

5. 6 費用積算

下水道事業の実施に必要な事業費を積算する。実施計画と財政計画を樹立するために、1995年までの施設の建設費を計算した。維持管理費は次節に示す実施計画を基に計算した。

積算は第4章で行ったものと同様の手順で行った。まず最初に全体事業費は直接工事費と間接工事費に区分する。直接工事費には技線管渠、幹線管渠、ポンプ場、処理場等の施設の建設費が含まれる。取付管の建設費は今まで住民が負担し、政府は負担しておらず、これは今後も続くので事業費からは除外した。既存施設の更新に要する費用も直接工事費に含める。用地取得費も直接工事費の一部とする。間接工事費は技術費と予備費である。間接工事費は直接工事費の比率により求め、技術費、予備費は建設費と更新費の合計のそれぞれ10%、20%とした。

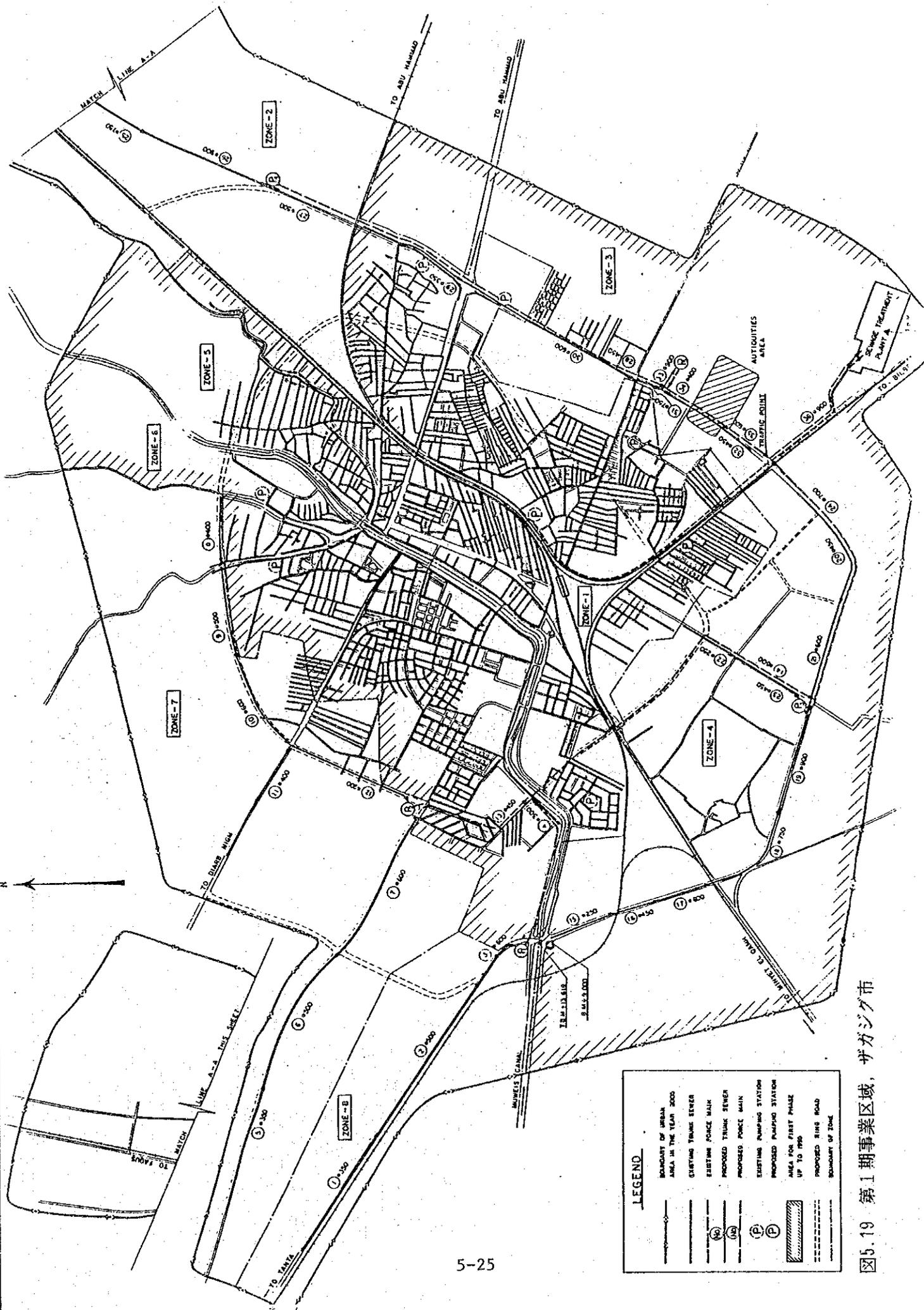
次に、全ての費用は材料やサービスの性質により、内貨と外貨に区分した。外貨費用は輸入品、主にポンプ場や処理場の機器に要するものとみなした。調査団はNOPWASD から、輸入材料をできるだけ限定する現在のNOPWASD の政策について助言を受けた。このことは外貨の計算に反映させている。NOPWASD から供与された最新の報告書によれば、最近は機器も大部現地調達ができるようになっている。結局、処理場の機器について外貨分は全体の50%とした。

1995年までの建設費を求めるために、それまでに必要な下水道施設を確認した。施設の概要は表5.2に示す。市街化が進みそうもない区域の下水道施設は1995年までの実施計画から除外した。4都市の下水道施設を整備する区域は図5.19~5.22に示す。

1995年目標の第1期計画の事業費を表5.3に示す。4都市に対する総事業費は1億4,400万エジプトポンドである。総事業費の83%、1億2,000万エジプトポンドが内貨、17%、2,400万エジプトポンドが外貨である。都市別の事業費は、ザガジグ4,850万エジプトポンド、ファークース3,390万エジプトポンド、ミニエットエルカム2,250万エジプトポンドである。NOPWASDにより建設中のザガジグ処理場の建設費は事業費に含んでいない。

各都市の事業実施計画を工事項目別に表5.4に示す。実施計画策定に当り、以下のような仮定を設けた。

- 事業開始は89/90会計年度とし、6年間の事業期間で完成を94/95年度とする。ザガジグ以外の3都市の処理場は94/95年度末に供用開始する。
- ポンプ場、処理場の用地は初年度に取得する。
- 詳細設計、入札図書作成等の技術費は最初の2ケ年に必要となる。
- 管渠の建設は詳細設計とその他の準備作業の後、行うものとし、費用は91/92年度から94/95年度まで均等に配分する。
- 3市の処理場建設は最初2年間を主に土木工事、後半2年間を主に機械、電気工事の計4年間とする。
- ポンプ場の建設は管渠、処理場の建設と歩調を合わせるものとし、費用は91/92年度から94/95年度まで均等に配分した。



LEGEND

	BOUNDARY OF URBAN AREA IN THE YEAR 2000
	EXISTING TRUNK SEWER
	EXISTING FORCE MAIN
	PROPOSED TRUNK SEWER
	PROPOSED FORCE MAIN
	EXISTING PUMPING STATION
	PROPOSED PUMPING STATION
	AREA FOR FIRST PHASE UP TO 1950
	PROPOSED RING ROAD
	BOUNDARY OF ZONE

図5.19 第1期事業区域，ザガジグ市

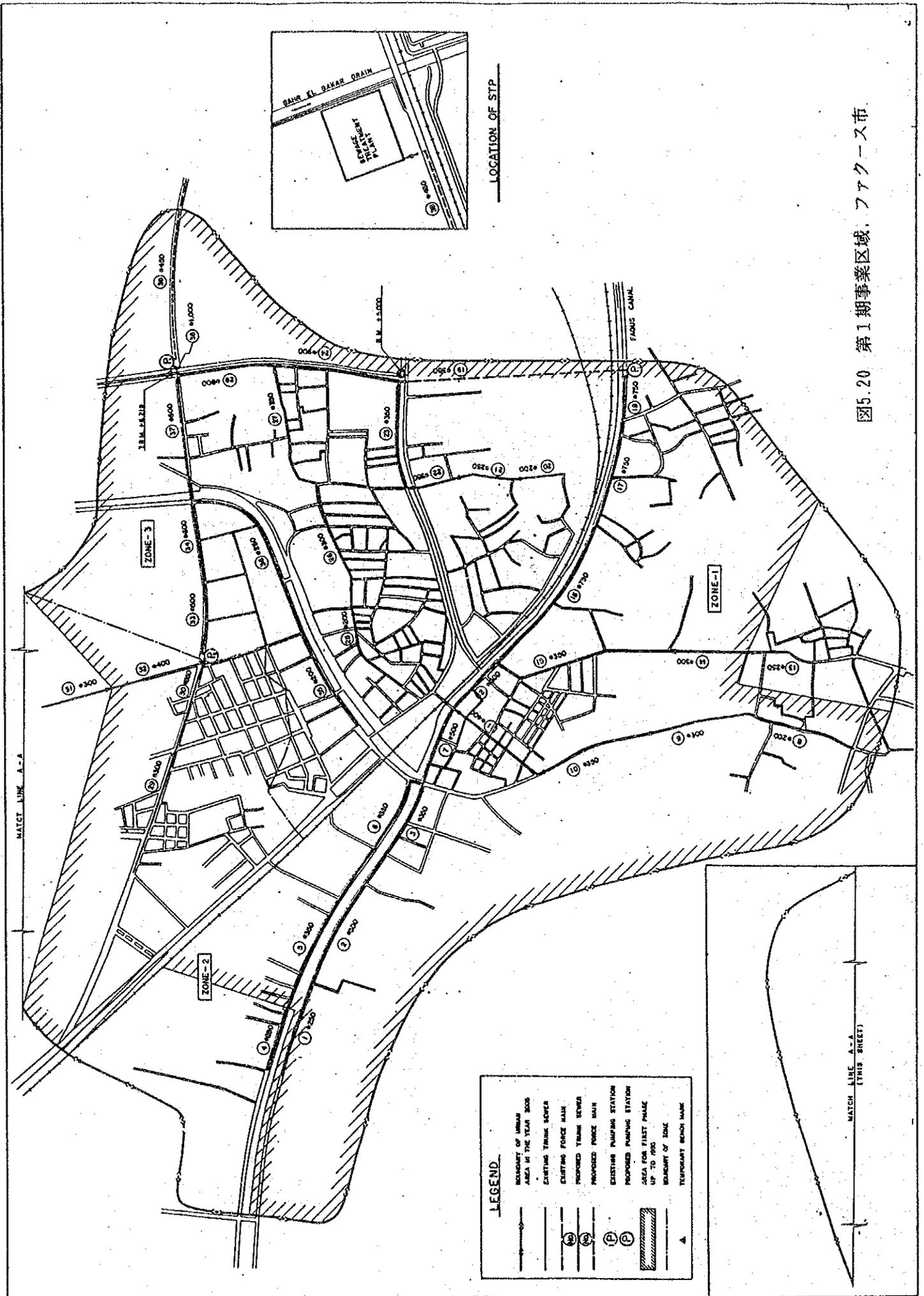
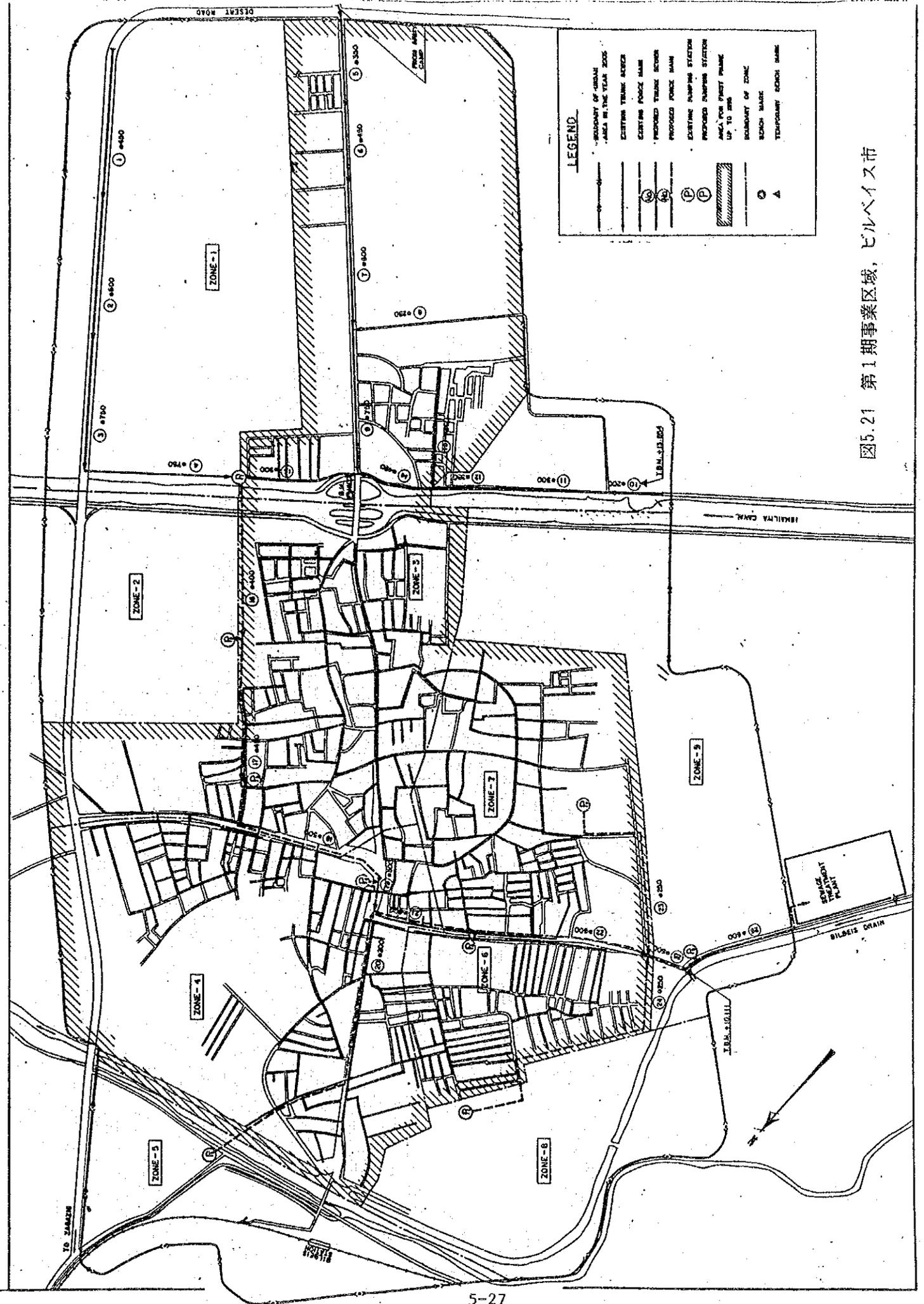


