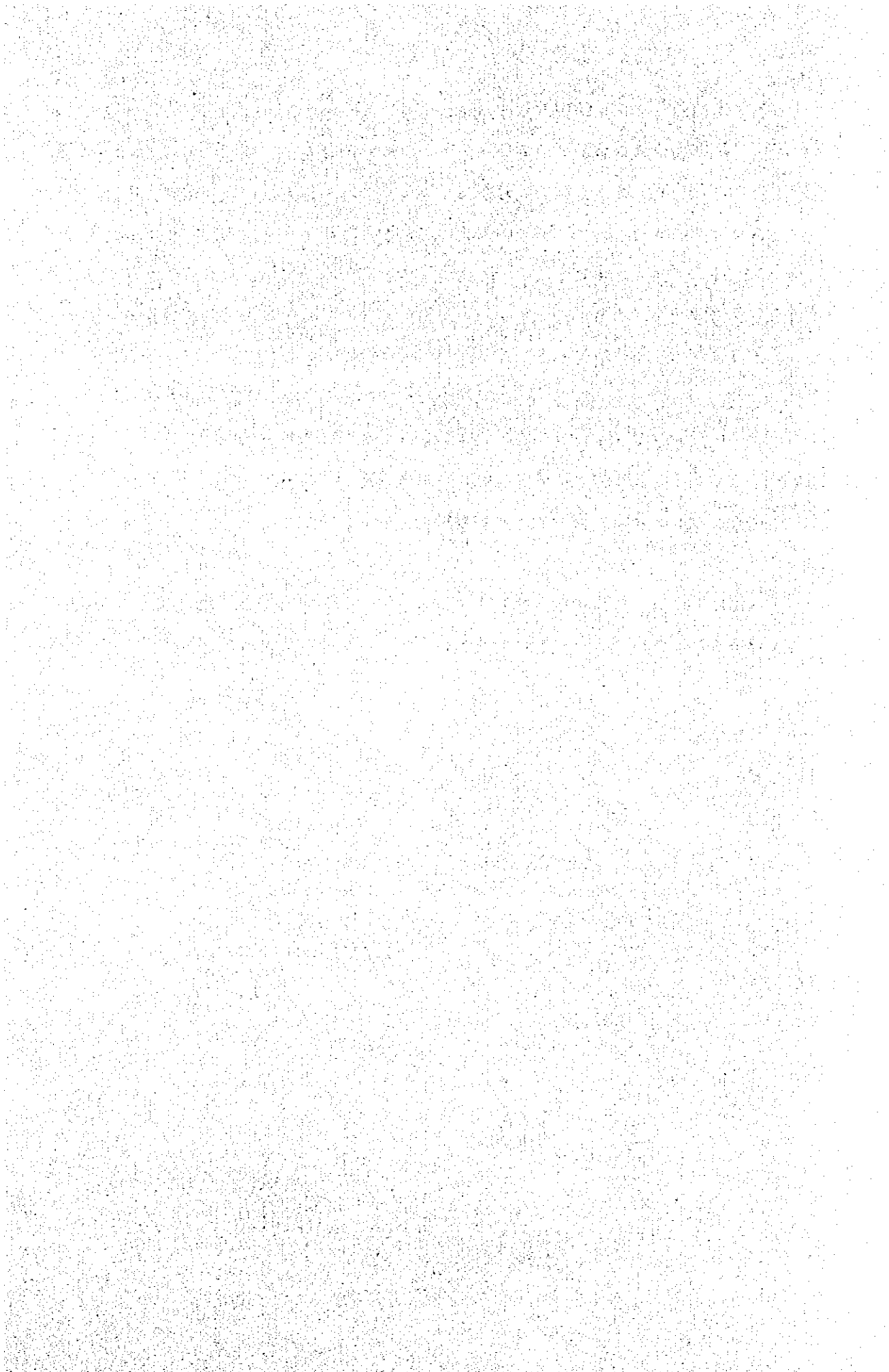


資

料



## 資料 A 第一期の汚水処理法の検討

本検討の目的は、現況土地状態を考慮し第一期計画での最適な処理法を選定することである。従って、代替案の検討は用地、建設費、維持管理費等を考慮して行なう。

### 1. 処理場用地の現況

マスタープランでは、ゾーン2全域のための処理場位置は、バイシントウ運河沿いのタバコ工場の空地とした。処理場用地の現況は表 A・1 のとおりである。

表 A・1 処理場用地の現況

項 目	内 容
位 置	バイシントウ運河沿いのタバコ工場(図 8.1 参照)
面 積	3.0 ha
土 地 利 用	池(池面積 2.0 ha、水深 3~4 m)
環 境	西側はタバコ工場、東・北・南側は住居

### 2. 代 替 案

処理場用地の現況を考慮し、次の3案が考えられる。

- 1案：スタビリゼーションpond法
- 2案：エアレーテッドラグーン法
- 3案：モデファイドエアレーション法

第一期計画で必要とする処理場敷地面積は表 A・2 に示す。

表 A・2 第一期計画で必要とする敷地面積

Alternative	Process	Site Area (ha)
Alt. I (Stabilization Pond Process)	F.P. + M.P.	(1) Surface area to be required for F.P. $135,800\text{m}^3 \times \frac{1}{0.198\text{m}^3/\text{d}/\text{c}} \times 0.0384\text{kg}/\text{d}/\text{c}$ $\times \frac{1}{300\text{kg}/\text{ha}} = 88 \text{ ha}$
		(2) Surface area to be required for M.P. $135,800\text{m}^3/\text{d} \times 3\text{d} \times \frac{1}{1.5\text{m}} = 27 \text{ ha}$
		(3) Site area $(1+2) \times \frac{1}{0.80} = \underline{144 \text{ ha}}$ <p>where pond surface area/site area = 0.80</p>
Alt. II (Aerated Lagoon Process)	A.L.+S.T. +C.T.+Sludge Treatment	(1) Surface area to be required $135,800\text{m}^3/\text{d} \times 3\text{d} \times \frac{1}{3.5\text{m}} = 11.7 \text{ ha}$
		(2) Surface area of S.T. $135,800\text{m}^3/\text{d} \times 1.5\text{d} \times \frac{1}{2.0\text{m}} = 10.2\text{ha}$
		(3) Site area $(1+2) \times \frac{1}{0.75} = \underline{30\text{ha}}$ <p>where surface area/site area = 0.75</p>
Alt. III (Modified Aeration Process)	A.T.+S.T. +C.T.+Sludge Treatment	Site area: 12.5ha (refer to Chapter 8)

Note: F.P. .... Facultative Pond  
M.P. .... Maturation Pond  
S.T. .... Sedimentation Tank  
C.T. .... Chlorination Tank  
A.L. .... Aerated Lagoon  
A.T. .... Aeration Tank

表A・2より、スタビリゼーションpond法は敷地面積の観点より適当でない。2案は将来の処理水量増加に対して敷地面積が十分でなく、他の処理法へ変換するための投資を必要とする。一方、3案は、一期計画のみならず将来計画の水量に対しても敷地面積は十分である。

以上より、第一期計画の最適な処理法はモデファイドエフレーション法である。

参考に、2案および3案の建設費、用地費および維持管理費を表A・3に示す。また建設費と10年間の維持管理費を表A・4に示す。

表A・4より3案が経済的である。

表 A・3 2案と3案の建設費、維持管理費

Alternative	Item	Description	Cost (Million Baht)
II	(1) Land Acquisition Cost	30ha x 7.5million Baht/ha	225
	(2) Construction Cost		
	o Pumping & Operating Building	refer to Table 10.3	109.49
	o Aerated Lagoon & Sedimentation Tank	excavation works of ponds 220,000m <sup>2</sup> x 0.5m x 24 $\beta$ /m <sup>3</sup> x 1.20	3.17
		disposal of excavated soil 110,000m <sup>3</sup> x 50 $\beta$ /m <sup>3</sup> x 1.20	6.60
		concrete works 100m <sup>2</sup> x 28 units x 0.05m x 1,280 $\beta$ /m <sup>3</sup> x 1.20	0.22
		Foundation works 100m <sup>2</sup> x 28 units x 0.10m x 316 $\beta$ /m <sup>2</sup> x 1.20	0.11
	o Chlorination Tank	refer to Table 10.3	14.21
	o Electric Room		28.00
	o Power Receiving		28.60
	o Aerators & Instrumentation	1.5 million $\beta$ x 37 units	55.50
		Sub-total	245.90
	(3) Annual Operation & Maintenance Cost		
	o Power	for pumps 13.3hr x (2 units x 140kW + 250kW) x 1.46 $\beta$ /kW hr x 365 d	3.76
		for aerators 2,035kW x 24hr x 1.46 $\beta$ /kW hr x 365d (2) x 0.01	26.03 2.46
	o Repairing		
	o Chemicals	135,800m <sup>3</sup> /d x 3ppm x 10 <sup>-3</sup> x 2,200 $\beta$ /t x 10 <sup>-3</sup> x 365d	0.33
o Allowance	6 men x 1,500 $\beta$ /month x 12 month	0.11	
	Sub-total	32.69	
III	(1) Land Acquisition Cost	12.5ha x 7.5 million $\beta$ /ha	93.75
	(2) Construction Cost	refer to Table 10.3	419.16
	(3) Annual Operation & Maintenance Cost		
	o Power	refer to Table 10.7	6.85
	o Repairing	refer to Table 10.7	7.11
	o Chemicals	refer to Table 10.7	0.33
	o Allowance	25 men x 1,500 $\beta$ /month x 18 month	0.45
	Sub-total	14.74	

表 A・4 2案と3案の全体費用

Alt. II	o Land Acquisition Cost		225 million baht
	o Construction Cost		245.9
	o 10 yr O & M Cost	32.69 x 10	326.9
			<hr/>
			797.8
Alt. III	o Land Acquisition Cost		93.75
	o Construction Cost		419.16
	o 10 yr O & M Cost	14.74 x 10	147.4
			<hr/>
			660.31

## 資料B パンコクでの廃棄物による肥料化の現状

現在バンコク市肥料局では、肥料を生産している。その肥料は、大別すると2種類ある。一つは、家庭雑排ゴミによるコンポスト（通称No.1肥料）と、もう一つは、前記肥料と浄化槽汚泥の混合比1:1の割合の合成肥料（通称No.2肥料）である。

これらの成分は、表B・1で示すとおりである。なお最近まで調整剤として化学物質を使用していたが、この方法は国策として廃止に至っている。

またNo.1、No.2肥料の成分と市価は、表B・1とB・2に示すとおりである。

表B・1 肥料成分

No.	Sample	pH	Moisture Content (%)	NH <sub>4</sub> -N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	Others	Total
No. 1	a	6.7	32.64	1.76	3.81	0.59	61.20	100
	b	6.8	29.96	1.55	3.05	0.64	64.80	100
No. 2	c	6.9	37.20	0.99	2.33	0.84	58.64	100
	d	7.0	33.92	0.81	1.85	0.78	62.64	100

Data Source ..... Bureau of Fertilizer, 2524 (1981)

Note: No. 1 ..... Compost

No. 2 ..... Mixed Fertilizer

表B・2 肥料の流通価格

<u>Small lots</u>		<u>No. 1</u>	<u>No. 2</u>
Regular	5 kg	6 Baht	8 Baht
"	10	11	15
"	20	20	30
"	50	35	35
Fine	20	26	-
"	50	50	-
<u>Big Order</u>			
Regular		370 Baht/ton	-
Fine		650	740 Baht/ton



## 資料C 雨水吐室

雨水吐室とは、晴天時汚水量を越える水量は雨水管へそして晴天時汚水量は遮集管へ流すための分水装置をもつ施設をいう。

雨水吐室の方式には一般的に利用されているものとして3方式があり、以下にそれら特性を述べ、現状に適合する方式を選ぶものである。

### 1. 分水方法

#### a) 跳越方式

晴天時汚水量は、合流管インバートに設置した開口部を通り遮集管に集められる。余剰の雨水量は、開口部を跳び越えて遮集管からそらされる。断面図を図C・1に示す。

#### b) 越流堰方式

晴天時汚水量は管路にしたがい遮集管へ流れ、余剰の雨水量は合流管内に設置された越流堰を越流し放流水域へ排水される。堰高は管内の晴天時汚水量の水深によって決定される。本方式の平面図を図C・2に示す。

#### c) サイフォン方式

サイフォン方式はサイフォンの原理を応用し、自動的に作動して一定量を排水するものである。水位が上昇することによって、サイフォンは始動し、水位がプライマリー・パイプの流入水位以下になるまで、スロートを通して合流汚水は排水される。断面図は図C・3に示す。

### 2. 各方式の特性

以上3方式のうち、跳越方式は管内における水理損失を起さない。越流堰方式は、3方式のうちで最も経済的で、また跳越方式はサイフォン方式より経済的である。

### 3. 設置する方式

3方式のうち、本計画では跳越方式と越流堰方式を採用する。ラマⅣ幹線では、水理損失を避ける必要があるため、跳越方式を採用する。その他の既存雨水管では、越流堰方式を採用する。

図C・4および図C・5にそれぞれの配置図を示す。

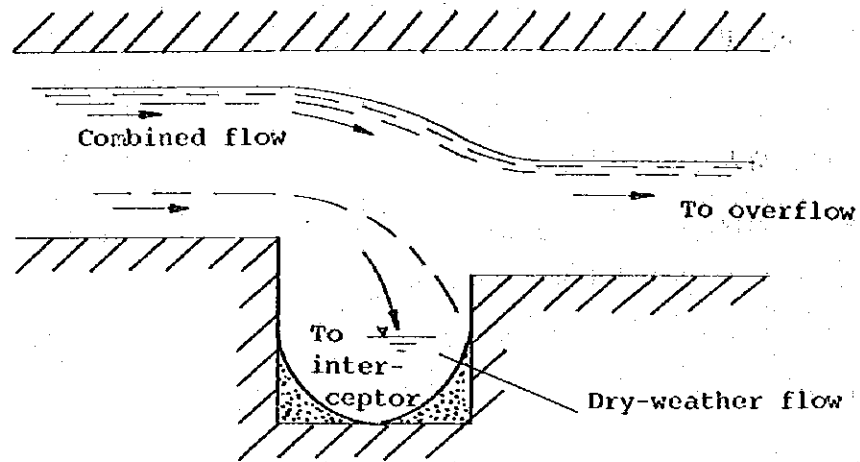


図 C・1 跳越方式の断面図

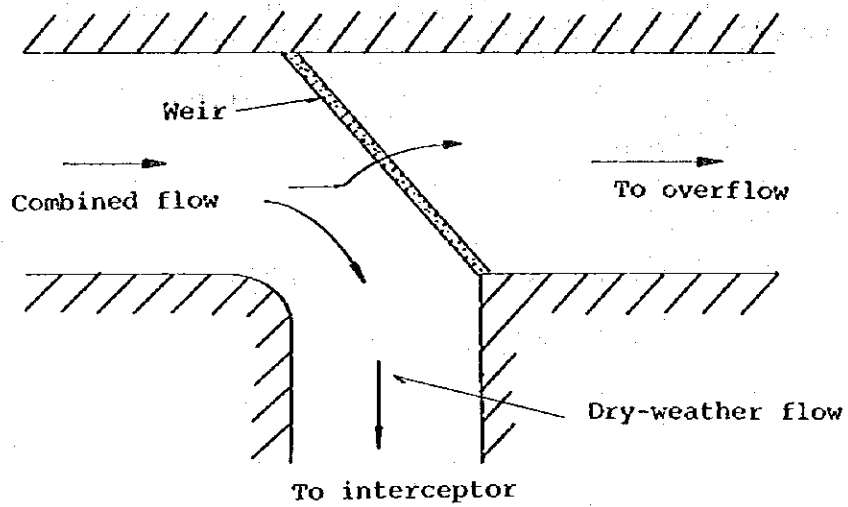


図 C・2 越流堰方式の平面図

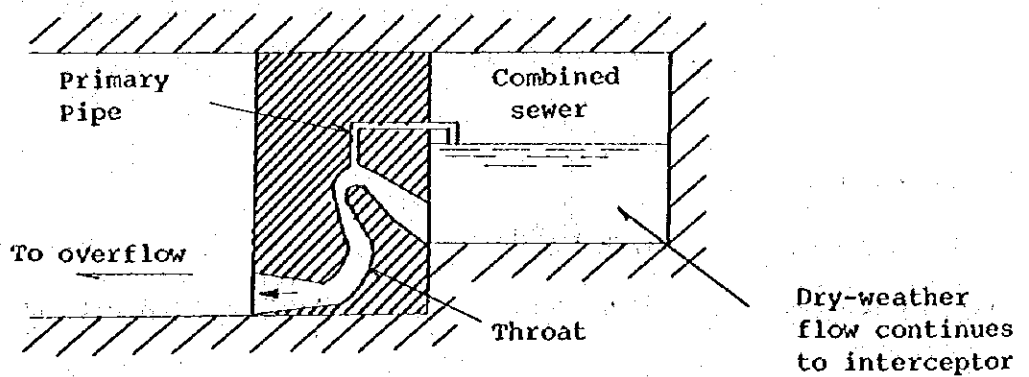
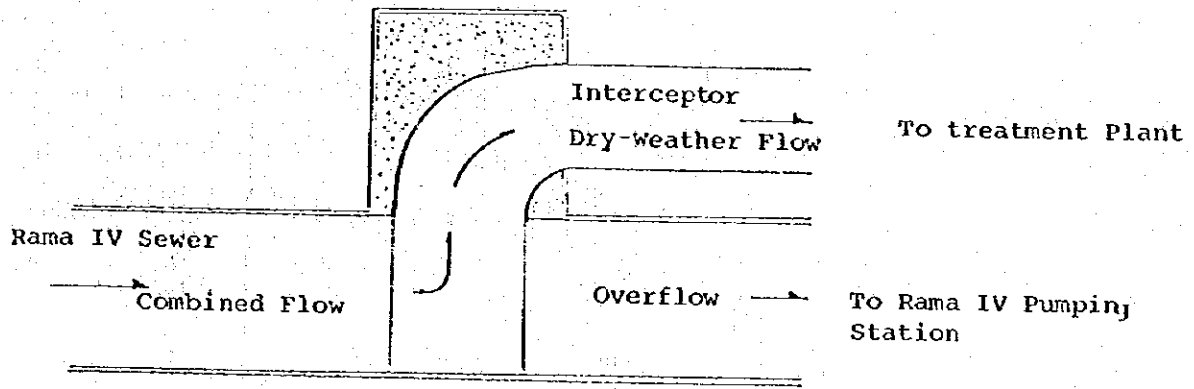
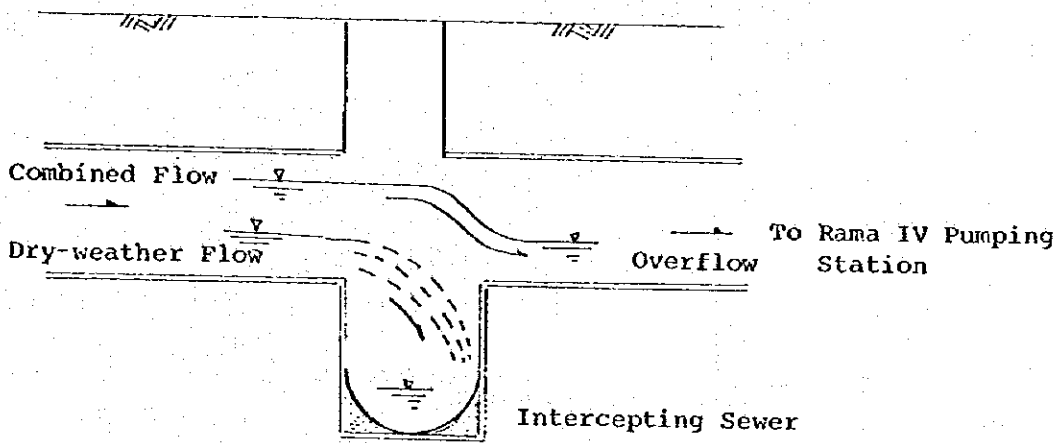


