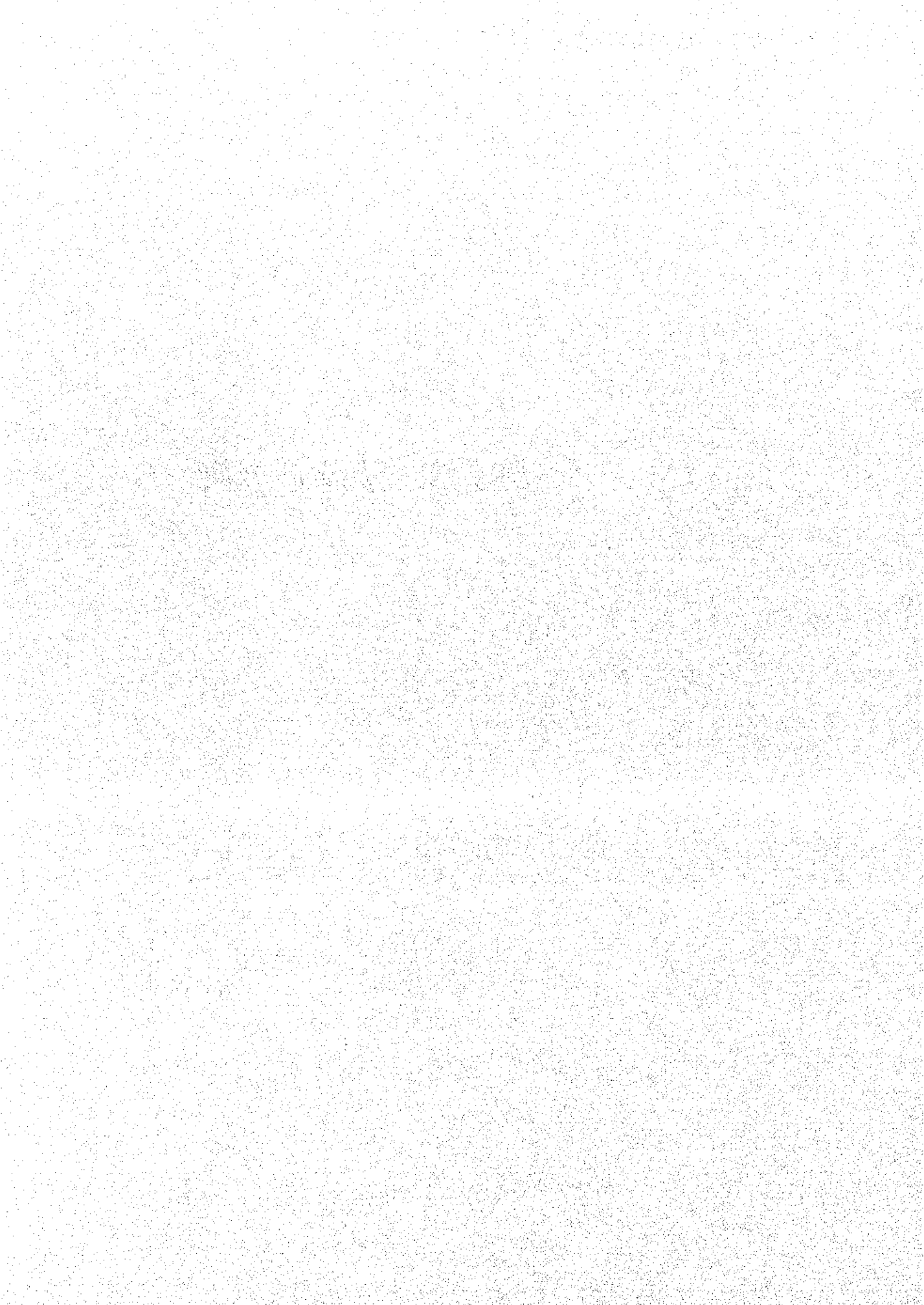


## 第3章 上水道計画



### 第3章 上水道計画

#### 3.1 アスタナ市上水道施設の現況

##### (1) 一般

アスタナ市の水道は、1950年代までは地下水を水源とする地方水道システムにより運営されていたが、1960年代に入り、表流水を水源とする水道システムが建設され現在に至っている。図3.1.1に既存上水道施設位置図を示す。

現在の主要水源であるヴァチェスラフスキー貯水池は、市の中心部から西方50kmに位置している。主な既存の施設は同貯水池の取水施設、そこから市内の浄水場までの導水管、市内の浄水場、イシム川の取水ポンプ施設、市内の配水管路、増圧ポンプなどである。現在の給水区域は主に既存市街地であるイシム川右岸であるが、今後給水区域はイシム川左岸に拡張される予定である。将来の人口増加に伴う水需要増加に対応する必要があるが、主用水源であるヴァチェスラフスキー貯水池は近年の渇水による影響を受け、貯水量の確保が心配されている。

##### (2) 上水道施設の現況

アスタナ市の現在の給水率は、「公共水栓」の27%含め、おおむね100%である。但し、市内の一部の地域では井戸及び給水車により水を得ているケースも時折見られる。水道事業は、アスタナ市公共企業体であるASAが施設の運営・維持管理とともに水道料金徴収、財務管理も行っている。

現在のASAの運営・維持管理上の問題点の1つとして管路からの漏水、メーターによらない料金徴収に起因する消費者の水の浪費問題が挙げられる。配水管からの漏水及び消費者による浪費率は、それぞれ26%、20%と推測されている。これらの漏水、浪費問題は施設の有効利用だけでなく、水源水の保全の立場から早期に改善する必要がある。

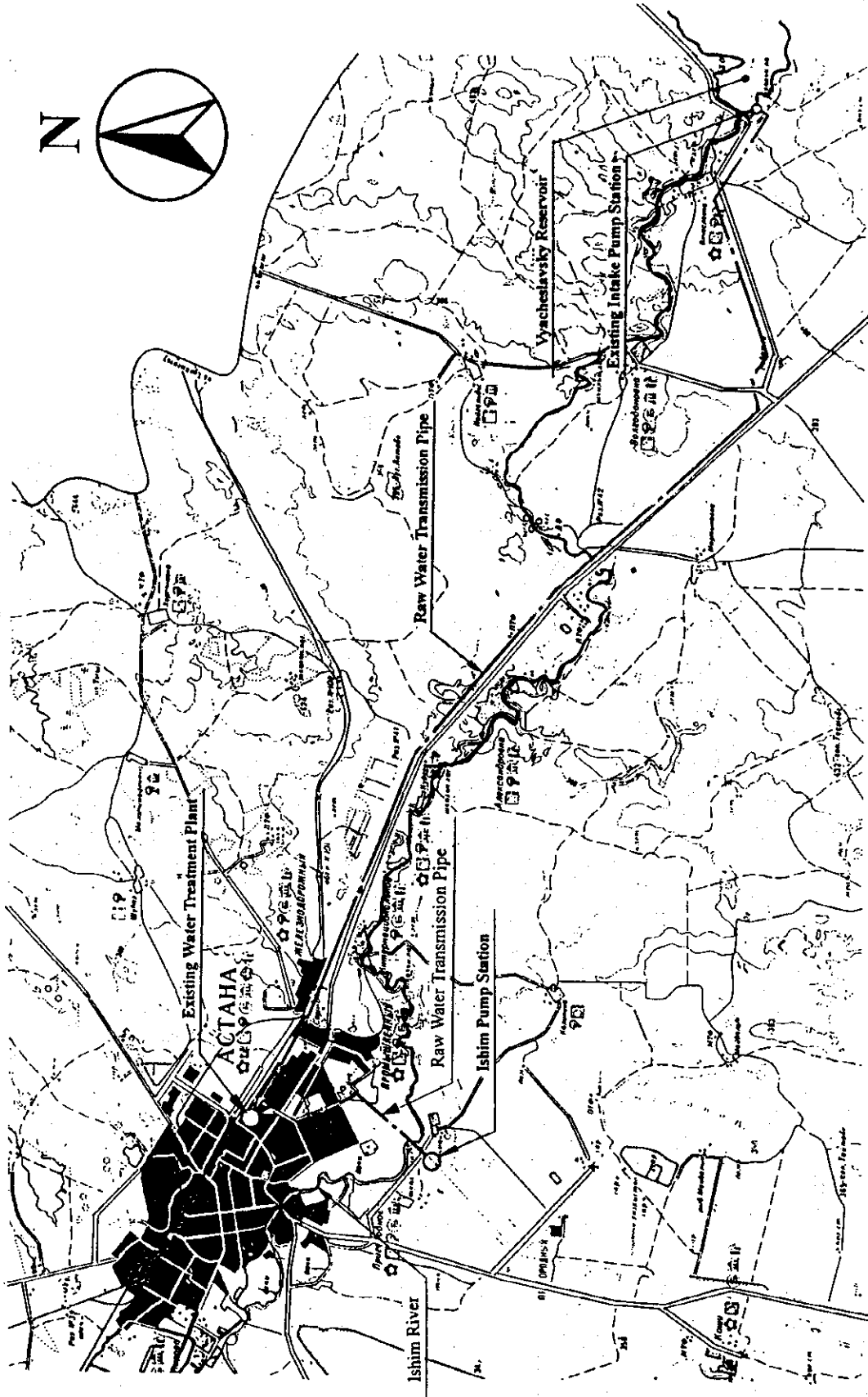
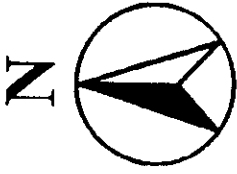
##### (3) 水使用量原単位

本調査では家庭用水使用の実態を把握するため、ASAが実施した既存水道メーターの検針データに対する分析を行った。表3.1.1にその結果を示す。

表3.1.1 1人1日当り上水消費量比較

項目	集合メーター (リッター/人/日)	個別メーター (リッター/人/日)
最大値	83.6	51.7
最小値	742.4	750.0
平均値 (率)	294.8 (2.22)	132.5 (1.00)

アパートなどのバルクメーターによって計測された一軒当たりの水消費量は、一軒毎に設置した個別メーターのそれに比べるとかなり大きいことから、家庭内での漏水や浪費水量が含まれているものと推測される。したがって、漏水、浪費水量を削減するには、個別メーターを設置することが有効である。



S = 1/215,000

Feasibility Study for Water Supply and Sewerage in the City of Astana

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

☒ E.3.1.1  
アスタナ市既存上水道施設位置図

#### (4) 既存上水道施設の現況と問題点

主な既存水道施設は以下のとおりである。

- ヴァチェスラフスキー貯水池取水ポンプ場       $Q = 197,000 \text{ m}^3/\text{day}$
- イシム川取水ポンプ場       $Q = 38,000 \text{ m}^3/\text{day}$
- 導水管(ヴァチェスラフスキー貯水池～浄水場)       $\phi 1,000\text{mm} \times 2, L = 51 \text{ km}$
- 導水管(イシム川)       $\phi 1,000\text{mm}, L = 9 \text{ km}$
- 浄水場       $Q = 165,000 \text{ m}^3/\text{day}$
- No.7 増圧ポンプ場       $Q = 36,000 \text{ m}^3/\text{day}$
- Alyuyiy 増圧ポンプ場       $Q = 9,600 \text{ m}^3/\text{day}$
- 給水管       $L = 489 \text{ km}$

これらの施設の診断の結果、以下の補修、建設工事が必要であると判断された。

##### (Work A)

ヴァチェスラフスキー貯水池の取水ポンプ場は、土木構造物、機器ともに老朽化しており、本ポンプ場は 2010 年には稼働しなくなることが予想される。したがって、新規のポンプ場の建設が必要である。

##### (Work B)

既存浄水場の殆どの施設は老朽化しており、浄水能力も年と共に減少傾向にある。また、改善対策においても、既存施設の構造的欠陥から浄水能力の大幅な向上は困難であると予想される。したがって、将来の安定的な水供給を確保するため、新規浄水場の建設が望まれる。

##### (Work C)

既存の配水管の一部は老朽化が著しく、漏水量削減のため管路の布設替が必要である。

##### (Work D)

消費者による水の浪費量削減のため、個別水道メーターの設置が望まれる。

工事の重要性及び施設全体に与える影響を勘案し、具体的な実施に対する優先順位は Work D、C、A、B の順が提案される。

### 3.2 将来の上水施設計画

#### (1) 基本方針

- 将来の上水施設計画に対しては、以下の基本方針に基づき実施する。
- 既存の市街地の施設の改善計画に最大の重点を置き、将来の開発対象地区における施設計画は必要最小限に止めるものとする。

- 漏水や水の浪費削減を考え、適切な水需要計画を行い、妥当な水道施設監理システム、水道施設の拡張計画を行う。
- 健全な水道事業の運営のため、合理的な水道施設計画と共に料金徴収、組織制度、運営・維持管理制度を設立する。

(2) 将来水需要予測

将来の水需要予測は以下の条件に基づき行なった。

1) 飲料水

- 1999年の個別水道メーターの平均値は、前述の表 3.1.1 に示したように 132.5 l/人/日である。この値は表 3.2.1 に示した 4 種類の水使用形態のうち、「風呂・集合温水供給システム付家屋」に設置されたメーターの検針結果である。
- 同表に示したように、2010年のこの値は年率 1.8%の増加を考え 159 l/人/日と推定した。この値を基に 1~3 の各カテゴリー毎に 25、203、137 l/人/日がそれぞれ推定された。
- これらの値を人口により加重平均すると、130 l/人/日が得られ、これを 2010年の単位家庭給水量として定義した。

表 3.2.1 2010年目標家庭用水量原単位

No.	上水需要形態	人口	原単位 (l/人/日)	水量 (m <sup>3</sup> /日)
1	公共水栓	77, 600	25	1, 940
2	風呂のない家屋	47, 800	103	4, 923
3	風呂・個別温水ヒーター付家屋	42, 100	137	5, 768
4	風呂・集合温水供給システム付家屋	322, 500	159	51, 278
合 計		490, 000		63, 909
平均原単位			130	

- 公共、工業及び商業用水量原単位は ASA の使用水量データに基づき算出した。
  - 温水プラントの将来使用水量は、1994年から 1999年までの使用水量記録の平均値 22、260 m<sup>3</sup>/日に人口増加率を考慮してもとめた。
- 2) Technical Water (飲料水を除く工業用水)
- Technical water の将来需要量は、温水プラント使用水量記録に基づき、プラント拡張計画及び工業セクターにおける将来需要増加を勘案し、算定した。

表 3.2.2 に水需要予測を取りまとめた。

表 3.2.2 水需要予測

項目	年	1999	2010
<b>I 飲料水</b>	単位		
人口	(人)	300,800	490,000
公共		36,100	61,900
工業		15,900	28,000
商業		95,300	164,900
水量	(m <sup>3</sup> /日)	96,783	115,180
家庭		54,920	63,908
公共		4,814	5,520
工業			2,550
商業		14,790	14,610
温水プラント		22,260	28,590
漏水	(m <sup>3</sup> /日)	34,599	28,800
漏水率		26%	20%
合計水量		131,100	144,000
1人1日飲料水給水量	(l/人/日)	436	294
<b>II. Technical Water</b>	(m <sup>3</sup> /日)	17,800	23,400