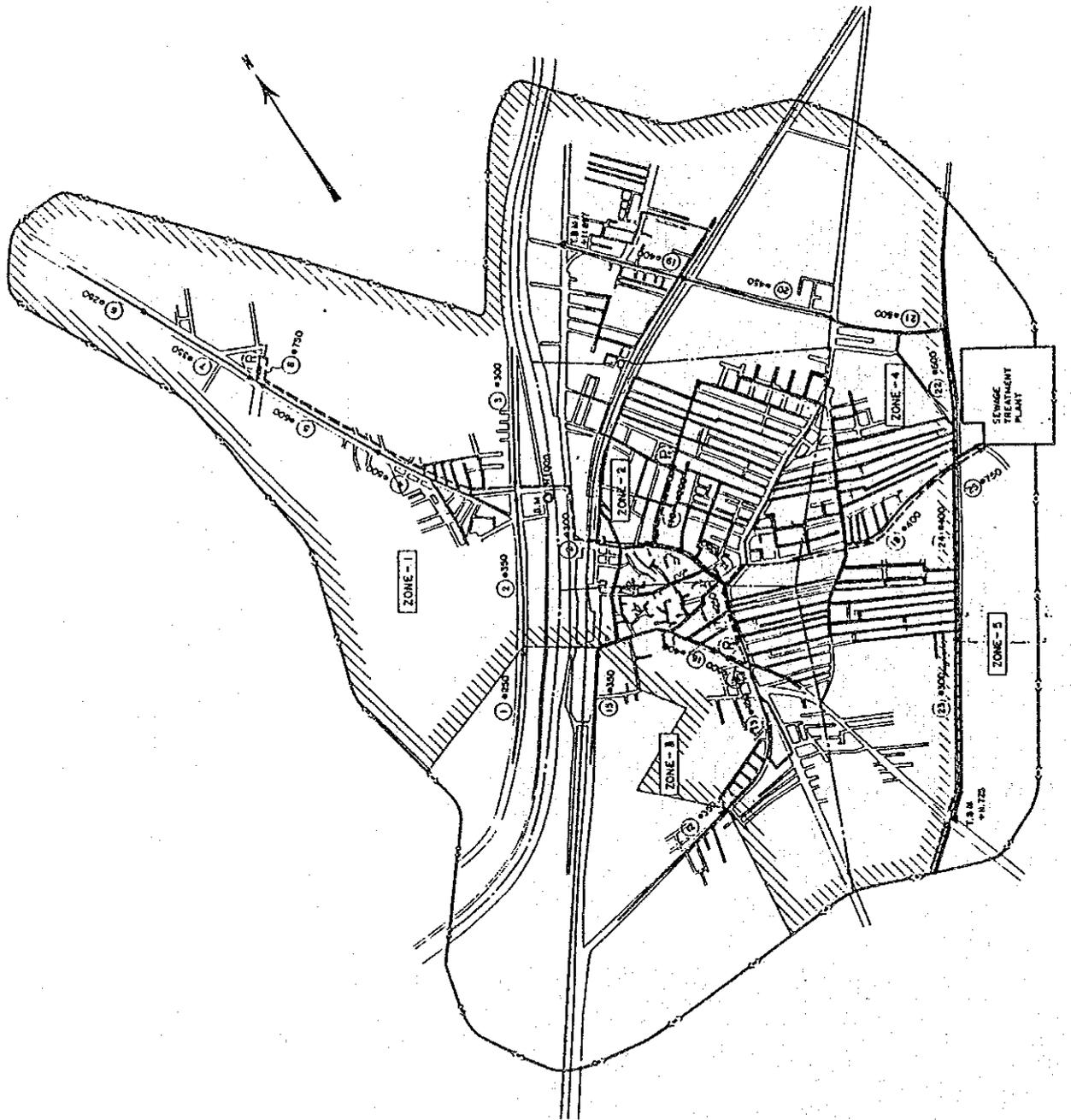
図5.20 第1期事業区域, フアークース市



LEGEND

- BOUNDARY OF AREA
- AREA IN THE YEAR 2000
- EXISTING TRUNK ARTER
- EXISTING FORCE MAIN
- PROPOSED TRUNK ARTER
- PROPOSED FORCE MAIN
- Ⓟ EXISTING PUMPING STATION
- Ⓟ PROPOSED PUMPING STATION
- ▨ AREA FOR FIRST FLOOR UP TO 10 MS
- BOUNDARY OF ZONE
- ⊙ SCHOOL MARK
- △ TEMPORARY SCHOOL MARK

図5.21 第1期事業区域, ヒルベイス市



LEGEND

	BOUNDARY OF URBAN AREA IN THE YEAR 2008
	EXISTING TRUNK SEWER
	EXISTING FORCE MAIN
	PROPOSED TRUNK SEWER
	PROPOSED FORCE MAIN
	EXISTING PUMPING STATION
	PROPOSED PUMPING STATION
	AREA FOR FIRST PHASE UP TO 1985
	BOUNDARY OF ZONE
	BENCH MARK
	TEMPORARY BENCH MARK

図5.22 第1期事業区域，シニエットエルクム市

表5.2 1995年までの下水道施設概要

City	New Facilities											
	Service Area (ha)		Population		Branch and Lateral Sewer (km)		Trunk Sewer & Force Main		Pumping Station		Treatment Plant	
	Exis.	New	Total	Exis.	New	Total	Dia.(mm)	Length (m)	Dia.xNos.	Wastewater Flow Rate	Treatment Capacity*	
Zagazig	794	832	1,626	297,000	318	333	651	250-900	10,760	No.3 250x4 No.5 200x4	---	---
Faqus	-	424	424	61,000	-	170	170	200-1000	13,830	No.1 200x3 No.2 150x3 No.3 300x3	9,327	10,241 (1/2)
Bilbeis	227	129	356	133,000	91	52	143	200-900	6,140	No.1 250x3	16,581	22,303 (1/2)
Minyet El Qamh	150	100	250	61,000	60	40	100	200-750	7,270	-	8,297	9,559 (1/2)

Note: * Parentheses under treatment capacity indicate a portion of major treatment units to be completed by 1995.

表5.3 全体事業費 (1985)

(LE 1,000)

City	B/L Sewer	Trunk Sewer	P/S	STP	Sub-total	Land Purchasing Cost	Rehabilitation Cost	Contingency	Engineering Cost	Total Cost
Zagazig	T	4,274	2,121	-	31,355	150	5,841	7,439	3,720	48,505
	L/C	24,960	3,633	-	29,675	150	2,561	6,447	3,224	42,057
	F/C	-	641	1,039	1,680	-	3,280	992	496	6,448
Faqus	T	12,720	4,102	1,936	25,988	4,665	592	5,316	2,658	39,219
	L/C	12,720	3,487	1,136	22,491	4,665	420	4,582	2,291	34,449
	F/C	-	615	800	3,497	-	172	734	367	4,770
Bilbeis	T	2,040	1,821	1,711	18,942	8,075	942	3,977	1,989	33,925
	L/C	2,040	1,548	616	13,538	8,075	426	2,793	1,397	26,229
	F/C	-	273	1,095	5,404	-	516	1,184	592	7,696
Minyet El Qamh	T	3,000	1,530	700	12,880	4,500	930	2,762	1,381	22,453
	L/C	3,000	1,301	140	9,938	4,500	244	2,036	1,018	17,736
	F/C	-	229	560	2,942	-	686	726	363	4,717
TOTAL	T	42,720	11,727	6,468	89,165	17,390	8,305	19,494	9,748	144,102
	L/C	42,720	9,969	2,974	75,642	17,390	3,651	15,858	7,930	120,471
	F/C	-	1,758	3,494	13,523	-	4,654	3,636	1,818	23,631

Note - B/L: Branch and Lateral

p/S: Pumping Station

STP: Sewage Treatment Plant

T : Total

L/C: Local Currency Portion

F/C: Foreign Currency Portion

表5.4 実施計画

(LE 1,000)

City	Work Item	1989/90	1990/91	1991/92	1992/93	1993/94	1994/95	Sub-total
Zagazig	1. Sewer Pipes	-	-	7,309	7,309	7,309	7,307	29,234
	2. Pumping Station	-	-	530	530	530	531	2,121
	3. Treatment Plant	-	-	-	-	-	-	-
	4. Rehabilitation	1,460	1,460	1,460	1,461	-	-	5,841
	5. Land Acquisition	150	-	-	-	-	-	150
	6. Engineering	930	930	930	930	-	-	3,720
	7. Contingency	1,860	1,860	1,860	1,859	-	-	7,439
	Sub-total	4,400	4,250	12,089	12,089	7,839	7,838	48,505
Paqus	1. Sewer Pipes	-	-	4,206	4,206	4,206	4,204	16,822
	2. Pumping Station	-	-	484	484	484	484	1,936
	3. Treatment Plant	-	-	1,808	1,808	1,808	1,806	7,230
	4. Rehabilitation	296	296	-	-	-	-	592
	5. Land Acquisition	2,333	2,332	-	-	-	-	4,665
	6. Engineering	665	665	665	663	-	-	2,658
	7. Contingency	1,329	1,329	1,329	1,329	-	-	5,316
	Sub-total	4,623	4,622	8,492	8,490	6,498	6,494	39,219
Bilbeis	1. Sewer Pipes	-	-	965	965	965	966	3,861
	2. Pumping Station	-	-	428	428	428	427	1,711
	3. Treatment Plant	-	-	3,343	3,343	3,343	3,341	13,370
	4. Rehabilitation	471	471	-	-	-	-	942
	5. Land Acquisition	4,038	4,037	-	-	-	-	8,075
	6. Engineering	497	497	497	498	-	-	1,989
	7. Contingency	994	994	994	995	-	-	3,977
	Sub-total	6,000	5,999	6,227	6,229	4,736	4,734	33,925
Minyet El Qamh	1. Sewer Pipes	-	-	1,133	1,133	1,133	1,131	4,530
	2. Pumping Station	-	-	175	175	175	175	700
	3. Treatment Plant	-	-	1,913	1,913	1,913	1,911	7,650
	4. Rehabilitation	465	465	-	-	-	-	930
	5. Land Acquisition	2,250	2,250	-	-	-	-	4,500
	6. Engineering	345	345	345	346	-	-	1,381
	7. Contingency	691	691	691	689	-	-	2,762
	Sub-total	3,751	3,751	4,257	4,256	3,221	3,217	22,453
Total	1. Sewer Pipes	-	-	13,613	13,613	13,613	13,608	54,447
	2. Pumping Station	-	-	1,617	1,617	1,617	1,617	6,468
	3. Treatment Plant	-	-	7,064	7,064	7,064	7,058	28,250
	4. Rehabilitation	2,692	2,692	1,460	1,461	-	-	8,305
	5. Land Acquisition	8,771	8,619	-	-	-	-	17,390
	6. Engineering	2,437	2,437	2,437	2,437	-	-	9,748
	7. Contingency	4,874	4,874	4,874	4,872	-	-	19,494
	Total	18,774	18,622	31,065	31,064	22,294	22,283	144,102

