

上記 (1) の所要資金額は、年度によって多少の過不足はあるが全体として財源手当て可能範囲内にあると言える。よって、提言する実施計画案 (図 3.3) は概ね実行可能な枠内にあると考えられる。

3.6.4 建設資金及び OM 費用の財源

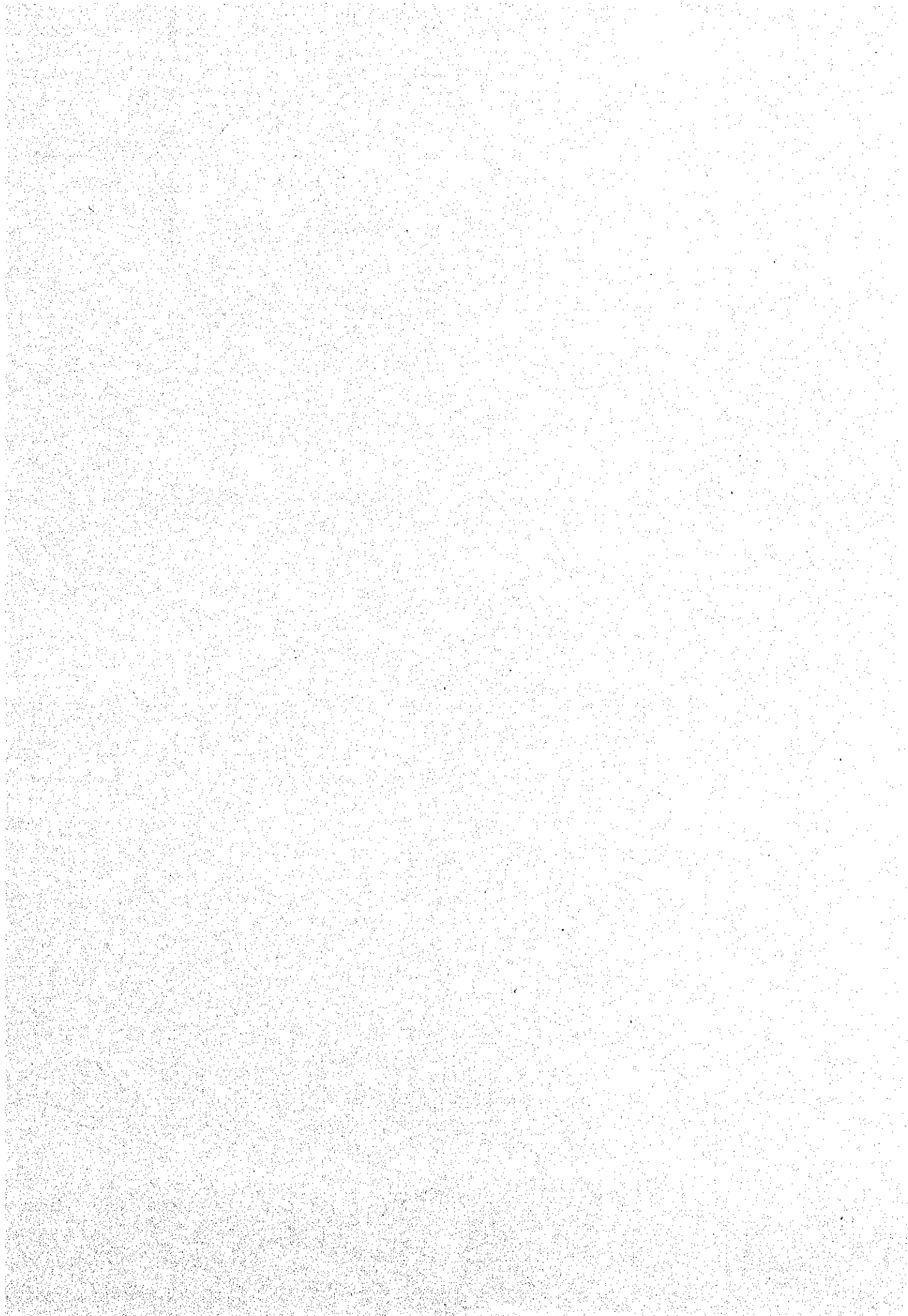
事業の実施にあたっては下記の財源手当ての方策をとることが適当である。

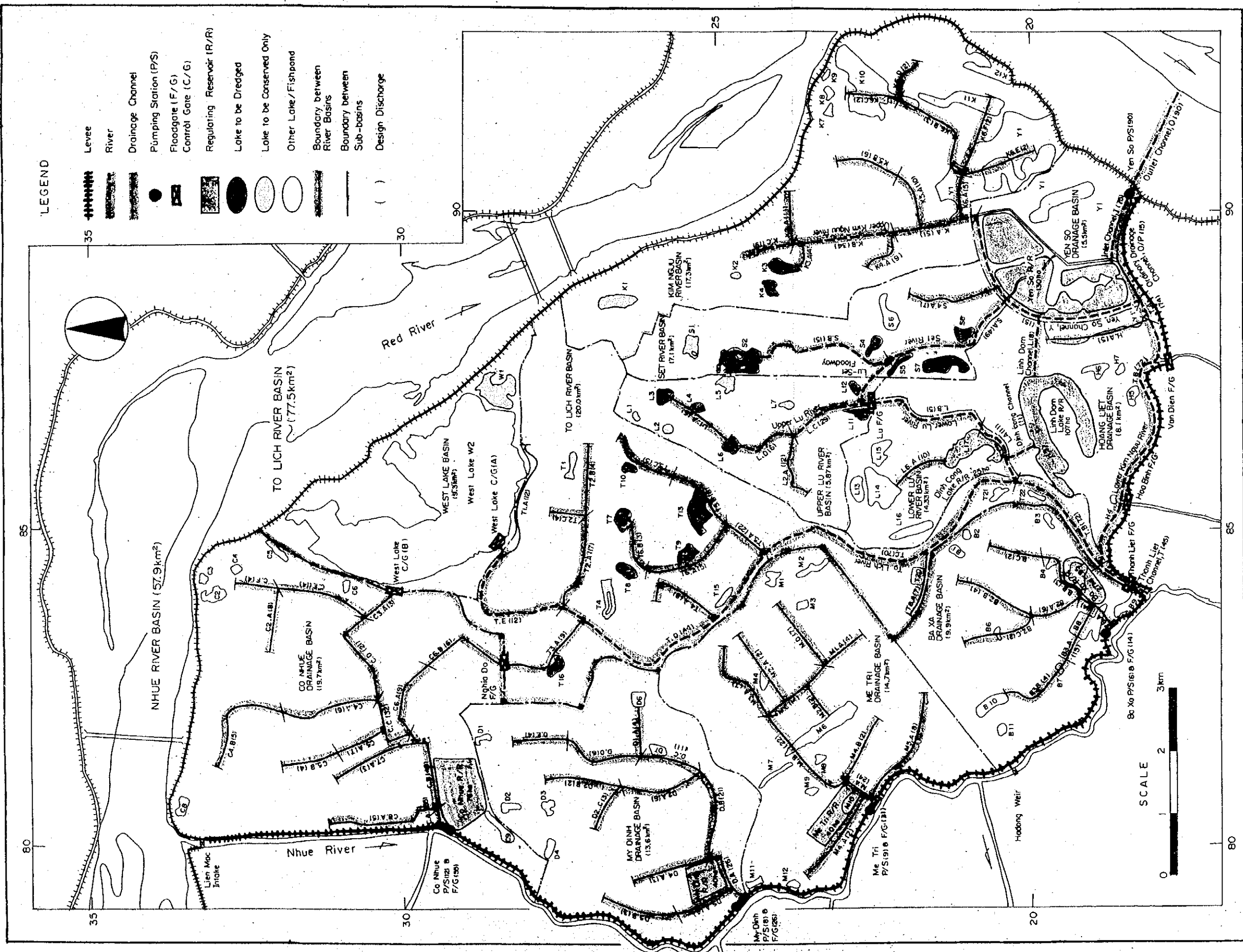
- (a) 排水事業及び下水道事業ともに建設資金は政府公共財源より支出する。
- (b) 排水事業における OM 費用も政府公共財源から支出する。
- (c) 公共下水道施設 OM 費は受益者負担の原則とする。OM 費用の負担割合は下記のとおり仮定する。
 - * 一般家庭受益者 : 31%
 - * 商業/工業/公共施設受益者 : 69%

一般家庭の OM 費用負担は年間約 US\$5.7/戸と算定される。これは年間家計収入 (平均 US\$960, 1994 年) の 0.6% に相当し、支払い可能なレベルにあると目される。しかしながら、各戸あたりの上水道料金支払い額は年間 US\$8.5 ($90l/c/d \times 4.3 \text{ 人/戸} \times US\$0.06/m^3$) であるところ、下水道料金はその約 67% に相当するので、やや割り高の感はある。

下水道料金の徴収は上水道料金に上乘せする形での徴収方法が实际的である。ここに問題となるのは、現状において上水道料金メーターが殆ど設置されていないことである。上水道ユーザー各戸のメーター配備をまずもって急ぎ実施の必要がある。

- (d) 下水道計画において Zone 1 と Zone 7 には On-site 処理施設 (各戸 Septic Tank あるいは Community Plant 設置) を提言している。この場合、基本的に施設は各戸あるいはコミュニティの私有施設となるので、一般公共事業とは別枠の住民への低利ローン貸付資金の財源手当てといった施策になる。Revolving Fund を想定する場合、Fund 所要財源は約 US\$7 million と算定される。





