この間のルートの延長は1/50,000の地形図で行なった予備設計のルート延長と変わらなかった。

縮尺1/5,000の地形図によって設計したルートの平面図は第2巻の設計図面の中に示されている。

プロジェクト道路は，11号線および21号線の2本の国道と交差する。現在建設中の11号線との交差点は，11号線の詳細設計の中で，すでに平面交差としてのインタセクションが設計されているので，これを適用した。21号線との交差点は交通量を考慮に入れて，今回検討設計した。この両交差点のレイアウトは第2巻の設計図面の中に示されている。

上述の修正を加えた最適ルートをFigure 8-2に示す。

3) 標準断面

F3，F4，F5規格の標準断面を，盛土断面及び切土断面に分けて，第2巻の設計図面に示す。標準断面決定の考え方についてはすでに8－3－2に述べてある。

8－8－3 舗装設計

1) 設計原則

DOHの設計基準にしたがって，F_3，F_4規格の区間にはセレクト材上層にラテライト・サブベース，砕石ベース，瀝青処理表層からなるSBSTを適用し，F_5規格の区間にはセレクト材の上にラテライト層による砂利道表層工を適用することとした。ただし，8－8－1に述べた理由により，F_5の区間でも5%を超す急勾配の区間にはSBSTを適用した。

舗装設計は，United Kingdom，Overseas Unit Transport and Road Research Laboratoryの「熱帯および亜熱帯諸国における瀝青表層道路の構造設計便覧」にしたがって，実施した。この便覧には，Figure 8-3に示すたわみ性舗装のためのデザインチャートが作成，掲載されている。

このデザインチャートでは，瀝青表面処理層と15cm厚の砕石ベースが固定されており，サブベース厚だけを変えるようになっている。サブベース厚は路床土のCBRと標準軸荷重を8200kgとした等値換算車軸の耐用年間の累積数から決定する。タイ国では耐用年数を7年間としてSBSTを設計し，7年目にアスファルト・コンクリートでオーバレイをすることが設計慣習となっているので，本設計においてもSBSTの耐用年数は7年間とした。

2) 標準軸荷重

商業車の軸荷重を交通量調査の結果に基づいて，以下のように決定した。

Axle Loads

Type of Vehicles		Axle Load (ton)	
		Front	Rear
Heavy Bus	Laden	5.0	9.1
Light Truck	Empty	0.7	1.0
	Laden	0.9	2.1
Medium Truck	Empty	2.5	3.5
	Laden	2.8	6.0
Heavy Truck	Empty	2.8	2.6x2
	Laden	3.3	6.4x2

第6章で行なった交通量予測に基づいて，標準軸荷重8200kgに換算した車軸の累積数を次表に示すように，道路規格区間別に算定した。

Cumulative Numbers of Standard 8200 Kg Axle Load

Road Class	Type of Vehicles /1	Empty Ratio /2 (%)	Cumulative Number of Vehicles	Cumulative Number of Standard Axle Load		
				Empty	Laden	Total
F3	H/B	0	80,490	-	141,650	141,650
	L/T	50	300,220	90	660	750
	M/T	40	113,060	2,000	18,380	20,380
	H/T	40	35,140	420	13,390	13,810
	Total					176,590
F4	H/B	0	137,970	-	242,820	242,820
	L/T	50	230,590	70	510	580
	M/T	40	95,180	1,690	15,460	17,150
	H/T	40	24,280	290	9,250	9,540
	Total					270,090
F5	H/B	0	46,630	-	82,080	82,080
	L/T	50	84,960	30	190	220
	M/T	40	34,500	610	5,610	6,220
	H/T	40	10,220	110	3,890	4,000
	Total					92,520

Note: /1 H/B - Heavy Bus, L/T - Light Truck, M/T - Medium Truck, H/T - Heavy Truck

/2 Derived from the results of traffic survey.

前表に見られるように，7年間の標準軸荷重車軸の累積数はF_3, F_4, F_5 規格区間に対し，それぞれ 176,600, 270,100, 92,500 と算定された。F_4 規格区間の交通量が F_3 規格区間のそれより小さいにもかかわらず，F_4 規格区間の車軸累積数が F_3 規格区間のそれを上回っているのは，F_4 規格が適用されたChaiyaphum 地域区間に重車両が多く混入しているためである。

3) 路床 CBR

最適ルート沿いの土質の特徴を知るため，その沿線の路床土試験を行なった。土質試料は，約15kmの間隔をおいて9ケ所から採取した。採取位置をAppendix−10のFigure 10A−1に示す。

土質試験の結果はTable 8−6 に要約し，CBR 試験の詳細をAppendix−10のFigure 10A−2に示す。路床土の CBR については以下のような結果を得た。

CBR of Subgrade Soil

Sample No.	Segment No.	CBR
S-1	2	13.0
S-2	5	11.4
S-3	7	8.7
S-4	18	1.6
E-1*	"	1.25
S-5	21	7.5
S-6	22	8.1
S-7	27	11.0
S-8	29	14.0
S-9	30	6.5

* E-1 was carried out in the survey for the Phetchabun-Chai Badan Highway Project.

上表に見られるように，CBR 値にはばらつきがある。それ故，試験結果の CBR 値をそのまま設計に使用すると，舗装厚もその CBR 値によって短区間で変えなければならないことになる。しかし，短区間で舗装厚を変えることは実際的ではない。そこで計画道路の全長を，道路等級を考慮して，次の3区間（Part A, B, C）に分け，その区間内は同値の CBR を設計に使用することとした。

Part and Included Segments

Part	Segment No.	Road Class	Road Length (Km)
A	1 - 18	F3	60.1
B	21 - 25	F5	56.6
C	27 - 30	F4	38.0

上記の各区間の路床のCBRは，下記の式により求めた。その結果は，Part－A，Part－B，Part－Cのそれぞれに対し8.8，7.4，6.6となった。

$$CBRd = \overline{CBR} - \frac{CBR\,max. - CBR\,min.}{d}$$

ここで，CBRd ： 設計CBR

$\overline{CBR}$ ： 各部CBRの平均

CBR max.，CBR min.，各区間の最大及び最小CBR値

d ： 次表による係数

Number of Samples	2	3	4	5	6
d	1.41	1.91	2.24	2.48	2.67

Part－A の設計CBR算定の際，道路リンクNo.18の試料S－4とE－1の試験CBR値は，非常に小さいので除外した。

4) 舗 装 厚

先に求めた累積車軸数と設計CBR値をもとにFigure 8－3のデザインチャートからPart－A，Part－B，Part－Cのサブベース厚を求めた結果，それぞれ10cm，12cm，15cmを得た。

しかしDOHの標準舗装構造によれば，サブベース厚は15～30cmとなっており，これと比較するとPart－AおよびPart－Bの算定厚はその下限以下となる。そのため，Part－A，Part－Bのサブベース厚をDOHの標準舗装構造に従って15cmに修正した。

以上の結果，SBST舗装の舗装厚は次のとおりとなった。

F3, F4, F5（急勾配箇所）規格

瀝青処理表層		1.2㎝
砕石ベース	CBR≧80	15㎝
サブベース	CBR≧20	15㎝
セレクト材	CBR≧6	20㎝

F_5規格区間に対する砂利道表層工の構成は，DOHの標準舗装構造基準に従って次のとおりとした。

F5規格

砂利道表層	CBR≧20	15㎝
セレクト材	CBR≧6	20㎝

F_3, F_4 およびF_5規格区間の標準舗装構造は第2巻の設計図に示されている。

5) 舗装材料

土質試験の結果を要約すると次のようになる。

— 路床土は塑性の高いシルト質土と粘土質土に分類され，AASHO分類のA－4ないしはA－6に相当するものが多い。

— ラテライトはサブベース材料として使用するに十分なCBR値を持つが塑性指数が高く，粒度が悪いため，DOHの標準示方書に規定されているサブベース材料としての条件は満たさない。

ADRおよび彭で入手したデータから判断すると，計画道路沿いに砂利道表層材料として使用できるラテライトの土取場がいくつか存在すると思われる。今後詳細な調査を行なえば，プロジェクト道路の砂利道表層工に使用できるラテライトの土取場を手近に発見できるはずである。本調査において確認したラテライトの土取場をAppendix－10のFigure 10A－3に示す。

SBSTのベースおよび表層用の砕石の取得地点は，舗装工費に大きな影響を与える。石灰岩採石場がいくつか本地域の周辺にあるが，しかし計画道路からはかなり離れている。したがって，舗装用砕石はかなり高価なものとなると考えられる。このための対策として，道路セグメントNo 23に含まれるPhang Hoei 山系の道路掘削によって発生する砂岩を表層工およびベースの材料として使用することを検討すべきであると考える。もしこれが使用できれば長距離運搬を要しないので舗装工費はかなり節減できる。現地踏査の観察によれば，この砂岩は舗装材料として使用できる硬度をもっているようであるが，試験を行なっていないので，現在のところ確実なことは言えない。

8－8－4 水 理 解 析

最適ルートにおける橋と排水構造物の長さ，サイズを決めるため，地域内降雨パターンを検討し，予備設計に比してより詳細な水理解析を行なった。

1) 集水面積

縮尺 1/50,000 の地形図によって，航空写真を参照しながら，最適ルートを横断する河川の集水面積を求め，その結果をAppendix－11のFigure 11A－1に示した。

2) 降雨パターン

Lop Buri および Don Muang における時間降雨パターンの記録が入手できた。これによると次表に示すように，一日の降雨量の 75% が 1 時間のうちに降るスコール型となっている。

Rainfall Pattern

(mm)

Location	Hours					
	1	2	3	6	12	24
Lop Buri/1	86.8	104.4	104.4	113.6	113.6	113.6
Don Muang/2	104.3	114.0	117.0	117.2	117.5	124.0

Note: /1 recorded in 1964
/2 recorded in 1962

地域内には数ヶ所に雨量観測点があるが，大部分は月間，あるいは年間降雨量の記録しかなく，流出量の計算には役立たない。唯一の入手できた日雨量記録はPhetchabun 雨量観測点のもので，1951年9月8日に記録された153.9mmが，1951年から65年までの期間の最大日降雨量であった。（出典：Meteorological Department 気象データ）

この記録の日雨量の最大値として，地域に適用する降雨パターンをLop BuriおよびDon Muangの降雨パターンを参照して決定した。有効時間雨量は次の方程式によって，損失雨量をトータル雨量から差し引いて求めた。

$$R_L = R \times (1 - 0.00036 R^{1.5}) \qquad R \leq 100$$

$$R_L = 64 \qquad R > 100$$

ここで，R_L：累積損失雨量（mm）

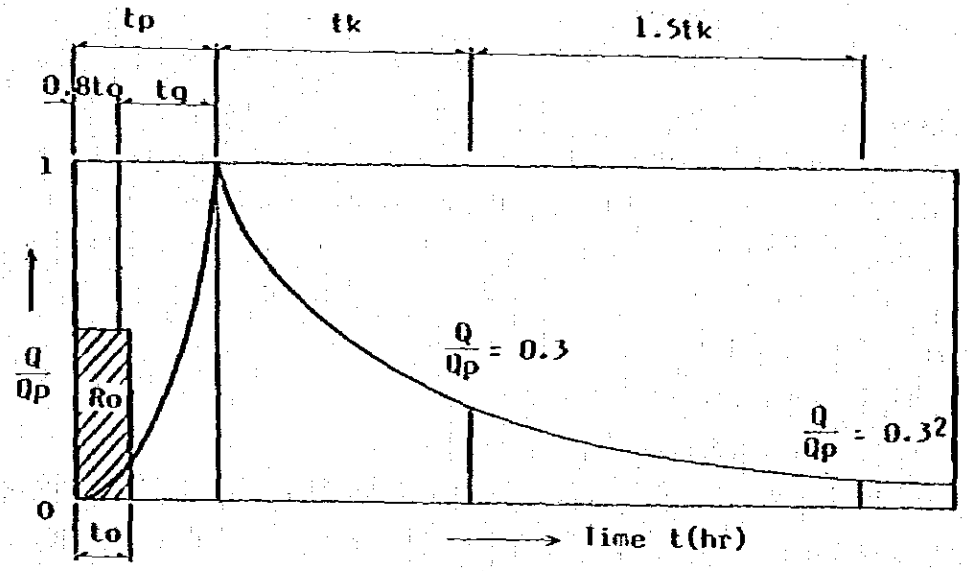
R ：累積雨量（mm）

以上の方法によって，Lop Buri型とDong Muang型の２つのパターンを決定したが，Don Muangの記録に基づいて決定したパターンの方が流量が大となったので，安全のため解析にはこれを使用した。Appendix 11のTable A－1にこれを表として示す。

3) 流量解析

スコール・タイプの降雨から流量を求めるには，数時間の平均雨量強度の場合に適合するように作られた合理式の適用は良い精度が望めない。さらに，この流量解析で行なおうとしている道路の上流側の貯留効果を考慮して，遊水橋の橋長を決めようという方式をとる場合には，この合理式は使用できない。そこで，対象とする流域の最初の流量とピーク流量間の時間のずれを考慮したユニット・ハイドログラフ法を本解析に使用することとした。