5.7 既存施設の修復

4.2.6 節で述べたように、既存の施設は現在の状況に応じ、程度の差はあれ修復が必要である。それぞれの施設でどの程度の修復を必要とするか判断するための詳しい資料がないため、修復費用の見積りは以下の仮定を基に行った。

- － 既設整備区域の技線管渠の補修、改良の費用として新規の建設費の15%が必要である。
- － ポンプ場については、ポンプ、モーター等の負荷の大きい機器は、更新が必要で、構造物は2005年まで使用可能とする。したがって、ポンプ、モーターの更新費用を計上する。

修復費用は5.6節の全体事業費に含まれており、財政上の負担と工事の重要性を考慮し、ザガジグ市については最初の4ヶ年度、他の3都市については2ヶ年度に配分した。

5.8 資機材の調達

下水道施設に必要な建設材料は、シアルキア州で容易に入手できる。一般的には、現地業者はNOPWASD等の経験豊富な技士の監理の下で建設を担う能力がある。しかし、機械、電気の機器、各種ポンプ、モーター、計装機器は現地で調達できず、外国から輸入せざるを得ない。これらは全体事業費に占める割合は小さいが、外貨が必要となる。エジプトの現状と事業の性質を考えると、NOPWASDがこれらの機器を購入し、建設業者に支給することが最も適切な方法と思われる。円滑な事業の実施の面でもこれが最善の方法である。なぜならば、民間業者が輸入許可、外貨割当て、その他必要な承認を得るのに多大の時間がかかるからである。この場合、NOPWASDは詳細設計と仕様書が完成次第、必要な手続きを始めるべきである。国際入札が調達方法として考えられる。

機器の購入を工事契約に含めることも可能であり、この場合は建設業者が機器の供給、設置の責任を負う。しかし、この場合でも関係省庁からの承認や許可はNOPWASDが取得しなければならない。

5.9 組織、機構整備

西暦2005年を目的として策定された長期下水道整備計画に沿って、1995年迄の第1期計画を策定した。

この第1期計画では、優先的に下水道施設整備を実施する都市として、ザガジグ市、ビルベイス市、ファクス市及びミニエットエルカム市の4市が選ばれ、下水処理場、ポンプ場、幹線管渠及び技線管渠の建設、補修工事、および家屋接続管の取付工事が予定されている。

本章においては第1期計画実施に必要な中央政府及び地方政府レベルでの組織体制を検討する。

5.9.1 NOPWASD

当該事業の第1期計画実施では、中央政府機関の一つであるNOPWASDが事業実施の初期から完了に至る全期間に亘って、下水処理場、ポンプ場及び幹線管渠等の主要施設の建設の総括的責任を担い、主導的立場をとることが提案された。

計画の準備段階で、NOPWASDは事業実施のため資金の確保や行政措置、その他事務処理を促進するため、住宅省、計画省等の中央政府関連省庁と密接な連絡をとることが望まれる。

当該事業資金に外貨資金が組み込まれる場合は、国際協力省が参画し、外貨資金調達を行うため外国および国内の融資機関、および事業実施機関の仲介および調整を行う必要がある。

事業の第1期計画が承認され、実施の段階に入った場合、NOPWASDは事業実施の中核的責任者を決め、事業実施に必要なおのおのの役割分担を決める必要がある。

以下は必要となる要員とおのおのの役割を示したものである。

(1) プロジェクトマネージャー／アシスタントプロジェクトマネージャー

以下は主としてプロジェクトマネージャーの担う役割であるが、アシスタントプロジェクトマネージャーはプロジェクトマネージャーを補佐しプロジェクトマネージャーが不在の場合は、代理を務める。

- a. 自庁内の実施設計担当技士、もしくは外部から、場合によっては外国コンサルタントからの技士を動員して、事業の詳細設計を行う。
- b. 上記技士に、詳細設計図、施工図面、及び使用書の検討をさせる。
- c. 詳細設計担当者に、詳細設計に必要な資料が十分に提供されるよう便宜をはかる。
- d. 詳細設計完了後、NOPWASDが工事の監理を行うことになった場合、プロジェクトマネージャーは、工事が日程通りに、かつ最低の費用で行われるようにするため全体的な工事スケジュールを作成する。

- e. 建設請負業者に対し、(1) 建設工事が計画通りに、又詳細設計仕様書通りに行われ、(2) 建設資材が現場の必要に応じて入手でき、(3) 建設業者の支払い請求が正当なものであるよう管理し、調整を行う。
彼はまた事業実施に関連する政府機関との調整を行う。
- f. NOPWASD が建設工事監理を外部のコンサルタント（国内もしくは外国の）に委託した場合、プロジェクトマネージャーの役割は、もっぱら建設資材が現場へ必要に応じ適切に供給されるよう取り計らうことや、工事業者の工事代金支払い請求が、コンサルタントによって検証されたことを条件に承認する等の仲介又は調整的なるものに限られる。プロジェクトマネージャーは関係する省庁や融資機関へ提出すべき報告書を作成する。

(2) プロジェクト設計技士

- a. プロジェクトマネージャーが行う詳細設計、施工図面、工事単価表、仕様書の点検を補助する。
- b. 積算技士と協力して、入札書類を作成し応札書類を評価し、提言を行う。
- c. 工事中途で必要となる工事変更のための詳細設計、施工図面の作成を行う。
- d. 工事進捗状況の監視と遅延対策案の提言を行う。

(3) プロジェクト積算技士

- a. 建設費用の観点から詳細設計がエジプトの国税に適合したものであるかどうか、検討する。
- b. 設計技士と協同して、応札書類を評価する。
- c. 工事完了に要する費用を点検、評価し、予測される費用の超過分と、逆に、減額分を見積る。
- d. 工事業者の工事代金支払請求書を工事点検者の報告書に基づいて検討し、妥当な支払いを進言する。

(4) プロジェクト工事点検者

- a. 工事計画および仕様書がおのおのの工事業者に合意されたものであるか確認する。
- b. 工事業者の作業の成果に対する定期的な報告書の作成を行う。
- c. 完了施設の試運転の監督を行う。

(5) プロジェクト会計士

- a. 事業資金（外貨及び内貨分）支出の管理と記録を行う。全ての支出に対して適当な会計処理を行う。
- b. 住宅省や大蔵省及びシアルキア州庁に対し、定期的に財務報告書を提出する。
- c. 事業に必要な内貨の資金繰り計画を立てる。

- (6) プロジェクト出納係
 - a. 事業の内貨資金の管理を行う。
 - b. 内貨資金支出に際し、必要書類が整備されているか確認する。
- (7) カウンターパート（被訓練技士）
 - a. 正規の設計技士、積算技士、および工事点検者の下で補助的業務を行う。
- (8) 業務促進係、およびタイピスト／事務員
 - a. 技士、会計士及び出納係に対し補助的な事務を行う。

5.9.2 シャルキア州庁

NOPWASD が、主要施設建設の責任を担当するのに対して、シャルキア州は、NOPWASD の技術指導と協力を受けて技線管渠の布設工事や補修工事、接続管の取付工事を行う。

NOPWASD による4都市の主要下水施設の建設工事が完了したら、全ての建設された施設はシャルキア州に移管され、それらの施設の運転、管理は州の責任となる。

したがって、シャルキア州庁は、事業実施に従って、以下に述べるような新しい部所を創設するか、既存の部所を拡大することにより、下水施設の運転、維持管理に関連した組織と人員の強化を行わねばならない。

- (1) シャルキア州庁の既存の組織である。都市、農村部下水排水担当部の下に維持管理課と中央研究所を設け以下の業務を担当させる。
 - a. 維持管理課
 - －全ての市、とくに第1期下水整備計画に選ばれたザガジグ市、ビルベイス市、ファクース市およびミニエットエルカム市の下水施設の運転と維持管理を監督し、調整し、集中的に管理する。
 - －全ての市の下水関連部局を指導、補助し、維持管理上生じる問題の解決にあたる。
 - b. 中央研究所
 - －各排水路に放流される家庭污水や工場排水、下水および下水処理場からの放流水の監視と水質分析を行う。
 - －排水路、河川その他水路の水質調査を行い、それによって得られたデータを用いて、下水処理施設が周囲の水路の水質に与える影響等を調べる。
- (2) ザガジグ市、ビルベイス市、ファクース市およびミニエットエルカム市の下水道施設の運転、維持管理にあたる既存の下水道部局は、以下に述べるように、1995年に完了する第1期下水道整備事業のため、拡大されるか、新しい部課を設けなければならない。

(a) ザガジグ市

既存の下水処理場、ポンプ場および下水管渠の運転、維持管理の各課は、2つの新ポンプ場の新設と約11kmに及ぶ幹線管渠、総延長約333kmに及ぶ枝線管渠と約70,000m³/日の処理能力を持つ下水処理場の新設に伴って拡充、強化される必要がある。

(b) ビルベイス市

既存のポンプ場および下水管渠の運転、維持管理の各課は1つの新ポンプ場、新設の約6kmの幹線管渠、総延長約27kmに及ぶ枝線管渠の新設に伴って、拡充、強化される必要がある。

なお、1995年に完成する下水処理能力約22,000m³/日の下水処理場の運転、維持管理のための新しい課が必要となる。

(c) ファークース市

既存のポンプ場、下水管渠の運転、維持管理の各課は新設の約14kmに及ぶ幹線管渠、総延長170kmに及ぶ枝線管渠の新設に伴い、拡充、強化される必要がある。また、1995年に完成する下水処理能力約10,000m³/日の処理場の運転、維持管理のための新しい課が必要となる。

(d) ミニエットエルカム市

既存のポンプ場、下水管渠の運転、維持管理の各課は新設の約8kmに及ぶ幹線管渠、総延長約40kmに及ぶ枝線管渠の新設に伴い、拡充、強化される必要がある。また、1995年に完成する下水処理能力、約10,000m³/日の処理場の運転、維持管理のための新しい課が必要となる。

上記4つの市で拡充される既存の、また新設される、運転、維持管理課に共通の役務は以下の通りである

(a) 下水処理場課

- 下水処理水の水質が望ましい状態に達するよう下水処理を行う。
- 下水処理場を最も効率的に、経済効果があがるよう運転管理する。
- 下水処理場からの放流水を適切に処分する。
- 処理場の運転を効果的なものにするため水質試験を行う。
- 処理場施設や機具類を最良の条件に保つため、補修や維持管理を行う。
- 補修や維持管理に必要な機具類や資材の適切な保持をはかる。
- 処理場敷地内の清掃、また整理整頓を行う。
- 処理場管理に必要な記録や報告書を整備する。

(b) ポンプ場課

- －下水が障害なく送られるようポンプ場を効率よく運転する。
- －ポンプおよび付属部品の維持管理を行う。
- －ポンプ場敷地と建物の定期的な維持管理を行う。
- －ポンプ場管理に必要な記録や報告書を整備する。

(c) 下水管渠課

- －適正で、確実な下水、汚水の収集と、処理場への送水を行う。
- －下水管渠とその付属品の適正な維持管理を行い、最も能率的、かつ経済的な方法で、管渠が障害なく使用されるようにする。
- －小規模な管渠布設工事を行い、また損傷を受けた管渠や付属品の修復を早急にしかも、経済的に行う。
- －下水汚水管渠の損傷状況を継続的に点検し、損傷の原因を究明する。
- －点検調査で発見された自然放水口への違法放水等を含む、法（法律第48/1982）の違反に対し、違反者に対する法的措置をとるための報告書を作成する。
- －下水処理場課で、分析実験を行うため、下水汚水や工場排水のサンプルを収集して提供する。
- －トランシュから下水管への放流を管理する。
- －下水管渠管理に必要な記録や報告書を整備する。

(3) 以下の州庁およびザガジグ、ビルベイス、ファクスおよびミニエットエルカムの4市における既存の部所は、当該第1期下水道整備計画を支援するためお互い共通の部所が緊密に協力するよう強化される必要がある。