LEGEND

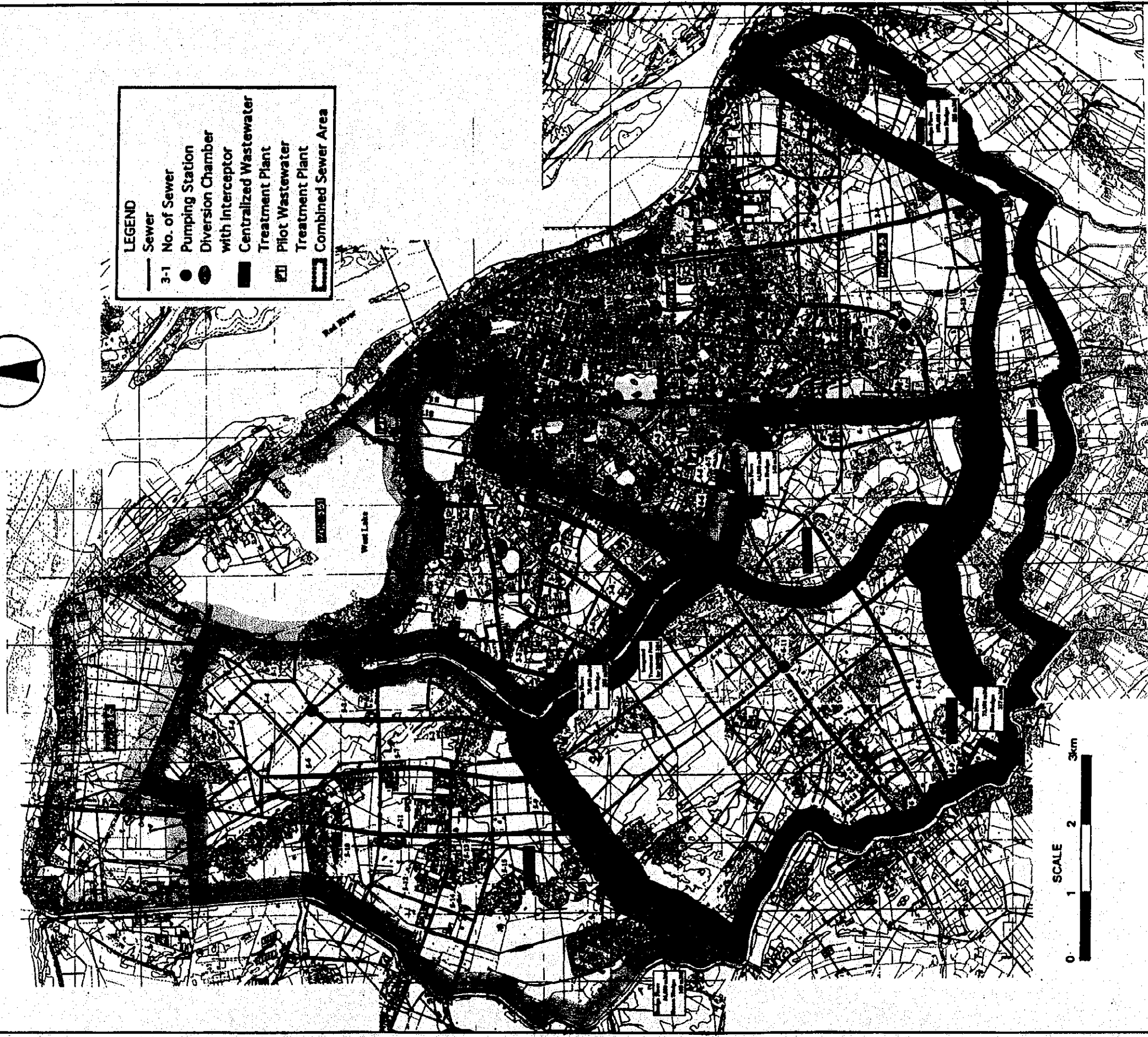
- Levee
- River
- Drainage Channel
- Pumping Station (P/S)
- Floodgate (F/G)
- Control Gate (C/G)
- Regulating Reservoir (R/R)
- Lake to be Dredged
- Lake to be Conserved Only
- Other Lake/Fishpond
- Boundary between River Basins
- Boundary between Sub-basins
- Design Discharge

Note:

Study results in the Feasibility Study are also reflected on this plan.

SOCIALIST REPUBLIC OF VIET NAM
 THE STUDY ON URBAN DRAINAGE AND WASTEWATER DISPOSAL SYSTEM IN HANOI CITY
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 3.1 排水マスタープラン計画図

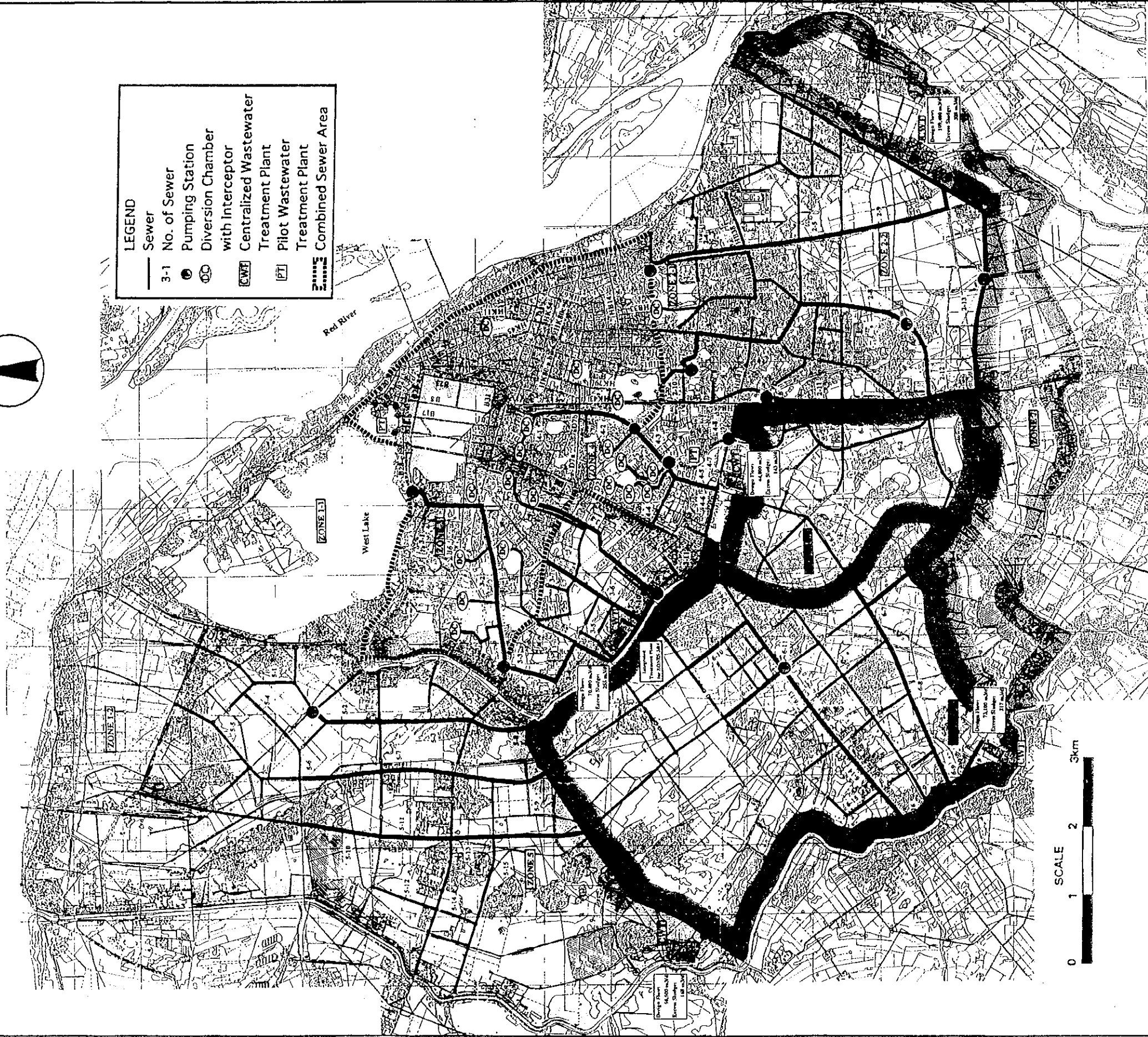
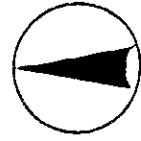


LEGEND

- Sewer
- 3-1 No. of Sewer
- Pumping Station
- Diversion Chamber
- Centralized Wastewater Treatment Plant
- Pilot Wastewater Treatment Plant
- ▨ Combined Sewer Area

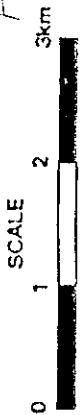
SOCIALIST REPUBLIC OF VIET NAM
 THE STUDY ON URBAN DRAINAGE AND WASTEWATER
 DISPOSAL SYSTEM IN HANOI CITY
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

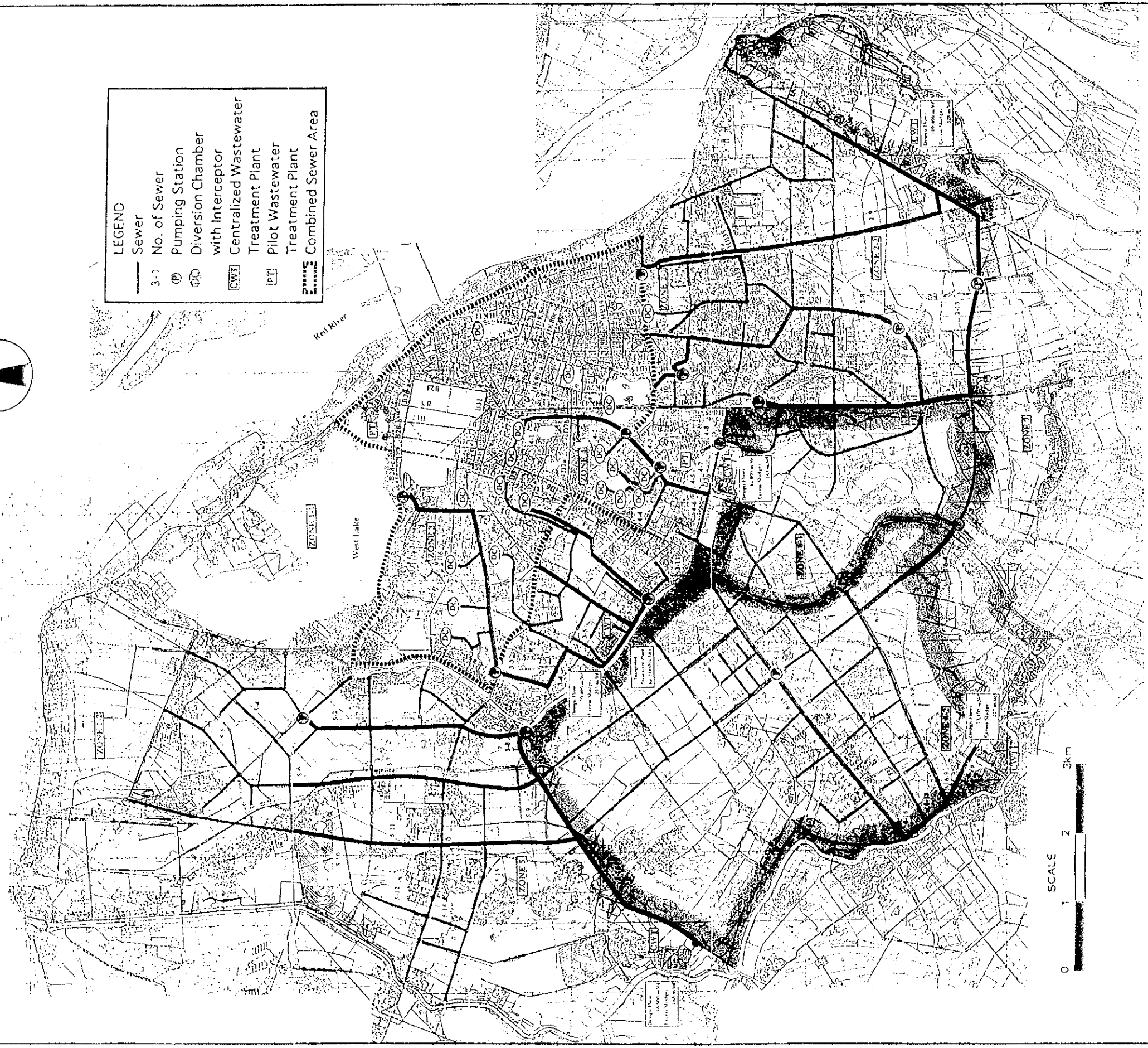
図 3.2
 下水道整備マスタープラン計画図



LEGEND

- Sewer
- 3-1 No. of Sewer
- Pumping Station
- ⊙ Diversion Chamber with Interceptor
- CWF Centralized Wastewater Treatment Plant
- PT Pilot Wastewater Treatment Plant
- Combined Sewer Area