図 C・3 サイフォン方式の断面図

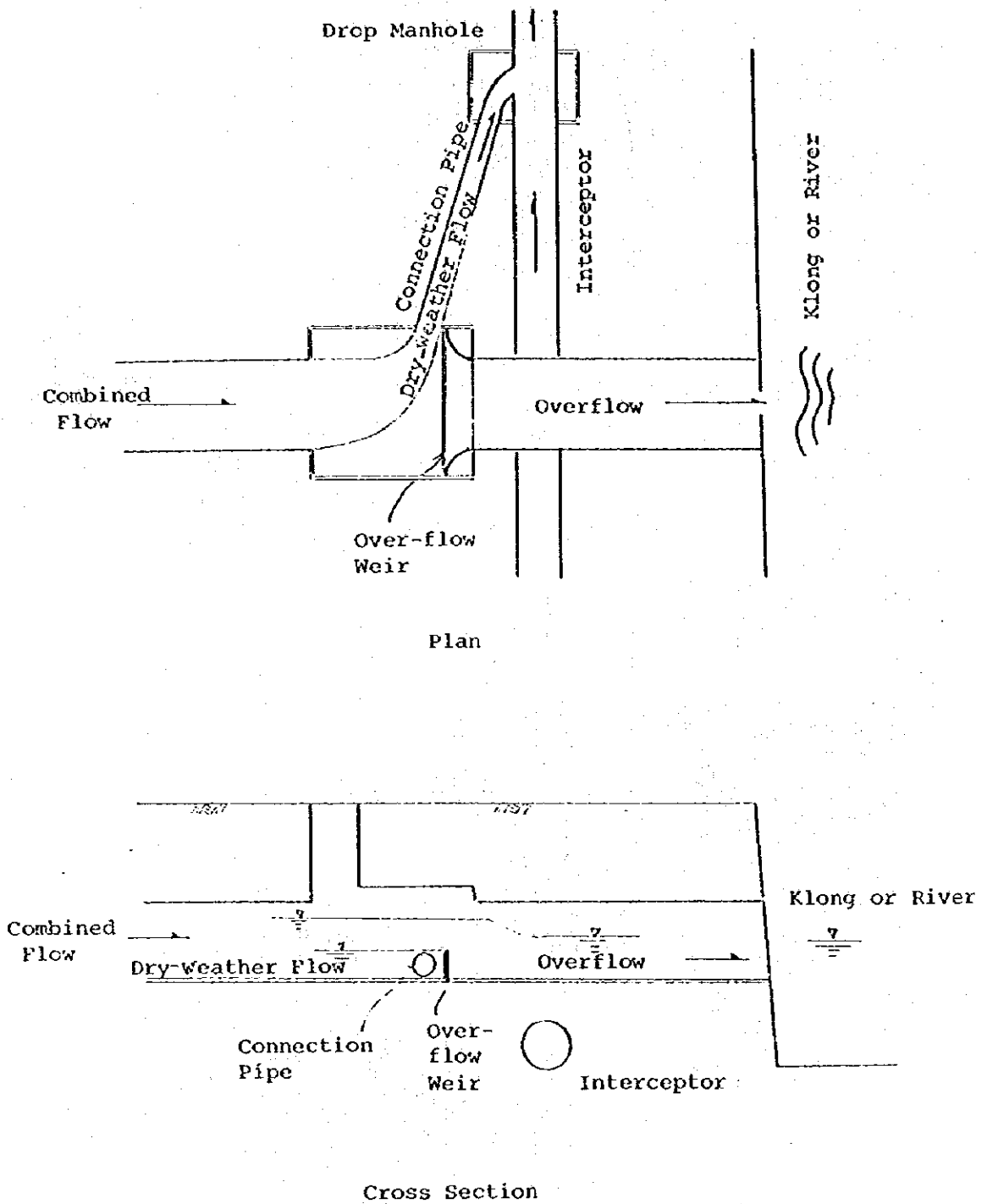


Plan



Cross Section

図 C・4 ラマIV幹線での跳越方式



図C・5 その他既存雨水管での越流堰方式

## 資料D 設計計算

管渠の設計計算は2000年次の水量を基にして行ない、その結果を表D・1に示す。一方、処理場の設計計算は1992年次の水量を基にして行ない、その結果を表D・2に示す。処理施設は将来計画時においても適合しなければならないし、そして処理法は標準活性汚泥法に変換されることを考慮し、2000年次水量に対する計算も行なった。

表 D - 1 管渠の設計計算

(1/3)

No. of Sewers	Area		Design Wastewater Flow										Design Sewer						Remarks					
	ha	Total Inhabiting Population	Domestic Wastewater		Commercial Wastewater		Institutional Wastewater		Total Flow (Avg.)	Peak Factor	Peak Flow	Infiltration	Other	Total Design Flow	Diameter	Length	Slope	Velocity (Full)		Capacity (Full)	Ground Level	Sewer Invert Elevation		
			ha	persons	Flow (Avg.)	Area	Flow (Avg.)	Area															Flow (Avg.)	Area
	Chula Interceptor																							
1	25.4	8,120	13.4	8,120	0.019	8.4	8.4	0.011	12.0	0.017	0.047	3.7	0.174	0.012	0.186	600	140	1.1	0.62	0.177	36.10	34.43	Wang Mai Tambol	
2	31.5	56.9	31.5	19,089	27,209	0.063	10.2	18.6	0.025	0.017	0.105	3.6	0.378	0.026	0.404	1000	360	0.6	0.65	0.509	36.45	33.98	*	
3	3.4	60.3	3.4	2,060	29,269	0.068	3.4	22.0	0.030	0.017	0.115	3.6	0.414	0.029	0.443	1000	645	0.6	0.65	0.509	36.59	33.47	*	
	Chula Intermediate Pumping Station																							
4	-	60.3													0.443	Form Main	295			1.58	0.445	36.44	34.20	*
	to Existing Road W Sewers																							
	Charoen Krung Interceptor																							
5	5.6	5.6	1.7	621	3,525	0.008	1.7	7.3	0.010	0.014	4.5	0.063	0.004	0.067	400	295	1.8	0.61	0.077	36.43	34.97	Mong Puth Tharon Tambol		
6	1.7	7.3	1.7	621	3,525	0.008	1.7	7.3	0.010	0.018	4.2	0.076	0.005	0.081	500	155	1.3	0.60	0.118	36.22	33.62	*		
7	4.7	12.0	4.7	2,270	5,795	0.013	4.7	12.0	0.016	0.029	3.8	0.110	0.007	0.117	500	310	1.3	0.60	0.118	36.20	33.42	*		
8	1.0	13.0	1.0	483	6,278	0.015	1.0	13.0	0.017	0.032	3.8	0.122	0.008	0.130	600	465	1.1	0.62	0.177	36.40	32.92	Bang Rok		
9	47.0	60.0	22.0	5,873	19,481	0.045	47.0	60.0	0.081	0.126	3.0	0.378	0.032	0.410	1000	325	0.6	0.65	0.509	36.73	31.82	Bang Rok, Mong Puth Tharon, Si Phayre		
	to Charoen Krung Intermediate Pumping Station																							
10														0.410	Form Main	165				1.46	0.412	36.73	33.90	*
	to Existing Sewer																							
															600						36.20	35.20	EL=35.15	
	Chong Nonsri Combined Sewer																							

No. of Sewers	Area		Design Wastewater Flow										Designed Sewer						Remarks									
	Increment	Total	Domestic Wastewater		Commercial Wastewater		Institutional Wastewater		Total Flow (Avg.)		Peaking Factor	Peak Flow	Infiltration	Oils	Total Design Flow	Diameter	Length	Slope		Velocity (Full)	Capacity (Full)	Ground Level	Sewer Invert Elevation					
ha	ha	ha	ha	persons	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	%	m/s	m <sup>3</sup> /s	m	m	m	m				
11	34.6	34.6	8.8	4,250	25.8	6,889	11.39	0.026	34.6	34.6	0.046				0.072	3.3	0.238	0.18	0.256	Ø8500	460	0.4	0.4	36.39	34.01	Maha Meth Wp, 51,000 Jg		
12	25.8	60.4	15.8	10,270	0.56	25.8	60.4	0.081				0.126			0.137	2.7	0.710	0.066	0.776	Ø8500	275	0.4	0.4	36.31	33.83	Si Phayong, Su Riywang		
13	85.5	145.9	28.4	13,980	28.4	13,980	55,475	0.129	76.2	136.6	0.183	0.009	0.321	2.7	1.207	0.112	1.319		1.319	Ø8500	540	0.4	0.4	36.32	33.72	Si Lom, Bang Rak		
14	0.9	0.9	0.9	215	0.005	0.9	0.9	0.001				0.006	4.8	0.029	0.002	0.031	0.031	2.6	0.61	Ø300	20	2.6	2.6	36.50	35.15	Si Lom		
15	2.9	3.8	2.9	693	0.002	2.9	3.8	0.005				0.007	4.8	0.034	0.002	0.035	0.035	2.6	0.61	Ø300	240	2.6	2.6	36.50	33.90			
16	2.7	6.5	2.7	645	0.004	2.7	6.5	0.009				0.013	4.7	0.061	0.003	0.064	0.064	1.8	0.61	Ø400	210	1.8	1.8	36.67	35.18			
17	1.4	7.9	1.4	335	0.004	1.4	7.9	0.011				0.015	4.5	0.068	0.004	0.072	0.072	1.8	0.61	Ø400	50	1.8	1.8	36.40	32.80			
18	6.5	14.4	6.5	1,554	0.008	6.5	14.4	0.019				0.027	4.0	0.108	0.007	0.115	0.115	1.3	0.60	Ø500	240	1.3	1.3	36.40	32.71			
19	4.9	19.3	4.9	1,171	0.011	4.9	19.3	0.026				0.037	3.7	0.137	0.009	0.146	0.146	1.1	0.62	Ø600	95	1.1	1.1	36.18	32.20			
20	3.8	23.1	3.8	908	0.013	1.1	20.4	0.027				0.040	3.7	0.148	0.010	0.158	0.158	1.1	0.62	Ø600	220	1.1	1.1	36.20	32.10			
21	9.7	32.8	9.7	2,318	0.018	3.8	24.2	0.032				0.050	3.5	0.175	0.013	0.188	0.188	1.0	0.72	Ø800	140	1.0	1.0	36.20	31.66			
22	2.4	35.2	2.4	574	0.020		24.2	0.032				0.052	3.5	0.182	0.013	0.195	0.195	1.0	0.72	Ø800	170	1.0	1.0	36.18	31.52			
23	9.3	44.5	9.3	2,223	0.025	1.6	25.8	0.035				0.060	3.4	0.204	0.015	0.219	0.219	1.0	0.72	Ø800	175	1.0	1.0	36.14	31.35			
24	0	44.5		10,636	0.025		25.8	0.035				0.060	3.4	0.204	0.015	0.219	0.219			Force Main	90	-	1.12	0.220	36.20	34.50		
25	0	190.4		66,111	0.154		162.4	0.218				0.009	0.381	2.3	1.166	0.127	1.293	0.5	0.78	Ø1500	160	0.5	0.78	36.20	33.50			

No. of Sewers	Area		Design Wastewater Flow										Designed Sewer						Remarks								
	Increment	ha	Domestic Wastewater		Commercial Wastewater		Institutional Wastewater		Total Flow (Avg.) m <sup>3</sup> /s	Peaking Factor	Peak Flow m <sup>3</sup> /s	Infiltration m <sup>3</sup> /s	Others m <sup>3</sup> /s	Total Design Flow m <sup>3</sup> /s	Diameter mm	Length m	Slope %	Velocity(Full) m/s		Capacity(Full) m <sup>3</sup> /s	Ground Level m	Sewer Invert m					
			Total Popula-tion persons	Flow (Avg.) m <sup>3</sup> /s	Area ha	Total Flow Area (Avg.) m <sup>3</sup> /s	Area ha	Flow (Avg.) m <sup>3</sup> /s															Area ha	Flow (Avg.) m <sup>3</sup> /s			
26	3.4	193.8	3.4	813	66,924	0.156	162.4	0.218	0.009	0.383	2.3	1.171	0.127	0.126	1.298	0.1500	260	0.5	0.78	1.370	36.20	32.41	36.25	32.28	SI Lom		
27	10.8	204.6	10.8	2,581	69,505	0.162	3.6	0.223	0.009	0.394	2.3	1.196	0.130	0.126	1.326	0.1500	135	0.5	0.78	1.370	36.25	32.28	36.33	32.21	"		
28	3.6	208.2	3.6	860	70,365	0.164	1.4	0.225	0.009	0.398	2.3	1.205	0.131	0.126	1.336	0.1500	25	0.5	0.78	1.370	36.33	32.21	36.33	32.20	"		
29	3.8	212.0	3.8	908	71,273	0.166	1.1	0.226	0.009	0.401	2.3	1.212	0.132	0.126	1.344	0.1500	130	0.5	0.78	1.370	36.35	32.20	36.20	32.14	"		
30	6.7	218.7	6.7	1,601	72,874	0.170	1.685	0.226	0.009	0.405	2.3	1.221	0.133	0.126	1.354	0.1500	160	0.5	0.78	1.370	36.20	32.14	36.16	32.06	"		
31	10.0	228.7	10.0	2,390	75,284	0.175	2.0	0.229	0.009	0.413	2.3	1.240	0.135	0.126	1.375	0.1500	470	0.6	0.85	1.501	36.16	32.06	36.20	31.78	"		
32	4.6	233.3	4.6	1,099	76,383	0.178	170.5	0.229	0.009	0.416	2.3	1.247	0.136	0.126	1.383	0.1500	285	0.6	0.85	1.501	36.44	31.61	36.20	31.30	ø 2700x2500 EL=31.30		
		to Existing																									
		Trunk Interceptor																									
		① Future Inflowing Wastewater																									
		From Zone 4,																									
		200,020.0			23,000	0.054	75.0	0.168	0.009	0.222			0.018														
		From Sub-zone 2-B,																									
		488.0			230,500	0.537	488.0	0.655	0.009	1.192			0.043														
		From Sub-zone 2-C,																									
		258.0			111,600	0.260	258.0	0.346	0.009	0.606			0.023														
		From First Stage Area (Sub-zone 2-A),																									
		② 970.0			252,500	0.588	446.0	0.598	0.009	1.343	1.7	5.717	0.403	0.157	6.204												
TS 1															6.204	02400	450	0.9	1.42	6.436	36.50	27.85	36.50	27.46			
TS 2															6.204	02100	250	0.8	1.52	6.447	36.50	27.30	36.50	27.10			
		to Treatment Plant																									

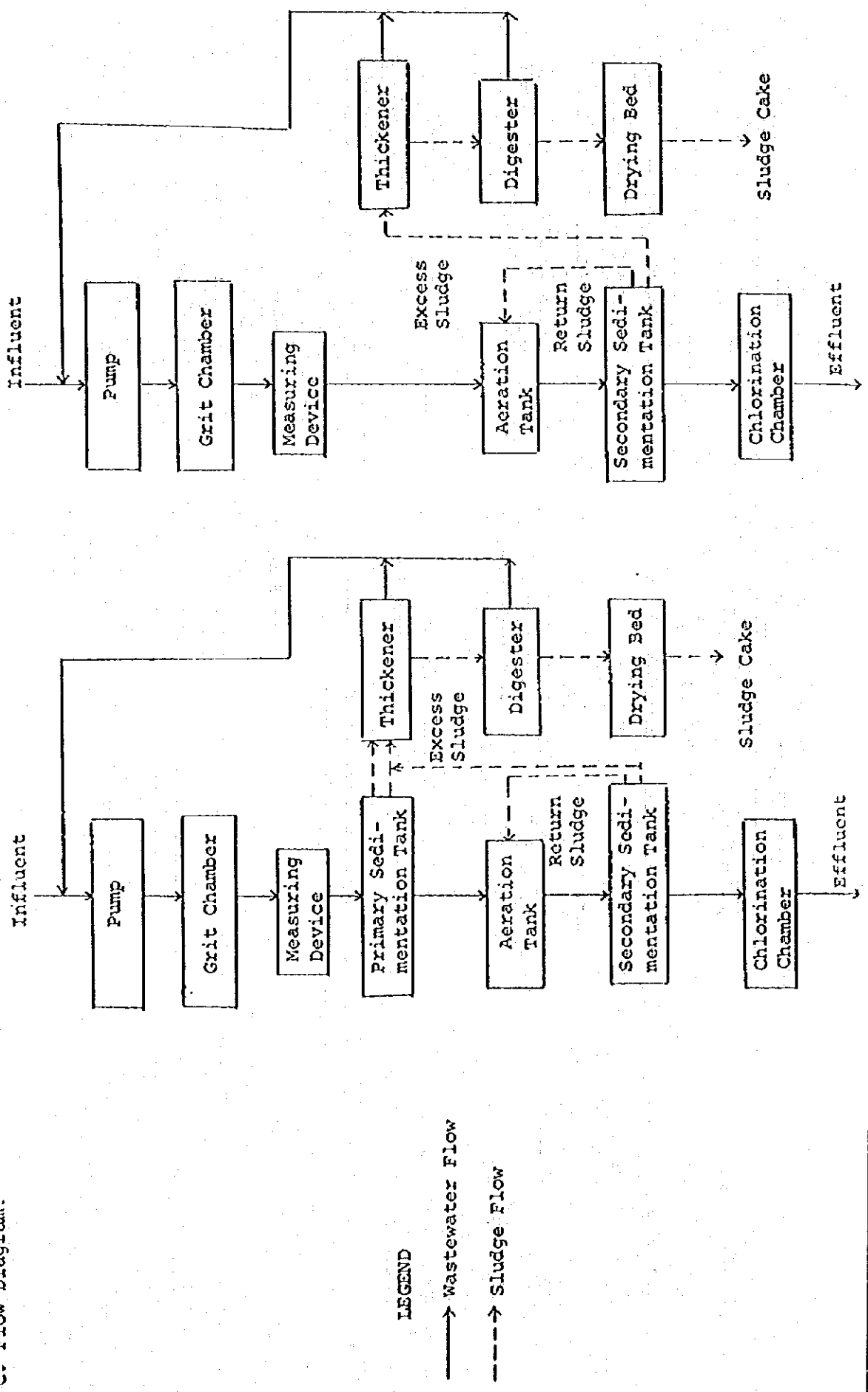




Zone 2  
(in the year 2000 condition)