ユニット・ハイドログラフ法の概念は次図で表わされる。



この図は，単位継続時間（to）内の有効雨量（Ro）による対象流域の流量（Q）が時間のずれ（Tp）とともに，そのピーク（Qp）に達し，その後次第に減少して行く様子を表わしている。ピーク流量は次のような方程式によって求められるが，その導き方についてはAppendix－11に説明する。

$$Qp = \frac{0.2778\ A \cdot Ro}{0.3\ tp + tk} \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

$$tp = tq + 0.8\ to$$

$$tk = 2.0\ tq$$

ここで，Qp： ピーク流量（m^3/sec）

A ： 集水面積（km^2）

Ro： 有効雨量（mm）

Tp： 流量が0からQpへ増加する時間（hr）

Tk： 流量がQpから0.3 Qpへ減少する時間（hr）

Tq： 0.8 toと流量ピーク間の時間差（hr）

to： 降雨の単位継続時間

a) 集中時間（洪水の始まりから流量がピークとなる間の時間差）（tp）

集中時間は洪水が始まり，その流量がピークとなる間の時間差であるとみなし，まず洪水の平均流速を下記のRzihaの式によって算定した。

Rzihaの式

$$V = 72\left(\frac{H}{L}\right)^{0.6} \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2)$$

ここで，V ： 洪水の平均流速（km/hr）

H ： 河道の検討地点間の高度差（km）

L ： 河道距離（km）

さらに，こうして求めた平均流速から集中時間（tp）を次のようにして算定した。

$$tp = \frac{L}{V}$$

b) 最大流出量

集水域の単位時間における有効雨量が1mmである場合の単位流出量曲線，すなわちユニット・ハイドログラフを各集水域の特徴をもとに作成した。

こうして作成したユニットハイドログラフの主要素を，方程式(1)で算定したピーク流量とともに，Appendix−11のTable 11A−2 に示す。

各集水域における最大流出量は，単位時間の降雨強度をもとに描いたハイドログラフを重ね合わせて求めることができる。集水域No 10 のハイドログラフの一例をAppendix-11のFigure 11A−2に示す。

4) 排水量の計算

ボックスカルバートの寸法および橋梁開口部の長さは，前述の方法によって求めた流出量と排水容量を比較して決定した。ボックス・カルバートおよび橋梁の排水容量は次のManningの式によって求めた。

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} I^{1/2} \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (3)$$

$$Q = A \cdot V$$

ここで，Q ： 排水容量（m^3/sec）

A ： 排水構造物の通水断面積（m^2）

V ： 平均流速（m/sec）

n ： Manningの粗度係数：ボックス・カルバートは0.02，河川，自然水路は 0.05

R ： 径　　深（m）

I ： 排水設備の勾配

5）避 溢 橋

最適ルートは道路セグメントNo.18においてPasak河およびその支流を横断する。この区間において最適ルートとして利用される現存道路は橋梁開口部の排水容量が不十分であるため，雨期になると洪水の被害を受けて毎年のように寸断されている。既に述べたようにこの区間に全天候型道路を建設するためには，計画路面の嵩上げをするとともに，新たに避溢のための橋梁を計画しなければならない。

この検討は，盛土上流域の洪水貯留量を考慮し，前述のユニット・ハイドログラフ法によって行なわれた。

a）最大流出量

No.10の集水面積は非常に大きいため，洪水の始まりからピーク時までの時間のずれは90時間以上となっている。この集水域の最大流出量はAppendix 11のFigure 11A−2に示す流量曲線から1,987 m^3/sec となった。

b）橋 梁 長

計画道路上流域の洪水時の水位が高くなれば，その貯留量は大となり，かつ，避溢橋部の流出量も大となり避溢橋の長さも短くてすむ。しかし，上流に対する洪水の被害は大となる。そこで，避溢橋の長さの決定にあたっては，計画道路の上流側の水位を既往洪水の最高水位以上とはしないという条件を設けた。

水位と上流域の貯留量の関係は，地形図から求めた。

以下に貯留量の計算に使用される基本方程式を示す。

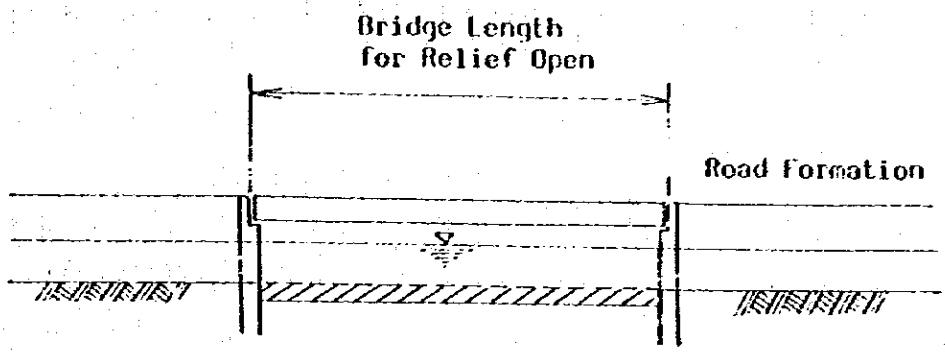
$$\frac{1}{2}(I_t + I_{t+1}) = \frac{1}{2}(O_t + O_{t+1}) + (V_{t+1} + V_t)$$

ここで，I_t, I_{t+1} ： t および t+1 時の流入量（m^3）

O_t, O_{t+1} ： t および t+1 時の流出量（m^3）

V_t, V_{t+1} ： t および t+1 時の貯留量（m^3）

架橋地点の河川の横断形状は一般に下図のごときものである。



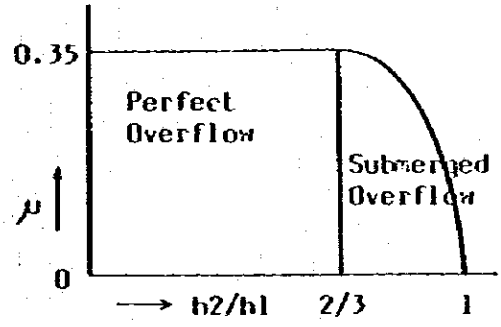
斜線の部分を流れる水量は基底流量と考え，貯水量計画では，流入量(It , It+1)から差引いた。なお，この基底流量は等流と仮定した。

橋梁開口部よりの流出量は次式で計算される。

$$Q = \mu B h_1 \sqrt{2 g h_1}$$

ここで，Q ： 避溢橋開口部よりの流出量 (m^3/sec)

μ ： 流量係数，$\mu = f (h_2 / h_1)$



B ： 避 溢 橋 長 (m)

h_1 ： 上流側の水深 (m)

h_2 ： 下流側の水深 (m)

g ： 重力加速度 (9.8 m/sec^2)

以上の式および数値から，上流側水位は繰返し計算により決定できる。まず最初に現橋の長さで洪水時の上流域水位を計算し，既往洪水の最高水位より定めた許容水位と比較する。計算された水位が許容水位を越えている場合には，橋長を延長し，計算水位が許容水位以下となるまで計算を繰り返す。この手順方法についてはAppendix−11 に詳述しておいた。

6) 排水構造物

以上に述べた手法により，各河川水路の流量計算を行なった後，適切な排水設備を選択決定した。

a) ボックス・カルバート

ヘッドウォールとエプロンをもつ，寸法 2.1m × 2.1m の2連コンクリート・ボックス・カルバートを適用した。ボックス・カルバートの標準図面は第2巻の設計図面に示す。

b) 橋　　梁

長大橋には1型プレストレスト・コンクリート桁を，中小橋には鉄筋コンクリート・スラブ橋を適用した。橋の上部構造および下部構造についての詳細な説明は，すでに8－3－6で述べている。標準図面は第2巻の設計図面の中に集録した。

c) パイプ・カルバート

8－3－5で説明したように，パイプ・カルバートを必要とする箇所はインヴェントリー調査および現地踏査の結果に基づいて決定した。なお，以下の間隔をあけることを基準とした。

Interval of Pipe Culverts

Topography	Average Iterval (m)
Terrace area	500
Paddy area	300

パイプ・カルバートの最小径は維持補修を容易にするために 80cm とした。標準図面は第2巻の設計図面に示す。

8－8－5 橋 梁 設 計

ルート代替案に含まれる計74の橋梁のうち，最適ルートにおいて建設が必要となる橋梁は，26橋となる。

木橋の架替え	9橋
新設橋梁	16〃
新設避溢橋	1〃
計	26橋

橋梁の構造については8－3－6に既に述べた。

以上の最適ルートに建設する橋梁のリストの計画長および幅員を，Table 8-7に示した。

橋長は8－8－4に記したように，流出量と排水容量の水理解析によって決定した。その計算結果は，Appendix 11のTable 11A-2に示されている。橋梁の計画高は，桁下を最高水位上1.5 mに保つように定めた。

8－9 工事実施計画

8－9－1 設計上の問題点

全長約155 kmの計画道路中，105 kmについては特に設計上問題となるような事項はない。しかし，残りの約50 kmの区間，セグメントNo 18，No 22およびNo 23には，その設計にあたって，高度の技術と経験を要する問題が含まれている。

セグメントNo 18はRahun，Nong Daengの間でPasak河及びその流域を横切っている区間である。すでに本章で述べたように，この区間では，Pasak河およびその支流の氾濫から計画道路を守るために，全長230 mを越える新橋の建設，約6 kmの間の盛土の嵩上げが必要である。本調査は詳細設計ではないのでかなり単純化した仮定をもとに水理的検査を行い，盛土の計画高，避溢橋長を決定したが，この設計の適否は工費を大きく左右するばかりではなく，洪水の被害を受ける地域の住民の社会生活にも多大な影響を及ぼす。したがって，詳細設計にあたっては，以下の点に留意してさらに詳細な調査を行ない計画を立案することが必要である。

- 降雨量データの検討に基づいた流出量の決定。（本調査においては十分な降雨記録が集収できなかったから，可能な限り多くの雨量データを収集しユニットハイドログラフの再検討をしなければならない）
- 洪水流量および排水容量の比較による，避溢橋の長さと位置の決定。（詳細な測量が必要。）
- 冠水する影響地域の調査。（最高水位をいくらにするかは地域住民にとって重大な問題である。）
- 橋梁タイプの比較研究。特に標準設計採用の適否について。（工費に大きく影響する。）

セグメントNo 22およびNo 23は，急勾配の複雑な地形をもつLuakとPhang Hoeiの2つの山岳地帯を通過するWang watとTha Pongの間の区間である。

本調査ではこの区間のルートの検討のため縮尺1/5,000の地形図を作成使用したが，詳細設計の段階では，さらに大縮尺の地形図を作成し，詳細な検討をする必要がある。また，この区間では約500,000 m³という多量の岩掘削が見込まれるが，岩掘削は工費に大きく影響するので，この量を最小限におさえるようなルートを詳細な調査を行なって決定すべきである。

以上の点から詳細設計段階では次のような作業を実施すべきだと考える。

— 航空写真測量にもとづく，縮尺 1/1,000の地形図の作成。
— 適当な緩和曲線を使用した平面線形の計画。
— 採岩石の量と質をチェックするための弾性波探査の実施。
— 侵食を防ぐための法面保護と排水設備の検討。
— 選別硬岩をベースコース材料として利用することの検討。

以上のように，詳細設計には解決しなければならないかなり複雑な問題があるので，できれば高度の技術と経験を有するコンサルタントの使用が望まれる。

8－9－2 施 工 方 法

上述のように，計画道路の設計には，解決に高水準の技術を必要とする問題を多くかかえている。しかし，建設作業そのものには高度の技術も，特殊な建設機械も必要なく，タイ国内の請負人で十分施工できると判断される。

工事には特殊な工法は必要ないが，施工にあたって考慮すべき点を次に述べておく。

1) 土 工 事

ブルドーザーによるSide Borrow法が盛土工事一般に適用できる。新設区間では土運搬の距離をできるだけ短くするため，Side Borrowは道路の両側から行なう。一方，現道を嵩上げしないで拡幅するだけの区間では，工事中の現道交通をさまたげないように，片側だけから Side Borrow をする。

洪水対策のため現道の嵩上げを行なう区間では，道路ぎわの土は盛土材料として不適当と思われるため，Side Borrow法は採用できず，ショベル・ダンプ法により適切な土取場から盛土材料を運搬する方式を取らざるを得ない。嵩上げ区間もやはり工事中の現道交通をさまたげないため，工事は道路幅員を半分に分けて実施することが必要である。最初の半分の盛土工事中には残りの半分の部分に現道交通を通し，この部分の完成後，完了部分に現道交通を移して，残りの半分の盛土工事にかかるという方式をとる。

計画道路沿いで採取した土質試料は主としてAASHOの分類のA－2ないしA－7に相当するシルト質土，粘土質土であった。これは，1978年に調査したPhetchabun-Chai Badanハイウェイ沿いの土質と程度同じものである。上述のプロジェクトにおいて行なわれた試験の結果によれば，コーン指数は自然含水比で締固められた場合2から7の値を示すが，自然含水比よりも5%高い含水比で締固めた場合には2以下に減少する。建設機械の走行に必要なコーン指数は15