SOCIALIST REPUBLIC OF VIET NAM
 THE STUDY ON URBAN DRAINAGE AND WASTEWATER
 DISPOSAL SYSTEM IN HANOI CITY
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 3.2
 下水処理場マスタープラン計画図

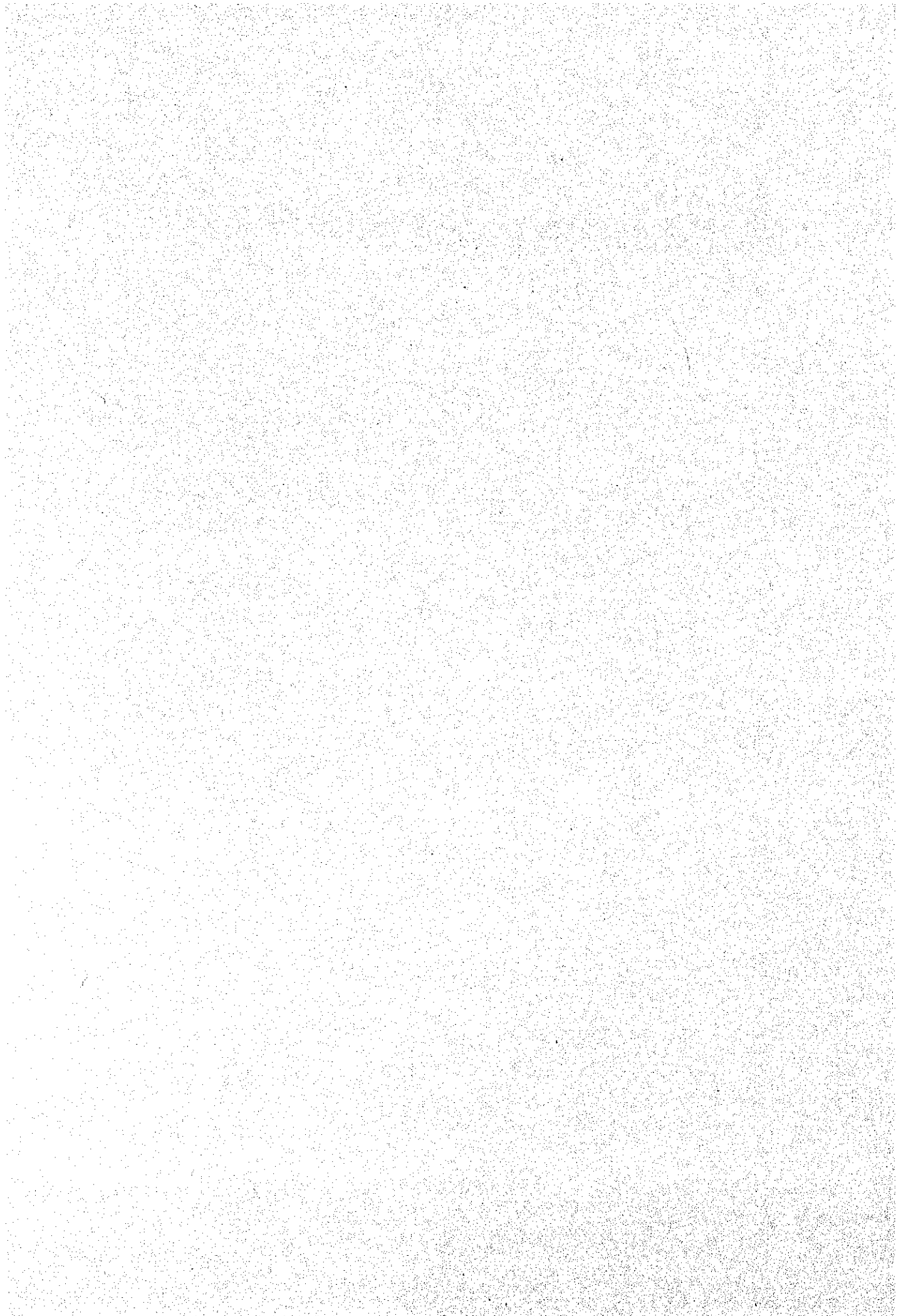


図 3.3 (1) マスタープラン実施計画案

No.	Proposed Project	Cost US\$ ml	Y E A R																			Remark				
			94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12		13	14	15	16
STORMWATER DRAINAGE PROJECTS																										
A.	TO LICH RIVER BASIN DRAINAGE PROJECT	317																				1st Stage Project proposed for OECF loan program				
	A1. Yen So Pump Station (90m ³ /s)																									
	A2. Regulating Reservoir (130ha)																									
	A3. River Improvement W/Gates (33km)																									
	A4. Drainage Channel Improvement (31km)																									
	A5. Lake Dredging (18 main lakes)																									
	A6. Lakeshore Protection Works (11 lakes)																									
	A7. Stormwater Sewers																									
	(1) Rehabilitation of existing sewers																									
	(2) Installation of new sewers																					(Additional installation in parallel with the construction of new city road)				
B.	NHUE RIVER BASIN DRAINAGE PROJECT	207																								
	B1. Co Nhue Sub-basin Drainage Project	86																				1st priority area in Nhue basin				
	(1) Pump Station/Reservoir/Channels																					(Additional installation in parallel with the construction of new road)				
	(2) Stormwater sewers																									
	B2. My Dinh and Me Tri Sub-basin Drainage Project	95																				2 sub-basin projects in parallel				
	(1) Pump Station/Reservoir/Channels																					(Additional installation in parallel with the construction of new road)				
	(2) Stormwater sewers																									
	B3. Ba Xa Sub-basin Drainage Project	26																				(Additional installation in parallel with the construction of new road)				
	(1) Pump Station/Reservoir/Channels																									
	(2) Stormwater sewers																									
C.	EXISTING SEWERCHANNEL DREDGING PROJECT	20																								
	C1. Supply of dredging/cleaning equipment	10																								
	C2. Dredging/cleaning work	10																				By SDC				
D.	ASSOCIATED PROJECTS (By Other Agencies)																									
	D1. Nhue River Improvement Project	MCWR																								
	(1) Right Bank Dyke with Inland Drainage (6's from To Lich confluence, L=20km)																									
	(2) Nhue River Overall Improvement (6's from To Lich confluence, L=60km)																					Improvement from downstream to upstream				
	D2. Red River Dyke Reinstatement Project	MCWR																								
E.	NON-STRUCTURAL MEASURES	10																								
	E1. Flood Plain Management	5																				Land use control				
	E2. Provision of On-site Storage for New Estate Development	Private																				Strengthening of regulations				
	E3. Flood Forecasting and Warning System	MCWR																				For Red River				
	E4. Public Information and Education Programme	5																								
LAKE CONSERVATION PROJECTS																										
F.	WEST LAKE CONSERVATION PROJECTS	110																								
	F1. Comprehensive Environmental Study	3																								
	F2. Lake Shore Road/Park Project	(50)																								
	F3. Lake Sediments Dredging Project	50																				Dredging area by area for protection of bottom fauna				
G.	CITY LAKE CONSERVATION PROJECT	10																								
	G1. Lake side Road / Park Projects (say 50 lakes)	(10)																								
	G2. Lake water Aeration Projects (say 20 lakes)	0.5																								

図 3.3 (2) マスタープラン実施計画案

No.	Proposed Project	Cost US\$ ml	Y E A R																								Remark
			94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	
WASTEWATER DISPOSAL PROJECT																											
H.	CENTRALIZED WASTEWATER DISPOSAL PROJECT	567																									
	H1. Zone-2 Wastewater Disposal Project	138	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> (Zone 2, 3 & 4) (Zone 2-1) </div>																								
	(1) Wastewater Treatment Plant																										
	(2) Wastewater Sewers																										
	H2. Zone-3 Wastewater Disposal Project	110																									
	(1) Wastewater Treatment Plant																										
	(2) Wastewater Sewers																										
	H3. Zone-4 Wastewater Disposal Project	69																									
	(1) Wastewater Treatment Plant																										
	(2) Wastewater Sewers																										
	H4. Zone-5 Wastewater Disposal Project	115																									
	(1) Wastewater Treatment Plant																										
	(2) Wastewater Sewers																										
	H5. Zone-6 Wastewater Disposal Project	135																									
	(1) Wastewater Treatment Plant																										
	(2) Wastewater Sewers																										
J.	ON-SITE WASTEWATER TREATMENT PROJECT	71																									
	J1. Zone-1 Community-based Treatment Project	51	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> (Zone 1-1) (Zone 1-2) </div>																								For selected areas
	J2. Zone-7 Community-based Treatment Project	20																									For selected areas
K.	PLOT WASTEWATER TREATMENT PROJECT	22																									
	K1. Kim Lien Rehabilitation Project	6																									
	K2. Truc Bach Wastewater Treatment	6																									Low level treatment at existing sewer outlets
	K3. Lake Inlet Pollutant Load Reduction	10	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> (Zone 3 & 2-2) </div>																								Either sedimentation basin or interceptor basin
L.	FLUSHING WATER DIVERSION PROJECT	60																									
	L1. Nhue Pumping Station/Diversion Channel		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> (Monitoring in Zones 2 & 4) </div>																								To be implemented only if the necessity is observed increase in capacities of pump, settling basin and channels
	L2. To Uch Diversion Weir																										Rubber dam
	L3. Canals and Pipes in City Areas																										Extension of canals/pipes area by area
M.	ASSOCIATED PROJECT (by Other Agencies)																										
	M1. Upgrading/Increase of Public Latrines	URENCO																									
	M2. Reinforcement of Domestic Waste Collection System	URENCO																									
	(1) Solid waste collection/disposal																										
	(2) Nightsoil and septic tank sludge collection																										
N.	NON-STRUCTURAL MEASURES	20																									
	N1. Household's Obligation of Installing Septic Tanks	--																									Strict enforcement of regulations
	N2. Effluent Pre-treatment by Industries	--																									Strict enforcement of regulations
	N3. Provision of Soft Loan for Installing Septic Tanks	10																									Set-up of fund system
	N4. Public Awareness Campaign	5																									
	N5. Wastewater Quality Monitoring Program	5																									