### (3) 施設計画

前節での提案を基に、将来において改善・拡張が必要な施設を以下のように決定した。

- 個別水道メーターの設置
- 老朽配水管の布設替え
- 新規ヴァチェスラフスキー貯水池における取水ポンプ場の建設
- 新規浄水場の建設

表 3.2.3 に既存及び計画浄水場の能力及び水需要量を示す。

表 3.2.3 浄水場能力及び水需要量

項目	年	2000	2010
浄水場 能力 (m <sup>3</sup> /日)	既存浄水場	165,000	82,000
	計画浄水場 (No.1)	--	100,000
	計	165,000	182,000
日最大需要量 (m <sup>3</sup> /日)		165,000	173,000

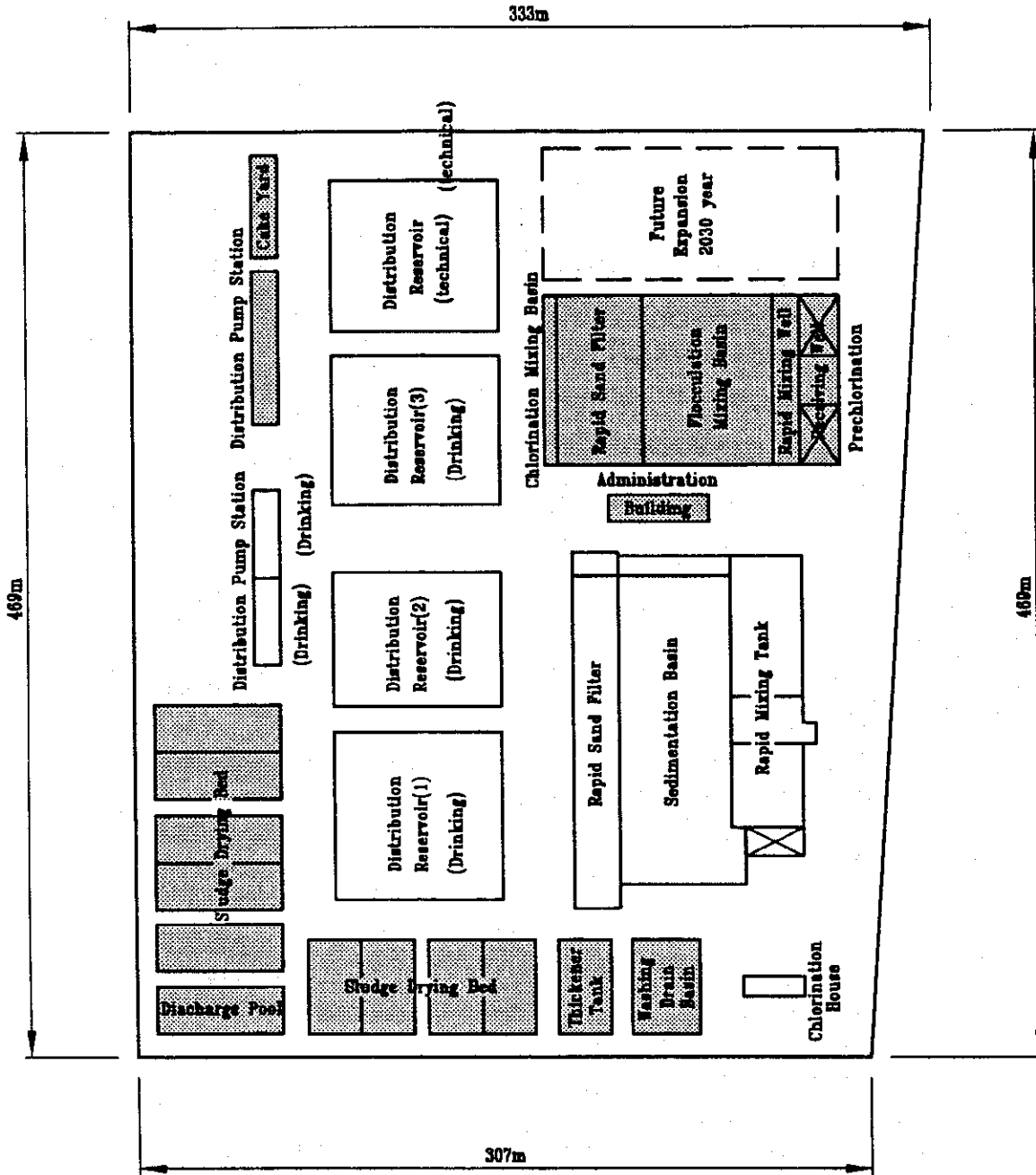
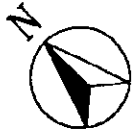
浄水能力 100,000 m<sup>3</sup>/日を有する計画浄水場 (No.1)を 2010 年の需要量を賄うため、既存浄水場敷地内に計画した。なお、既存浄水場能力は今後 10 年間にそのシステムの約 50%が老朽化により減少すると仮定した。

既存及び計画浄水施設平面図を図 3.2.1 に示す。

なお、本調査に先立つマスタープラン調査に基づき、2010 年以降は 2 箇所の浄水場の建設を行うこととした。その一つの浄水場 (No.2)はイシム川左岸に、他の浄水場 (No.3)は既存浄水場敷地内に建設することが予定されている。

図 3.2.2、3.2.3 にこれらの浄水場位置を示す。

また、本プロジェクトで行われる改善・拡張工事を表 3.2.4 にまとめた。



**Legend**

- Existing Facilities
- Facilities will be built in 2010
- Facilities will be built in 2030

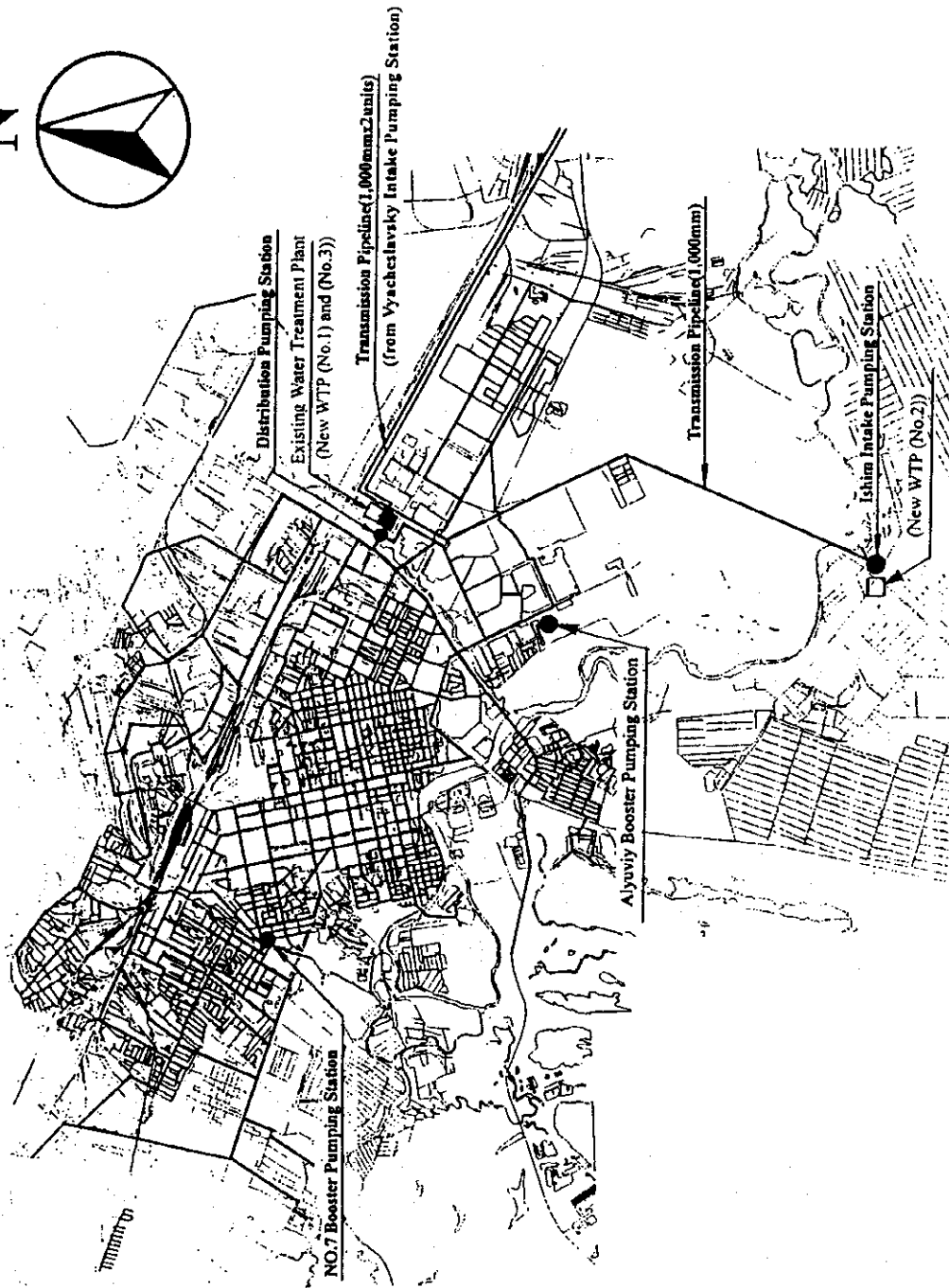
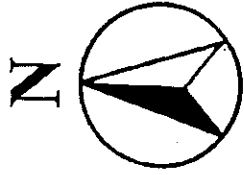
S=1:2,800

Feasibility Study for Water Supply and Sewerage in the City of Astana

図3.2.1 既存・計画浄水施設配置図

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY





Legend

- Existing Facilities
- (Proposed Facilities)

S = 1/94,000

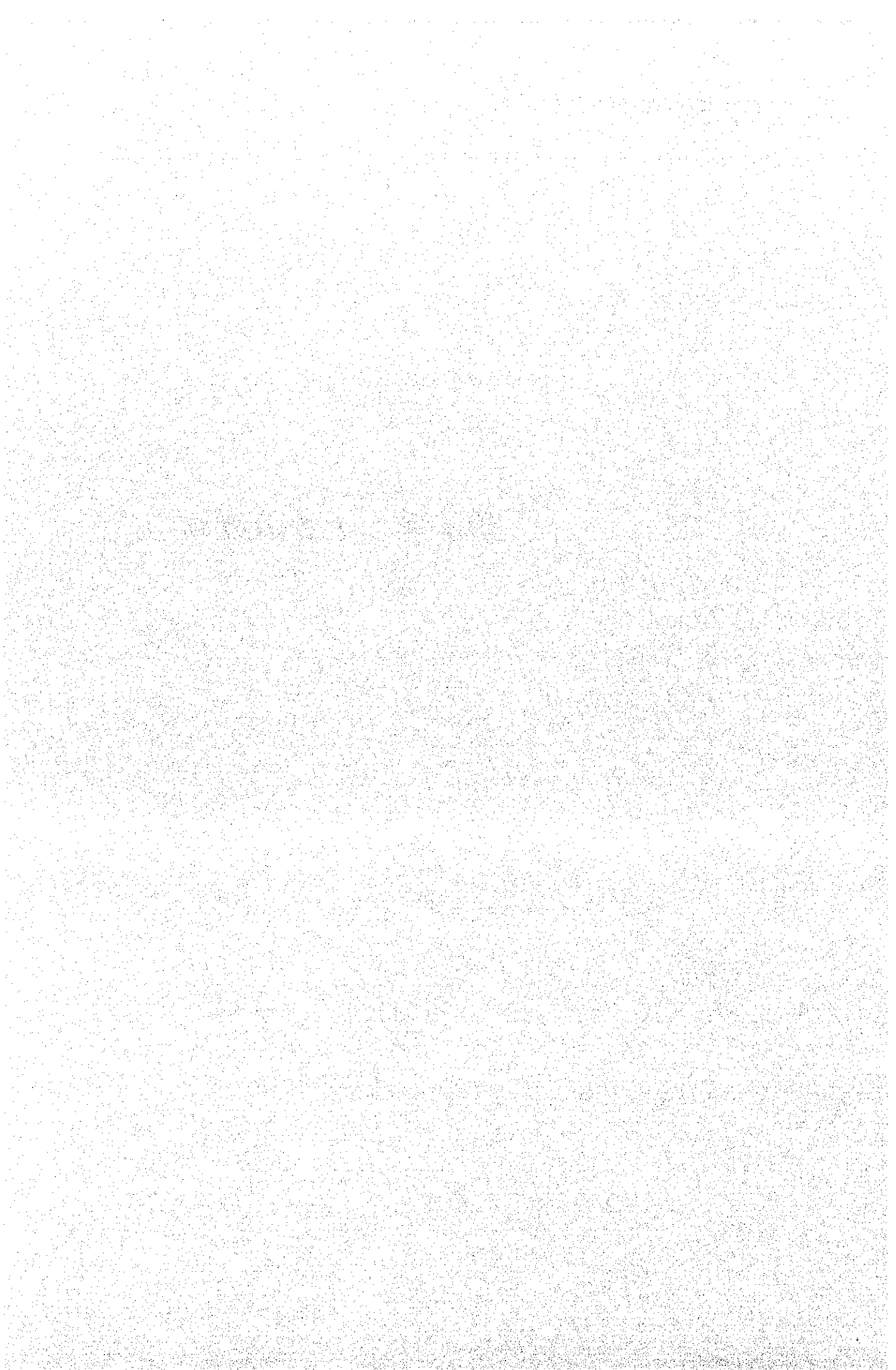
Feasibility Study for Water Supply and Sewerage in the City of Astana

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 3.2.2  
既存及び計画上水道施設位置図



## 第4章 下水道計画



## 第 4 章 下水道計画

### 4.1 背景

本章では下水収集、処理・処分システム、並びに汚泥処分について現状評価と将来計画について述べる。まず現状分析に基づく改善策を提案し、次に 2010 年における下水水量に対応する施設の拡張計画を行う。

アスタナ市の最初の下水収集システムは、1950 年代に賑わっていた鉄道駅周辺地域において建設された。このとき、バージンランド灌漑計画が提唱され、その輸送の中心都市としてツェリノグラード（現アスタナ市）が選ばれたという経緯がある。下水収集システムは 1959 年に建設が開始され、下水処理場は 1970 年に完成した。

ゴルボドカナルは、上下水道を管理・運営する公営企業として 1964 年に設立された。2000 年には、名称を変更し公営企業を意味するカザフ語「Astana Su Arnacy (ASA)」となった。

分流式としての雨水排水システムは、アスタナ市の公営企業であるゴルコムホスが運営している。

### 4.2 現状

下水道システムは、下水管渠、処理場と処理水貯留池から構成されている。最近、下水処理場に流量計が設置されるまで下水道システムには流量計がなく、流量解析が困難な状況であった。このため、本調査での下水流下量の算定は、下水処理場での限られた流量測定結果と上水の使用水量の分析を基に実施した。下水処理場への日平均流入下水水量と汚濁負荷量を、表 4.2.1 と 4.2.2 に示す。

表 4.2.1 下水処理場への流入下水水量

下水流出量	1999 年平均 (m <sup>3</sup> /日)
家庭下水	55,700
その他	23,400
小計	79,100
推定浸入水	7,900
合計	87,000
下水処理場容量	136,000