Sub-zone 2-A  
(in the year 1992 condition)

C. Flow Diagram:



(3) Sludge Production

a. Raw Sludge

Dry Solid:  $380,000 \text{ m}^3/\text{day} \times 240 \text{ mg/l} \times 10^{-6} \times 0.4$   
 $= 36.48 \text{ t/day}$

Sludge Volume:  $36.48 \times \frac{100}{3} = 1,216 \text{ m}^3/\text{day}$   
 (assumed solid concentration is 3%)

b. Excess Sludge

Dry Solid:  $380,000 \text{ m}^3/\text{day} \times 240 \text{ mg/l} \times 10^{-6}$   
 $\times (1-0.4) \times 0.86 = 47.06 \text{ t/day}$   
 $135,800 \text{ m}^3/\text{day} \times 160 \text{ mg/l} \times 10^{-6}$   
 $\times 0.70 = 15.21 \text{ t/day}$

Sludge Volume:  $47.06 \times \frac{100}{1} = 4,706 \text{ m}^3/\text{day}$   
 (assumed solid concentration is 1%)  
 $15.21 \times \frac{100}{1} = 1,521 \text{ m}^3/\text{day}$

c. Mixed Sludge

Dry Solid:  $36.48 \text{ t/day} + 47.06 \text{ t/day} = 83.54 \text{ t/day}$

Sludge Volume:  $1,216 \text{ m}^3/\text{day} + 4,706 \text{ m}^3/\text{day} = 5,922 \text{ m}^3/\text{day}$

d. Thickened Sludge

Dry Solid:  $83.54 \text{ t/day}$

Sludge Volume:  $83.54 \times \frac{100}{4} = 2,089 \text{ m}^3/\text{day}$   
 (assumed solid concentration is 4%)  
 $15.21 \text{ t/day}$   
 $15.21 \times \frac{100}{4} = 380 \text{ m}^3/\text{day}$

Zone 2

Sub-zone 2-A  
(in the year 1992 condition)

(in the year 2000 condition)

e. Overflow from Thickener

Overflow Volume:  $5,922 \text{ m}^3/\text{day} - 2,089 \text{ m}^3/\text{day} = 3,833 \text{ m}^3/\text{day}$   
 $1,521 \text{ m}^3/\text{day} - 380 \text{ m}^3/\text{day} = 1,141 \text{ m}^3/\text{day}$

BOD Load:  $3,833 \times 550 \times 10^{-6} = 2.11 \text{ t/day}$   
 (assumed BOD concentration is 550 mg/l)

SS Load:  $3,833 \times 600 \times 10^{-6} = 2.30 \text{ t/day}$   
 (assumed SS concentration is 600 mg/l)

f. Digested Sludge

- Volatile solid concentration in thickened sludge is assumed at 70%. Fifty percent of volatile solid is decomposited through digestion. -

Dry Solid:  $83.54 \times (1 - 0.7 \times 0.5) = 54.30 \text{ t/day}$   
 $15.21 \times (1 - 0.7 \times 0.5) = 9.89 \text{ t/day}$

Sludge Volume:  $54.30 \times \frac{100}{5} = 1,086 \text{ m}^3/\text{day}$   
 (assumed solid concentration is 5%)

g. Supernatant

Supernatant Volume:  $2,089 - 1,086 = 1,003 \text{ m}^3/\text{day}$   
 $380 - 198 = 182 \text{ m}^3/\text{day}$

BOD Load:  $1,003 \times 900 \times 10^{-6} = 0.91 \text{ t/day}$   
 (assumed BOD concentration is 900 mg/l)

SS Load:  $1,003 \times 440 \times 10^{-6} = 0.44 \text{ t/day}$   
 (assumed SS concentration is 440 mg/l)

h. Sludge Cake (Dried Sludge)

Dry Solid:  $54.30 \text{ t/day}$   
 $9.89 \text{ t/day}$

Cake Volume:  $54.30 \times \frac{100}{100-30} = 78 \text{ m}^3/\text{day}$   
 $9.89 \times \frac{100}{100-30} = 14 \text{ m}^3/\text{day}$   
 (assumed solid concentration is 30%)

Zone 2

Sub-zone 2-A

(in the year 2000 condition)

(in the year 1992 condition)

i. Wastewater from Sludge Treatment Process

Volume:  $3,833 + 1,003 = 4,836 \text{ m}^3/\text{day}$        $1,141 + 182 = 1,323 \text{ m}^3/\text{day}$   
 BOD Load  $2.11 + 0.91 = 3.02 \text{ t/day}$        $0.63 + 0.16 = 0.79 \text{ t/day}$   
 SS Load  $2.30 + 0.44 = 2.74 \text{ t/day}$        $0.68 + 0.08 = 0.76 \text{ t/day}$

(4) Inflowing Rate to Each Treatment Facility

a. Primary Sedimentation Tank

Inflowing Rate:  $380,000 + 4,836 = 384,836 \text{ m}^3/\text{day}$   
 Inflowing BOD Load:  $380,000 \times 240 \times 10^{-6} + 3.02 = 94.22 \text{ t/day}$   
 Inflowing SS Load:  $380,000 \times 240 \times 10^{-6} + 2.74 = 93.94 \text{ t/day}$   
 Removed BOD Load:  $94.22 \times 0.3 = 28.27 \text{ t/day}$   
 Removed SS Load  $380,000 \times 240 \times 10^{-6} \times 0.4 + 2.74 = 39.22 \text{ t/day}$   
 (assumed treatment efficiencies of wastewater from sludge treatment process are 30% in BOD and 100% in SS)

Raw Sludge Production:

$39,22 \times \frac{100}{3} = 1,307 \text{ m}^3/\text{day}$   
 (assumed solid concentration is 3%)

$384,836 - 1,307 = 383,529 \text{ m}^3/\text{day}$

b. Aeration Tank

Inflowing Rate  $383,529 \text{ m}^3/\text{day}$        $135,800 + 1,323 = 137,123 \text{ m}^3/\text{day}$   
 Return Sludge Volume:  $383,529 \times 0.25 = 95,882 \text{ m}^3/\text{day}$        $137,123 \times 0.10 = 13,712 \text{ m}^3/\text{day}$   
 (return sludge rate is 0.25)      (return sludge rate is 0.10)  
 MLSS Volume:  $383,529 + 95,882 = 479,411 \text{ m}^3/\text{day}$        $137,123 + 13,712 = 150,835 \text{ m}^3/\text{day}$

Zone 2

(in the year 2000 condition)

Sub-zone 2-A

(in the year 1992 condition)

Inflowing BOD Load: 94.22 - 28.27 + 95,882 x 20 x 10<sup>-6</sup> = 67.87 t/day  
 135,800 x 160 x 10<sup>-6</sup> + 0.79 + 13,712 x 56 x 10<sup>-6</sup> = 23.29 t/day

Inflowing SS Load: 93.94 - 39.22 = 54.72 t/day  
 135,800 x 160 x 10<sup>-6</sup> + 0.76 + 13,712 x 48 x 10<sup>-6</sup> = 23.15 t/day

c. Secondary Sedimentation Tank

Inflowing Rate:  
 (Effluent Rate from  
 Aeration Tank)

479,411 m<sup>3</sup>/day

150,835 m<sup>3</sup>/day

Inflowing SS Load:  
 (Inflowing SS Load from  
 Aeration Tank)

54.72 t/day

23.15 t/day

Removed SS Load:

54.72 x 0.86 = 47.06 t/day

23.15 x 0.70 = 16.21 t/day

Excess Sludge Volume:

47.06 x  $\frac{100}{1}$  = 4,706 m<sup>3</sup>/day

16.21 x  $\frac{100}{1}$  = 1,621 m<sup>3</sup>/day

(assumed solid concentration is 1%)

d. Chlorination Tank

Inflowing Rate:

479,411 - 95,882 - 4,706  
 = 378,823 m<sup>3</sup>/day

150,835 - 13,712 - 1,621  
 = 135,502 m<sup>3</sup>/day

e. Thickener

Inflowing Sludge Volume:

1,307 + 4,706 = 6,013 m<sup>3</sup>/day

1,621 m<sup>3</sup>/day

Inflowing Solid:

39.22 + 47.06 = 86.28 t/day

16.21 t/day

Thickened Sludge Volume:

86.28 x  $\frac{100}{4}$  = 2,157 m<sup>3</sup>/day

16.21 x  $\frac{100}{4}$  = 405 m<sup>3</sup>/day

(assumed solid concentration is 4%)

Wastewater from Thickener: 6,013 - 2,157 = 3,856 m<sup>3</sup>/day

1,621 - 405 = 1,216 m<sup>3</sup>/day

Zone 2

Sub-zone 2-A  
(in the year 1992 condition)

(in the year 2000 condition)

f. Digester

Inflowing Sludge Volume: 2,157 m<sup>3</sup>/day 405 m<sup>3</sup>/day

Dry Solid in Digested Sludge:  $86.28 \times (1 - 0.7 \times 0.5) - 0.44 = 55.64$  t/day  $16.21 \times (1 - 0.7 \times 0.5) - 0.08 = 10.46$  t/day

Digested Sludge Volume:  $55.64 \times \frac{100}{5} = 1,113$  m<sup>3</sup>/day 10.46 x  $\frac{100}{5} = 209$  m<sup>3</sup>/day  
(assumed solid concentration is 5%)

Supernatant Volume: 2,157 - 1,113 = 1,044 m<sup>3</sup>/day 405 - 209 = 196 m<sup>3</sup>/day

g. Drying Bed

Inflowing Dry Solid: 55.64 t/day 10.46 t/day

Sludge Cake (Dried Sludge):  $55.64 \times \frac{100}{100-30} = 79$  m<sup>3</sup>/day  $10.46 \times \frac{100}{100-30} = 15$  m<sup>3</sup>/day

h. Wastewater from Sludge Treatment Process 3,856 + 1,044 = 4,900 m<sup>3</sup>/day 1,216 + 196 = 1,412 m<sup>3</sup>/day

(5) Sizing of Treatment Facilities

a. Primary Sedimentation Tank:

(i) Capacity

Required Surface Area:

$380,000 \div 40 = 9,500$  m<sup>2</sup>  
(assumed surface loading is 40 m<sup>3</sup>/day/m<sup>2</sup>)

Detention Time:

1.5 hrs

Required Depth:

$\frac{380,000 \times 1.5}{9,500 \times 24} = 2.5$  m

(ii) Type and Size

Type: Circular type

Size and Number of Units: 22.5 m in diameter, 24 units

b. Aeration Tank:

(i) Capacity

Return Sludge Concentration: 10,000 mg/l

Return Sludge Rate: 0.10

MLSS Concentration:  $\frac{0.1 \times 10,000}{1 + 0.10} = 909 \text{ mg/l}$

BOD-SS Loading: 0.5 kg BOD/kg SS

Required Volume:  $V = \frac{67.87 \times 10^3}{2,000 \times 0.5 \times 10^{-3}} = 67,870 \text{ m}^3$

Aeration Time:  $T = \frac{67,870 \times 24}{380,000} = 4.29 \text{ hrs}$

10,000 mg/l

0.10

$$\frac{0.1 \times 10,000}{1 + 0.10} = 909 \text{ mg/l}$$

3.0 kg BOD/kg SS

$$V = \frac{23.29 \times 10^3}{909 \times 3.0 \times 10^{-3}} = 8,540 \text{ m}^3$$

$$T = \frac{8,540 \times 24}{135,900} = 1.5 \text{ hrs}$$

(ii) Size

Size and Number of Units: Width 13.5 m  
Length 54.0 m  
Depth 4.0 m  
Number of Units: 24

13.5 m

54.0 m

4.0

4 units (1 stand by)



Zone 2  
(in the year 2000 condition)

Sub-zone 2-A  
(in the year 1992 condition)

c. Secondary Sedimentation

Tank:

(i) Capacity

Required Surface Area:  $380,000 \div 30 = 12,670 \text{ m}^2$   
(assumed surface loading is  
 $30 \text{ m}^3/\text{day}/\text{m}^2$ )

$135,800 \div 32 = 4,244 \text{ m}^2$   
(assumed surface loading is  
 $32 \text{ m}^3/\text{day}/\text{m}^2$ )

Detention Time: 2.0 hrs

$\frac{4,244 \times 24 \times 2.5}{135,800} = 1.9 \text{ hrs}$

Required Depth:  $\frac{380,000 \times 2.0}{12,670 \times 24} = 2.5 \text{ m}$

2.5 m

(ii) Type and Size

Type:

Circular type

Circular type

Size and Number of

Units:

26.0 m in diameter, 24 units

26.0 m in diameter, 8 units

d. Chlorination Chamber

Detention Time

15 minutes

Required Tank Volume:

$\frac{380,000 \times 15}{1,440} = 3,960 \text{ m}^3$

$\frac{135,800 \times 15}{1,440} = 1,415 \text{ m}^3$

Size:

Width 3.0 m

Width 3.0 m

Depth 3.0 m

Depth 3.0 m

Length 440 m

Length 158 m

e. Thickener:

(i) Capacity:

Inflowing Solid

86.29 t/day

16.21 t/day

Inflowing Sludge

Volume: 6,013 m<sup>3</sup>/day

1,621 m<sup>3</sup>/day

Zone 2  
(in the year 2000 condition)

Sub-zone 2-A  
(in the year 1992 condition)

Solid Loading: 60 kg/day/m<sup>2</sup>  
Required Surface Area:  $\frac{86.29 \times 10^3}{60} = 1,440 \text{ m}^2$

Solid Loading: 67 kg/day/m<sup>2</sup>  
Required Surface Area:  $\frac{16.21 \times 10^3}{67} = 242 \text{ m}^2$

(ii) Type and Size

Type: Circular Type  
Size and Number of Units: 17.60 m in diameter, 3.0 m depth, 6 units

Type: Circular Type  
Size and Number of Units: 17.60 m in diameter, 3.0 m depth, 2 units

f. Digester:

(i) Capacity

Inflowing Sludge Volume: 2,157 m<sup>3</sup>/day  
Digested Sludge Volume: 1,113 m<sup>3</sup>/day  
Detention Time: 30 days  
Required Volume:  $\frac{2,157 + 1,113}{2} \times 30 = 49,050 \text{ m}^3$

Inflowing Sludge Volume: 405 m<sup>3</sup>/day  
Digested Sludge Volume: 209 m<sup>3</sup>/day  
Detention Time: 26.7 days  
Required Volume:  $\frac{405 + 209}{2} \times 26.7 = 8,197 \text{ m}^3$

(ii) Type and Size

Type: unheated anaerobic two-stage  
Size and Number of Units: 22.0 m in diameter, 10.80 m depth, 12 units

Type: unheated anaerobic two-stage  
Size and Number of Units: 22.0 m in diameter, 10.80 m depth, 2 units

Zone 2

Sub-zone 2-A

(in the year 2000 condition)

(in the year 1992 condition)

g. Gas Holder:

(i) Capacity

Inflowing Solid to

Digester:

86.28 t/day

16.21 t/day

Decomposited Organic

Matters:

$86.28 \times 0.7 \times 0.5 = 30.20$  t/day

$16.21 \times 0.7 \times 0.5 = 5.67$  t/day

Gas Generation:

$30.20 \times 10^3 \times 1.0 = 30,200$  m<sup>3</sup>/day

$5.67 \times 10^3 \times 1.0 = 5,670$  m<sup>3</sup>/day

(per decomposited organic matter gas generation is assumed at 1.0 m<sup>3</sup>/kg)

(ii) Size

Detention Time:

12 hrs

Required Tank

Volume:

$30,200 \times \frac{12}{24} = 15,100$  m<sup>3</sup>

Type:

Dry Seal Type

Size and Number of

Units:

22.0 m in diameter, 13.30 m height,  
3 units

22.0 m in diameter, 13.30 m height,  
1 unit

h. Drying Bed:

(i) Capacity

Digested Sludge

Volume:

1,113 m<sup>3</sup>/day

209 m<sup>3</sup>/day

Sludge Thickness:

20 cm

20 cm

Drying Time:

10 days

10 days

(ii) Size

Required Bed Area:

$1,113 \times 10 \times \frac{1}{0.2} = 55,650$  m<sup>2</sup>

$209 \times 10 \times \frac{1}{0.2} = 10,450$  m<sup>2</sup>

## 資料E 処理場の主要機器の選定

本事業の処理施設に使用する機器は、広く一般的に使用されている種々の機器のうちから最適なものを選定する。これらを表E・1に示す。

選定に際し、以下のことを熟慮する。

- 1) 維持管理は容易である。
- 2) 機能として以下のことを満足する。
  - a) 効率が良い
  - b) 消費エネルギーが少ない
  - c) 作業範囲が広い
  - d) 運転速度が速い
- 3) 耐久性がよい。
- 4) 費用が安い。

表 E - 1 主要機器の選定

Name of Equipments	Alternatives	Characteristics	Selected Equipments
<u>Inlet Gate</u>	1) Electric Driven	<ul style="list-style-type: none"> <li>- easy operation</li> <li>- not require man-power</li> <li>- high cost</li> </ul>	Manual operation cast-iron gate
	2) Manual	<ul style="list-style-type: none"> <li>- takes long time for operation</li> <li>- low cost</li> </ul>	
	1) Steel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- low cost</li> <li>- short life</li> </ul>	
	2) Cast-iron	<ul style="list-style-type: none"> <li>- higher cost than steel</li> <li>- long life (anti-corrosive)</li> </ul>	
<u>Screen</u>	1) Electric driven continuously	<ul style="list-style-type: none"> <li>- not require man-power</li> <li>- operated automatically</li> <li>- installed every channel</li> </ul>	<u>Coarse screen</u> <u>Manual operation</u> <u>Fine screen (not installed at first stage)</u> <u>Automatic operation</u>
	2) Simple mechanical	<ul style="list-style-type: none"> <li>- operated on site</li> <li>- Multiple channels are controlled by one unit</li> <li>- relatively high cost</li> <li>- for coarse screen only</li> </ul>	
	3) Manual	<ul style="list-style-type: none"> <li>- low cost</li> </ul>	

