | 10.02 | 159.52 |
| 1974 | 9.86 | 8.57 | 9.18 | 8.63 | 9.10 | 8.85 | 9.04 | 9.51 | 9.66 | 9.94 | 9.53 | 9.73 | 111.60 |
| 1975 | 9.57 | 8.29 | 8.86 | 8.26 | 8.58 | 10.99 | 14.47 | 14.51 | 14.81 | 15.57 | 12.86 | 9.94 | 136.71 |
| 1976 | 8.88 | 8.04 | 8.36 | 7.90 | 8.45 | 8.16 | 8.40 | 8.64 | 8.74 | 9.12 | 8.63 | 8.79 | 102.11 |
| 1977 | 8.69 | 7.54 | 8.10 | 7.63 | 8.11 | 7.74 | 7.93 | 8.09 | 8.34 | 8.79 | 8.40 | 8.56 | 97.92 |
| 1978 | 8.56 | 7.44 | 8.00 | 7.53 | 7.95 | 7.60 | 8.22 | 8.76 | 8.82 | 9.18 | 7.44 | 7.37 | 96.87 |
| Total | 114.57 | 100.35 | 106.83 | 100.43 | 106.18 | 107.50 | 122.29 | 157.74 | 160.90 | 150.04 | 119.54 | 115.15 | 1,461.52 |
| Mean | 8.81 | 7.72 | 8.22 | 7.72 | 8.17 | 8.27 | 9.41 | 12.13 | 12.38 | 11.54 | 9.19 | 8.86 | 112.42 |

Table 6-14 Annual Energy Production at Mae Pai No. 6 P.S.

Unit: $10^6$ kWH

| Year | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May | Jun. | Jul. | Aug. | Sep. | Oct. | Nov. | Dec. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1966 | 49.28 | 43.32 | 47.09 | 44.91 | 47.72 | 46.25 | 47.72 | 48.83 | 49.34 | 50.68 | 41.77 | 42.69 | 559.60 |
| 1967 | 42.29 | 37.15 | 40.45 | 38.65 | 41.29 | 40.09 | 41.45 | 112.59 | 116.25 | 120.86 | 55.06 | 43.62 | 729.75 |
| 1968 | 43.32 | 39.49 | 41.46 | 39.65 | 42.40 | 41.34 | 43.01 | 44.38 | 43.04 | 44.29 | 42.06 | 43.06 | 507.50 |
| 1969 | 42.68 | 37.54 | 40.86 | 39.04 | 41.65 | 40.46 | 44.36 | 46.41 | 45.29 | 46.44 | 44.20 | 45.19 | 514.12 |
| 1970 | 44.75 | 39.38 | 42.87 | 41.00 | 43.67 | 44.01 | 93.59 | 96.14 | 97.13 | 91.56 | 52.89 | 54.25 | 741.24 |
| 1971 | 53.72 | 47.28 | 51.42 | 49.03 | 51.79 | 50.18 | 76.78 | 79.72 | 79.33 | 81.62 | 43.21 | 44.28 | 708.36 |
| 1972 | 43.91 | 40.02 | 42.00 | 40.15 | 42.78 | 41.54 | 42.75 | 43.33 | 42.29 | 43.87 | 42.02 | 43.14 | 507.80 |
| 1973 | 42.83 | 37.71 | 41.11 | 39.30 | 41.88 | 40.88 | 76.83 | 200.34 | 197.02 | 108.37 | 47.58 | 48.72 | 922.57 |
| 1974 | 48.28 | 42.48 | 46.22 | 44.14 | 46.96 | 45.80 | 47.37 | 48.58 | 48.42 | 49.61 | 47.22 | 48.18 | 563.26 |
| 1975 | 47.71 | 41.97 | 45.66 | 43.62 | 45.63 | 48.93 | 68.10 | 92.94 | 93.40 | 96.83 | 45.27 | 44.21 | 714.27 |
| 1976 | 43.90 | 40.06 | 42.07 | 40.20 | 42.93 | 41.71 | 43.13 | 43.52 | 43.26 | 45.11 | 42.82 | 43.79 | 512.50 |
| 1977 | 43.49 | 38.26 | 41.66 | 39.85 | 42.55 | 41.25 | 42.58 | 49.82 | 50.07 | 52.40 | 50.38 | 47.14 | 539.45 |
| 1978 | 46.91 | 41.24 | 44.87 | 42.81 | 45.51 | 44.11 | 46.27 | 47.67 | 46.75 | 48.29 | 41.80 | 42.72 | 538.95 |
| Total | 593.07 | 525.90 | 567.74 | 542.35 | 576.76 | 566.55 | 713.94 | 954.27 | 951.59 | 879.93 | 596.28 | 590.99 | 8,059.37 |
| Mean | 45.62 | 40.45 | 43.67 | 41.72 | 44.37 | 43.58 | 54.92 | 73.40 | 73.20 | 67.69 | 45.87 | 45.46 | 619.95 |

Table 6-15 Comparative Study of the Project
(Individual River Development Plan. Dam Type Power Station 2-1)

