

Part II

フイージビリティスタディ

第1章 F/S 対象施設

基本計画で選定した優先プロジェクトすなわち中央処理場及び幹線管路（遮集管）を対象として F/S を行う。

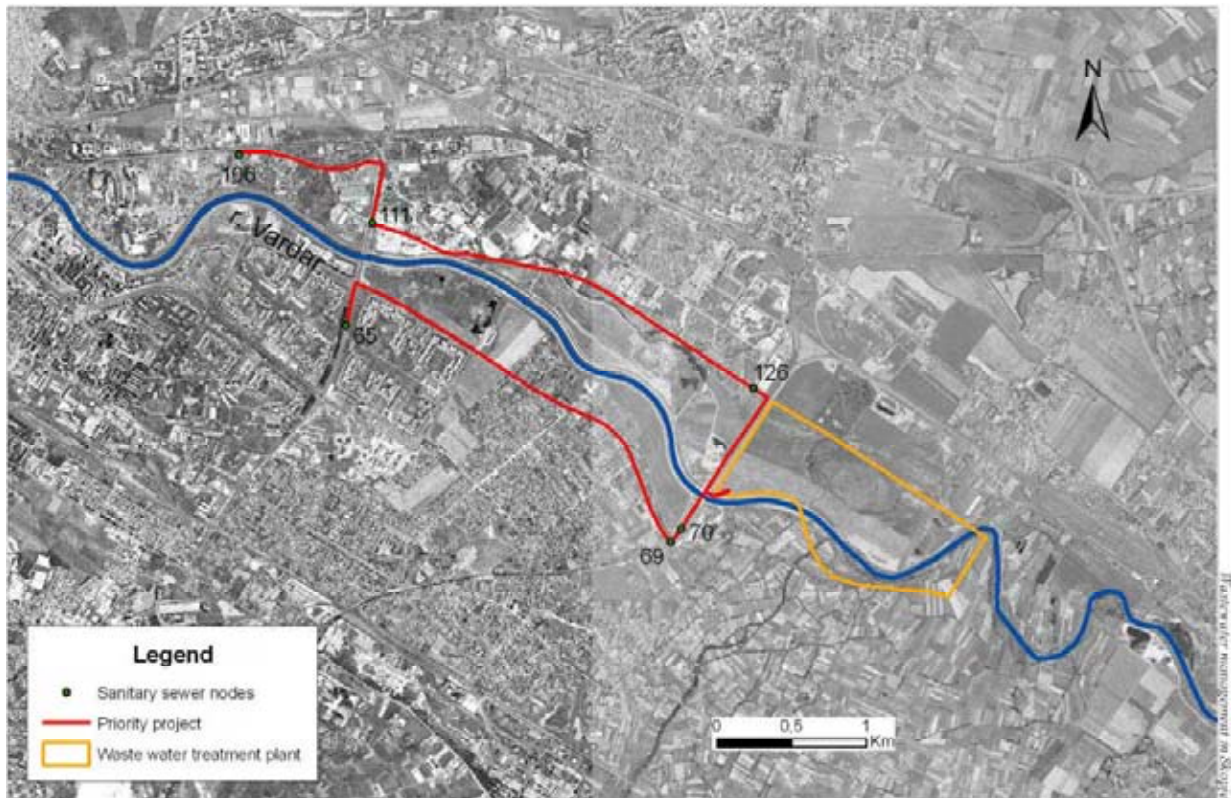


図 1.1 F/S 対象優先プロジェクト

1.1 遮集管

遮集管の目標年度は 2030 年とする。

表 1.1 遮集管

	管材料	管径 (mm)	管延長 (m)	区間	注
右岸	鉄筋コンクリート	1,000	130		サイフォン(河川横断) 130×2
	鉄筋コンクリート	1,800	3,770	65 – 処理場	
	小計		4,030		
左岸	鉄筋コンクリート	1,500	1,400	106 – 111	
	鉄筋コンクリート	1,600	2,890	111 – 126	
	鉄筋コンクリート	1,800	940	126 – 処理場	
	小計		5,230		
	合計		9,130		

1.2 中央処理場

中央処理場の目標年度は2020年とする。

表 1.2 中央処理場の基本条件 (1)

	人口 (人)	一人一日当 たり排水量 (lpcd)	下水量 (m³/d)		
			平均	ピークフ ァクター	時間最大
生活污水	513,570	200	102,720	2.0	205,440
工場廃水	-	-	32,300	1.5	48,450
雨水	-	-	31,000	-	-
合計	513,570	-	166,020 ≒166,000	-	253,890

表 1.3 中央処理場の基本条件 (2)

	人口 (人)	一人一 日当 たり排水 量 (lpcd)	平均下水 量 (m³/d)	一人一日当たり負 荷量 (g/capita-d)		負荷量 (kg/d)		水質 (mg/l)	
				BOD	SS	BOD	SS	BOD	SS
生活污水	513,570	200	102,720	60	45	30,814	23,111	300	225
工場廃水			32,300			5,399	9,175	167	284
雨水			31,000			3,410	12,400	110	400
合計			166,020 ≒166,000			39,623	44,686	239 ≒240	269 ≒270

注: 人口当量 (P.E.) 660,380

表 1.4 目標処理水質

パラメーター	水質	Remarks	目標年次
BOD	25 mg/l	EU 下水処理指令 (1) 中央処理場の人口当量は 2,000 以上 (2) “Less Sensitive Area” でも “Sensitive Area”でもないケー ス	2020 年 (ベース)
SS	35 mg/l		
COD	125 mg/l		
N	10 mg/l	EU 下水処理指令 (1) 中央処理場の人口当量は 100,000 以上 (2) “ Sensitive Area”のケース	2020 年以降 (EU で必要と判断 される時点)
P	1 mg/l		

第2章 遮集管の概略設計

2.1 設計諸元のレビュー

設計諸元は、基本計画（第6章 下水道施設計画（中央処理区）、6.2 遮集管計画を参照）で下記のように決められており、F/Sにおいてもその値を用いることとする。

計 画 年：2030 年

処理区面積：右岸 36.34 km²、左岸 36.53 km²、計 72.87 km²

家 庭 汚 水：2.57 m³/s (222,260 m³/d)

工 場 廃 水：0.60 m³/s (52,260 m³/d)

合 計：3.17 m³/s (274,520 m³/d)

2.2 設計クライテリア

設計クライテリアは、基本計画（第6章 下水道施設計画（中央処理区）、6.2 遮集管計画を参照）で下記のように決められており、F/Sにおいてもその値を用いることとする。

- ・流量計算：マニング式

$$Q = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2} \times A$$

Q: 流量(m³/s)、n: 粗度係数 (0.013)、R: 径深(m)、I: 勾配、A: 流下面積(m²)

- ・流速：最小 0.8 m/s¹、最大 3.0 m/s

- ・マンホール間隔

表 2.1 マンホール間隔

管径(mm)	600 以下	1,000 以下	1,500 以下	1,500 以上
最大間隔 (m)	75	100	150	200

注：「下水道施設計画・設計指針と解説」（日本下水道協会）による。

2.3 遮集管ルートおよび縦断計画

基本計画で決められた遮集管ルート（図 2.1 参照）において 50m 間隔または大きな変化点で縦断測量を実施した。その結果を用いて、遮集管の縦断を計画した。遮集管は、計画道路下に設置することになっており、計画道路高が非常に重要な高さ情報になる。しかしながら、計画道路はその線形だけが決まっており、計画道路高は詳細設計が実施されないと決まらない。これまでの実績から、詳細設計が実施されてそれが正式に承認されるまでには、2 年程度の時間を要する。そ

¹ 理念は分流式であるが、暫くは合流式として機能することを考慮し、雨水の基準を適用している。

のため、F/S においては測量で得られた現在の地盤高を計画道路高の最も低いレベルと想定した。遮集管の縦断線形は、その想定した計画道路高をもとに、土被りを 1m 以上確保した計画とした。また、狭い範囲の窪地は、将来的には少なくとも前後の地盤高に合わせるような盛り土が実施されると判断して、遮集管の縦断計画を行った。

遮集管は既設の地下埋設物と接触しないように計画する必要がある。左岸の最下流部では、遮集管は既設管 3 本（ $\phi 500\text{mm}$ 、 $\phi 1000\text{mm}$ 、 $\phi 1200\text{mm}$ ）と交差する。全ての管と接触しないためには、これらの管きょがない場合と比較して 5m 程度下方へ埋設しなければならない。しかし、 $\phi 500\text{mm}$ の管きょを 1.6m 下方にずらして平面的に 130m 程度の移設を行えば、遮集管を 5m 下でなく 1.1m 下に埋設するだけで済む。また、 $\phi 500\text{mm}$ の移設距離 130m の内、105m 程度は遮集管と平行して埋設されることから、移設のための掘削量は非常に小さい。以上より、 $\phi 500\text{mm}$ の管を移設し、遮集管をできるだけ浅い地点に埋設する計画とする。なお、既設管の直下流にはポンプ場があり既設管の流下に支障はない。

