

インドネシア国

ジャカルタ市都市排水・下水道整備計画調査

要約報告書

昭和48年8月

国際協力事業団

社印
91-011

LIBRARY

JICA LIBRARY



1090757(4)

22403

インドネシア国

ジャカルタ市都市排水・下水道整備計画調査

要約報告書

1991年3月

国際協力事業団

国際協力事業団

22403

序 文

日本国政府は、インドネシア共和国政府の要請に基づき、同国のジャカルタ市都市排水・下水道整備計画に係る開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

当事業団は、1989年9月より1990年12月までの間3回にわたり、株式会社 パシフィックコンサルタンツインターナショナル 柳内龍二氏を団長とし、同社及び 日本工営株式会社から構成される調査団を現地に派遣した。

調査団は、インドネシア国政府関係者と協議を行うとともに、プロジェクト・サイト調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなった。

本報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものである。

終りに、本件調査に御協力と御支援をいただいた両国の関係各位に対し、心より感謝の意を表するものである。

1991年3月

国際協力事業団

総裁 柳谷 謙介

ジャカルタ市都市排水・下水道整備計画調査

伝 達 状

1991年3月

国際協力事業団

総裁 柳 谷 健 介 殿

インドネシア国ジャカルタ市都市排水・下水道整備計画調査の最終報告書を提出いたします。本報告書は、1989年8月25日及び1990年5月14日に国際協力事業団と株式会社パシフィック コンサルタンツ インターナショナルと日本工営株式会社の共同企業体との間で締結された契約に基づいて結成された調査団によって作成されました。

本報告書には、ジャカルタ市の都市排水及び衛生施設・下水道のマスタープラン及びそれぞれの緊急事業に対するフィージビリティ調査の調査結果が述べられています。

本報告書は、英文、和文の要約報告書、英文の主報告書、付属報告書がそれぞれマスタープランとフィージビリティ調査に分冊されています。英文及び和文の要約報告書は調査全体を簡潔明瞭にまとめ、主報告書には、調査の背景、調査地域の状況、都市排水及び衛生施設・下水道のマスタープラン、緊急事業計画ならびに提言を記述しております。付属報告書には、各種調査、検討内容及び事業計画内容の詳細を記述いたしました。さらに資料集も併せて作成致しております。

本報告書の提出にあたり、全調査期間にわたり多大なご支援を賜った貴事業団、作業監理委員会、外務省、建設省、在インドネシア日本国大使館の諸賢ならびにインドネシア国政府諸機関の関係各位に対し、心から感謝の意を表するとともに本調査の成果がジャカルタ市の都市排水及び下水道事業の実施を促進し、ジャカルタ市民の健康と衛生環境の向上の一助となることを希望する次第であります。

調 査 団 長

柳 内 龍 二

目 次

	ペ ー ジ
1. 序 論	S- 1
2. 排水計画マスタープラン調査	S- 5
3. 排水計画フェージビリティ調査	S-11
4. 衛生施設・下水道計画マスタープラン調査	S-17
5. 下水道計画フェージビリティ調査	S-26

要 約

1. 序 論

インドネシア共和国の首都であるジャカルタ市では、近年急速に人口の都市への集が進み、1975年に 460万人であったジャカルタ市の人口は1988年には約2倍の 880万人に達し、さらに2010年には 1,280万人になるものと予測されている。その結果、今日まで比較的開発が遅れていたジャカルタ市の周辺部にも都市化の波が押し寄せ、土地利用形態の変化による新たな浸水地域が発生している。さらに、ジャカルタ市では、その都市化と人口増加に伴う環境・衛生状態の悪化が深刻な問題となってきている。この様な現状から、都市排水及び衛生施設・下水道計画の策定が必要となってきた。

本調査地域は、ジャカルタ市行政区域全域の 650km² で図 1.1に示す通りである。

ジャカルタ市の都市排水及び下水道整備に関する本調査は公共事業省住宅都市総局及びジャカルタ市の協力の基に国際協力事業団によって1989年9月から1991年1月に亘り実施された。

本調査の目的は次のとおりである。

- 目標年次を2010年とし、調査地域全域を対象とした排水及び衛生施設・下水道計画のマスタープランを策定する。
- マスタープランによって選定された優先地域に関して、排水及び衛生施設・下水道計画のフィージビリティ調査を実施する。

1989年9月より1990年8月の1年間に亘って実施されたマスタープラン調査によって選定された排水計画及び下水道計画のフィージビリティ調査対象地域（プロジェクト地域）を図 1.2に示す。

都市排水計画のプロジェクト地域は、ジャカルタ市の北西周辺部に位置し、その面積は約5,000 haである。都市排水プロジェクトはチェンカレンウエスト排水プロジェクト、セパック川改修プロジェクト、ボジョン排水路改修プロジェクト、マルヤイリール排水路改修プロジェクトの4つのサブプロジェクトで構成されている。

下水道計画のプロジェクト地域はジャカルタ市の中心に位置し、その面積は約4,300 haに及ぶ。このプロジェクト地域は、マスタープランで選定された優先地域から西バンジール放水路の南側に位置するJSSPによって下水道のパイロットプロジェクト

トが現在、実施中である2つのケチャマタン、スティアプティとティベットマンガレイの約2,000 haを除いたものである。

本調査は以下の8部の報告書で構成されている。

- (1) MASTER PLAN STUDY (MAIN REPORT)
- (2) MASTER PLAN STUDY (SUPPORTING REPORT, VOLUME I)
- (3) MASTER PLAN STUDY (SUPPORTING REPORT, VOLUME II)
- (4) FEASIBILITY STUDY (MAIN REPORT)
- (5) FEASIBILITY STUDY (SUPPORTING REPORT)
- (6) DATABOOK
- (7) DRAWING
- (8) EXECUTIVE SUMMARY

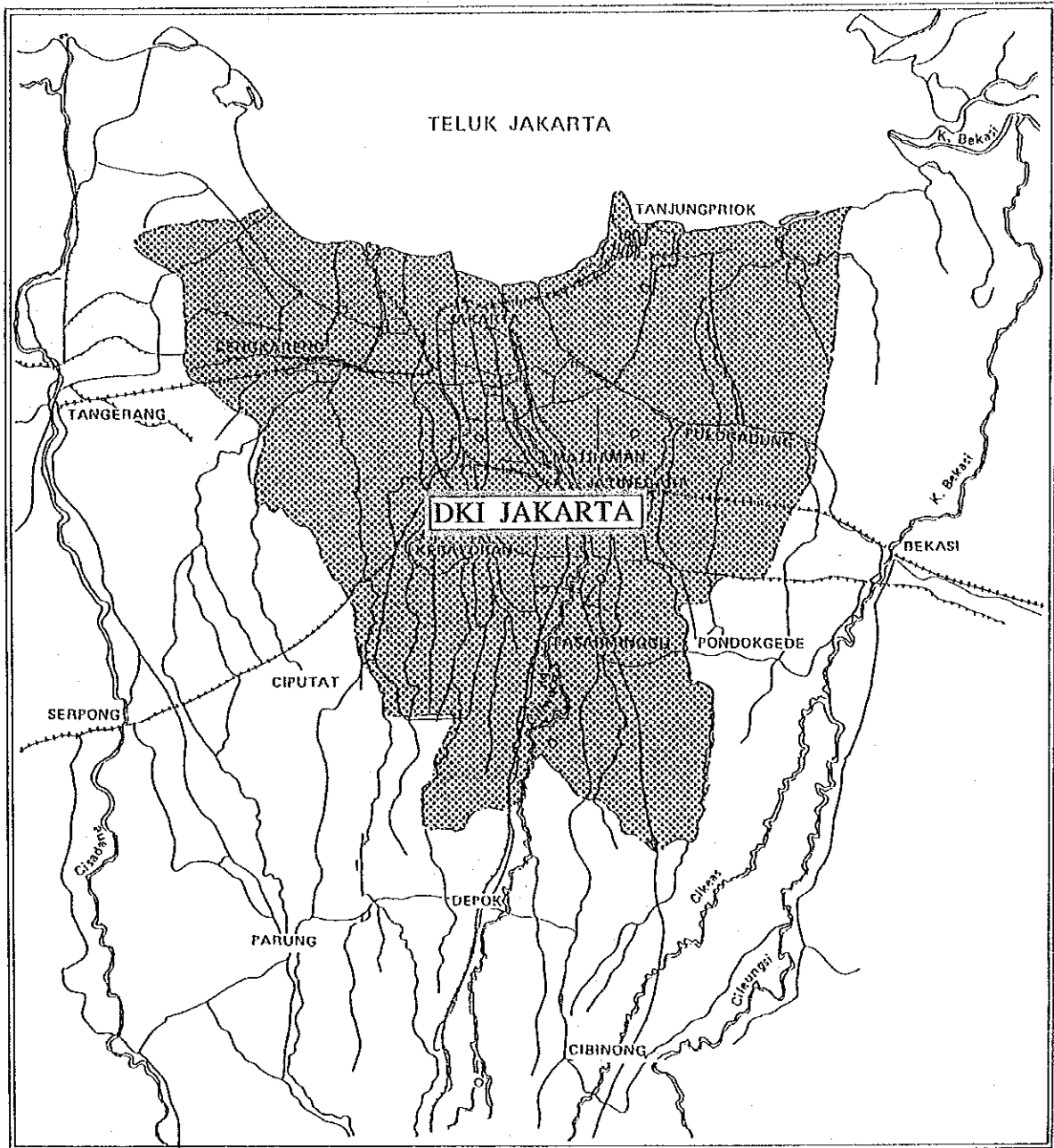
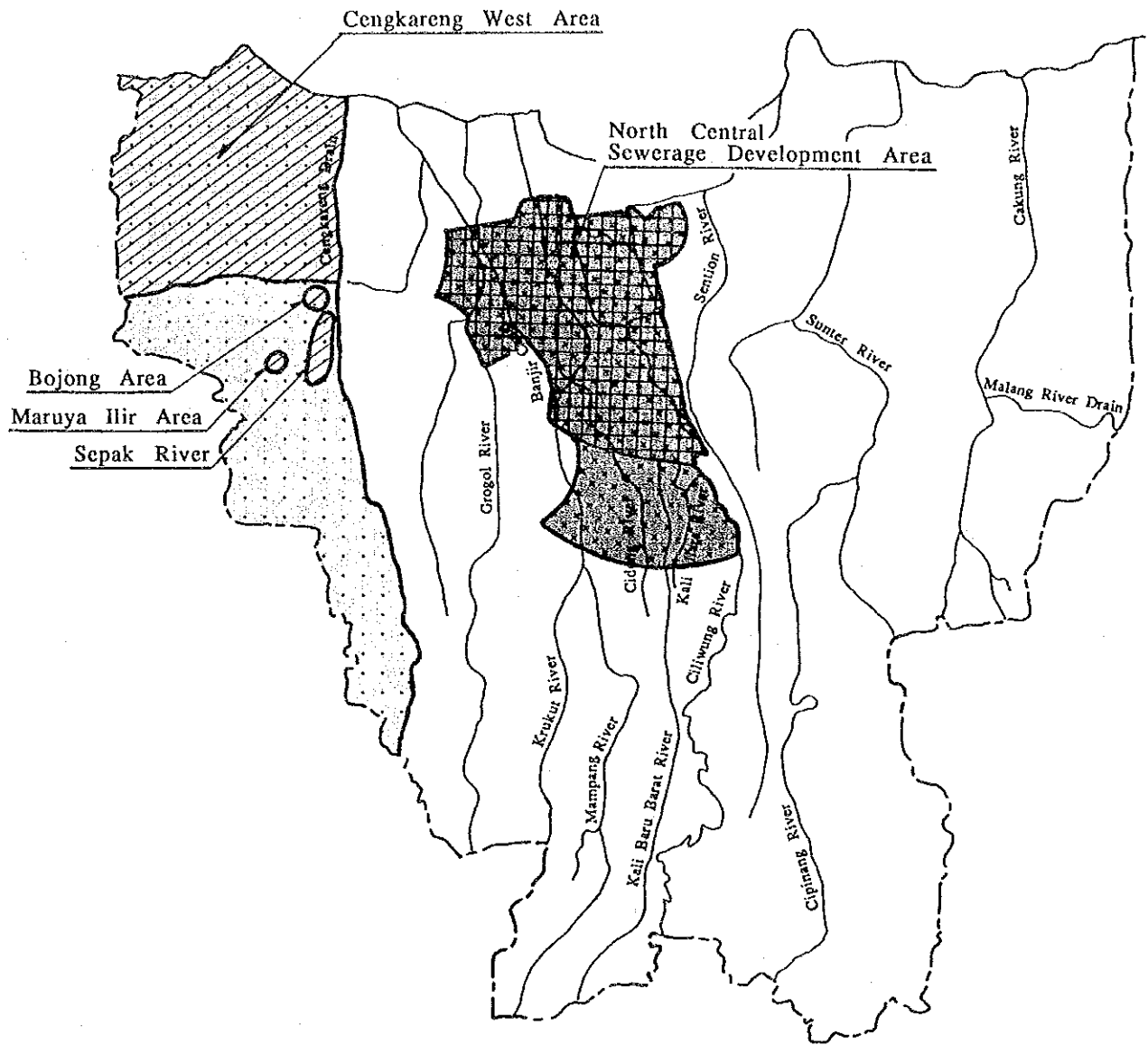