| | | Mae Chaem No. 1 | | | Mae Chaem No. 2 | | | Mae Chaem No. 3 | | | | Mae Chaem No. 4 | | Mae Chaem No. 5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Case | | Case-1 | Case-2 | Case-3 | Case-1 | Case-2 | Case-3 | Case-1 | Case-2 | Case-3 | Case-4 | Case-1 | Case-2 | Case-1 | Case-2 |
| Catchment area | $km^2$ | 337 | 337 | 337 | 654 | 654 | 654 | 969 | 969 | 969 | 969 | 1,955 | 1,955 | 3,735 | 3,735 |
| Average annual run-off | $10^6m^3$ | 130.89 | 130.89 | 130.89 | 250.02 | 250.02 | 250.02 | 364.55 | 364.55 | 364.55 | 364.55 | 698.34 | 698.34 | 1,206.02 | 1,206.02 |
| Normal high water level | m | 850 | 840 | 830 | 770 | 760 | 750 | 700 | 690 | 680 | 670 | 590 | 580 | 450 | 440 |
| Reservoir area | $km^2$ | 4.1 | 2.9 | 2.1 | 6.3 | 4.7 | 3.3 | 15.8 | 12.9 | 10.3 | 7.9 | 11.1 | 8.2 | 50.5 | 37.7 |
| Total storage capacity | $10^6m^3$ | 116 | 79 | 53 | 157 | 101 | 62 | 532 | 387 | 271 | 180 | 302 | 196 | 2,620 | 2,141 |
| Effective storage capacity | " | 46 | 46 | 30 | 95 | 67 | 28 | 128 | 128 | 128 | 128 | 206 | 100 | 500 | 500 |
| Available drawdown | m | 13 | 21 | 18 | 20 | 20 | 10 | 9 | 11 | 15 | 24 | 25 | 15 | 11 | 12 |
| Type of dam | | Rockfill | Rockfill | Rockfill | Rockfill | Rockfill | Rockfill | Rockfill | Rockfill | Rockfill | Rockfill | Rockfill | Rockfill | Rockfill | Rockfill |
| Height x Crest length | m | 100x290 | 90x260 | 80x230 | 90x260 | 80x230 | 70x210 | 115x360 | 105x320 | 95x300 | 85x280 | 105x470 | 95x440 | 150x580 | 140x555 |
| Dam volume | $10^3m^3$ | 2,810 | 2,130 | 1,530 | 2,130 | 1,530 | 1,110 | 4,830 | 3,670 | 2,870 | 2,200 | 5,360 | 4,110 | 12,080 | 10,120 |
| Headrace (DxLxN) | m | 2.3x290 x 1 | 2.3x330 x 1 | 2.2x310 x 1 | 3.0x330 x 1 | 2.9x330 x 1 | 2.6x280 x 1 | 3.5x280 x 1 | 3.5x290 x 1 | 3.5x310 x 1 | 3.5x350 x 1 | 4.5x350 x 1 | 4.2x300 x 1 | 5.9x385 x 1 | 5.9x385 x 1 |
| Penstock (DxLxN) | m | 1.6x170 x 1 | 1.6x130 x 1 | 1.5x120 x 1 | 2.3x130 x 1 | 2.2x110 x 1 | 1.9x120 x 1 | 2.7x210 x 1 | 2.7x180 x 1 | 2.7x160 x 1 | 2.7x120 x 1 | 3.7x130 x 1 | 3.3x130 x 1 | 5.0x230 x 1 | 5.0x210 x 1 |
| Normal intake level | m | 845.7 | 833.0 | 824.0 | 763.3 | 753.3 | 746.7 | 697.0 | 686.3 | 675.0 | 662.0 | 581.7 | 575.0 | 446.3 | 436.0 |
| Tailwater level | m | 765.0 | 765.0 | 765.0 | 697.0 | 697.0 | 697.0 | 600.0 | 600.0 | 600.0 | 600.0 | 510.0 | 510.0 | 330.0 | 330.0 |
| Normal effective head | m | 76.3 | 64.2 | 55.0 | 63.6 | 53.7 | 46.8 | 94.0 | 83.6 | 72.4 | 59.6 | 69.7 | 62.9 | 114.4 | 104.1 |
| Maximum discharge | $m^3/s$ | 12.1 | 12.1 | 11.1 | 23.6 | 22.0 | 16.4 | 33.7 | 33.7 | 33.7 | 33.7 | 62.1 | 51.6 | 116.0 | 116.0 |
| Maximum output | MW | 7.8 | 6.6 | 5.2 | 12.8 | 10.0 | 6.5 | 26.9 | 23.9 | 20.7 | 17.1 | 36.8 | 27.6 | 112.8 | 102.6 |
| Average annual energy | $10^6$KWH | 22.95 | 19.22 | 16.16 | 36.44 | 30.56 | 25.50 | 78.52 | 69.91 | 60.59 | 49.74 | 112.02 | 99.42 | 321.85 | 287.92 |
| " Firm energy | $10^6$KWH | 13.26 | 11.13 | 8.65 | 21.49 | 16.87 | 11.02 | 45.19 | 40.32 | 35.02 | 28.80 | 62.48 | 46.86 | 193.85 | 173.63 |
| " Secondary energy | $10^6$KWH | 9.69 | 8.09 | 7.51 | 14.95 | 13.69 | 14.48 | 33.33 | 29.59 | 25.57 | 20.94 | 49.54 | 52.56 | 128.00 | 114.29 |
| Total cost | $10^6$$ | 1,192 | 991 | 807 | 1,126 | 923 | 758 | 2,019 | 1,680 | 1,438 | 1,227 | 2,323 | 1,900 | 4,995 | 4,373 |
| Cost per KW | $10^3$$ | 152.8 | 150.2 | 155.2 | 88.0 | 92.3 | 116.6 | 75.1 | 70.3 | 69.5 | 71.8 | 63.1 | 68.8 | 44.3 | 42.6 |
| Cost per KWH | $ | 51.9 | 51.6 | 49.9 | 30.9 | 30.2 | 29.7 | 25.7 | 24.0 | 23.7 | 24.7 | 20.7 | 19.1 | 15.5 | 15.2 |
| Surplus benefit | $10^6$$ | Δ93.9 | Δ77.7 | Δ63.5 | Δ63.1 | Δ52.6 | Δ48.0 | Δ92.6 | Δ69.6 | Δ58.4 | Δ52.8 | Δ74.9 | Δ63.2 | Δ8.8 | 7.6 |
| Benefit-Cost ratio | | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | 0.430 | 0.586 | 0.626 | 0.614 | 0.612 | 0.709 | 0.700 | 0.984 | 1.016 |

Table 6-16 Comparative Study of the Project
(Individual River Development Plan. Dam Type Power Station 2-2)