遮集管の縦断計画を図 2.2 及び図 2.3 に示す。また、既設管と遮集管が交差する箇所の詳細図を Appendix 2.1 に示す。

2.4 諸検討事項

2.4.1 既存幹線管きょとの接続

右 岸

既存幹線管きょは污水管として設置されているが、現在、バルダル川へは雨水管（図 2.1 の右岸 No.1 ～No.2 区間）を経由して放流されている。遮集管が埋設されるバルダル川沿いの計画道路まで、この雨水管を用いて下水を流下させることも可能である。しかし、スコピエ市では基本的には分流式概念を用いて管きょを整備している。そのため、既存の雨水管を用いるのではなく、雨水管と平行する新たな管きょ（污水管）を設置することとする。この地点（図 2.1 の No.1）を遮集管の基点とする。なお遮集管では、設計水量のみを処理場へ流入させるための越流堰を備えた雨水吐き室を設置し、設計流量を越える流量は雨水として川へ放流するものとする。雨水吐き室に関しては次節で記述する。右岸における既存幹線管きょと遮集管の接続部の詳細図を Appendix 2.2, part II (F/S) に示す。

左 岸

既存幹線管きょは污水管であり、そのままバルダル川へ放流されている。分岐点である遮集管の基点となるマンホール（図 2.1 の Node106）では、設計流量以上の污水が遮集管へ流下しないように既存マンホール内に堰を設置する。左岸における既存幹線管きょと遮集管の接続部の詳細図を Appendix 2.2, part II (F/S) に示す。

2.4.2 雨水吐き室

スコピエ市では分流式概念で管きょ整備を実施しているものの、中央処理区では雨水管の整備率が約 30%程度にとどまっている。そのため雨水管が整備されていない地域では、降雨時に污水

管に雨水が混入する可能性がある。しかしながら、本調査で計画する遮集管は、時間最大汚水量で設計されており、混入する雨水量を遮集管に接続する地点で分岐させる必要がある。そのため、遮集管と他の管きょが接続される箇所には雨水吐き室を設置して、時間最大汚水量を超える水量をバルダル川へ放流させるものとした。

雨水吐き室は、右岸では、遮集管の起点になる地点（図 2.1 の 65）と河川横断前（同 70）の 2 箇所に設置される。また左岸では、遮集管の起点になる地点（同 106）、その 1.5 km 程度下流地点（同 111）、さらに 3.0km 程度下流地点（同 126）の 3 箇所に設置される。なお雨水は各々既設管を通じてバルダル川へ排出される。各地点の概念図を Appendix 2.2, part II (F/S) に示す。

尚、本調査における測量では、マンホールのインバート高を測定した。測量結果とスコープ上下水道公社が所有する管底高のデータを参考にし、本 F/S では雨水吐き室の堰高を計画した。そのため、詳細設計時には管底高を測量して、雨水吐き室に設置される堰の高さを最終決定する必要がある。

2.4.3 河川横断

河川横断の箇所には伏越し管を設置するものとする。伏越しは、下水道施設計画・設計指針と解説（社団法人 日本下水道協会）に従い、下記のように計画する。

- 1) 伏越し管きょは一般的に複数とする。本調査では同じ径の管きょを 2 本（内 1 本は予備）設置するものとした。
- 2) 伏越し室には、ゲートまたは角落としと深さ 50cm 程度の泥だめを設置する。
- 3) 管きょの流速は上流管きょ内の流速の 20-30% 増しとする。

伏越しは河川や鉄道のような重要な構造物の下に構築される。また伏越しからの漏水はバルダル川の汚染につながることから許されない。このようなことから伏越しには十分な強度が要求される。従って伏越し管きょは 360 度コンクリートで巻いて補強することとした。

伏越し管きょは、河川の流下能力を低下させないためにも計画河床高より低い位置に設置する必要がある。測量結果より現況の最深河床高（+229.33）は計画河床高（+230.58）より低くなっている。また、伏越し管きょは、流下してくる石や土砂による破損を防ぐため、通常、河床高以下に設置する。そのため、既存の最深河床高より下に設置するものとする。また、360 度で巻いたコンクリートの上部表面が河床高と同じレベルであると石や土砂と接触し、補強したコンクリートが破損する恐れがある。このような状況を防ぐために、現況の最深河床高より 50cm 下に 360 度で巻いたコンクリートの上部表面が設置されるような縦断計画とする。

伏越し工事の時期について、現地では河川流量が最も少なくなる 7-9 月に実施している。本 F/S で設置を計画する伏越しについても、その工事時期を 7-9 月に合わせて施工計画を立案することが望ましい。

2.5 流量計算

2.2 設計クライテリアにおいて述べた基準に基づいて、遮集管に流入する下水量を家庭汚水量、工場廃水量別に算定した。その結果を表 2.2 に示す。

表 2.2 流量表

Flow rate calculation in 2030

Node	dia (mm)	municipality	catchment Total area of service (km ²)	pipe covered (km ²)	Sewerage service area (= residential) (km ²)	ratio h/a	service population pop density in service pop/km ²	population in service area	unit load (L/PI/d)	peak factor	Qh, domestic (m ³ /d)	industry (m ³ /d)	Q (m ³ /d)	Q (m ³ /s)	cumulative flow (m ³ /s)	dia (mm)	Pipe design gradient (‰)	velocity (m/s)	quantity (m ³ /s)	ratio extra (%)	remarks
Right Bank																					
65	1200/1800	Aerodrom	2.64	2.34	1.84	0.79	14,236	26,249	200	2.0	10,499	2,504	13,004								
		Kisela Voda	3.80	3.31	3.17	0.96	16,820	53,315	200	2.0	21,326		21,326								
		Centur	5.06	4.78	4.41	0.92	11,160	49,227	200	2.0	19,691	5,542	25,233								
		Karpos	7.67	5.91	6.06	0.99	11,772	71,418	200	2.0	28,567	4,286	32,853								
		Gerce Petrov	5.55	4.63	3.79	0.82	10,903	41,300	200	2.0	16,520	4,928	21,448								
		sub total	24.72	20.98	19.28			241,308			96,603	17,261	113,864	1.32	1.32	1,800	1.00	1.43	3.63	175	
69	1800 (incl. 1200/1800)	Aerodrom	1.78	0.91	0.82	0.89	14,236	11,608	200	2.0	4,643		4,643		1.37	1,800	1.00	1.43	3.63	165	
		sub total	1.78	0.91	0.82			11,608			4,643		4,643	0.05							
70	1000	Aerodrom	5.06	4.63	3.48	0.75	14,236	49,494	200	2.0	19,798		19,798								
		Kisela Voda	4.78	1.31	0.92	0.70	16,820	15,485	200	2.0	6,194	3,541	9,735								
		sub total	9.84	5.94	4.40			64,979			25,992	3,541	29,533	0.34	1.71	1,800	1.00	1.43	3.63	112	
Sub total			36.34	27.85	24.49	0.87		318,095			127,238	20,802	148,040	1.71							
Left bank																					
106	1200/1800	Centur	1.48	1.11	0.71	0.64	11,160	7,973	200	2.0	3,189		3,189								
		Karpos	1.87	0.11	0.12	1.00	11,772	1,382	200	2.0	553		553								
		Gazi Baba	2.20	1.37	0.66	0.56	12,151	8,034	200	2.0	3,214	8,510	11,724								
		Gair	3.43	3.21	3.20	1.00	25,448	81,500	200	2.0	32,600	613	33,213								
		Butel	9.51	3.41	3.11	1.00	14,611	45,500	200	2.0	18,200	1,956	20,156								
		Suto Orizari	2.20	1.77	1.77	1.00	15,672	27,700	200	2.0	11,080	841	11,921								
		sub total	20.68	10.68	9.58			172,089			68,836	11,919	80,755	0.93	0.93	1,500	1.00	1.26	2.24	140	
111	500 1500 (incl. 500)	Gazi Baba	1.25	0.10	0.44	0.00	12,151	5,382	200	2.0	2,153		2,153								
		Gazi Baba	2.93	1.1								12,376	12,376								
		sub total	4.18	1.20	0.44			5,382			2,153	12,376	14,529	0.17	1.10	1,600	1.00	1.32	2.66	141	
126	500	Gazi Baba	1.53	1.53	0.26	0.19	12,151	3,146	200	2.0	1,258	2,840	4,098								
126	1000	Gazi Baba	9.35	5.07	4.65	1.06	12,151	36,493	200	2.0	22,597	2,135	24,732								
126	1600 (incl. 500)	Gazi Baba	0.78	0.44	0.04	0.10	12,151	445	200	2.0	178	2,187	2,365								
		sub total	11.67	7.04	4.94			60,084			24,034	7,162	31,195	0.36	1.46	1,800	1.00	1.43	3.63	148	
Sub total			36.53	18.92	14.97	0.84		237,555			95,022	31,458	126,480	1.46							
Total		WWTP	72.87	46.75	39.45	0.86		555,650			222,260	52,260	274,520	3.18	3.18	1,800	1.00	1.43	3.63	14	

2.6 施設一覧、施設平面図、縦断図

図 2.1 に施設平面図を、図 2.2 及び図 2.3 に縦断図を、表 2.3 に施設一覧表を示す。

表 2.3 施設一覧

項 目	管材料	管径 (mm)	延長 (m)	備考
右 岸	鉄筋コンクリート	1,000	130	伏越し 130m×2 条
	鉄筋コンクリート	1,800	3,770	
小 計			3,900	
左 岸	鉄筋コンクリート	1,500	1,400	
	鉄筋コンクリート	1,600	2,890	
	鉄筋コンクリート	1,800	940	
小 計			5,230	
合 計			9,130	