表 4.2.2 現状汚濁負荷量

主要 汚濁物質	汚濁量 (Kg/日)
BOD <sub>5</sub>	15,600
SS	17,600
COD	34,800

既存下水道システムの概要を表 4.2.3 に示す。汚水ためや浄化槽を使っている人口比率が高く、ポンプ場が非常に多い。

表 4.2.3 既存下水道システムの概要

項目	2000 年
対象面積	3,500 ha
接続家屋数	61,000 戸
公共下水接続率	70% (全世帯数)
汚水ため/浄化槽比率	30% (全世帯数)
管渠延長	306 km
マンホール	5,300 箇所
ポンプ場	32 箇所

下水管渠の管材と管径を表 4.2.4 に概要を示す。

表 4.2.4 既存下水管の概要

単位: m

材料 管径 (mm)	陶製	アパスト セメント	鉄筋 コンクリート	鋼管	鑄鉄管	ポリエチレン	計
<=150	15,935	15,294		3,490	32,092	2,240	69,051
200 - 300	13,170	27,158	296	2,392	37,573		80,589
325 - 600	3,597	3,232	1,840	24,431	15,317		48,417
700 - 900		52	10,732	1,952			12,736
1000 - 1500			15,062				15,062
小計	32,702	45,736	27,930	32,265	84,982	2,240	225,855
地域システム							80,000
合計							305,855

既存の主要下水管渠は、現在の流下量に対し十分な容量である。しかしながら、下水管渠網には多くの問題点を抱えている。その主なものは次の通りである。

- ・老朽管の更新計画がない。
- ・圧送用鋼管は保護処理がされていない。(25~50 損傷/100 km/年)
- ・マンホール蓋の品質が悪いため雨水が流入している。
- ・マンホール蓋が損傷したりあるいは紛失しているため異物が投入されている。
- ・流路閉塞箇所が多い。(約 1,500 箇所/100 km/年)
- ・中継ポンプが古く、効率が悪い。(ポンプ効率 30%~50%)
- ・ポンプの故障が頻繁に起きている。(1.5 回/台/年)
- ・電気、機械設備が老朽化している。

下水処理方法は、生物処理による活性汚泥法である。設計容量は 136,000 m<sup>3</sup>/日で、表 4.2.1 に示した平均汚水量を充分処理する能力を持っている。処理設備の概要は以下の通りである。

- ・ 機械式除塵機 3 台 (スクリーン間隔 16 mm)
- ・ 下水流入ポンプ 5 台 (定格吐出力 750 l/s/台)
- ・ 除砂池 10 ユニット (長さ 15 m、幅 2 m)
- ・ 最初沈殿池 6 池 (直径 28 m)
- ・ 曝気槽 4 列 (長さ 476 m、幅 8 m)
- ・ 最終沈殿池 10 池 (直径 28 m)
- ・ 処理水吐出ポンプ場 5 台 (定格吐出力 750 l/s/台)

汚泥処理は高温好気性消化の後、アスファルト仕上げの乾燥床にて天日乾燥を行っている。設備の概要は以下の通りである。

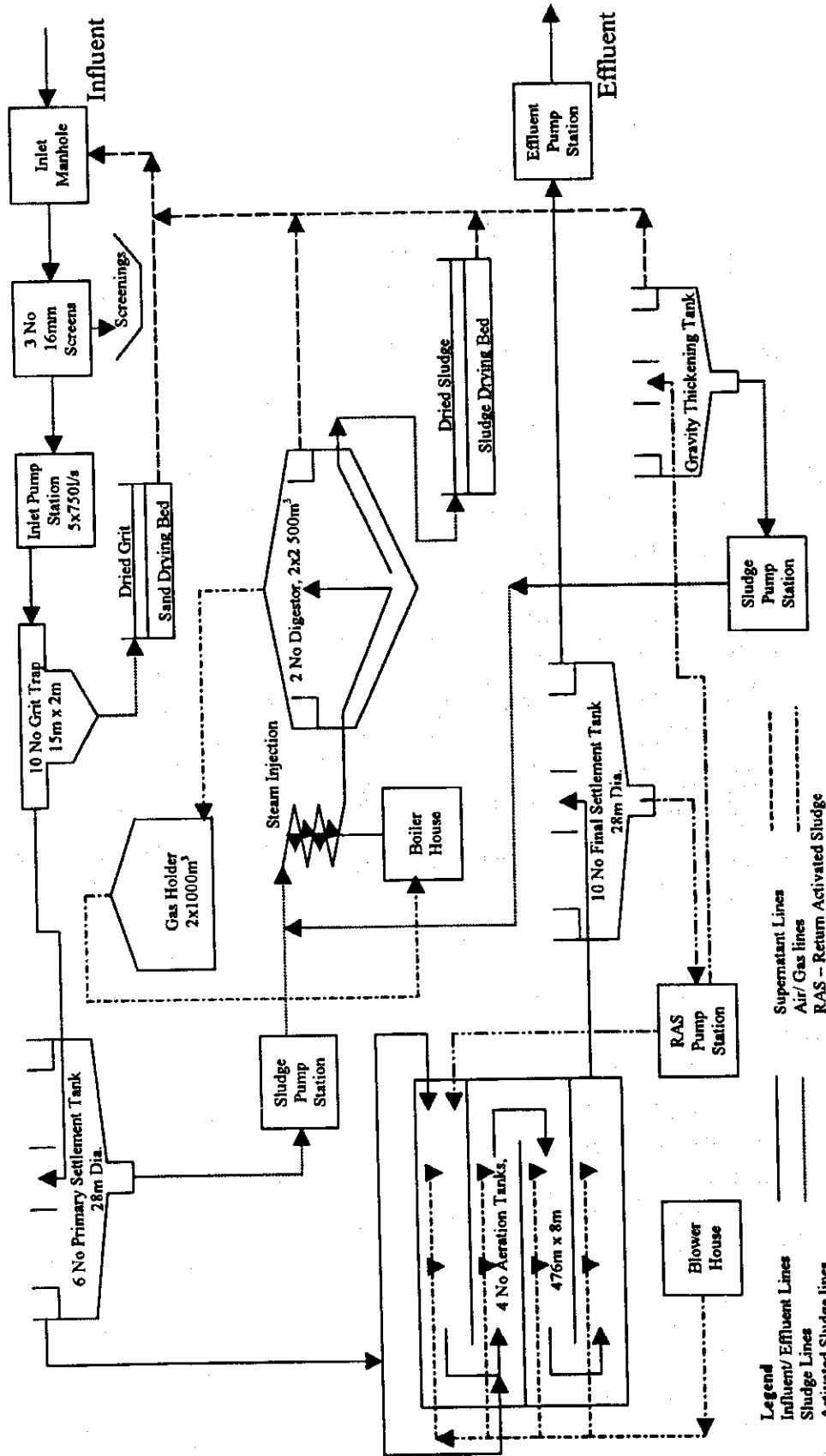
- ・ 濃縮槽 2 池 (直径 20 m)
- ・ 高温消化槽 2 池 (2,500 m<sup>3</sup>/池)
- ・ 蒸気ボイラ 3 基 (4.5 トン/時/基、所内暖房供用)
- ・ ガスタンク 2 基 (1,000 m<sup>3</sup>/基)
- ・ 汚泥乾燥床 (2 床 x 7,000 m<sup>2</sup>、11 床 x 2,700 m<sup>2</sup>)

処理水は農業での再利用を目的としてタルデコル貯留池に放流されている。しかし灌漑計画が中断したため、一時的な処置としてタルデコル貯留池からの余剰水を春の融雪時に貯留池の西側にある湿地帯に放流している。

下水処理場は概ね設計通りに運転しているが、幾つかの欠陥が見られる。その主なものは次の通りである。

- ・ 除砂池のコンクリートが老朽化している。
- ・ 流入及び吐出ポンプ場のポンプ効率が低い。
- ・ 電気、機械設備が老朽化して信頼性に乏しい。
- ・ 送風機が老朽化している。
- ・ 返送活性汚泥ポンプが老朽化している。
- ・ 汚泥の濃縮が不十分である。
- ・ 好気性消化槽での滞留時間が短い。
- ・ 乾燥汚泥床の数が不足している。
- ・ 最初沈殿池と最終沈殿池の数が不足している。
- ・ ボイラが老朽化して信頼性に乏しい。

下水処理場での処理工程を図 4.2.1 に示す。



**Legend**  
 Influent/ Effluent Lines  
 Sludge Lines  
 Activated Sludge lines  
 Supernatant Lines  
 Air/ Gas lines  
 RAS - Return Activated Sludge

Feasibility Study for Water Supply and Sewerage in the City of Astana

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

图 4.2.1 下水処理場処理工程



### 4.3 開発計画

提案した開発計画は、既存施設を最大限に利用した改善を行うことを目標としている。カザフスタンの首都移転により市街地の急速な拡張が予想されるため、新規開発地区での下水道整備も同様に行う必要がある。本 F/S 調査の目標年度は 2010 年で、提案した事業はこの目標年度に対して計画した。

計画日最大下水量は、水需要予測を基に表 4.3.1 に示すように推算した。1999 年の値は参考値である。

表 4.3.1 計画日最大下水量

単位: m<sup>3</sup>/日

項目	1999	2010	2020	2030
家庭下水	66,800	69,000	112,000	147,500
その他	27,900	33,000	43,800	49,600
小計	94,700	102,000	155,800	197,100
浸入水, 10%	9,500	10,200	15,600	19,700
下水処理場での合計	104,200	112,200	171,400	216,800
人口	300,800	490,000	690,000	800,000

下水処理場の計画負荷量は、人口を基に表 4.3.2 に示すように推定した。1999 年の値は参考値である。

表 4.3.2 計画下水 BOD<sub>5</sub> 負荷

単位: kg BOD<sub>5</sub>/日

分類	1999	2010	2020	2030
家庭下水	11,005	20,760	31,740	38,225
商業 (1999 年は工業を含む)	-	537	900	1,240
工業	1,575	1,922	2,380	2,640
計	12,580	23,219	35,021	42,104

#### (1) 下水収集システム

下水収集システムと下水量について評価し、以下の改善案を提案した。

##### 1) 既存管渠

管渠の修理費縮減と事故を削減するために、表 4.3.3 に示す約 21 km の管渠の更新が必要である。またマンホール約 5,000 ケ所の修理も必要である。

表 4.3.3 更新が必要な既存管渠

管径 (mm)	延長 (m)
150 - 300	14,300
500 - 800	6,600
計	20,900

2) 既存ポンプ場

中大型ポンプ場 17ヶ所については、運転の信頼性確保のために改善、改修が必要である。電気、機械設備の更新とポンプ場建屋の改修も必要である。

2) 収集地域の拡張

下水収集のサービスの強化を既存市街地で行う。現在、汚水ためや浄化槽を使っている者は徐々に下水本管に接続する。周辺部の村落では、市街地の拡張により市街化されるため下水道整備が必要である。

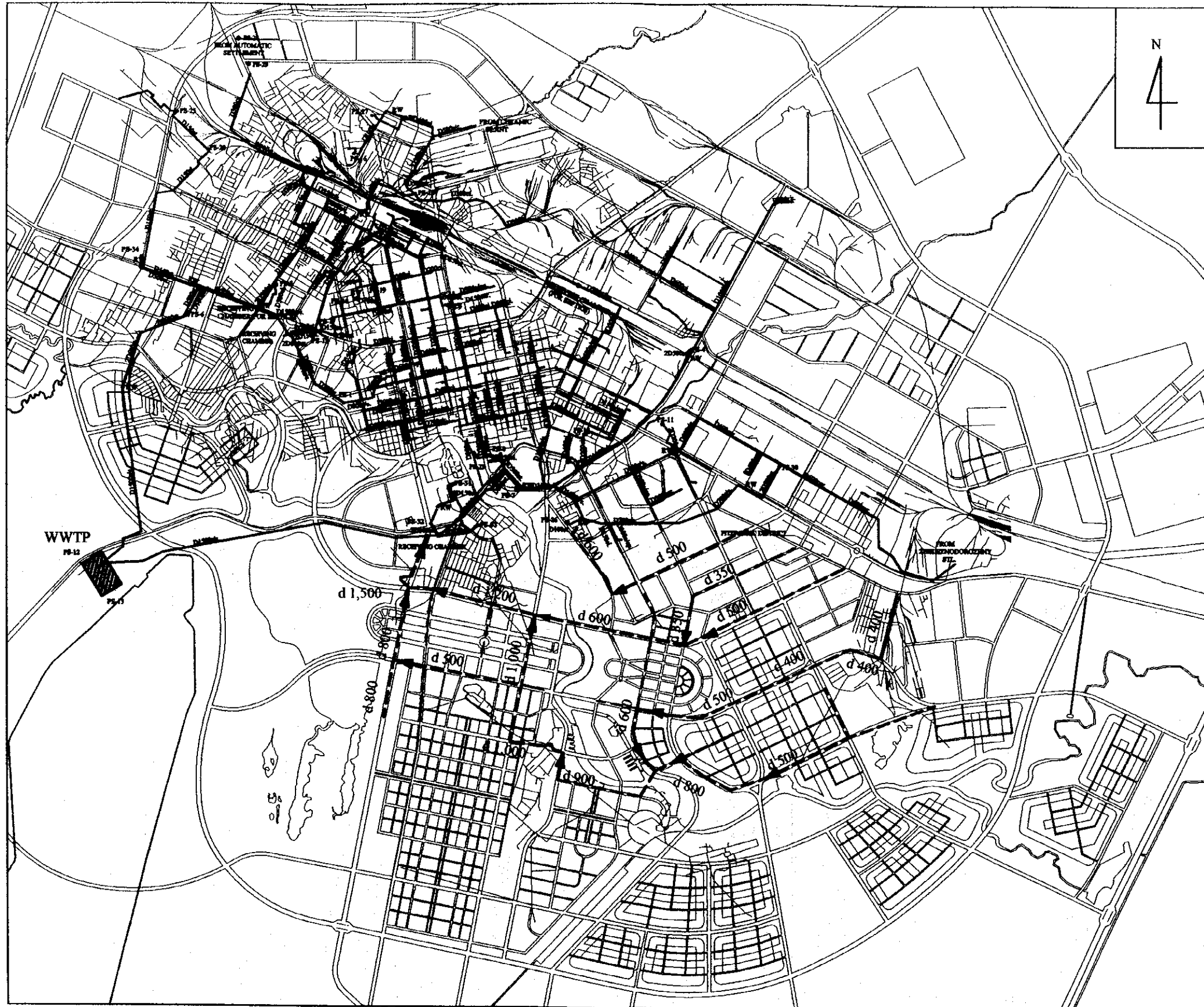
アスタナの市街地は拡張され、これに合わせて下水道も整備することが必要である。本調査で提案する下水道の拡張計画は、イシム川左岸の新規開発地区 1,600ヘクタールの整備を対象としている。主要管渠延長は約 36 km で表 4.3.4 にその詳細を示した。推進工法による 2ヶ所の河川横断と新規ポンプ場 3ヶ所が必要である。