(a) 総務部

当部は人事、管理、昇給、人員配置、採用および職員の教育、トレーニング等の管理および事務処理を行う。

(b) 財務部

当部は第1期下水道整備計画のため下水道事業の運営に関し、各年の財務会計報告書を下水料金収入を他の収入と区別して、整備する。

(c) 法務部

当部は排水路への汚水の違法放流等のような法律違反に対する起訴等の法的措置、管理を行う。

上記部局の他、各市に、公共料金徴収のために設けられている既存の料金徴収部は、水道料金との組み合わせで、下水料金の徴収を行い、かつ会

計帳簿上は他の公共料金と区別して、この下水料金収入の記帳を行う必要がある。

第1期下水道整備計画のための組織図を図5.23、5.24、5.25に示す。

図5.23 第1期計画に関する組織図

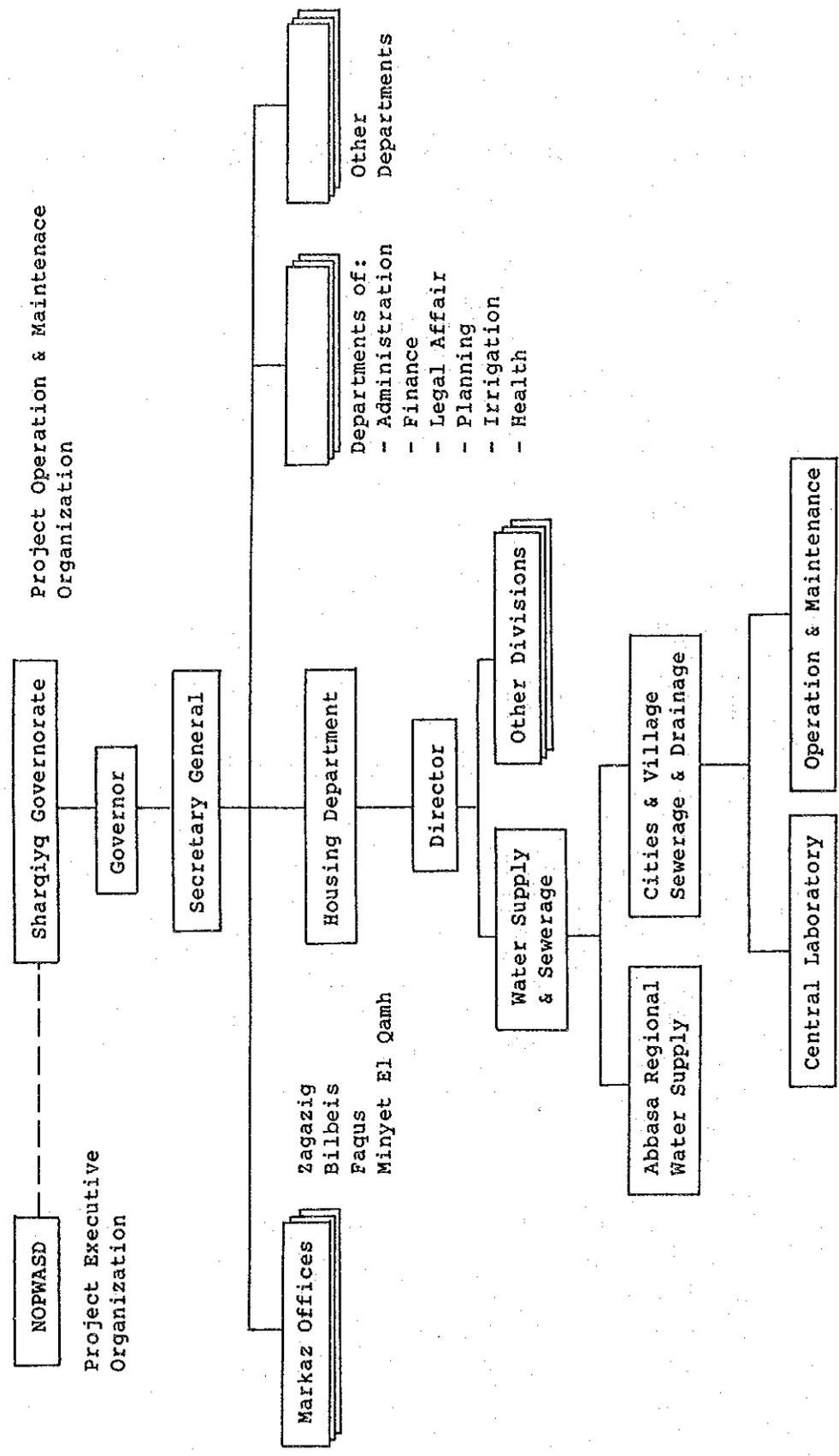
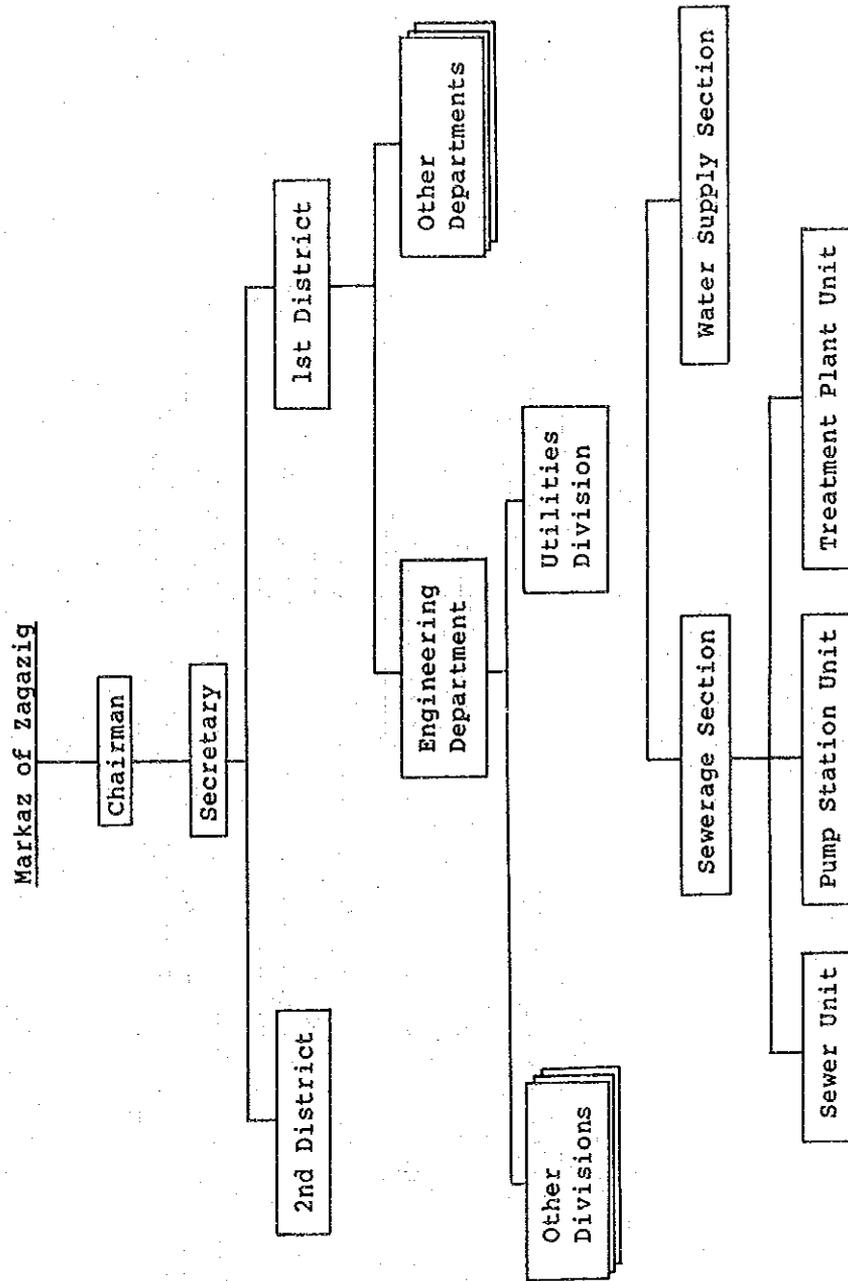
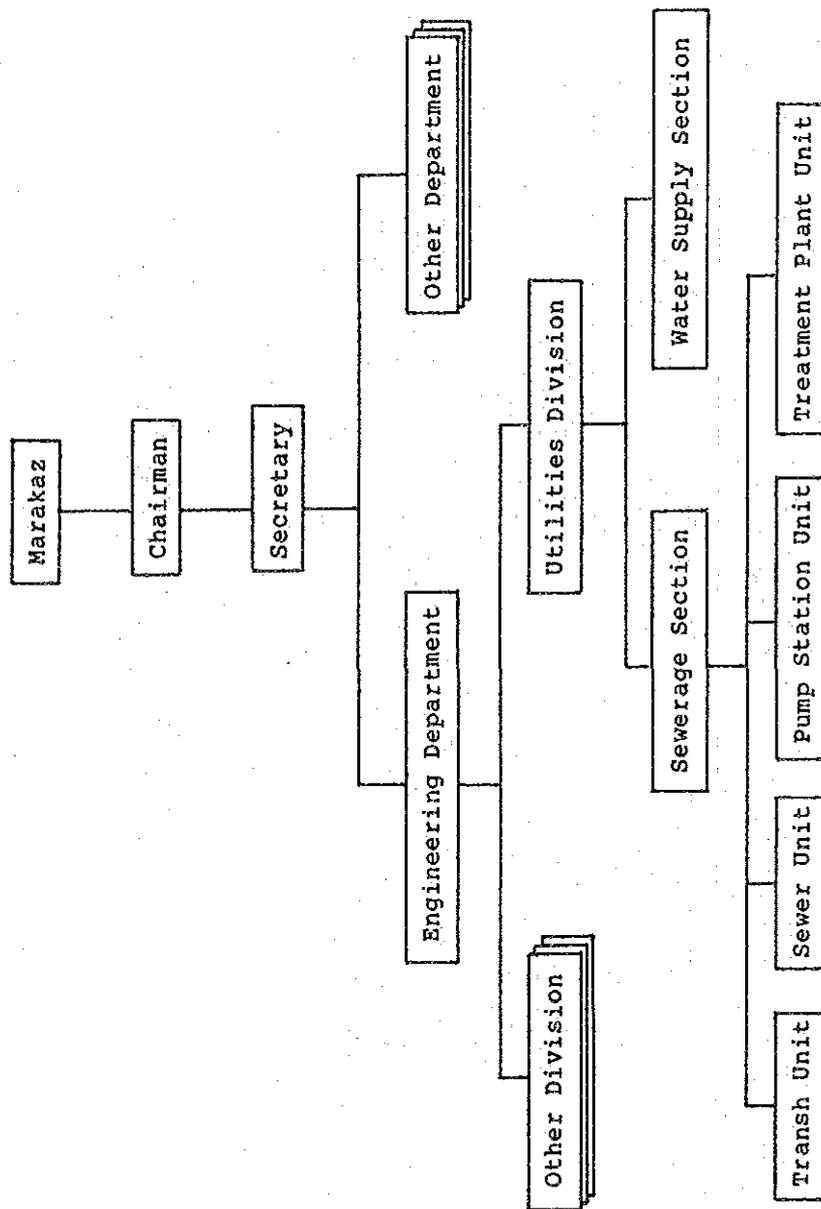


図5.24 ザガジグ郡の組織図



Note: The functional framework under 2nd District is similar to that under the 1st District excluding the Treatment Plant Unit.