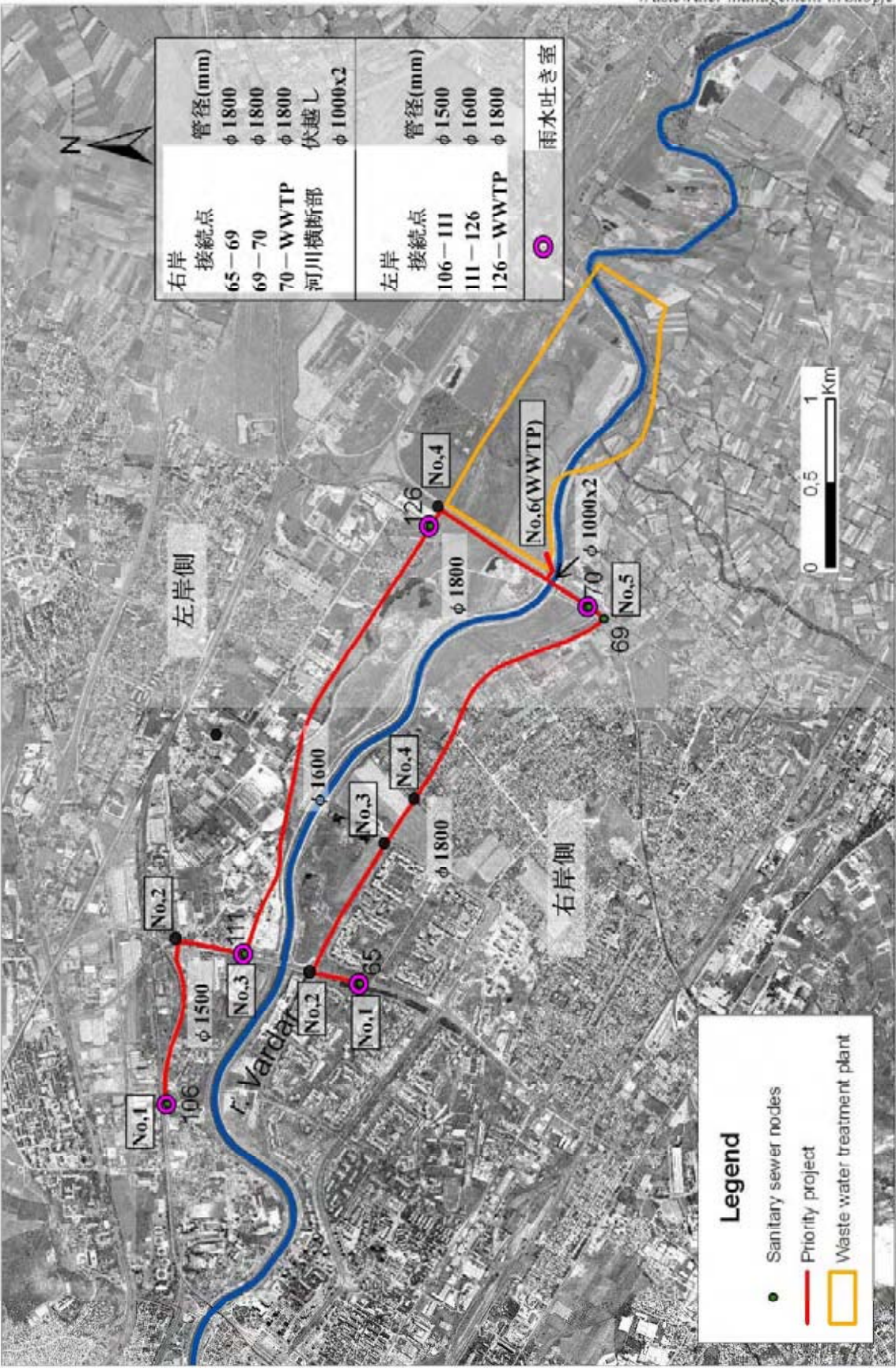


図 2.1 施設平面図

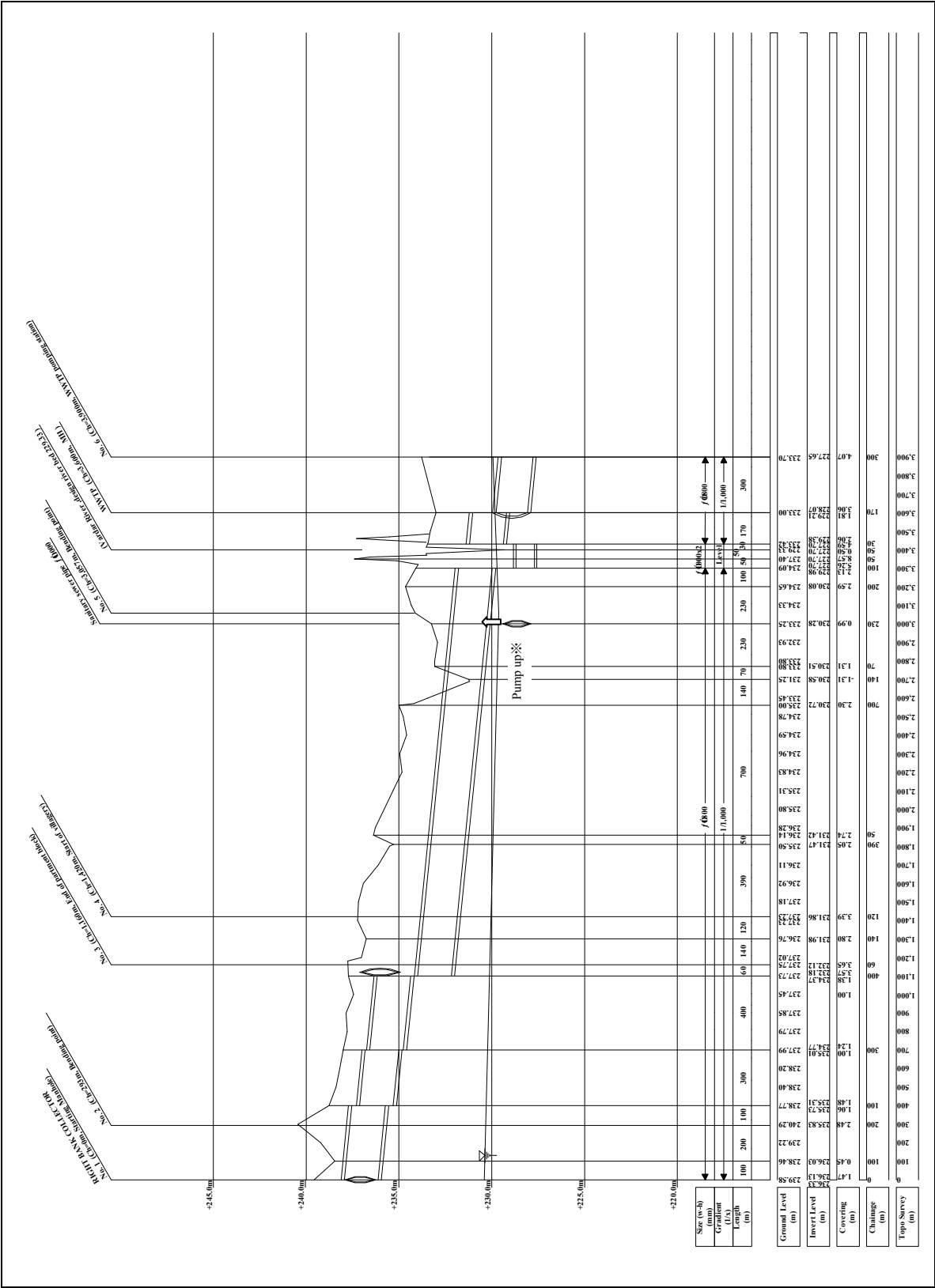


図 2.2 縦断図（右岸側）

※本調査の対象外

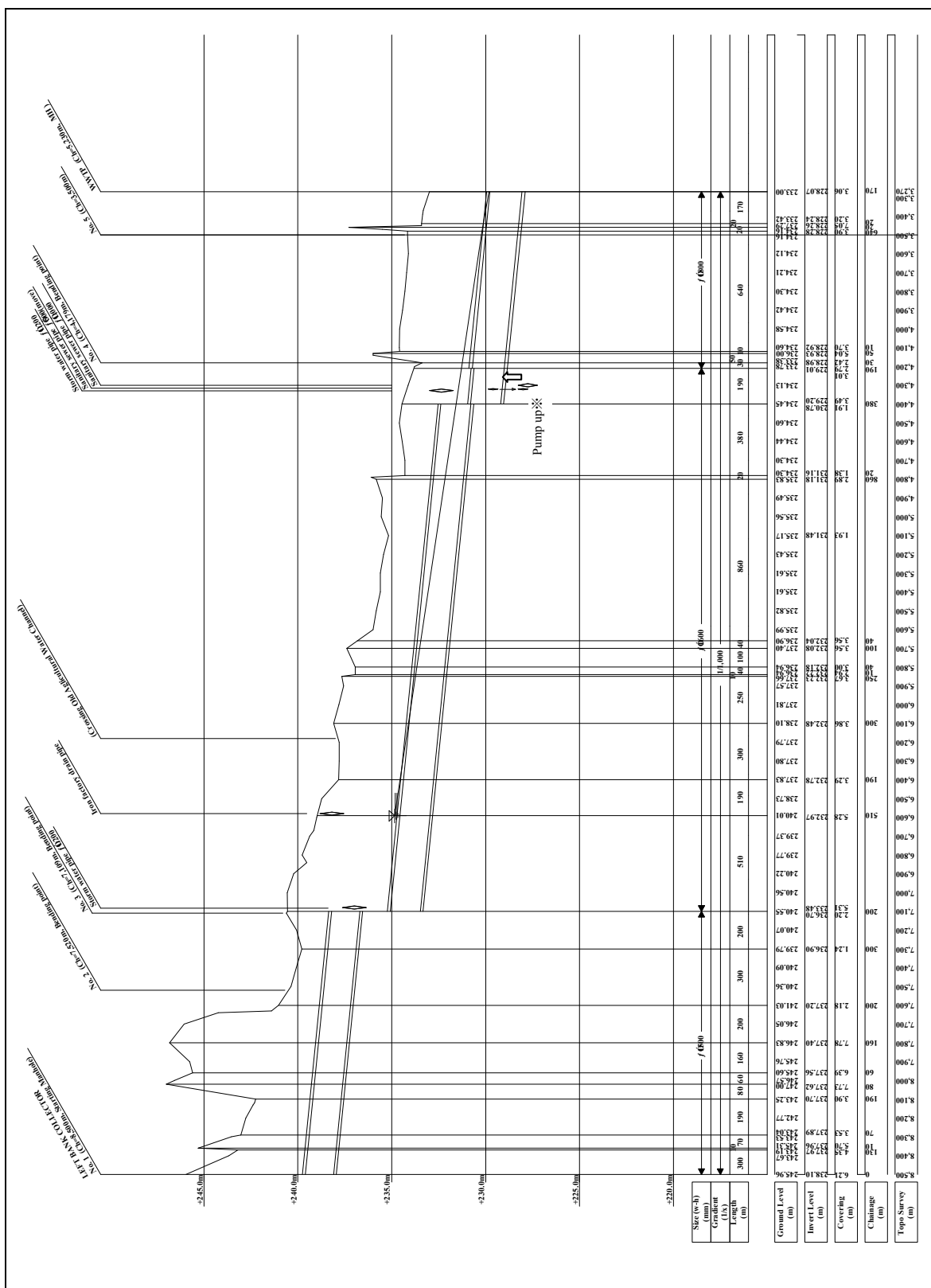


図 2.3 縦断面図 (左岸側)

※本調査の対象外

第3章 中央処理場の概略設計

3.1 設計パラメータ

F/Sにおける中央処理場の目標年次は2020年とする。基本条件はF/S第1章の表1.1及び表1.2に示すとおりである。処理水は処理場付近でバルダル川に放流する。放流水基準はF/S第1章の表1.3に示している。これは都市下水に対するEU指令に基づいて決定したものである。

ここで、雨水については、一部の区域で污水管に雨水が流入する可能性があり、管きょ設計で定める污水の時間最大水量と常時流下している日平均水量の余裕分に雨水が流入するとした。よって、処理場の施設設計では日平均水量について雨水および工場廃水に関して水量と負荷量を計上し、時間最大水量は汚水量のみを対象とすることとした。

3.2 設計基準

基本計画において処理方式の選定を行った結果、水処理は標準活性汚泥法、汚泥処理は、重力濃縮→嫌気性消化→天日乾燥が最適な方式であるという結果を得た。よって、ここでは選定された処理方式の設計諸元について表3.1にまとめる。

なお、マケドニアでは標準活性汚泥法を用いた処理場が無い場合、設計諸元については日本の実績及び下水道設計指針を参考にして設定を行った。

表 3.1 処理施設の設計基準

施設名	項 目	基 準	
			範囲
A. 污水处理(BOD 除去)			
(1) 沈砂池	水面積負荷	1,800 m ³ /m ² /d	
(2) 最初沈殿池	水面積負荷	50 m ³ /m ² /d	35 – 70
(3) 反応タンク	水理の滞留時間	6.0 時間	6.0 – 8.0
(4) 最終沈殿池	水面積負荷	25 m ³ /m ² /d	20 - 30
(5) 塩素混和池	接触時間	15 分	
B. 汚泥処理			
(1) 重力濃縮槽	固形物負荷	75 kg/m ² /d	60 - 90
(2) 嫌気性消化槽	水理の滞留時間	20 日	
(3) 汚泥乾燥床	乾燥日数	14 日	
(4) ガスホルダー	貯留日数	12 時間	
(5) 汚泥一時貯留用地	貯留日数	1 年	

表 3.2 に水処理施設と汚泥処理施設の方式を提案している。目標年次である2020年においてBODで表される有機物の除去を目的として、EU指令に基づくとともに用地の制約と建設費・維持管理費を考慮して標準活性汚泥法を採用する。

表 3.2 処理方式

項 目	段 階	採用する方式
汚水処理施設	第1段階 (2020 年)	BOD 除去のための標準活性汚泥法
	第2段階(2020 年以降)	窒素除去のための硝化脱窒およびリン除去のための凝集剤添加
雨水処理	第1段階(2020 年)	ファーストフラッシュを含む一定の雨水量について2次処理を行う
	第2段階(2020 年以降)	水量及び水質について計測を行い貯留タンクの必要性について検討する
汚泥処理	第1および第2段階	濃縮、消化、乾燥

注：第2段階（2020 年以降）は、放流河川先が Sensitive Area に指定された場合に備えた施設。

3.3 容量計算および水理計算

3.3.1 容量計算

表 3.1 に示す設計諸元に基づき容量計算を行った。設計水量及び水質は、F/S 第1章で整理した値を用いている。