Study
 Design
 Financing/Tender-Contract
 Construction
 Intermittent Implementation
 () Approx. Estimate
 Cost: 1994 Base Price (excl. price contingency)
 Implementation by Other Agencies

4. トーリック川流域排水プロジェクト（フィジビリティ調査）

4.1 優先プロジェクトとしての選定

マスタープランで吟味した諸計画案の中から本プロジェクト（To Lich 川流域排水計画）を最優先プロジェクトとして選定に至った背景は以下のとおりである。

- (a) マスタープラン諸計画案の内経済性が最も高いプロジェクトであること（EIRR=11.6% 第3.6.2節）
- (b) 洪水氾濫／排水不良はハノイ市の都市居住環境劣化の要因の一つである。単に排水改善といった技術的／経済性の見地からのみでなく、民生安定／衛生環境改善といった見地での効果が大いこと。
- (c) 住民インタビュー調査においても洪水氾濫／排水不良の問題は最も関心事が高く、住民レベルのニーズが大いこと。対象地区は最も人口密度の高いところで被受益者が多い（約100万人）。
- (d) 政府レベルでも最優先プロジェクトとしての認識である。現実にプロジェクトの計画案の骨格は政府承認済みであり、基幹施設である(i) Yen So 調整池、(ii) Yen So ポンプ場に関する実施は承認済みであること。

4.2 プロジェクトの目的

(1) プロジェクトの目的

本プロジェクト実施の目的は大きく分類して下記の2点である。

- (a) 排水不良及び洪水氾濫による浸水被害の軽減（経済的便益効果）
- (b) それに伴う都市衛生環境改善及び水辺環境改善（環境改善効果）

(2) 技術的改善点と手段

プロジェクト対象地域は各々の地区において排水上の問題を有している。顕著な問題とその対策工をまとめると下記のとおりである。

対処すべき事項

対策工

上流市街部：

- | | |
|--|----------------------------------|
| (i) 既設下水管渠／排水路の汚泥堆積による通水断面の減少と水辺衛生環境の悪化 | * 汚泥の除去／浚渫
(緊急対策工として) |
| (ii) 下水管渠の容量不足： | * 下水管渠の増設／供用地区の拡大 |
| (iii) 市街部排水路の断面不足。特に既存橋梁／カルバート地点における断面狭窄 | * 排水路改修
* 橋梁／カルバートの架替え |
| (iv) 汚泥堆積による湖沼水質の劣化及び住民による湖岸不法占拠／ゴミ投棄 | * 湖沼浚渫／エアレーション
(モデルプロジェクトとして) |

中流部：

- (v) 河川狭窄部存在のための洪水氾濫。
特に既存橋梁／カルバート地点の断面
狭小が因となっている。
- (vi) 河川管理地区への住民による不法占拠
及びゴミ投棄

* 湖岸道路／公園化
(居住地と水辺の分離)

- * 河川改修（一部転流工を含む）
- * 橋梁／カルバートの架替え
- * 水辺環境改善（河岸道路、公園化、
護岸工等）による住民不法行為の
自主抑制

下流部：

- (vii) 吐出先河川であるNhue川の水位上昇
が先行する為に時に逆流状態が生じ
上流地区氾濫を悪化させる。
- (viii) Nhue川水位上昇時に重力排水が不能
となる。

* Thanh Liet堰の改築

* Yen Soポンプ場の新設

(3) プロジェクト緊急性への対応

現況都市居住環境の改善が急務であることに鑑み、上記 (i) の早期実施が望ましい。マスタープラン実施計画（図3.3）の項目"C"を本プロジェクト（図3.3の項目"A"）に組みこみ先行実施する形とする。

4.3 プロジェクト地区の現況

4.3.1 地勢現況

(1) 行政区分及び人口

To Lich 川流域排水計画の対象地区面積は7,750Ha (77.5km²)であり、ハノイ市の4つの市街区と南部の2つの郊外区をカバーしている。マスタープラン計画地域 (135.4km²) のうち57%を占める。

計画対象地区の現状 (1992) の総人口は、994,000人、人口密度にして128人/haである。市街区では245人/ha、郊外区では22人/haの分布となっている。

計画対象地域の行政区別面積及び人口

行政区分	面積 (ha)	人口 (1992年)	人口密度 (人/ha)
1. Urban District			
- Dong Da	1,282	301,622	235
- Ba Dinh	1,083	186,456	173
- Hoan Kiem	351	147,266	420
- Hai Ba Trung	1,022	283,811	278
(Sub-total)	(3,738)	(919,155)	(245)
2. Suburban District			
- Thanh Tri	2,658	48,893	18
- Tu Liem	787	26,072	33
(Sub-total)	(3,445)	(74,965)	(22)
3. West Lake Area	567	-	-
Total	7,750	994,120	128

(2) 土地利用現況

計画対象地区のうち約4,100ha、即ち全面積のうち54%が住居地区/古市街部/公共施設用途となっており市街化が進みつつある。工業用途は5%に過ぎない。特徴的なことは、約26%の土地が湖沼で占められていることである。農地は少なく13%であるが、将来の市街化が見込まれる。

計画対象地区の現況土地利用

土地利用区分	面積 (ha)	%
1. Ancient City/Government Office and Public Buildings	652	8.5
2. Residential (Urban and Suburban)	3,506	45.1
3. Industry	385	5.0
4. Lake/Pond	2,013	26.0
5. Agriculture	1,045	13.5
6. Green Area	149	1.9
Total	7,750	100.0

4.3.2 水文解析

(1) 計画降雨／洪水流出量の算定

計画対象地区内の河川の流量統計データはない。従って流出解析は1955-1993年（39年）の間のラング気象観測所の雨量データに基づいて算定した。

算定した計画降雨量／洪水量は前出第2.4.3節に示したが、詳細を付属資料-4.1（下水管渠設計用雨量強度式）及び付属資料-4.2（Yen So/Thanh Liet地点洪水流出ハイドログラフ=1/10年確率洪水）に示す。洪水流出量の算定においては、上流部湖沼及び河道内の貯留効果を考慮している。

(2) Nhue及びTo Lich川と紅河水位の関係

Thanh Liet 地点の水位がEL.3.5mを越えると上流部において何らかの形の排水不良の事象が発生し始めるため水位を極力EL.3.5m付近に抑制する必要がある。Nhue川への重力排水が不可能となった場合、紅河へ排出する他はない。水位的に紅河への重力排水は出来ないため、紅河に排水する場合ポンプ排水によらざるを得ない。以下にThanh Liet地点（Nhue/To Lich川）と紅河の水位関係を示す。

Thanh Liet水位と紅河水位の関係

（単位：EL.m）

水文状況	Thanh Liet水位 (Nhue/To Lich)	紅河水位	
		乾季	雨季
年平均水位			
(a) 既注最低	1.70	2.62	3.13
(b) 低水年	2.45	2.80	4.50*
(c) 平均年	3.01	3.03	5.54*
(d) 豊水年	3.44	3.39	7.46*
洪水時水位：			
(a) 5年確率洪水	4.85*	-	10.85*
(b) 10年確率洪水	5.11*	-	11.42*
(c) 100年確率洪水	5.92*	-	13.18*

(注) * Thanh Liet水位はEL.3.5mを越え上流部は氾濫
+ 紅河への重力排水は不可

4.4 プロジェクトの計画概要

4.4.1 計画策定の概念

計画策定においては常時排水も考慮に入れるが、施設規模は洪水時流出に基き計画することになる。対策上の概念は前出第4.2節(2)に示したとおりである。対象地区外への排出の手段としては主として (i) Thanh Liet堰からの重力排水によるが、洪水時には (ii) Yen Soポンプ場からの

機械排水の併用という計画概念である。

4.4.2 ポンプ容量と調整池計画の最適組合せ案

Yen Soポンプ容量と調整池容量の最適な組合せにつき比較検討を行った。比較に吟味した要素は下記のとおりである。

- (a) 市街地湖沼 : 現状のままか、調整容量増加(浚渫)するべきか
- (b) 調整池計画 : Yen So地点新設の調整池単独案とするが、既存のLinh Dam湖/Dinh Cong湖を併用すべきか
- (c) ポンプ容量 : ポンプ容量代案30~60~90~150m³/s案を比較

コスト比較の結果、上記アンダーラインに示す構想の場合が最小費用案となることが判明した。選定した案はポンプ容量90m³/s及び調整池容量519万m³である。計画洪水(10年確率)が流入した場合のポンプ及び調整池運用の概念を図4.1に示す。

4.4.3 施設計画概要

(1) Yen So ポンプ場

Yen So ポンプ場の計画位置は代替地の検討も含めた結果、既存計画案(MOWR/HUPI)位置が(i)基礎地質条件、(ii)紅河河川敷内の吐出水路のレイアウト上技術的に有利と考えられた。ポンプ場計画図を図4.2に示す。提案されたポンプ型式は暫定的なものであり、最終選定は以降の詳細設計時に成される。

Yen So ポンプ場計画概要

(a) ポンプ容量及び電源	: 3m ³ /s x 30基(設計揚程10m)。 常時はMai Dong変電所より受電するが非常用電源を併設する。
(b) ポンプ場設備	: ポンプ場幅120m x 長さ20m 吐出槽-3基 運転管理建物-1棟
(c) 流入水路	: Yen So調節池-ポンプ場間1,200m、流入能力75m ³ /s
(d) 常時排水流入路	: Kim Nguu川-ポンプ場間1,900m、流下能力15m ³ /s。 小洪水の排水用。
(e) 吐出水路	: 紅河河川敷内1,600m。吐出容量90m ³ /s

(2) 調整池(Yen So - Linh Dam - Dinh Cong)

上流部氾濫防止の観点からThanh Liet-Yen So地区における許容最高水位はEL.4.5mとせねばならない。他方、洪水流入前初期水位はEL.3.5mであるので許容サーチャージは1m深とかなり厳しい調整池計画とせねばならない。調整池の計画概要を以下に示し、Yen So調整池の計画図及び容量配分図を各々図4.3及び図4.4に示す。

調整池の計画概要

項目	Yen So調整池	Linh Dam湖	Dinh Cong湖	計
洪水調節容量 (mil m ³)	3.87	1.07	0.25	5.19
調節水位 (EL.m) :				
- High Water Level	4.5	4.5	4.5	-
- Low Water Level	1.5	3.5	3.5	-
面積 (ha) :				
- 湖水面積	130	107	25	262
- 敷地面積	203	-	-	-

(注) Yen So : 新設、 Linh Dam/Dinh Cong : 浚深による容量増

(3) 河川改修

河道通水容量増加及び河道水辺環境改善を目的としてTo Lich, Lu, Set及びKim Nguuの4つの河川の改修工事を行う。用地上の問題を考慮し原則として河道拡幅は行わず浚深を旨とした計画としている。将来維持管理のために河岸両側に3m幅(最小)の道路を併設する。