トン級のブルドーザーでは3以上，21トン級のブルドーザーでは5以上である。この結果から判断すると，雨期には含水比が著しく高くなるため，15トン級のブルドーザーの走行も不可能となる。したがって，土工事は乾期にのみ実施すべきと考えられる。

本調査ではAASHO T-99の締固め試験法により，修正CBRが測定された。一方，Phet-chabun-Chai Badanハイウェイ・プロジェクトではAASHO T-180の締固め試験法により修正CBRが求められた。この両者の結果を比べてみると，一般にAASHO T-99によるCBR値がAASHO T-180によるものより高い値を示した。両プロジェクトの土質は殆ど同じであるので，この事実は，計画道路の標準締固め法としてはAASHO-T180法よりAASHO T-99法を採用する方が合理的であることを示している。

セグメントNo.22およびNo.23の区間では，およそ500,000m³に達する多量な岩掘削が予想される。岩掘削は工費にも工程にも多大の影響を与えるものであるから，工事開始に先立ち，適切な施工材料を使用した効率の良い工法を研究しておくことが必要である。

2) 舗装工事

舗装工事も乾期に実施すべきであると考えられる。大雨で路床土やサブベースの含水比が増加すると締め固めが困難になり，さらに瀝青材料の付着も不十分となりSBSTの仕上がり品質が悪くなる。

本プロジェクトでは約100,000m³という大量なベース材料が必要となる。先に述べたPhang Hoei山系での硬岩掘削から発生する材料がベース材料に不適であると判断された場合には，ベース材料は総て購入に頼らざるを得ない。短期間に多量のベース材料を入手することは困難と思われるので，工事前に砕石を生産させておき，これを適切な方法で貯蔵しておくことが望ましい。

3) 橋梁工事

橋梁工事も乾期に行なうことが望ましい。何故なら，乾期には車両は乾いた河床上を通行できるので仮橋を建設する必要がなく，さらに下部工事のための締切りや排水工事の必要もないからである。

8－9－3　施工スケジュール

計画道路を工事のため次の5つの工区に分けてみた。

Lot Ⅰ	35.4 km	No.1, 2, 3, 4, 5, 7
Lot Ⅱ	24.7 km	No.12, 18
Lot Ⅲ	26.3 km	No.21, 22

Lot Ⅳ	30.3 km	№ 23, 24, 25
Lot Ⅴ	38.0 km	№ 27, 29, 30

各工区の工事量をFigure 8-4 に示す。

この工区割は，1工区の工事量が1社の請負人によって実施するに適切な量であること，およびその工事の実施が容易になるといったことを考慮して，定めたものである。たとえば，各工区とも，現道を工事用道路として，その工区の両端から施工できるようにその工区境界を決めている。

各工区の工事量から判断して，タイ国の主たる請負人の能力からすれば，これら各工区は2年半程度の工期で完成できると推定される。しかしながら，工区Ⅲならびに工区Ⅳには大量の岩掘削があり，工区Ⅲにはかなり長い橋梁が含まれているので，請負人の資格審査にあたってはその点を十分に考慮しておくべきである。

各工区の仮の工事工程および工事実施計画をFigure 8-4 に示す。

8－10　工事量および工費

最適ルートにおける工事量の算定には，8－4で述べたルート代替案の比較にあたってのさいの工事項目に加え，F_3 および F_4 規格において生ずる次の3つの工事項目を加えた。

o）砕石ベース

p）砂利表層路肩

q）プライムコートおよびSBST

最適ルートの区間別工事量を Table 8-8に示す。これらの工事項目に対する単価は8－5で述べた手順によって求め，これをTable 8－9 に示す。

Table 8－9 の単価に含まれる租税成分と外貨分のパーセンテイジは，タイ国の類似の工事におけるそれを参考とし，工事はタイ国の請負人によって行なわれると仮定し定めた。

主要工事項目の工費は，以上の単価を工事量に乗じて計算し，さらに雑工事の費用をこれに加算した。

さらに総工費は，以上の工費に次の費用項目を加えて計算した。

数量変動予備費：直接工事費の 15％

設計及び管理費：直接工事費の8％

最適ルートの区間別建設費をTable 8－10に示す。最適ルート全長の総建設費は次表に示すとおりで，詳細はTable 8－11に示す。

Total Construction Costs

(million Baht)

Description	Financial Cost	Economic Costs
Direct Construction Cost	378.9	341.0
Physical Contingency	56.8	51.1
Engineering & Administration	30.3	27.3
Land Acquisition	11.9	11.9
Total	477.9	431.3

建設工事は1980年に詳細設計を完了し，それに引き続き2年半の工期で1981年の半ばに開始されるものと仮定した。年間の資金需要は，設計及び管理費の半分が1980年の詳細設計に，用地費が1981年に，残りはその20%が1981年に，40%ずつがそれぞれ1982年と1983年の各年に必要であると想定した。

総投資額は現地貨と外貨に分けて，総建設費に物価変動予備費を加えて算定した。これを以下に要約して示す。

SUMMARY OF INVESTMENT COSTS
(Financial Cost)

	In Baht (million)			US$ Equivalent /1 (million)		
	Local	Foreign	Total	Local	Foreign	Total
Direct Construction Costs	203.3	175.6	378.9	10.17	8.78	18.95
Physical Contingency	30.5	26.3	56.8	1.53	1.31	2.84
Engineering & Administration	10.3	20.0	30.3	0.52	1.00	1.52
Land Acquisition	11.9	-	11.9	0.60	-	0.60
Sub Total	256.0	221.9	477.9	12.82	11.09	23.91
Price Contingency /2	89.0	45.5	134.5	4.45	2.28	6.73
Total	345.0	267.4	612.4	17.27	13.37	30.64

Remarks: /1 At exchange rate of US$1.00 = Baht 20

/2 At assumed annual escalation rates of: 10% (1979-1982) for local component, and 6.5% (1979) and 6% (1980-1982) for foreign component.

Table 8-1 ROAD SEGMENTS

SEGMENT NO.	SEGMENT FROM	SEGMENT TO	SEGMENT LENGTH (KM) EXISTING ROAD	SEGMENT LENGTH (KM) NEW ROAD	REMARKS
1	Nong Bua	National Highway Route No. 11	2.4		Mine road
2	National Highway Route No.11	Ang Hin		4.7	
3	Ang Hin	Nong Phai		4.6	
4	National Highway Route No.11	Nong Ngu Luam	32.0		Mine road
5	Nong Phai	Nong Ngu Luam		12.7	
6	Ang Hin	Wang Phikun		26.9	
7	Nong Ngu Luam	Sap Sombun		11.0	
8	Nong Ngu Luam	Hin Dat Yai	13.3		Rural road
9	Wang Phikun	Sap Mai Daeng	12.3		ARD road
10	Hin Dat Yai	Sap Mai Daeng	6.0		ARD road
11	Hin Dat Yai	Khao Khat	4.7		Rural road
12	Sap Sombun	Rahun		11.9	
13	Khao Khat	Rahun		7.3	
14	Khao Khat	Sap Samo Thot (North)	6.7		Rural road
15	Sap Mai Daeng	Sap Samo Thot (South)	7.3		ARD road
16	Sap Samo Thot (South)	Rat Charoen		5.8	
17	Sap Samo Thot (North)	Rat Charoen		7.0	
18	Rahun	Nong Daeng	12.8		ARD road
19 1/	Nong Daeng	Sap Bon	(5.3)		ARD road
20	Rat Charoen	Wang Wat		20.2	
21	Sap Bon	Wang Wat		10.2	
22	Wang Wat	Na Raya		16.1	
23	Na Raya	Tha Pong (West)		21.3	
24	Tha Pong (West)	Tha Pong (East)		4.3	
25	Tha Pong (East)	Wang Katha		4.7	
26	Tha Pong (East)	Huai Nam Dam		23.0	
27	Wang Katha	Non Bua Rawe	21.0		ARD road
28	Huai Nam Dam	Lup Pho	33.0		RID road
29	Nong Bua Rawe	Non Puai		11.3	
30	Non Puai	Lup Pho	5.7		Rural road
	Total		157.2	203.0	

Note: 1/ Segment No. 19 constitutes Phetchabun - Chai Badan Highway Project and excluded from engineering studies in this Project.

Table 8-2 MAJOR ITEMS OF INVENTORY SURVEY

ITEM	METHOD OF SURVEY	PURPOSE
Distance	Distance meter of Land Rover	To determine road link length and location of structure sites
Alignment	Observation and survey using hand level	To determine sections to be improved
Cross section	Tape measurement	To judge the necessity of widening
Road surface	Observation	To judge the necessity of raising up the formation and of additional drainage structures
Flood condition	Observation and hearing	To determine the location and the height of raising up the formation and to judge the necessity of bridges for relief open
Topography	Observation	To determine the locations of additional drainage structures
Drainage structures	Tape measurement and observation	To determine the length of extension and to evaluate capacity and structural soundness
Bridge	Tape measurement	To evaluate the capacity of opening, clearance and structural soundness

Table 8-3 SUMMARY OF ROAD INVENTORY

ROAD SEGMENT NO.	SEGMENT LENGTH (km)	POOR ALIGNMENT SECTIONS (km)	NARROW WIDTH SECTION		CULVERT		BRIDGE				OVERFLOW SECTION		SURFACE TYPE	
			WIDTH (m)	LENGTH (km)	PIPE (each)	BOX (each)	TIMBER (each)	TIMBER (m)	CONCRETE (each)	CONCRETE (m)	HEIGHT OF OVERFLOW (m)	LENGTH (km)	SOIL AGGREGATE (km)	EARTH (km)
1	2.4	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	3.0	-
4	32.0	0.2	5.0-8.8	32.0	42	-	7	92.6	-	-	1.0-2.0	0.4	26.5	5.5
8	13.3	2.0	4.7-7.8	13.3	15	-	2	18.4	-	-	0.2-0.6	0.7	13.3	-
9	12.3	-	7.0-8.8	9.8	15	-	2	26.3	-	-	0.4-1.0	1.4	12.3	-
10	6.0	-	7.0-8.5	6.0	14	-	1	9.0	-	-	0.2	0.1	6.0	-
11	4.7	0.5	4.5-5.7	4.7	6	-	-	-	-	-	0.6	0.2	4.7	-
14	6.7	-	5.2-5.7	6.7	6	1	2	14.0	-	-	-	-	6.7	-
15	7.3	-	7.3-8.6	7.3	8	-	1	18.0	-	-	-	-	7.3	-
18 1/	12.8	4.0	6.0-7.0	10.0	12	-	4	63.8	1	75.0	0.5	5.6	12.8	-
19 1/	5.3	-	7.5-8.5	3.3	1	-	1	15.0	-	-	-	-	5.3	-
27,29	33.0	2.6	3.0-8.5	33.0	59	-	4	91.5	2	205.0	0.8-3.0	5.7	31.0	2.0
28	33.0	1.7	4.5-8.5	31.0	39	3	-	-	4	80.0	0.5-1.5	2.1	23.0	10.0
30	6.0	0.4	4.8-6.0	6.0	6	-	4	51.0	-	-	-	-	6.0	-

Note: 1/ Inventory Survey for Segment 18, 19 was carried out in Phetchabun - Chai Badan Highway Project.

Table 8-4 MINIMUM DESIGN STANDARDS FOR PROVINCIAL ROADS

1. Access control: When designated under the Highway Law.
2. Highway crossing: Grade separation only after proven viable by economic feasibility calculations.
3. Railroad crossing: Grade separation only after proven viable by economic feasibility calculations.
4. Bridge width (1): 8 m. for F_1 & F_2, 7 m. for F_3 to F_6
5. Vertical clearance = 4.50 m
6. Design bridge loading = HS 20
7. Pavement design shall be based on the accumulated number of equivalent axle load predicted during the first 7-year after construction.
8. Follow AASHO recommendation for any design details not separately specified.

Class	(5)	F_D	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F_6
Average Daily Traffic	(5)	Above 8,000	4,000-8,000	2,000-4,000	1,000-2,000	300-1,000	Below 300	
Design Speed k.p.h.	(2)							
Flat and moderately rolling		70 - 90				60-80	60	
Rolling and hilly		55 - 70				45-60	45	
Mountainous		40 - 55				30-45	30	
Maximum Gradient %	(3)							
Flat and moderately rolling		6				8	12	
Rolling and hilly		8				10	12	
Mountainous		10				10	12	
Suggested Surface Type		High		Intermediate		Low	Soil Aggregate	
Width of Carriageway m.		Divided 2 @7.00	7.00	6.50	6.00	5.50	9.00	6.00
Width of Shoulder m.		2.50	2.50	2.25	2.00	1.75	Travelled way	Travelled way
Right of Way m.	(4)	40 - 60					20 - 40	

Explanatory Notes

(1) Any F_D, F_1 or F_2 road that planned to be raised to National Highway system in the future, bridges less than 15 m. long shall be to the full roadbed width.