なお、基本計画第3章の計画フレームで定めたファーストフラッシュを含む雨水量の 31,000m³ に対して2次処理を行えるように施設規模を決定した。

容量計算書を Appendix 3.1, part II (F/S) に、容量計算結果の概要を表 3.3 に示す。

表 3.3 施設概要

施設名	規模と池数	備考
A. 汚水処理施設		
(1) 沈砂池		
(2) 主ポンプ場	合計 166 m ³ /min	時間最大に対応
(3) 最初沈殿池	直径 24.0m × 8 池	
(4) 反応タンク	16.0m × 67.0m × 5.0m × 8 池	
(5) 最終沈殿池	直径 24.0m × 16 池	
(6) 塩素混和池	10.0m × 86.0m × 2.0m × 1 池	
B. 汚泥処理施設		
(1) 重力濃縮槽	直径 21.0m × 2 槽	
(2) 嫌気性消化槽	直径 26.0m × 14.0m × 4 槽	
(3) ガスホルダー	直径 16.0m × 10.0m × 4 槽	
(4) 汚泥乾燥床	18.0 ha	搬出用通路 8.0ha を含む
(5) 汚泥一時貯留用地	80m × 200m	

3.3.2 水理計算

水理計算に用いる基本条件を以下に示す。

放流先河川：バルダル川

放流先水位：+233.3m（バルダル川+187km 付近の高水敷高さ）

バルダル川の河川水位が計測されていないため、既往最高水位が不明であった。よって、スコピエ市の河川計画として洪水確率が 300 年に対応して築造されている河川の高水敷まで水位上昇を許容するとした。なお、高水敷は現地測量によって、放流地点であるバルダル川+187km 付近の高さを計測した。

計画敷地高：図 3.1 に示すように、主要な水処理施設を配置する区域の現況地盤高から+234.0m を敷地高に設定した。



図 3.1 処理場用地の現況地盤高（単位：m）

表 3.4 に水理計算で用いた計画汚水量を示す。

表 3.4 水量の比較

	計画水量				備考
	m ³ /d	m ³ /hr	m ³ /min	m ³ /sec	
非常時汚水量	338,400	14,100	235.0	3.917	44m ³ /分×5 台
時間最大汚水量	253,890	10,579	176.3	2.939	水路断面の設計
日平均汚水量（降雨時）	166,000	6,917	115.3	1.922	施設水位の設計
日平均汚水量（晴天時）	135,000	5,625	93.8	1.563	

なお、場内ポンプ場の全ポンプ（予備機を含む）が稼働した場合を非常時水量として計算を行ったが、この場合でも、最終沈殿池を含む全施設で溢水が生じないことを確認した。
全施設の水利計算書を Appendix 3.2, part II (F/S)に、水位高低図を図 3.10 に示す。

3.4 施設配置と洪水防御

3.4.1 現在の状況

表 3.5 に中央処理場用地の概況を示す。図 3.2 に灰色で示す河川区域、保護区域および計画道路の面積を控除すると、使用可能な用地面積は 57ha に減少する。また、この用地は計画道路によって二つに区切られている。

表 3.5 中央処理場用地面積

	面積	備考
水経済施設区域（都市計画指定）	106 ha	処理場用地の合計、測量による。
現在のバルダル川区域	-8 ha	河川改修の時期が未定のため当面は利用不可能
現河川区域で右岸側	-18 ha	利用不可能
計画道路区域	-3 ha	利用不可能
自然保護区域	-20 ha	利用不可能
利用可能な用地	57 ha	