図5.25 ビルベイス, ファークース, ミニエットエルカム郡の組織図



(4) 要員計画

第1期シアルキア州下水道整備計画実施のために、新たに必要となる組織要員計画表を表5.5に示すように、1990/91から1999/2000に亘って作成した。

この要員計画は、施設の建設が会計年度で1991/92に開始され、1995/96に終了し、かつほとんどの施設の運転は建設完了後に開始されるが、処理場が1995/96以前に完成する地域では、一部施設の運転が1991/92以前に開始されるという想定のもとに各会計年度毎に必要な人員を予測して策定した。

当該要員計画に基づいた人材を確保するためには、かなりの努力が必要となる。また必要な人材を必要な数だけ確保するためには、それ相応の賃金、報酬の支払いを覚悟せねばならないであろう。

必要人材の確保と併行して、第4章長期計画の4.5必要人材とトレーニングの項で詳述したように、既存のスタッフに対する教育訓練が、第1期計画での緊急な人員の補充と将来長期に亘る要員計画のためにも必要となろう。

前節5.7.2の最初の部分で述べたように、第1期事業計画実施の際、NOPHSDと協同で作業を行うことにより、実地訓練の又とない機会が得られることになるであろう。

表5.5 第1期計画の要員計画

1990/91 91/92 92/93 93/94 94/95 95/96 96/97 97/98 98/99 99/2000

Governorate Office:

Cities & Village

Sewerage & Drainage

Operation & Maintenance

Section Chief	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Assistant Engineers	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Technicians	-	1	1	1	1	1	2	2	2	2
Clerk Typists	-	1	1	1	1	1	2	2	2	2

Central Laboratory

Laboratory Chief	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Chemists	-	-	1	1	1	1	2	2	2	2
Laboratory Assistant	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1

Markaz of Zagazig:

Treatment Plant Unit

Chief Engineer	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Shift Operators	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Mechanics	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Electrician	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Foremen	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Laborers	-	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Pumping Station Unit

Chief Engineer	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Shift Operators	-	-	-	-	6	6	6	6	6	6
Technicians	-	-	-	-	9	9	9	9	9	9
Laborers	-	-	-	-	30	30	30	30	30	30

Sewer Unit

Chief Engineer	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Maintenance Crew	-	-	-	-	22	22	44	44	44	44
Laborers (Maintenance)	-	-	-	-	-	72	72	72	72	72
Laborers (Construction)	-	50	50	50	50	-	-	-	-	-

(表5.5 第1期計画の要員計画 (続き))

1990/91 91/92 92/93 93/94 94/95 95/96 96/97 97/98 98/99 99/2000

Markaz of Bilbeis:Treatment Plant Unit

Chief Engineer	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Shift Operators	-	-	-	-	-	3	3	3	3	3
Mechanics	-	-	-	-	-	3	3	3	3	3
Electrician	-	-	-	-	-	2	2	2	2	2
Foremen	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1
Laborers	-	-	-	-	-	10	10	10	10	10

Pumping Station Unit

Chief Engineer	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Shift Operators	-	-	-	-	-	8	8	8	8	8
Technicians	-	-	-	-	-	12	12	12	12	12
Laborers	-	-	-	-	-	40	40	40	40	40

Sewer Unit

Chief Engineer	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Maintenance Crew	-	-	-	-	-	12	12	12	12	12
Laborers (Maintenance)	-	-	-	-	-	8	8	8	8	8
Laborers (Construction)	-	5	5	5	5	-	-	-	-	-

Markaz of Faqus:Treatment Plant Unit

Chief Engineer	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Shift Operators	-	-	-	-	-	3	3	3	3	3
Mechanics	-	-	-	-	-	3	3	3	3	3
Electricians	-	-	-	-	-	2	2	2	2	2
Foremen	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1
Laborers	-	-	-	-	-	10	10	10	10	10

Pumping Station Unit

Chief Engineer	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Shift Operators	-	-	-	-	-	6	6	6	6	6
Technicians	-	-	-	-	-	9	9	9	9	9
Laborers	-	-	-	-	-	30	30	30	30	30

Sewer Unit

Chief Engineer	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Maintenance Crews	-	-	-	-	-	22	22	22	22	22
Laborers (Maintenance)	-	-	-	-	-	37	37	37	37	37
Laborers (Construction)	-	25	25	25	25	-	-	-	-	-

(表5.5 第1期計画の要員計画 (続き))

1990/91 91/92 92/93 93/94 94/95 95/96 96/97 97/98 98/99 99/2000

Markaz of Minyet El Qamh:Treatment Plant Unit

Chief Engineer	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Shift Operators	-	-	-	-	-	3	3	3	3	3
Mechanics	-	-	-	-	-	3	3	3	3	3
Electricians	-	-	-	-	-	2	2	2	2	2
Foremen	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1
Laborers	-	-	-	-	-	10	10	10	10	10

Pumping Station Unit

Chief Engineer	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Shift Operators	-	-	-	-	-	6	6	6	6	6
Technicians	-	-	-	-	-	9	9	9	9	9
Laborers	-	-	-	-	-	30	30	30	30	30

Sewer Unit

Chief Engineer	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Maintenance Crews	-	-	-	-	-	10	10	10	10	10
Laborers (Maintenance)	-	-	-	-	-	10	10	10	10	10
Laborers (Construction)	-	6	6	6	6	-	-	-	-	-

Total	14	122	124	124	191	483	508	508	508	508
--------------	-----------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------

5.10 財務分析

5.10.1 下水道事業収入調査

2回目の現地調査に当り、下水道事業の収入状況について再調査を行った。対象となる4つの市およびアブケビール市の財務部によると、下水道事業収入には、(1)水道料金上乘せ、(2)バキューム車による吸取収入、(3)下水道配管収入がある。また、料金収入についても請求システム、徴収システムを併せて現地調査を実施した。以下は下水道事業収入現地調査結果の要約である。

- (a) 下水道料金の料率は、対象地域において統一的料率が用いられている。すべての市では、住宅省が1988年1月に改訂した料率を適用している。しかし、アブケビール市だけは、下水道の配管家屋について一律2.0 エットポンドの追加料金を課している。ただし、この市だけが何故この料金収入を認められているかは不明である。
- (b) シェルキア州における料金請求および徴収システムは、各市とも同一である。一般に徴収期間は、1カ月あるいは3カ月毎である。ただし延滞金については、各市毎に相違があり、異なる延滞金制度を設けている。
- (c) 料金請求の基礎となる水道メーターの故障が大きな問題となっている。故障の主な原因は、水道水に含まれる沈殿分とされており、外国製（英国製、米国製）メーターが大部分となっている状況から、現地の水道水に不適合なメーターが用いられているのではないかとされている。スペアパーツは輸入に頼らざるを得ないため、故障の修理に長期間を要し、一年以上修理されずに放置されているケースが多い。
- (d) 各家庭への下水管の取付は消費者の資金負担となっている。すべての家庭は下水管設置の必要費用を支払っている。取付費用は幹線管渠までの距離及び地質状況により異なるが、10.0 エットポンド から200.0 エットポンド の間である。現地調査によると、ある区画の整備に当って、地元の有力者が貧困家庭への取付費用を負担するケースがあった。
- (e) シェルキア州では、汚物の処理にバキューム車が依然広く使われている。腐敗槽、トランシュ形態のトイレが一般的であり、地下水位の高い地区で下水管のないところでは、頻繁にバキューム車を利用することが多い。バキューム車については、市が直轄するものと民間が運営するものとあるが、民間の場合は、公共のバキューム車に比べるとはるかに高い料金を請求される。

(f) 下水道事業の収入状況について、対象市とアブケビール市について、再調査をした結果は次の通りである。

	1985/86	1986/87
	(単位: £/ポンド)	
ビルベイス	18,431	17,817
アブケビール	7,191	6,503
ファークース	12,558	14,378
ザガジグ	49,134	52,588
ミニエットエルカム	8,361	6,519

詳細は付録XIVを参照のこと。

5. 10. 2 住民所得調査

下水料金の設定は、消費者のみならず下水道事業を運営する州政府（事業主体）にとっても重要な問題である。そこで、消費者については料金の「支払能力」を分析すべく、対象地域の住民所得調査を実施した。調査に当っては、母集団として160家庭を無作為に抽出し、高所得者層、中所得者層、低所得者層に分けインタビュー方式により行った。調査結果の概要は下記の通りである。

- (a) 対象地域における平均家族数は5.7人。アブケビール市は比較的大きく6.2人、小さい家族数はザガジグ市の5.1人であった。
- (b) 1家庭平均の月収はザガジグ市が233.6 £/ポンド、アブケビール市は180.1 £/ポンドで、プロジェクト地域全体の平均家庭月収は210.9 £/ポンドである。
- (c) 毎月の上下水道料金支払いについて見てみると、対象地区の平均は、毎月1.2 £/ポンドである。各市別にみると最も高い支払いは、ミニエットエルカム市の1.6 £/ポンド、最も安い料金支払いは、ビルベイス市の0.6 £/ポンドであった。下水道料金が水道料金の10%と仮定すると毎月の家庭別平均下水道料金支払いは、12ピンストであった。
- (d) 下水施設のない家庭について、バキューム車の利用状況を見ると、毎月20ピンストから10 £/ポンドの大きな幅があり、特に民間の業者を利用する家庭では、毎月の支払いが20 £/ポンドに達する家庭があった。

以上の結果も表にまとめると、次の通りである。

表5.6 所得調査結果

	<u>Zagazig</u>	<u>M.E.Q.</u>	<u>Bilbeis</u>	<u>Abu Kebir</u>	<u>Fagus</u>	<u>All</u>
Average Family Size	5.1	5.7	6.1	6.2	5.5	5.7
Average Monthly Income (LE)	233.6	208.1	200.4	180.1	232.3	210.9
Average Monthly Water Bill (LE)	1.5	1.6	0.6	1.5	1.1	1.2
Average Monthly Sewerage Expenditure (LE)	0.15	0.16	0.06	0.15	0.11	0.12
Average Vacuum Car Rental Cost (LE)	n.a.	1.6-4.0	3.5-5.0	0.2-0.6	1.4-20.0	0.2-20.0

上記の結果を基に、さらに所得階層別に分析すると、月収100エジプトポンド以下の低所得層の上下水道料金の月収に占める金額は約1.1エジプトポンドである。低所得層の平均月収は74エジプトポンドであることから、月収に占める上下水道料金の割合は1.5%であった。同様に中所得層についてみると、平均月収は210.9エジプトポンドであり、比率は0.6%となった。以上により、上記にバキューム車の費用を勘案すると、対象地域における消費者の「支払い意思額」は、現在の設定されている料金よりはるかに高いことが判明した。所得階層別上下水道料金の現状をまとめると、次の表の通りである。

表5.7 各家庭の月平均上下水道料金

	Average Income (LE)	No. of Households	Ave. Family Number	Monthly Water Charge (LE)	Monthly Sewerage Charge (LE)	Percent of Average Income (%)
<u>Low-Income Group</u>						
Less LE 100	74	56	5.3	1.1	0.11	1.5
<u>Medium-Income Group</u>						
101 - 200	166	67	5.9	1.2	0.12	0.7
201 - 300	279	21	6.0	1.1	0.11	0.4
301 - 400	400	5	4.2	1.1	0.11	0.3
<u>High-Income Group</u>						
401 - 500	500	8	5.6	2.0	0.20	0.4
Over 500	1,063	7	7.4	1.9	0.19	0.2
Average/Total	210.9	164	5.7	1.2	0.12	0.6

Note: The monthly sewerage charges are inclusive in the monthly water charges in this table.

5.10.3 支払い能力と新料金制度の提言

下水料金の設定に当っては、下水道事業の財政上の円滑な運転・保守作業を十分賄えるレベルで検討されなければならない。事実、最近のエジプト政府による水道料金の改訂は、こうした方針の明確な意思表示とされている。本年1月に改訂された1991/92年までの料金の値上げの状況をまとめると次の通りである。

表5.8 改訂水道料金

	<u>1986/87</u>	<u>1987/88</u>	<u>1988/89</u>	<u>1989/90</u>	<u>1990/91</u>	<u>1991/92</u>
<u>Residential (pts/m³)</u>						
(1) below 30 m ³	3.0	4.5 (50%)	6.0 (100%)	6.5 (117%)	7.5 (150%)	8.5 (183%)
(2) over 30 m ³	5.0	6.0 (20%)	7.0 (40%)	8.0 (60%)	9.0 (80%)	10.0 (100%)
<u>Construction and Building Sector (pts/m³)</u>	10.0	13.0 (30%)	16.0 (60%)	19.0 (90%)	22.0 (120%)	25.0 (150%)
<u>Industry (pts/m³)</u>	10.0	13.0 (30%)	16.0 (60%)	19.0 (90%)	22.0 (120%)	25.0 (150%)

Note: Parenthesis is incremental percentages.