河岸は基本的に自然護岸(芝張り、捨石工)とするが市街部においては用地の制限上石積護岸とする。周辺住民の居住環境改善の趣旨から用地が許す限り河岸公園、遊歩道、植栽工等の設置による環境配慮を行う。舟運(主としてTo Lich川下流部)についても配慮した計画とする。

河川改修工概要

河川	改修延長 (m)
(a) To Lich (incl. Thanh Liet Channel), Lower Kim Nguu, Lower Lu	22,100m
(b) Set, Upper Lu and Lu-Set Diversion Floodway	7,500m
(c) Upper Kim Nguu	3,400m
計	33,000m

(4) 市街地排水路改修

改修工事のコンセプトは河川改修と同じである。市街部のため用地取得を伴うことに鑑み、管理道路は片側3m、片側1.5mの計画としている。

排水路改修概要

排水路地区	改修延長 (m)
(a) To Lich, Lower Lu and Hoang Liet支流域	16,400m
(b) Set and Upper Lu支流域	3,700m
(c) Kim Nguu支流域	10,700m
計	30,800m

(5) 水門工

Thanh Liet堰及び西湖放水路地点を含め計7ヶ所に水門工（Floodgate and Control Gate）を設置する（位置は図3.1参照）。設置の目的は下流部からの背水（逆流）防除（Thanh Liet他）、洪水流出水の一時貯留（西湖放水路他）及び洪水流の転流（Lu-Set Floodway）等である。詳細を付属資料-4.3に示す。

水門工のうちThanh Liet堰の操作はNhue川水位が上流より低い限り重力排水を最大化するという点で重要である。新Thanh Liet堰は既設堰の下流400mのVan Dien-Ha Dong道路の直下流に計画する。Thanh Liet堰の計画図を図4.5に示す。

(6) 橋梁／カルバート改修工

河川及び排上路上には多くの橋梁／カルバートがあるが、その殆どにおいて通水容量が極端に不足している。また、断面狭小に因し浮遊物（ゴミ）及び河床土の集積がひどいため、疎通容量をさらに悪化させている。現地調査の結果、架替が必要とされると判定された橋梁／カルバートは以下のとおりである。併せて計画に伴う新設の橋梁／カルバート数も示す。

橋梁及びカルバートの改修／新設工

場所	架替工		新設工		計	
	橋梁	カルバート	橋梁	カルバート	橋梁	カルバート
Yen So調整池地区	2	0	13	0	15	0
河川（4河川）	17	12	0	0	17	12
市街地排水路	17	63	0	1	17	64
計	36*	75	13	1	49	76

(注) *Railwaybridge 3橋を含む。

(7) 市街地湖沼浚渫及び保全

マスタープランにおいては湖沼保全は別途のプログラムとして提言しているが（図3.3のF,G項目参照）、排水計画の観点から重要と思われる湖沼については本プロジェクトに取りこむ形で実施の提言を行っている。

市街地湖沼浚渫及び保全工の概要

提言する対策工	湖沼数	備考
(a) 湖沼の浚渫及び保全工	18	治水上比較的重要な役割を持っている湖沼の調整容量増を計る (付属資料-4.4参照)
(b) 湖沼保全工	11	排水計画に保全を要すると思われる湖沼の環境改善を主目的とする
(c) エアレーション工 (モデルプロジェクトとして)	2	水質改善効果モニターのための調査プロジェクトとしての位置づけ (Thien Quang湖とThanh Cong湖)

湖沼保全工は主として(i)湖底の汚泥の除去(水質改善)、(ii)湖岸工(湖岸保全、不法占拠防除)及び(iii)湖岸遊歩道・公園の設置(水辺環境改善)による計画である。エアレーション工については年間維持費用として年間US\$20,000見当の費用がかかる。

(8) 下水管渠の整備

市街部の排水は下水管渠を通じて為される。計画対象地域7,750ha(西湖流域を除いて6,820ha)のうち約6,200haの地区(将来の新興開発地区を含む)に対し管渠布設を行う。

計画の基本としては既存の下水管渠(合流式管)布設地区には合流管改修/増設、新興地区には雨水管(分流式)新設の計画である。

実施は段階的に行うものとし、以下の計画である。

下水管渠整備の計画概要

段階	実施の内容	対象地区
1.	既存下水管渠堆積土の除去 (緊急プロジェクトとして)	既設合流式管布設地区 (既存市街地、約3,000 ha)
2.	既存下水管渠の排水容量増強 (主として管渠増設による)	既存合流式管布設地区のうち優先地区 (約1,050ha)
3.	老朽管取替え(既設管地区)及び 布設地区拡大(新興開発地区)	計画対象地区全域(約6,200ha)

4.4.4 事業費の算定

本プロジェクトの事業費は1994年価格ベースにおいてUS\$376.8 Million (Dong 4,069 billion) と算定された。(US\$1 = Dong10,800)

事業費用の算定

(単位：US\$million, Dong billion)

項目	外貨	内価		計	
	(US\$)	(US\$換算)	(Dong)	(US\$換算)	(Dong換算)
建設工事費	149.9	55.4	598	205.3	2,217
浚渫機械購入	8.8	0.9	10	9.7	105
小計	158.7	56.3	608	215.0	2,322
政府管理費	0	6.4	69	6.4	69
土地収用・補償費用	0	35.2	380	35.2	380
小計	0	41.6	449	41.6	449
エンジニアリングサービス費	22.9	11.2	121	34.1	368
物理的予備費	18.6	13.4	145	32.0	346
計	200.2	122.5	1,323	322.7	3,485
輸入税	0	7.3	79	7.3	79
物価上昇予備費用	28.1	18.7	202	46.8	505
事業費用合計	228.3	148.5	1,604	376.8	4,069

(注) US\$1 = Dong 10,800

事業費見積りの内訳は付属資料-4.5に示す。

4.5 実施工程計画

4.5.1 段階的实施案

本プロジェクトの総事業費用がUS\$376.8 million相当に上る比較的大型プロジェクトであるところから、主として資金調達の見地上、段階的实施をすることが望ましい。技術的にも段階的实施が可能である。ここでは2期にわたる段階的实施を提言する。

プロジェクトの段階的実施のコンセプト

工事内容	第1期工事	第2期工事
(a) ポンプ場	— 計画排水容量の1/2 (45m ³ /s) を設置する。	— 残りの1/2 (45m ³ /s) を増設する。
(b) 調整池	— Yen So調整池 (387万m ³) を新設する。	— Linh Dam及びDinh Cong湖 (132万m ³) を付加する。
(c) 河川改修	— 全工事を実施する (段階的工事は適当でない)	—
(d) 市街地排水路改修	— 現況堆積汚泥の除去 (緊急プロジェクト) — 狭窄部 (主として橋梁/カルバート地点) の改修	— 水路断面拡大
(e) 水門工	— 全水門工設置 (7ヶ所)	—
(f) 橋梁/カルバート工	— 断面狭小の著しい箇所を架替 (96ヶ所)	— 残りの箇所を架替 (29ヶ所)
(g) 市街部湖沼浚渫・保全工	— 用地問題の伴わない4池を浚渫	— 残り14池の浚渫・保全工 — 11池の保全工
(h) 下水管渠の整備	— 現況堆積汚泥の除去 (緊急プロジェクト) — 既成市街部優先地区下水管渠の増設	— 下水管渠 (雨水管) の新設/供用地区の拡大

第1期工事完了後は、2年確率洪水程度まで無被害といったレベルまで改善される。第1期及び第2期工事別の工事計画概要を付属資料-4.6と4.7に示す。

4.5.2 建設工事工程計画

プロジェクト (第1期及び第2期) の実施工程表を図4.6に示す。

4.6 プロジェクトの経済評価

4.6.1 実施段階別事業費

前出の第4.5.1節に基づく実施段階別事業費は下表のとおりである。

実施段階別事業費用

(単位：US\$million換算)

項目	第1期工事			第2期工事		
	外貨	内貨	計	外貨	内貨	計
建設工事費	80.0	23.7	103.7	69.9	31.7	101.6
浚渫機械購入	8.8	0.9	9.7	0	0	0
小計	88.8	24.6	113.4	69.9	31.7	101.6
政府管理費	0	3.4	3.4	0	3.0	3.0
土地収用・補償費	0	15.2	15.2	0	20.0	20.0
小計	0	18.6	18.6	0	23.0	23.0
エンジニアリングサービス費	10.7	4.7	15.4	12.2	6.5	18.7
物理的予備費	9.3	5.5	14.8	9.3	7.9	17.2
計	108.8	53.4	162.2	91.4	69.1	160.5
輸入税	0	4.0	4.0	0	3.3	3.3
物価上昇予備費	9.1	4.4	13.5	19.0	14.3	33.3
事業費合計	117.9	61.8	179.7	110.4	86.7	197.1

(注) Dong換算の場合US\$1 = Dong 10,800

4.6.2 実施段階別のプロジェクト経済評価

第1期プロジェクト完成後は洪水防御レベルは2年確率相当である。この場合、洪水被害便益は年平均でUS\$7.6millionでありプロジェクト全体の便益（12.6million、第2期完了後）の60%に相当する。

実施段階別の経済的內部収益率（EIRR）は以下のとおりである。

実施段階別の経済的內部収益率

実施段階	事業費 (US\$mil)		年便益 (US\$mil)	EIRR ² (%)
	財務費用 ¹	経済費用		
第1期工事	179.7	146.8	7.6	11.7
第2期工事	197.1	138.9	5.0	11.4
プロジェクト全体	376.8	285.7	12.6	11.6