(2) Design speed may be relaxed in exceptional circumstances on account of right of way difficulties or mountainous terrain.

(3) Refer to the AASHO Policy on Geometric Design of Rural Highways to relate desirable grade lengths, climbing lanes, etc.

(4) May be reduced in urban or semi-urban conditions at the discretion of the Department provided that a suitable cross section including service roads, where necessary, is obtainable.

(5) Class F_D roads are required on the basis of a 7-year ADT projection or be justified by economic feasibility calculations. Class F_1 to F_3 roads are required on the basis of a 15-year ADT projection. Class F_4 roads have a projected ADT more than 300 in 7 years and less than 1,000 in 15 years. Class F_5 roads have a projected ADT less than 300 in 7 years and more than 300 in 15 years. Class F_6 roads have a projected ADT less than 300 in 15 years.

Remark

In special cases, the Department may reduce the carriageway width to 3.5, 4, 4.5 or 5 m. on various roadbed widths, i.e. 4 m. on 8 m. roadbed width. Such the case the class of the road will be defined as class F_4 (4/8). If the geometric standard of the road section in the said case below than F_4 then the road class will be defined as F (4) (4/8).

For laterite road the travelled way width may be reduced from 9 m. to 7 m. and the standard will be defined as class F_5 (0/7).

Table 8-5 MINIMUM DESIGN STANDARDS FOR SECONDARY HIGHWAY (RURAL)

1. Access control: When designated under the Highway Law.
2. Highway crossing: Grade separation only after proven viable by economic feasibility calculations.
3. Railroad crossing: Grade separation only after proven viable by economic feasibility calculations.

Design Feature	Flat and Moderately Rolling	Rolling and Hilly	Mountainous
Design Speed k.p.h (2)	70 - 90	55 - 70	40 - 55
Maximum Gradient % (3)	6	8	10
Right of Way m (4)	← 40 - 60 →		

4. Bridge width (1): 8 m between curbs
   (9 m preferable for S1, 7m preferable for S5)
   Sidewalks: 1.5 m for bridges in urban and suburban areas.
   1.0 m for bridges in rural areas.
   0.4 m for bridges with no pedestrian.
5. Vertical clearance = 4.50 m
6. Design bridge loading = HS 20
7. Pavement design shall be based on the accumulated number of equivalent exle load predicted during the first 7-year after construction.
8. Follow AASHO recommendation for any design details not separately specified.

Class (5)	S_D	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
Average Daily Traffic (5)	Above 8,000	4,000 - 8,000	2,000 - 4,000	1,000 - 2,000	300 - 1,000	Below 300
Suggested Surface Type	← High →		← Intermediate →		Intermediate to low	Soil Aggregate
Width of Carriageway m.	Divided 2 @7.00	7.00	6.50	6.00	5.50	9.00
Width of Shoulder m.	2.50	2.50	2.25	2.00	1.75	Travelled way

Explanatory Notes

(1) Bridges on sharp horizontal curve or less than 15 m long shall be to the full roadbed width.

(2) Design speed may be relaxed in exceptional circumstances on account of right of way difficulties or mountainous terrain.

(3) Refer to the AASHO Policy on Geometric Design of Rural Highway to relate desirable grades to grade lengths, climbing lanes, etc.

(4) May be reduced in urban or semi-urban conditions at the discretion of the Department provided that a suitable cross section including service roads, where necessary, is obtainable.

(5) Class S_D roads are required on the basis of a 7-year ADT projection or be justified by economic feasibility calculations. Class S_1, S_2 and S_3 roads are required on the basis of a 15-year ADT projection. Class S_1 roads may exceed an ADT projection of 8,000 beyond the 7th year and should be planned to for upgrading to S_D when ADT reaches 8,000 or it is shown to be economically viable. Class S_4 roads have a projected ADT more than 300 in 7 years and less than 1,000 in 15 years. Class S_5 roads have a projected ADT less than 300 in 7 years.

Remark

In special cases, the Department may reduce the carriageway width to 3.5, 4, 4.5 or 5 m. on various roadbed widths, i.e., 5 m. on 8 m. roadbed width. Such the case the class of the road will be defined as class S_4 (5/8). If the geometric standard of the road section in the said case below than S_4 then the road class will be defined as S (4) (5/8).

Table 8-6 RESULT OF SOIL TESTS

SEGMENT NO.	SAMPLE NO.		NATURAL MOISTURE CONTENT(%)	SPECIFIC GRAVITY	CONSISTENCY(%) (AASHTO T-90) L.L.	P.I.	SIEVE ANALYSIS(%) (PASSING ASTM SIEVE) 1"	3/4"	3/8"	4#	10#	40#	200#	COMPACTION O.M.C(%)	MAX. DRY DENSITY(g/Cm³)	C B R (AASHTO T-193) 95% OF MAX. DRY DENSITY C.B.R(%)	SWELL(%)	H.R.B. CLASSIFICATION	DESCRIPTION OF SAMPLE
2	S-1	A	9.57	2.81	N.P.					100	99.8	67.7	37.3	7.6*	2.010	13.0	-	A-4	Gray-brown Silty sand
		B	8.68	2.81	N.P.					100	99.4	54.9	23.6	-	-	-	-	A-2-4	"
5	S-2	A	15.84	2.97	34.7	14.8		100	99.0	89.3	68.9	46.0	34.6	13.2*	1.958	11.4	0.20	A-2-6	Reddish brown Silty clay
		B	17.49	2.92	37.1	14.7	100	97.8	94.2	80.4	60.2	42.1	32.3	-	-	.	-	A-2-6	"
7	S-3	A	14.34	2.76	35.1	12.2	100	98.9	91.4	76.7	62.7	54.8	51.0	16.0*	1.786	8.7	0.48	A-6	Gray Clayey silt
		B	16.47	2.57	42.6	19.8		100	89.7	68.5	52.9	48.5	46.0	-	-	-	-	A-7-5	"
18	S-4	A	36.78	2.66	68.7	34.8				100	99.7	98.4	96.7	30.5*	1.408	1.6	5.96	A-7-6	Dark gray Clay
		B	35.23	2.65	70.2	23.7				100	99.1	98.9	97.4	-	-	-	-	A-7-6	"
21	S-6	A	15.63	2.74	30.8	6.6		100	98.9	88.5	71.8	62.5	54.7	15.6*	1.877	7.5	0.62	A-4	Brown Silty clay
		B	12.77	2.66	30.3	10.3		100	99.8	90.4	78.8	71.8	62.1	-	-	-	-	A-6	"
22	S-6	A	18.78	2.67	26.5	6.1				100	99.8	98.6	73.5	14.8*	1.838	8.1	0.68	A-4	Brown Clayey silt
		B	21.38	2.65	29.2	2.1					100	98.9	81.6	-	-	-	-	A-4	"
27	S-7	A	8.35	2.74	29.3	9.2		100	97.9	95.8	88.8	84.5	75.4	12.8*	1.897	11.0	0.31	A-4	Reddish brown Silty clay
		B	11.77	2.71	29.4	12.1			100	98.3	95.3	93.0	84.0	-	-	-	-	A-6	"
29	S-8	A	8.29	2.62	N.P.				100	99.9	99.7	99.1	43.1	11.7*	1.873	14.0	-	A-4	Dark brown Silty sand
		B	10.45	2.65	N.P.						100	99.6	43.4	-	-	-	-	A-4	"
30	S-9	A	10.34	2.41	23.0	3.4			100	99.4	98.5	97.2	80.2	12.6*	1.880	6.5	0.07	A-4	Dark brown Silty soil
		B	8.74	2.64	25.4	4.8				100	.98.9	97.6	91.3	-	-	-	-	A-4	"
18	E-1/1		19.2		47.3	27.7		100	99.6	98.9	97.9	96.8	94.7	18.2**	1.707	1.25			
	E-2/1		18.67		36.3	19.6		100	91.4	81.1	65.6	50.8	37.6						
	L-1	A	17.96	2.95	42.5	18.0		100	98.6	84.0	32.6	12.2	8.8	-	-	-	-	A-2-7	Reddish brown Laterite
		B		2.96	67.8	34.7		100	98.4	79.8	36.8	23.5	20.9	14.2**	2.236	48.0	-	A-2-7	"
	L-2	A	10.87	2.94	39.6	15.7	100	89.9	68.3	43.0	24.1	17.8	15.0	-	-	-	-	A-2-7	Yellow brown Laterite
		B		2.93	42.9	17.1	100	91.1	69.7	44.4	25.8	19.8	17.3	9.6**	2.208	50.4	0.30	A-2-6	"
	L-3	A	12.54	2.78	42.4	13.8	100	97.7	87.7	65.8	34.9	24.2	17.1	-	-	-	-	A-2-7	Reddish Laterite
		B		2.77	54.0	17.4	100	96.9	83.8	61.2	33.5	23.5	19.0	13.0**	1.980	55.0	0.38	A-2-7	"

Note: /1 Those two samples are incorporated from Phetchabun - Chai Badan Highway Project

* AASHTO T-99 METHOD
** AASHTO T-180 METHOD

Table 8-7 LIST OF PROPOSED BRIDGES

ROAD SEGMENT NO.	STATION	BRIDGE LENGTH (M)	REMARKS
3	10+700	20.0	Bridge on New Construction Road
5	12+400	15.0	- do -
	13+050	25.0	- do -
	15+350	25.0	- do -
12	42+950	25.0	- do -
18	50+300	21.0	New Construction Bridge
	50+600	24.0	- do -
	50+900	16.0	Replacement of Timer Bridge (W=4.4, L=15.5)
	51+700	176.0	Bridge for Relief Open
21	66+950	15.0	Bridge on New Construction Road
	71+200	15.0	- do -
	72+900	30.0	- do -
22	86+800	15.0	- do -
23	92+900	20.0	- do -
	95+050	40.0	- do -
	112+400	40.0	- do -
25	121+100	10.0	- do -
	121+900	20.0	- do -
27	126+500	25.0	Replacement of Timber Bridge (W=4.0, L=25.3)
	131+250	30.0	- do - (W=4.0, L=22.5)
	141+250	25.0	- do - (W=4.0, L=20.3)
29	143+700	30.0	- do - (W=4.0, L=20.4)
30	158+900	30.0	- do - (W=3.6, L=15.5)
	159+100	25.0	- do - (W=3.6, L=6.0)
	159+250	30.0	- do - (W=3.6, L=11.7)
	159+800	30.0	- do - (W=3.4, L=17.8)

Table 8-8 CONSTRUCTION QUANTITIES BY SEGMENT IN OPTIMUM ROUTE

DESCRIPTION	UNIT OF Q'ty	ROAD SEGMENT NUMBER AND ROAD CLASS															
		1 (F3)	2 (F3)	3 (F3)	5 (F3)	7 (F3)	12 (F3)	18 (F3)	21 (F5)	22 (F5)	23 (F5)	24 (F5)	25 (F5)	27 (F4)	29 (F4)	30 (F4)	Total
SEGMENT LENGTH	km	2.4	4.7	4.6	12.7	11.0	11.9	12.8	10.2	16.1	21.3	4.3	4.7	21.0	11.3	5.7	154.7
WORK ITEMS																	
Clearing and Grubbing	ha	3	19	18	51	44	48	15	41	64	85	17	19	71	45	20	560
Earth Excavation	m^3	0	0	0	0	0	29,140	161,840	13,490	256,290	160,850	18,550	4,890	24,520	0	0	669,570
Soft Rock Excavation	m^3	0	0	0	0	0	8,330	0	3,860	153,770	120,640	13,920	3,680	0	0	0	304,200
Hard Rock Excavation	m^3	0	0	0	0	0	4,160	0	1,930	102,510	120,640	13,920	3,680	0	0	0	246,840
Embankment, Side Borrow	m^3	4,890	51,390	60,010	93,460	53,790	79,980	33,850	68,800	309,600	193,680	16,540	25,640	91,260	74,080	35,430	1,192,400
Embankment, Borrow Pit	m^3	0	0	0	0	0	0	156,730	0	0	0	0	0	0	0	0	156,730
Embankment with Selected Material	m^3	2,280	10,720	10,490	28,960	25,080	27,130	28,820	20,810	32,910	43,630	8,800	9,590	10,400	23,230	0	282,850
Soil Aggregate Subbase 1/	m^3	1,610	7,570	7,410	20,450	17,710	19,160	20,350	19,180	29,600	38,150	7,750	8,840	30,390	16,310	8,320	252,800
Crushed Stone Base 2/	m^3	2,520	4,940	4,830	13,340	11,550	12,500	13,270	0	1,570*	4,410*	780*	0	20,400	10,950	5,590	106,650
Soil Aggregate Shoulder 2/	m^3	960	1,880	1,840	5,080	4,400	4,760	5,060	0	540*	1,530*	270*	0	7,080	3,800	1,940	39,140
Prime Coat and SBST 2/	m^2	14,400	28,200	27,600	76,200	66,000	71,400	75,840	0	8,800*	24,750*	4,400*	0	114,480	61,440	31,350	604,860
Pipe Culvert	m	28	112	107	286	232	304	277	215	528	752	68	70	239	433	178	3,829
Box Culvert	m	0	17	17	17	0	17	26	0	105	20	34	0	0	0	0	253
Long Span Bridge	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Short Span Bridge	m	0	0	20	65	0	25	237	60	15	100	0	30	80	30	115	777
LAND ACQUISITION																	
Highly Developed Land	ha	4	11	11	30	26	24	0	8	13	17	3	4	20	36	22	229
Less Developed Land	ha	0	8	7	21	18	24	0	33	51	68	14	15	0	9	0	268

Note: 1/ To be understood as laterite surfacing in case that F5 Standard is applied.