表 4.3.4 計画主要管渠

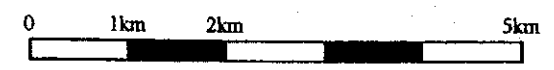
管径 (mm)	延長 (m)
350-500	17,700
600-900	11,830
1,000-1,500	6,520
計	36,050

新規開発地区の主要管渠を図 4.3.1 に示す。





- Legend**
- Existing pump station
  - Proposed pump station
  - Existing collector
  - - - Proposed wastewater collection system for 2010



The Feasibility Study on Water Supply and Sewerage in the City of Astana

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図4.3.1  
2010年の下水道整備計画



## (2) 下水処理場

アスタナ周辺の農村地帯はまだ人口が少なく、中心部からも離れており、下水処理は汚水だめや浄化槽に頼っている。周辺の村落や空港などの開発地区は、下水道本管から離れているため、小型の個別処理システムが好ましい。

既存の下水処理場は、2010年まで容量、システムは現状のままで十分であるが、部分的な施設改善は必要である。主な施設改善、改修は以下のものが挙げられる。

- ・ 下水流入口のスクリーンとポンプの更新
- ・ 沈砂池を直径 10 m の水平流れ方式 2 池に更新
- ・ 最初沈殿池と最終沈殿池の計 4 池を増設 (直径 28 m)
- ・ 返送汚泥ポンプ場の更新 ( 5 x 950 m<sup>3</sup>/時)
- ・ 送風機の更新 ( 6 x 20,100 Nm<sup>3</sup>/時)

下水処理場の改善計画案は図 4.3.2 に示すとおりである。

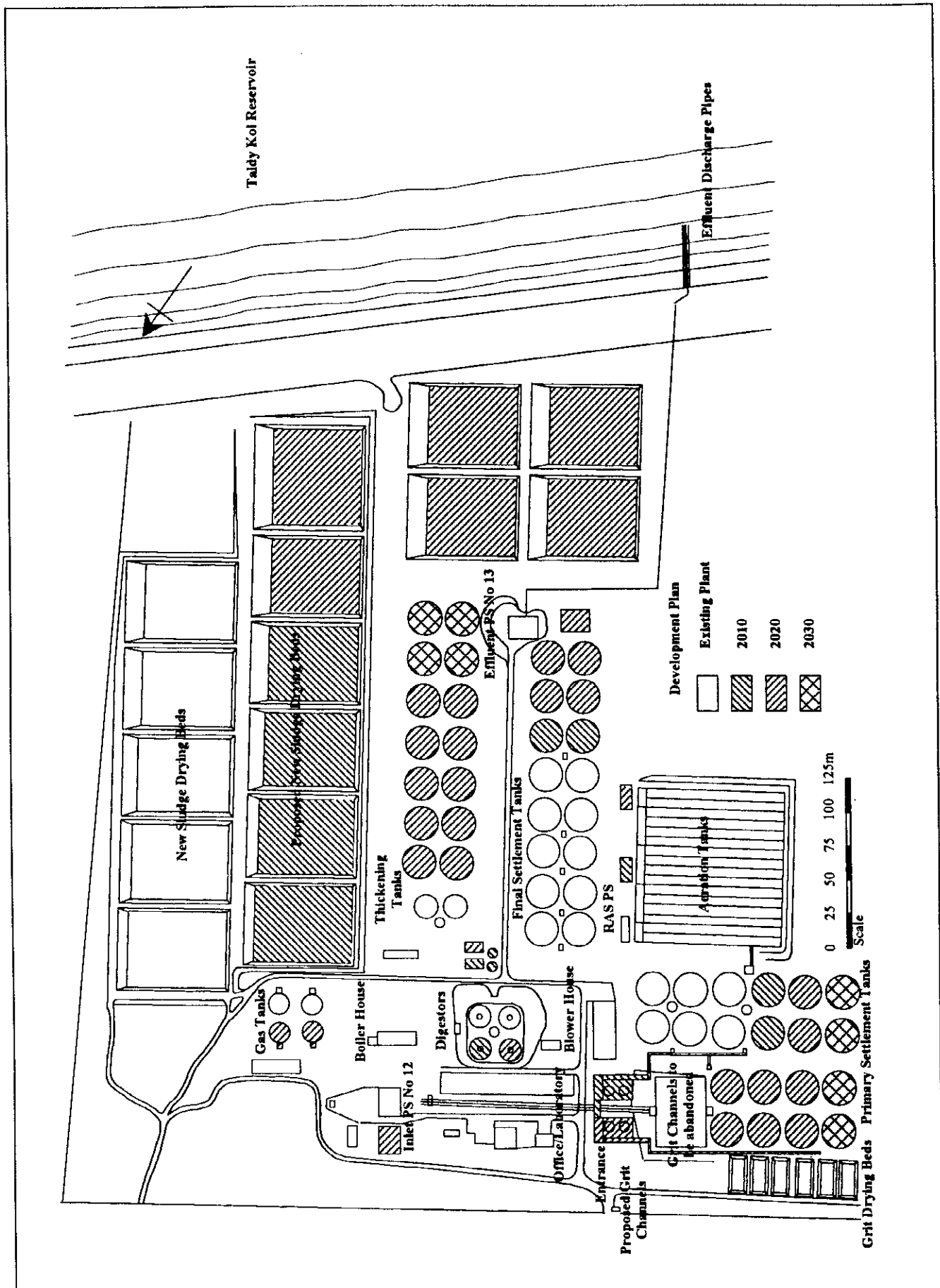
## (3) 汚泥処理

既存汚泥処理施設は、処理の機能が十分ではないため、高温消化の前に汚泥濃縮工程のための施設を付加する。濃縮された汚泥は、消化槽での滞留時間を短縮できる。消化汚泥の沈殿処理効率を高めるため、第 2 消化槽を増設する。汚泥乾燥と設備容量改善のため、汚泥乾燥床を増設する。

主な改善改修項目は以下のとおりである。

- ・ 汚泥圧送ポンプの更新
- ・ ボイラの更新
- ・ 既存消化槽の改修
- ・ ベルト式汚泥濃縮設備の新設
- ・ 第 2 消化槽の新設
- ・ 汚泥乾燥床 5 床の増設

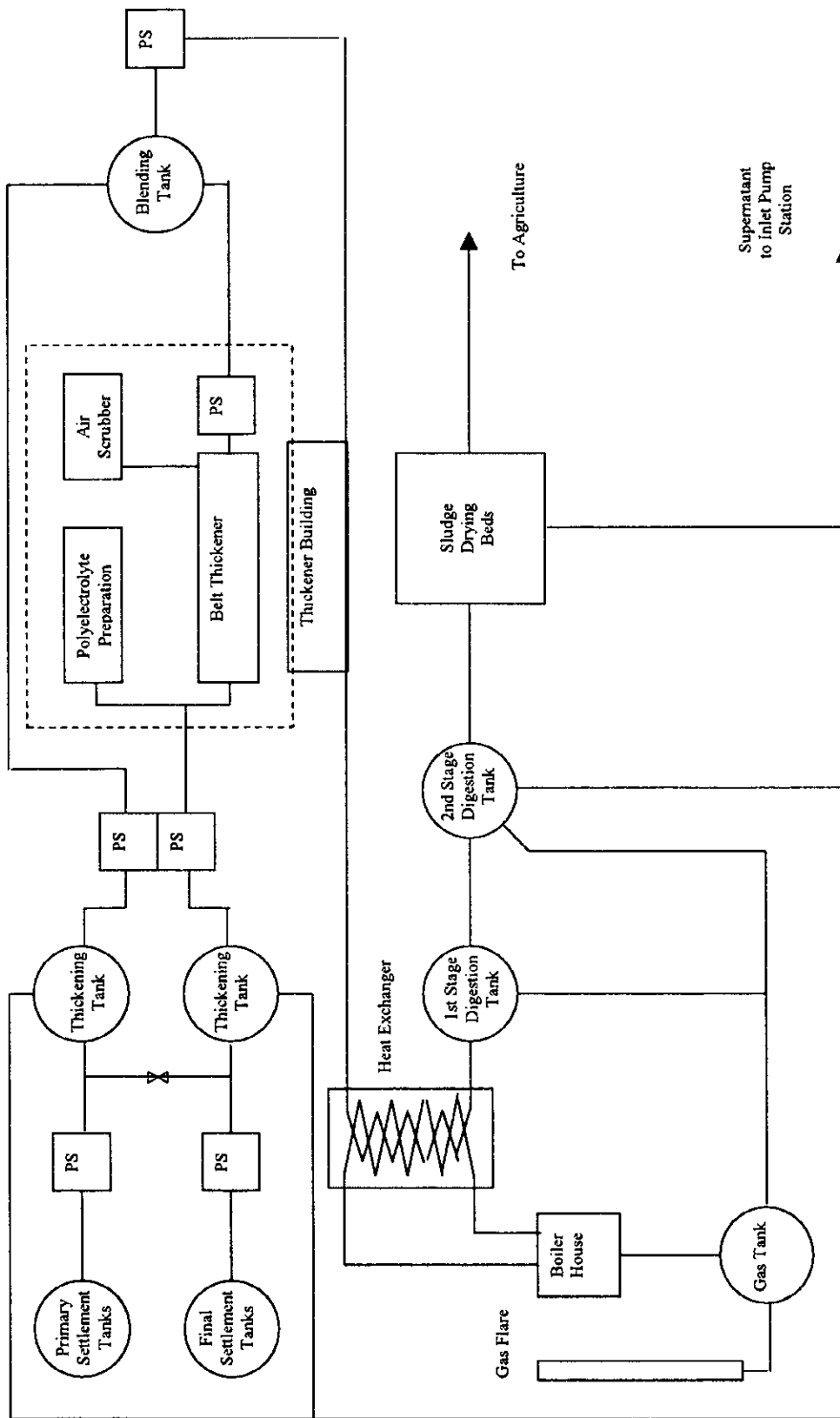
汚泥処理工程の改善案を図 4.3.3 に示す。



Feasibility Study for Water Supply and Sewerage in the City of Astana

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 4.3.2 下水処理場開発計画



Feasibility Study for Water Supply and Sewerage in the City of Astana

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

图 4.3.3 污泥处理工程案



#### (4) 処理水処分と再利用

処理水の処分は、タルデコル貯留地が完成した時点では、市の南部の灌漑用地への再利用を図ることであったが、ベレストロイカ後の農業分野の再編成により、処理水の再利用計画は中断したままである。従って処理水処分方法についての代替案について再検討することが必要である。

処理水再利用に関する予備調査を行い、農業での再利用に多くの潜在需要が有ることが確認された。その他の利用方法として森林や公園・街路への撒水、工業用水への利用、養殖及びレクリエーションが考えられるが、需要量は限られている。

本調査では、農業での再利用に高い可能性があることが明らかになった。但し、処理水の永久的な農業利用については、農業開発そのものに関わるフィージビリティ調査が必要である。調査の結果、アスタナ市の南に位置する農業企業2社（Ermagambetov & Co and Yenbek-Koshi RSE 121）が所有する農地 39,000 ヶクタールの内、8,500 ヶクタールが処理水の灌漑利用に適していることが明らかとなった。

他の処分案については、次に挙げる制約がある。

- ・ いずれの河川においても、年間を通して流量が少ないため希釈効果が期待できない。
- ・ 地下水位が高いため地下浸透による処分が困難である。

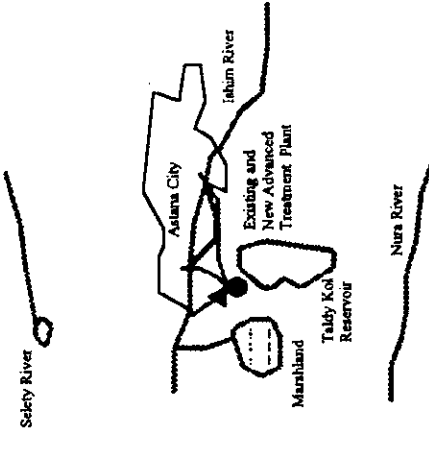
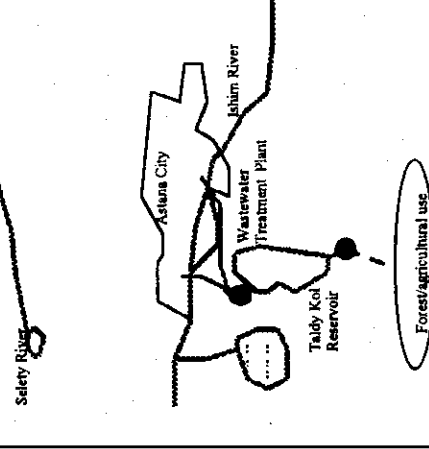
河川に放流する場合、河川流量が少ないため希釈効果が期待できないため直接放流が困難である。このため活性炭ろ過と消毒による割高な高度処理による改善が必要である。

上述した制約条件に基づき、以下に5つの代替案の概要を示す。

- 1) タルデコル貯留池を保持し、処理水をアスタナ市南部地域で農業灌漑に利用する。
- 2) イシム川への放流のため、河川水質と同等レベルまでの水質を得るための高度処理を導入する。
- 3) ヌラ川への放流のため、河川水質と同等レベルまでの水質を得るための高度処理を導入する。
- 4) セレティ川への放流のため、河川水質と同等レベルまでの水質を得るための高度処理を導入する。
- 5) 既存下水処理場の移設

それぞれの代替案の事業費と各代替案の長所および短所を図 4.3.4 から 4.3.6 に示す。

代替案1は最も経済的な方法であり、これを第1優先に挙げる。ただし、上述したように、前提条件であるフィージビリティ調査で、計画がフィージブルでないと判断された場合、高度処理した後イシム川に放流する案を第2優先案とする。