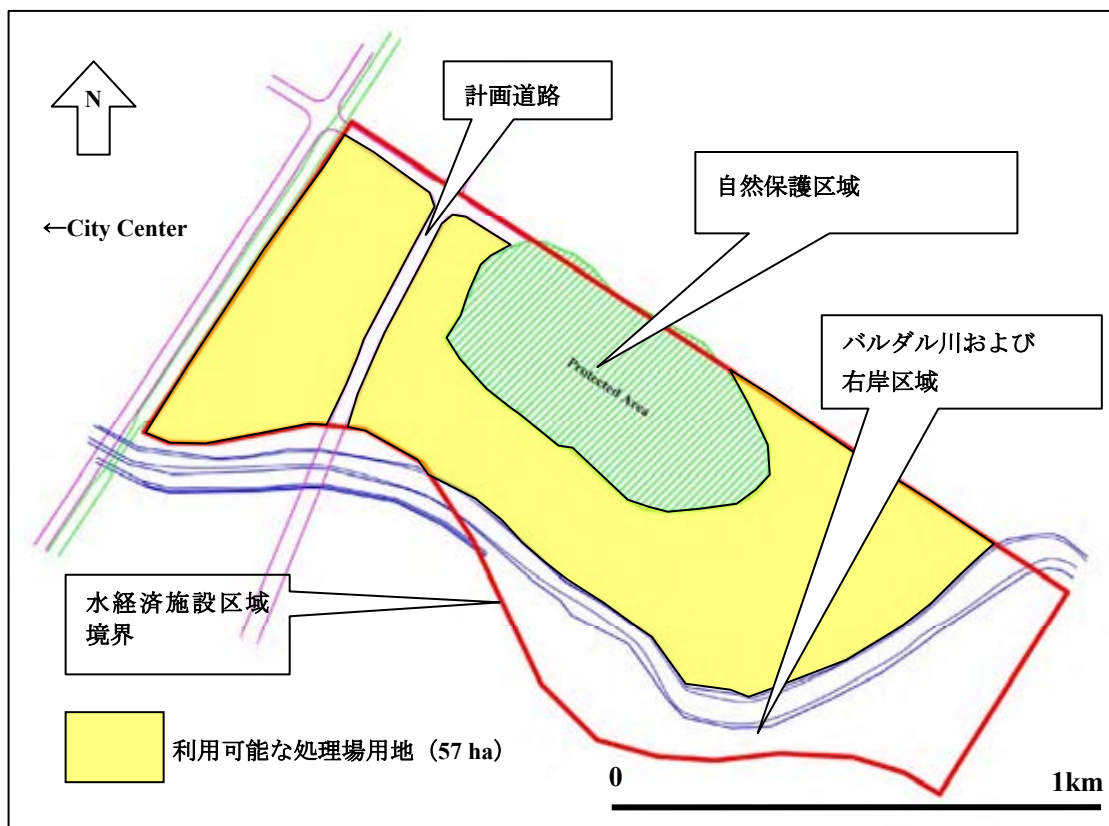


図 3.2 処理場用地の現況

3.4.2 施設配置計画

図 3.3 に中央処理場施設計画の一部を、図 3.4 に全体を示す。配置は以下のことを考慮した。

- 主ポンプ場の位置は、利用可能な用地の中で、処理場への流入部の位置および水処理と汚泥処理施設からの返流水を考慮して決定した。
- 汚泥処理施設のうち、汚泥濃縮槽および汚泥消化槽は日常的な維持管理を必要とすることから、管理棟に近い場所に設置する。
- 汚泥乾燥床は計画道路の西側には余裕がないことから東側に設置する。乾燥に必要な面積と汚泥搬出に必要な通路を考慮して、面積を 18ha とする。
- 天日乾燥床及び汚泥一時貯留施設は臭気拡散及び保護区への汚泥飛散を防止するため、その周辺を緩衝緑地帯で囲むこととする。
- 場内に 1 年分の乾燥汚泥の仮置き場を設ける。

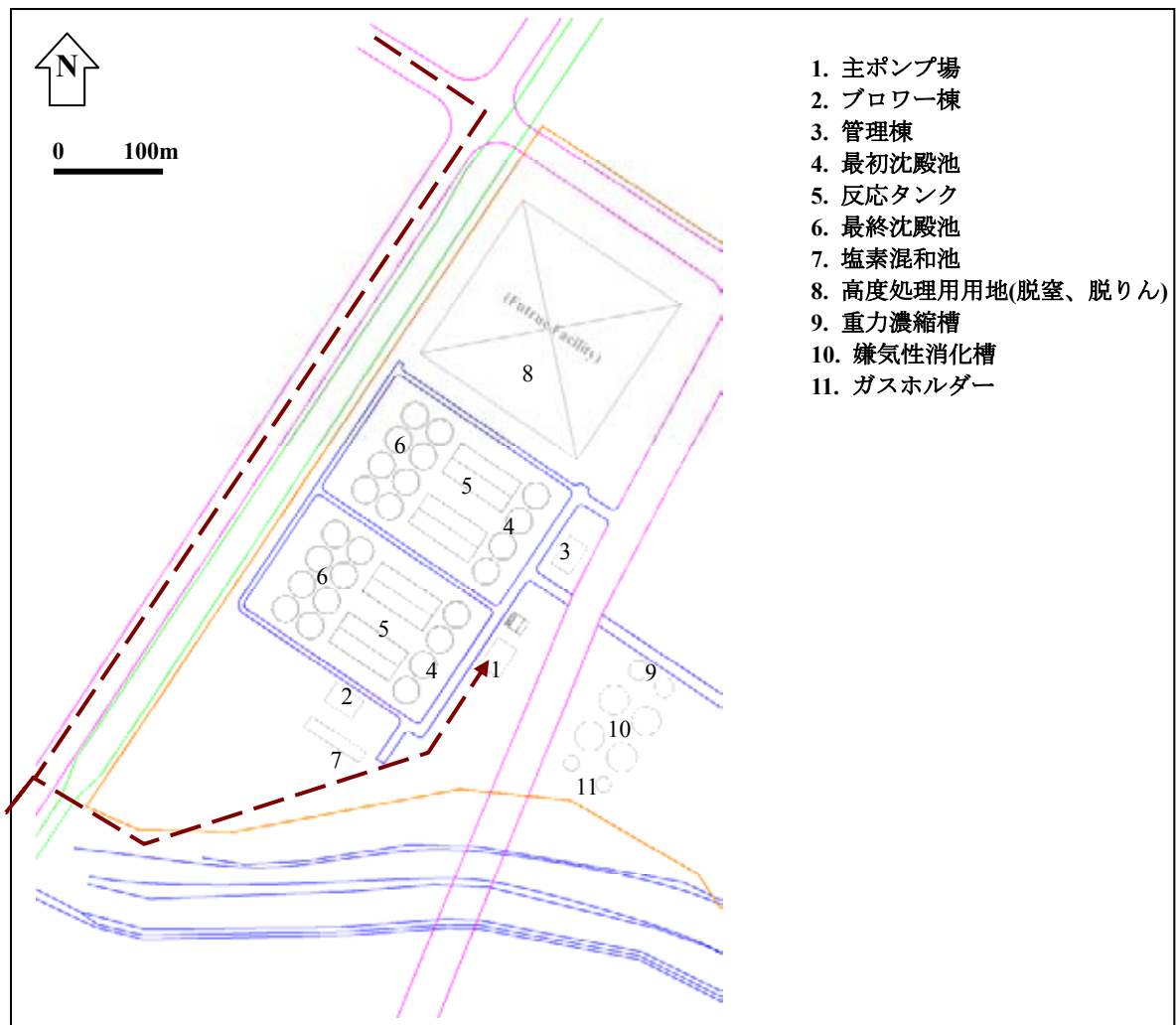


図 3.3 施設配置 (1)