図 1. 1

マスタープラン調査地域

THE STUDY ON URBAN DRAINAGE AND WASTE WATER DISPOSAL PROJECT IN THE CITY OF JAKARTA



LEGEND





-  : Priority Area of Drainage Development (Drainage Zone No.1)
-  : Project Area of Drainage Development
-  : Priority Area of Sewerage Development (Central Sewerage Zone)
-  : Project Area of Sewerage Development

図1. 2

フイージビリテイー調査対象地域

2. 排水計画マスタープラン調査

2.1 対象都市排水路

本調査の計画対象河川は、洪水調節河川及び小規模都市排水路を除く主要都市排水路である。インドネシア政府の規定によると洪水調節河川は、その源が対象都市域外にある河川であるのに対して、都市排水路はその源が対象都市域内にあり、対象都市域内のみの降雨を排水するものと定義されている。

調査区域内の水路のうち、次の11河川は洪水調節河川である。

- － ムークラファート、アンケ、パサングラハン、グロゴル、クルクト、チリウン、チピナン、スンテル、ブアラン、ジャティクラマト、チャクーン

上記河川のうち、前者6河川は、現存するチェンカレン放水路及びバンジールカナルで分水された後、ジャカルタ湾に流下している。また、後者の5河川は現在計画中の東バンジールカナルで分流した後、ジャカルタ湾に流下する計画である。従って、本来ならばこれらの河川は全域洪水調節河川であるが、放水路（両バンジールカナル及びチェンカレ放水路）への合流点より下流部については、都市排水路として取り扱うものとした。

調査対象都市排水路網は158にのぼるが、そのうち50水路については、現在、詳細設計または工事が実施中であり、対象から除外した。

洪水調節河川及び対象都市排水路を図2.1に示す。

2.2 洪水及び洪水被害

主要都市排水路の洪水はジャカルタ市内の降雨及びジャカルタ湾の高潮に起因している。浸水可能域は96ヶ所、常時浸水域は79ヶ所である。浸水可能域は11,099haとなり本調査地域の16.6%、常時浸水域は3,615 haで5.4%を占めている。

本調査地域内の主な洪水被害は次のように分類される。

- i) 家屋、商店、工場及びその他の資産の被害
- ii) 商店、工場及びその他の施設の閉鎖による収入減
- iii) 交通への被害
- iv) インフラストラクチャーへの被害

本プロジェクトを実施しない場合の平均年間洪水被害額は、1990年価格で1988年に471億ルピア、2010年に1,610億ルピアに達するものと推定される。全被害額のうち家屋に対する被害の占める割合が最も高く約70%となる。

2.3 現在実施中のプロジェクト

ジャカルタ市の洪水防御計画の一部として、現在25の都市排水路整備計画が実施中であり、また50の主要排水路が主にジャカルタ洪水防御計画によって詳細設計段階にあるか、または建設中である。このプロジェクトは120kmに及ぶ水路の改修、全容量が98m³/sの8ヶ所のポンプ場、調整池、水門等の施設を建設するものである。

実施中のプロジェクトの位置を図2.2に示す。

2.4 排水計画

本調査における都市排水計画は、現在実施中の50の排水路整備との整合を計り、現況の流域に基づいて、調査地域を6つの排水区に分割して実施した。

本調査で提案する主なプロジェクトは、現況の水路の改修、新規の水路及びポンプ場の建設であり、各排水区毎の主要プロジェクトを以下に示す。

排水区 No.	1	2	3	4	5	6	合計
水路改修							
・水路数	10	3	3	—	1	15	32
・総延長(km)	30.6	8.1	8.9	—	1.2	27.3	76.1
水路建設							
・水路数	—	—	—	—	—	3	3
・総延長(km)	—	—	—	—	—	11.4	11.4
ポンプ場建設							
・ポンプ場数	—	1	1	—	—	—	2
・全容量(m ³ /s)	—	2.5	6.2	—	—	—	8.7

プロジェクトの位置を図2.3に示す。

2.5 プロジェクト評価

1) 事業費

本計画で提案された事業の建設費は1990年価格で 1,337億ルピアとなり、現在実施中の事業の建設費 5,430億ルピアとの合計は 6,767億ルピアとなる。各排水区毎の事業費を以下に示す。

(単位：10億ルピア)

排水区 No.	現在実施中の事業	本プロジェクトで提案した事業	合計
1	1.8	59.6	61.4
2	84.6	9.7	94.3
3	5.2	14.6	19.8
4	165.9	—	165.9
5	—	0.8	0.8
6	285.5	49.0	334.5
合計	543.0	133.7	676.7

1) 経済評価

本プロジェクトに現在実施中のプロジェクトを加えたジャカルタ市の総合都市排水プロジェクトの経済効果を以下に示す。

- 純現在価値 (NPV) : 4.350 億ルピア
- 費用便益比率 (B/C) : 2.15
- 内部収益率 (EIRR) : 20.2 %

2.6. フィージビリティ調査対象地域

本プロジェクトの6つの排水区の優先順位は、必要性和便益、地域の均一性、環境改善、低所得者層の救済等、総合的判断から排水区域No. 1をフィージビリティ調査の最優先地域に選定した。(図 1.2参照)

2.7 提 言

- (1) 近年ジャカルタ市の北部海岸地域では、地盤沈下が進行している。この地盤沈下対策として、雨水による地下水の人工函養が考えられる。これは洪水防御対策としても有効であり、採用の可能性を判断する目的で、現地での雨水の地下水への注入試験の実施を提言する。
- (2) 都市排水システムを効率的に運転管理する目的で現況の水文観測網の拡充を提言する。
- (3) 都市排水事業を管轄する現在のジャカルタ市の組織は充分ではなく、将来の拡充する都市排水システムを円滑に運営可能な組織に強化することを提言する。