一般に、上下水道料金の支払可能水準とは、毎月の収入の3～5%とされている。そこで、今回のプロジェクトの地域における現在の平均家庭の月収を211エジプト£とし、今後毎年平均7%（新5ヶ年計画の推定値）伸びると仮定すると、平均家庭の毎月の収入は、1995/96年には362エジプト£、2000/01年には508エジプト£、2005/06年には713エジプト£に各々増加することになる。また各家庭の上水道料金の月収に対する割合について、一般的な水準の下限として3%をとると、適正な上水道料金は1995/96年に39エジプト£/m³、2000/01年に53エジプト£/m³、2005/06年には、71エジプト£/m³に各々設定することができる。一方、下水道料金は上水道料金の上乗せ料率として、現行の10%と仮定する。

表5.9 適正な水道料金

	<u>1987/88</u>	<u>1990/91</u>	<u>1995/96</u>	<u>2000/01</u>	<u>2005/06</u>
Monthly Income (LE)	(211)	258	362	508	713
Afforability Rate (%)	(0.6)	3	3	3	3
Affordable Water Payment (LE)	(1.2)	7.74	10.86	15.24	21.39
Average Water Consumption Per Capita (lcd)	(157)	160	165	172	178
Average Household Water Consumption Per Month (m3)	(27)	27	28	29	30
Appropriate Water Tariff (pts/m ³)	(4)	29	39	53	71

- 註 1. 月収の伸びを年平均7%とする。
 2. 1人当り平均水道使用量の伸びを毎年0.7%増とする。
 3. ()内は、「住民所得調査」からの推計値

以上の仮定を基に、現行の水道料金から望ましい水道料金への値上げを提案すると、将来の水道料金は次の通りとなる。1992/93年：2.8ピタノフ/m³(1991/92の平均水道料金14ピタノフ/m³の100%増)、1997/98年：4.2ピタノフ/m³(200%増)、2002/03年5.6ピタノフ/m³。さらに、将来の下水管渠の整備、汚水量の増大に伴い、上乘せ料金率についても見直しを実施するものとし、2002/03年には、現行の料率から20%へと改訂するものとする。こうした料金の値上げの提案を踏まえ、平均家庭の上下水道料金負担率を計算すると負担率は1992/93年に収入の2.3%、1997/98年に2.6%、2002/03年に3.5%となり、いずれも国際的に消費者の支払い能力/支払い意思額の範囲内にあることになる。

5.10.4 財政計画

当該プロジェクトの総投資額は1億4,410万2,000エジプトポンドとなり、外貨分は2,363万1,000エジプトポンド(16.4%)、内貨分は1億2,047万1,000エジプトポンド(83.6%)となる。この総投資額には、エンジニアリング・サービス費、物価および工事量の予備費を含んでいる。総投資額の内訳は次の通り。

表5.10 総事業費の内訳

(LE 1,000)

<u>Item</u>	<u>Foreign Exchange</u>	<u>Local Currency</u>	<u>Total Cost</u>
Sewer Pipes	1,758	52,689	54,447
Branch and Lateral Sewer	-	(42,720)	(42,720)
Trunk Sewer	(1,758)	(9,969)	(11,727)
Pumping Station	3,494	2,974	6,468
Sewerage Treatment Plant	8,271	19,979	28,250
Rehabilitation	4,654	3,651	8,305
Land Acquisition	-	17,390	17,390
Engineering	1,818	7,930	9,748
<u>Sub-Total</u>	<u>19,995</u>	<u>104,613</u>	<u>124,608</u>
Contingency	3,636	15,858	19,494
<u>Total Project Cost</u>	<u>23,631</u>	<u>120,471</u>	<u>144,102</u>
(%)	16.4	83.6	100.0

本プロジェクトの財政計画に当っては、エジプト政府およびシャルキア州政府の財政負担の軽減を図るべく、可能な限り様々な財源を確保することが望ましい。外貨分については、社会セクタープロジェクトが一般に財務収益率が低いことを勘案し、無償援助スキームの利用が最も応わしい。一方、内貨分については州政府の財政状況を配慮し、中央政府からの補助金、出資の形態が不可欠と言える。

なお、外国からの借入れについては、金利3.5%、据置期間10年、返済期間30年を前提に財政計画と返済計画を検討し、別添XIVにまとめた。

5.10.5 財政見通し

財政収入の見通しについて、上記の上下水道料金政策により推計した。その結果によると、1991/92年以降プロジェクト収入は漸増を続け、1992/93年より料金改訂の効果が生じ、収入は実質的な増大となる。処理場からの汚泥の販売も併せて想定すると、当初収入の20%位を占める。以上の結果から、1991/92年から2005/06年までに料金収入は年率22%で増大し、同じ期間、支出は13%で増加する。主な支出の内訳は、労賃、電気代、管渠の清掃費並びにポンプ場のスベアパーツ購入費である。こうした財政見通しから、本件の下水道事業の維持管理費は、下水料金収入により賄うことが可能である。しかしながら、工事費の財源として、外国政府の借款を組み入れるとなると、返済金は、財政計画の大きな負担となり、返済の見通しは極端に困難となることが予想される。

表5.11 汚泥販売の見通し

	1995/96	1996/97	1997/98	1998/99	1999/2000	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06
Faqus	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70
Bilbeis	100	105	110	115	120	120	125	130	135	140	141
Minyet El Qamh	45	47	49	51	53	55	57	59	61	62	63
Daily Production (m ³)	195	204	213	222	231	235	244	253	262	270	274
Annual Production (1,000 m ³)	71	74	78	81	84	86	89	92	96	99	100
Sales Revenue (LE 1,000)	213	222	234	243	252	258	267	276	288	297	300

Note: The sludge is sold at LE 3.0 per m³.

表5.12 下水道事業の財政見通し

	1991/92	92/93	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	1999/2000	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06-2034/35
Incremental Water Volume (m3)	17,844	19,061	21,089	22,711	25,144	25,550	25,956	27,172	27,983	28,389	29,200	30,011	30,822	31,228	32,039
Average Tariff (pts/m ³)	14	28	28	28	28	28	42	42	42	42	42	56	56	56	56
Surcharge Ratio (%)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	20	20	20	20
Sewerage Revenue (LE 1,000)	249.8	533.71	590.5	635.9	704.0	715.4	1,090.2	1,141.2	1,175.3	1,192.3	1,226.4	3,361.2	3,452.1	3,497.5	3,588.4
Non-Tariff Revenue (LE 1,000)	-	-	-	-	213.0	222.0	234.0	243.0	252.0	258.0	267.0	276.0	288.0	297.0	300.0
Total Revenue (LE 1,000)	249.8	533.7	590.5	635.9	917.0	937.4	1,324.2	1,384.2	1,427.3	1,450.3	1,493.4	3,637.2	3,740.1	3,794.5	3,888.4
Direct Operating Expenses (LE 1,000)	332.0	362.0	390.0	489.0	653.0	762.0	809.0	957.0	1,018.0	1,126.0	1,258.0	1,315.0	1,529.0	1,658.0	1,848.0
Net Income (Geficit) (LE 1,000)	(82.2)	171.7	200.5	146.9	264.0	175.4	615.2	427.2	406.3	324.3	235.4	2,322.2	2,211.1	2,136.5	2,040.4

5.10.6 内部収益率

内部収益率とは、理論上、現金収入の現在価値が現金支出の現在価値と等しくなる時の割引率をさす。言い換えると、プロジェクトの増分便益と増分費用が等しくなる割引率を内部収益率と言い、その時の純現在価値はゼロとなる。

通常、計算式は
$$\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t} = 0$$
 で表わし、 t は年、 B は便益、 C は費用、

r は内部収益率を示す。内部収益率の計算の前に下水道事業の長期限界平均費用法(AIC)を本件について見てみると市場価格によるAICは、次の通りであった。

割引率	AIC 市場価格	現行平均料金(1991/92)
13%	74円/立方メートル	1.4円/立方メートル
15%	84円/立方メートル	1.4円/立方メートル
17%	94円/立方メートル	1.4円/立方メートル

この結果、本事業のAICは現行下水料金よりはるかに高く、下水道事業の維持管理費を十分賄うためには、現行料金制度の改訂が必要とされていることが分る。

以上の議論を踏まえ、望ましい下水料金レベルを検討すると、次の通りである。1992/93年に28円/立方メートル、1997/98年に42円/立方メートル、2002/03年に56円/立方メートルに値上げが必要となり、2002/03年には併せて水道料金の上乗せ料率を現行の10%から20%へ引き上げることが必要とされる。こうした料金の改訂を家庭収入との割合で見ると、2002/03年の時点で3.5%に達するのみで、消費者の支払い可能基準の範囲内におさまるものである。なお、内部収益率の計算に当っては、環境側面、健康面における便益の算出は困難であるため、今回は下水料金の収入および汚泥の販売収入のみを本プロジェクトの便益の最小基準とした。こうした仮定と下水料金の段階的値上げを前提に、内部収益率を算出したところ結果はマイナス(-2.2%)となった。そこで、より良い条件について感度分析をしたところ次の結果を得た。

ケース-1：平均水道料金を1992/93年に35円/立方メートル、1997/98年に49円/立方メートル、2002/03年に63円/立方メートルに値上げし、下水料金の付加率を1997/98年に20%に改訂した場合、FIRRは-1.2%。

ケース-2：平均水道料金をケース1と同様と仮定し、上乗せ率を1997/98に30%に改訂した場合、FIRRは+1.4%。

ケース-3：本プロジェクト費用のうち外貨分を外国からの無償とし、料金値上げを本文通りとするとFIRRは-1.6%。

ケースー4：外貨分を外国からの無償とし、料金値上げをケース1と同様に仮定した場合、FIRRは-0.5%。

ケースー5：外貨分を上記と同様とし、料金の値上げをケース2と同様に仮定した場合、FIRRは+2.4%となった。

以上、感度分析の結果をまとめると表5.13の通りである。

こうした感度分析の結果を勘案すると、本件は通常の外国借款の導入による実施よりは、むしろ外貨分を分離し、無償援助スキームを充当する方法による実施が強く勧告される。

表5.13 感度分析結果

	Base Case	Case-1	Case-2	Case-3	Case-4	Case-5
Investment Costs	Both F/C and L/C are borne by Egyptian Government	Both F/C and L/C are borne by Egyptian Government	Both F/C and L/C are borne by Egyptian Government	F/C is on foreign grant basis, while L/C is borne by Egyptian Government.	F/C is on foreign grant basis, while L/C is borne by Egyptian Government.	F/C is on foreign grant basis, while L/C is borne by Egyptian Government.
Proposed Average Tariff to be Increased (pts/m3)	1992/93: 28 1997/98: 42 2002/03: 56	1992/93: 35 1997/98: 49 2002/03: 63	Same as Case-1	Same as Base Case	Same as Case-1	Same as Case-1
Proposed Surcharge Ratio (%)	2002/03: 20 (and onward)	1997/98: 20 (and onward)	1992/93: 30 (and onward)	Same as Base Case	Same as Case-1	Same as Case-2
Percentage of Average Income (%)	1992/93: 2.3 1997/98: 2.6 2002/03: 3.5	1992/93: 3.6 1997/98: 4.1 2002/03: 3.9	1992/93: 4.3 1997/98: 4.5 2002/03: 4.2	Same as Base Case	Same as Case-1	Same as Case-2
AIC at Discount Rates (pts/m3)	13% 74 15% 84 17% 94	13% 74 15% 84 17% 94	13% 74 15% 84 17% 94	13% 63 15% 71 17% 79	13% 63 15% 71 17% 79	13% 63 15% 71 17% 79
Net Present Worth at 15%	-86,248	-83,742	-76,770	-71,598	-69,092	-62,051
B/C at 15%	0.08	0.11	0.18	0.09	0.12	0.21
FIRR (%)	-2.2	-1.2	+1.4	-1.6	-0.5	+2.4

5. 11 経済分析

5. 11. 1 総論

論理的には、開発プロジェクトの費用・便益は経済分析を通じ算出・評価されるべきである。しかしながら、公共事業プロジェクトについては便益としての、例えば衛生状態の向上、消費者の利便性、環境の改善等について計量化が極めて困難と言える。一般的に、現在こうした便益の計量化手法は確立していない。

そこで、下水道事業については、プロジェクトの無形便益の算出を行うよりは、追加汚水量に対する費用を適正に評価することがむしろ肝要と言える。この目的のため、追加汚水量の経済的費用は平均追加処理費用として算出されなければならない。ただし、この費用は消費者に請求される現行の下水料金でないことに留意すべきである。投下される工事費の初期投資は、時間を経て便益が発生してくるか、プロジェクト評価では現在の費用価値額は将来のそれより低くなり、同様に便益も現在より将来の価値額が小さく評価される。換言すれば各家庭にとって、例えば5年後の費用は現在の費用より価値の上で小さいことになる。

5. 11. 2 長期限界平均費用法

現在、公共事業プロジェクト、特に上下水道事業について世界的に採用されている分析手法に長期限界平均費用法(AIC)がある。AICとは、1人当り(あるいは1戸当り)の下水道事業の費用として総事業費および維持管理費の現在価値の合計を受益人口(あるいは家族数)または、総追加的汚水量の現在価値で除したものとして計算する手法である。具体的計算式は次の通りである。

$$AIC = \frac{\sum_{t=1}^{t=T} (C_t + O_t) / (1+r)^{t-1}}{\sum_{t=1}^{t=T} N_t / (1+r)^{t-1}}$$

- ここで
- t : 年
 - T : 設計上の耐要年数
 - C_t : t年に発生する投資額
 - O_t : t年に発生する維持管理費
 - N_t : t年における追加的受益人口(家族)もしくは追加的汚水量
 - r : 資本の機会費用

また、経済評価では市場価格で推計されたプロジェクトの費用をシャドウ・プライスと、標準変換係数により修正しなければならない。本経済分析では、世銀の推計値より0.7を変換係数として採用しA I Cを算出した。結果は下記の通りである。