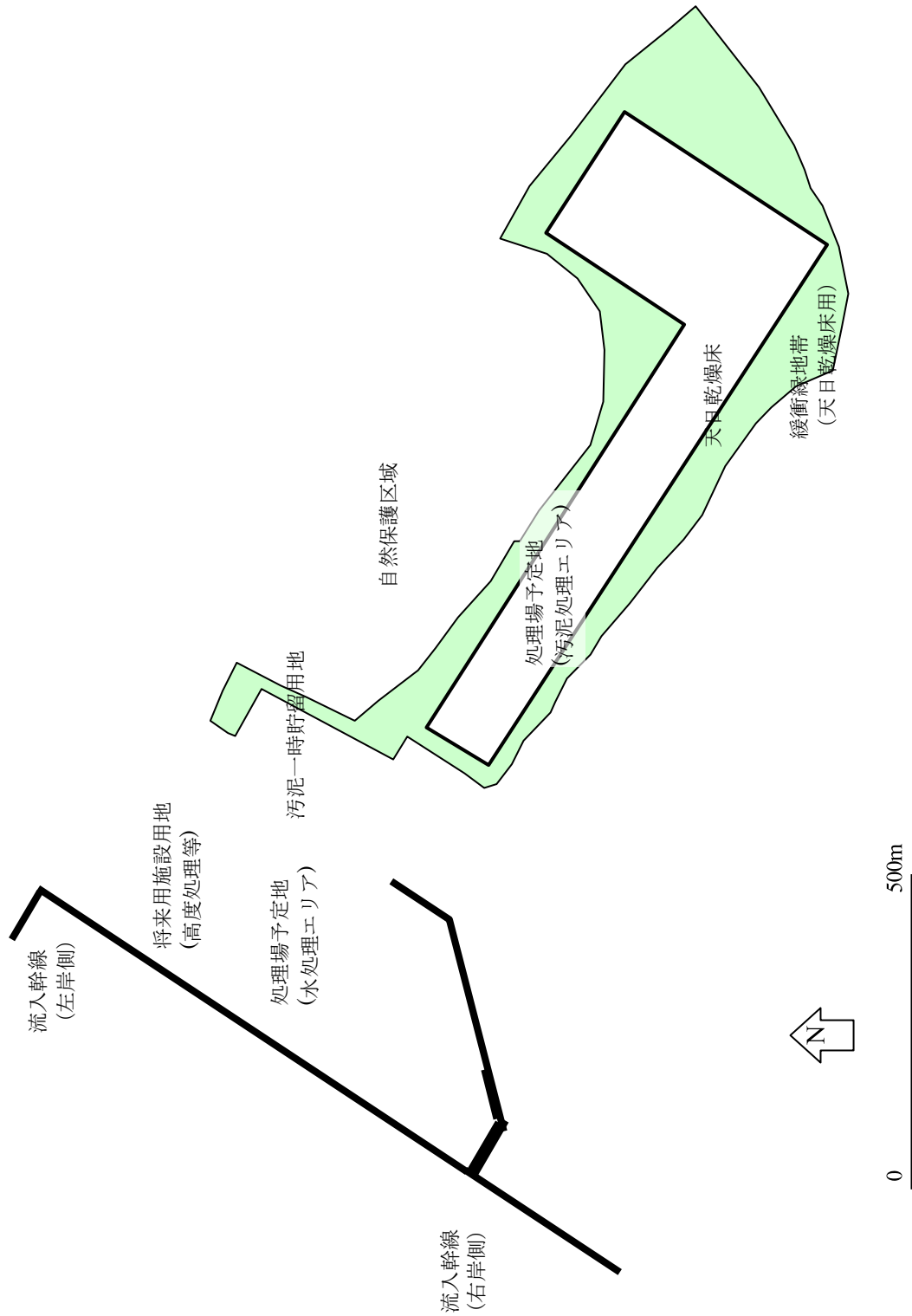


図 3.4 施設配置 (2)

3.4.3 洪水対策

スコピエ市の河川計画として、バルダル川（Vlae Bridge～処理場予定地間）には洪水確率 1000 年に対する堤防が築造されている。しかしながら、本処理場の予定地については郊外に位置しているため、堤防の殆どが未築造のままとなっている。下水処理場には維持管理に多数の作業員が従事するため、洪水に対する施設の保護を行う必要があることから、処理場建設の際に堤防の築造を行う計画とする。

堤防を築造する地点を図 3.5 に、河川の標準断面を図 3.7 示す。予定地西側には盛土状の鉄道線路、同北側には旧河川に対応した盛土道路があり実質的に堤防の役割を果たす。従い、新設する堤防は、現況の河川に沿って、下流側の盛土道路まですりつける計画とする。築造距離は 2.1km である。なお、堤防はスコピエ市の河川計画である 1000 年確率時の計画堤防高で築造を行う。

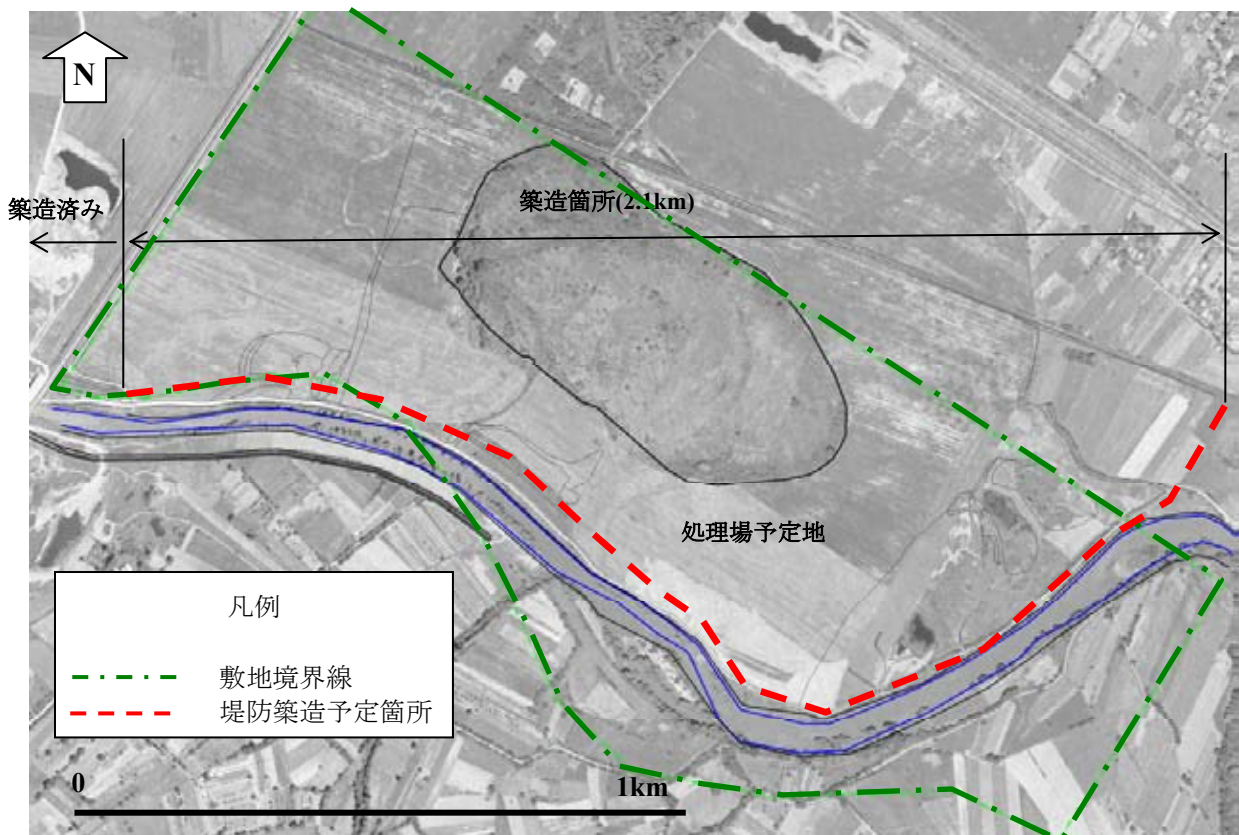


図 3.5 既存堤防と新設堤防築造箇所

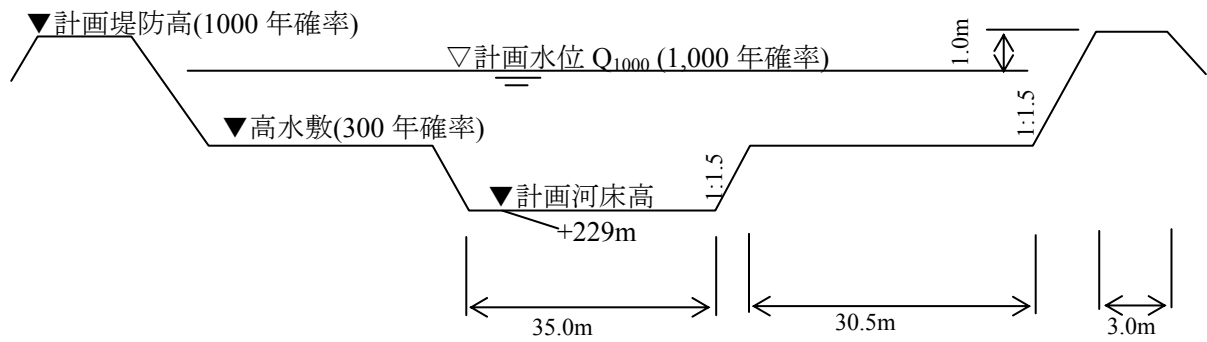


図 3.6 計画河川断面(バルダル川+187km 付近)