Scenario 2		Scenario 1																					
<p><b>Required Works</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Rehabilitate existing WWTP</li> <li>Advanced Treatment Plant including rapid gravity filters, granular activated carbon filters and ultraviolet disinfection</li> <li>Discharge pipeline</li> </ul> 	<p><b>Advantages</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Water quality maintained in Ishim river</li> <li>Improved low flows in the Ishim River</li> <li>Better quality water for irrigation downstream of the Ishim River</li> </ul> <p><b>Disadvantages</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>High cost of tertiary treatment</li> <li>Higher tariffs for water</li> </ul>	<p><b>Required Works</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Rehabilitate existing wastewater treatment plant</li> <li>Irrigation system is required for irrigation and agricultural use in the area south of Astana</li> </ul> 	<p><b>Advantages</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Least cost solution for wastewater discharge</li> <li>Reuse of treated effluent in the Tselinogradskogo region for irrigation and agriculture</li> </ul> <p><b>Disadvantages</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Uncertain irrigation and agriculture usage</li> <li>Crop irrigation depend on treated effluent quality</li> </ul>																				
<p><b>Cost Estimate</b></p> <table border="1"> <tr> <td>WWTP Rehabilitation</td> <td>20.4</td> </tr> <tr> <td>Advanced Treatment Pipeline</td> <td>32.7</td> </tr> <tr> <td>Pump Station</td> <td>1.1</td> </tr> <tr> <td><b>Total Capital Costs</b></td> <td><b>54.4 M USD</b></td> </tr> <tr> <td><b>Annual Operating Cost</b></td> <td><b>2.05 M USD</b></td> </tr> </table>		WWTP Rehabilitation	20.4	Advanced Treatment Pipeline	32.7	Pump Station	1.1	<b>Total Capital Costs</b>	<b>54.4 M USD</b>	<b>Annual Operating Cost</b>	<b>2.05 M USD</b>	<p><b>Cost Estimate (Excluding cost of irrigation system)</b></p> <table border="1"> <tr> <td>WWTP Rehabilitation</td> <td>20.4</td> </tr> <tr> <td>Advanced Treatment Pipeline</td> <td>7.1</td> </tr> <tr> <td>Pump Station</td> <td>0.9</td> </tr> <tr> <td><b>Total Capital Costs</b></td> <td><b>28.4 M USD</b></td> </tr> <tr> <td><b>Annual Operating Cost</b></td> <td><b>0.75 M USD</b></td> </tr> </table>		WWTP Rehabilitation	20.4	Advanced Treatment Pipeline	7.1	Pump Station	0.9	<b>Total Capital Costs</b>	<b>28.4 M USD</b>	<b>Annual Operating Cost</b>	<b>0.75 M USD</b>
WWTP Rehabilitation	20.4																						
Advanced Treatment Pipeline	32.7																						
Pump Station	1.1																						
<b>Total Capital Costs</b>	<b>54.4 M USD</b>																						
<b>Annual Operating Cost</b>	<b>2.05 M USD</b>																						
WWTP Rehabilitation	20.4																						
Advanced Treatment Pipeline	7.1																						
Pump Station	0.9																						
<b>Total Capital Costs</b>	<b>28.4 M USD</b>																						
<b>Annual Operating Cost</b>	<b>0.75 M USD</b>																						
<p><b>Evaluation</b></p> <p>High capital and operating cost.</p>		<p><b>Evaluation</b></p> <p>Scenario totally dependent on irrigation and agricultural use. Further studies are necessary</p>																					

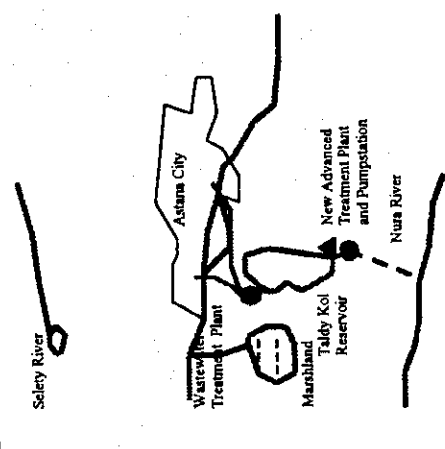
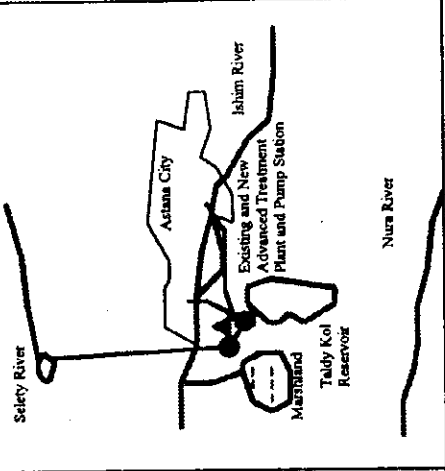
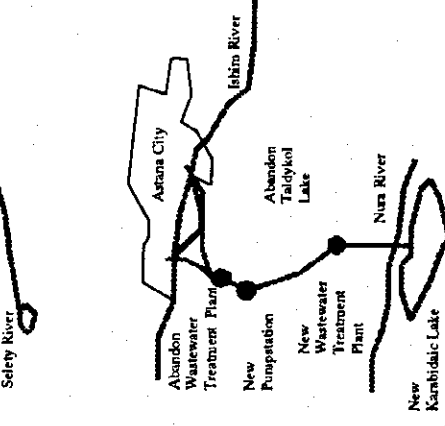
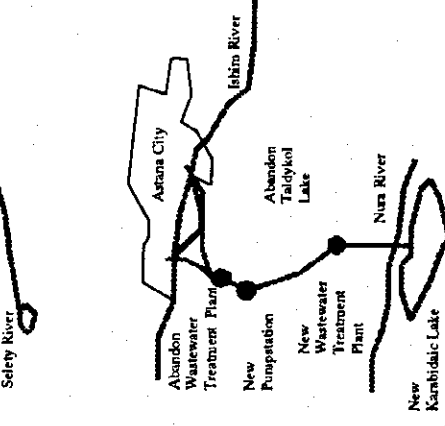
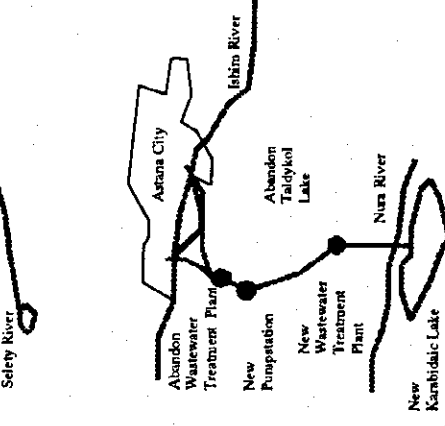
Scenario 3		Scenario 4															
<p style="text-align: center;"><b>Required Works</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• New treated effluent pumping station</li> <li>• Advanced wastewater treatment</li> <li>• New 35 km pipeline</li> </ul>	 <p>The map for Scenario 3 shows the city of Astana, the Suley River, and the Taldy Kol Reservoir. A new advanced treatment plant and pump station are located near the reservoir. A pipeline is shown extending from this station to the Nura River.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Required Works</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• New treated wastewater pumpstation</li> <li>• Advanced wastewater treatment</li> <li>• New 50km effluent pipeline</li> </ul>	 <p>The map for Scenario 4 shows the city of Astana, the Suley River, the Taldy Kol Reservoir, and the Isham River. An existing and new advanced treatment plant and pump station are located near the reservoir. A pipeline is shown extending from this station to the Nura River.</p>														
<p style="text-align: center;"><b>Advantages</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Water quality maintained in the Nura River</li> <li>• Improved flow in the Nura River</li> <li>• Potential for reuse downstream of the Nura River</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Disadvantages</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Costly advanced treatment</li> <li>• High capital and operating costs</li> <li>• Uncertain condition of existing pipeline</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Advantages</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Water quality maintained in the Suley River</li> <li>• Potential reuse in the northern part of the city</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Disadvantages</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Costly advanced treatment</li> <li>• Very long effluent pipeline</li> <li>• High capital and operating costs</li> </ul>																
<p style="text-align: center;"><b>Cost Estimate</b></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">WWTP Rehabilitation</td> <td style="text-align: right;">20.4</td> </tr> <tr> <td>Advanced Treatment Pipeline</td> <td style="text-align: right;">32.7</td> </tr> <tr> <td>Pump Station</td> <td style="text-align: right;">7.1</td> </tr> <tr> <td><b>Total Capital Costs</b></td> <td style="text-align: right;"><b>61.0 M USD</b></td> </tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>Annual Operating Cost - 2.50 M USD</b></p>	WWTP Rehabilitation	20.4	Advanced Treatment Pipeline	32.7	Pump Station	7.1	<b>Total Capital Costs</b>	<b>61.0 M USD</b>	<p style="text-align: center;"><b>Cost Estimate</b></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">WWTP Rehabilitation</td> <td style="text-align: right;">20.4</td> </tr> <tr> <td>Advanced Treatment Pipeline</td> <td style="text-align: right;">32.7</td> </tr> <tr> <td>Pump Station</td> <td style="text-align: right;">9.0</td> </tr> <tr> <td><b>Total Capital Costs</b></td> <td style="text-align: right;"><b>63.1 M USD</b></td> </tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>Annual Operating Cost - 2.63 M USD</b></p>	WWTP Rehabilitation	20.4	Advanced Treatment Pipeline	32.7	Pump Station	9.0	<b>Total Capital Costs</b>	<b>63.1 M USD</b>
WWTP Rehabilitation	20.4																
Advanced Treatment Pipeline	32.7																
Pump Station	7.1																
<b>Total Capital Costs</b>	<b>61.0 M USD</b>																
WWTP Rehabilitation	20.4																
Advanced Treatment Pipeline	32.7																
Pump Station	9.0																
<b>Total Capital Costs</b>	<b>63.1 M USD</b>																
<p style="text-align: center;"><b>Evaluation</b></p> <p>More costly than Scenario 2, but improved condition in Nura River</p>	<p style="text-align: center;"><b>Evaluation</b></p> <p>Very distant discharge and costly scenario</p>																

図 4.3.5 下水処理と放流案 3, 4

<p>Feasibility Study for Water Supply and Sewerage in the City of Astana</p> <p>JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY</p>	<table border="1"> <tr> <td colspan="2" data-bbox="79 627 606 1097"> <p align="center"><b>Scenario 5</b></p>  </td> </tr> <tr> <td data-bbox="79 1097 606 1545"> <p><b>Required Works</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• New pumpstation</li> <li>• New transfer pipeline (35 km, 1m dia.)</li> <li>• New wastewater treatment plant</li> <li>• New reservoir (50 million m<sup>3</sup>)</li> </ul> </td> <td data-bbox="606 1097 1428 1545"> <p><b>Advantages</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Development land released</li> <li>• Resolution of reported but unconfirmed odour nuisance</li> <li>• Reuse of treated effluent for irrigation and agricultural use</li> </ul> <p><b>Disadvantages</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extension to infrastructure such as collectors and power supply are required</li> <li>• Very costly new plant</li> <li>• Relocation of Taldykol reservoir necessary if treated effluent is reused</li> <li>• Additional cost necessary for advanced treatment if discharge to rivers</li> </ul> <p><b>Cost Estimate</b></p> <table border="1"> <tr> <td>New WWTP</td> <td align="right">87.0</td> </tr> <tr> <td>Advanced Treatment Pipeline</td> <td align="right">35.0</td> </tr> <tr> <td>Pump Station</td> <td align="right">10.0</td> </tr> <tr> <td>Reservoir</td> <td align="right">10.0</td> </tr> <tr> <td><b>Total Capital Costs</b></td> <td align="right"><b>142 M USD</b></td> </tr> <tr> <td><b>Annual Operating Cost - 0.75 M USD</b></td> <td></td> </tr> </table> <p><b>Evaluation</b></p> <p>Most costly scenario, additional cost for advanced treatment is necessary for discharge to rivers</p> </td> </tr> </table>	<p align="center"><b>Scenario 5</b></p> 		<p><b>Required Works</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• New pumpstation</li> <li>• New transfer pipeline (35 km, 1m dia.)</li> <li>• New wastewater treatment plant</li> <li>• New reservoir (50 million m<sup>3</sup>)</li> </ul>	<p><b>Advantages</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Development land released</li> <li>• Resolution of reported but unconfirmed odour nuisance</li> <li>• Reuse of treated effluent for irrigation and agricultural use</li> </ul> <p><b>Disadvantages</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extension to infrastructure such as collectors and power supply are required</li> <li>• Very costly new plant</li> <li>• Relocation of Taldykol reservoir necessary if treated effluent is reused</li> <li>• Additional cost necessary for advanced treatment if discharge to rivers</li> </ul> <p><b>Cost Estimate</b></p> <table border="1"> <tr> <td>New WWTP</td> <td align="right">87.0</td> </tr> <tr> <td>Advanced Treatment Pipeline</td> <td align="right">35.0</td> </tr> <tr> <td>Pump Station</td> <td align="right">10.0</td> </tr> <tr> <td>Reservoir</td> <td align="right">10.0</td> </tr> <tr> <td><b>Total Capital Costs</b></td> <td align="right"><b>142 M USD</b></td> </tr> <tr> <td><b>Annual Operating Cost - 0.75 M USD</b></td> <td></td> </tr> </table> <p><b>Evaluation</b></p> <p>Most costly scenario, additional cost for advanced treatment is necessary for discharge to rivers</p>	New WWTP	87.0	Advanced Treatment Pipeline	35.0	Pump Station	10.0	Reservoir	10.0	<b>Total Capital Costs</b>	<b>142 M USD</b>	<b>Annual Operating Cost - 0.75 M USD</b>	
<p align="center"><b>Scenario 5</b></p> 																	
<p><b>Required Works</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• New pumpstation</li> <li>• New transfer pipeline (35 km, 1m dia.)</li> <li>• New wastewater treatment plant</li> <li>• New reservoir (50 million m<sup>3</sup>)</li> </ul>	<p><b>Advantages</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Development land released</li> <li>• Resolution of reported but unconfirmed odour nuisance</li> <li>• Reuse of treated effluent for irrigation and agricultural use</li> </ul> <p><b>Disadvantages</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extension to infrastructure such as collectors and power supply are required</li> <li>• Very costly new plant</li> <li>• Relocation of Taldykol reservoir necessary if treated effluent is reused</li> <li>• Additional cost necessary for advanced treatment if discharge to rivers</li> </ul> <p><b>Cost Estimate</b></p> <table border="1"> <tr> <td>New WWTP</td> <td align="right">87.0</td> </tr> <tr> <td>Advanced Treatment Pipeline</td> <td align="right">35.0</td> </tr> <tr> <td>Pump Station</td> <td align="right">10.0</td> </tr> <tr> <td>Reservoir</td> <td align="right">10.0</td> </tr> <tr> <td><b>Total Capital Costs</b></td> <td align="right"><b>142 M USD</b></td> </tr> <tr> <td><b>Annual Operating Cost - 0.75 M USD</b></td> <td></td> </tr> </table> <p><b>Evaluation</b></p> <p>Most costly scenario, additional cost for advanced treatment is necessary for discharge to rivers</p>	New WWTP	87.0	Advanced Treatment Pipeline	35.0	Pump Station	10.0	Reservoir	10.0	<b>Total Capital Costs</b>	<b>142 M USD</b>	<b>Annual Operating Cost - 0.75 M USD</b>					
New WWTP	87.0																
Advanced Treatment Pipeline	35.0																
Pump Station	10.0																
Reservoir	10.0																
<b>Total Capital Costs</b>	<b>142 M USD</b>																
<b>Annual Operating Cost - 0.75 M USD</b>																	
<p align="center">図 4.3.6 下水処理と放流案 5</p>																	

(5) 汚泥処理

乾燥消化汚泥について以下の処分方法を検討した。

- ・農業及び森林での利用
- ・コンポスト化
- ・肥料生産
- ・造粒化（粒状にし、そのままあるいは他の処分との組み合わせ）
- ・焼却処分
- ・埋立処分

農業への利用は多くの国で推奨されている処分方法である。利用に際しては、検査を行い、重金属の含有には注意する必要がある。

コンポスト化、肥料生産や造粒化では、まず市場を確立することが必要であるが費用が掛かる。焼却処分は高価な代替案であり、環境に影響する可能性がある。埋立処分は焼却処分やコンポスト化または造粒化に比べて最も安価であるが、環境への影響が出易い。