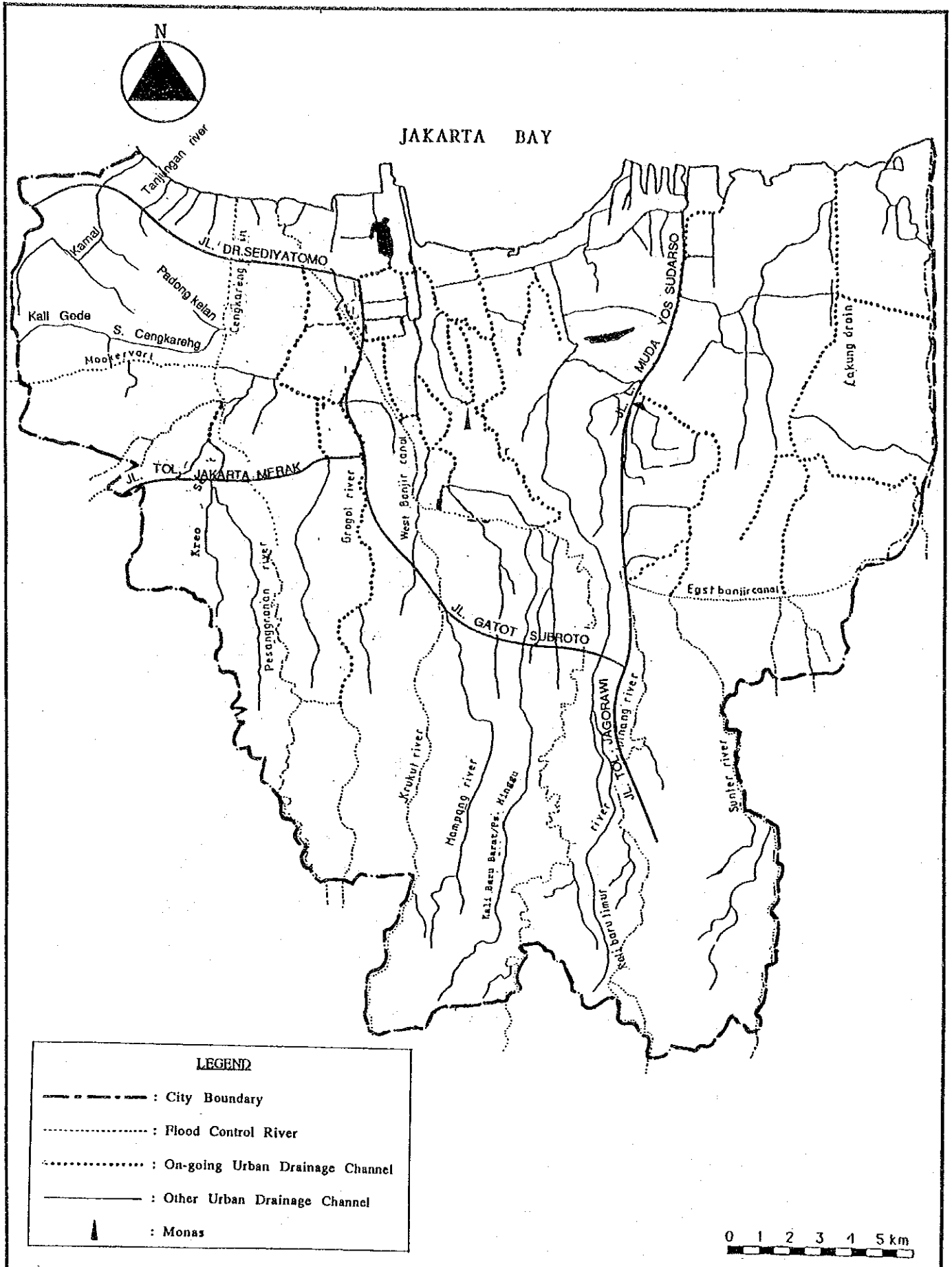


图 2. 1

都市排水計画対象水路

THE STUDY ON URBAN DRAINAGE AND WASTE WATER DISPOSAL PROJECT IN THE CITY OF JAKARTA

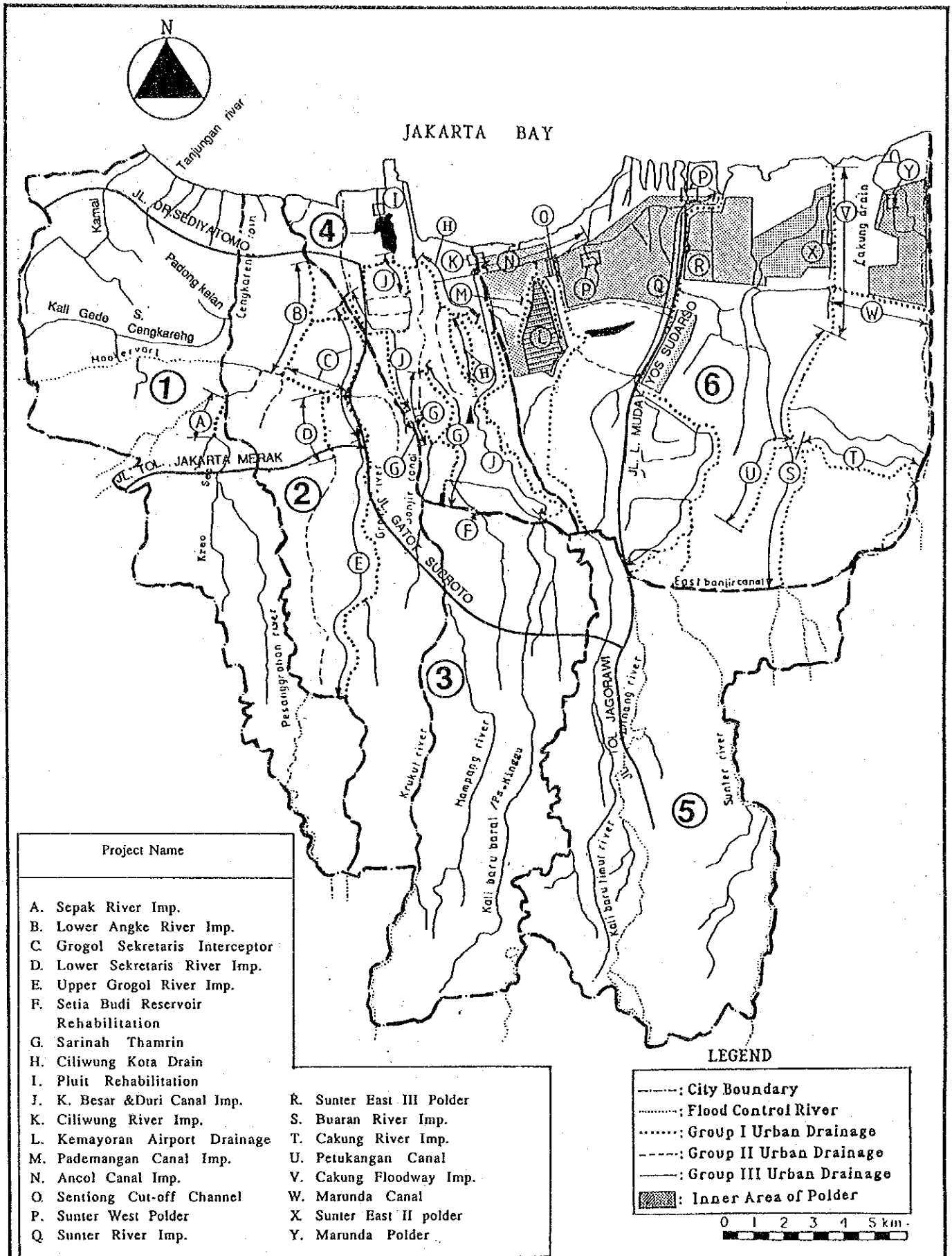
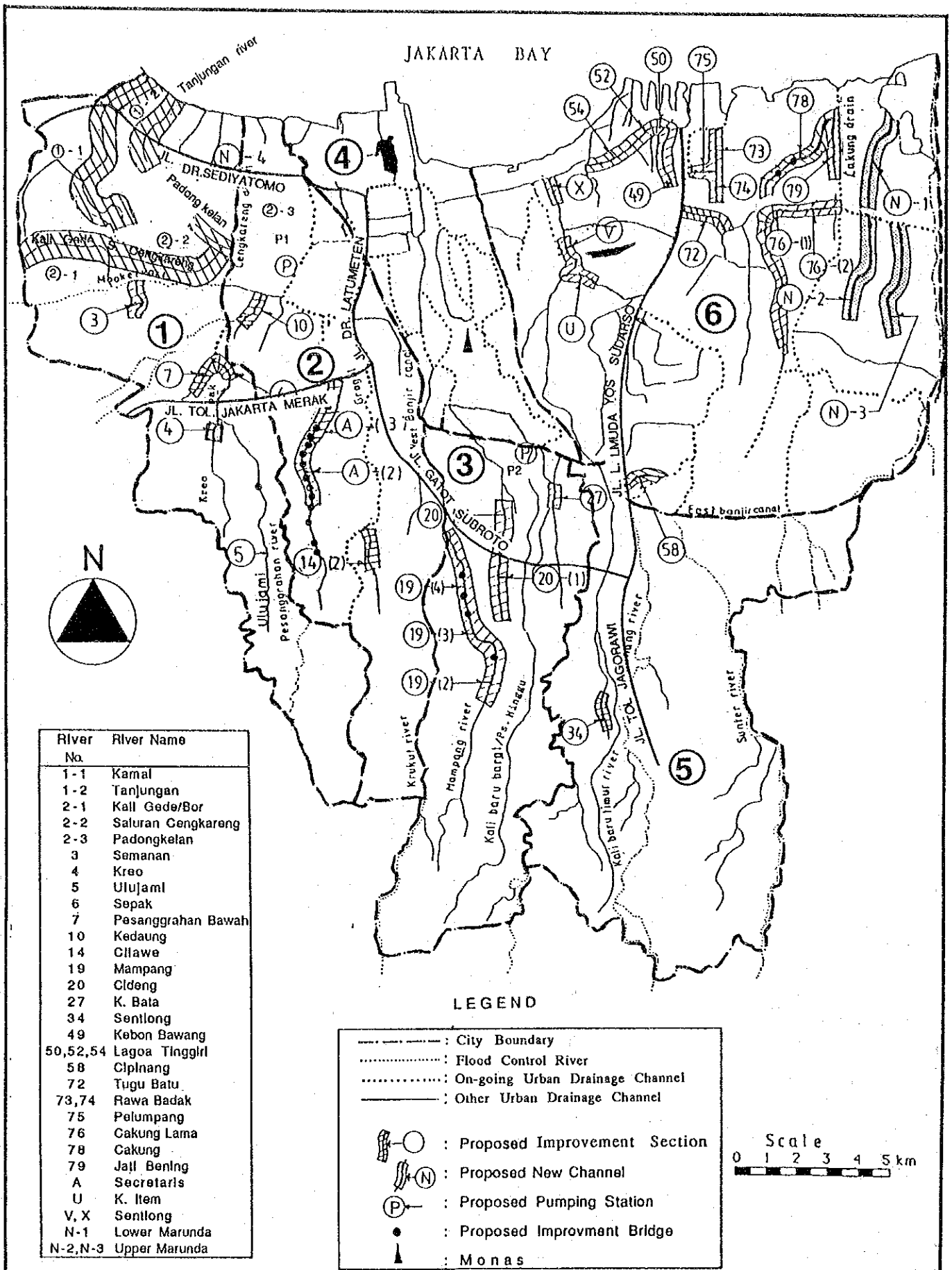


図 2. 2

現在実施中の都市排水事業

THE STUDY ON URBAN DRAINAGE AND WASTE WATER DISPOSAL PROJECT IN THE CITY OF JAKARTA



River No.	River Name
1-1	Kamal
1-2	Tanjungan
2-1	Kali Gedo/Bor
2-2	Saluran Gengkareng
2-3	Padongkelan
3	Semanan
4	Kreo
5	UluJamli
6	Sepak
7	Pesanggrahan Bawah
10	Kedaung
14	Cihawe
19	Mampang
20	Cideng
27	K. Bata
34	Sentlong
49	Kebon Bawang
50,52,54	Lagoa Tinggiri
58	Ciplang
72	Tugu Batu
73,74	Rawa Badak
75	Pelumpang
76	Cakung Lama
78	Cakung
79	Jail Bening
A	Secretaris
U	K. Item
V, X	Sentlong
N-1	Lower Marunda
N-2, N-3	Upper Marunda

LEGEND

	: City Boundary
	: Flood Control River
	: On-going Urban Drainage Channel
	: Other Urban Drainage Channel
	: Proposed Improvement Section
	: Proposed New Channel
	: Proposed Pumping Station
	: Proposed Improvement Bridge
	: Monas

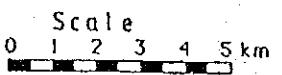


図 2. 3

都市排水計画プロジェクト位置図

THE STUDY ON URBAN DRAINAGE AND WASTE WATER DISPOSAL PROJECT IN THE CITY OF JAKARTA

3. 排水計画フェージビリティ調査

3.1 プロジェクト地域

プロジェクト地域は、ジャカルタ市の北西部の低湿地帯で、面積は約5,000 haである（図 1.2参照）。このプロジェクト地域は、チェンカレンウエスト、ボジョン、セパック川、マルヤイリールの4つのサブプロジェクト区域に分割される。しかしながら、主な計画施設は、チェンカレンウエスト地区に限られており、本章では、チェンカレンウエスト地区についてのみ要旨を説明する。

チェンカレンウエストプロジェクト地区は、西はジャカルタ市行政区域界、南はムークラファート川、東はチェンカレン放水路で囲まれた4,700 haの地域である。この地区の人口は1988年に263,000 人であり、2010年には456,000 人になると予測されている。

この地区は、人口増加に伴って急速な都市化が進展しており、住居地域、商業・公共地域及び工業地域の総計が、1990年に2,350 haでプロジェクト地域に占める割合が50%であったものが、2005年には3,525 haとなり全体の75%を占めるようになるものと予測されている。

施設計画のための対象排水区は、3,823ha で図 3.1に示す通りであり、ムークラファート川沿いの470 ha及び北東の海岸部のバンダンプルマイリゾート開発地区の430 haを除いたものである。この対象排水区は、次の5つの排水区に分割できる。