2/ To be excluded in case that F5 Standard is applied.

* Surface treatment is executed for steep gradient portions.

Table 8-9 UNIT RATES FOR CONSTRUCTION

DESCRIPTION	UNIT OF QUANTITY	FINANCIAL UNIT RATE (Baht)	TAX COMPONENT (%)	FOREIGN CURRENCY PORTION(%)
Clearing and Grubbing	ha	15,000	9.1	42
Earth Excavation	m^3	35	9.9	46
Soft Rock Excavation	m^3	95	13.7	51
Hard Rock Excavation	m^3	135	13.7	51
Embankment, Side Borrow	m^3	55	9.6	41
Embankment, Borrow Pit	m^3	60	9.6	41
Embankment, Selected Material	m^3	80	9.6	41
Soil Aggregate Subbase/1	m^3	140	10.8	47
Crushed Stone Base	m^3	380	6.7	51
Soil Aggregate Shoulder	m^3	140	10.8	47
Prime Coat and SBST	m^2	40	5.5	55
Asphalt Concrete	ton	750	5.5	55
Pipe Culvert	m	2,100	8.2	34
Box Culvert	m	19,000	10.8	38
Long Span Bridge	m	65,000	11.3	46
Short Span Bridge	m	40,000	11.3	46
Land Acquisition				
- Highly Developed Land	ha	40,000	-	-
- Less Developed Land	ha	10,000	-	-

Note: /1 To be understood as laterite surfacing in case that F5 Standard is applied.

TABLE 8-10

Table 8-10 CONSTRUCTION COSTS BY SEGMENT IN OPTIMUM ROUTE

(1,000 Baht)

SEGMENT NO.	SEGMENT LENGTH (km)	ROAD CLASS	DIRECT CONSTRUCTION COST	LAND ACQUISI-TION	COST/Km 1/
1	2.4	F3	2,693	160	1,450
2	4.7	F3	9,741	520	2,660
3	4.6	F3	10,991	510	3,050
5	12.7	F3	25,781	1,410	2,610
7	11.0	F3	17,859	1,220	2,110
12	11.9	F3	24,835	1,200	2,670
18	12.8	F3	45,816	0	4,410
21	10.2	F5	13,971	650	1,750
22	16.1	F5	75,275	1,030	5,820
23	21.3	F5	70,846	1,360	4,160
24	4.3	F5	9,116	260	2,670
25	4.7	F5	6,823	310	1,860
27	21.0	F4	31,958	800	1,910
29	11.3	F4	19,965	1,530	2,310
30	5.7	F4	13,242	880	3,020
	154.7		378,912	11,840	

Note: 1/ Costs of 15 and 8 percent of direct construction cost for physical contingency and engineering & administration, respectively are included.

Table 8-11 TOTAL CONSTRUCTION COST OF OPTIMUM ROUTE

DESCRIPTION	UNIT OF Q'ty	FINANCIAL UNIT RATE (Baht)	TAX (%)	Q'ty	FINANCIAL COST (1,000 Bahts)	ECONOMIC COST (1,000 Bahts)
DIRECT CONSTRUCTION COST						
Clearing and Grubbing	ha	15,000	9.1	560	8,400	7,636
Earth Excavation	m^3	35	9.9	669,570	23,434	21,114
Soft Rock Excavation	m^3	95	13.7	304,200	28,899	24,940
Hard Rock Excavation	m^3	135	13.7	246,840	33,324	28,759
Embankment, Side Borrow	m^3	55	9.6	1,192,400	65,581	59,285
Embankment, Borrow Pit	m^3	60	9.6	156,730	9,404	8,501
Embankment with Selected Material	m^3	80	9.6	282,850	22,627	20,455
Soil Aggregate Subbase 1/	m^3	140	10.8	252,800	35,391	31,569
Crushed Stone Base	m^3	380	6.7	106,650	40,527	37,812
Soil Aggregate Shoulder	m^3	140	10.8	39,140	5,479	4,887
Prime Coat and SBST	m^2	40	5.5	604,860	24,195	22,864
Pipe Culvert	m	2,100	8.2	3,829	8,042	7,383
Box Culvert	m	19,000	10.8	253	4,807	4,288
Long Span Bridge	m	65,000	11.3	0	0	0
Short Span Bridge	m	40,000	11.3	777	31,080	27,568
Sub total					341,190	307,061
Minor Items 2/					37,722	33,949
Total					378,912	341,010
PHYSICAL CONTINGENCY 3/					56,836	51,152
ENGINEERING AND ADMINISTRATION 4/					30,312	27,281
Sub Total					466,060	419,443
LAND ACQUISITION						
Highly Developed Land	ha	40,000	-	229	9,160	9,160
Less Developed Land	ha	10,000	-	268	2,680	2,680
Sub Total					11,840	11,840
GRAND TOTAL					477,900	431,283

Note: 1/ To be understood as laterite surfacing in case that F5 Standard is applied.
2/ 10% of direct construction cost of major work items with extra cost in mountainous area.
3/ 15% of direct construction cost.
4/ 8% of direct construction cost.

FIGURE 8-1 SEGMENT FOR ENGINEERING STUDY

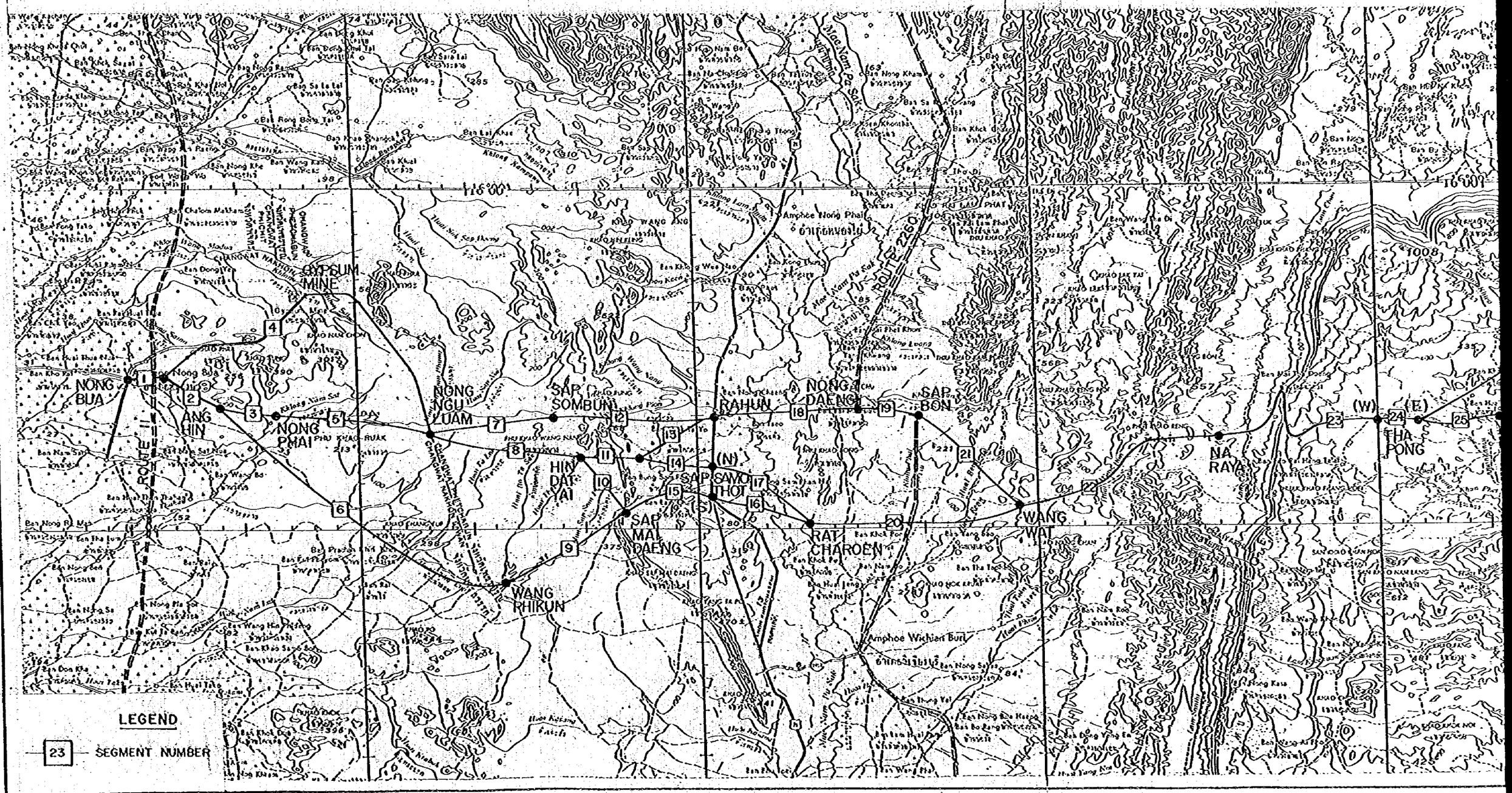
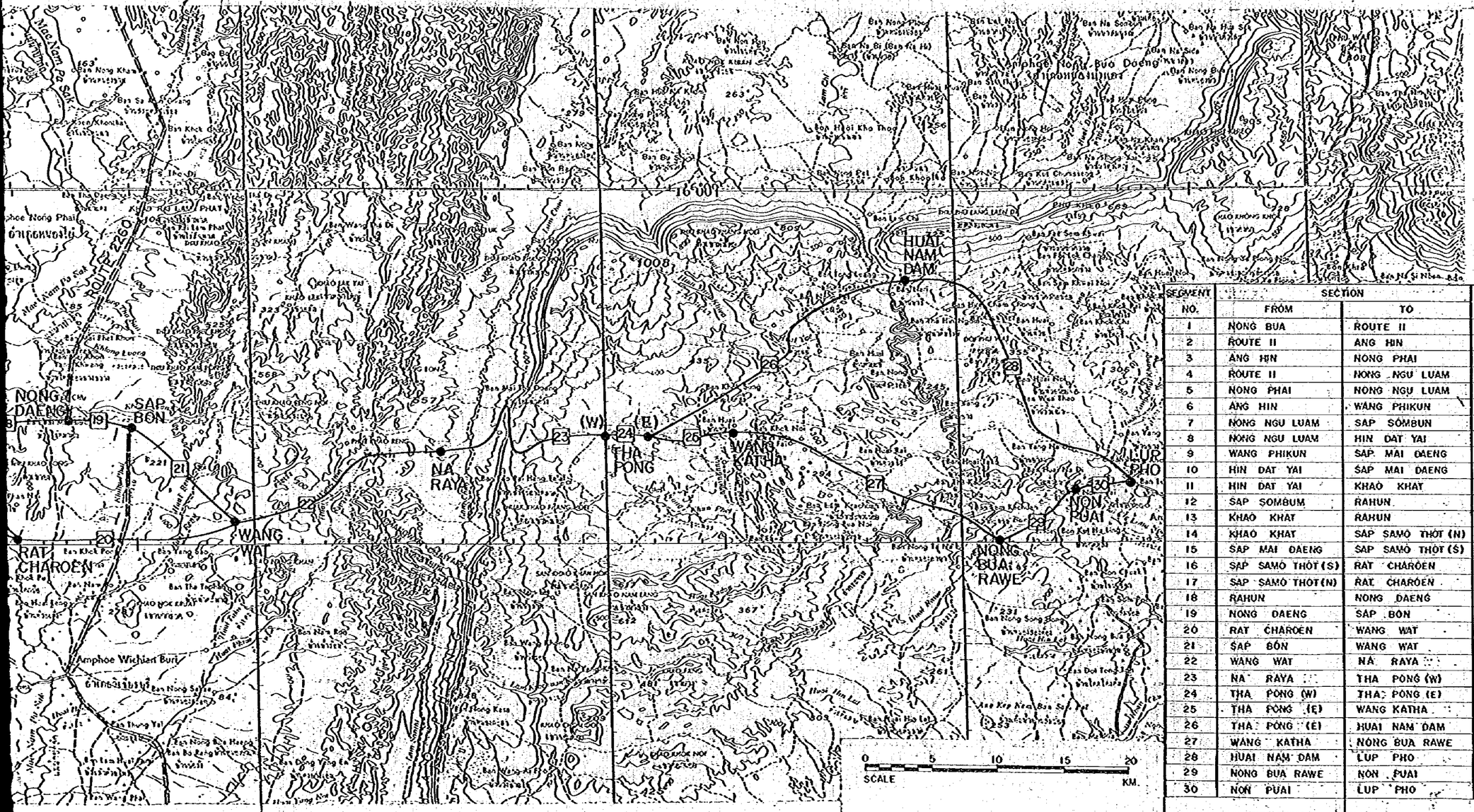