割引率	A I C
13%	52 ピアストル/㎥
15%	59 ピアストル/㎥
17%	66 ピアストル/㎥

この分析結果より、本事業の適正費用は、割引率13%–17%の間で、52ピアストル/㎥と66ピアストル/㎥の間ということが判明した。次いで、これらのA I Cと、プロジェクト地域における一般家庭の支払能力との関係について検討されなければならない。本報告書では、2002/03年において上水道料金の値上げを提言しているが、それによると56ピアストル/㎥、感度分析上代替案として提起したケース269およびケース3では、63ピアストル/㎥であり各々毎月の所得に占める割合は、3.5%、4.2%となった。以上の結果から、提案されている料金の値上げは、A I C以下であり、かつ一般消費の支払能力の範囲内にあることが証明されたと言えよう。

5.11.3 経済便益

(1) 総合便益

エジプトにおいて中規模都市における下水道事業の改善の必要性は、現在広がりつつある環境問題からも明らかと言える。都市部における上水道事業の拡大と高い人口密度、さらに汚水処理施設の未整備は、伝染性疾病の大きな原因として、深刻化している。コレラ、チフス、パラチフス、赤痢、肝炎が代表的である。

今回検討されている下水道プロジェクトはシャルキア州政府の2005年を目標とし、それ以降における下水道整備の目標に合致した計画であり、本計画の実施により運河および河川の水質向上に役立つことは自明と言え、水資源の保全に多大な効果が期待されている。

また本計画により、シャルキア州内において2000年に48万人が、2005年には52万人が受益されると推計されており、急拡大を遂げる都市部の衛生環境の改善と併せて、州内の工業排水の処理についても本計画は十分な貢献をなすことが予想される。

(2) プロジェクトの外部便益

本計画がもたらす便益には、数多くあり直接的な料金収入の面の他、健康面、環境面、雇用面等、間接的便益があることを見逃すべきではない。

a. 健康管理における費用の低減

本計画の遂行により、衛生環境が改善され、汚水による伝染性疾患の発生が十分抑えられると期待されているが、この結果各家庭における健康管理面の出費が削減されることになろう。

b. 幼児死亡率の改善

衛生環境の改善は、幼児死亡率を低減し就学前、就学後の死亡率を改善し、児童の生存率を大幅に高めることが予想される。

c. 住民の福利厚生への改善

下水道施設の整備は、住民の日常生活にとって不可欠な要素である。街路、住宅地区、商業地域、そしてスポーツ施設並びに余暇施設にとっても大きな便益を受けることになる。急速な都市化と周辺農村からの流入人口に対し、より良い環境と近代的下水施設の整備は政府にとって緊急課題と言えよう。

d. 土地評価価値の向上

住宅地区、商業地区並びに工業地区には当然下水道が整備されるべきである。現在、こうした下水道整備のない地区に、本計画により下水道が整備されることにより土地評価価値は格段に向上すると思われる。このような都市部における土地価値の上昇は、下水道事業の整備の間接的便益と言えよう。

e. 雇用機会の創出

本計画の実施に当っては、大規模な人材が必要となる。これらには、労働者、エンジニア、技能者等いろいろな業種の人材が必要となろう。また、こうした雇用機会の創出は建設業にかぎらず運輸、製造業、貿易、商業等サービス部門にも波及効果が及ぶと考えられ、シャルキアにおける本事業による所得配分効果もきわめて大きいと期待される。

f. 技術移転効果

本計画の重要な間接便益として、先進技術の地場産業へのデモンストレーション効果がある。現在、エジプト政府は財政難から大規模公共事業が停滞しており、特に上下水道分野においては、ザガジグ処理場以外目立った事業はほとんどない状況である。そのため現地における公共事業の技術面の立ち遅れは顕著であり、先進的技術及び経験の移転が望まれている。それ故、本プロジェクトの実施を通じ、近代的及び先進的下水道事業の技術移転が現地政府技術者へ行われることは、きわめて重要な間接的便益と言えよう。

5.12 環境評価

5.12.1 総論

環境汚染防止は、当該国における経済・社会構造の変化、汚染形態の多様化、環境の変化に即応したものでなければならない。この意味から、まず第一に、環境基準の達成とその維持を目的とした汚染防止対策を推進して行くのが望ましい。次に、環境を全国的規模で考えると、汚染防止対策は、地方における自然環境や利用体系に受け入れられるようなものでなくてはならない。この場合、日常生活を営む場において自然環境を保全して行くという点に配慮する。第三に、環境汚染を抑制するために、土地利用を合理化し、併せて環境影響に対する評価を推進して行くといった最大限の努力を払うものとする。

5.12.2 環境評価

開発事業の開始に先だつ評価は、最近まで、主として、社会・経済、雇用に基づくものについて行われていた。急激な都市化に伴って、有機物や無機物の増加による水質汚染がいちじるしくなり、また健康や生活環境に悪影響を及ぼすに至っている。

その結果、多数の汚染防止関連法規が、エジプトにおいても制定された。事業開始前における環境評価実施の重要性は、このところ各界で中広く認識されるようになってきた。環境評価手法に関するいかなる法律も種々の開発条件には実際には活用されるに至っていないが、しかしながら、すでに蓄積された評価に関する種々の経験が効果的に利用されている。

ところで、環境評価は、政策決定者やプロジェクト設計者に対し、プロジェクト地区における予測した環境影響の効果を通知し、また技術上の対案を評価し、それに基づく代案を提示するために行われる技術解析であると言われている。

シャルキア州における下水道施設整備計画のための環境評価の実施に当っては、以下の三点がとくに取りあげられた。すなわち、

- a. 施設計画の時期別検討
- b. 汚水処理に係わる技術的検討
- c. 処理水の排出に係わる技術的検討

5.12.3 下水処理および排出に伴う問題点

下水処理は、ふつう、2つにわけられる。一次処理は、ろ過、固形物除去及び沈殿により物理的に液体部分と固形物部分とを分離しようという方法である。二次処理は、一次処理により生じた排水を微生物と接触させるといった生物化学的方法である。

よく知られているとおり、ほとんどすべての二次処理では、下水中に含まれる多数の病原菌の大半な減少は、実際問題として行えない。かなりの数の病原菌を減らすことができたとしても、単位容量、例えばリットル当りに換算すると、まだ大量の病原菌が残るとい

われる。こうした状態は、公衆衛生の観点からすれば、きわめて不満足であるといつてさしつかえない。大量殺菌は、化学処理により行うことができる。塩素は、この場合の効果的な、そしてまた巾広く受けいれられている薬剤である。

下水処理施設では、その過程で、大量の固形物が生産されることになる。これら中間固形物を媒体とする病気は、水や下水によるそれらと比べさほど深刻なものではない。固形物はそれが集積すると、健康被害というよりもむしろニューザンスといわれる公害の原因となる。これらは、悪臭を発生させ、またねずみ、あぶらむし、蚊、蠅の溜まり場をつくることになる。これによる病気の広がり、さほどきびしいものではなく、またその頻度もさほど多いとはいえない。そして、これらは、地方的な問題に限定され、さらには伝染病発生の可能性をとどめる程度のものにとどまる。

水道や下水道施設が改善され、また適切な管理が行われると、水系伝染病はたしかに減少する。しかしながら、下水道が適切に運営されない場合には、固形物が付近に散在し、重要な健康被害の原因となる。それは、固形物が食品、水、手などを汚染する原因ともなり、またさきに述べたような悪臭をもたらすという理由にもよる。

ほとんどすべての排水は、明らかに公衆衛生部門に危険をもたらすと言ってよい。許容されるレベルにまで健康に対する危険度を軽減することが、ともかく重要である。一般に、水系伝染病は、水、とくに排水と人体との接触によってもたらされる。

汚染物質は、大きく生物学的なもの、と化学的なものの2つに分けられる。これらは、健康面に、最大ともいえる危険を及ぼす。公衆衛生の面で無防備ともいえるシアルキア下水道施設整備計画地区では、この種汚染物質の除去はとくに必要である。

下水に含まれる病原菌の数は、抗生物質の利用や衛生状態などの改良によって、エジプトにおいてすら、ここ二、三十年の間にいちじるしい減少をみせている。生下水に今も現存していると考えられる主な伝染媒体は、大きくわけて、細菌、寄生虫及びビールスの3つになる。

公衆衛生の面からすれば、主な化学汚染物質としては、重金属、農薬、それに加えて長期にわたり健康障害をもたらすおそれのある上記以外の有機性物質があげられる。

5. 1 2. 4 環境および社会問題

このたびの調査によれば、下水道開発に関する環境及び社会問題評価の結果は、以下に示すとおりである。

このプロジェクトによる最も重要な影響は、新しい下水道施設の整備によるシアルキア州住民の公衆衛生面にみられるはずである。現在のところ、適切な処理が行われないうまま多くが地中に浸透、または近くの排水路に放出されている排水は、今後はすべてが下水道に導入され、最終的には処理場で周辺の環境条件に受け入れられる限度にまで処理され、次いでパルエルバカールのような排水路に放出されることになる。

すでに限度にまで達している地下水汚染の危険度は、これにより大きく改善される。そしてすべての下水処理水は、排出路に放出されることになる。これにより、下水道施設による環境および社会問題は、全般的に改善される。

下水処理場建設予定地は、住宅地や商業地から離れたところに選定されるので、処理施設による環境汚染は顕著なものになるとは考えられない。処理場の建設は、近くの住民には影響を及ぼさないものと思われる。掘削、くい打ちなどに起因する騒音や振動は、建設現場が隔離されているといった点から考えると、許容できる範囲にとどまるものと期待される。

処理場施設の計画・設計に当っては、処理場に起因する不快な臭気、騒音、振動といった点にとくに留意する必要がある。

関連施設からの臭気を抑えるに当っては、風向きを考慮に入れ住宅地やその施設から一定の距離を置くなどして、臭気を発生するような施設の配置について考慮を払った。処理場サイトの周辺で予想される臭気のレベルは、許容される範囲にあるものと判断された。

発生源での騒音の抑制については、施設の計画・設計段階に十分な配慮が行われた。燃焼エンジンやコンプレッサーによる騒音の低減、騒音発生作業の一日のうちのある時間帯への制限、機械にみられる振動の改良は、処理場周辺における騒音レベル減少の主要対策であるといえる。これに加えて、処理場周辺には、固定した垣根をしつらえ、処理水利用の目的である樹林や草地を設定し、さらには騒音抑制方法として防音資材や消音に適した形の建物の利用などを推進する。

第 6 章

結論と提言

第 6 章

結論と提言

6. 1 結 論

シャルキア州のように年間を通じ降雨がほとんどなく、土地が平坦で地下水位が高いような地域では、家庭やそれ以外の用途からの排水を収集し、処理処分するためには下水道の整備は必要不可欠である。なぜならば、下水は大量に放流されると流出すべき自然の水路を見い出すことができないからである。上水道施設の整備と並行して、むしろそれより前に下水道施設を建設することが技術的観点からは、最も望ましい。州の上水道基本計画は既に策定されており、上水道普及人口は徐々に増加してきており、水消費量は、特に市街地において将来増加すると考えられる。一方、州の下水道整備は人口増加と水道事業の実施に遅れをとっている。このような状況に鑑み、下水道事業の促進は緊急の課題である。

中央政府は現在の新5ヶ年計画で都市施設、とりわけ下水道への予算配分を増加した。下水道事業に与えられた高い優先度で示される中央政府の公約は、この事業がシャルキア州ばかりでなく全国的に緊急を要するものであることを示している。ナイルデルタの戦略的に重要な開発拠点の一つであるシャルキア州では、市街化が急速に進行すると予想される。市街地の下水の収集と処理には標準的な下水道施設が技術的、経済的に最も適切であると証明された。

下水道事業による便益はそのほとんどが定量的評価は困難ではあるが、環境、公衆衛生面では顕著である。さらに、環境および社会的評価の項で述べたように、下水道事業の実施によりもたらされる他の社会的便益も重要である。したがって、あらゆる側面から下水道事業の実施は正当化される。この報告書は下水道事業の妥当性と発展性を確認するものである。

6. 2 提 言

シャルキア州、なかんずく4つの優先都市での下水道事業を首尾よく効率的に実施するため多くの提言が本報告書、第3章、第4章、第5章に、全ての側面、すなわち技術面、制度面、財政面等から述べられている。これらを調査を通じて得られた知見から得たものと共に以下に要約する。

技術面

一 地形図の整備

現在、下水道計画の基礎となる適当な地形図がない。シャルキア州は測量局あるいは他の機関から適切な縮尺(1/1,000-1/10,000)の地形図を取得して、郡庁に与えるべきである。これらの地図は下水道に限らず他の施設計画にも有用である。

－しっかりした技術設計

州の指導のもとで郡が実施している管渠や小構造物の建設には、詳細設計を行っていない。枝線管渠の布設のような小規模な建設工事についても、全体施設との統一を図る意味で図面と仕様書を作成すべきである。このような工事についてはシャルキア州が標準仕様書を作成し、郡庁に配布すべきである。詳細設計には現地のコンサルタントを雇うことが考えられる。