(1) A排水区

集水面積は777 haで、雨水は全長3.2 kmのタンジュンガン川より、ジャカルタ湾へ直接排水されている。川幅は、2～5 mで河床勾配は約1/3,000 である。

(2) B排水区

カマル川及びその支流の1,637 haで、雨水はカマル川でジャカルタ湾へ排水されている。カマル川の延長は11.8kmで、川幅は3～18 mで、河床勾配は1/2,000 ～1/3,000 である。

(3) C排水区

集水面積が563 haのC排水区の雨水はカリグデ及びカリボルの水路によってムークラファート川に排水されている。カリグデ及びカリボルの水路の総延長は4.8 km、川幅は 2～4 kmで河床勾配は1/2,000 である。

(4) D排水区

D排水区は、サルラン・チェンカレン水路の集水域で面積は331 haである。雨水はE排水区のパドンケラン放水路を経てチェンカレン放水路へ排水されている。サルラン・チェンカレン水路の全長は、4.5 kmであり、川幅は 2~6m、河床勾配は1/2,000 である。

(5) E排水区

E排水区はパドンケラン水路の集水域で、面積は515 haである。この排水区の雨水はチェンカレン放水路へ排水されている。排水区の大部分の地域で現在宅地開発が進行中である。また、チェンカレン放水路との合流地点にはチェンカレン放水路からの背水を調節するために、ゲートが設置されている。パドンケラン水路の全長は1.1 kmで川幅は 2~5m、勾配は1/2,000 となっている。

3.2 洪水及び洪水被害

このプロジェクト地域には、浸水可能域が10ヶ所あり、そのうち6ヶ所は常時浸水域である。浸水可能域の総面積は約474 ha、常時浸水域は約273 haに達する。

本調査区域での主な洪水被害は以下の通りである。

- 家屋、商店、工場及びその他の資産の被害
- 商店及び工場の閉鎖による収入減
- 交通への被害
- インフラストラクチャーやその他の諸施設への被害

平均洪水被害総額は1988年は12億6,200 万ルピアと算定され、2010年には70億8,500 万ルピアに増加すると予測される。この被害では資産の占める被害が卓越しており、現況及び将来において全体の80% となっている。

3.3 排水路改修計画

(1) 排水システム

チェンカレンウエスト地区の排水計画は次のA, B, C, D, Eの5つの流域の排水システムに分割される。

- I) A排水区 : タンジュンガン川排水システム
- II) B排水区 : カマル川排水システム
- III) C排水区 : カリゲデ及びカリボル水路排水システム
- IV) D排水区 : サルラン・チェンカレン水路排水システム
- V) E排水区 : パドンケラン水路排水システム

上記の5つの排水区はすべて自然流下によって排水するよう計画され、ポンプ場の計画はない。また、上記のすべての流域内の河川及び主要水路は、流下能力を増大するために拡幅及び河床の掘削を行う。A、B及びEの排水区では、上流域の雨水を排除するために現況の水路を上流側に延長するとともに、新しい排水路を構築する。また、パドンケラン水路のチェンカレン放水路との合流地点に現存するスルースゲートを改修する。

すべての排水路及び排水施設は10年確率洪水に対応できるように設計する。

上記の5排水区の計画洪水流量、水路改修延長、水路勾配、水路幅及び水路深を以下に示す。

排水区	集水面積 (ha)	計画洪水 流量 (m ³ /s)	水路改修			
			延長 (km)	勾配	水路幅 (m)	水路深 (m)
(A)タンジュンガン	777	13 ~ 24	7.2	1/3.000	7.0~16.0	2.5
(B)カマル	1.637	22 ~ 47	8.1	1/1.600 ~1/3.000	5.4~25.1	2.4
(C)カリゲデ及びカリボル	563	23 ~ 27	4.8	1/2.000	5.2~ 8.5	2.5~3.0
(D)サルラン・チェンカレン	331	13 ~ 18	4.5	1/2.000	5.5~ 7.5	2.5
(E)パドンケラン	515	12 ~ 30	2.9	1/2.000	5.5~10.7	2.5
合計	3.823	-	27.5	-	-	-

水路の改修位置及び各水路の計画洪水流量配分図を図 3.2に示す。

(2) 建設計画及び用地取得

主な建設計画及び用地取得・補償は以下の通りである。

i) 建設計画

- 水路掘削 : 469,000 m³
- 盛土 : 106,000 m³
- 護岸 : 46km, 195,000m²
- 橋梁改修 : 15ヶ所, 700 m²
- 高速道路横断 : 2ヶ所, 360 m²
- 管理用道路 : 35km, 138,000m²
- スルースゲート改修 : 1ヶ所

11) 用地取得及び補償

- 用地取得 : 42ha
- 補償対象家屋 : 230 戸

3.4 プロジェクト評価

(1) 事業費

都市排水計画の総事業費は512 億ルピア（1990年7月現在の価格）であり、その内訳を以下に示す。

（単位：百万ルピア）

項 目	費 用
工 事 費	19,880
用地取得／補償費	26,646
技 術 費	1,988
事 務 管 理 費	698
予 備 費	1,988
合 計	51,200

(2) 経済評価

提案したプロジェクトの経済的効果は次のように評価される。

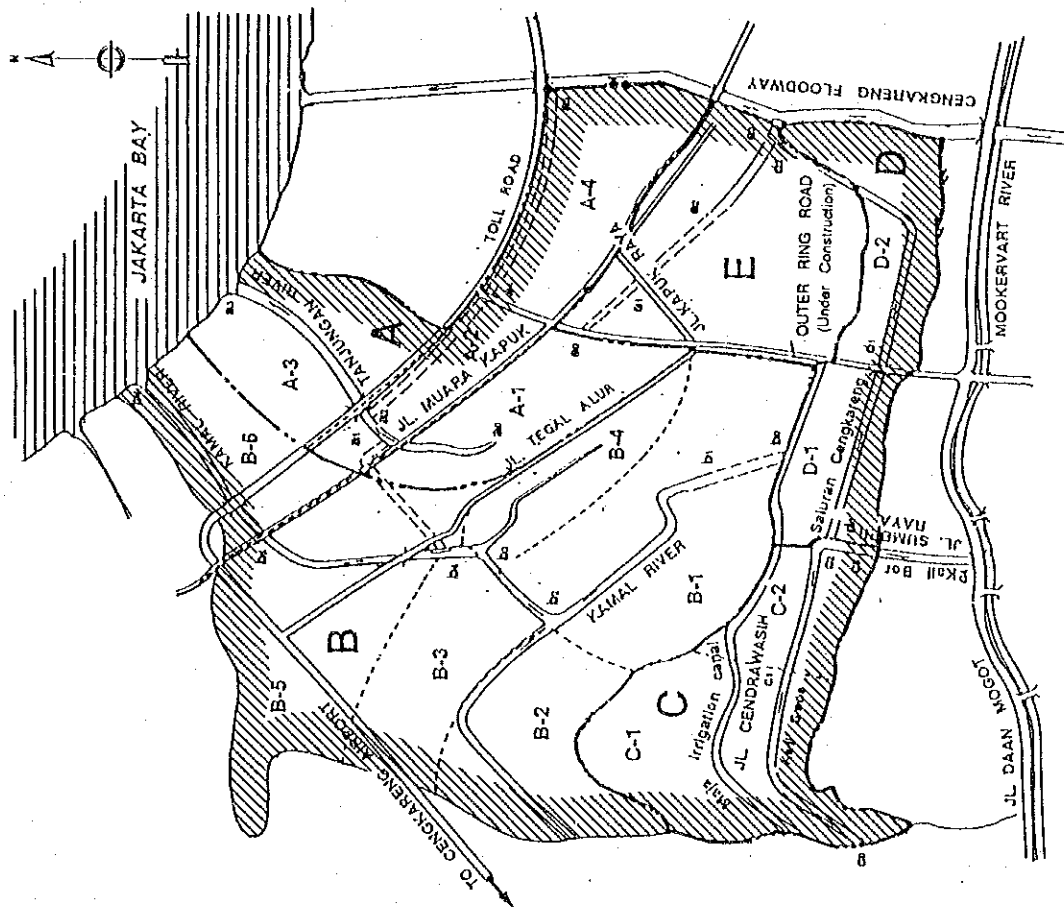
- 純現在価値（NPV） : 208 億2,200 万ルピア
- 費用便益比率（B/C） : 2.15
- 内部収益率（BIRR） : 20.0%

(3) 環境影響評価

最近完成した類似プロジェクトにおいても、著しく環境を破壊したという報告はなく、本プロジェクトの実施により著しく環境を破壊することはないと思われる。

3.5 提 言

将来の都市開発に伴う洪水流出量の増大に対処するために、本プロジェクトの早期の実施が望まれる。従って、そのための資金の調達に早急に取りかかることを提言する。

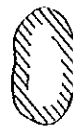


Length of Drainage Channel

Basin	Route	Length (km)	Existing	New Channel	
A	a1-a1	1.10			
	a1-a2	0.45			
	a2-a3	1.46			
	a4-a4	1.70			
	Sub Total	3.15	4.00	0.15	
B	b1-b1	2.20			
	b2-b3	1.00			
	b3-b4	0.30			
	b4-b5	1.34			
	Sub Total	1.48	11.80	0.84	
C	c1-c1	1.26			
	c1-c2	1.48			
	c2-c3	0.45			
	c3-c4	0.46			
	Sub Total	4.78	11.26	0.54	
D	d1-d1	1.65			
	d1-d2	2.84			
	Sub Total	4.50			
	E	e1-e1	0.75		
		e1-e2	1.80		
e2-e3		0.85			
e3-e4		0.10			
Sub Total		1.05	3.25	5.43	
Total		20.34			

Catchment Area of Sub Basin

Basin	Sub-basin	Area (km ²)	
A	A-1	1.9	
	A-2	1.41	
	A-3	2.11	
	A-4	2.35	
	Sub Total	7.77	
B	B-1	4.64	
	B-2	2.47	
	B-3	2.18	
	B-4	1.52	
	B-5	3.72	
Sub Total	16.57		
C	C-1	3.53	
	C-2	2.31	
	Sub Total	5.83	
	D	D-1	1.29
		D-2	1.92
Sub Total		3.21	
E		E-1	5.15
		Sub Total	5.15
	TOTAL	36.23	