| | | Mae Chaem No. 5 | | | Mae Pai No. 1 | Mae Pai No. 6 | | | | Mae Khan No. 1 | | | Mae Khan No. 2 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Case | | Case-3 | Case-4 | Case-5 | Case-1 | Case-1 | Case-2 | Case-3 | Case-4 | Case-1 | Case-2 | Case-3 | Case-1 | Case-2 | Case-3 |
| Catchment area | $km^2$ | 3,735 | 3,735 | 3,735 | 1,817 | 3,725 | 3,725 | 3,725 | 3,725 | 535 | 535 | 535 | 1,038 | 1,038 | 1,038 |
| Average annual run-off | $10^6m^3$ | 1,206.02 | 1,206.02 | 1,206.02 | 729.07 | 1,578.32 | 1,578.32 | 1,578.32 | 1,578.32 | 166.50 | 166.50 | 166.50 | 323.05 | 323.05 | 353.05 |
| Normal high water level | m | 430 | 420 | 410 | 475 | 400 | 380 | 360 | 350 | 660 | 650 | 640 | 500 | 490 | 480 |
| Reservoir area | $km^2$ | 38.7 | 34.1 | 30.0 | 29.4 | 48.0 | 34.3 | 24.4 | 20.5 | 10.0 | 7.8 | 5.7 | 10.4 | 7.9 | 5.8 |
| Total storage capacity | $10^6m^3$ | 1,720 | 1,356 | 1,040 | 765 | 2,421 | 1,598 | 1,011 | 790 | 279 | 192 | 122 | 314 | 232 | 153 |
| Effective storage capacity | $10^6m^3$ | 500 | 500 | 500 | 290 | 571 | 571 | 571 | 490 | 48 | 48 | 48 | 53 | 53 | 53 |
| Available drawdown | m | 14 | 17 | 20 | 12 | 13 | 19 | 30 | 32 | 5 | 6 | 10 | 6 | 7 | 10 |
| Type of dam | | Rockfill | Rockfill | Rockfill | Rockfill | Rockfill | Rockfill | Rockfill | Rockfill | Rockfill | Rockfill | Rockfill | Rockfill | Rockfill | Rockfill |
| Height x Crest length | m | 130x540 | 120x515 | 110x490 | 100x230 | 185x400 | 165x350 | 145x300 | 135x270 | 90x480 | 80x420 | 70x390 | 120x470 | 110x400 | 100x360 |
| Dam volume | $10^3m^3$ | 8,460 | 6,890 | 5,510 | 2,450 | 13,500 | 9,400 | 6,300 | 4,900 | 3,400 | 2,390 | 1,740 | 5,890 | 4,380 | 3,350 |
| Headrace (DxLxN) | m | 5.9x400 x 1 | 5.9x410 x 1 | 5.9x430 x 1 | 5.2x350 x 1 | 5.6x660 x 2 | 5.6x720 x 2 | 5.6x820 x 2 | 5.4x840 x 2 | 2.8x260 x 1 | 2.8x270 x 1 | 2.8x280 x 1 | 3.3x270 x 1 | 3.3x270 x 1 | 3.3x290 x 1 |
| Penstock (DxLxN) | m | 5.0x190 x 1 | 5.0x160 x 1 | 5.0x140 x 1 | 4.3x140 x 1 | 4.6x330 x 2 | 4.6x280 x 2 | 4.6x220 x 2 | 4.4x190 x 2 | 2.1x160 x1 | 2.1x140 x 1 | 2.1x110 x 1 | 2.5x230 x 1 | 2.5x210 x 1 | 2.5x180 x 1 |
| Normal intake level | m | 425.3 | 414.3 | 403.3 | 471.0 | 395.7 | 373.7 | 350.0 | 339.3 | 658.3 | 648.0 | 636.7 | 498.0 | 487.7 | 476.7 |
| Tailwater level | m | 330.0 | 330.0 | 330.0 | 402.0 | 224.0 | 224.0 | 224.0 | 224.0 | 590.0 | 590.0 | 590.0 | 393.0 | 393.0 | 393.0 |
| Normal effective head | m | 93.5 | 82.6 | 71.6 | 67.3 | 169.2 | 147.3 | 123.8 | 113.1 | 65.2 | 55.1 | 44.1 | 101.5 | 91.4 | 80.7 |
| Maximum discharge | $m^3/s$ | 116.0 | 116.0 | 116.0 | 85.4 | 202.0 | 202.0 | 202.0 | 185.0 | 20.2 | 20.2 | 20.2 | 29.6 | 29.6 | 29.6 |
| Maximum output | MW | 92.2 | 81.4 | 70.6 | 48.9 | 291.0 | 253.0 | 213.0 | 178.0 | 11.2 | 9.5 | 7.6 | 25.5 | 23.0 | 20.3 |
| Average annual energy | $10^6$KWH | 2,583.4 | 227.66 | 196.03 | 112.42 | 619.95 | 541.31 | 452.83 | 413.83 | 25.13 | 21.22 | 16.71 | 76.48 | 68.67 | 60.53 |
| " Firm energy | $10^6$KWH | 155.96 | 137.57 | 118.54 | 82.36 | 495.98 | 433.06 | 361.61 | 303.54 | 19.10 | 16.13 | 12.69 | 43.87 | 39.39 | 34.69 |
| " Secondary energy | $10^6$KWH | 102.38 | 90.09 | 77.49 | 30.06 | 123.97 | 108.25 | 91.22 | 110.29 | 6.03 | 5.09 | 4.02 | 32.61 | 29.28 | 25.84 |
| Total cost | $10^6$฿ | 3,922 | 3,399 | 2,929 | 1,749 | 7,276 | 5,804 | 4,639 | 4,020 | 1,523 | 1,226 | 1,024 | 2,285 | 1,864 | 1,561 |
| Cost per KW | $10^3$฿ | 42.5 | 41.8 | 41.5 | 35.8 | 25.0 | 22.9 | 21.8 | 22.6 | 136.0 | 129.1 | 134.7 | 89.6 | 81.0 | 76.9 |
| Cost per KWH | ฿ | 15.2 | 14.9 | 14.9 | 15.6 | 11.7 | 10.7 | 10.2 | 9.7 | 60.6 | 57.8 | 61.3 | 29.9 | 271.1 | 25.8 |
| Surplus benefit | $10^6$฿ | 10.9 | 13.4 | 12.7 | 23.9 | 456.5 | 456.4 | 409.6 | 350.4 | Δ119.3 | Δ94.1 | Δ80.2 | Δ127.7 | Δ93.4 | Δ73.1 |
| Benefit-Cost ratio | | 1.025 | 1.035 | 1.039 | 1.123 | 1.566 | 1.709 | 1.796 | 1.786 | 0.293 | 0.308 | 0.294 | 0.496 | 0.548 | 0.577 |

Table 6-17 Comparative Study of the Project
(Individual River Development Plan. Dam and Conduit Type Power Station)