Name of Equipments	Alternatives	Characteristics	Selected Equipments
<u>Grit Collecting Equipment</u>	1) V-bucket conveyor	<ul style="list-style-type: none"> <li>- chain, shaft, sprocket, and shaft holder are under water, so that has disadvantage in case of high influent variation</li> <li>- When overhaul is needed, the basin is required to be empty</li> <li>- operated automatically</li> <li>- installed every chamber</li> </ul>	Bridge type crane with grab bucket
	2) Travelling sand pump	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Overhauling is easy because main devices are outside of the chamber</li> <li>- adaptable to influent variation</li> <li>- operated automatically, but many electric problems</li> <li>- Multiple chambers are controlled by one unit</li> <li>- relatively high cost</li> </ul>	
	3) Bridge type crane with grab bucket	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Overhauling is easy, because main devices are out of chamber</li> <li>- adaptable to influent variation</li> <li>- operated on site</li> <li>- Multiple chambers are controlled by one unit</li> <li>- relatively low cost</li> </ul>	
<u>Main Pump</u>	1) Horizontal or vertical mixed flow	<ul style="list-style-type: none"> <li>- high adaptability for variation of head and discharge capacity</li> <li>- Maintenance procedure for horizontal type is easier than for vertical type because impeller of horizontal type is situated out side of pump well.</li> </ul>	Vertical shaft mixed flow volute pump

Name of Equipments	Alternatives	Characteristics	Selected Equipments
		<p>But, horizontal type has more number of appurtenances than vertical type</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Because of existence of guide vane, there is potential of clogging</li> </ul>	
	2) Vertical shaft mixed flow volute pump	<ul style="list-style-type: none"> <li>- high adaptability for variation of head and discharge capacity</li> <li>- easy overhauling</li> <li>- larger space than other pumps for setting</li> <li>- Because no guide vane is installed, there is small potential clogging</li> </ul>	
	3) Submergible waste-water pump	<ul style="list-style-type: none"> <li>- small space for setting</li> <li>- low construction cost</li> <li>- fit for small scale of less than 30 m<sup>3</sup>/min</li> <li>- high adaptability for head variation</li> </ul>	
	4) Screw Pump	<ul style="list-style-type: none"> <li>- high adaptability to flow variation</li> <li>- high resistance to sand</li> <li>- limited head (&lt;7.5m)</li> <li>- low efficiency</li> </ul>	
<u>Sludge Collector</u>	1) Double chain type	<ul style="list-style-type: none"> <li>- For rectangular shape basin, required space is small</li> <li>- easy sludge withdraw</li> <li>- Main machines are under water, not easy overhauling</li> <li>- Many parts such as chain, flight, and shoe require periodic overhauling</li> </ul>	Circular type

Name of Equipments	Alternatives	Characteristics	Selected Equipments
	2) Reciprocating scraper type	<ul style="list-style-type: none"> <li>- For rectangular shape basin, required space is small</li> <li>- easy sludge withdraw</li> <li>- limited weir length</li> <li>- Because main machines are not under water, overhauling is easy</li> <li>- Many automatic circuit cause power supply problem</li> <li>- intermittent driven</li> </ul>	
	3) Circular type	<ul style="list-style-type: none"> <li>- for round shape basin, requires larger space than rectangular</li> <li>- Drive unit is installed every basin, simple structure, easy maintenance</li> <li>- low cost</li> </ul>	
<u>Aeration System</u>	1) Mechanical aerator	<ul style="list-style-type: none"> <li>- relatively low electric power consumption</li> <li>- Automatic oxygen supply is difficult</li> <li>- relatively high oxygen supply efficiency</li> <li>- higher effluent BOD, SS, and turbidity than by air diffuser</li> </ul>	Mechanical Aerator (at first stage) Mechanical and diffused air type (at final stage)
	2) Diffused air type	<ul style="list-style-type: none"> <li>- relatively high electric power consumption</li> <li>- Automatic control of air supply is possible</li> <li>- Space for blower and air-pipe are required</li> </ul>	



Name of Equipments	Alternatives	Characteristics	Selected Equipments
<u>Mixing Device of Anaerobic Digester</u>	1) Mechanical mixing	<ul style="list-style-type: none"> <li>- relatively low cost for installation</li> <li>- not always uniform mixing</li> <li>- Overhauling is very difficult</li> </ul>	Gas mixing no heating
	2) Gas mixing	<ul style="list-style-type: none"> <li>- relatively high cost for installation</li> <li>- uniform mixing</li> <li>- adaptable to liquid level variation</li> <li>- Because no equipment is inside, less mechanical trouble</li> </ul>	
	3) Non mixing	<ul style="list-style-type: none"> <li>- no installation cost</li> <li>- No mixing causes ununiform, deposit, and short pass</li> <li>- low digestion efficiency</li> </ul>	

## 資料F 消化ガスの再利用

### 1. はじめに

現在、諸外国の大規模な下水処理場では、嫌気性消化プロセスから発生するガスを各種の用途に利用している。消化ガスの利用方法としては、ボイラーや内燃エンジンの燃料として用い、それを熱や電力に変換し下水処理場内の消化タンクの加温、汚泥の乾燥およびポンプ、ブロー一等の機器の電力として利用している。

上記のような利用方法のなかでバンコク市では、特に消化ガス発電の再利用法についての要望が高い。

消化ガス発電の再利用法についての経済性は、最近まで疑問視されてきたが、今日のエネルギー関連の価格高騰により消化ガスは、エネルギー資源としての価値がますますたかまってきた。

ここでは、バンコク下水処理場での消化ガス発電システムに対する実用化の可能性について実績の多い欧米での事例等を参考に検討を行なうものとする。

### 2. 消化ガスの特性

エネルギー資源としての消化ガスは、下水汚泥の嫌気性消化の工程から発生する。その嫌気性消化に要する加温温度は、約30°Cであり、消化日数は30日位である。

消化ガスの成分は、表F・1で示すようにメタンガス60%、炭酸ガス35%であり残りの5%は窒素ガス、水素ガス、硫化水素等である。またガスの保有熱量は5,000~6,000 Kcal/Nm<sup>3</sup>である。

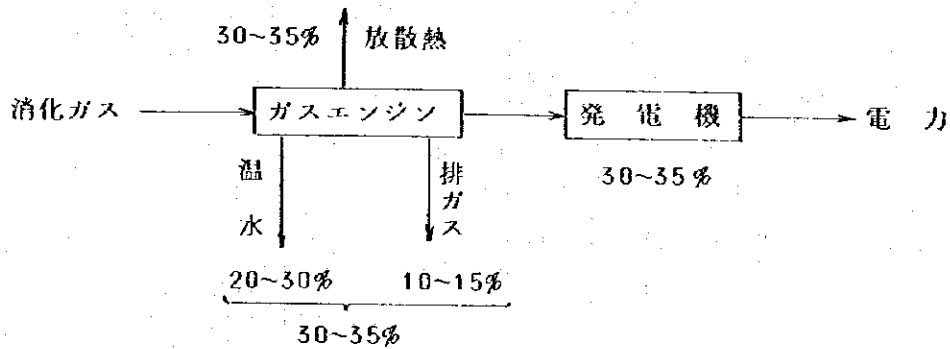
表F・1 消化ガスの成分

Component	Percentage (%)
Methane (CH <sub>4</sub> )	57 - 62
Carbon Dioxide (CO <sub>2</sub> )	33 - 38
Hydrogen (H <sub>2</sub> )	0 - 2
Nitrogen (N <sub>2</sub> )	0 - 6
Hydrogen Sulfide (H <sub>2</sub> S)	1.005 - 0.010

### 3. 消化ガスの発電プロセス

消化ガスの発電プロセスのエネルギー収支は、図F・1に示す。

図F・1 ガスエンジンのエネルギー収支



図F・1に示すとおり、消化ガスは電力に変換されるがその変換量は、消化ガスのもつエネルギーの約1/3以下である。このようにガス発電のエネルギー回収は、必ずしも効率的な手段ではない。しかしながら経済性に優位があるとすれば、エネルギー回収システムは、電力に変換することができ利用範囲が広がるので非常に有効的な手段である。

次に、冷水または温水そして排ガスとなる全エネルギーの1/3は冷房や暖房に使用することによってエネルギー回収システムの価値が高まることになる。

残りのエネルギーの1/3である放射熱は、回収の可能性が困難である。

### 4. 回収エネルギーの量

ここでは、当処理場の消化ガス発電によって変換される電力の量を試算する。また消化ガス発電プロセスの全エネルギーの1/3である温水（または冷水）と排ガスのエネルギーを回収して得られる冷房能力の室内面積を合せて試算することにする。

#### (1) 消化ガス発電による電力量

消化ガス発電による電力量を、第一期計画と全体計画の両面で算出する。なお、第一期計画の処理方式は、モデファイドエアレーション法、全体計画は標準活性汚泥法である。

< 消化ガス発電による電力量 >

Item	First Stage	Final Stage
Design Flow	135,800 m <sup>3</sup> /day	380,000 m <sup>3</sup> /day
Inflowing Solid to Digester (refer to Appendix D)	16,210 kg/day	86,280 kg/day
Digester Gas	275 <sup>1/</sup> 1/kg x 16,210 kg/day x 1/1,000 = 4,458 m <sup>3</sup> /day	275 <sup>1/</sup> x 86,280 x 1/1,000 = 23,727 m <sup>3</sup> /day
Potential Heating Value of Digester Gas	4,458 x 5,500 <sup>2/</sup> = 24.5 x 10 <sup>6</sup> kcal/Nm <sup>3</sup>	23,727 x 5,500 <sup>2/</sup> = 130.5 x 10 <sup>6</sup> kcal/Nm <sup>3</sup>
Potential Power Generation via Digester Gas	24.5 x 10 <sup>6</sup> x 1/860 <sup>3/</sup> x 0.33 <sup>4/</sup> = 9,401 kW/day	130.5 x 10 <sup>6</sup> x 1/860 <sup>3/</sup> x 0.33 <sup>4/</sup> = 50,008 kW/day
Power of Generator	9,401 kW / 24 hr = 392 kWh	50,008 kW / 24 hr = 2,084 kWh
Power of Engine	392 kWh x 1.36 <sup>5/</sup> = 533 ps	2,084 kWh x 1.36 <sup>5/</sup> = 2,834 ps

Note : <sup>1/</sup> .... Gas generation rate per solid weight

200 - 350 1/kg (average 275 1/kg)

<sup>2/</sup> .... Potential heating value per standard cubic meter of digester gas

5,000 - 6,000 kcal/Nm<sup>3</sup> (average 5,500 kcal/Nm<sup>3</sup>)

<sup>3/</sup> .... Power generation rate to gas heating value

1 kWh = 860 kcal/Nm<sup>3</sup>

<sup>4/</sup> .... Engine efficiency (dual fuel engine) <sup>\*</sup>

30 - 35 percent (average 33 percent)

\* Two types of engines, namely dual fuel and spark ignition, are adaptable for gas engine system. Although these two types have both merits and demerits, dual fuel engine is selected for this study purpose because this type is superior to spark ignition type in that heavy oil can be used for fuel when gas supply is not enough.

<sup>5/</sup> .... Conversion rate kW to ps

1 kW = 1.36 ps

(2) 排ガスおよび排熱による室内への冷房

ここでは、エネルギー回収システムの可能性が高い一つの家である管理事務室の冷房について検討を行なう。

下記のような試算を行なった結果、エネルギー回収によって得られる冷房能力は、当処理場の計画した管理事務室面積（915 m<sup>2</sup>）より広い面積（約1,900 m<sup>2</sup>）の室内への冷房が可能であることが判明した。なお試算は、第一期計画の平均的な値で計算を行なった。

<冷房可能な室内面積>

採取ガスの保有熱量計（前節参照）

..... 2.45 × 10<sup>6</sup> KJ/day

排ガスおよび排熱より回収できる熱量

..... 2.45 × 10<sup>6</sup> × 0.33 = 8.085 × 10<sup>5</sup> KJ/day

（熱回収効率は、33%と仮定する。）

所要冷房負荷は、外気温3.2℃、室内気温2.6℃、室内構造は普通とすると

..... 180 KJ/hr/m<sup>2</sup>

（この値は、日本のデータを参考にした。なお室内構造によって160~200 KJ/hr/m<sup>2</sup>と幅があるため平均値を採用した。）

冷房可能面積

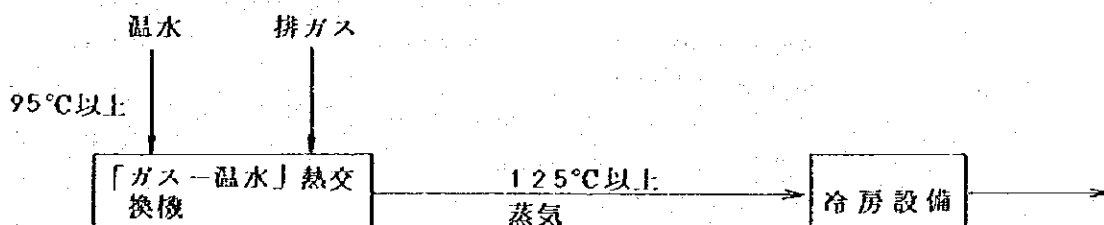
.....  $\frac{8.085 \times 10^5}{180 \times 24} = 1,871 \text{ m}^2$

当処理場の管理事務室の面積

..... 915 m<sup>2</sup>

なお上記の試算は、図F・2で示す熱交換の入口側の温水は9.5℃以上、出口側の蒸気温は12.5℃以上として算出した。

図F・2 冷房システム



しかし上記での通常運転の温度は125°C以上にはならず、冷房設備に入る前段で加熱する設備が必要である。実際上は、この設備費が高かつきこのシステムは、経済的に問題がある。

#### 5. 消化ガス発電による節減可能な電力料金

ここでは、良質で十分な量のガスが得られるものとして下記のように第一期計画と全体計画に対して試算を行なった結果、当処理場の全体使用電力量の23%（第一期計画）および43%（全体計画）の量が消化ガス発電によって自給できる結果となった。この値は、第一期計画では3.3百万バツ、全体計画では17.2百万バツの電力料金が節減できることになる。

Item	Ist Stage	Final Stage
Average daily power generation		
	9,401 kW/day x 0.75 = 7,051 kW/day	50,008 kW/day x 0.75 = 37,506 kW/day
	(safety factor is assumed at 75 %)	
Total required electric power	<u>1/</u> 135,800 m <sup>3</sup> /day x 0.23 kW/m <sup>3</sup> = 31,234 kW/day	<u>1/</u> 380,000 x 0.23 = 87,400 kW/day
To be self supplied electric power	7,051 / 31,234 x 100 = 22.6 percent	37,506 / 87,400 x 100 = 42.9 percent
Required heavy oil (class A) to operate gas engine	13 l/hr <sup>2/</sup> x 24 x 1 unit = 312 l/day	13 l/hr <sup>2/</sup> x 24 x 6 units = 1,872 l/day
Daily cost saving	<u>3/</u> 7,051 x 1.42 baht/kW <u>4/</u> - 312 x 3.5 baht/kW = 9,000 baht	<u>3/</u> 37,506 x 1.42 baht/kW <u>4/</u> - 1,872 x 3.5 baht/kW = 47,000 baht
Annual cost saving	9,000 x 365 x 10 <sup>6</sup> = 3.3 million baht	47,000 x 365 x 10 <sup>6</sup> = 17.2 million baht

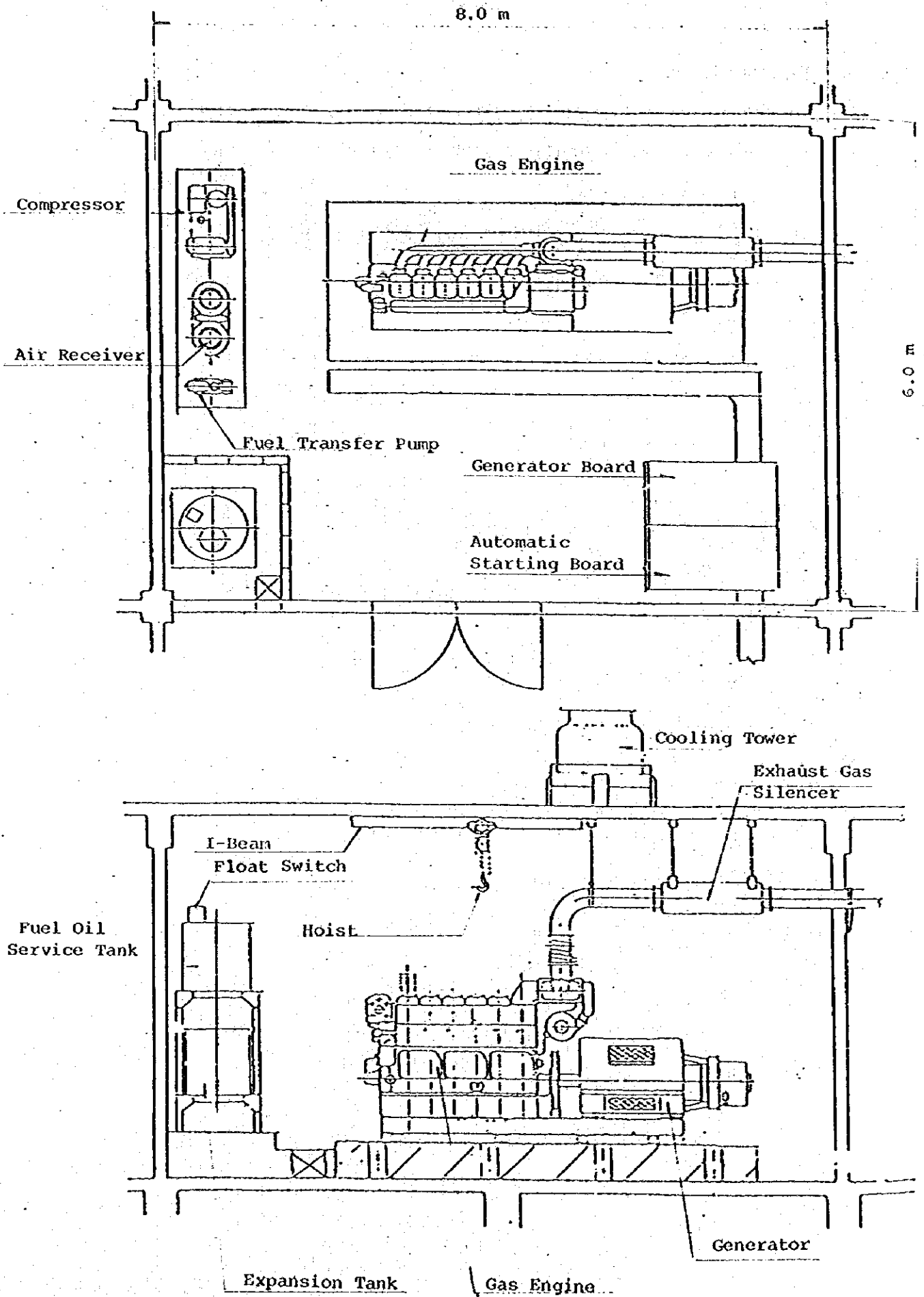
- Note : 1/ Required power per influent wastewater flow (from exemplary data in Japan)  
2/ Required heavy oil (pilot oil) for the gas engine of 550 ps  
3/ Electric charge of MEA  
4/ Unit price of heavy oil (class A)