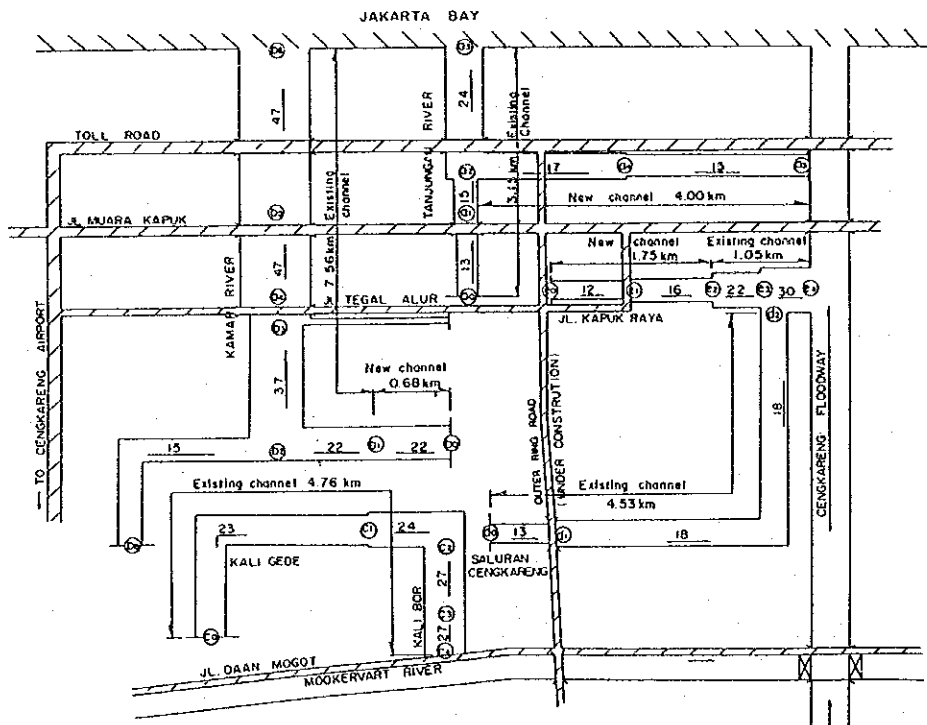
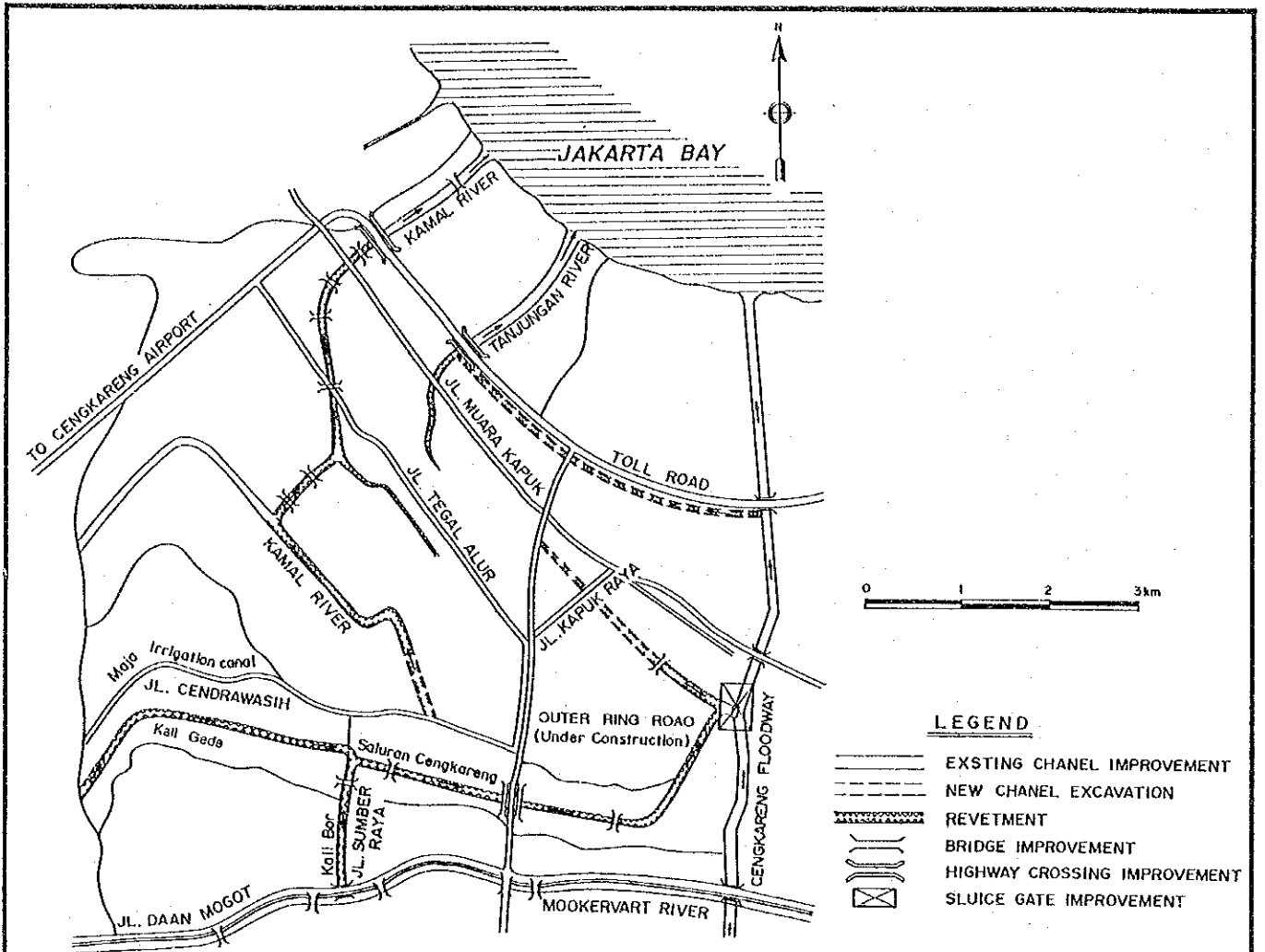
: Objective Drainage Basin

図 3. 1

対象排水区及び現況の排水システム



THE STUDY ON URBAN DRAINAGE AND WASTE WATER DISPOSAL PROJECT IN THE CITY OF JAKARTA



(DESIGN FLOOD DISCHARGE DISTRIBUTION OF PROPOSED CHANNEL)

图 3. 2

水路改修計画

4. 衛生施設・下水道計画マスタープラン調査

調査対象地区における衛生施設・下水道整備計画の目的は、地域の衛生状況の改善と公共水域の水質汚濁の軽減である。

現況の人口密度と河川の水質データに基づけば、人口密度の増加に伴ない河川の汚濁は進行し、河川のBOD値は人口密度に比例して増加する関係がある事が判明した。また、地域の衛生状況も同様の傾向を示している。

実際に、調査対象地区の河川水質を見ると、人口密度が100人/ha以下の地域ではBOD値が30 mg/Q以下、人口密度が100～300人/haの地域ではBOD値が30～80 mg/Q、人口密度が300人/ha以上の地域ではBOD値が80 mg/Qを越えている。

本計画の目標河川水質は、2010年でBOD値を30 mg/Q以下とした。この値は制令(Governor's Decree)No.1608,1988で生物活動を支えるための許容出来る限界値として要求されている値である。

上記基準に基づき、2010年のクルラハン別人口密度より、調査地域をA、B、Cの3区域に分割した(図4.1に示す)。

1) A区域：単独浄化槽設置区域

この区域はクルラハンの人口密度が100人/ha以下の地域であり、河川のBOD値を30 mg/Q以下に維持するためには、原則として、トイレ排水の処理だけを考え、雑排水は無処理で放流してもかまわない区域である。

この区域には37のクルラハンが含まれ、その面積は21,159ha、2010年での人口は1,482,000人となる。

ii) B区域：合併浄化槽設置区域

この区域は人口密度が100～300人/haの範囲にあるクルラハンから構成され、トイレ排水と雑排水の両方を処理する必要がある区域である。河川の目標水質であるBOD値30 mg/Q以下を達成するためには、排水水質はBOD値60 mg/Qを確保しなければならず、本計画では、経済性の面から下水道ではなく、上向流フィルター付セプティックタンクを提案している。

この区域には、89のクルラハンが含まれ、その面積は27,386ha、将来人口(2010年)は4,967,000人となる。

111) C区域：下水道計画区域

この区域は、将来の人口密度が300人/haを越える、主に調査対象区域の中心部に位置するクルラハンによって構成されている。この区域では、河川の目標水質を維持するためには処理水放流水質をBOD値30 mg/l以下に保持する必要があり、この場合、個別処理よりも下水道による集中処理が経済性に優れている。

この区域は140のクルラハンをカバーし、面積16,604ha、2010年の将来人口は6,351,000人となる。

4.2 下水道計画

下水道対象区域について9処理区分割案から1処理区案までの5つの代替案を作成し比較検討した結果、図4.2に示す6処理区分割案を最適案として提案する。

汚水収集方法としては完全分流方法と遮集管方式とを採用し、汚水処理方法としては十分な用地が確保出来る処理区については、原則としてエアレーティッドドラグーン方式を採用する。

各処理区の主要施設の仕様を表4.1に示す。

下水道計画に係る事業費は、1990年価格で18,145億ルピア（各戸の排水設備費を含めると19,305億ルピア）、年間維持管理費は1990年価格で181億ルピアである。事業費の内訳を表4.2に示す。

4.3 衛生設備計画

衛生設備計画は、個別処理計画区域であるA区域及びB区域の全域と下水道計画区域であるC区域のうち遮集管区域を対象とする。

(1) 個別処理施設

個別処理施設には、戸別トイレとその処理設備及び公共トイレがある。公共トイレ施設は、戸別トイレ施設を設置する余裕のないほど人口密度が高い、特にカンボン地区を設置対象地区とし、人口密度の比較的低いA地区は、戸別トイレ施設により対応し、共同トイレの建設は行なわない。

単独処理システムの対象区域であるA地区では、原則としてトイレ排水のみを対象とした施設を設けるものとし、地下水位の低い地域、高い地域に分けそれぞれリーチングピットまたは、セプティックタンク付リーチングピット、土塚つき

セプティックタンク（リーチングピット）を設置する。

トイレ排水と雑排水の両方を処理対象汚水とするB地域では、合併浄化槽または上向流フィルター付セプティックタンクを設置する。

下水道計画区域であるC地区の遮集管区域には、トイレ排水を対象としたセプティックタンクを設置する。

(2) 浄化槽汚泥処理施設

個別処理施設からの汚泥の引き抜き及び引き抜き汚泥の輸送・処理のために、調査対象区域を図 4.3に示すごとく10区域に分割する。引き抜き汚泥の処理には、当計画で提案した6ヵ所の下水処理場（Area1～6）及び既存のプロゲバン及び建設中のデュリコサンピの汚泥処理施設を利用するほか、新たにクルラハン、パサル・ミングゥとパサル・レボの2ヵ所に汚泥処理施設を建設する計画とした。

各処理区ごとの引き抜き汚泥の輸送、主要処理施設を表 4.3に示す。

(3) プロジェクトコスト

個別衛生処理施設の総事業費は1990年価格で14.110億ルピアであり、内訳としては、公費分が890億ルピア、私費分が13.220億ルピアである。また、年間の維持管理費は46億ルピアとなる。

4.4 水質汚濁の軽減効果

ジャカルタ市全域での将来のBOD 負荷量は、2010年に 545.245kg/日と予測される。本プロジェクトで提案する衛生設備及び下水道整備計画が実施された場合、BOD の削減量は 297.570kg/日となり、削減率は55%となる。各地区毎の将来のBOD 負荷量及び削減量を以下に示す。

	BOD 負荷量 (kg/日)	BOD 削減量 (kg/日)
A 区域	101.494	0
B 区域	213.940	105.319
C 区域	229.811	192.251
計	545.245	297.570

調査対象地域の中心地区における現況の河川水質は、平均でBOD 値67 mg/l であり、無施策の場合は2010年でBOD 値88 mg/l 以上に悪化する。一方、衛生設備及び下水道計画に加え、工場排水規制が実施されれば、河川の水質を目標水質であるBOD 値30 mg/l 以下に改善することが可能となる。