| | | Mae Chaem No. 1 | | | | | | Mae Chaem No. 4 | | Mae Chan No. 1 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Case | | Case-4 | Case-5 | Case-6 | Case-7 | Case-8 | Case-9 | Case-3 | Case-4 | Case-1 | Case-2 | Case-3 |
| Catchment area | $km^2$ | 337 | 337 | 337 | 337 | 337 | 337 | 1,955 | 1,955 | 535 | 535 | 535 |
| Average annual run-off | $10^6m^3$ | 130.89 | 130.89 | 130.89 | 130.89 | 130.89 | 130.89 | 698.34 | 698.34 | 166.50 | 166.50 | 166.50 |
| Normal high water level | m | 850 | 840 | 830 | 850 | 840 | 830 | 590 | 580 | 660 | 650 | 640 |
| Reservoir area | $km^2$ | 4.1 | 2.9 | 2.1 | 4.1 | 2.9 | 2.1 | 11.1 | 8.2 | 10.0 | 7.8 | 5.7 |
| Total storage capacity | $10^6m^3$ | 116 | 79 | 53 | 116 | 79 | 53 | 302 | 196 | 279 | 192 | 122 |
| Effective storage capacity | $10^6m^3$ | 46 | 46 | 30 | 46 | 46 | 30 | 206 | 100 | 48 | 48 | 48 |
| Available drawdown | m | 13 | 21 | 18 | 13 | 21 | 18 | 25 | 15 | 5 | 6 | 10 |
| Type of dam | | Rockfill | Rockfill | Rockfill | Rockfill | Rockfill | Rockfill | Rockfill | Rockfill | Rockfill | Rockfill | Rockfill |
| Height x Crest length | m | 100x290 | 90x260 | 80x230 | 100x290 | 90x260 | 80x230 | 105x530 | 95x490 | 90x480 | 80x420 | 70x390 |
| Dam volume | $10^3m^3$ | 2,810 | 2,130 | 1,530 | 2,810 | 2,130 | 1,530 | 5,360 | 4,110 | 3,400 | 2,390 | 1,740 |
| Headrace (DxLxN) | m | 2.3x3,300 x 1 | 2.3x3,330 x 1 | 2.2x3,300 x 1 | 2.3x8,500 x 1 | 2.3x8,500 x 1 | 2.2x8,500 x 1 | 4.5x3,100 x 1 | 4.2x3,100 x 1 | 2.8x9,200 x 1 | 2.8x9,200 x 1 | 2.8x9,200 x 1 |
| Penstock (DxLxN) | m | 1.6x200 x 1 | 1.6x170 x 1 | 1.5x150 x 1 | 1.6x250 x 1 | 1.6x220 x 1 | 1.5x200 x 1 | 3.7x160 x 1 | 3.3x160 x 1 | 2.1x350 x 1 | 2.1x330 x 1 | 2.1x310 x 1 |
| Normal intake level | m | 845.7 | 833.0 | 824.0 | 845.7 | 833.0 | 824.0 | 581.7 | 575.0 | 658.3 | 648.0 | 636.7 |
| Tailwater level | m | 750.0 | 750.0 | 750.0 | 720.0 | 720.0 | 720.0 | 497.0 | 497.0 | 490.0 | 490.0 | 490.0 |
| Normal effective head | m | 81.8 | 69.6 | 59.8 | 95.2 | 83.1 | 72.1 | 76.5 | 69.6 | 136.8 | 126.7 | 115.7 |
| Maximum discharge | $m^3/s$ | 12.1 | 12.1 | 11.1 | 12.1 | 12.1 | 11.1 | 62.1 | 51.6 | 20.2 | 20.2 | 20.2 |
| Maximum output | MW | 8.4 | 7.2 | 5.6 | 9.8 | 8.5 | 6.8 | 40.4 | 30.5 | 23.5 | 21.8 | 19.9 |
| Average annual energy | $10^6$KWH | 24.61 | 20.87 | 17.60 | 28.74 | 25.01 | 21.32 | 123.20 | 110.08 | 53.00 | 49.16 | 44.69 |
| " Firm energy | $10^6$KWH | 14.22 | 12.09 | 9.42 | 16.61 | 14.49 | 11.43 | 68.74 | 51.93 | 40.33 | 37.42 | 34.01 |
| " Secondary energy | $10^6$KWH | 10.39 | 8.78 | 8.18 | 12.13 | 10.52 | 9.89 | 54.46 | 58.15 | 12.67 | 11.74 | 10.68 |
| Total cost | $10^6$B | 1,265 | 1,064 | 874 | 1,375 | 1,172 | 976 | 2,557 | 2,104 | 1,815 | 1,517 | 1,316 |
| Cost per KW | $10^6$B | 150.6 | 147.8 | 156.1 | 140.3 | 137.9 | 143.5 | 63.3 | 69.0 | 72.2 | 69.6 | 66.1 |
| Cost per KWH | B | 51.4 | 51.0 | 49.7 | 47.8 | 46.9 | 45.8 | 20.8 | 19.1 | 34.2 | 30.9 | 29.4 |
| Surplus benefit | $10^6$B | Δ99.3 | Δ82.9 | Δ68.7 | Δ104.6 | Δ88.1 | Δ74.0 | Δ82.9 | Δ70.2 | Δ97.3 | Δ71.7 | Δ58.0 |
| Benefit cost ratio | | 0.212 | 0.217 | 0.231 | 0.314 | 0.320 | 0.316 | 0.708 | 0.694 | 0.517 | 0.574 | 0.663 |

Table 6-18 Individual River Development Plan Recommendation of the Feasible Project

| | | Mae Pai River | | Mae Chaem River | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Mae Pai No. 6 | Mae Pai No. 1 | Mae Chaem no. 5 | Mae Chaem No. 4 |
| Catchment area | $km^2$ | 3,725 | 1,817 | 3,735 | 1,955 |
| Average annual run-off | $10^6m^3$ | 1,578.32 | 729.07 | 1,206.02 | 698.34 |
| Normal high water level | m | 400 | 475 | 440 | 580 |
| Reservoir area | $km^2$ | 48.0 | 29.4 | 37.7 | 8.2 |
| Total storage capacity | $10^6m^3$ | 2,421 | 765 | 2,141 | 196 |
| Effective storage capacity | $10^6m^3$ | 571 | 290 | 500 | 100 |
| Available drawdown | m | 13 | 12 | 12 | 15 |
| Type of dam | | Rockfill | Rockfill | Rockfill | Rockfill |
| Height x Crest length | m | 185 x 400 | 100 x 230 | 140 x 555 | 95 x 440 |
| Dam volume | $10^3m^3$ | 13,500 | 2,450 | 10,120 | 4,110 |
| Headrace (DxLxN) | m | 5.6 x 660 x 2 | 5.2 x 350 x 1 | 5.9 x 385 x 1 | 4.2 x 300 x 1 |
| Penstock (DxLxN) | m | 4.6 x 330 x 2 | 4.3 x 140 x 1 | 5.0 x 210 x 1 | 3.3 x 130 x 1 |
| Normal intake level | m | 395.7 | 471.0 | 436.0 | 575.0 |
| Tailwater level | m | 224.0 | 402.0 | 330.0 | 510.0 |
| Normal effective head | m | 169.2 | 67.3 | 104.1 | 62.9 |
| Maximum discharge | $m^3/s$ | 202.0 | 85.4 | 116.0 | 51.6 |
| Maximum output | MW | 291.0 | 48.9 | 102.6 | 27.6 |
| Average annual energy | $10^6$KWH | 619.95 | 112.42 | 287.92 | 99.42 |
| Total cost | $10^6$฿ | 7,276 | 1,749 | 4,373 | 1,900 |
| Cost per KW | $10^3$฿ | 25.0 | 35.8 | 42.6 | 68.8 |
| Cost per KWH | ฿ | 11.7 | 15.6 | 15.2 | 19.1 |
| Surplus benefit | $10^6$฿ | 456.5 | 23.9 | 7.6 | Δ63.2 |
| Benefit-Cost ratio | - | 1.566 | 1.123 | 1.016 | 0.700 |
| | KV/km | 230 / 95 | 230 / 10 | 115 / 130 | 115 / 50 |