本処理場が位置するバルダル川 187km 付近の計画水位 Q_{1000} は +235m であるため、計画堤防高は +236m と定める。

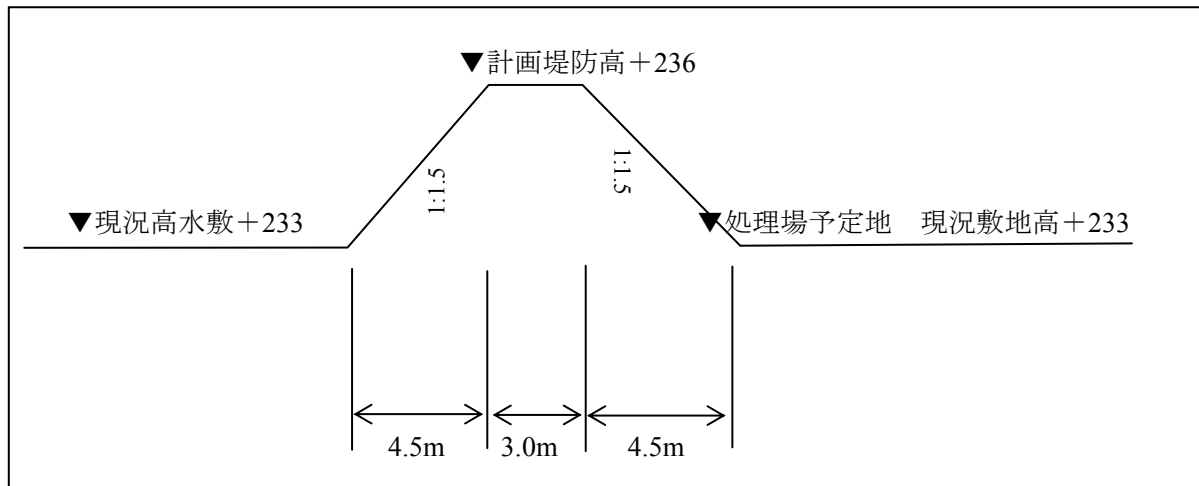


図 3.7 計画堤防断面

3.5 建設方法及び仮設計画

3.5.1 地質条件

本処理場建設予定地は下の地質図に示すように、スコピエ市郊外のバルダル川沿いに位置している。周辺を含めた地質は、土質調査結果から礫質地盤が広がっている。

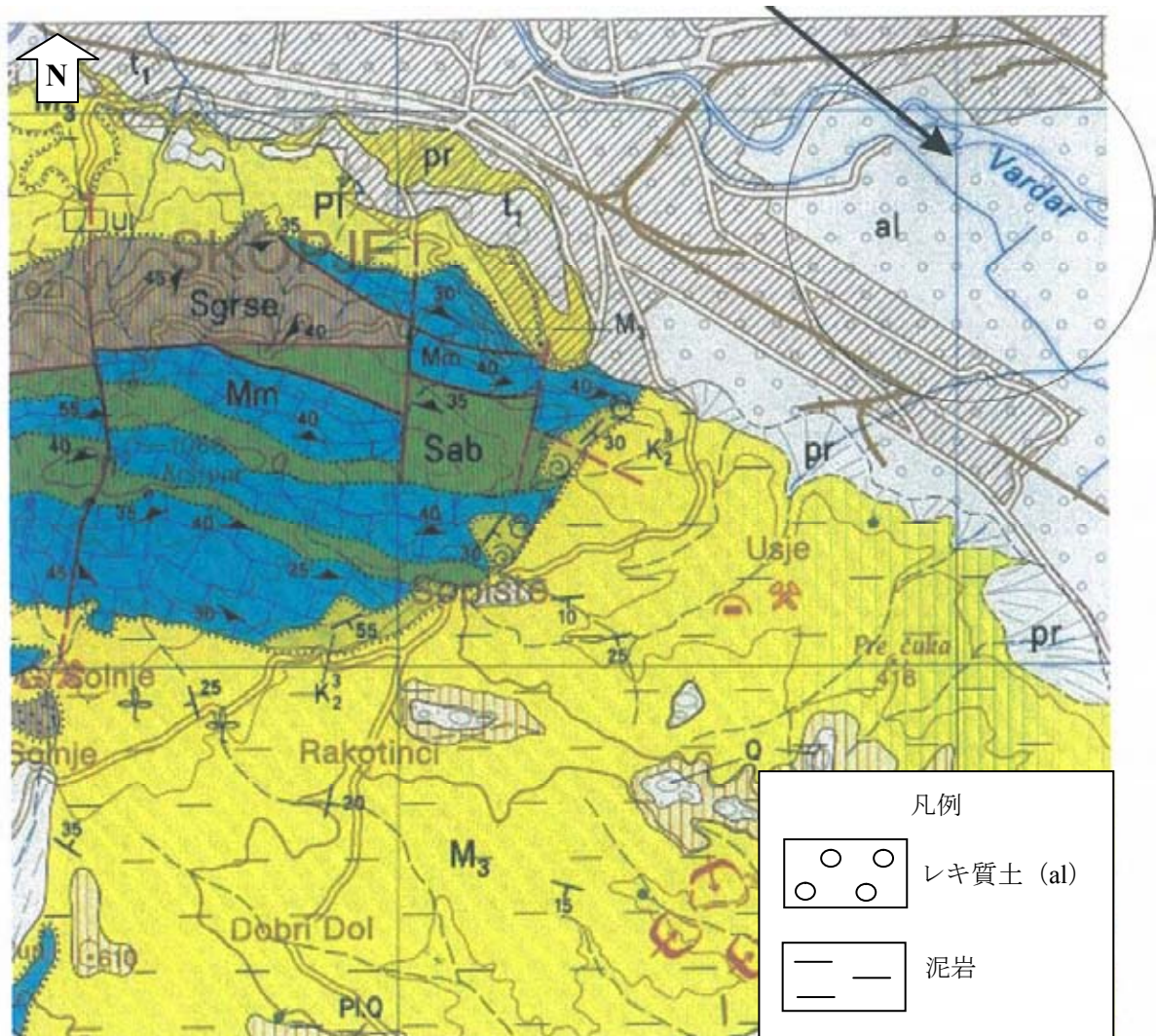


図 3.8 地質図

3.5.2 ボーリング調査結果

土質調査結果から、現地盤は表層～GL-2.0m までがシルト質、2.0m 以降はレキ質土である。N 値は表層から 30 以上という結果が得られている。地下水位は GL-4.0m 付近となっている。

3.5.3 基礎工の検討

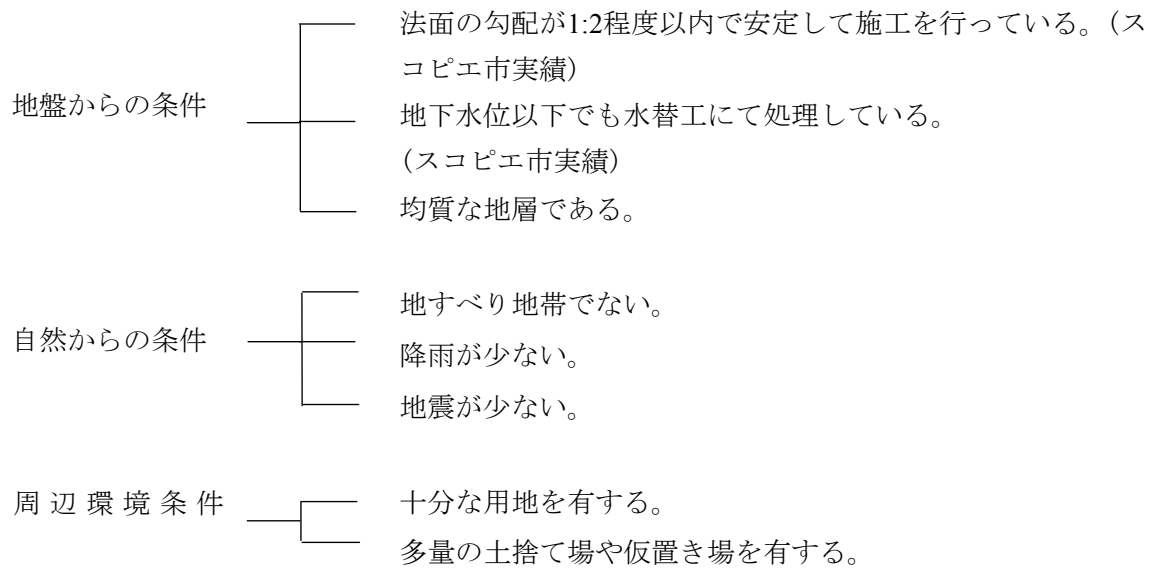
良質な地盤の目安として、一般的に粘性土で N 値 ≥ 20 程度、砂質土で N 値 ≥ 30 程度とされていることから、本処理場予定地の現地盤は良質な地盤であり、十分な支持力が得られ、有害な沈下が生じにくいと考えられるため、全ての施設について直接基礎とする。

3.5.4 掘削工法の検討

仮設工法は以下の2種に大別される。

- ① 地表面から安定した法面を設けながら深部へ向けて掘削する素掘り工法（オープンカット）
- ② 周囲の崩れ込みを防ぎ、地盤を安定させた状態で土砂を掘削するために必要な抗土圧・抗水圧壁を用いた土留工法