FIGURE 8-1 SEGMENT FOR ENGINEERING STUDY



SEGMENT FOR ENGINEERING STUDY

FIGURE 8-1

SEGMENT NO.	SECTION FROM	SECTION TO	LENGTH (KM.)
1	NONG BUA	ROUTE II	3.0
2	ROUTE II	ANG HIN	4.8
3	ANG HIN	NONG PHAI	5.2
4	ROUTE II	NONG NGU LUAM	32.0
5	NONG PHAI	NONG NGU LUAM	11.4
6	ANG HIN	WANG PHIKUN	26.9
7	NONG NGU LUAM	SAP SOMBUN	9.3
8	NONG NGU LUAM	HIN DAT YAI	13.3
9	WANG PHIKUN	SAP MAI DAENG	12.3
10	HIN DAT YAI	SAP MAI DAENG	6.0
11	HIN DAT YAI	KHAO KHAT	4.7
12	SAP SOMBUM	RAHUN	13.6
13	KHAO KHAT	RAHUN	7.3
14	KHAO KHAT	SAP SAMO THOT (N)	6.7
15	SAP MAI DAENG	SAP SAMO THOT (S)	7.3
16	SAP SAMO THOT (S)	RAT CHAROEN	5.8
17	SAP SAMO THOT (N)	RAT CHAROEN	7.0
18	RAHUN	NONG DAENG	12.8
19	NONG DAENG	SAP BON	5.3
20	RAT CHAROEN	WANG WAT	20.2
21	SAP BON	WANG WAT	10.2
22	WANG WAT	NA RAYA	16.1
23	NA RAYA	THA PONG (W)	21.3
24	THA PONG (W)	THA PONG (E)	4.3
25	THA PONG (E)	WANG KATHA	4.7
26	THA PONG (E)	HUAI NAM DAM	23.0
27	WANG KATHA	NONG BUA RAWE	21.0
28	HUAI NAM DAM	LUP PHO	33.0
29	NONG BUA RAWE	NON PUAI	12.0
30	NON PUAI	LUP PHO	6.0

LEGEND

- SELECTED ROUTE (SBST ROAD)
- SELECTED ROUTE (SOIL AGGREGATE SURFACED ROAD)
- A PART OF THE PROPOSED PHETCHABUN - CHAI BADAN HIGHWAY
- EXISTING ROAD
- EXISTING SMALL TRACK
- 23 SEGMENT NUMBER

SEGMENT NO	SECTION FROM	SECTION TO	LENGTH (KM)
1	NONG BUA	ROUTE 11	2.4
2	ROUTE 11	ANG HIN	4.7
3	ANG HIN	NONG PHAI	4.6
5	NONG PHAI	NONG NGU LUAM	12.7
7	NONG NGU LUAM	SAP SOMBUN	11.0
12	SAP SOMBUM	RAHUN	11.9
18	RAHUN	NONG DAENG	12.8
19	NONG DAENG	SAP BON	53
21	SAP BON	WANG WAT	10.2
22	WANG WAT	NA RAYA	16.1
23	NA RAYA	THA PONG (W)	21.3
24	THA PONG (W)	THA PONG (E)	4.3
25	THA PONG (E)	WANG KATHA	4.7
27	WANG KATHA	NONG BUA RAWE	21.0
29	NONG BUA RAWE	NON PUAI	11.3
30	NON PUAI	LUP PHO	5.7

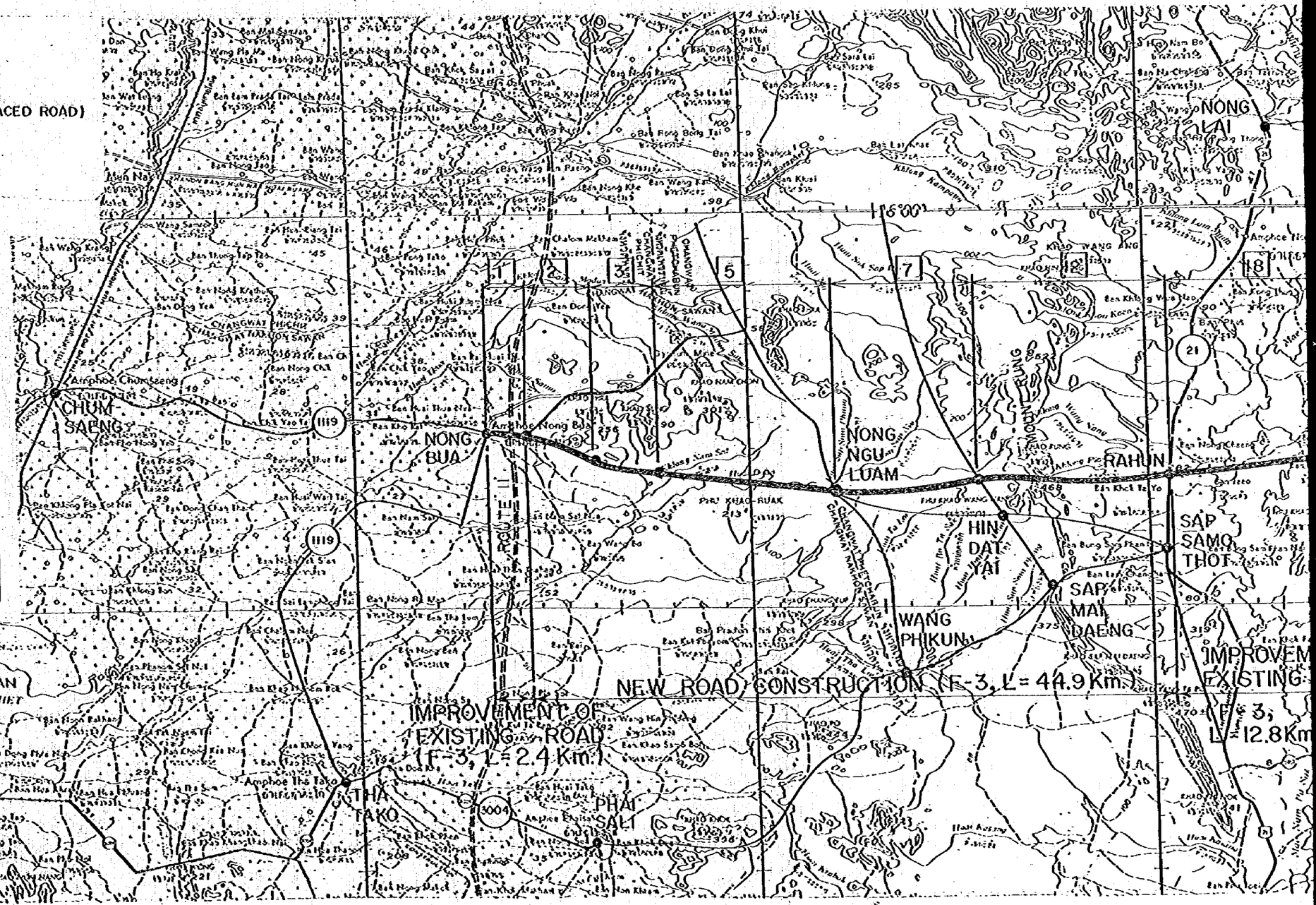
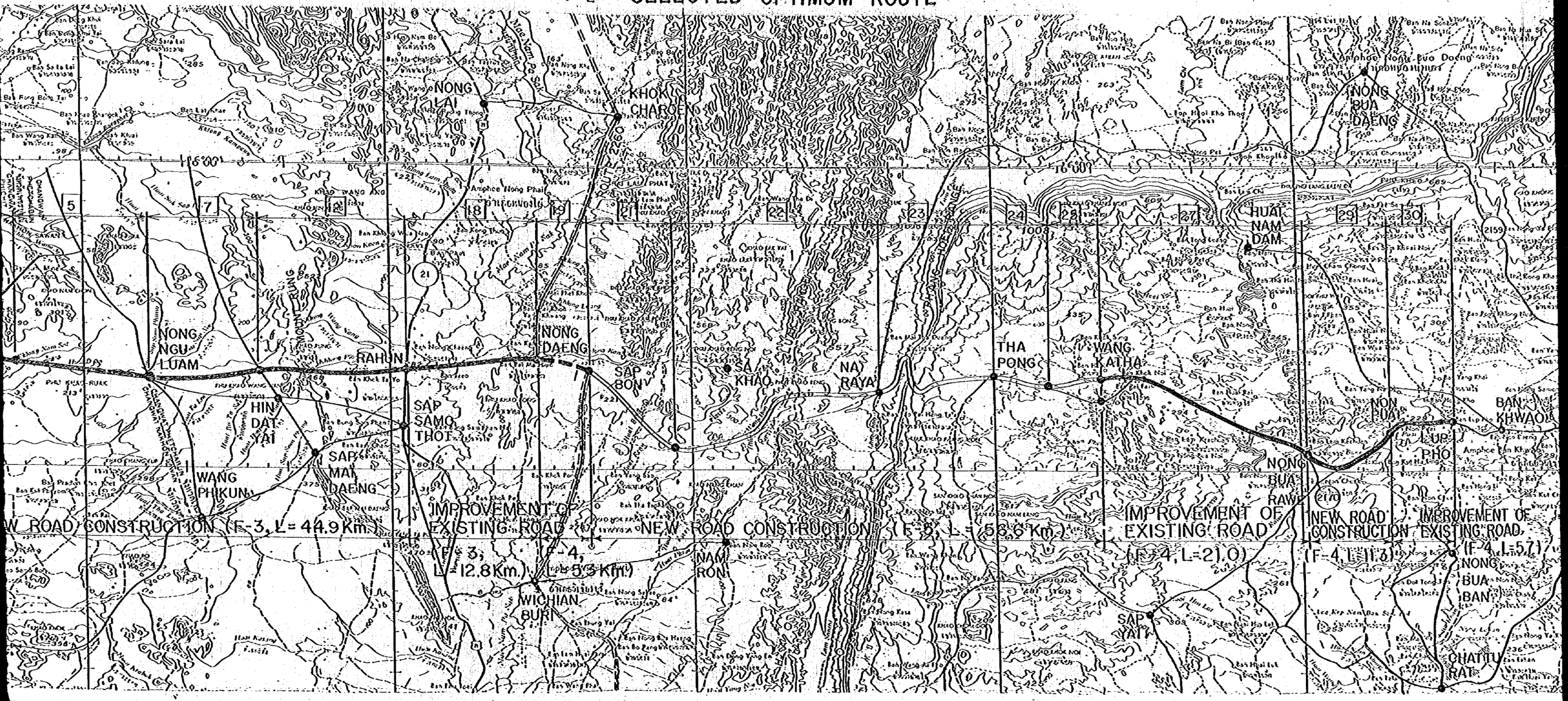