Table 6-19 Required Pumping Energy at Mae Pai No. 1

Unit: $10^6$ kWH

| Year | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May | Jun. | Jul. | Aug. | Sep. | Oct. | Nov. | Dec. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1966 | 94.66 | 85.76 | 95.33 | 92.63 | 96.09 | 93.36 | 96.72 | 96.01 | 91.81 | 94.80 | 91.93 | 95.29 | 1,124.39 |
| 1967 | 95.65 | 86.73 | 96.54 | 93.93 | 97.57 | 94.89 | 98.37 | 105.66 | 99.51 | 102.10 | 93.42 | 86.24 | 1,150.61 |
| 1968 | 86.46 | 81.11 | 87.02 | 84.47 | 87.60 | 84.96 | 87.79 | 87.07 | 84.14 | 86.82 | 84.12 | 87.11 | 1,028.67 |
| 1969 | 87.40 | 79.21 | 88.09 | 85.66 | 88.94 | 86.41 | 89.33 | 87.90 | 84.75 | 87.52 | 84.75 | 87.84 | 1,037.80 |
| 1970 | 88.17 | 79.99 | 89.02 | 86.63 | 89.79 | 100.24 | 102.58 | 100.93 | 96.56 | 99.64 | 96.54 | 99.89 | 1,129.98 |
| 1971 | 100.09 | 90.64 | 100.80 | 98.02 | 101.69 | 98.71 | 101.40 | 100.09 | 96.21 | 85.06 | 78.72 | 81.56 | 1,132.99 |
| 1972 | 81.82 | 76.81 | 82.45 | 80.18 | 83.30 | 81.04 | 84.14 | 83.98 | 80.95 | 83.23 | 80.14 | 82.81 | 980.85 |
| 1973 | 83.09 | 75.31 | 83.74 | 81.43 | 84.54 | 81.92 | 106.44 | 103.24 | 98.80 | 102.10 | 98.80 | 102.28 | 1,101.69 |
| 1974 | 102.60 | 93.02 | 103.47 | 100.66 | 104.47 | 101.28 | 105.00 | 104.29 | 100.13 | 103.40 | 99.97 | 103.53 | 1,221.82 |
| 1975 | 103.92 | 94.32 | 105.07 | 102.36 | 106.44 | 102.80 | 105.77 | 104.81 | 99.44 | 102.11 | 98.73 | 90.00 | 1,215.77 |
| 1976 | 81.44 | 76.35 | 81.86 | 79.48 | 82.35 | 79.87 | 82.66 | 82.35 | 79.09 | 81.42 | 78.81 | 81.47 | 967.15 |
| 1977 | 81.73 | 74.05 | 82.27 | 79.90 | 82.84 | 80.46 | 83.29 | 83.09 | 79.62 | 81.91 | 79.16 | 81.93 | 970.25 |
| 1978 | 81.95 | 74.20 | 82.42 | 80.08 | 83.07 | 80.64 | 82.89 | 82.18 | 78.99 | 81.33 | 78.63 | 81.40 | 967.78 |
| Total | 1,168.98 | 1,067.50 | 1,178.08 | 1,145.43 | 1,188.69 | 1,166.58 | 1,226.38 | 1,221.60 | 1,170.00 | 1,191.44 | 1,143.72 | 1,161.35 | 14,029.75 |
| Mean | 89.92 | 82.11 | 90.62 | 88.11 | 91.44 | 89.74 | 94.34 | 93.97 | 90.00 | 91.65 | 87.98 | 89.33 | 1,079.21 |

## Table 6-20 Study of Transbasin Scheme

| Case | River | Dam Site | H.W.L. (m) | Inflow ($10^6 m^3$) | Diverted Discharge ($10^6 m^3$) | Max. Output (MW) | Pumping Energy ($10^6$kWH) | Energy ($10^6$kWH) Firm | Energy ($10^6$kWH) Secondary | Energy ($10^6$kWH) Total | Construction Cost ($10^6$B) | Economic Evaluation ($10^6$B) Benefit (B) | Economic Evaluation ($10^6$B) Cost (C) | Economic Evaluation ($10^6$B) B - C | Economic Evaluation ($10^6$B) B/C |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Case-1 | Mae Pai | No. 6 | 400 | (I) 1,578.32 | | - | | Δ234.27 | Δ 47.52 | Δ 281.79 | - | | | | |
| | " | " | " | (D) Δ715.43 | | - | | - | - | - | - | | | | |
| | " | No. 1 | 475 | (I) 729.07 | | (Δ 48.9) | | Δ 82.36 | Δ 30.06 | Δ 112.42 | - | | | | |
| | " | " | " | (D) Δ715.43 | | (Δ428.0) | 1,079.21 | - | Δ1,079.21 | Δ1,079.21 | 3,881 | | | | |
| | Mae Chaem | No. 4 | 580 | (IN) 715.43 | 715.43 | 69.1 | | 93.75 | 10.37 | 104.12 | 636 | | | | |
| | " | No. 5 | 440 | (IN) 715.43 | 715.43 | 113.4 | | 155.96 | 17.25 | 173.21 | 813 | | | | |
| | Mae Ping | BHUMIBOL | 260 | (IN) 715.43 | 715.43 | - | | 157.90 | 17.47 | 175.37 | - | | | | |
| | Total | | | | | 182.5 | 1,079.21 | 90.98 | Δ1,111.70 | Δ1,020.72 | 5,330 | (PG) Δ168.9<br>(A) 572.3<br>Total 403.4 | (PG) 590.9<br>(A) 314.8<br>Total 905.7 | Δ 502.3 | 0.445 |
| Case-2 | Mae Pai | No. 6 | 400 | (I) 1,578.32 | | - | | Δ234.27 | Δ 47.52 | Δ 281.79 | - | | | | |
| | " | " | " | (D) Δ715.43 | | - | | - | - | - | - | | | | |
| | " | No. 1 | 475 | (I) 729.07 | | (Δ 48.9) | | Δ 82.36 | Δ 30.06 | Δ 112.42 | - | | | | |
| | " | " | " | (D) Δ715.43 | | (Δ428.0) | 1,079.21 | - | Δ1,079.21 | Δ1,079.21 | 3,881 | | | | |
| | Mae Chaem | No. 5 | 440 | (IN) 715.43 | 715.43 | 113.4 | | 155.96 | 17.25 | 173.21 | 813 | | | | |
| | Mae Ping | BHUMIBOL | 260 | (IN) 715.43 | 715.43 | - | | 157.90 | 17.47 | 175.37 | - | | | | |
| | Total | | | | | 113.4 | 1,079.21 | Δ 2.77 | Δ1,122.07 | Δ1,124.84 | 4,694 | (PG) Δ439.3<br>(A) 572.3<br>Total 133.0 | (PG) 520.4<br>(A) 314.8<br>Total 835.2 | Δ 702.2 | 0.159 |
| Case-3 | Mae Pai | No. 6 | 400 | (I) 1,578.32 | | - | | Δ193.15 | Δ 123.97 | Δ 317.12 | - | | | | |
| | " | " | " | (D) Δ810.47 | | (Δ512.0) | 1,472.65 | - | Δ1,472.65 | Δ1,472.65 | 6,390 | | | | |
| | Mae Chaem | No. 4 | 580 | (IN) 810.47 | 810.47 | 69.1 | | 117.94 | 0 | 117.94 | 636 | | | | |
| | " | No. 5 | 440 | (IN) 810.47 | 810.47 | 113.4 | | 196.20 | 0 | 196.20 | 813 | | | | |
| | Mae Ping | BHUMIBOL | 260 | (IN) 810.47 | 810.47 | - | | 198.63 | 0 | 198.63 | - | | | | |
| | Total | | | | | 182.5 | 1,472.65 | 319.62 | Δ1,596.62 | Δ1,277.00 | 7,839 | (PG) Δ339.7<br>(A) 648.4<br>Total 308.6 | (PG) 869.0<br>(A) 356.6<br>Total 1,225.6 | Δ 917.0 | 0.252 |
| Case-4 | Mae Pai | No. 6 | 400 | (I) 1,578.32 | | - | | Δ193.15 | Δ 123.97 | Δ 317.12 | - | | | | |
| | " | " | " | (D) Δ810.47 | | (Δ512.0) | 1,472.65 | - | Δ1,472.65 | Δ1,472.65 | 6,390 | | | | |
| | Mae Chaem | No. 5 | 440 | (IN) 810.47 | 810.47 | 113.4 | | 196.20 | 0 | 196.20 | 813 | | | | |
| | Mae Ping | BHUMIBOL | 260 | (IN) 810.47 | 810.47 | - | | 198.63 | 0 | 198.63 | - | | | | |
| | Total | | | | | 113.4 | 1,472.65 | 201.68 | Δ1,596.62 | Δ1,394.94 | 7,203 | (PG) Δ619.8<br>(A) 648.4<br>Total 28.6 | (PG) 798.5<br>(A) 356.6<br>Total 1,155.1 | Δ1126.5 | 0.025 |