(注) ¹ 価格予備費を含むので第3.6.2節表示のコストとは異なる。

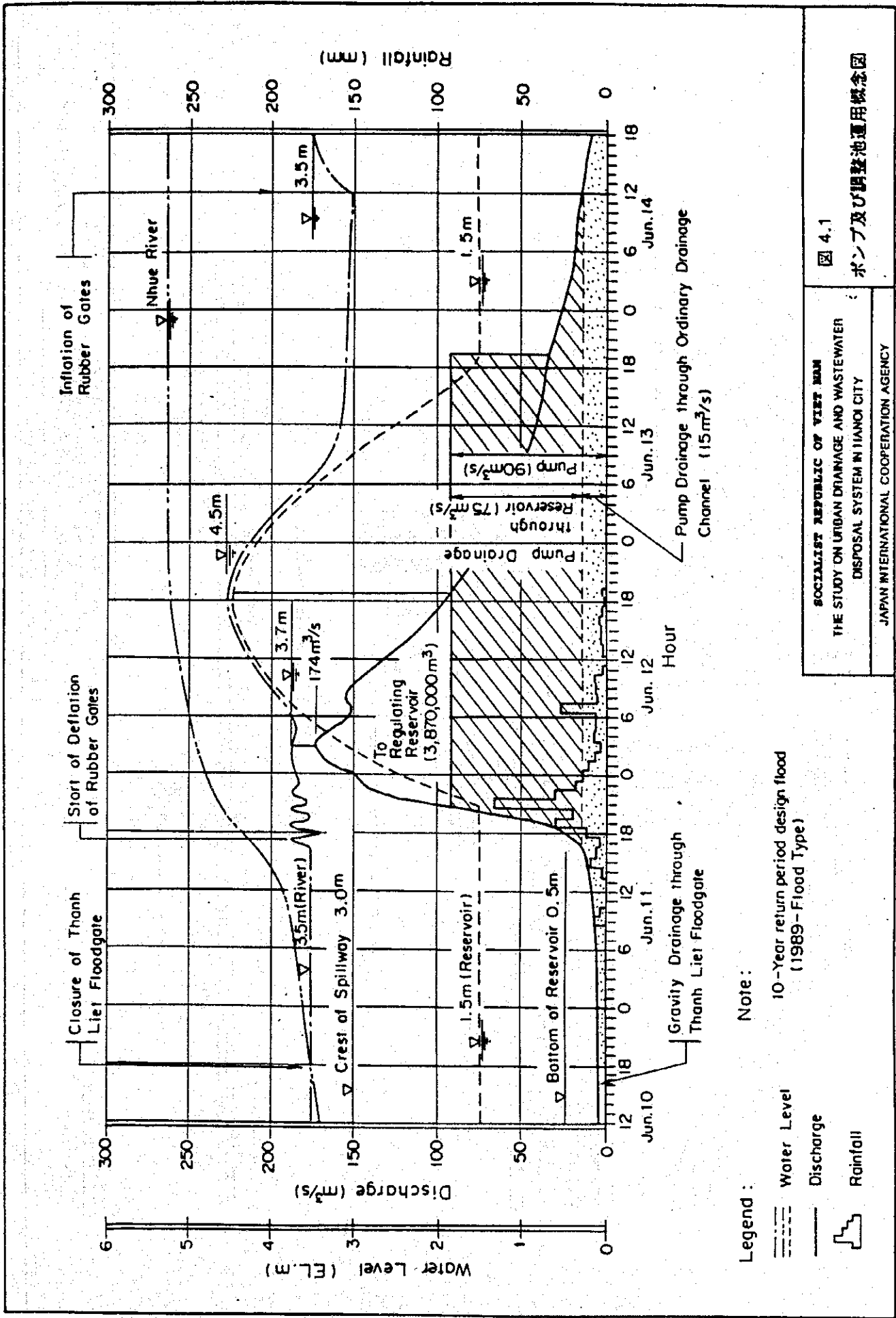
² キャッシュフローを付属資料-4.8に示す。OM費用としては土木工事費の0.3%+機械費用の2.0%相当がかかると想定した。機器の更新は25年毎とした。

4.6.3 感度分析

上記EIRR（プロジェクト全体）の感度分析を下記のケースに対して行なった。

	<u>ケース</u>	<u>EIRR</u>
(a)	工事費が15%増加した場合	10.5%
(b)	便益が15%減少した場合	10.3%
(c)	上記(a)と(b)の組合せ	9.2%

上記(c)のケースを含めて、本プロジェクトは仮に多少の変動要因が生じても事業実施に価する十分のリターンを示すプロジェクトであると言える。



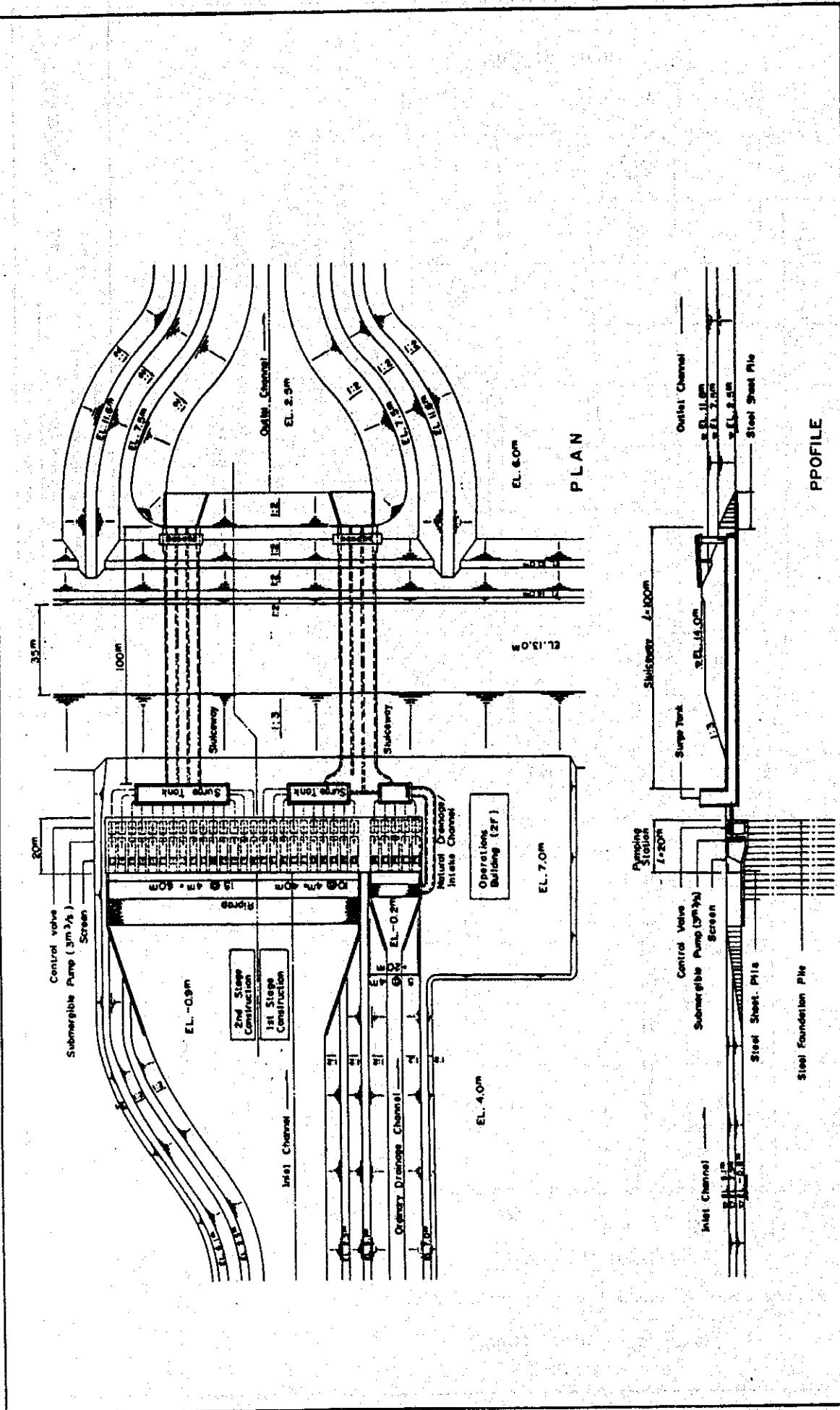


図 4.2
イエンソンポンプ場計画図

SOCIALIST REPUBLIC OF VIET NAM
THE STUDY ON URBAN DRAINAGE AND WASTEWATER
DISPOSAL SYSTEM IN HANOI CITY
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



LEGEND




-  Reservoir / Channel
-  Sewerage
-  Drains

図 4.3
ハノイ市調整池計画図

SOCIALIST REPUBLIC OF VIET NAM
THE STUDY ON URBAN DRAINAGE AND WASTEWATER
DISPOSAL SYSTEM IN HANOI CITY
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

River Regulating Reservoir (130 ha)

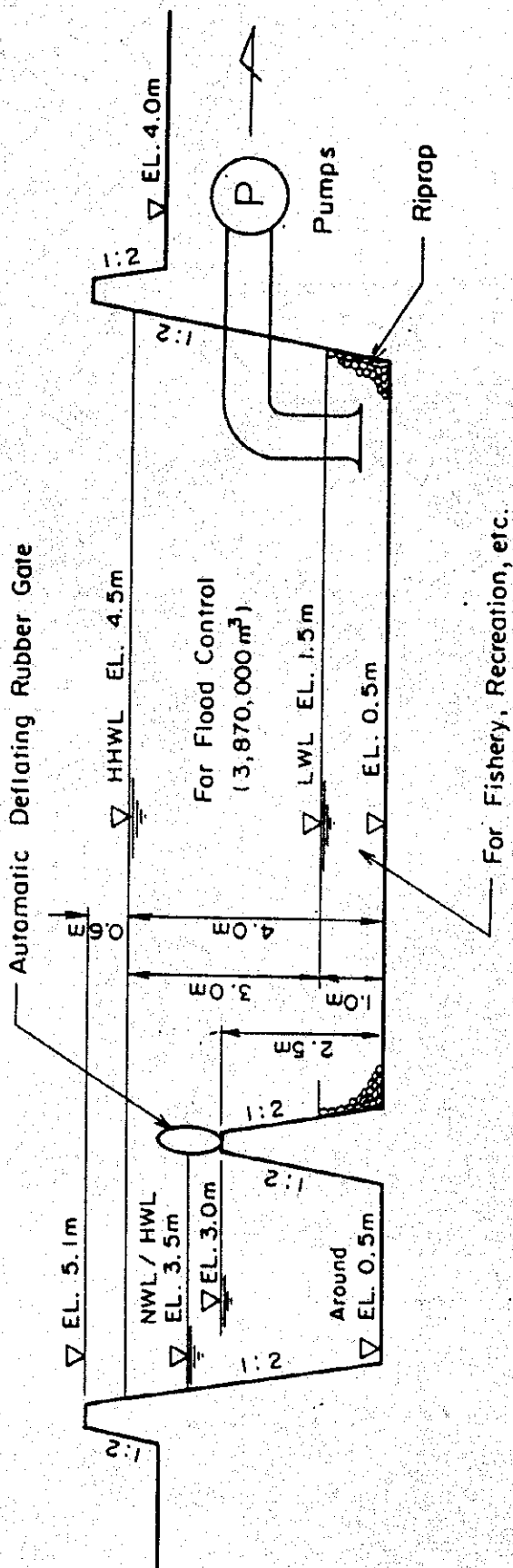
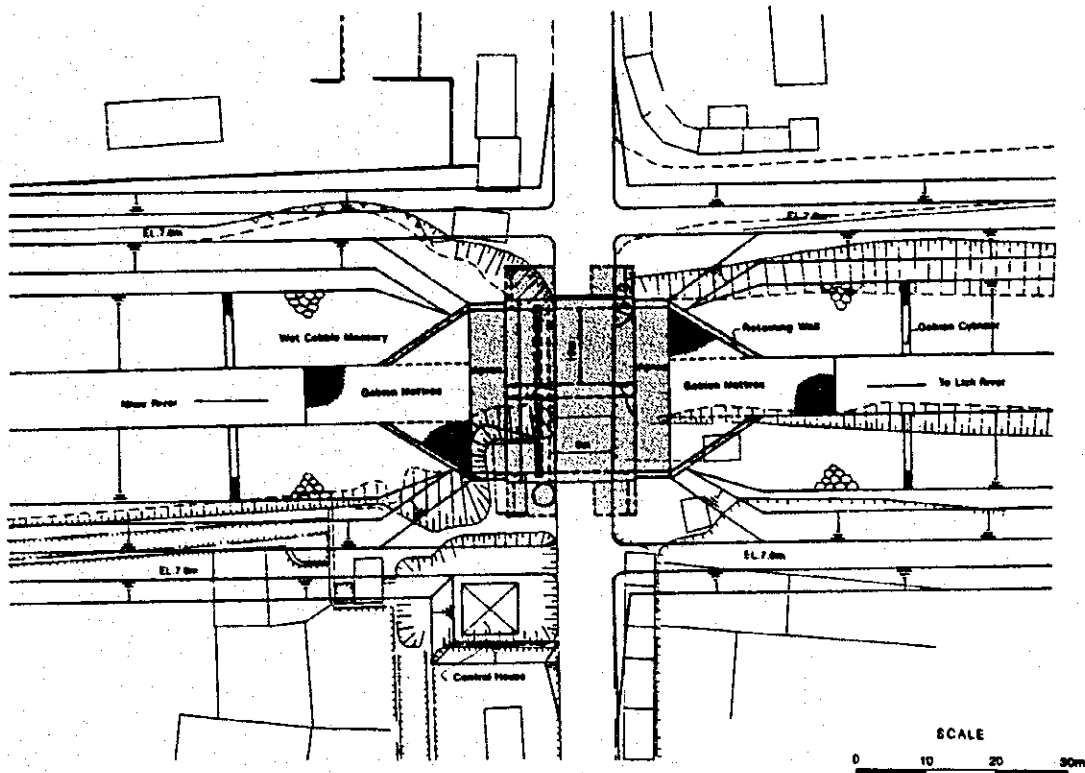