FIGURE 8-2 SELECTED OPTIMUM ROUTE



SELECTED OPTIMUM ROUTE

SELECTED OPTIMUM ROUTE

FIGURE 8-2

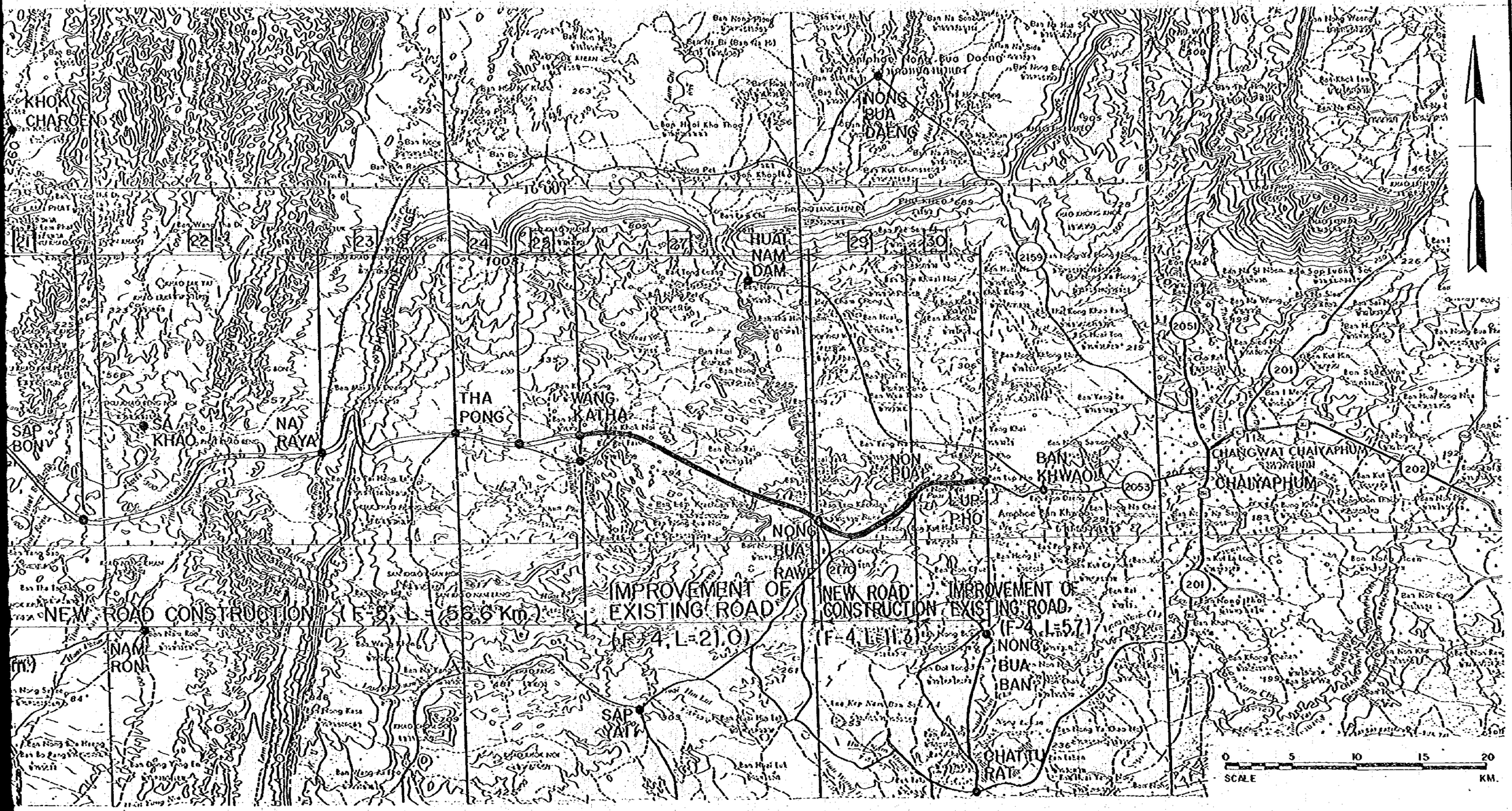


Figure 8-3 PAVEMENT DESIGN CHART

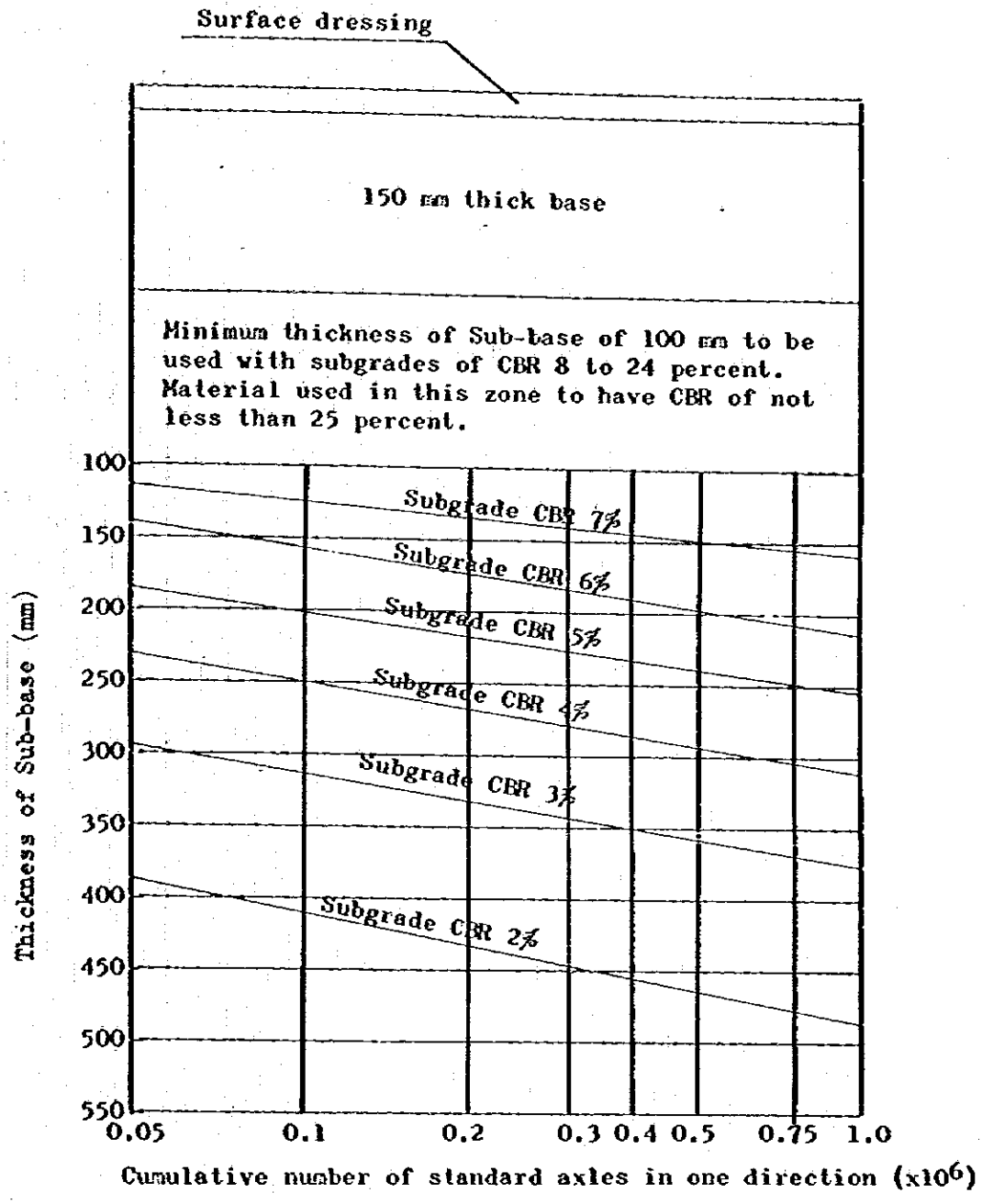
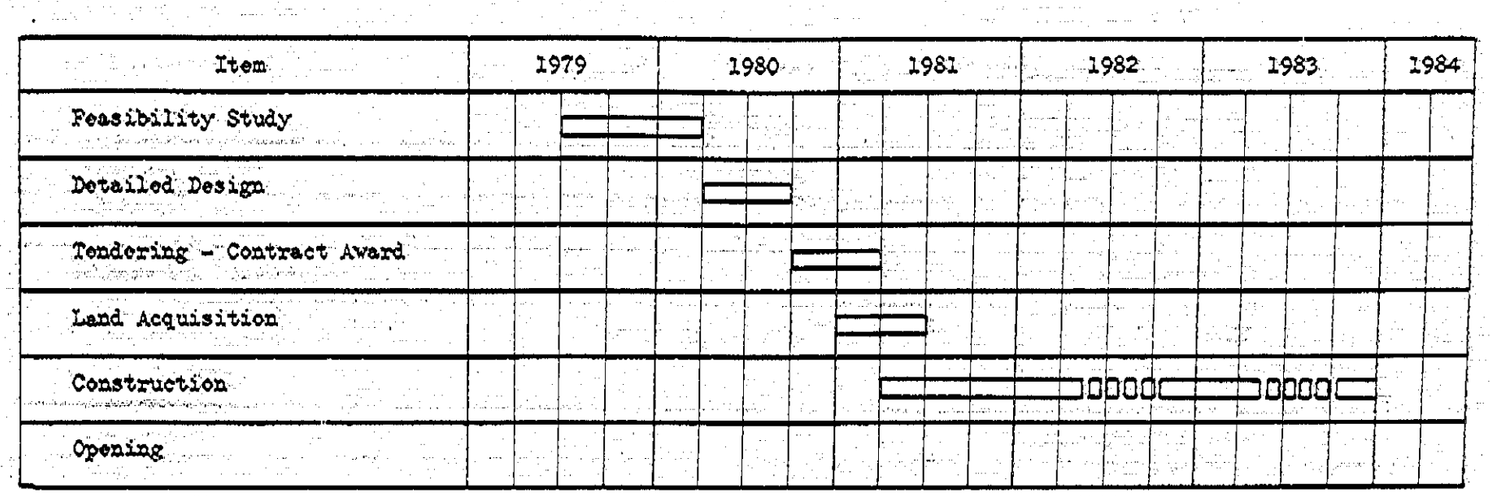


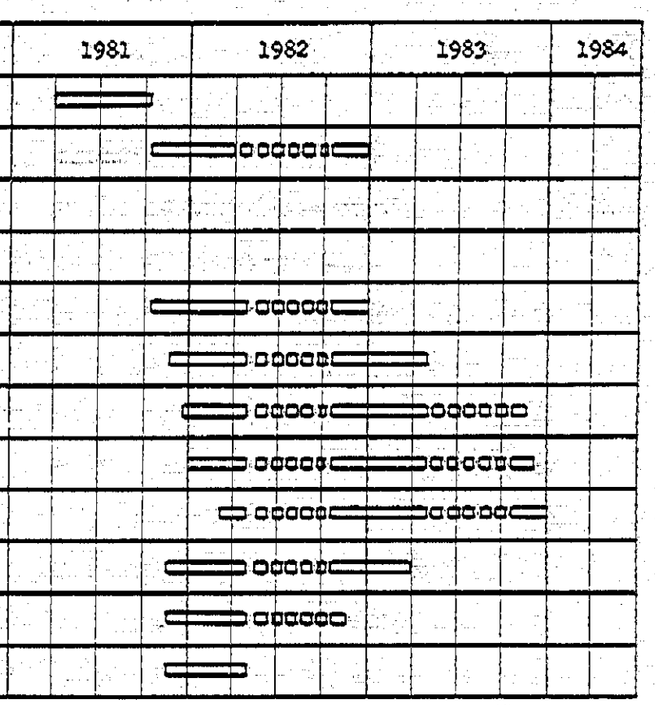
Figure 8-4 IMPLEMENTATION AND WORK SCHEDULE

IMPLEMENTATION SCHEDULE



WORK SCHEDULE (LOT - I) L = 35.4 KM (STA. 0+000 - STA.35+400)

Work Item	Unit	Quantity
Mobilization and Preparatory Works	-	
Clearing and Grubbing	ha	135
Soil Excavation	m^3	0
Rock Excavation	m^3	0
Embankment	m^3	263,540
Selected Fill	m^3	77,530
Subbase and Shoulder	m^3	68,910
Base	m^3	37,180
Prime and SBST	m^2	212,400
Pipe Culvert	m	765
Box Culvert	m	51
Short Span Bridge	m	85



WORK SCHEDULE (LOT - II) L = 24.7 KM (STA. 35+400 - STA.60+100)

Work Item	Unit	Quantity
Mobilization and Preparatory Works	-	
Clearing and Grubbing	ha	63
Soil Excavation	m^3	190,980
Rock Excavation	m^3	12,490
Embankment	m^3	270,560
Selected Fill	m^3	55,950
Subbase and Shoulder	m^3	49,330
Base	m^3	25,770
Prime and SBST	m^2	147,240
Pipe Culvert	m	581
Box Culvert	m	43
Short Span Bridge	m	262

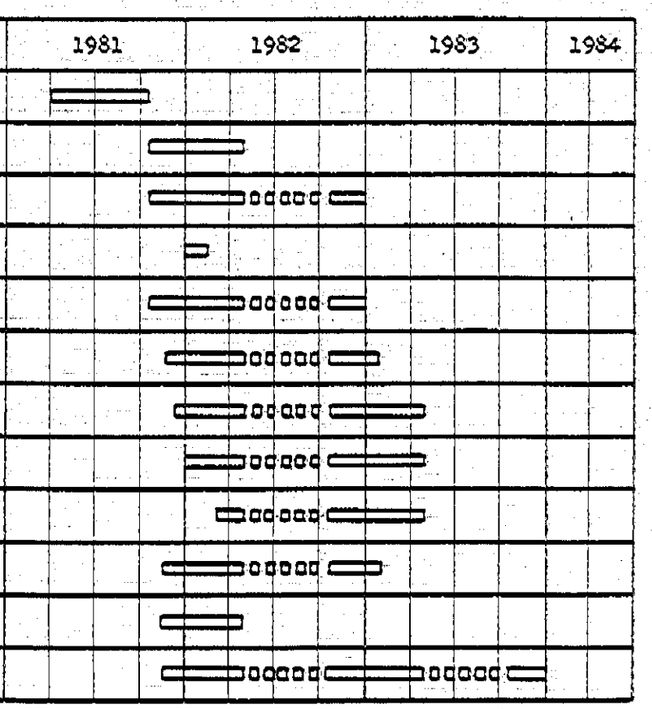


FIGURE 8-4
1 of 2

WORK SCHEDULE (LOT - III) L = 26.3 KM (STA. 65+400 - STA. 91+700)

Work Item	Unit	Quantity	1981	1982	1983	1984
Mobilization and Preparatory Works	-					
Clearing and Grubbing	ha	105				
Soil Excavation	m^3	269,780				
Rock Excavation	m^3	262,070				
Embankment	m^3	378,400				
Selected Fill	m^3	53,720				
Subbase and Shoulder	m^3	49,320				
Base	m^3	1,570				
Prime and SBST	m^2	8,800				
Pipe Culvert	m	743				
Box Culvert	m	105				
Short Span Bridge	m	75				