以上のことから乾燥消化汚泥を農地に利用することを提言する。

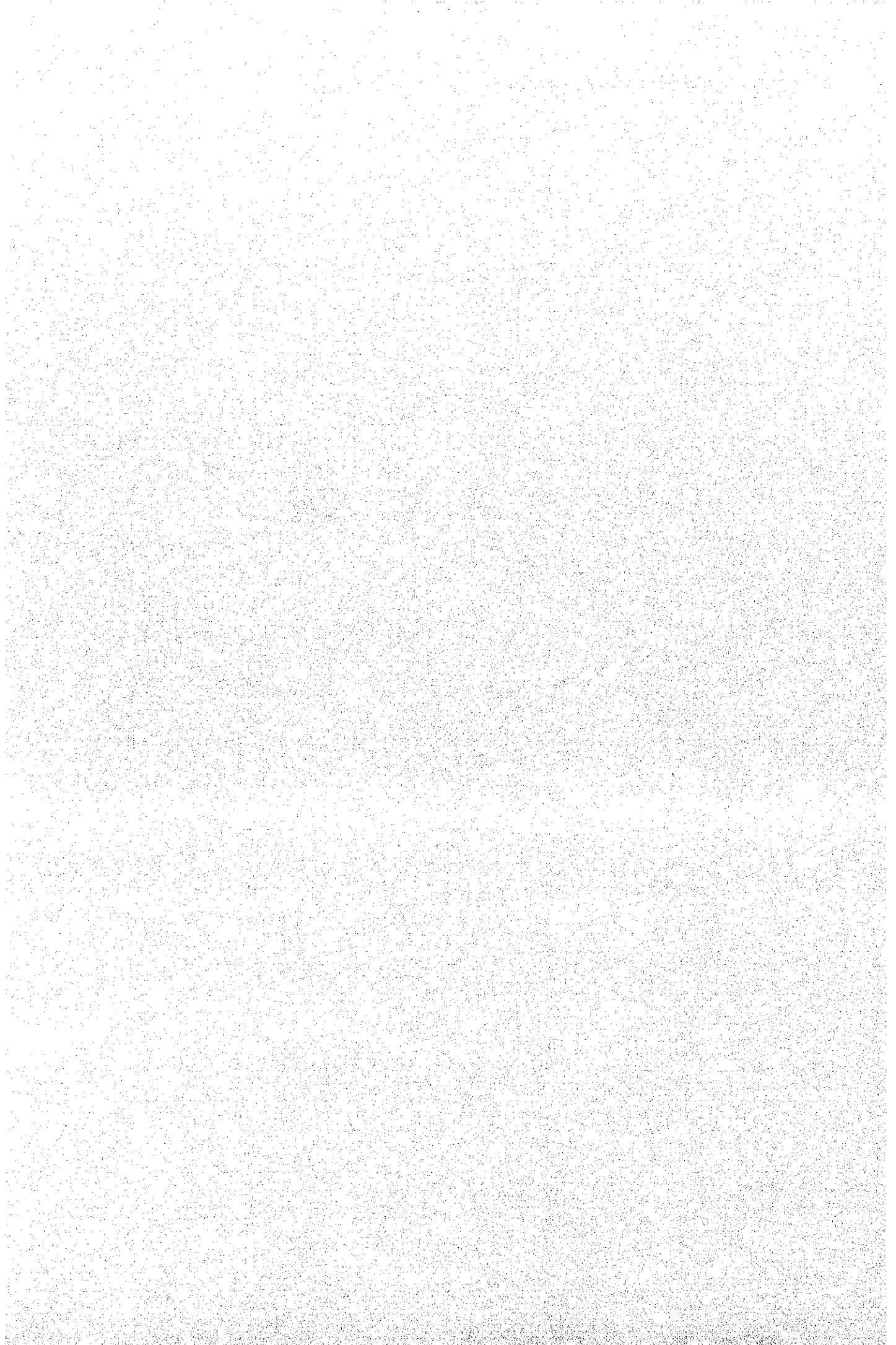
(6) 運転維持管理

下水収集や処理場での運転維持管理への要員配置は概ね十分である。管渠、中継ポンプ場や下水処理施設の信頼性の改善は職員の作業量の削減につながる。施設改善により、要員配置を以下のように改善できる。

部署	現状	提案
下水管渠網	125	88
下水処理場	115	68
合計	240	156

下水道システムの効果的な運営には、効率的に施設や生産性その他の情報を得ることが必要である。現状では施設管理情報システムが確立していないため、必要な情報を得ることが困難である。施設状況を容易に把握できるよう、管理情報システムの構築が必要である。

## 第5章 環境



## 第 5 章 環 境

### 5.1 計画に係る環境影響評価

本調査における環境影響評価の目的は、水道水供給及び下水処理計画による環境への負の影響を評価し、それらの緩和に必要な対策を提案することである。

カザフスタン国では、環境影響評価の手順について「カザフスタン共和国における計画に係る環境影響評価手順の暫定的指示書 (RND03.02.01)」を 1993 年に規定している。指示書では、事業を実施する機関が計画の進行に従い、公聴会を伴った環境影響評価を実施することとなる。

カザフスタン国には環境影響評価実施手順の基本的な枠組みがあるが、本調査の環境影響評価では、以下の理由から JICA 環境配慮ガイドラインに基づいて実施する。

- 環境影響評価に必要な環境項目に関して、JICA 環境配慮ガイドラインはカザフスタン国の指示書に示される内容を包括している。
- カザフスタン国の指示書には、各環境影響評価項目に対して具体的な予測手法は規定されていない。
- 本調査では、スコープ上の問題から事業を実施する機関 (ASA) によるマスコミを含めた公聴会の実施は困難である。

### 5.2 提案される上水供給計画に係る環境影響評価

環境影響の検討結果は、表 5.2.1 に示したとおりである。また、JICA 環境配慮ガイドラインの全ての項目に関する検討結果は表 5.2.2 に示したとおりである。検討すべき主な影響要因として、バチェラスキー貯水池からの取水量の増加が挙げられるが、貯水池ダムの的確な運用を行うことにより、著しい影響は避けられると考えられる。即ち、2010 年の日最大飲料水需要量は、バチェラスキー貯水池の供給量で賅うことが可能である。

全体として、提案された計画は環境に対して著しい影響を与えない。但し、工事中の騒音、振動及び乾燥汚泥処理については、現時点で影響のレベルは判断できない。計画の詳細が確定した後、これらの影響について再度検討し、予想される影響が著しい場合には、必要な対策を提案することとする。可能な対策は以下のとおりである。

- 建設工事中の騒音、振動を考慮し、夜間の建設作業を制限する。
- 乾燥汚泥処理については、汚泥が農業利用などで再利用されない場合には、マスタープラン調査で提案される廃棄物処理計画に基づき埋め立て処分する。



表 5.2.1 上水道計画に係る環境影響の評価

環境影響要因		予測及び評価	今後、考慮すべき項目
建設工事	新規ポンプ場の建設	建設予定地及びその周辺に集落は存在しないことから影響はない。	-
	新規浄水場の建設	建設予定地周辺に病院が存在する。工法としてくい打ちが提案されており、影響の可能性はある。	騒音及び振動
	配水設備の建設	市街地内で既存配水管の更新が予定されていることから影響の可能性はある。	騒音及び振動
新規施設による土地の占有	新規ポンプ場	改善面積は小規模であり、建設予定地に注目すべき自然環境は存在しないことから影響はない。	-
	新規上水施設	新規浄水場は既存施設の敷地内に建設されることから影響はない。	-
施設の運営	取水量の増加	取水量はパチェラスキー貯水池の供給能力内であり、パチェラスキーダム の適正な運用によって深刻な影響は避けられる。	-
	汚泥量の増加	再利用を含めた汚泥処理の方法を確定する必要がある。	廃棄物(汚泥)

表 5.2.2 上水計画の実施による環境への影響

項目	評価	検討内容	
社会環境	1 住民移転	-	- 新規ポンプ場の建設予定地及びその周辺に集落は存在しない。 - 新規浄水場は既存浄水場の敷地内に建設される。
	2 経済活動	-	- 新規ポンプ場の建設予定地及びその周辺では農業等の経済活動は行われていない。 - 新規浄水場は既存浄水場の敷地内に建設される。
	3 交通及び公共施設	-	- 新規ポンプ場の建設予定地に公共施設は存在しない。 - 新規浄水場は既存浄水場の敷地内に建設される。
	4 地域分断	-	- 大規模な施設は建設されない。
	5 文化財	-	- 新規ポンプ場の建設予定地及びその周辺に文化施設は存在しない。 - 新規浄水場は既存浄水場の敷地内に建設される。
	6 水利権・入会権	-	- 2010年の水需要量は、パチェラスキー貯水池の供給能力内である。
	7 保健衛生	-	- 保健衛生に影響を与えるような建設工事は実施されない。
	8 廃棄物	+	- 乾燥汚泥の処分方法を確定する必要がある。
	9 災害(リスク)	-	- 大規模な建設工事は実施されない。
自然環境	10 地形及び地質	-	- 地形の大規模な改変は実施されない。
	11 土壌浸食	-	- 大規模な掘削は実施されない。
	12 地下水	-	- 地下水の大規模な利用計画はない。
	13 水文的状況	-	- 2010年の水需要量は、パチェラスキー貯水池の供給能力内である。
	14 海岸域	-	- 海岸域は存在しない。
	15 動植物	-	- 新規ポンプ場の建設地及びその周辺に注目すべき自然は存在しない。 - 新規浄水場は既存浄水場の敷地内に建設される。
	16 気象	-	- 大規模な建設工事は実施されない。
	17 景観	-	- 新規ポンプ場の建設地周辺は平坦地であり、特に保護の必要な景観はない。 - 新規浄水場は既存浄水場の敷地内に建設される。
環境	18 大気汚染	-	- 大気汚染に影響するような大規模な建設工事は実施されない。
	19 水質汚濁	-	- アシサイ川へ汚泥は排出されなくなる。また、浄水後の余剰水の排出量も減少することから、アシサイ川への影響は減少する。
	20 土壌汚染	-	- 本計画では、汚染された浸透水は生じない。
	21 騒音及び振動	+	- 病院が既存浄水場付近に存在する。 - 市街地において既存配水管の更新が予定されている。
	22 地盤沈下	-	- 地下水の利用計画はない。
	23 悪臭	-	- 悪臭を発生させる行為は行われない。

注) +: 何らかの影響が予想される。 -: 著しい影響は予想されない。

### 5.3 提案される下水処理計画に係る環境影響評価

環境影響の検討結果の要約は、表 5.3.1 に示すとおりである。JICA 環境配慮ガイドラインの全ての項目に関する評価結果は表 5.3.2 に示すとおりである。検討すべき主な影響要因として処理下水の排出量の増加が挙げられるが、以下の理由から、著しい影響はないと考えられる。

- － 処理下水は、専用の排出先として計画されたタルディコル貯留池に引き続き排出され、イシム川に直接影響を与えない。2010 年の日最大排出量は、現状の 104,000m<sup>3</sup>/日に対して、約 112,000m<sup>3</sup>/日である。しかし、下水処理施設の更新により排出水の水質の改善が期待できることから、貯留池への汚濁負荷の著しい増加はないと考えられる。
- － 周辺地域に排出される余剰処理水の影響については、植物による窒素、リンの同化や土壌による有機物や懸濁物の吸着による自然浄化が期待できることから、著しい影響はないと予想される。湿地帯はマスタープラン調査では 2030 年までは開発計画がないことから、この自然浄化能力は引き続き期待できる。さらに、排出先はイシム川から約 5km 離れており、余剰処理水がイシム川に直接、影響を与えることはない。

但し、工事中の騒音、振動については、現時点で影響のレベルが判断できない。計画の詳細が確定した後、これらの影響について再検討し、予想される影響が著しい場合には、必要な対策を提案することとする。可能な対策は、上水計画に係る項目で記したとおりである。

表 5.3.1 下水道計画に係る環境影響の評価

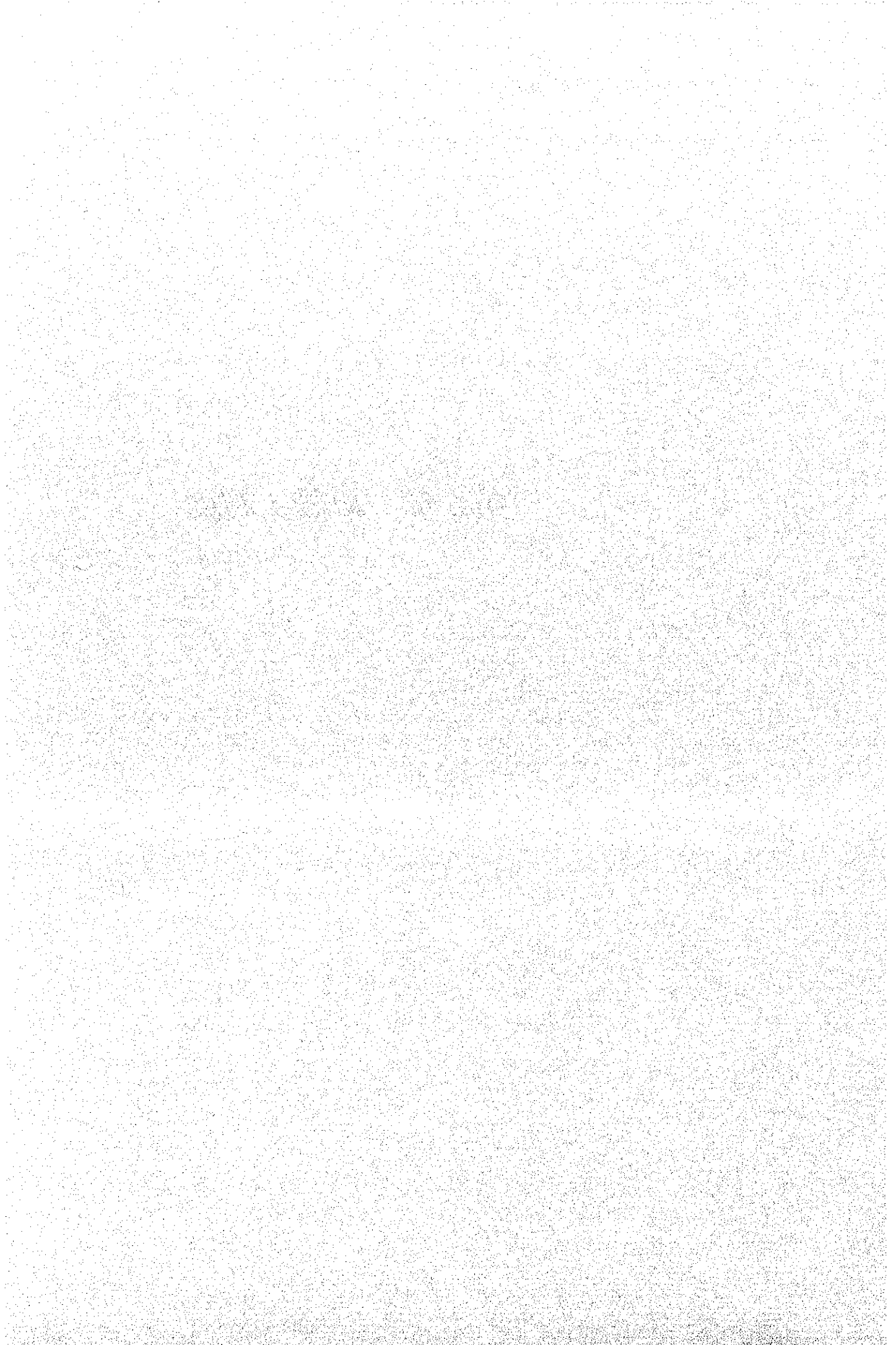
環境影響要因		予測及び評価	今後、考慮すべき項目
建設工事	新規ポンプ場の建設	建設予定地及びその周辺に集落は存在しないため影響はない。	-
	集水施設の建設	市街地内で既存配水管の更新が予定されていることから影響の可能性はある。	騒音及び振動
	下水処理場の新規設備の建設	建設予定地及びその周辺に集落は存在しないことから影響はない。	騒音及び振動
新規施設による土地の占有	下水処理場の新規施設	新規施設は既存施設の敷地内に建設されることから影響はない。	-
施設の運営	汚泥乾燥床からの悪臭の発生	現状で悪臭は著しい影響を与えていない。将来的には硝化槽の改善により臭気の発生量は減少し影響は小さい。	-
	処理水と処理汚泥量の増加	タルディコル貯留池では現状で問題となるような水質汚濁、悪臭の発生はなく、将来的にも貯水池への汚濁負荷量は著しく増加することはないため影響は小さい。なお、汚泥については、再利用も含め処理方法を確定する必要がある。	廃棄物(汚泥)