## 6. ガス発電設備の建設費

第一期計画での消化ガス発電設備の建設費は、次のとおりである。なお建設費は、図F・3に示すようなガスエンジンとしたすべての機器は、輸入品として算出した。

1) 土木・建築工事	
$48 \text{ m}^2 \times 5,000 \text{ パーツ} / \text{m}^2 = 240,000 \text{ パーツ}$	
2) 発電機システム	
機器費	12,800,000
配管費	150,000
据付費	100,000
諸経費(20%)	2,610,000
小計	15,660,000 パーツ
計(1+2)	15.9百万パーツ

図 F・3 発電室とガス発電の平面図





## 7. 欧米での実績

欧米の下水処理場でのガス発電の事例を調査すると1950年より実用化されている。それらは、処理規模20,000~1,300,000 $m^3$ /日の範囲であり、電力の自給量は下水処理場の電力量の50~100%である。

欧米にて多くの事例がある理由は、電力供給システムが確立されておらずそのため下水処理場内で自給発電設備を確保する必要性があったからである。またその採用理由として付記するならば、表F・2でも明らかのように流入水質が高くガス発生に対しての条件が備っているからである。さらに欧米でのガス発電の維持管理は、長期にわたった豊富な経験に基づき良好に運転できる技術力を持っていることも事例の多い一つの理由である。

表 F・2 欧米での実績

Item	Name of Treatment Plant	K in West Germany	B in England	S in U.S.A.	H in U.S.A.
Served Population (persons)		1,160,000	2,400,000	920,000	3,000,000
Treatment Capacity (m <sup>3</sup> /day)		350,000	910,000	290,000	1,325,000
Influent BOD (mg/l)		350	237	435	260
SS (mg/l)		400	300	394	280
Effluent BOD (mg/l)		100	7	28	128
SS (mg/l)		80	15	32	72
Sludge Volume Produced (ton/day)		90	180	177	241
Digester Gas Volume Produced (m <sup>3</sup> /day)		35,000	84,000	56,600	119,000
Heat Value of Digester Gas (kcal/m <sup>3</sup> )		5,400	5,600	5,100	5,300
Electric Power Generated (kWh/day)		40,800	106,000	173,600	124,000
Required Electric Power (kWh/day)		38,400	185,000	189,000	160,000
Self-Supply Rate (percent)		106	57	92	77

Data Source : Journal of Japan Sewage Works Association, Vol. 17, No. 195

## 8. 結 論

各種の試算を行なった結果、当処理場での消化ガス発電は20～50%の電力節減が可能であることが判明した。また電力節減量を金額で算出すると第一期計画では3.3百万バーツ、全体計画では17.2百万バーツの電力料金が節約できることになる。試算上の結果としては、消化ガスによるガス発電は、経済的に妥当性がある。

しかしこのシステムの実際上の導入にあたっては、次のような項目を慎重に検討する必要がある。

- 1) バンコクは、下水処理場の運転の経験が少ない。
- 2) 流入下水のBOD、SS濃度が薄くガス発生に対する条件が有利ではない。
- 3) バンコクの電気供給システムは、確立されている。

それ故に、このシステムの実施段階の前に次のような事項を十分に確認し着手すべきである。

- 1) 消化ガスの成分がガスエンジンに対して適していること。
- 2) ガス発生量が一定で、ガスエンジンの操作に対して十分な量があること。
- 3) このシステムの電力料金が、バンコク市電力局の電力料金より安価であること。

以上より総括して結論を述べると当処理場のガス発電設備の導入に関しては、第一期計画の建設が完了した後、上記の項目についての詳細な調査および検討を行ないその結論を踏まえて1989年より始まる第二期計画の段階で実施設計および建設へと段階的に発展させていくべきである。

## 資料G 遮集幹線の施工法

鉄道付近のラマIV幹線から処理場地点までの遮集幹線の施工法を各種工法のうちから最小費用、そして技術的に最適な工法を選定する。

### 1. 状 況

遮集幹線の位置では、1) ラマIV道路はバンコク市の主要道路の1つで、一日中交通量が多い、2) ポンプ場を設置するための用地はない等の特徴がある。本幹線の流入下水量は $6204\text{ m}^3/\text{sec}$ 、断面は内径 $2,400\text{ mm}$ もしくは内のり $2.1\text{ m} \times 2.1\text{ m}$ 、勾配は $0.8\%$ 、そして延長は $700\text{ m}$ である。(図G・1参照)

### 2. 各 種 工 法

上記状況のもと、次の3つの施工法が考えられる。

- 1案 …… 雨水吐室から処理場流入道路までの $450\text{ m}$ 区間は推進工法で、残り $250\text{ m}$ は開削工法で行なう。
- 2案 …… 全延長を推進工法で行なう。
- 3案 …… 全延長をソールド工法で行なう。

### 3. 比較する事項

比較する事項は次のとおりである。

- 1) 建設費
- 2) 現場状況での最適な工法
- 3) その他技術的問題

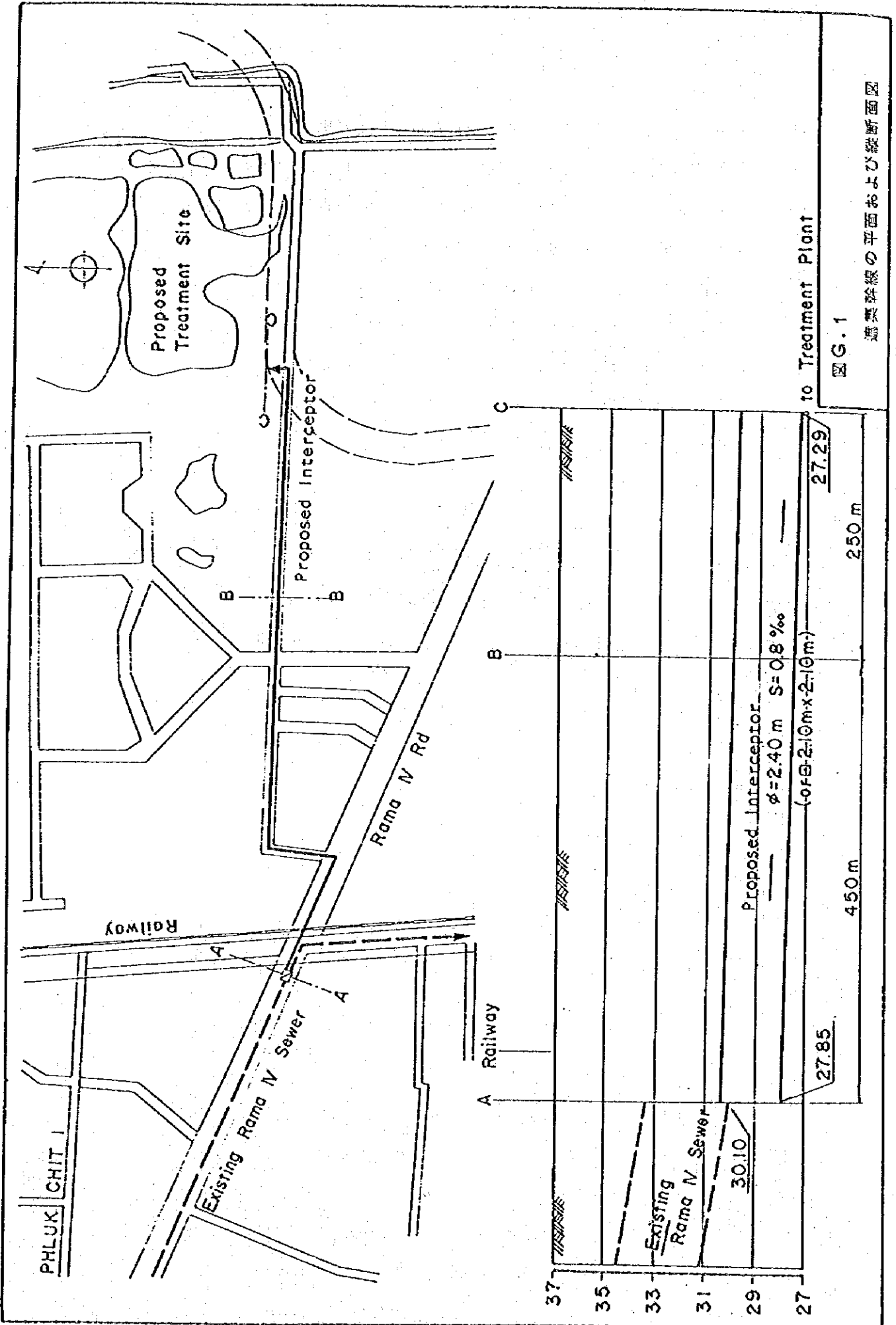
### 4. 比 較

- 1案 ……
  - 建設費は $37.8$ 百万バーツである。(表G・1参照)
  - 推進工法では、約 $50\text{ m}$ 間隔および曲点で約 $200\text{ m}^2$ の立坑面積を必要とする。当該路線ではこの面積を確保することができる。また、ラマIV道路では交通の阻害とはならないであろう。
  - 開削工法区間では、開削工法のための敷地は十分得られる。
  - 現地建設業者は、推進および開削工法の能力をもっている。

- 2案 …… ◦建設費は42.2百万パーツである。(表G・1参照)
- 全路線で、推進用立坑面積は確保できる。しかし、ラマⅣ道路では交通阻害とならないけれど、ラマⅣ道路以外では交通止めをしなければならない。
  - 現地建設業者は推進工法的能力をもっている。
- 3案 …… ◦建設費は54.4百万パーツである。(表G・1参照)
- シールド工法は、起終点および曲点で約1,000 m<sup>2</sup> の立坑面積を必要とする。全路線でこの面積は確保できるけれど、ラマⅣ幹線以外では交通止めをしなければならない。
  - 現地建設業者はシールド工法的能力をもっている。

## 5. 結 論

上記比較の結果、1案を遮集幹線の施工法とする。



to Treatment Plant

図 G.1

遊樂幹線の平面および縦断面図

表 G・1 各種案の建設費

Alternative I

Facilities or Works	Specification	Quantity	Unit Price (baht)	Amount (baht)
A to B line	∅2.40 m, 450 m length, Invert Elevation = 27.60 m, and Jacking Method			
* Steel pipe with PVC lining		665.8 ton	23,400	15,579,720
* Jacking		445 m	8,078	3,594,710
* Pipe laying		445 m	1,157	514,865
* Pipe welding		111 units	17,246	1,914,306
* Back filling		445 m	2,969	1,321,205
* Temporary works		9 places	194,501	1,750,509
* Shaft construction		9 places	204,168	1,837,512
* Dewatering		203 days	138	28,014
* Manhole construction		3 units	30,982	92,946
* Division Chamber (at Rama IV Sewer)		1 unit		771,977
				27,405,764
B to C line	□ 2.1 x 2.1 m, 250 m length Average excavation depth = 9.80 m, and Open-trench method			
* Concrete works		892.5 m <sup>3</sup>	1,280	1,142,400
* Crushed stone works		150.0 m <sup>3</sup>	316	47,400
* Form works		9,000 m <sup>2</sup>	240	2,160,000
* Excavation		11,795 m <sup>3</sup>	24	283,080
* Restoration of paving		1,200 m <sup>2</sup>	247	296,400
* Gravel		360 m <sup>3</sup>	316	113,760
* Back filling		6,155 m <sup>3</sup>	20	123,100
* Sand filling		2,760 m <sup>3</sup>	150	414,000
* Soil removal		5,640 m <sup>3</sup>	114	642,960
* Piling	∅200 mm 8 m length	1,000 pieces	410	410,000
* Steel sheet piling	17 m length	250 m	13,013	3,253,250
* Dewatering		280 days	138	38,640
* Lean concrete works		75 m <sup>3</sup>	1,100	82,500
* Timbering		1,425 m <sup>2</sup>	85	121,125
* Scaffolding		1,102.5 m <sup>3</sup>	130	143,325
* Steel works		90 ton	11,400	1,026,000
* Manhole setting	Type IV	2 units	45,526	91,052
				10,388,992
Total				37,794,756

Alternative II

A to C	∅2.40 m, 700 m length Invert elevation = 27.60 m, and Jacking Method			
* Steel pipe with PVC lining		1,035.7 ton	23,400	24,235,380
* Jacking		692.8 m	8,078	5,596,438
* Pipe laying		692.8 m	1,157	801,569
* Pipe welding		173 units	17,246	2,983,558
* Back filling		692.8 m	2,969	2,056,923
* Temporary works		14 places	194,501	2,723,014
* Shaft construction		14 places	204,168	2,858,352
* Dewatering		316 days	138	43,608
* Manhole construction		4 units	30,982	123,928
* Diversion Chamber (at Rama IV Sewer)		1 unit		771,977
Total				42,194,747

Alternative III

A to C	∅2.40 m, 700 m length, Invert elevation = 27.60 m, and Shield Method			
* Shield works		700 m		53,364,984
* Manhole construction		4 units		262,563
* Diversion chamber (at Rama IV Sewer)		1 unit		771,977
Total				54,399,524

## 資料II 事業費算出のための基礎資料

### 1. はじめに

これは、各施設の事業費を算出するための基礎価格資料を記載したものである。

ここに表示した価格は、1981年10月現在のバンコクの公的価格である。なお国内で生産できる材料の単価は、標準利益および事業税を含んでいる。また輸入する材料および機器の価格については、関税、標準利益、事業税を含んでいる。

表H・1は熟練工等の国内の労賃である。

表H・2は土木工事の主要材料費である。

表H・3は管類の材料費であり、表H・4はバンコクでの機械器具損料である。

表H・5は土木、建築工事の単価である。

表H・6、H・7は輸入する機器の価格である。

表H・8は管きょのm当りの工事費であり表H・9はマンホール1ヶ所当りの工事費である。

表H・10はポンプ場、処理場で使用する電力料金である。

表H・11はバンコク市職員の月額給料を記載した。



表H・1 労 務 費

Item	Unit	Rate (Baht)
Common Worker	day (8 hrs)	70
Carpenter	"	100
Plumber	"	90
Steel Worker	"	120
Brick Layer	"	80
Bulldozer Operator	"	200 - 300
Power Shovel Operator	"	200 - 300
Cement Finisher	"	150
Foreman	"	150
Supervisor	"	200
Driver	"	70
Painter	"	130
Electrician	"	130
Welding Operator	"	100

表H・2 主要材料の価格

Item	Unit	Cost (Baht)
Crushed Stone (for concrete)	m <sup>3</sup>	210
Sand (for concrete)	"	180
Wood (for form works)	m <sup>2</sup>	160
Portland Cement	ton	1,400
Round Steel Bar (φ15,19,20mm)	"	8,480
Deformed Steel Bar (φ16,20,25,28mm)	"	8,890
Prestressed Concrete Pile (400mm x 400mm x 21m length)	piece	9,100
Gasoline	liter	11

表H・3 管材料費 (パーツ/m)

Dia. (m)	VCP	AC	RCP	CRCP (Rocla Pipe)	SP
0.15	63	83	-	-	
0.20	100	152	-	-	
0.25	126	220	-	-	
0.30	176	315	115	-	
0.40		553	220	352	1,380
0.50		872	300	452	1,820
0.60		1,162	335	587	2,220
0.70			-	722	2,540
0.80			550	826	
0.90			-	1,010	
1.00			805	1,262	3,776
1.20			1,060	1,642	
1.50			1,735	2,568	6,625

These prices are estimated based on the quotations of factories.  
The price includes joints and transportation.

表H・4 建設機材の賃貸費

Item	Unit	Rate (Baht)
Back Hoe	8 hrs	3,200
Bulldozer	"	5,500
Air Compressor	"	1,250
Dragline	"	3,500
Truck (6 ton)	"	600
Dump Truck (6 ton)	"	800
Crane (8 ton)	"	2,300
Compactor (Tumper)	"	700
*Dewatering Pump ( $\phi$ 100mm, Head: 20m)	set	40,000

\* The rate is purchase price.