WORK SCHEDULE (LOT - IV) L = 30.3 KM (STA. 91+700 - STA. 122+000)

Work Item	Unit	Quantity	1981	1982	1983	1984
Mobilization and Preparatory Works	-					
Clearing and Grubbing	ha	121				
Soil Excavation	m^3	184,290				
Rock Excavation	m^3	276,480				
Embankment	m^3	235,860				
Selected Fill	m^3	62,020				
Subbase and Shoulder	m^3	56,540				
Base	m^3	5,190				
Prime and SBST	m^2	29,150				
Pipe Culvert	m	890				
Box Culvert	m	54				
Short Span Bridge	m	130				

WORK SCHEDULE (LOT - V) L = 38.0 KM (STA. 122+000 - STA. 160+000)

Work Item	Unit	Quantity	1981	1982	1983	1984
Mobilization and Preparatory Works	-					
Clearing and Grubbing	ha	136				
Soil Excavation	m^3	24,520				
Rock Excavation	m^3	0				
Embankment	m^3	200,770				
Selected Fill	m^3	33,630				
Subbase and Shoulder	m^3	67,840				
Base	m^3	36,940				
Prime and SBST	m^2	207,270				
Pipe Culbert	m	850				
Box Culbert	m	0				
Short Span Bridge	m	225				

FIGURE 8-4
2 of 2

第9章

評価

第9章　評価

9－1　概　　要

タイ国政府は，地方部の社会・経済の発展を刺戟・促進すべく，地方道および県道のネットワークの整備を図っているが，本プロジェクトはこの政府プログラムの一環として計画されているものである。三つの県（Changwat）を東西に結ぶ当計画道路は，結果的には，産業活動をバンコックから地方に分散し，地方部の主要地間の経済交流を促進しようとする政府方針に沿うものである。本プロジェクトの当面の目的は：(i)輸送費の低減，(ii)特に雨季における通行の改善，および(iii)ルート沿いの地域の農業開発を促進することにある。その第一の目的は，予測交通に対する道路利用者の経費節減額を算定することにより評価され，他の二つについては，道路プロジェクトにより促進される農業開発から生ずる純付加価値を算定することにより評価される。

以上の量的に測定可能な便益の様かにプロジェクトがもたらす重要な効果の一つは，三つの県の主要地区を東西に結ぶ幹線道路網の整備に当計画道路が大きく貢献することであろう。

9－2　経済評価

9－2－1　経済費用

プロジェクトの経済費用は，財政費用から税金要素を差引いて算出した建設費および維持費より成り，１９７９年固定価格をもって算定した。

建設に要する経済費用は，直接工事費，設計および管理費用，予備費（物価上昇予備費は含まず）および用地取得費からなり，８－７で算定されているが，要約すると次の通りである：

Construction Costs

Year	(million Baht)
1980	13.7
1981	93.0
1982	162.3
1983	162.3

道路維持に要する経済費用は，通常一般的に用いられる式をもとに算出した。路面タイプごとの一定の交通量と道路維持費との相関を示すに十分なデータが得られなかったので，過去の調査結果(注1)に多少の修正を加えて得られた次の式を用いた。：

砂利道（Ｆ５規格）の場合：

１９,０００＋２７×ＡＤＴ（Baht／km）

ＳＢＳＴ道路（Ｆ３およびＦ４規格）の場合：

２２,０００＋２２×ＡＤＴ（Baht／km）

アスファルト・コンクリート道路（オーバーレイ後）

２２,５００＋１６×ＡＤＴ（Baht／km）

（注１）：「Feasibility Study for Provincial Road Improvements」，１９７８年，４月。

年間の経常維持費は次に示す通りである。さらに，供用開始後７年目１９９０年にＦ３およびＦ４区間に対して行うべきオーバーレイの費用は５千７００万Bahtと算定した。

Annual Routine Maintenance Costs

Year	(million Baht)
1984	5.0
1990	1.4 （Ｆ５区間のみ）
1998	5.3

尚，所定の農業便益を生むためのコストとして土地整備の初期費用および年間生産費があるが，これ等の費用はプロジェクト費用に社算入せず，純農業便益の計算の段階で差引くこととした。

9－2－2　経済便益

経済的内部収益率の計算に当っては，計量可能な次の二つの便益を検討の対象とした。それ等は(i)道路利用者の費用節減額，(ii)プロジェクトに起因する農業生産の純付加価値の増分額である。

車輌の走行費用と乗員の時間費用から成る道路利用者が支出する費用の節減額は，第7章で計算されているが，その要約は次の通りである：

Road Users' Costs Savings

(million Baht)

Year	
1984	113.6
1990	130.7
1998	161.6

計画道路に起因する農業便益は，第5章で述べたように，生産の純付加価値の増分，すなわち，プロジェクト実施の場合とプロジェクトを実施しない場合の純付加価値の差で，要約すれば次の通りになる：

Agricultural Benefits

(million Baht)

	1984		1990		1998	
	W	$\bar{W}$	W	$\bar{W}$	W	$\bar{W}$
Net Value of Production	135.5	111.2	181.2	122.5	193.0	137.7
Land Preparation Cost	26.6	3.5	3.4	3.5	3.4	3.5
Net Value Added	108.9	107.7	177.8	119.0	189.6	134.2
Increment	1.2		58.8		55.4	

Note:　W :　with project　　$\bar{W}$:　without project

9－2－3　経済的妥当性

上記の経済的費用と便益を評価期間の２０年に渡って割引き，プロジェクトの経済的内部収益率（ＥＩＲＲ）は２1.7％と算定されるが，この率は，本プロジェクトが経済的に妥当であることを示している。費用と便益の流れは，Table 9－1に表示する通りである。

ＥＩＲＲの感度分析を，２０％の費用増加に対し便益が同率で減少する場合を想定して，行った。その場合，ＥＩＲＲは１4.5％に低下するが，この率は，上記の如き悲観的なケースにおいてさえプロジェクトは経済的に成立することを示している。

8－4－3に述べた通り，Ｆ５規格の区間も急勾配区間のみでなく，全区間を舗装することが望ましい。この全区間を舗装する場合，４9.7㎞の追加舗装に対する建設費の増加額は４0.2百万バーツと見積られる。この増加により，建設費は6.6％増大し，ＥＩＲＲは２1.7％から20.7％に減少するが，プロジェクトの経済的妥当性は依然として失われない。

プロジェクトの最適開始時期の分析の結果，プロジェクトを１年延期すると，割引費用が40.9百万バーツ減少する一方，割引便益も７３百万バーツ減少することが分った。これは，プロジェクトの開始を延期することは妥当でなく，このプロジェクトは出来るだけ早期に着工することが望ましいことを意味している。

9－3　農民に対する効果

農民も道路整備から便益を受ける。輸送費と流通コストの節減による庭先価格の上昇の結果，農家の収入も増加する。その上，プロジェクトの刺激を受けて，農作業の方法が改善されるので，作物の生産が増加することになる。Nakhon Sawan／Phetchabun 例で２５ライ，Chaiyaphum例では２０ライ，の耕地を持つ夫々の地区の典型的な農家の年間農業収入（粗生産収入から生産費を差引いたもの）は次のように変化するであろう。

Annual Farm Income of Typical Farms

(Baht)

Type of Farm	1978		1998			
			Without Project		With Project	
	N/P	C	N/P	C	N/P	C
Paddy Farm	7,217	4,367	7,505	4,633	8,274	5,350
Maize Farm	3,442	2,728	3,608	2,953	4,987	4,104
Cassava/Kenaf Farm	-	7,210	-	7,210	-	11,222

Note: N/P : Nakhon Sawan/Phetchabun Side
C : Chaiyaphum Side

Details are given in Appendix - 13.

詳細はAppendix－１４に示す

９－４　社会的インパクト

プロジェクトの対象地域に及ぼす社会的インパクトも又，顕著なものがある。計画道路は，３つの県を東西方向に直接連結することを可能にする。現在，対象地域の周辺の道路網は，南北方向では比較的密度が濃いが東西方向に薄い。現在は，南北に１６０kmへだてて１２号線と２０５号線があるのみである。このような状況において，計画道路は，３県間の経済交流・連絡を誘発，助長する意味で大きなインパクトを与えるものである。この全天候型の計画道路は学校，医療センター，行政センター等の社会施設へのアクセスを容易にし，ひいては農村部コミュニティの社会・文化水準の上昇に貢献することになろう。

９－５　区間別の検討

当プロジェクトの最も顕著な特徴の一つは，山岳地帯を含む新設区間が，その交通量は少いにもかゝわらず，建設費が嵩む原因となっていることである。特に，Sap BonとWang Katha間の道路区画（№２１，№２２，№２３および№２４）は，その長さが全長の３６％にすぎず，又，予測交通量は道路供用開始後７年目でもＡＤＴで３００を超えないのに対して，その建設費はプロジェクト全体の費用の４６％，２８２百万バーツに及ぶ。しかし，区間別の経済評価によれば，この区間でさえ，ＥＩＲＲが１２.７％で，経済的に妥当であることが証明される。さらに，現在同区間には道路が皆無であることを考えれば県間の道路網を完全なものにするという見地からも，この区間の道路建設は極めて重要な意味をもっている。以上の考察からも，本プロジェクトは分

割せずに全区間を完成させることが勧められる。

9－6 結　論

プロジェクト評価の結果は，最適ルートにおける本プロジェクトが，技術的に健実であり，経済的に妥当であり，かつ社会的に望ましいものであることを示している。従って，本プロジェクトは，その早期実現に向けて，必要な措置を講じるにたるものといえ，次のステップに進む価値のあるものといえる。なお，次の段階では，詳細設計に慎重を期すことが肝要である。

Table 9-1 COSTS AND BENEFITS STATEMENT

(million Baht)

Year	COSTS			BENEFITS				DISCOUNTED AT 12%	
	Const. Cost	RMC	Total	Agricultural Benefit	VOC Saving	Time Cost Saving	Total	Costs	Benefits
1980	13.7		13.7					13.7	
1981	93.0		93.0					83.0	
1982	162.3		162.3					129.4	
1983	162.3		162.3					115.5	
1984		5.0	5.0	1.2	64.5	49.1	114.8	3.2	65.1
1985		5.1	5.1	10.2	66.2	50.2	126.6	2.9	64.1
1986		5.2	5.2	19.3	68.0	51.3	138.6	2.6	62.7
1987		5.3	5.3	28.4	69.7	52.4	150.5	2.4	60.8
1988		5.4	5.4	37.5	71.4	53.6	162.5	2.2	58.6
1989		5.5	5.5	59.2	73.2	54.7	187.1	2.0	60.2
1990		52.1	52.1	58.8	74.9	55.8	189.5	16.8	54.5
1991		5.0	5.0	58.4	77.0	57.5	192.9	1.4	49.5
1992		5.0	5.0	58.0	79.2	59.2	196.4	1.3	45.0
1993		5.1	5.1	57.5	81.3	61.0	199.8	1.2	40.9
1994		5.1	5.1	57.1	83.5	62.7	203.3	1.0	37.1
1995		5.1	5.1	56.7	85.6	64.4	206.7	0.9	33.7
1996		5.2	5.2	56.2	87.7	66.2	210.1	0.8	30.6
1997		5.2	5.2	55.8	89.9	67.9	213.6	0.8	27.8
1998		5.3	5.3	55.4	92.0	69.6	217.0	0.7	25.2
Total	431.3	124.6	555.9	669.7	1,164.1	875.6	2,709.4	381.8	715.8

Discounted Economic Costs:	381.8	
Construction costs	341.6	(89%)
RMC	40.2	(11%)
Discounted Economic Benefits:	715.8	
Agricultural development benefits	157.1	(22%)
VOC saving	318.9	(45%)
Time cost saving	239.8	(33%)
Net Present Value:	334.0	
Benefit Cost Ratio:	1.87	(1.25 if excluded time saving)
IRR:	21.7%	(15.1 if excluded time saving)

第10章

提言

第10章　提言

1）当プロジェクトは技術的，経済的，社会的にも妥当なものと判断されるので，計画どおりプロジェクトが実現するよう，しかるべく必要なアクションをとることが勧められる。

2）当プロジェクトは県道（Provincial Road）と格付されているが，関連地域の地域間道路網の整備という点で当プロジェクトのはたす意義はきわめて大きいことを考えると，当プロジェクトを二級国道（Secondary National Highway）として格付することが望ましい。

3）最適開始時期についての検討及び区間別経済評価の結果から判断すると，当プロジェクトは全線一括して出来るだけ早く実現することが望ましい。尚，プロジェクトの実施にはかなりの額の資金を要するので，プロジェクトの資金手当にあたっては外部機関にはかることも一つの方法である。

4）当プロジェクトの詳細設計には，特に山越え及びパサック河越えの区間について，技術的に難しい問題を含むので，設計業務実施にあたっては経験豊かな一級のコンサルタントを起用することが望ましい。