4.5 財務分析

衛生設備及び下水道計画の1990年価格における公共投資額は、建設費19,040億ルピア、年間維持管理費は226.6億ルピアと算定される。

下水道施設の建設費が高いことにより、受益者がその全額を負担することは困難であるが、インドネシア政府にも既に受け入れられているように、下水道施設の維持管理費を受益者が負担することは必要となる。下水道及び衛生施設に対する料金の支払い意識調査によると、1988年では調査地域全域での支払い意志金額は1990年価格で年間391.7億ルピアとなり、また2010年には975.6億ルピアになると推定される。これは、下水道及び衛生施設の年間の維持管理費を十分負担することが可能である。

また、一方ジャカルタ市の過去の都市開発予算がGDPの4.8%であることより、1993年から2010年の18年間に期待できるジャカルタ市の都市開発予算は、1990年価格で12.28兆ルピアに達し、建設費の1.9兆ルピアを負担するに十分であり、本プロジェクトの実現性は非常に高いものと判断される。

4.6 下水道開発の優先順位

提案された6処理分区の優先順位は、需要/便益、事業費及び制約条件等を総合的に判断して決定した。

その結果、フィージビリティ調査の対象地域として中央処理区が選定された。

4.7 提言

環境汚染に対する住民の認識を高めることが、ジャカルタ市の環境を改善し、また下水道事業の推進にもぜひとも必要である。従って、ジャカルタ市または他の関連機関は、環境改善の重要性及びそれに伴う生活環境の改善について住民の意識を高めるために、キャンペーンを実施するよう提言する。

表4. 1 各処理区の主要施設

Zone	Central	North West	South West	North East	South East	Tanjung Priok	Total
Served Area (ha)	6,107	2,016	2,170	3,566	1,243	1,502	16,604
Conventional Area (ha)	3,422	530	938	1,610	307	700	7,507
Interceptor Area (ha)	2,595	1,332	1,232	1,886	936	802	8,783
No Sewerage Area (ha)	90	154	0	70	0	0	314
Population Served in 2010	2,466,000	642,000	674,000	1,383,000	523,000	663,000	6,351,000
Conventional Area	1,149,000	185,000	244,000	527,000	137,000	337,000	2,579,000
Interceptor Area	1,317,000	457,000	430,000	856,000	386,000	326,000	3,772,000
Population Density (person/ha)	410	345	311	396	421	441	382
Conventional Area	336	349	260	327	446	481	344
Interceptor Area	508	343	349	424	412	406	429
Lift Pump Station	1	3	5	0	0	1	10
Treatment Plant							
Plant Area (ha)	88.0	18.0	16.0	14.0	13.0	37.0	186.0
System	A.L & F.P	A.L	A.L	A.S	A.L	A.L & F.P	-
Capacity (m3/d)	529,000	124,000	117,000	261,000	101,000	120,000	1,252,000
Discharge to	Jakarta B.	Cengka.	Pesangg.	Sunter	Sunter	Cakung	-

Note : A.L means aerated lagoon
 : A.L & F.P means aerated lagoon & facultative pond
 : A.S means conventional activated sludge

表4. 2 各処理区別事業費及び年間維持管理費

(Project Cost)

Sewerage Zone	(Unit: Rp. million)						
	Central	North West	South West	North East	South East	Tanjung Priok	Total
Cost Item							
A. Direct Construction Cost	523,883	169,154	193,510	398,559	97,110	141,850	1,524,066
(1) Collection Sewer Line	479,801	137,645	149,816	271,808	68,393	115,072	1,222,535
(2) Lift Pump Station	-	10,373	15,747	-	5,251	6,068	37,439
(3) Treatment Plant	44,082	21,136	27,947	126,751	23,466	20,710	264,092
B. Land Acquisition Cost	568	1,944	2,721	710	1,012	1,401	8,356
C. Administration Cost	7,867	2,566	2,943	5,989	1,472	2,149	22,986
D. Engineering Cost	36,672	11,841	13,546	27,899	6,798	9,930	106,685
E. Physical Contingency	52,388	16,915	19,351	39,856	9,711	14,185	152,407
Total	621,378	202,421	232,071	473,013	116,103	169,514	1,814,500
F. House Connection Cost	51,696	8,316	10,980	23,724	6,156	15,156	116,028
Grand Total	673,074	210,737	243,051	496,737	122,259	184,670	1,930,528

(Annual O&M Cost)

Sewerage Zone	Central	North West	South West	North East	South East	Tanjung Priok	Total
A. Collection System	191	49	62	104	30	45	481
B. Lift Pump Station	-	488	581	-	89	127	1,285
C. Treatment Plant	6,698	1,285	1,382	4,113	1,208	1,615	16,301
Total	6,889	1,822	2,025	4,217	1,327	1,787	18,067

表4.3 各処理区の引抜き汚泥の輸送及び処分量

Service Area / Treatment Plant	Area (ha)	Average Quantity of Desludging (m ³ /d)		Vacuum Truck (Nos.)
		Whole Service Area	On-site Area (Area A + Area B)	
1	10,523	411	121	48
2	3,597	234	142	16
3	5,931	383	298	30
4	5,106	283	98	22
5	1,243	78	0	5
6	7,964	237	170	28
7(DK.)	6,950	300	300	23
8	8,245	304	304	35
9	9,441	299	299	35
10(PG.)	6,149	310	310	24
Study Area (Total)	65,149	2,839	2,042	266

Note : DK. : Sludge treatment plant under construction in Duri Kosambi
 PG. : Existing sludge treatment plant at Pulo Gebang
 All others to be newly constructed

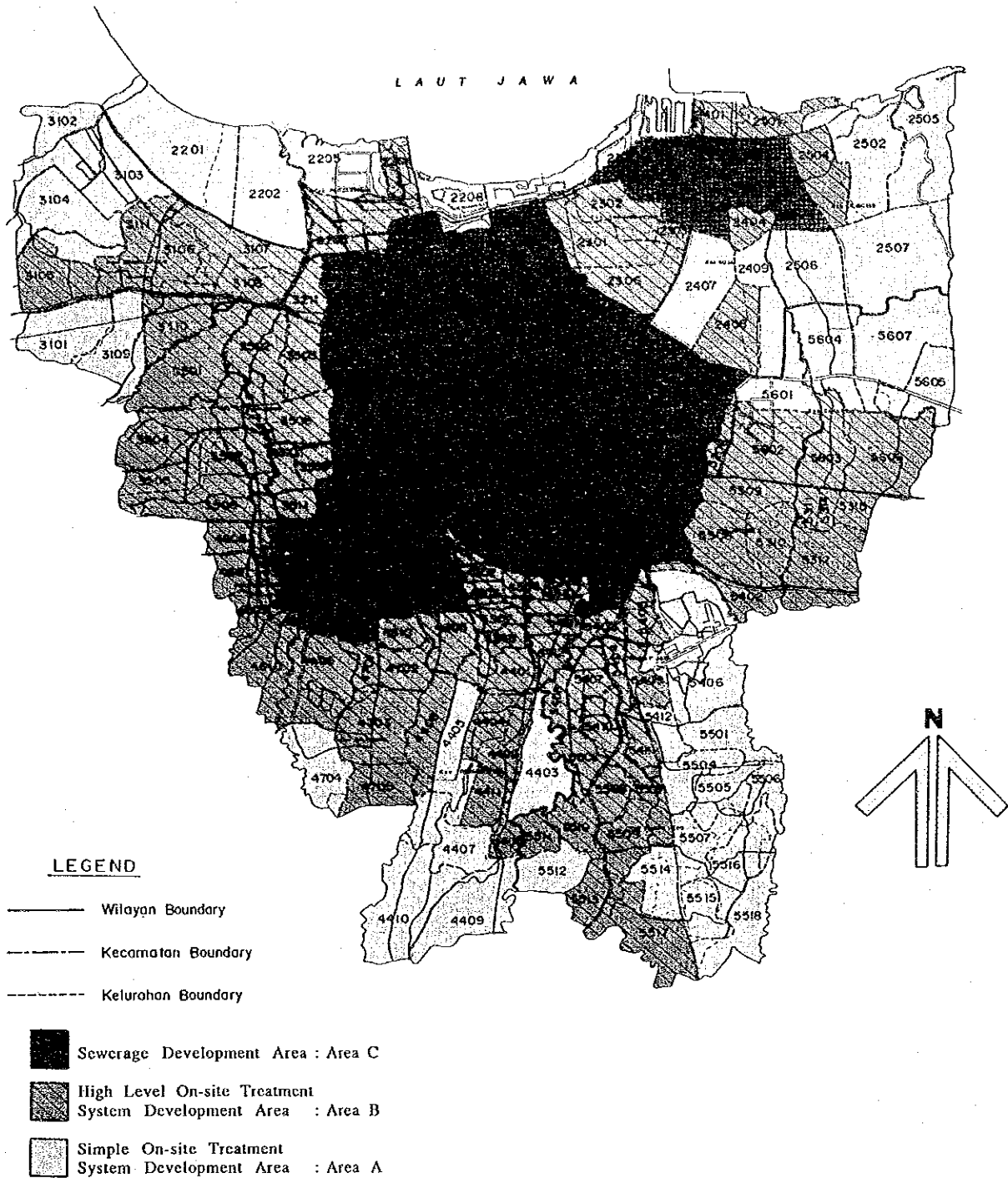
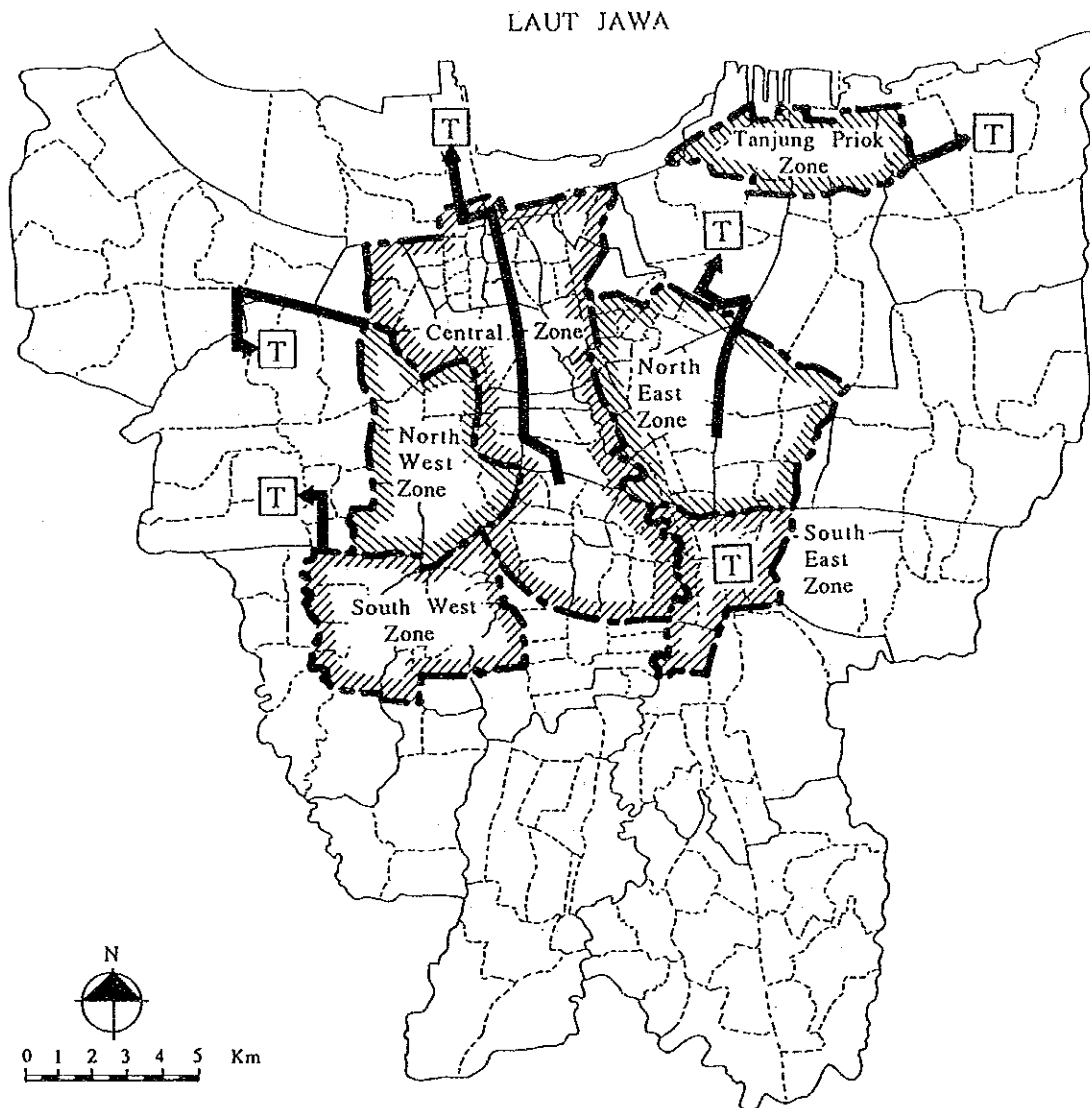