Remarks:
(I): Individual develpoment scheme
(D): Diversion scheme
(IN): Increment of facilities

(PG) : Power generation
(A) : Agriculture

# 第７章　関連送変電計画

# 第7章 関連送変電計画

## 7.1 北部タイにおける電力需給

北部タイ（ＥＧＡＴ第４電力区）のピーク時負荷は，ＥＧＡＴがＰＥＡに卸売りしているピーク電力の 20 %であり，1980 年には 220 MW，1990 年および 1995 年にはそれぞれ 900 MWおよび 1,300 MW程度である。また，主たる発電設備として，Bhumipol 水力発電所（最終出力 684 MW），Sirikit 水力発電所（ 375 MW），一部運転開始したLignite 焚きの Mae Moh 火力発電所（最終出力 1,725 MW）があり，これに建設中のKud水力発電所（100 MW）が加わり，更に今回スタディしているMae Pai №6 およびMae Chaem№5 が追加されることになる。現在，既設の発電所からの電力は，230 kV送電線にて，Nakhon Sawan変電所経由で首都バンコク地域に送っている。

Mae Moh 火力発電所の燃料は重油の価格の 1／4 程度であり，発電コストが安いため，バンコクから 500 km余りも離れているにかゝわらず主力ベース発電設備として運転されている。Mae Moh 火力発電所の増設が進み既設の 230 kV 送電線では送電損失が多くなってくるのである時期には，Mae Moh−Bangkok に 500 kV 送電線を建設すべく計画が進められている。既存の電力系統図は Fig 7－1 に示す。