－用地取得

シャルキア州はポンプ場、処理場に必要用地を取得しなければならない。ファクス、ビルベイス、ミニエットエルカム市の3市の処理場予定地は農地である。処理場にはかなりまとまった土地が必要であり、農地の転用はエジプトでは困難であるところから、用地取得の承認と購入に必要な手続きを早急に取りなければならない。

－現地業者、資材の活用

建設工事は州や郡の技士と調整のもとでNOPWASD が厳格な監理を行い、現地の業者が実施すべきである。現地で調達可能な建設資材や機器類は最大限に利用すべきである。輸入すべき機器についてはNOPWASD が建設工事の開始前に購入し、業者に供与すべきである。

－2次処理の準備

法律による処理水の基準を満たすためには、シャルキア州の下水道施設には全て2次処理施設を設けなければならない。5つの中規模都市に対しては標準活性汚泥法を、他の小規模都市についてはオキシデーションディッチ法を提言する。

－下水量の測定と記録

下水量をポンプ場、処理場等の下水道施設の主要な地点で測定しなければならない。この資料は施設の適切な運転ばかりでなく、財務管理にも不可欠である。郡の下水道局がこの任務を遂行し、記録を州に提出するものとする。

－下水水質の測定

流入下水と処理水の水質測定は処理場の適切な運転に重要であり、また設計基準の開発にとっても重要である。シャルキア州庁に中央試験所を設立し、郡の下水道部局の協力によりこの任務を遂行することを提言する。

－竣工図の記録

郡の下水道部局は管理すべき全ての施設の竣工図を保持しなければならない。NOPWASDは施設が完成し、供用を開始した後、郡へ建設図面と竣工図を移管しなければならない。

—乾燥汚泥の農業利用

処理場で発生する汚泥の最終処分として、農業への再利用を提言する。しかし、汚泥の農地への適用については情報がほとんどない。さらに汚泥中の有害物質についても懸念がある。したがって、実験農場での実験を含め調査を提言する。

—処理水の農業再利用

処理場から放流される処理水の最終処分としては、農業再利用が最善の方法と考えられる。処理水の再利用についての実際的な調査を提言する。シャルキア州が農地開発とかんがい関係機関と協力し調査を行うべきである。ファクースは4つの優先都市の一つであり、人々が飲料水、農業用水の水源の汚濁に悩まされているところから、この調査を実施する場所として最も適当なところである。

制度面

—NOPWASDの役割

第1期事業に選定された4都市の下水道事業はNOPWASDが実施する。このためにNOPWASDは住宅省を通じてエジプト政府の関係省庁から、事業の承認を得なければならない。NOPWASDは、また事業費の内貨、外貨について予算措置をしなければならない。外貨については、外国の援助を求めるべきである。

—州の役割

究極的には、州が下水道事業の唯一の実施主体となるべきである。この点に関し、2005年までに州の組織は責任の増大に応じ、改善され拡大されなければならない。1995年までの第1期事業に関しての州の主な任務はNOPWASDとの調整である。

—郡の役割

建設が完了した下水道施設の維持管理は、郡の下水道部局が直接担当する。この責任を担うために現在の下水道部局は拡大され、新しい部課を設けなければならない。

—要員の訓練

下水道施設の運営に必要な各種の有資格者が、現在州では決定的に不足している状況を見ると、効率的で実際的な訓練計画を樹立し実行しなければならない。この点でもNOPWASDが中核的な役割を任わなければならない。

財政面

—FIRRを正とするような下水道料金の値上げ

現在の下水道料金は長期平均限界費用と消費者の支払い能力に比べ著しく低い。そこで大巾な料金値上げを勧告する。この仮定を基に財務の予測を行った。予測の結果は維持管理費を賄えることを示している。しかし、ローンが含まれる場合、その返済は非常に困難となる。内部収益率(FIRR)を6つのケースについて計算した。最高のFI

RR (+2.4%)は事業費のうち外貨部分を除外し、水道料金とそのなかの下水道料金上乘せ率を急激に上げた場合に得られた。最低の収益率(-2.2%)は全ての費用を国内で賄い、料金値上げをおさえた場合であった。

一 外国援助の必要性

感度分析の結果からみて、今回の事業は通常の財政計画、例えば外国からのローン、によって実施されるべきではない。その代り、外国からの無償資金援助を組み込み、事業費の外貨部分を除外することを強く勧告する。

現在の厳しい環境問題の状況をみれば、エジプト全土の中規模都市の都市下水道を改善する必要性は明らかである。住居への上水道が拡大され、人口密度が高まることにより、不十分な衛生施設は市街地の伝染病発生の第一原因となっている。提言された下水道事業は、2005年およびそれ以降の必要を満たす目的で下水の処理を高めて行くものである。第1期事業の受益者は2000年で480,000人、2005年で520,000人となる。平均限界費用分析の結果は、現在の料金は消費者の支払い能力(収入の5%)以内で、今後さらに値上げすることが可能なことを示している。衛生、環境、雇用面での数知れない便益が発生することに鑑み、シャルキア州で提言された事業をできるだけ早期に実施し、前に述べた経済的便益を実現することを勧告する。

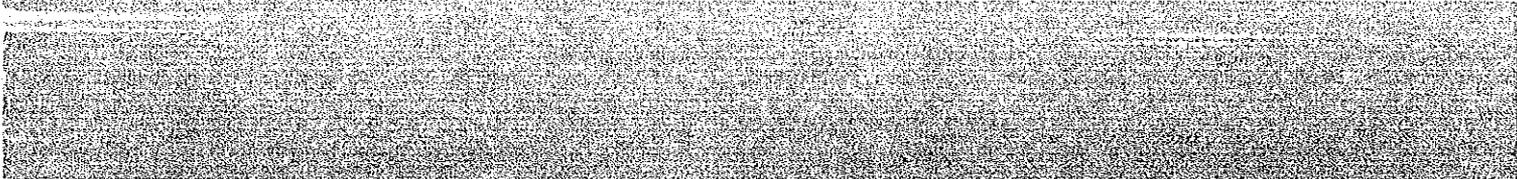
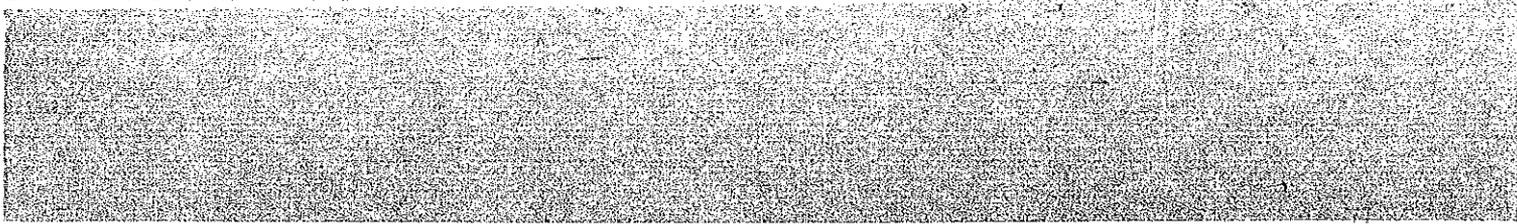
参考文献

参考文献

1. "Provincial Water Supplies Project, Final Report Volumes 1 to 6"
Ministry of Housing, General Organization for Potable Water, A.R.E., by
Binnie & Partners, John Taylor & Sons in association with Dr. A.
Abdel-Warith (Consulting engineers) and Coopers & Lybrand Associates Ltd.
(February 1980)
2. "Study Report on Existing Rural Sewage Treatment Facilities in Egypt"
General Authority for Reclamation Project and Agricultural Development
(GARPAD), Ministry of Agriculture and Land Reclamation, A.R.E., prepared
by JICA (May 1987)
3. "Comprehensive Planning of Zagazig City Development 1973 - 2000"
Engineering Firm, Dr. Mahmoud Youssry, Cairo (in Arabic)
4. "Feasibility Study on Sharqiya Water Supply System in the Arab Republic of
Egypt" Government of Egypt, prepared by JICA (December 1984)
5. "Feasibility Study on El-Arish Sewerage and Drainage System in the North
Sinai Province, Arab Republic of Egypt" North Sinai Governorate,
prepared by JICA (March 1985)
6. "The Preliminary Report, Phase-Two Sewage Treatment and Sewerage Project
of Zagazig City" NOPWASD prepared by Dr. Ahmed Abdell-Wareth (1980)
(In Arabic, partly translated into English.)
7. "Design Report on Zagazig City Sewage Treatment Plant"
NOPWASD. Only part of the design basis obtained from NOPWASD
8. "Existing Situations of Water Supply and Sewerage Systems in Sharqiya
Governorate, 1985" Sharqiya Governorate, Information Center
(In Arabic, partly translated into English.)
9. "Review of the Urban Water and Wastewater Sector in Egypt: Findings and
Recommendations for USAID-Financed Programs" USAID/Cairo (March 1985)
10. "Preliminary and Final Design Report, Volume I: Main Report for Abu
Rawash Wastewater Treatment Project" Organization for Execution of the
Greater Cairo Wastewater Project, prepared by ARTEC (July 1985)
11. "Justification Report for Abu Rawash Wastewater Treatment Project"
Organization for Execution of the Greater Cairo Wastewater Project,
prepared by ARTEC (December 1984)
12. "Agricultural Development Project by Reuse of Treated Water from Abu
Rawash Wastewater Treatment Plant in West Cairo" Sanyu & Tokyo
Engineering Consultants
13. "Environmental Assessment, Greater Cairo Wastewater System, West Bank,
Main Report" USAID, prepared by Stanley Consultants (September 1982)

14. "Design Standards for Sewerage and Drainage" The General Organization for Sewerage and Sanitary Drainage, Cairo, A.R.E. (1980)
15. "Suez Wastewater Facilities Master Plan, Appendices" Ministry of Development and New Communities, prepared by Pernie-Harris International (June 1979)
16. "Rehabilitation and Expansion of the Canal Cities Wastewater Systems, New Facilities Projects, Design Report No.1, Ismailia" General Organization for Sewerage and Sanitary Drainage, A.R.E. prepared by Canal Cities Consultants and Egyptian Canal Cities Consultants (April 1981)
17. "Rehabilitation and Expansion of the Canal Cities Wastewater Systems, New Facilities Projects, Design Report No.1, Port Said" General Organization for Sewerage and Sanitary Drainage, A.R.E. prepared by Canal Cities Consultants and Egyptian Canal Cities Consultants (April 1981)
18. "Helwan Wastewater Master Plan, Final Report Volume 2 - Existing Conditions and Design Criteria" Ministry of Housing and Reconstruction, A.R.E. by Dorsch, Holfelder, Kittelberger, Gitec, Misr Consultants Engineers, Cairo (1977/78)
19. "Alexandria Wastewater Master Plan Study, Volume III - Appendices" Ministry of Housing and Reconstruction, A.R.E. by Camp Dresser & MacKee Inc. with Chas T. Main International Inc., Arab Technical and Economic Consulting Office (May 1978)
20. "Recommended Standards for Sewerage Works, Greater Lakes-Upper Mississippi River Board of States Sanitary Engineers" 1971 Revised Edition
21. Duncan Mara, "Sewage Treatment in Hot Climates" John Wiley & Sons (1978)
22. "Design and Construction of Sanitary and Storm Sewers. WPCF Manual of Practice No. 9" ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice No. 37 (1974)
23. "Wastewater Treatment Plant Design" WPCF Manual of Practice No. 8 (1977)
24. "Glossary, Water and Wastewater Control Engineering" APHA, ASCE, AWWA, WPCF (1969)
25. "Water Supply and Sanitation Project Preparation Handbook, Volume 2: Case Studies, Identification Report for Port City, Immediate Improvement Project for Port City, Pre-Feasibility Report for Farmville, Pre-Feasibility Report for Port City" World Bank Technical Paper No. 13
26. "Water Supply and Sanitation Project Preparation Handbook, Volume 3, Case Study, Feasibility Study for Port City" World Bank Technical Paper No. 14 (November 1983)
27. "Guidelines for Sewerage Planning and Design" Japan Sewage Works Association (1972)

28. "Guidelines for Operation and Maintenance of Sewerage Facilities" Japan Sewage Works Association (1975)
29. George Tchobanoglous, "Wastewater Engineering: Collection and Pumping of Wastewater". Metcalf & Eddy, Inc., McGraw-Hill Book Company (1981)
30. Ronald E. Bartlett, "Sewerage" Elsevier Publishing Company Ltd. (1970)
31. "Appropriate Sanitation Alternatives, A Planning and Design Manual" World Bank Studies in Water Supply and Sanitation 2 (1982)
32. "Design Inception Report" Organization for Execution of Greater Cairo Wastewater Project, prepared by AMBRIC (1981)



JICA