表 H・5 土木、建築工事の単価

Item	Description	Unit	Rate(Baht)
Labor excavation	For pipelaying For foundation of civil structure	m <sup>3</sup>	90
Machine excavation	For trench For foundation of civil structure	m <sup>3</sup>	24
Backfilling	With excavated soil	m <sup>3</sup>	20
Backfilling and compaction	With selected soil	m <sup>3</sup>	150 - 160
Form works	By Timber	m <sup>2</sup>	240
Turfing	For bank	m <sup>2</sup>	25
Lean concrete works	For foundation of civil works	m <sup>3</sup>	840
Steel works	For civil structure	ton	11,400
Concrete works	Mix 1:2:4 for civil structure	m <sup>3</sup>	1,280
Mortar works	Mix 1:2	m <sup>2</sup>	75
Open caisson construction	For pump well	m <sup>3</sup>	3,000
Building construction	For operator building floor	m <sup>2</sup>	8,000

表II・6 電気機器の価格

Item	CIF (Baht)	Duty & Tax (Baht)	Transporta- tion & Local Handling(Baht)	Total (Baht)
<u>For high voltage</u>				
o Voltage detector	40,000	21,760	300	62,060
o Disconnecting switch (outdoor)	260,000	141,440	2,000	403,440
o Air blast circuit breaker (outdoor)	700,000	380,800	5,400	1,086,200
o Current transformer (outdoor)	50,000	27,200	390	77,590
o Grounding Transformer (outdoor)	100,000	54,400	770	155,170
o Load disconnecting switch (outdoor)	180,000	97,920	1,390	279,310
o Transformer (outdoor)	900,000	489,600	6,940	1,396,540
o Lightning arrester (outdoor)	49,000	26,650	370	76,020
o Disconnecting switch (outdoor)	40,000	21,760	300	62,060
<u>For low voltage</u>				
o Transformer for electric power	770,000	418,890	5,940	501,830
o Electric power master controller	500,000	272,000	3,860	775,860
o Electric power switch- board	500,000	272,000	3,860	775,860
o Transformer for lighting	400,000	217,600	3,090	620,690

表H・7 機械製品の費用

Item	Description	CIF (Baht)	Duty & Tax (Baht)	Trans- portation & Local Handling (Baht)	Total (Baht)
Inlet gate	1.50 x 1.50m cast iron make	390,000	167,000	3,300	560,300
Traveling crane and Hoist with bucket	0.3 m <sup>3</sup> bucket	5,200,000	2,862,000	40,000	8,102,000
Sewage Pump	Ø600mm x 45m <sup>3</sup> /min x 13.5m Head	1,430,000	450,000	5,600	1,885,600
Mortor for sewage pump	6kW x 1,000rpm x 140kW	790,000	268,000	2,100	1,060,100
Electric-powered sluice valve	Ø600mm x 1.5kW	270,000	115,000	1,900	386,900
Check valve	Ø600mm	280,000	120,000	2,000	402,000
Check valve	Ø800mm	550,000	235,000	3,900	788,900
Controller and resistor	140kW use	160,000	87,000	1,000	248,000
Controller and resistor	250kW use	210,000	114,000	1,500	325,500
Submersible pump	Ø50mm x 0.3m <sup>3</sup> /min x 1.5kW x 10m Head	25,000	7,900	200	33,100
Movable inlet weir for aeration tank	1.0m x 0.5,	150,000	64,000	1,000	215,000
Manual inlet gate	0.5m x 0.5m	68,000	28,600	500	97,100
Driving unit of sludge scraper	Ø26m x 2.5m high x 1.5kW	770,000	424,000	6,000	1,200,000
Electric-powered sluice valve for sludge extraction	Ø250mm x 0.4kW	89,000	37,600	600	127,200
Control butterfly valve	Ø400mm x 0.4kW	140,000	60,000	1,000	201,000
Chlorination injector	40kg/hr	490,000	271,000	1,500	762,500
Compressor	300 l/min x 7kg/cm <sup>2</sup> x 22kW	30,000	12,800	200	43,000
Incinerator for excess gas		650,000	358,000	5,000	1,013,000
Ductile cast iron pipe	Ø300mm, per 1 meter	20,000	10,900	400	31,300

表H・8 管渠布設の1 m 当り費用

(Unit: Baht)

Pipe Dia. (mm)	Depth of Earth Covering (m)							
	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
0.30	1,624	1,723	1,922	5,915	8,317	8,976	-	-
0.40	1,894	1,994	2,192	6,186	8,588	9,246	-	-
0.50	2,293	2,367	2,599	6,597	9,004	9,667	11,533	-
0.60	2,659	2,770	2,979	6,984	9,403	10,324	12,197	13,475
0.80	3,859	3,981	4,201	8,512	10,923	11,603	13,487	14,776
1.00	5,338	5,573	9,604	12,056	12,752	14,651	15,955	16,732
1.20	6,543	10,183	10,827	13,288	13,992	15,900	17,214	17,999
1.50	8,040	11,695	12,355	14,838	15,558	17,481	18,810	19,611

表H・9 マンホール建設費

(Unit: Baht)

Man- hole Type	Inter- nal Size(m)	(1)	Depth to Sewer Invert Elevation of Lower Point (m)						
			2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
Type I	0.90	(2)	15,723	17,246	18,722	20,198	21,721	23,197	24,672
Type II	1.20	(3)		22,889	24,464	26,037	27,661	29,234	30,809
Type III	1.50	(4)		30,234	31,954	33,672	35,440	37,157	38,877
Type IV	1.80	(5)		36,297	38,132	39,969	41,853	43,689	45,526

Note: (1) Internal manhole sizes are decided by those of sewers connected to the manholes.

(2) Less than 0.5 m sewers are connected.

(3) 0.6 m - 0.8 m sewers are connected.

(4) 1.0 m - 1.2 m sewers are connected.

(5) 1.3 m - 1.5 m sewers are connected.

表H·10 電 氣 代

Item	Description
<u>Applicable</u>	
To the electric service through a single demand meter for lighting and appliances used in industrial establishments including related grounds with a maximum 15-minute integrated demand of 500 kiloWatts or over.	
<u>Monthly Rate</u>	
Demand Charge:	Baht 90.00 per kW of billing demand
Energy Charge:	First 200 kWhr per kW of billing demand Baht 1.46 kWhr  Next 280 kWhr per kW of billing demand Baht 1.45 per kWhr  All over 480 kWhr per kW of billing demand Baht 1.43 per kWhr
Minimum Charge:	The demand charge for 60% of the highest billing demand occurring during the last 12 months ended with the current month.
Billing Demand:	The billing demand (determined to the nearest whole kiloWatt) shall be the maximum 15-minute integrated demand during the monthly billing period.

Power Factor Charge

For lagging power factor customer, in any monthly billing period during which customer's maximum 15-minute kilovar demand is in excess of 63% of his maximum 15-minute kiloWatt demand, a monthly power factor charge of Baht 15.00 for each kilovar of such excess (determined to the nearest whole kilovar) will be made.

Note

1. For 69 or 115 kv delivery, the above rate is applicable.
2. For delivery at 12 or 24 kv, the demand charge in the above monthly rate will be increased by Baht 5.00 per kiloWatt.
3. For below 12 kv delivery, the demand charge in the above monthly rate will be increased by Baht 7.00 per kiloWatt.
4. Where transformers belong to customer, if deemed necessary, MEA may elect to meter on the load side of transformers, in which case meter readings shall be increased by the amount of the transformer losses individually determined by tests or estimate.

表H・11 職員の月給

Item	Rate (Baht)
Labor	1,000 - 2,500
Technician	2,200 - 4,600
Draftman	2,200 - 4,600
Engineer	2,700 - 5,700
" (Section Chief)	3,700 - 9,300
Division Head	6,900 -14,000
Director General	10,400 -17,700



## 資料 I 建設費の算出

建設費の算出は、施設の概略設計と基礎コスト資料を基にして求める。表 I・1 より表 I・6 に管渠、中継ポンプ場および処理場の建設費の内訳を示す。

表 I · 1 管渠建設費

Pipe Dia. (mm)	Pipe Length (m)	Unit Cost (Baht)	Amount (million Baht)	No. of Diversion Chamber	Unit Costs (Baht)	Amount (million Baht)	No. of Manhole	Unit Costs (Baht)	Amount (million Baht)	Sub-total Cost	Expenditure (20%)	Total Cost (million Baht)
<b>1. Chula Interceptor</b>												
600	140	2,659	0.372 (0.044)	1	19,741	0.020 (0.002)	1	20,868	0.021 (0.002)	0.413	0.083	0.496 (0.046)
1,000	1,005	5,573	5.601 (0.679)	2	19,741	0.039 (0.004)	8	38,132	0.305 (0.018)	5.945	1.189	7.134 (0.701)
600	295	2,593	0.765 (0.091)	-	-	-	1	20,868	0.021 (0.002)	0.786	0.157	0.943 (0.093)
Sub-total											8.573 (0.840)	
<b>2. Charoen Krung Interceptor</b>												
400	295	1,894	0.559	1	19,741	0.020 (0.002)	4	15,723	0.063 (0.008)	0.642	0.128	0.770 (0.010)
500	465	2,599	1.209	2	19,741	0.039 (0.004)	8	17,246	0.138 (0.016)	1.386	0.277	1.663 (0.020)
600	465	2,979	1.385 (0.231)	1	19,741	0.020 (0.002)	6	24,464	0.147 (0.012)	1.552	0.310	1.862 (0.245)
1,000	325	12,056	3.918 (0.683)	1	19,741	0.020 (0.002)	4	33,672	0.135 (0.008)	4.073	0.815	4.888 (0.693)
600	165	2,593	0.428	-	-	-	1	20,868	0.021 (0.002)	0.449	0.090	0.539 (0.002)
Sub-total											9.772 (0.970)	
<b>3. Klong Sathorn Interceptor</b>												
300	20	1,624	0.032	1	19,741	0.020 (0.002)	-	-	-	0.052	0.011	0.063 (0.002)
300	240	1,922	0.461 (0.081)	1	19,741	0.020 (0.002)	4	18,722	0.075 (0.008)	0.556	0.117	0.673 (0.091)
400	260	2,192	0.570 (0.100)	2	19,741	0.039 (0.004)	3	18,722	0.056 (0.006)	0.665	0.140	0.805 (0.110)
500	240	2,599	0.624 (0.109)	1	19,741	0.020 (0.002)	3	18,722	0.056 (0.006)	0.700	0.147	0.847 (0.117)
600	95	2,979	0.283 (0.050)	1	19,741	0.020 (0.002)	-	-	-	0.303	0.064	0.367 (0.052)
600	220	6,984	1.536 (0.269)	1	19,741	0.020 (0.002)	2	26,037	0.052 (0.004)	1.608	0.338	1.946 (0.275)
800	310	8,512	2.639 (0.463)	2	19,741	0.020 (0.004)	2	26,037	0.052 (0.004)	2.711	0.569	3.280 (0.471)
800	175	8,512	1.490 (0.261)	1	19,741	0.020 (0.002)	2	27,661	0.055 (0.004)	1.565	0.329	1.894 (0.267)
1,500	160	8,040	1.286 (0.225)	1	19,741	0.020 (0.002)	2	38,132	0.076 (0.004)	1.382	0.290	1.672 (0.231)
1,500	710	11,695	8.303 (1.455)	5	19,741	0.099 (0.010)	1	39,969	0.040 (0.002)	8.442	1.773	10.215 (1.467)
1,500	755	12,355	9.328 (1.635)	2	19,741	0.039 (0.002)	4	39,969	0.160 (0.008)	9.527	2.001	11.528 (1.465)
500	90	2,142	0.193	-	-	-	-	-	-	0.913	0.041	0.234
Sub-total											31,524 (4.729)	
<b>4. Chong Nonsi Combined Sewer</b>												
	1,275	43,305	55.214	-	-	-	8	36,297	0.290 (0.016)	55,504	11.05	66,554 (0.016)
<b>5. Trunk Interceptor (refer to G.1 of Appendix G)</b>												

Note: Figures in parentheses indicate Foreign Currency Component.

表 I・2 中継ポンプ場の土木・建築工事費

Cost: Million Baht at 2524  
(1981) Price Level

Name	Items	Unit	Rate (Baht)	Civil Works										Architectural Works		Sub-total Cost	Expenditure	Total Cost	
				Concrete W. m <sup>3</sup>	Steel W. ton	Form W. m <sup>2</sup>	Scaffolding W. m <sup>2</sup>	Timbering W. m <sup>3</sup>	Lean concrete W. m <sup>3</sup>	Crushed Stone m <sup>3</sup>	Crushed Stone m <sup>3</sup>	Earth W. set	Total Floor Area m <sup>2</sup>	Total	Sub-total Cost x 20%				
Chula Station	Volume			100	7	350	170	90	7	14	6	20							
	Cost			0.128	0.080	0.084	0.015	0.012	0.006	0.004	0.080	0.270	0.060	0.74	0.14	0.88	F 0.09	L 0.79	(0.02)
Charoen Krung Pumping Station	Volume			120	8	450	200	120	7	14	6	20							
	Cost			0.154	0.091	0.108	0.017	0.016	0.006	0.004	0.080	0.370	0.060	0.91	0.17	1.08	F 0.14	L 0.94	(0.02)
Klong Sathorn Pumping Station	Volume			100	7	420	210	90	8	16	6	16							
	Cost			0.128	0.008	0.101	0.018	0.012	0.007	0.005	0.080	0.340	0.050	0.82	0.15	0.97	F 0.12	L 0.85	(0.02)

Note: F means Foreign currency component

L means Local currency component

Figures in parentheses indicate import duty, standard profit and business tax.

表 I・3 中継ポンプ場の機械工事費

Unit: Million Baht at 2524  
(1981) Price level

Name of Equipment	Description	Number	Foreign Currency			Local Currency			Total
			Foreign (1)	Expenditure (1) x 20%	Sub-total	Local (2)	Expenditure (2) x 20%	Sub-total	
o Chula & Charoen Krung									
Inlet Gate	Square type manual cast iron gate □500 mm	2	0.140	0.028	0.168	0.060	0.012	0.072	0.240
Coarse Screen	Manually raked bar screen FBØ60 mm channel width 0.9 m depth 3.8 m	2	-	-	-	0.030	0.006	0.036	0.036
Main Pump	Sump pump Ø300 x 11.5 m <sup>3</sup> /min x 7 m x 21kW	3	0.630	0.126	0.756	0.198	0.040	0.238	0.994
Pipes	SGP	1 set	-	-	-	0.200	0.040	0.240	0.240
Transportation	3.8 ton		-	-	-	0.005	0.001	0.006	0.006
Installation & Local Handling	Supervisor		0.124	0.025	0.149	-	-	-	0.149
	Common worker		-	-	-	0.001	0.000	0.001	0.001
	Plumber		0.030	0.006	0.036	0.030	0.006	0.036	0.072
	Equipment x 3%		-	-	-	0.031	0.006	0.037	0.037
Total					1.11			0.66 (0.26)	1.77
o Klong Sathorn									
Inlet Gate	Square type manual cast iron gate □500 mm	1	0.070	0.014	0.084	0.030	0.006	0.036	0.120
Coarse Screen	Manually raked bar screen FBØ60 mm channel width 0.9 m depth 3.8 m	1	-	-	-	0.015	0.003	0.018	0.018
Main Pump	Sump Pump Ø250 x 6.5 m <sup>3</sup> /min x 7 m x 15kW	2	0.340	0.068	0.408	0.107	0.021	0.128	0.536
Pipes		1 set	-	-	-	0.100	0.020	0.120	0.120
Transportation	1.7 ton		-	-	-	0.002	0.000	0.002	0.002
Installation & Local Handling	Supervisor		0.056	0.011	0.067	-	-	-	0.067
	Common worker		-	-	-	0.001	0.000	0.001	0.001
	Plumber		0.015	0.003	0.018	0.015	0.003	0.018	0.036
	Equipment x 3%		-	-	-	0.016	0.003	0.019	0.019
Total					0.58			0.34 (0.14)	0.92

Note: Figures in parentheses indicate import duty, standard profit and business tax.

表 I・4 処理場の土木・建築工事費

Cost: Million Baht at 2524  
(1981) Price Level

Name of Facility	Item	Civil Works										Architectural Works		Sub-Total Cost	Expenditure Sub-Total Cost x 20%	Total Cost
		Concrete W. m <sup>3</sup>	Steel W. ton	Form W. m <sup>2</sup>	Scaffolding W. m <sup>2</sup>	Timbering W. m <sup>3</sup>	Lean Concrete W. m <sup>3</sup>	Crushed Stone m <sup>3</sup>	Pile W. N	Others set	Total Floor Area m <sup>2</sup>	Total Cost	Sub-Total Cost x 20%			
Pumping & Operating Building	Volume	3,800	270	6,350	2,900	12,100	80	160	50	14,650 <sup>*2</sup>	1,980	47.38	9.48	56.86		
	Cost	4,864	3,078	1,524	0.247	1,573	0.067	0.051	4,500	16,650 <sup>*2</sup>	16,830					
Grit Chamber	Volume	380	30	1,570	810	1,590	8	16	21	-	-	1.76	0.35	2.11		
	Cost	0.486	0.342	0.377	0.069	0.207	0.007	0.005	0.270	-	-					
Aeration Tank	Volume	3,920	270	9,610	3,700	4,330	353	706	340	-	20	16.28	3.26	19.54		
	Cost	5,018	3,078	2,306	0.315	0.563	0.297	0.223	4,420	-	0.060					
Final Sedimentation Tank	Volume	4,740	330	8,960	4,310	1,110	540	1,080	362	0.290 <sup>*3</sup>	60	18.40	3.68	22.08		
	Cost	6,067	3,762	2,150	0.366	0.144	0.454	0.341	4,706	0.120	0.120					
Chlorination Chamber	Volume	680	50	2,110	920	800	60	120	54	-	216	3.57	0.71	4.28		
	Cost	0.870	0.570	0.506	0.078	0.104	0.050	0.038	0.702	0.648						
Outlet	Volume	620	50	2,300	1,100	-	60	120	34	-	-	2.54	0.50	3.64		
	Cost	0.794	0.570	0.552	0.094	-	0.050	0.038	0.442	-	-	0.50	0.10	3.64		
Thickening Tank	Volume	700	50	1,540	1,080	200	70	140	70	-	10	3.00	0.60	3.60		
	Cost	0.896	0.570	0.370	0.092	0.020	0.059	0.044	0.910	0.030						
Digestion Tank	Volume	2,680	190	5,240	2,310	10,470	120	240	259	-	111	12.29	2.46	14.75		
	Cost	3,430	2,166	1,258	0.196	1,361	0.101	0.076	3,370	0.333						
Gas Holder	Volume	250	20	45	-	-	45	90	11	-	90	0.77	0.15	0.92		
	Cost	0.320	0.228	0.011	-	-	0.038	0.028	0.140	-	-					
Drying Bed	Volume	790	55	6,560	-	-	210	420	-	0.675 <sup>*4</sup>	4.22	0.84	5.06			
	Cost	1,011	0.627	1,598	-	-	0.176	0.133	-							
Electric Room	Volume	-	-	-	-	-	-	-	6	-	90	0.35	0.07	0.42		
	Cost	-	-	-	-	-	-	-	0.078	0.270						
Power Receiving	Volume	330	20	20	-	-	55	110	18	-	0.98	0.20	1.18			
	Cost	0.422	0.228	0.014	-	-	0.046	0.035	0.234	-						

(to be continued)