図4. 1

ジャカルタ市の衛生処理施設による区分

THE STUDY ON URBAN DRAINAGE AND WASTE WATER DISPOSAL PROJECT IN THE CITY OF JAKARTA



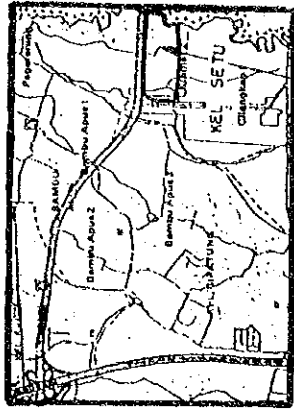
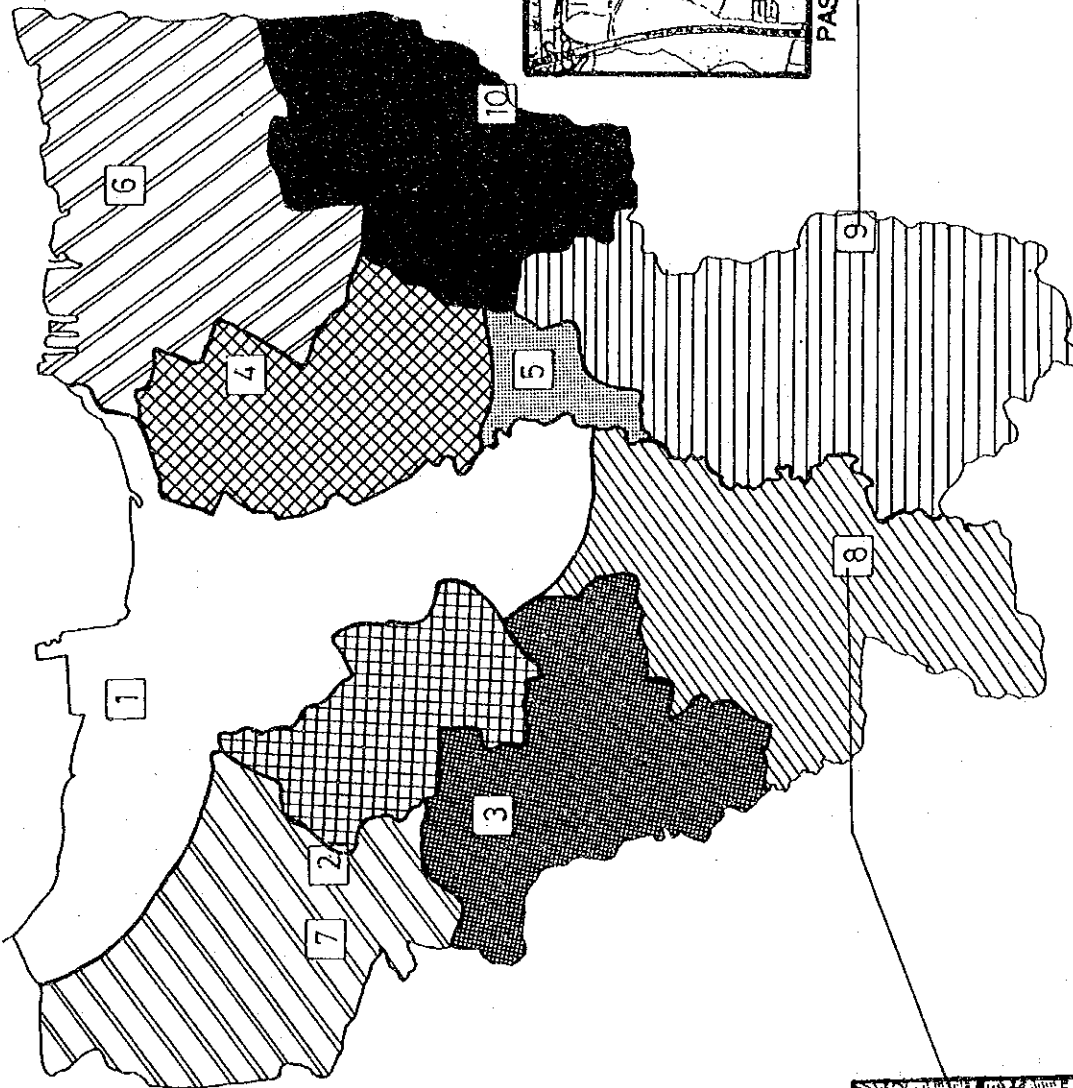
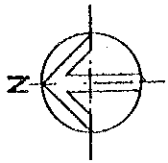
LEGEND

- : Wilayah Boundary
- : Kecamatan Boundary
- : Kelurahan Boundary
- - - - - : Boundary of Sewerage Development Zone
- : Conveyance Sewer Line
- T □ : Sewerage Treatment Plant

図 4. 2

最適下水道計画

THE STUDY ON URBAN DRAINAGE AND WASTE WATER DISPOSAL PROJECT IN THE CITY OF JAKARTA



LEGEND

- SERVICE AREA - 1
- SERVICE AREA - 2
- SERVICE AREA - 3
- SERVICE AREA - 4
- SERVICE AREA - 5
- SERVICE AREA - 6
- SERVICE AREA - 7
- SERVICE AREA - 8
- SERVICE AREA - 9
- SERVICE AREA - 10

図4. 3 引抜き汚泥の処理区域及び処分量

THE STUDY ON URBAN DRAINAGE AND WASTE WATER DISPOSAL PROJECT IN THE CITY OF JAKARTA

5. 下水道計画フィージビリティ調査

5.1 プロジェクト地域

プロジェクト地域は中央処理区のうち、JSSPのパイロットプロジェクト区域を除いた4,300 haの北部中央処理区である（図 1.2参照）。

この処理区には47のクルラハンが含まれ、現在（1988年）及び将来（2010年）の人口は、それぞれ1,548,520 人、1,659,200 人である。

下水道計画区域は、図 5.1に示すとおり、河川、公園、池及び保存区域を除く3,847 haである。

5.2 下水道計画

(1) 汚水収集方式

汚水収集方式としては、完全分流方式と遮集管方式を採用している。前者は、トイレ排水と雑排水の両方を管路網により収集する方式であり、後者は、雑排水を既存の道路側溝により収集するが、トイレ排水は個別のセプティックタンクにより処理する方式である。

完全分流方式は以下に示す区域をカバーする。

- i) 主要道路添いの商業・公共地域
- ii) 住居地域のうち再開発が完了し、なおかつ、道路幅が2 m以上ある地域
（この2 mは、下水管渠及び付属物の埋設に必要な最小道路幅である。）

遮集管方式は原則として以下の地域に適用する。

- i) 現況で下水管布設するのに十分な幅の道路網がないような高人口密度のカンボン地域
- ii) 住居地域のうち現況道路幅は2 m以上あるが、区画整理が終了していないため、将来管渠の布設替えが予想される地域

2000年における収集方式別面積及び人口は以下のとおりである。

	面積 (ha)	人口 (人)
完全分流方式	2,285	765,000
遮集管方式	1,562	894,000

幹線管渠（ $\phi 1,900$ mm～ $\phi 2,900$ mm）は、M.H.タムリン通り、ガジャマダ通りに布設され、クルラハン、メンテンから処理場のプルートポンドに及ぶ延長約10.34 kmである。

(2) 処理施設

本計画では、既存の雨水調整池であるプルートポンドを多目的に利用したくエアレーティッドラグーン+通性嫌気性池>システムを提案した。

この方式は十分に用地が確保できる地域では最も経済的であり、維持管理も容易であることより、中央処理区の下水処理方式として選定された。

この処理場では、幹線管渠で導水されるJSSP地区の汚水もあわせて処理する計画であり、2000年及び2010年の必要処理能力は、各々 441,000m³/日、529,000m³/日となる。このうち、JSSP地区からの流入汚水量は、124,800m³/日、140,000m³/日である。

2000年での処理場の主要施設の諸元を以下に示す。

施設名	諸元
流入ポンプ場	454 m ³ /分
エアレーティッドラグーン	容量 1,075,000 m ³ 滞留時間 2.4 日 エアレーター台数 24台
通性嫌気性池	容量 2,096,000 m ³ 滞留時間 4.8 日

処理施設は、プルートポンドの雨水調整機能を阻害しないように、構造、運転水位等の決定を行なった。

5.3 プロジェクトコスト

下水道の建設費は1990年価格で4.453 億ルピアであり、その内訳を以下に示す。

(単位：10億ルピア)

1. 建設費	375.3
・面整備管渠	221.9
・幹線管渠	117.0
・処理場	36.4
2. 用地費	0.6
3. 事務管理費	5.6
4. 技術費	26.3
5. 予備費	37.5
合計	445.3

2000年における年間維持管理費は1990年価格で36億ルピアであり、その内訳は以下の通りである。

(単位：百万ルピア)