## 7.2 関連送変電計画

この計画が実施される時点での関連Project の進渉状況の想定は，

Kud 水力発電計画 …… 完 成

Chiang Mai 3 変電所 …… 完 成

Lamphun 2 変電所 …… 完 成

230kV 2回線送電線

Kud 発電所 — Chiang Mai 3 間 …… 完 成

Chiang Mai — Mae Moh 間 …… 完 成

115 kV 2 回線送電線

Lamphun 2 − Mae Moh 間 …… 完 成

Lamphun2 − Chiang Mai 3 間 …… 完 成

として考えると，各計画実施時に建設されるべき送変電設備は，次のようになる。（ Fig 7－2参照）

(1) Mae Pai №6 発電所関連設備

230 kV送電線 2 回線 95 km

230 kV Kud 発電所 2 回線引出し設備

通信設備（一式）

(2) Mae Pai No. 1 発電所関連設備

230 kV 分岐送電線 2 回線 10 km

通信設備（一式）

(3) Mae Chaem No. 5 発電所関連設備

115 kV 送電線 2 回線 40 km

115 kV 送電線 2 回線 54 km

Chom Thong 変電所

Lamphun 2 変電所 2 回線引出し設備

通信設備（一式）

(4) Mae Chaem No. 4 発電所関連設備

115 kV 送電線 2 回線 50 km

Chom Thong 変電所 2 回線引出し設備

通信設備（一式）

# Fig. 7-1 CONCEPTUAL LONG-RANGE DEVELOPMENT BY EGAT

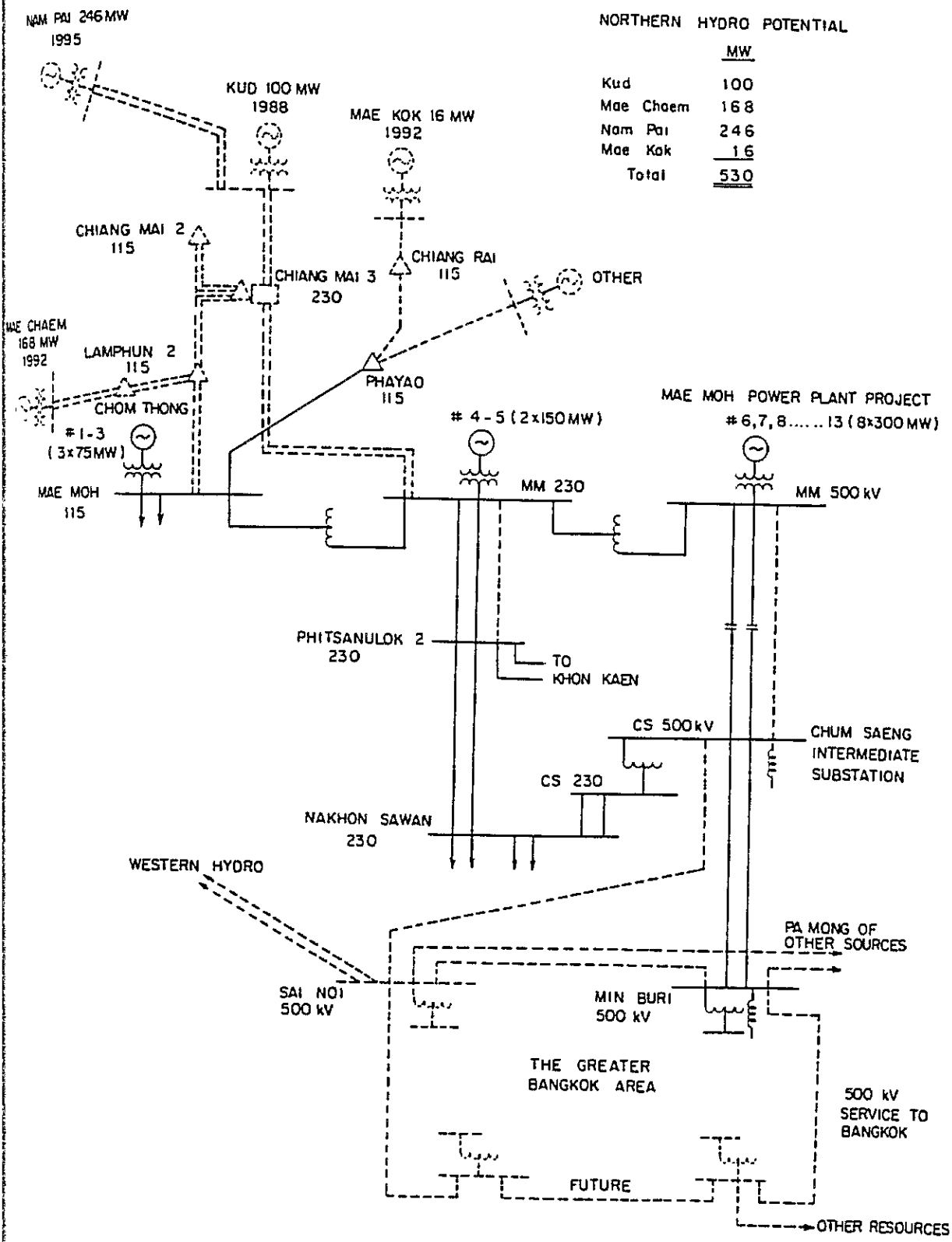
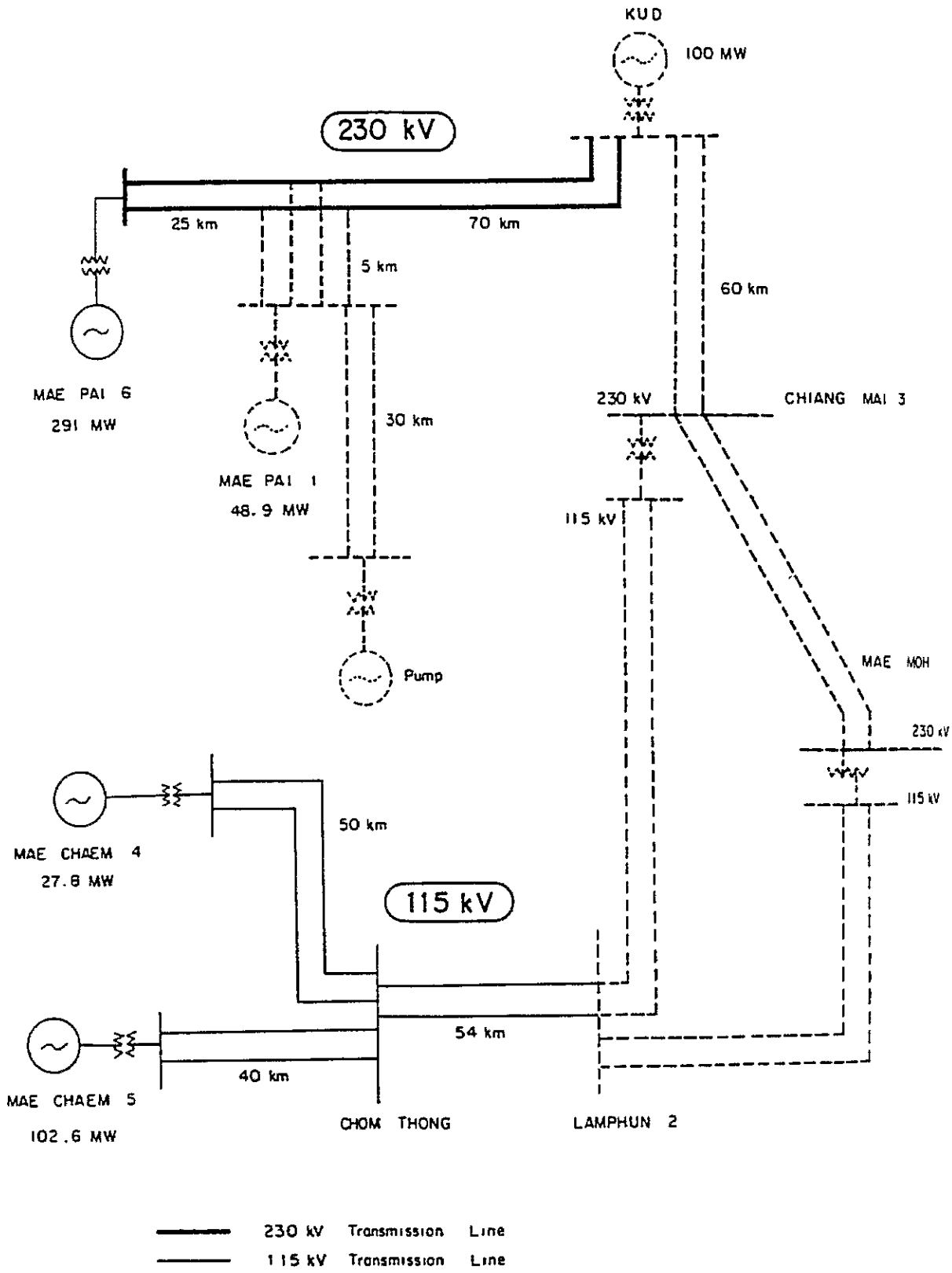
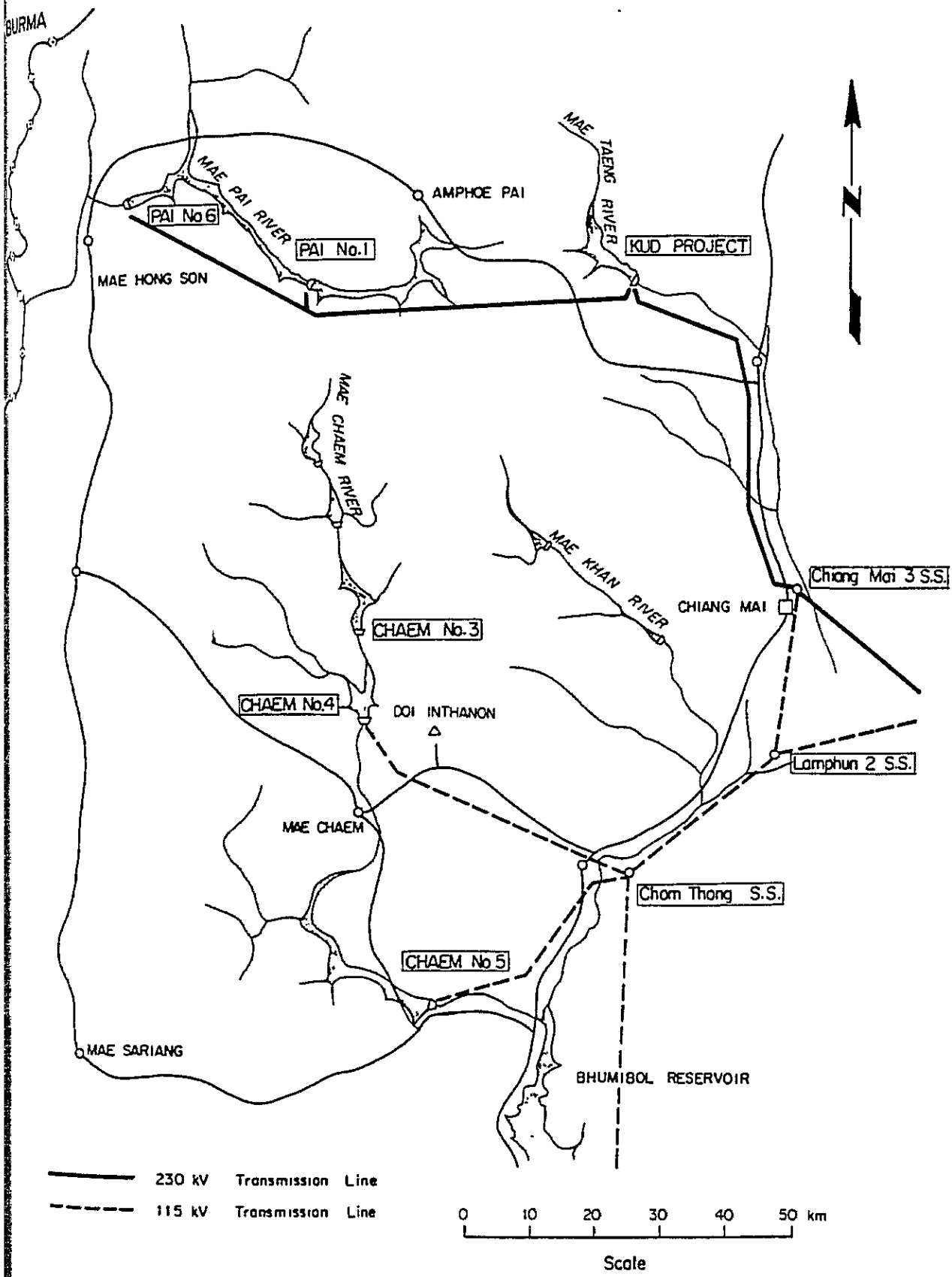
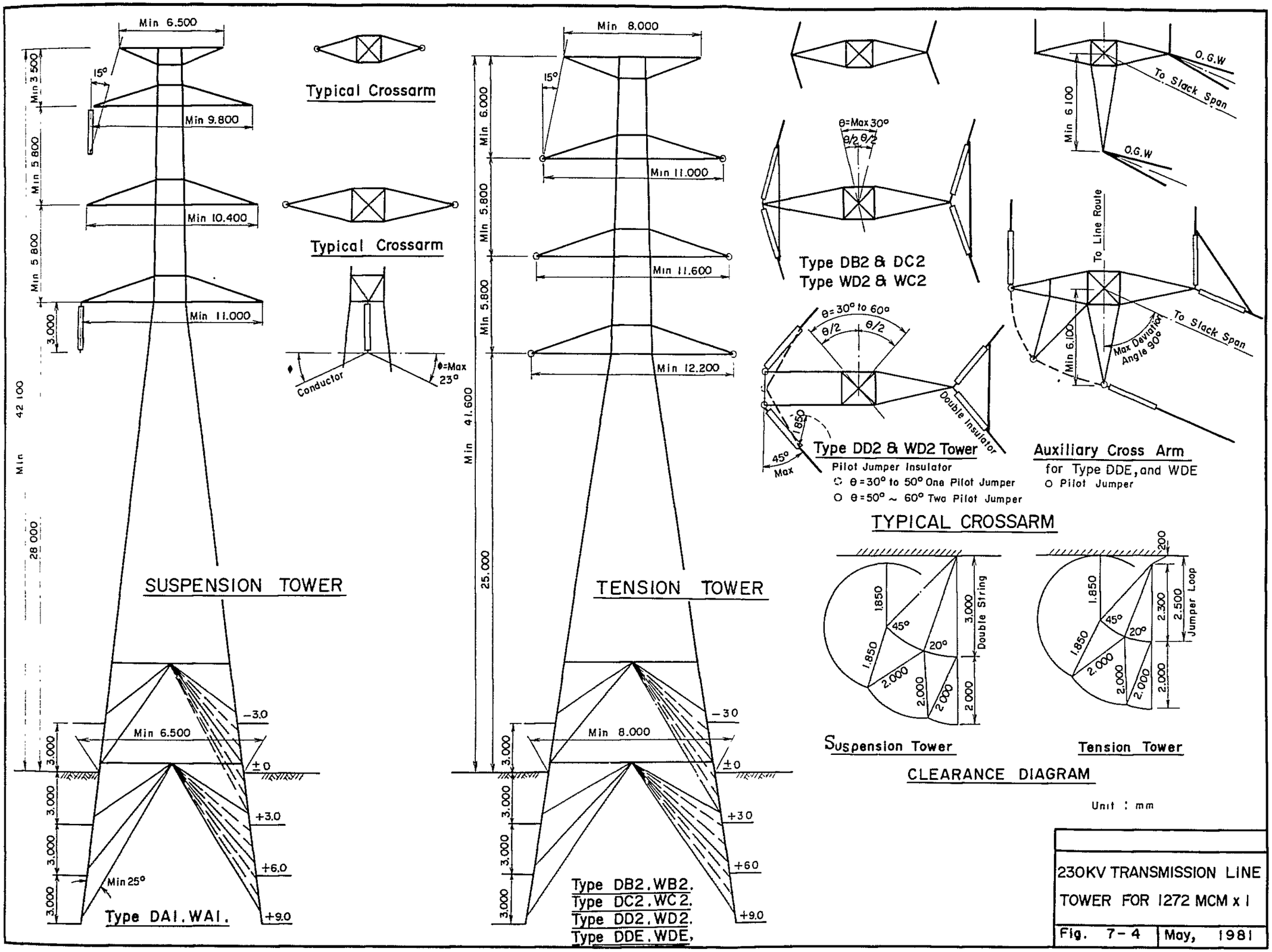


Fig. 7 - 2 RELATED TRANSMISSION LINE SYSTEM



# Fig. 7-3 TRANSMISSION LINE ROUTE






230KV TRANSMISSION LINE
TOWER FOR 1272 MCM x 1

Fig. 7-4 | May, 1981