表 5.3.2 下水処理計画の実施による環境への影響

項目		評価	検討内容	
社会環境	1	住民移転	-	- 一連の新規施設は下水処理場の敷地内に建設される。
	2	経済活動	-	- 下水処理場周辺で、農業等の経済活動は実施されていない。
	3	交通及び公共施設	-	- 一連の新規施設は下水処理場の敷地内に建設される。
	4	地域分断	-	- 大規模な建設工事は実施されない。
	5	文化財	-	- 下水処理場周辺に文化施設は存在しない。
	6	水利権・入会権	-	- 下水処理水は、水利用のないタルディコル貯留池に放流される。
	7	保健衛生	-	- 保健衛生に影響を与えるような建設工事は実施されない。
	8	廃棄物	+	- 乾燥汚泥の処分方法を確定する必要がある。
	9	災害(リスク)	-	- 大規模な建設工事は実施されない。
自然環境	10	地形及び地質	-	- 地形の大規模な改変は実施されない。
	11	土壌浸食	-	- 大規模な掘削は実施されない。
	12	地下水	-	- 地下水の利用計画はない。
	13	水文的情况	-	- 下水処理水は、現状と同様にタルディコル貯水池に放流される。
	14	海岸域	-	- 海岸域は存在しない。
	15	動植物	-	- 一連の新規施設は下水処理場の敷地内に建設される。
	16	気象	-	- 大規模な建設工事は実施されない。
	17	景観	-	- 一連の新規施設は下水処理場の敷地内に建設され、特に保護すべき景観はない。
公営	18	大気汚染	-	- 大気汚染に影響するような大規模な建設工事は実施されない。
	19	水質汚濁	+	- 処理下水の排出量は増加するが、タルディコル貯留池への汚濁負荷は増加しない。
	20	土壌汚染	-	- タルディコル貯留池周辺に排出される余剰処理水は重金属等の有害物質による汚染はない。
	21	騒音及び振動	+	- 既存の集水管の更新が市街地で予定されている。
	22	地盤沈下	-	- 地下水の利用計画はない。
	23	悪臭	-	- 現状で、悪臭の影響は深刻なものではない。将来的には、消化槽の向上により、汚泥乾燥床からの悪臭の発生は減少すると考えられる。

注) + : 何らかの影響が予想される。 - : 著しい影響は予想されない。

## 第6章 組織・制度



## 第 6 章 組織・制度

### 6.1 制度的枠組み

カザフスタン国では、上下水道セクターにおける開発、モニタリング、そして法規・制度の強化はまだ十分とは言えない。主要な調整機関である流域管理組織や環境保全局等は既に設立されているが、それらの多くは、建国以来何度かの法改正によって位置づけが変更されてきたものである。

アスタナ市の上水、下水プロジェクトに係わる主な機関は下記の通りである。

- － アスタナ市庁 (Akimat)
- － Astana Su Arnasy (ASA)
- － 国家衛生、伝染病監視委員会
- － アスタナ市 環境保全局

Akimat は上水道、下水道整備を管理しており、その運営を Akimat が全額出資する公営企業 ASA に委託している。ASA の全ての資産は Akimat に属しているが、その運用については ASA に委託されている。

ASA は上下水道事業に関して独立採算制をとっており、水道料金徴収も行っている。

他の 2 つの組織は、アスタナ市民へ供給する水の水質、下水処理場の処理水の水質、および河川の水質に関するモニタリングと法規の施行を担っている。

他の関係組織として下記のものがあげられる。

- － 独占規制局
- － イシム川流域水資源委員会
- － 首都開発公社(CDC)
- － 経済、通商、産業省、建設委員会

独占規制局は ASA からの料金値上げの申請を認可するところである。

イシム川流域水資源委員会は、ヴァチェスラフスキー貯水池とイシム川からの ASA の取水量を管理している。

首都開発公社は、アスタナ市開発のインフラ整備のために外国政府や国際融資機関からの資金導入を目的に設立されたものである。この組織は様々な地方組織の調整や融資機関の業務支援も担っている。

建設委員会は、全ての建設プロジェクトの承認及び建設業許可の発行を担っている。

## 6.2 法的枠組み

衛生的な水確保、および水環境保全のために一連の基本法が制定されている。2つの主要な基本法は下記のものである。

- 環境保護法 (カザフスタン共和国議会)
- 水法 No.2061-12 (カザフスタン共和国議会)

これらの基本法に加え、公営企業の経営に係る法律が施行されている。主要な法律は下記の2つである。

- カザフスタン共和国大統領令「公営企業について」(No. 2335 1995年6月19日制定、2000年1月1日改正)
- カザフスタン共和国大統領令「独占禁止について」(No. 413-1 1999年7月13日改正)

基本法の目的に沿った多くの詳細な規制や標準が定められている。これらの規制の多くは旧ソビエト方式のものである。これらの規制は下記のように分類される。

- GOST : 旧ソビエト方式国家基準
- SniP : 旧ソビエト方式建設基準
- SanPin : 旧ソビエト方式保健衛生基準、カザフスタン公衆衛生局基準

最も重要な規制は下記の通りである。

- RND 1.01.03 - 94、カザフスタン共和国表流水に関する規制、自然資源・環境保全省
- GOST 2761-84、中央集権経済制度—飲料水供給と保健衛生、技術要求事項と選定規則
- SanPin No. 4630-88、保健衛生基準及び表流水保護規制
- SanPin No. 2.1.4.559-96、飲料水供給施設における水質衛生基準、公衆保健局
- SniP 2.04.02-84、屋外水道施設
- SniP 2.04.03-85、屋外下水道施設
- 産業廃水排出に関する条例 (アスタナ市)

## 6.3 現状

法・制度の整備はなされているが、規則・規制の適用及び施行は非常に複雑なものとなっている。旧ソビエト連邦は、衛生施設の設計施工に関して非常に高い基準を設定していた。しかしこれらの高い基準は、実現性及び地方条件を考慮せず規制として組み込まれていた。全ての規制を厳格に解釈、適用すると不都合を生じることになる。すなわち、いかなるリスクも許容されないという困難な状況となる。例えば、多くの先進国であれば、ある用途に適していると見なされる水が、健康上のリスクの原因になるという理由で拒絶される。拘束的な現状を改め、より実用的なリスク評価による

アプローチを適用するべきである。

ASA は主要関連機関の一つであるが、その能力が問題となっている。ASA は日常業務については決定権があるが、投資計画、職員の採用、料金設定、給与設定等の重要事項の決定権は Akimat にある。ASA は赤字補填のために常に Akimat からの補助金に頼ってきている。職員の数は 902 人と多めである。これは旧式で信頼性の低い機器の運転・維持に多くの人手を要するためである。管理・計画スタッフの少ないことが ASA の発展を妨げている。この人材不足により、料金値上げ申請のための情報収集・整備さえおぼつかない状況である。ASA の組織図を図 6.3.1 に示す。

独占規制局は、2000 年 1 月の公営企業に対する大統領令規則の厳格な適用に固執し、そのため ASA はコスト回収が可能な料金を適用することができない。この状況が改善されないかぎり、ASA の財政基盤は弱いままである。

現在のところ水道事業への民間セクターの参入はなく、水道事業経営および効率性に富む民間セクターの経験を ASA は取り入れることができない。

#### 6.4 能力向上

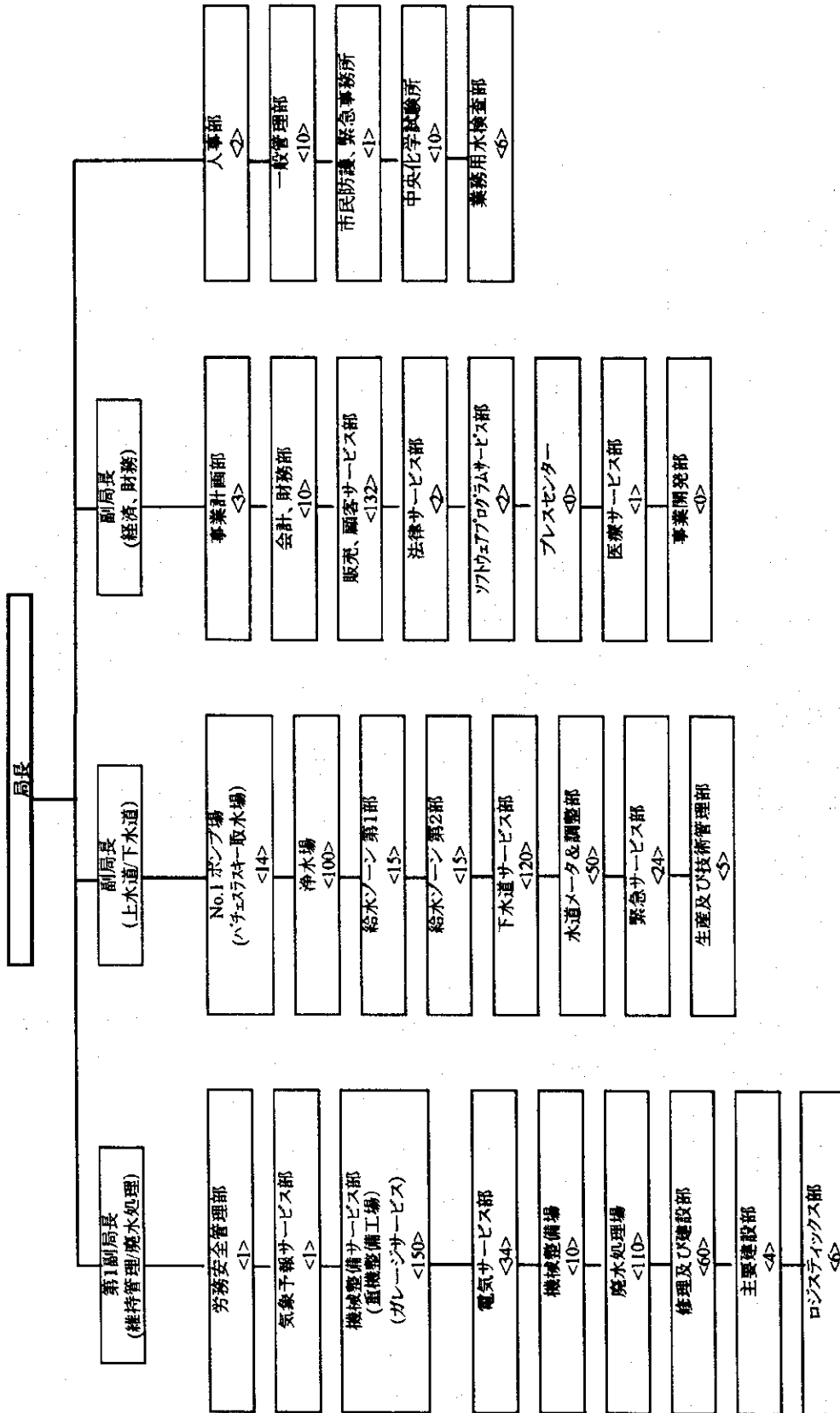
上述の管理上の弱さは主に ASA にみられるものであるが、他の政府組織においても同様の傾向がみとめられる。流域水資源管理能力向上のためのプロジェクトが現在実施中である。能力向上は主に ASA のため必要であるが、他の行政組織も ASA を通じてその恩恵を受けることができる。

管理上の弱さを克服するためには、人材育成、技術の向上、施行法改善そして知識基盤の整備等の能力向上策が ASA には必要である。

様々な組織や公衆に対する対応能力向上が必要である。この意味で透明性の確保と財政システム構築が必要であり、適切な監査システムの導入が必要である。様々な管理レベルにおいて必要となる情報収集・分析を可能とするシステム構築がなされなければならない。現在の ASA にはこれら全てが欠けている。

民間セクターにおいて培われた管理技術を導入するため、民間セクターの参入も促進されるべきである。





注：〈数字〉は職員数を示す。

## 6.5 アクションプラン

提案された改善策を実施するため、制度の構築及びASAの能力向上のための評価委員会設置が勧められる。委員会の主要メンバーはAkimat、ASA、そして独占規制局が考えられる。問題点を詳細に検討し、解決策を提案するワーキンググループの設置も必要である。ワーキンググループのメンバーの何人かは評価委員会のメンバーを兼務することになる。消費者及び職員の利益を守るために、専門職員、作業員、水消費者からの代表者、更にはNGO等がワーキンググループに入ることが提案される。評価委員会が定期的に開催され、ワーキンググループの検討結果を評価するとともに、AkimatおよびASAへの実施への提言がなされる。

改善が必要な下記の5つの分野についてワーキンググループの設置が提案される。

- － 料金システム改訂
- － 料金徴収と顧客サービス
- － 事業開発
- － 人材開発
- － 管理強化

それぞれのワーキンググループが取り扱う事項は下記の通りである。

### (1) 料金システム改訂

- － 段階的な料金設定の構築
- － 料金改定に関する新ガイドラインの設立
- － 低所得消費者への政府補助についての検討
- － 実現性の高い実施スケジュールの作成

### (2) 料金徴収と顧客サービス

- － 罰則を含む新しい水供給契約の導入
- － ASAの負債管理機能及び情報システムの強化、顧客データベースの構築
- － ASAの支店の設立
- － 料金徴収の銀行利用導入の検討
- － 正確な給水人口の調査
- － 顧客へのサービスキャンペーン