表 I - 5 処理場の機械工事費

Unit: Million Baht at 2524  
(1981) Price Level

Name of Equipment	Description	Number	Foreign Currency		Local Currency		Total
			Foreign (L)	Expenditure (L) x 20%	Local (2)	Expenditure (2) x 20%	
<b>o Pumping and Operating Building</b>							
Inlet Gate	Square type manual cast iron gate D1,500 mm	2	0.780	0.156	0.334	0.067	1.337
Coarse Screen	Manually raked bar screen FB@60 mm channel width 2 m depth 4 m	2	-	-	0.089	0.018	1.107
Pump Pit Gate	Square type manual cast iron gate D1,500 mm	1	0.390	0.078	0.167	0.033	0.969
No. 1 Main Pump	Vertical shaft mixed flow volute pump Ø600 x 45 m <sup>3</sup> /min x 15 m	2	2.860	0.572	0.900	0.180	4.512
No. 1 Main Motor	6,000V x 6P x 1,000 r.p.m. x 150kW	2	1.580	0.316	0.536	0.107	2.539
No. 2 Main Pump	Vertical shaft mixed flow volute pump Ø800 x 80 m <sup>3</sup> /min x 15 m	2	4.220	0.844	1.326	0.265	6.655
No. 2 Main Motor	6,000V x 8P x 750 r.p.m. x 270kW	2	2.640	0.528	0.892	0.178	4.328
No. 1 Delivery Valve	Motor driven sluice valve Ø600 x 1.5kW	2	0.540	0.108	0.230	0.046	0.924
No. 2 Delivery Valve	Motor driven sluice valve Ø800 x 2.2kW	2	1.000	0.200	0.428	0.086	1.714
No. 1 Suction Valve	Manual sluice valve Ø600	2	0.360	0.072	0.152	0.030	0.614
No. 2	" Ø800	2	0.780	0.156	0.334	0.067	1.337
Communicating Valve	" Ø800	1	0.550	0.110	0.235	0.047	0.942
No. 1 Check Valve	Gradually closing type Ø600	2	0.560	0.112	0.240	0.048	0.960
No. 2	" Ø800	2	1.100	0.220	0.470	0.094	1.884
Pit Drain Pump	Submerged sewage pump Ø50 x 0.3 m <sup>3</sup> /min x 10 m x 1.5kW	2	0.050	0.010	0.016	0.003	0.079
Overhead Crane	All manual crab type 10 ton	1	0.650	0.130	0.358	0.072	1.210
Controller & Resistor	150kW use	2	0.320	0.064	0.174	0.035	0.593
"	270kW use	2	0.420	0.084	0.228	0.046	0.778
Pipes		1 set	1.496	0.299	0.814	0.163	2.772

(to be continued)

Name of Equipment	Description	Number	Foreign Currency		Local Currency		Total		
			Foreign (1)	Expenditure (1) x 20%	Sub-total	Local (2)		Expenditure (2) x 20%	Sub-total
<b>o Final Sedimentation Tank</b>									
Inlet Gate	Square type manual cast iron gate D 500	8	0.544	0.109	0.653	0.229	0.046	0.275	0.928
Sludge Collector	Circular type clarifire Ø26 m	8	6.160	1.232	7.392	3.392	0.678	4.070	18.432
Sludge Extraction Valve	Motor driven sluice valve Ø250	8	0.712	0.142	0.854	0.301	0.060	0.361	1.215
Return Sludge Pump	Horizontal non clog type Ø200 x 5.6 m <sup>3</sup> /min x 15kW	4	0.640	0.128	0.768	0.200	0.040	0.240	1.008
Return Sludge Control Valve	Motor driven butterfly valve Ø400 x 0.4kW	2	0.208	0.056	0.336	0.120	0.024	0.144	0.480
Excess Sludge Pump	Horizontal non clog type Ø100 x 1 m <sup>3</sup> /min x 5.5kW	4	0.380	0.076	0.456	0.119	0.024	0.143	0.599
Pit Drain Pump	Submerged sewage pump Ø50 x 0.3 m <sup>3</sup> /min x 10 m x 1.5kW	2	0.050	0.010	0.060	0.016	0.003	0.019	0.079
Scum Remover	Rotary drum type	2	0.660	0.132	0.792	0.244	0.049	0.293	1.085
Pipes		1 set	-	-	-	1.985	0.397	2.382	2.382
Transportation			-	-	-	0.049	0.010	0.059	0.059
Installation & Local Handling	Supervisor Common worker Plumber Equipment x 3% (16.032 x 0.03)		4.276	0.855	5.131	-	-	-	5.131
			0.298	0.060	0.358	0.050	0.010	0.060	0.060
			-	-	-	0.298	0.060	0.358	0.716
			-	-	-	0.481	0.096	0.577	0.577
Sub-total			16.80			16.80	15.95	32.75	32.75
							(5.55)		
<b>o Chlorination Tank</b>									
Container Weighter		1	0.500	0.100	0.600	0.275	0.055	0.330	0.930
Chlorinator	Vertical type 35 kg/hr	2	0.980	0.196	1.176	0.542	0.108	0.650	1.826
Chlorine Solution Water Pump	Ø50 x 280 l/min x 30 m x 5.5kW	2	0.060	0.012	0.072	0.019	0.004	0.023	0.095
Neutralization Equipment	Vertical type absorption tower	1	0.630	0.126	0.756	0.347	0.069	0.416	1.172
Caustic Soola Pump	Horizontal shaft chemical pump Ø80 x 500 l/min x 15 m x 3.7kW	1	0.100	0.020	0.120	0.032	0.006	0.038	0.158



Name of Equipment	Description	Number	Foreign Currency		Local Currency		Total
			Foreign (1)	Expenditure (1) x 20%	Local (2)	Expenditure (2) x 20%	
Transportation	103.6 ton		-	-	0.124	0.025	0.149
Installation & Local Handling	Supervisor		2.150	0.430	-	-	2.580
	Common worker		-	-	0.025	0.005	0.030
	Plumber		0.347	0.069	0.347	0.069	0.416
	Equipment x 3% (28.21% x 0.03)		-	-	0.847	0.169	1.016
Sub-total				27.35			11.42 (9.70)
<b>Grit Chamber</b>							
Grit Collector	Bridge style crane with grab bucket	1	5.200	1.040	2.862	0.572	3.434
Flow Meter	Parshall Flume	1	-	-	0.056	0.011	0.067
Transportation	32 ton		-	-	0.038	0.008	0.046
Installation & Local Handling	Supervisor		0.904	0.181	-	-	1.085
	Common worker		-	-	0.011	0.002	0.013
Equipment x 3% (8.156 x 0.03)			-	-	0.245	0.049	0.294
Sub-total					7.33		3.85 (3.43)
<b>Aeration Tank</b>							
Wastewater Control Weir	Manual cast iron weir	4	0.600	0.120	0.256	0.051	0.307
Return Sludge Control Weir	"	4	0.320	0.064	0.136	0.027	0.163
Aerator	Vertical shaft surface aerator	16	6.080	1.216	3.360	0.672	4.032
Transportation & Installation & Local Handling	Supervisor		-	-	0.054	0.011	0.065
	Common worker		1.126	0.243	-	-	1.459
	Equipment x 3% (10.752 x 0.03)		-	-	0.014	0.003	0.017
Sub-total				9.86			4.97 (4.50)

(to be continued)

Unit: Million Baht at 2524  
(1981) Price Level

Name of Equipment	Description	Number	Foreign Currency		Local Currency		Total		
			Foreign (1)	Expenditure (1) x 20%	Sub-total	Local (2)		Expenditure (2) x 20%	Sub-total
Blower	Turbo fan (belt drive) 40 m <sup>3</sup> /min x 200 mm Ag x 5.5kW	1	0.090	0.018	0.108	0.039	0.008	0.047	0.155
Hoist	Motor driven hoist 2 ton x 4.1kW	1	0.070	0.014	0.084	0.039	0.008	0.047	0.131
Chlorination Tank Inlet and Bypass Gate	Square type manual cast iron gate 1,500 mm	2	0.780	0.156	0.936	0.334	0.067	0.401	1.337
Pipes Transportation		1 set	-	-	-	0.484	0.097	0.581	0.581
Installation & Local Handling	Supervisor Common worker Plumber Equipment x 3% (5.321 x 0.03)		0.164	0.033	0.197	0.007	0.001	0.008	0.008
Sub-total			0.073	0.015	0.088	0.073	0.015	0.088	0.176
			-	-	-	0.160	0.032	0.192	0.192
						4.14		2.82 (1.95)	6.96
<u>Co Thickening Tank</u>									
Sludge Collector	Circular type thickener Ø17.70 m x 3.00 m x 1.5kW	2	1.420	0.284	1.704	0.782	0.156	0.938	3.592
Sludge Extraction Valve	Motor driven sluice valve Ø200 x 0.2kW	2	0.156	0.031	0.187	0.166	0.013	0.079	0.266
Concentrated Sludge Pump	Horizontal shaft non clog type Ø100 x 1 m <sup>3</sup> /min x 10 m x 5.5kW	2	0.190	0.038	0.228	0.060	0.012	0.072	0.300
Pit Drain Pump	Submerged sewage pump Ø50 x 0.3 m <sup>3</sup> /min x 10 m x 1.5kW	1	0.025	0.005	0.030	0.008	0.002	0.010	0.040
Pipes Transportation		1 set	-	-	-	0.350	0.070	0.420	0.420
Installation & Local Handling	Supervisor Common worker Equipment x 3% (3.849 x 0.03)		0.838	0.168	1.006	0.008	0.002	0.010	0.010
Sub-total			-	-	-	0.010	0.002	0.012	1.006
			-	-	-	0.115	0.023	0.138	0.012
						3.16		2.63 (1.10)	5.79

(to be continued)

Unit: Million Baht at 2524  
(1981) Price Level

Name of Equipment	Description	Number	Foreign Currency		Local Currency		Total
			Foreign (1)	Expenditure (1) x 20%	Local (2)	Expenditure (2) x 20%	
<u>o Digestion Tank</u>							
Center Dome Cover	Safety valve Ø200	2	-	-	0.074	0.015	0.089
Mixing Equipment	Ø22.0 m x H <sub>1</sub> 0.8 m	1	0.600	0.120	0.330	0.066	1.116
Gas Mixing Blower	Rotary blower Ø80 x 4.4 m <sup>3</sup> /min x 1.5 kg/cm <sup>2</sup> x 7.5kW	2	0.170	0.134	0.074	0.015	0.293
Appurtenances	Cyclone separator segment trap oil filter	2	0.200	0.040	0.110	0.022	0.372
Digested Sludge Extraction Valve	Air driven sluice valve Ø200	1	0.078	0.016	0.033	0.007	0.134
Air Compressor	Oil free compressor with pressure switch 300 l/min x 7 kg/cm <sup>2</sup> x 2.2kW	2	0.060	0.012	0.026	0.005	0.103
Pit Drain Pump	Submerged sewage pump Ø50 x 0.3 m <sup>3</sup> /min x 10 m x 1.5kW	1	0.025	0.005	0.008	0.002	0.040
Sludge Circulation Pump	Horizontal shaft non clog type Ø150 x 2 m <sup>3</sup> /min x 5 m x 7.5kW	1	0.140	0.028	0.044	0.009	0.221
Digested Sludge Pump	Horizontal shaft non clog type Ø100 x 1 m <sup>3</sup> /min x 5 m x 3.7kW	2	0.190	0.038	0.060	0.012	0.300
Water Gas Burner		1	0.650	0.130	0.358	0.072	1.120
Pipe		1 set	-	-	1.610	0.322	1.932
Transportation			-	-	0.012	0.002	0.014
Installation & Local Handling	Supervisor Common worker Plumber Equipment x 38 (4.84 x 0.03)		0.328	0.066	0.394	-	-
			-	-	0.004	0.001	0.005
			0.242	0.048	0.242	0.048	0.580
			-	-	0.145	0.029	0.174
Sub-total					3.22		6.98
							(1.25)

(to be continued)

Unit: Million Baht at 2524  
(1981) Price Level

Name of Equipment	Description	Number	Foreign Currency		Local Currency		Total
			Foreign (1)	Expenditure (1) x 20%	Local (2)	Expenditure (2) x 20%	
<u>o Gas Holder</u>							
Gas Holder	Dry steel type gas tank 5,000 m <sup>3</sup>		10.900	2.180	3.599	0.720	17.399
Sub-total				13.080	13.080		4.32 (4.32)
<u>o Drying Bed</u>							
Pipes			-	-	0.500	0.100	0.600
Installation			-	-	0.150	0.030	0.180
Sub-total							0.78 (-)

表 I・6 処理場の電気工事費

Unit: Million Baht at 2524  
(1981) Price Level

Name of Equipment	Description	Number or Unit	Foreign Currency		Local Currency		Total
			Foreign (1)	Expenditure (1) x 20%	Local (2)	Expenditure (2) x 20%	
<u>Central Supervisory Control System</u>							
Control Panel		12 m	2.376	0.475	1.293	0.259	1.552
Control Peek		6 m	0.652	0.130	0.355	0.071	0.426
Cable			-	-	0.519	0.104	0.623
Transportation			-	-	0.061	0.012	0.073
Installation & Local Handling	Supervisor Common worker		0.228	0.046	-	-	0.274
Sub-total			-	-	0.006	0.001	0.007
						2.68	6.59
						(1.98)	
<u>Pumping Building</u>							
High Incoming Panel		2	0.440	0.088	0.239	0.048	0.287
High Sewage Pump Panel		4	2.000	0.400	1.088	0.218	1.306
No. 1 Control Center		1	0.750	0.150	0.403	0.082	0.490
No. 1 Assistance Relay Panel		1	0.440	0.088	0.239	0.048	0.287
Cable		1	-	-	0.209	0.042	0.251
Instrumentation System	Water level meter	1	0.096	0.019	0.045	0.009	0.054
Transportation			-	-	0.013	0.003	0.016
Installation & Local Handling	Supervisor Common worker		-	-	0.073	0.015	0.088
Sub-total			0.017	0.003	-	-	0.001
						0.001	0.001
						2.78	7.27
						(2.42)	
<u>Aeration Tank</u>							
No. 4 Control Center		1	1.750	0.350	0.952	0.190	1.142
No. 4 Assistance Relay Panel		1	1.320	0.264	0.718	0.144	0.862
Local Control Center		5	0.175	0.035	0.095	0.019	0.114
"	1-A type	3	0.156	0.031	0.085	0.017	0.102
"	1-B type	4	0.320	0.064	0.174	0.035	0.209
"	1-C type		-	-	0.174	0.035	0.209
Cable			-	-	0.043	0.009	0.052
Instrumentation System	Parshall flume	1	0.092	0.018	0.004	0.001	0.005
Transportation			-	-	0.061	0.012	0.073

(to be continued)

Unit: Million Baht at 2524  
(1981) Local Currency

Name of Equipment	Description	Number or Unit	Foreign Currency		Local Currency		Total
			Foreign (1)	Expenditure (1) x 20%	Local (2)	Expenditure (2) x 20%	
			Sub-total		Sub-total		
<u>Installation &amp; Local Handling</u>							
	Supervisor		0.032	0.006	0.038	0.001	0.038
	Common worker		-	-	-	0.000	0.001
Sub-total					0.038		0.001
			4.61				7.38
<u>Final Sedimentation Tank</u>							
No. 5 Control Center		1	1.750	0.350	2.100	0.952	3.242
No. 5 Assistance Relay Panel		1	1.320	0.264	1.584	0.718	2.446
Local Control Center	1-A type	5	0.175	0.035	0.210	0.095	0.324
"	1-B type	3	0.156	0.031	0.187	0.085	0.289
"	1-C type	4	0.320	0.064	0.384	0.174	0.593
Cable			-	-	-	0.132	0.158
Instrumentation System	Return sludge: Ø400	2	0.971	0.194	1.165	0.457	1.713
"	Excess sludge: Ø200	2	0.413	0.083	0.496	0.195	0.730
"	Sludge draw out: Ø250	8	2.116	0.423	2.539	0.996	3.734
"	Recorder	2	0.080	0.016	0.096	0.338	0.502
"	Cable	1	-	-	-	1.721	2.065
Transportation			-	-	-	0.081	0.097
Installation & Local Handling	Supervisor		0.034	0.007	0.041	-	0.041
	Common worker		-	-	-	0.001	0.001
Sub-total					0.041		0.001
			8.80				15.93
							(4.81)
<u>Chlorination Tank</u>							
No. 6 Control Center		1	0.750	0.150	0.900	0.408	1.390
No. 6 Assistance Relay Panel		1	0.440	0.088	0.528	0.239	0.815
Cable			-	-	-	0.064	0.077
Instrumentation System		1	0.347	0.069	0.416	0.163	0.612
"	Cable		-	-	-	0.021	0.025
Transportation			-	-	-	0.029	0.035
Installation & Local Handling	Supervisor		0.015	0.003	0.018	-	0.018
	Common worker		-	-	-	0.001	0.001
Sub-total					0.018		0.001
			1.86				2.97
							(0.97)

(to be continued)

Name of Equipment	Description	Number or Unit	Foreign Currency		Local Currency		Total
			Foreign (1)	Expenditure (1) x 20%	Local (2)	Expenditure (2) x 20%	
<u>Digestion Tank (Thickening Tank)</u>							
No. 7 Control Center		1	1.000	0.200	0.544	0.109	1.853
No. 7 Assistance Relay Panel		1	0.880	0.176	0.479	0.096	1.631
Local Control Panel		5	0.175	0.035	0.095	0.019	0.324
"	1-A type	3	0.156	0.031	0.085	0.017	0.289
"	1-B type	4	0.320	0.064	0.174	0.035	0.593
Cable	1-C type	4	-	-	0.083	0.017	0.100
Transportation		-	-	-	0.078	0.016	0.094
Installation & Local Handling	Supervisor	-	0.024	0.005	-	-	0.029
	Common worker	-	-	-	0.001	0.000	0.001
Sub-total			3.07				4.92
<u>Electric Room</u>							
6KV Receiving Panel	FDX2, LAX3, 7.2KV VCB 800A	2	1.200	0.240	0.652	0.130	2.222
Bus Tying Panel	25A 3P DSX1 7.2KV 600A with S 7.2KV VCBX2 800A 25KA	1	0.280	0.056	0.152	0.030	0.518
Primary Panel For Main Trans- former & Primary Panel For Lighting Transformer		1	0.660	0.132	0.359	0.072	1.223
Primary Panel For Main Trans- former Static Condenser	7.2KV VCBX2 800A 25KA	2	1.320	0.264	0.718	0.144	2.446
Primary Panel For High Main, No. 2 Grounded Type Instrument Transformer	G.PTX1, 7.2KV VCBX1 800A 25KA	1	0.660	0.132	0.359	0.072	1.223
Static Condenser Panel	DS-3PX1	4	2.000	0.400	1.088	0.218	3.706
Generator Tying Disconnecting Switch & No. 1 Grounded Type Instrument Transformer	SC200KVX1 DS-3PX1 G.PTX1	1	0.440	0.088	0.239	0.048	0.815
Main Transformer Panel	750KVA 3Ø 6.6KV/380V 250KVA 1Ø	2	1.660	0.332	0.902	0.180	3.074
Lighting Transformer Panel	6.6KV/220V	1	0.400	0.080	0.218	0.044	0.742

(to be continued)