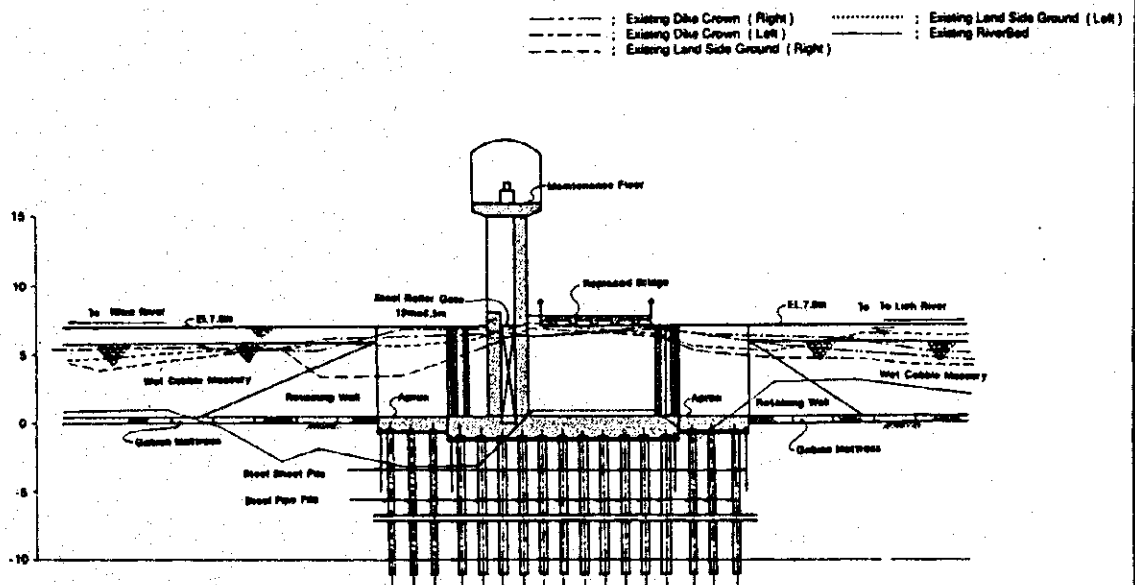
図 4.4
 SOCIALIST REPUBLIC OF VIET NAM
 THE STUDY ON URBAN DRAINAGE AND WASTEWATER
 DISPOSAL SYSTEM IN HANOI CITY
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 4.4
 フェイエン調整池容量配分図

PLAN



PROFILE



SOCIALIST REPUBLIC OF VIET NAM
 THE STUDY ON URBAN DRAINAGE AND WASTEWATER
 DISPOSAL SYSTEM IN HANOI CITY

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

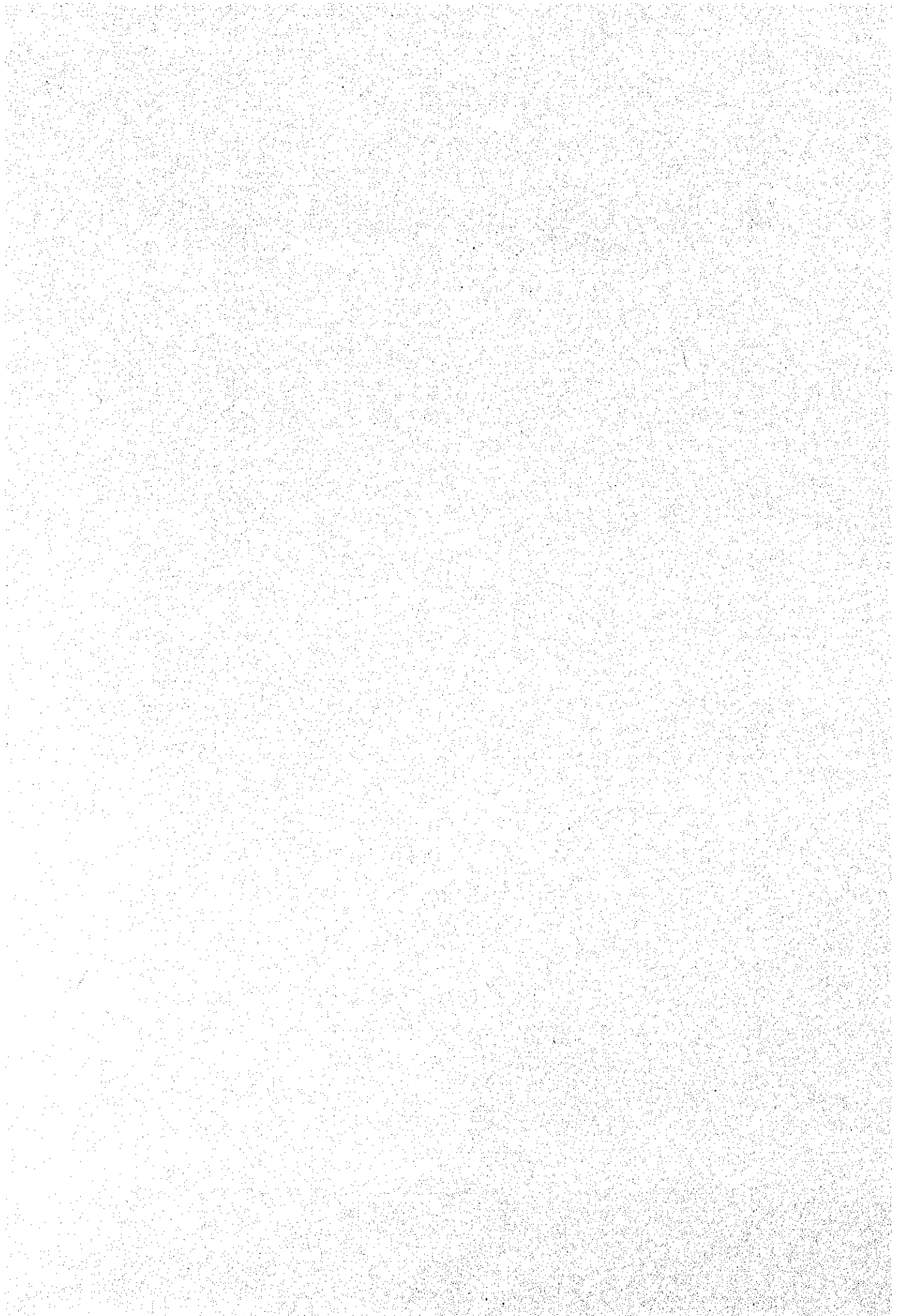
図 4.5

タンリエット堰計画図

図 4.6 トーリック流域排水プロジェクト工程表

Item	Quantity	Year										
		1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
1 Feasibility Study by JICA		[Gantt bar from 1994 to 1995]										
2 Financial Arrangement		[Gantt bar from 1994 to 1995]										
3 GOV Approval of the Project		[Gantt bar from 1994 to 1995]										
4 Engineering Services		[Gantt bar from 1994 to 1995]										
5 Land Acquisition and Compensation		[Gantt bar from 1994 to 1995]										
6 Procurement of Contractors		[Gantt bar from 1994 to 1995]										
7 Construction Works		[Gantt bar from 1994 to 1995]										
A. Construction Works		[Gantt bar from 1994 to 1995]										
A1: Site Preparatory Works		[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Land preparation for camp site	35,000 m ²	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Land preparation for spoil bank	50,000 m ²	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Access road rehabilitation & upgrading	22,000 m ²	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
A2: Main Civil Works		[Gantt bar from 1994 to 1995]										
1) Yen So Pumping Station	(90 m ³ /s)	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Inlet Structure	LS	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Inlet channel	1,200 m	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Ordinary Drainage Channel	1,900 m	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Outlet Sluiceway-civil works	LS	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Outlet Channel	1,600 m	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
2) Yen So Regulating Reservoir		[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Regulating Reservoir	203 ha	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Yen So Channel (18 ha)	3,400 m	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Spoil Bank (3,000 m)	40 ha	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
3) Linh Dam and Dinh Cong Lakes		[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Linh Dam Channel	1,000 m	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Linh Dam Lake	107 ha	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Dinh Cong Channel	400 m	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Dinh Cong Lake	25 ha	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
4) Floodgates and Control Gates		[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Thanh Liet Floodgate	170 m ²	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Hoa Binh Floodgate	20 m ²	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Van Dien Floodgate	20 m ²	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- West Lake Control Gate (A)	30 m ²	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- West Lake Control Gate (B)	15 m ²	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Lu River Control Gate	15 m ²	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Nghia Do Control Gate	15 m ²	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
5) River Improvement		[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Lower Kim Nguu, To Rich, Lower Lu River and Thanh Liet Channel	22.1 km	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Set & Upper Lu River, & Lu-Set Floodway	7.5 km	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Upper Kim Nguu River	3.4 km	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
6) Hydromechanical Equipment		[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Pumping Station Mech/Electrical Works	LS	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Outlet Sluiceway Gate	60 m ²	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Thanh Liet Floodgate	170 m ²	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Hoa Binh Floodgate	20 m ²	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Van Dien Floodgate	20 m ²	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- West Lake Control Gate (A)	30 m ²	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- West Lake Control Gate (B)	15 m ²	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Lu River Control Gate	15 m ²	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Nghia Do Control Gate	15 m ²	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
7) Flood Forecasting System	LS	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
A3: Drainage Channel Improvement		[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- To Rich & Lower Lu River Basin, and Hoang Liet Drainage Basin	16.4 km	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Set and Upper Lu River Basin	3.7 km	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Kim Nguu River Basin	10.7 km	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
A4: Lake Improvement		[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Lake Dredging, 4 lakes in 1st Stage	650,000 m ³	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Lake Dredging, 14 lakes in 2nd Stage	1,270,000 m ³	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Lake Conservation, 11 lakes	LS	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
A5: Sewerage Rehabilitation & Construction		[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- West Lake Basin	LS	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- To Lich River Basin	LS	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Lower Lu River Basin	LS	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Hoang Liet Drainage Basin	LS	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Set River Basin	LS	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Upper Lu River Basin	LS	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Kim Nguu River Basin	LS	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Yen So Drainage Basin	LS	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
A6 Existing Sewer/Canal Dredging		[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Sewer Cleaning	LS	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Canal Dredging	LS	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
B. Procurement of Equipment & Materials		[Gantt bar from 1994 to 1995]										
B1: Supply of Equipment		[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Supply of Equipment & Materials	LS	[Gantt bar from 1994 to 1995]										
- Supply of Materials (fuel, etc.)	LS	[Gantt bar from 1994 to 1995]										