管渠	164
ポンプ場	114
処理場	3,311
合計	3,589

プロジェクトコストが膨大であるため、プロジェクトの実施は2期に分割し、第1期を1992～1996年、第2期を1996～2000年とする。

5.4 プロジェクト評価

(1) 汚濁負荷量削減効果

プロジェクト地域からの2000年における汚濁負荷量はBODで59,145kg/日であり、下水道による汚濁負荷削減量は49,659kg/日であり、削減率は84%となる。また、本プロジェクトは幹線管渠が完成後、JSSP地域の汚水も処理するため、それによる汚濁負荷削減量は2000年で21,210kg/日となり、合計の汚濁負荷削減量はBODで70,869kg/日となる。

(2) 環境影響評価

本プロジェクトを実施することにより、汚水処理場での泡の発生以外の環境に対する顕著な影響は考えられない。処理場での環境対策としては、エアレーティッドラグーンを住居地域から離れた位置に設けることのほか、既存の緑地帯に加え周辺に植樹等を行ない、緩衝地帯を設置する事で対応可能と判断した。

5.5 下水道に対する支払い能力及び支払い意志

(1) 支払い意志

一世帯当りの下水道に対する月平均の支払い意志は1,846 ルピアである。従って、プロジェクト地域からの1988年及び2000年での一般家庭からの支払い意志の年間金額はそれぞれ、62.27 億ルピア、94.35 億ルピアとなる。

(2) 高層ビルの支払い能力

5階建て以上の高層ビルの下水道に対する支払い能力はビルの床面積を基に10,000ルピア/㎡と考えられる。従って、1993年より2000年の間にプロジェクト地域にある高層ビルからの下水道に対する負担金額は現在価値法によると95億ルピアになるものと予想される。これは1992年から2000年の間に投資される事業費の3.7%に相当する。

(3) 下水道料金

本プロジェクトで提案する下水道料金は、下水道使用料金と下水道負担金の2種類である。下水道使用料金は、直接下水道管に排水管を接続する全受益者より徴収され、JSSPで採用されているシステムと同様、対象とする受益者の家屋床単位面積当りについて以下のように決定した。

一般家屋	28ルピア/㎡
商店、事務所、学校、その他	40ルピア/㎡
レストラン	60ルピア/㎡
工場、ホテル、病院	100ルピア/㎡
高層ビル（平均）	140ルピア/㎡

下水道負担金は高層ビルのみを対象とし、その高層ビルが下水道を利用可能になる時点で単位床面積当り10,000ルピアを徴収するものである。

5.6 財務分析及び組織制度

事業の建設期間を1992年から2000年の9年間とし、総事業費4,458億ルピア（1990年価格）の60%を中央政府の補助金、30%をジャカルタ市の補助金で賄い、残りの10%と原価償却費を含めた維持管理費を下水道公社が、受益者からの下水道料金等で運営するシステムを提案する。

現在のJSSPプロジェクトを運営している暫定的な下水道組織に代わって、1991年に設立される下水道公社（PDAL Jakarta）がJSSPプロジェクトと同様に、本プロジェクトの運営を行ない、あわせて、支払い能力、支払い意志を勘案した適切な下水道料金を設定するものとする。

5.7 提 言

- (1) 調査対象地域の河川水質及び衛生環境の改善のために、下水道事業の早期の実施が望まれる。従って、それに必要となる資金の調達に早急にとりかかることを提言する。
- (2) JSSPプロジェクトを運営する下水道公社（PDAL Jakarta）が本プロジェクトも運営できるように、公社の組織及び財務基盤を強化する必要があり、さらに最終的には下水道公社によってマスタープランで提案された他の下水道区域について本プロジェクトと同様に順次フィージビリティ調査が実施可能な体制を作りあげることが提言する。

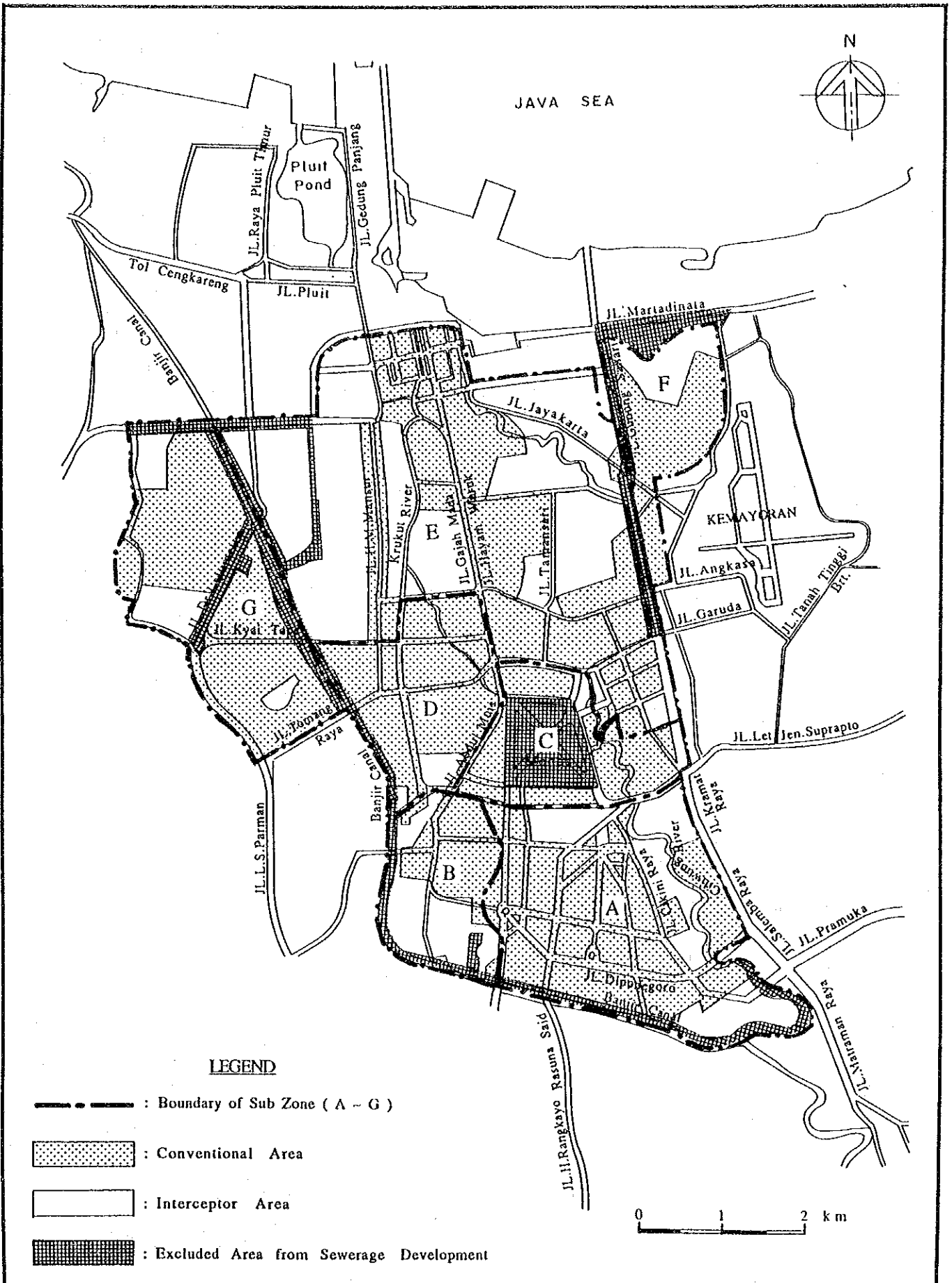
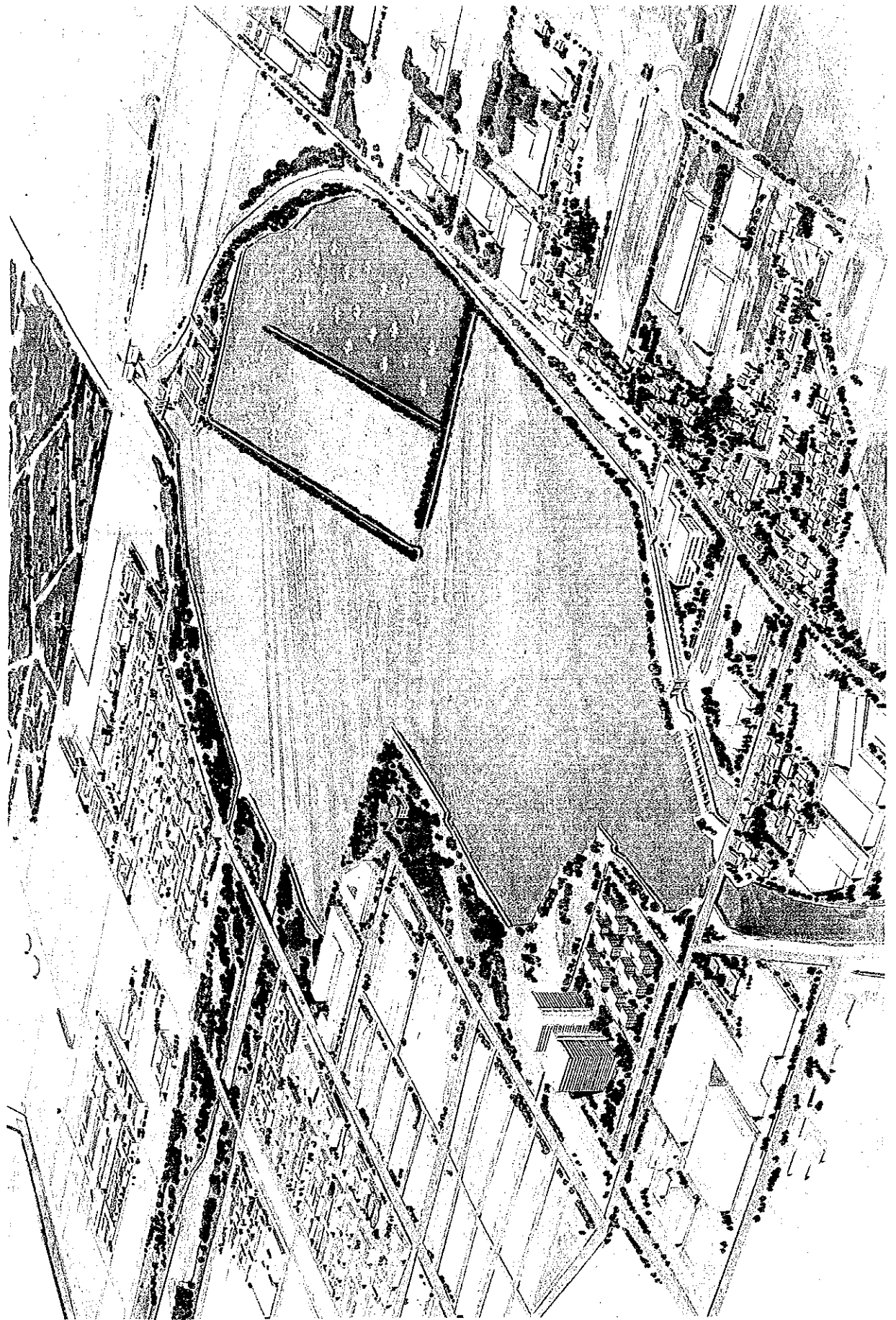


図5. 1

下水道計画区域

THE STUDY ON URBAN DRAINAGE AND WASTE WATER DISPOSAL PROJECT IN THE CITY OF JAKARTA



プルイット処理施設

11111