Unit: Million Baht at 2524  
(1981) Price Level

Name of Equipment	Description	Number or Unit	Foreign Currency		Local Currency		Total
			Foreign (1)	Expenditure (1) x 20%	Local (2)	Expenditure (2) x 20%	
Secondary Panel Main Transfor- mer	MCB 600V 800AFx2	1	0.700	0.140	0.381	0.076	1.297
"	MCB 600V 2000AFx1	1	0.500	0.100	0.272	0.054	0.926
Low Tention Main Panel	600V MCBx8	2	1.000	0.200	0.544	0.108	1.852
Low Tention Lighting Panel	225AF 250V MCBx8	1	0.400	0.080	0.218	0.044	0.742
DC. Power Source Panel Cable	100AF AWG 100AH/1HR	1	1.610	0.322	0.876	0.175	2.983
Transportation			-	-	0.083	0.017	0.100
Installation & Local Handling			-	-	0.192	0.038	0.230
Sub-total			0.133	0.027	0.160	-	0.160
Power Receiving			-	-	0.006	0.001	0.007
				15.56			8.71 (8.37)
Voltage Detector High Voltage Disconnecting Switch	12,000V	2	0.080	0.160	0.044	0.009	0.293
Air Blast Circuit Breaker	12KV 600V TP-DS 3P 12.5KV 1,200A	5	1.300	0.260	0.707	0.141	2.408
Current Transformer	31.5KV 12.5KV 200/5A	2 6	1.400 0.300	0.280 0.060	0.761 0.195	0.152 0.039	2.593 0.594
Grounding Transformer	12.5KV/110V/ 110 V	1 3	0.100	0.020	0.054	0.011	0.185
Load Disconnecting Switch Transformer	12.5KV 600A 3PL-DS 3Ø 1,250KVA 12KV/6.6KV, 50HZ	2 3	0.360	0.072	0.196	0.039	0.667
Lighting Arrester	14KV 10kA IA	2	1.800	0.360	0.980	0.916	3.336
Disconnecting Switch	12.5KV 600A IP-DS	3 2	0.147 0.080	0.029 0.016	0.080 0.096	0.016	0.272
Cable & Others					0.044 1.650	0.009 0.330	0.149 1.980
Transportation			-	-	0.111	0.022	0.133

(to be continued)



Unit: Million Baht at 2524  
(1981) Price Level

Name of Equipment	Description	Number of Unit	Foreign Currency		Local Currency		Total
			Foreign (1)	Expenditure (1) x 20%	Local (2)	Expenditure (2) x 20%	
Installation & Local Handling	Supervisor Common worker		0.780	0.156	-	-	0.936
Sub-total			-	-	0.086	0.017	0.103
Land Seeping							5.89 (3.67)
Sub-total							13.65
Illumination	200W sodium- vapor lamp				0.933	1.120	1.120

## 資料 J 維持管理の人員・組織体制

本事業の維持管理に必要な人員と組織を、管渠と処理場に分けさらに維持管理は新規の下水管理部の基で行なわれをことを考慮し、以下のように計画する。

### (1) 管渠の維持管理の人員・組織体制

管渠維持課では、既存管渠、新設遮集管および中継ポンプ場の維持管理を行なう。

既存管渠の清掃は、年間1回行なうこととし、既存管渠延長100kmに対して、人員は2グループ、12人が必要となる。表J・1に組織と人員を提案する。

表 J ・ 1 管渠維持管理課での人員と組織

Function	Required Personnel	Total Staff
Section Chief	1 Engineer	1
Sewer Cleansing, Sewer Inspection	1 Field Engineer (Assistant Engineer)	13
	2 Cleansing Foremen	
	2 Security Guards	
	8 Laborers	
Inspection & Maintenance for Pumping Station & Gates	1 Inspector	2
	1 Labor	
<b>Total</b>		<b>16</b>

(2) 処理場での人員・組織体制

処理場での組織は、図 J・1 に示すような 4 つの係によって運営する。必要人員は表 J・2 に示す。

人員数は、週に 5 日間働きそして労働時間は日中のみと仮定して算出する。従って、必要な人員数は 1.4 倍の数となる。

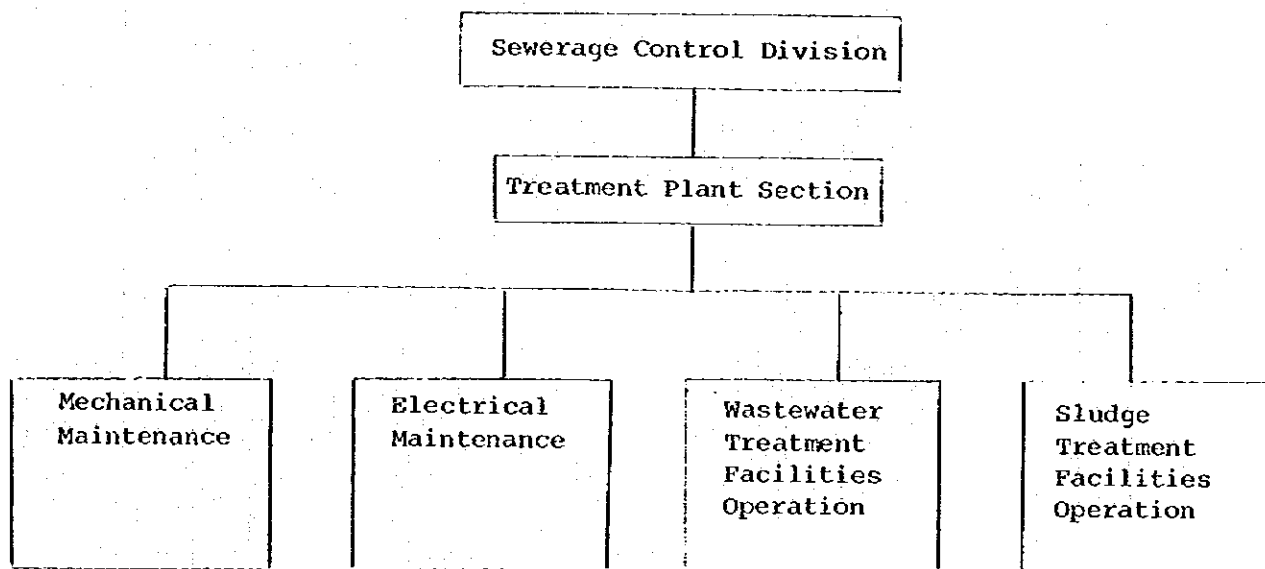


図 J・1 処理場課の組織

表 J・2 処理場課の必要人員

Name of Sub-Section	Initial Stage	Final Stage
a. Electrical Maintenance	Members of 1 team: 1 technicians 2 laborers	2 technicians 2 laborers
	<u>Required number of staff</u> o technician	
	1.4 team x 1 = 1.4	1.4 x 2 = 2.8
	o Labor 1.4 team x 2 = 2.8	1.4 x 2 = 2.8
b. Mechanical Maintenance	- ditto -	- ditto -
c. Wastewater Treatment	Members of 1 team: 1 technician 2 laborers	3 technicians 3 laborers
	<u>Required number of staff</u> o Technician	
	1.4 team x 1 = 1.4	1.4 x 3 = 4.2
	o Labor 1.4 team x 2 = 2.8	1.4 x 3 = 4.2
d. Sludge Treatment	Members of 1 team: 1 technician 2 laborers	3 technicians 6 laborers
	<u>Required number of staff</u> o Technician	
	1.4 team x 1 = 1.2	1.4 x 3 = 4.2
	o Labor 1.4 team x 2 = 2.8	1.4 x 6 = 8.4
Total	Manager 1(1) Section Chief 4(4) Technician 8(4) Labor 12(8)	Manager 1(1) Section Chief 4(4) Technician 16(10) Labor 20(13)
		41(28)
		25(17)
		25(17)

Note: Figure in ( ) are number of staff at daily work.

## 資料K 物価上昇のデータ

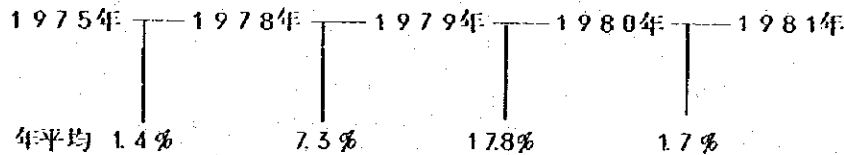
第一期建設計画の建設費は1981年度の物価を基に積算されたが、この建設費は将来建設実施の時期には資機材費や労賃が毎年の物価上昇に影響されて値上がりするものと考えられる。

現実的なコストを見積るためにはこれらの物価上昇を見込まなければならないので、どのくらいの物価上昇率を見込んだらよいかを判定するため次のような過去の物価の動向を示す資料に基づき、本計画では物価上昇率を5%とする。

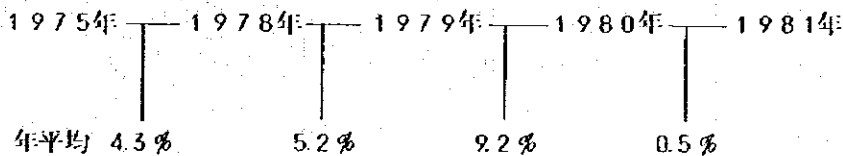
### A. 外貨関連物価(対日輸入物価)

#### 1. 卸売り物価指数(日本銀行統計資料部1981年度資料)

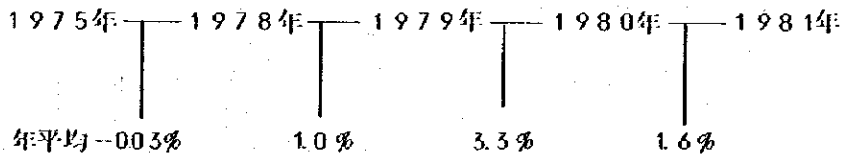
##### a. 一般物価



##### b. 鉄 鋼

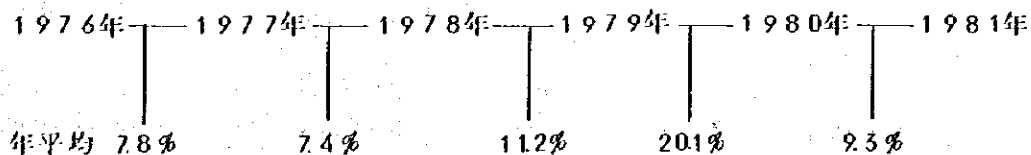


##### c. 機械製品



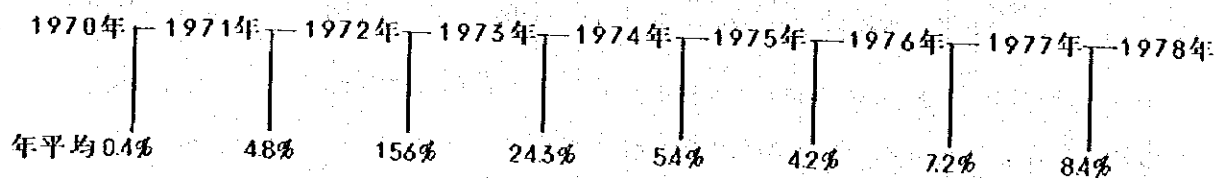
### B. タイ国内物価

#### 1. 卸売り物価指数(バンコック銀行1981年度資料)



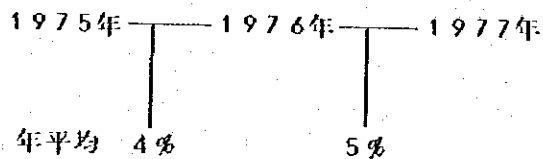
\* バンコック銀行職員の私見によると将来の物価上昇は年5~7%とのことである。

2. タイ全般物価上昇率(1970-1978)

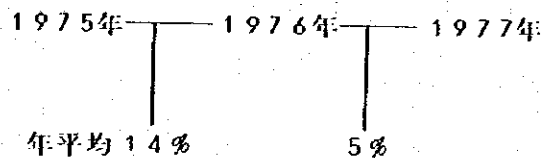


3. 1977年版タイ経済統計資料

a. 卸売り物価指数



b. 建設資材



## 資料Ⅰ 現存法規

当該プロジェクト地域にはまだ完全な下水道施設はなく浄化槽や雨水管等の初歩的処理施設で汚水排水処理を行なっているのが現状である。

そのため当然のことながら下水道整備、管理のための法令、法規は完備されていない。

現存している法規は主として運河、チャオピヤ川、その他の河川水系を保護し公衆衛生や環境保全を共通の目的としたもので下水道施設とはとくに直接に関連していないが、間接的には多かれ少かれ関連があるので以下に記述した。

### 1. Public Health Act B.E.2484 (1941)

本法は、衛生管理の一般的な規制を行なうもので例えば、ゴミや汚物の投棄や処分について規制、非衛生的な建物、施設、トイレその他汚濁源の管理規制を行なうためのものである。

### 2. Act for the Cleanliness and Orderliness of the Country B.E. 2503 (1960)

本法は、主として環境や地域全般の清浄を目的としたもので公共の建物、土地、河川運河等への不法投棄、飲食店等食品関係店舗のトイレ設置義務等を規定している。

### 3. Building Control Act B.E. 2522(1979) and its Municipal By-Law, B.E. 2522(1979)

本法は主として、建築に際しての建築認可、変更、撤去に関するものでその他設計基準やとくに汚水排水に関連あるものとしては、バスルームやトイレ等の設置について規定している。

とくに、本下水道事業に関連あるものとして以下の条項を抜すいた。

㉞ 8 4 : 建造物は適当な雨水排水管、汚水排水施設を有しなければならない。

㉞ 8 5 : 建物から公共雨水・汚水排水管へ接続される排水管の勾配は1:200以上としなければならない。円形管の場合はマンホールを12mの間かくで設け、また私有地と公共排水管との境界地点にも設けなければならない。

㉞ 8 6 : 建物内部の排水管の内径は最低10cmで、ゴミ除去スクリーンが設けられるところでは点検口が設けられねばならない。

㉞ 8 7 : 工場、病院、食品市場、レストラン、宿舍、商業および住宅団地等は汚水排水施設を設置せねばならない。

4688 : 住居に供する建物は適当な衛生施設を具備せねばならない。

以下のものは最低限必要な施設である。

建物の種類	大便所	小便所	洗面所
Each Unit of Residential Building	1	-	-
Each Unit of Building Complex	1	-	1
Row House and attached Commercial Buildings (which is not taller than 3 stories in any section)	1	-	1
Attached Commercial Buildings (which is not taller than 3 stories in any section)	2	1	1
Hotel/room	1	-	1
Dormitory/50 m <sup>2</sup>	1	-	1
Office Building, School, Hospital & Commercial Buildings/75 m <sup>2</sup>	1	1	1
Assembly Hall and Theatre/250 m <sup>2</sup>	1	1	1
Industrial Factory/400 m <sup>2</sup>	1	1	1

The excess of specified areal sizes shall be taken as a full size.

4689 : トイレの内部の面積は 0.9 m<sup>2</sup>、幅 0.9 m 以上なければならない。もし浴場を含む場合は 1.5 m<sup>2</sup> 以上なければならない。形は洗浄と通風が充分に行なわれるようにしなければならない。

4690 : 大便所は洗浄が行ないやすくまた、浄化槽へ接続されるように設置されねばならない。

公共河川・運河等から 20 m 以内に設置される便所は地下不浸透性のものでなければならない。

4691 : 集中式家屋（アパート等）または大型のビルディングで 2,000 m<sup>2</sup> 以上を占有するものおよびホテル等は、近接の建物に対して害をおよぼさないようゴミ処理の用地を確保せねばならない。

#### 4. Bangkok Metropolitan Administration Act B. E. 2518 (1975)

本法は、バンコク市の業務を義務づけたもので、以下は特に下水道に関連してくると思われるものである。



- (1) 公共の場所や娯楽施設の衛生の管理
- (2) 公衆の保健衛生、医療に関する活動
- (3) 公共施設の建設と改良
- (4) 首都圏の清浄化と整備
- (5) 都市交通路、水路、排水路の整備

とくに財政面では次の項目に対し条令で権利、義務が与えられている。

- (a) 税金、認可手数料、その他サービス料の徴収
- (b) 予算案の作成
- (c) 融資の設定とローンの返済
- (d) 営利事業の運営
- (e) 債券の発行

法案の作成は市議会で行なわれ施行は知事の承認を必要とする。

また市は、条令第68で一般の個人や他の政府機関に対しても有料のサービスを行なうことができる。

条令第81では市は次の料金を徴収出来る権限を有する。すなわち、施設使用料、認可手数料、税金、罰金、サービス料等。また中央政府からの補助金や融資、外国融資機関からの補助や融資を受ける権限を有する。また中央政府に対して市の行財政活動監督する権利を与えている。

## 5. City Planning Act B.E.2518(1975)

本法はバンコク首都圏開発のための都市開発委員会の設置と当委員会の都市計画に対する活動の権限と義務を規定したものである。

土地利用法による土地その他不動産の強制取得等も含まれる。

## 6. National Environmental Quality Act (No2) B.E.2521(1978)

本法は、タイ全土の環境と衛生の保全、整備を目的として環境保全委員会を設立し、監督機関として、すべての開発計画プロジェクトが環境基準にてらして妥当なものかどうか判定し、必要とあれば、関連法規の改定等も行なう。なお、委員会環境保全の基準やガイドラインを整備するため調査を行なうことを規定している。

本法により、政府や民間の機関から提出されたプロジェクトの概要を委員会に提出し、その

プロジェクトが環境保全の目的に違反していないかどうかを検討することになっている。

**7. Notification of the Ministry of Industry issued under the Factories Act B. E. 2512 (1969)**

本法によれば、工場生産活動を行なうものは、有害な工場排水を処理するための前処理施設等の設置を義務づけられている。なお、違反者は2,000バーツの罰金が課せられることになっている。また許容排水水質の指示も行なっている。公共用水域へ放出される排水のBODはℓ当り20mgであるが、この値は地理的条件等によって緩和されることもあり、最高限度はℓ当り60mgとなっている。

**8. By-Law of Bangkok Metropolis on Control of Trade which is objectionable or may be dangerous to Health B. E. 2519 (1976)**

本法は、前述したPublic Health Actの第7～9節に基づいて制定されたものですべての衛生関連施設の規制と商・工業排水、汚水・排水路の設置、トイレ、ゴミ処分施設の設置を公衆衛生局担当職員の指示によって行なうことを規定している。

**9. その他**

その他公害排除や汚水排除に関する法令としてRoyal Decree on BMA Organization B. E. 2520 (1977)があるがこれは下水排水局とゴミや汚物等の投棄を規制する権限を与え、公共事業局に前記したBuilding Control Actに基づく建物の設計と建設の権限を与えたものである。

またDeclaration of the Revolution Party on the Distributing Sale of Land No 286 B. E. 2520 (1977)があるが、これは土地の販売を行なうものに対し、当該土地にあらかじめ雨水や汚水の排水路を設置することを義務づけたものである。



JICA