: Feasibility Study (JICA)
 : Financial arrangement
 : Procurement of contractors
 : Activity by GOV / Consultant
 : Preparatory works by HSDC
 : Works by contractors



5. 環境影響

5.1 ハノイ市の排水下水環境現況

(1) 下水・排水システム

ハノイ市の下水は、現況未処理のまま排水路・河川に排出されているため、水質汚染が居住環境劣化の最大要因となっている。特筆すべき事象としては以下のとおりである。

- (a) 汚染された河川水の浸透、老朽化した下水管渠からの漏水に因し、地下水の汚染が生じつつある。
- (b) 雨水も表面汚濁物を河川・排水路に流しこんでいる。洪水による浸水は住居が所有する地下の上水道貯留タンクを直接汚染しており、また下水管渠/汚水槽からの溢水をもたらしている。
- (c) 住民による河道内へのゴミの不法投棄や不法埋立が常習化している。水質汚染の他、河道流下断面の狭さく化の因となっている。
- (d) 未処理の排泄物や汚水槽スラッジが農業等に直接用いられていることも汚染源の一つである。
- (e) ゴミ及び排泄物収集処理が十分に行われていないため、排水路・河川への直接流入の因となっている。

(2) 湖沼・河川

ハノイ市では下水処理施設は事実上未整備のままである。従って、実際の水質浄化は河川・湖沼の自然浄化作用によっているが、既にオーバーロードの状態にある。適切な水循環、エアレーション及び水草の除去が行われるという前提で現況の湖沼は人口約50万人分程度の下水排出を浄化できると算定されるが、現実には人口は100万人に及んでいる(To Lich川流域)。

河川・湖沼の汚泥堆積と水草の繁茂も著しい。河川・排水路の流速も極めて小さい。汚泥浚渫、水草除去あるいは将来的には河川・湖沼への希釈用水の補給といった対策が必要である。

(3) 水質

下水水質監視プログラム(Wastewater Monitoring Program)が1993年5月からSDCによって開始されている。プログラムの目的は湖沼・河川・排水路の水質の観測、工場・病院・家庭からの下水排出の量と水質の調査及び主たる水道汚染源の把握である。本調査においても同プログラムへの補足データを供する形で水質サンプリング調査を行った。

これまでの観測結果によると下水による市内環境の悪化は顕著である。

- 排水路 : BOD 30 - 105 mg/l
- 河川 : BOD 45 - 100 mg/l
- 湖沼 : BOD 15 - 50 mg/l

BODが15mg/lを越えると、水質汚染状態にあると言えるので、特に河川・排水路において汚染が著しい。家庭からの下水が排出される場所ではアンモニアやリン酸塩の濃度が高い。夏期においては、湖沼には若干の溶存酸素が認められるも、河川・排水路は場所によって無酸素状態となっている。

5.2 マスタープランに係わる予備的環境要素の検討

排水事業、特に下水事業は住民の居住環境及び水質の改善を目指す点、基本的には環境改善を促す事業である。マスタープランに提言された諸計画案は概ねこの認識上にあり、大きな環境上の問題をもたらすものではない。

しかしながら、計画案の実施においては留意すべき事項は多々ある。特筆すべき事項としては、

- (a) 避けられない負のインパクトの要素として住民移転の問題がある。計画においては補償数を最小化するような対策の立案が望ましい。
- (b) ハノイ市内の河川・湖沼は西湖を除き既に何度も浚渫されており、純粋な自然湖はないと言って良い。さりながら生態系保全に関する注意は事業実施前に十分調査されるべきである。
- (c) マスタープランの事業実施と併行して水質を含む環境モニタリングプログラムを進めて行く必要がある。同プログラムから今後の事業実施の方向を定める有用なデータが得られる可能性がある。

5.3 トーリック流域排水プロジェクトに関わる環境影響評価

総じて、本プロジェクトは環境改善効果をもたらす。洪水氾濫は住民にとって経済的ロスであるばかりでなく、衛生環境の悪化をもたらしているのが解消されるし、また河川・湖沼の施設改善は市民にアメニティの場を作り出し居住環境の改善を呈する。

特に工事中を含めて若干の負のインパクトは生じる。配慮すべき主要な事項を述べると以下のとおりである。

- (a) Yen So ポンプ場 : ー 景観の変化
- (b) Yen So 調整池 : ー 水位変化 (3m) に伴う漁類・植生への影響、湖岸侵蝕の問題
: ー 調整池堆砂の問題 (定期的浚渫を要する)
- (c) Linh Dam 湖 : ー 周辺開発計画との整合をとること
- (d) 河川・排水路 : ー 下水処理施設整備前は依然として汚水/汚泥流入は存続する。
浚渫・清掃等の定期的維持管理を要する。
- (e) 住民移転 : ー Yen So 調整池及び河川工事においては住民移転の問題は少ないが、市街部排水路改修 (第二期工事) においては配慮を要する。

6. 実施に関わる勧告

6.1 計画案の実施に関わる事項

(1) トーリック川流域排水プロジェクト

- (a) プロジェクトが持つ高い経済性及び居住環境改善のニーズの観点から、第一期工事を早期に実施することが望ましい。
- (b) 第二期工事では洪水防御レベルを2年確率洪水（第一期）から10年確率まで高められる点効果は大きい。被害ポテンシャル鑑み、防御レベルとして10年確率はMinimumとあって良い。第二期工事でも第一期工事に引き続き早期実施が望ましい。
- (c) 都市開発の度合いに応じ将来は防御レベルを25年－50年確率といった具合に上げて行かねばならない。将来の調整池／ポンプ場増設に備える必要があるため、当面 Yen So 調整池／ポンプ場の隣接地は保留しておく必要がある。

(2) ヌエ川流域排水計画

- (a) 現状の被害ポテンシャルからしてトーリック川流域排水計画以降のプロジェクトとせざるを得ないが、財源のアベイラビリティに応じては、併行して進めることは可能な限り望ましい。
- (b) 本プロジェクト（ヌエ川左岸地区）のみ実施した場合、本プロジェクト左岸堤防築堤により右岸側氾濫状況を悪化させる。併行して右岸側洪水防御プロジェクトも実施する必要がある。早期に調査を開始すべきこと（MOWR）。
- (c) 本調査の計画対象地域外の事柄ではあるが、将来的にはヌエ川下流域の洪水防御計画案を策定することが望ましい。洪水流出解析を含む流域総合調査の実施(MOWR)を提言する。

(3) 湖沼保全計画

- (a) 西湖に関わる事業は総合環境調査の後にすべきと考えられる。環境調査を早期に開始すべきこと。
- (b) 排水計画上、また水質浄化の観点から重要な役割を果たすと目されている市内の湖沼（約80池）は将来とも保存すべきで埋立など行なってはならない。

(4) 下水道計画

- (a) 河川・湖沼等の水質自体の改善は下水処理事業を実施しないと基本的には改善されない。事業化への一歩としてフィージビリティ調査（M/Pの提言としてZone 2, 3及び4が優先地区）を開始すべきこと。
- (b) 本格的下水道事業の着工にはまだかなりの年数を要すると思われるので、提言した非施設的対策（図3.3のN項）の逐次実施を進めること。

6.2 環境に関わる事項

(1) 環境モニタリングプログラム

実体として排水・下水に関わる環境調査データがこれまでのところ殆ど集積されていない。事業の実施とは別途に"環境モニタリングプログラム (Environmental Monitoring Program)"を開始することを提言する。SDCが実施中の水質モニタリングプログラム (Wastewater Monitoring Program)と協調の上、水生植物/藻類の分布、湖底生物の生態系、水面栽培、流出土砂の量と分布といった事象の調査を対象とする。

(2) 地盤沈下監視プログラム

調査対象地域の大半の地区において、この4年間(1988-1992)に5-10mm/年の地盤沈下が観測されている。過度の地盤沈下は排水・下水施設に被害を与えかねない点、今後とも地盤沈下の監視の継続が必要である。

6.3 実施体制に関わる事項

実施体制の強化に関わる事項については、主報告書及び付属報告書に述べている。特に急ぎ実現化すべき事項として下記が挙げられる。

(1) 下水排水公社 (SDC)

今後の排水・下水事業の実施・運営に関し中心的役割を果たして行かねばならない機関であるので組織強化が必要である。当面の課題としては、

- (a) HPCによる十分なOM財源の補助
- (b) トーリック流域排水プロジェクト実施に伴う中堅技術要員の増強
- (c) プロジェクト実施を通じての技能要員の訓練

(2) ハノイ市人民委員会 (HPC)

事業の実施に際して、HPCが様々な関係省庁から事業の運営管理や技術的助言について協力を受けることが予想される。そこで、トーリック川流域排水事業の計画、管理、調整等を担当する新組織である事業協力委員会なるものを設立する必要がある。この委員会はHPC直属の事業実施機関となる。又、技術的問題を処理する下部組織(例えば事業運営事務所)の設立も望まれる。

(3) 都市環境公社 (URENCO)

下水道事業の本格的な実施が2000年以降という場合においては、それまでの間廃棄物収集/屎尿収集に携わるURENCOの役割は特に重要である。組織の強化とともに必要資機材の供与が緊急事項である。