### (3) 事業開発

- － 独占規制局による「他事業実施」に関する規制緩和
- － ASA内の事業開発機能強化
- － Akimatの運営支援及び協力
- － 民間セクター導入

(4) 人材開発

- ASA 職員の賃金、給与に関する規制の緩和
- ASA の人材管理、及び組織の強化
- 最新技術の導入、方法論、等

(5) 管理強化

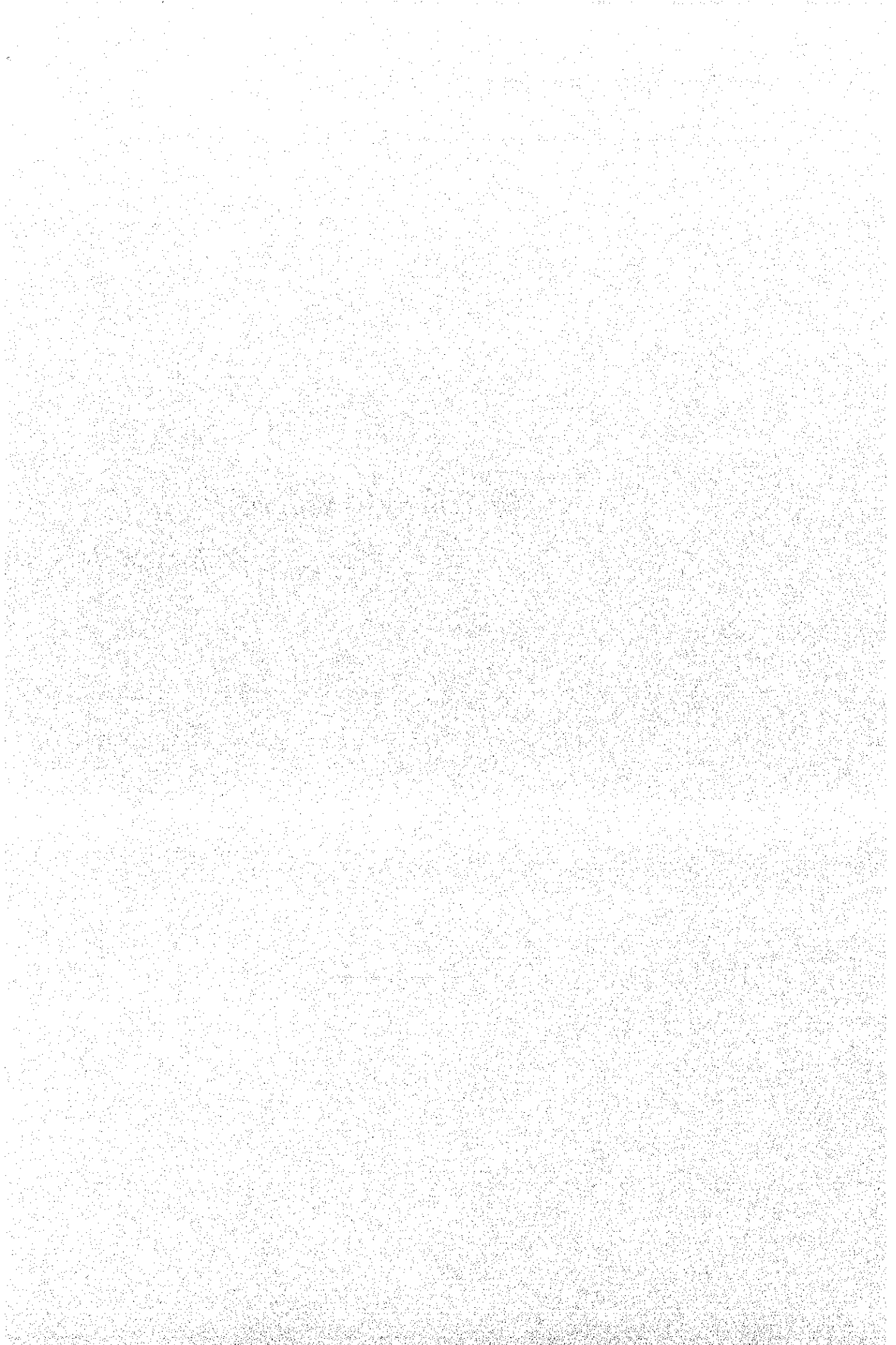
- 職員教育による管理機能強化
- 管理情報システムの導入
- 「目標到達管理」の奨励

アクションプランの実施スケジュールを図 6.4.1 に示す。

活動項目	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
<b>A. 評価委員会およびワーキンググループの設立</b>							
a) ワーキンググループの検討結果評価と提言							
<b>B. 料金システム改訂ワーキンググループ</b>							
a) 段階的料金設定システムの構築							
b) 料金改定に関する新ガイドラインの設立							
c) 低所得消費者への政府補助導入についての検討							
<b>C. 料金徴収と顧客サービスワーキンググループ</b>							
a) 新しい水供給サービス契約システムの導入							
b) 管理、情報システムの強化および顧客データベースの構築							
c) ASAの支店の設立							
d) 料金徴収の銀行利用導入の検討							
e) 顧客調査							
f) 顧客キャンペーン							
<b>D. 事業開発ワーキンググループ</b>							
a) 「他事業実施」に関する規制緩和							
b) ASAの事業開発機能強化							
c) Akimatによる運営支援及び協力体制の構築							
d) 民間セクター導入							
<b>E. 人材開発</b>							
a) ASA職員の賃金、給与に関する規制の緩和							
b) ASAの人材管理、及び組織の強化							
c) 新技術の導入、思考法・方策改善、等							
<b>F. 管理強化</b>							
a) 職員教育による管理機能強化							
b) 管理情報システムの導入							
c) 「目標到達管理」の奨励							

図6.4.1 アクションプラン実施スケジュール

## 第7章 実施計画と プロジェクトコスト



## 第7章 実施計画とプロジェクトコスト

### 7.1 実施計画

プロジェクトの実施は国際的な融資機関からの資金援助を予定しており、各パッケージの請負契約は国際競争入札(ICB)で行うことが想定されている。実施計画は図7.1.1に示すとおり、1)資金調達、2)詳細設計、3)請負契約、4)建設の4ステージに分けることができる。国際資金調達及び国際競争入札による一般的なスケジュールを参考にすると、1)、2)、および3)の実施に必要な期間は、それぞれ15ヶ月、12ヶ月、および12ヶ月となる。早期の完成と施設のサービス開始をめざし、各建設パッケージは平行して実施することが必要である。

項目	年 プロジェクト年次	2001 1	2002 2	2003 3	2004 4	2005 5	2006 6	2007 7
<b>A. 建設前作業</b>								
A1 資金調達 ローン契約 コンサルタント選択		■	■					
A2 詳細設計 調査 詳細設計 入札図書作成 工事監理			■	■	■	■	■	■
A3 請負契約 事前審査 入札				■	■	■	■	■
<b>B. 建設</b>								
上水施設								
Package101:取水施設建設工事					■	■	■	■
Package102:浄水場(WTP)建設工事					■	■	■	■
Package103:配水施設建設工事					■	■	■	■
Package104:水道メーター設置工事					■	■	■	■
下水施設								
Package151:下水処理場(WWTP)建設工事					■	■	■	■
Package152:下水管路およびポンプ場建設工事					■	■	■	■

図 7.1.1 プロジェクト実施計画案

### 7.2 プロジェクトパッケージの構成

各プロジェクトパッケージの構成は以下のとおりである。また、プロジェクトコンポーネントの詳細は表 7.2.1 に示すとおりである。

**Package101**：“取水施設建設工事”は、ヴァチエスラフスキー貯水池取水ポンプ場（20万 m<sup>3</sup>/日）の新設工事として、ポンプ場躯体工事、機電工事、取付道路、導水路および建屋工事で構成される。

**Package102**：“浄水場建設工事”は、既設浄水場内における急速砂ろ過浄水場施設

(10万 m<sup>3</sup>/日)の新設工事として、浄水処理施設、排水処理施設、汚泥処理施設、管理事務所および場内配管工事で構成される。

**Package103**：“配水施設建設工事”は、既設配管の取替え、イシム川左岸の新規配水管および配水ポンプ施設建設工事で構成される。

**Package104**：“水道メーター設置工事”は、水漏れと浪費の改善および適正な水道料金の徴収を目的とし、設置される。

**Package151**：“下水処理場建設工事”は、既設処理場内での No.12 ポンプ施設、沈砂池、最初沈殿池、エアレーション・タンク、最終沈殿池、処理水送水ポンプおよび汚泥処理施設の補修、建設工事で構成される。処理方法は既存の施設同様活性汚泥法で計画した。

**Package152**：“下水管路およびポンプ場建設工事”は、新規の収集管渠とポンプ場の建設工事、既設のポンプ場とマンホールの補修工事および既設集水管の取替え工事で構成される。

**Package190**：“運転機材”には、ASA が運転、維持・管理において必要とする資機材、車両などを含む。

表 7.2.1 プロジェクト構成

Package	工事項目	仕様	単位	数量
101	取水施設	取水容量 200,000 m <sup>3</sup> /日		
	取水ポンプ	Q=35 m <sup>3</sup> /min, 縦型, 渦巻きタイプ	基	5
	ポンプ室	10 m x 30 m x 34 m 高	式	1
	取付道路	アスファルト舗装	m	400
102	浄水場	急速ろ過法 100,000 m <sup>3</sup> /日		
	着水井	Q=52,500 m <sup>3</sup> /日/基	基	2
	急速攪拌池	Q=52,500 m <sup>3</sup> /日/基	基	2
	フロック形成地	Q=17,500 m <sup>3</sup> /日/基	基	6
	沈殿池	Q=17,500 m <sup>3</sup> /日/基	基	6
	急速ろ過池	Q=8,750 m <sup>3</sup> /日/基	基	12
	塩素混和池	Q=100,000 m <sup>3</sup> /日/基	基	1
	洗浄排水池	Q=1,200 m <sup>3</sup> /基	基	2
	汚泥濃縮タンク	7 m <sup>3</sup> /日/基	基	2
	天日乾燥床	1.6 m <sup>3</sup> /日/基	基	9
	管理事務所	15 m x 60 m x 3 階	式	1
103	配水施設			
	既設配水管取替え	100~500 mm 径	km	99
	新規配水管	150~1,800 mm 径	km	73
	配水ポンプ	Q=32.4 m <sup>3</sup> /min, D=450mm, H=55m	unit	3
		Q=16.5 m <sup>3</sup> /min, D=400mm, H=55m	unit	2
104	水道メーター	水道メーター設置	個	65,500
151	下水処理場	活性汚泥法		
	第 12 流入ポンプ場	既設ポンプ取替え	基	4
	沈砂池	沈砂池新設, 直径, 10 m	基	2
	最初沈殿池	沈殿池新設, 直径, 28 m	基	2
		既設沈殿池補修	基	2
	エアレーション・タンク	既設エアレーション・タンク補修	基	4
		既設エア・ブロー取替え	基	5
	最終沈殿池	沈殿池新設, 28 m 直径	基	2
		既設沈殿池補修	基	2
	汚泥処理施設	ベルトシッナー新設, 80m <sup>3</sup> /h	基	3
		汚泥貯蔵タンク新設, 500m <sup>3</sup>	基	2
		汚泥濃縮タンク新設	基	2
		消化タンク新設, 2,500m <sup>3</sup>	基	1
		消化タンク補修	基	2
		既設ボイラー取替え	基	2
		天日乾燥床, 100m x 70m	基	5
152	下水管路およびポンプ場			
	ポンプ場新設	14m x 22m x 13mD	基	1
		11m x 17m x 15mD	基	1
		11m x 17m x 9mD	基	1
	既設ポンプ場	既設ポンプ取替え	基	48
	下水管路本管新設	管径 350 ~ 1,500 mm	Km	36
	下水管路 2 次本管新設	管径 300 ~ 500 mm	Km	71
	河川横断	管径 1500mm, 延長 L=200m	個所	2
	既設管路取替え	管径 150 to 800 mm	Km	21
	既設マンホール	カバー取替え	個	5,300



### 7.3 プロジェクトコストの算出

投資コストの算出および財務評価を目的にプロジェクトコストの見積りを行い、外貨分 183.8 百万米ドル(61%)、116.3 百万米ドル(39%)の合計 300.1 百万米ドルという結果を得た。内訳は表 7.3.1 に示すとおりである。

2010 年時点の ASA の維持・管理費は、年間 507.7 百万カザフスタンテング、(米ドル換算で 3.5 百万ドル) となった。

プロジェクトコストの見積り条件は以下のとおりである。

#### (1) プロジェクト実施

全ての工事は請負契約に基づき実施することとする。請負業者は国際競争入札で選定される。

#### (2) 価格レベル

価格レベルは 2000 年 11 月中旬とした。

#### (3) 為替レート

為替レートは、2000 年 10 月の  $US\$ 1.0 = 108 \text{ JPY} = 144 \text{ Tenge}$  とした。

#### (3) 単価

直接工事費の積算は建機、資材、労務費などを含む単価の積み上げにより実施した。採用された単価は、日本、米国、ヨーロッパ、ロシアを始め、カザフスタンや近隣の中央アジア諸国の類似プロジェクトを参考にしている。カザフスタンでは建設規格(SNiP 4.02-91 および 4.05-91)により積算における工事単価が決められているが、この規格は 1991 年から改訂されておらず、またこの期間に激しい物価上昇が示しているため、本積算では採用していない。

#### (4) 管理費

政府および関連機関の管理費は、直接工事費の 2%を採用した。

#### (5) 設計費

設計費は国際的なコンサルタントの設計単価で積み上げ、その中に、地形測量、土質試験、ボーリングなどを含んでいる。

#### (6) 物理的予備費

物理的予備費は直接工事費の 10%とした。

(7) 物価上昇分子備費

物価上昇分子備費は、全ての費用に対し年率 2.2%とした。

(8) 付加価値税(VAT)

付加価値税は全ての費用に対し 20%を適用した。

(9) 輸入関税

輸入関税として、輸入品に対し 10%を適用した。

表 7.3.1 プロジェクトコストの見積もり

費用項目	外貨分 (百万米ドル)	現地貨分 (百万米ドル)	合計 (百万米ドル)
直接工事費			
- Package101 取水施設	8.24	1.83	10.07
- Package102 浄水場	37.78	9.55	47.33
- Package103 配水施設	27.97	7.76	35.73
- Package104 水道メーター	2.48	0.28	2.76
- Package151 下水処理場	16.62	4.53	21.15
- Package152 下水管路およびポンプ場	43.22	17.54	60.76
- Package190 運転機材	8.00	2.00	10.00
直接工事費合計	144.31	43.49	187.80
間接費	39.52	72.78	112.30
プロジェクトコスト合計	183.83	116.27	300.10

7.4 代替コストの算出

プロジェクトのスコープを小さくした場合のケーススタディーとして上水および下水管渠の新規開発地域での敷設を削減した場合のコストの見積もりを行った。詳細は表 7.4.1 に示したとおりである。

表 7.4.1 代替プロジェクトコストの見積もり

費用項目	外貨分 (百万米ドル)	現地貨分 (百万米ドル)	合計 (百万米ドル)
直接工事費			
- Package101 取水施設	8.24	1.83	10.07
- Package102 浄水場	37.78	9.55	47.33
- Package103 配水施設	26.00	7.24	33.24
- Package104 水道メーター	2.48	0.28	2.76
- Package151 下水処理場	16.62	4.53	21.15
- Package152 下水管路およびポンプ場	30.47	11.40	41.87
- Package190 運転機材	8.00	2.00	10.00
直接工事費合計	129.59	36.83	166.42
間接費	36.56	62.55	99.11
プロジェクトコスト合計	166.15	99.38	265.53