本処理場においては、以下の理由から原則として法切りオープンカット工法を適用する。



但し、実際の施工時には一部の施設で地下水位以下の掘削が必要となるため、土留め工法及び水替え方法について十分に検討が必要である。

3.6 図面

一般平面図及び水位高低図を以降に示す。主要な施設の構造図は Appendix 3.3, part II (F/S) に示す。

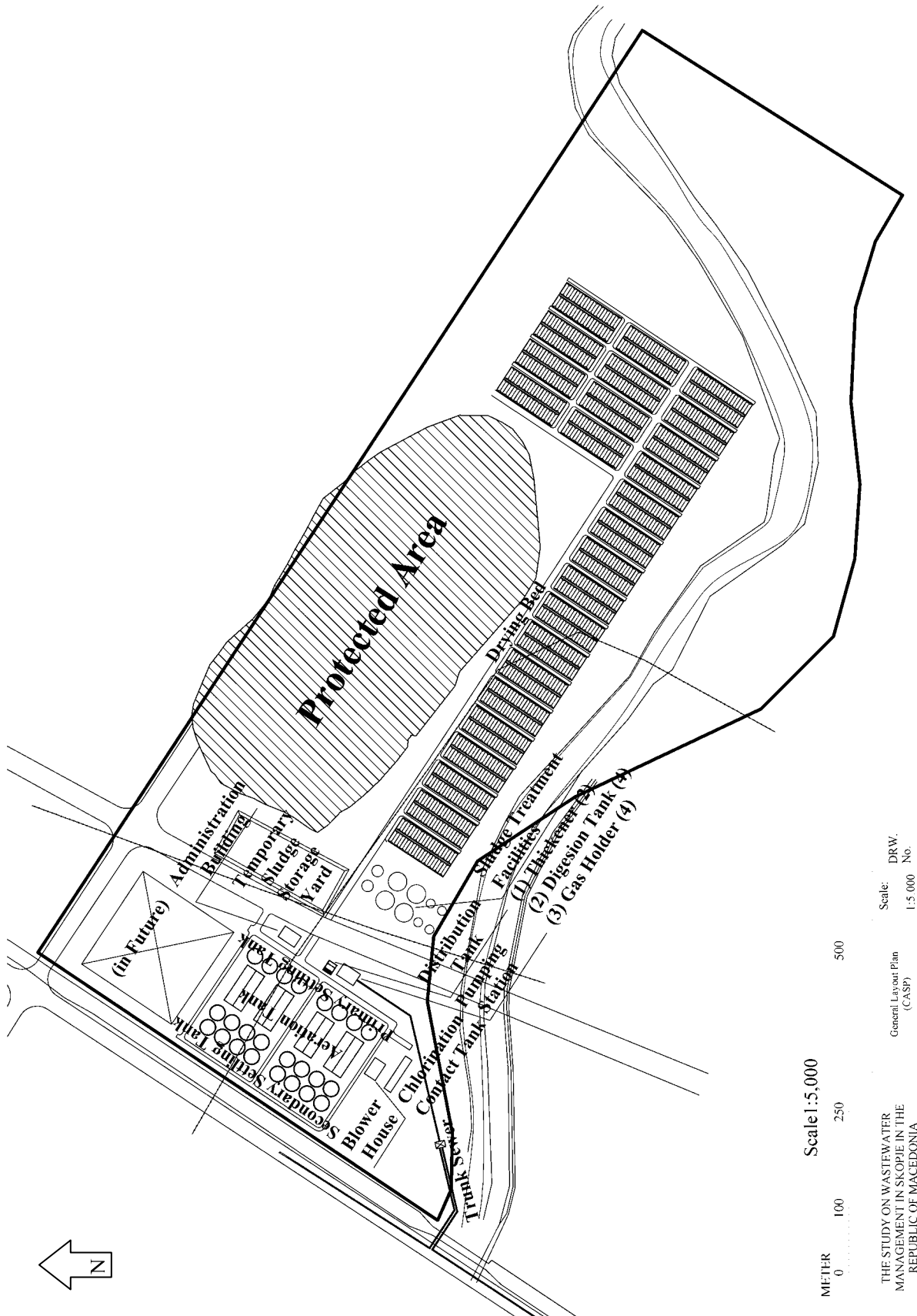


図 3.9 一般平面図

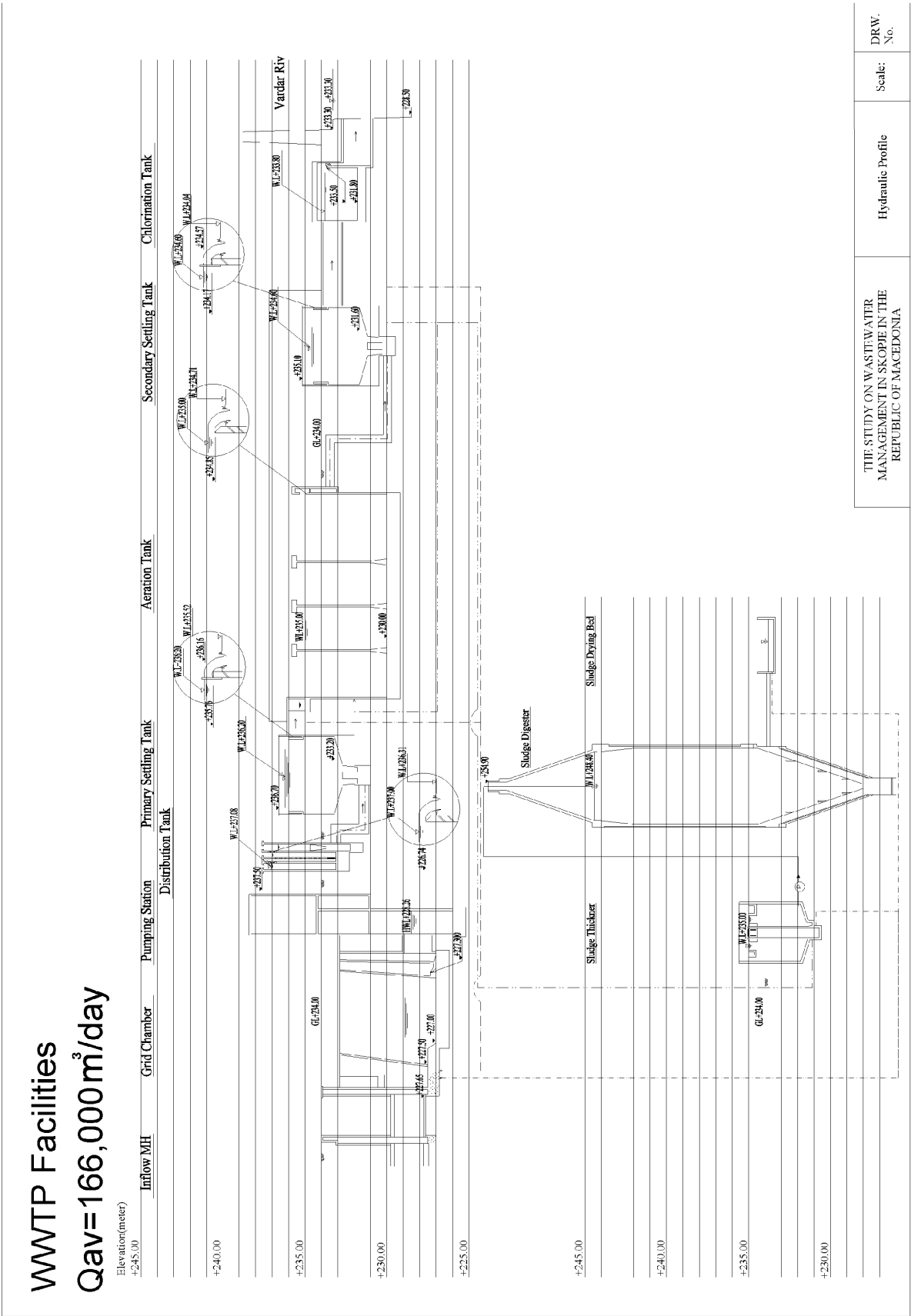


图 3.10 水位高低图

3.7 CDM 事業実現可能性の検討

3.7.1 CDM 適用可能技術の抽出

2005 年 2 月に発効した京都議定書の第 12 条において規定されている CDM（クリーン開発メカニズム）の制度により、途上国（非附属書 I 国）における温暖化ガス排出削減事業によって生じた排出削減量を当該事業に貢献したホスト国および投資国の参加者が認証された排出削減量として獲得できる仕組みがある。マケドニア国は、1998 年 1 月に国際連合気候変動枠組、2004 年 11 月に京都議定書を批准しており、まだ CDM 事業の実績はないが、非附属書 I 国に属することから CDM 事業の実施は可能である。

下水・排水処理分野で CDM 理事会により既に承認されている方法論は、「ACM0014: Avoided methane emissions form wastewater treatment」(Appendix 3.4.1,part II (F/S)) および「AMS-III.H: Methane recovery in wastewater treatment」(Appendix 3.4.2,part II (F/S)) がある。本プロジェクト活動における CDM 事業としての適用可否は、上記の承認されている方法論に基づいて行うが、想定されているシナリオは表 3.6 に示す通りであり、本プロジェクト活動のように現時点で汚水が未処理で河川に放流されている状態で、好気性汚水処理システムと嫌気性汚泥処理システムを導入するシナリオは挙げられていない。

表 3.6 承認されている方法論で適応できるシナリオ

方法論	シナリオ
ACM0014	<現在の状況> 汚水が未処理で嫌気状態のオープンラグーンに直接流入している。 <プロジェクト活動> －汚水が新設の嫌気性消化槽で処理される。 －嫌気性消化槽から回収された消化ガスが発電・熱利用および燃焼処理される。 －嫌気性消化槽からの汚泥は、オープンラグーンに直接放流あるいは好気状態で処理される（脱水、土地利用等）。
	<現在の状況> 汚水は汚水処理施設で処理されている。沈殿池から発生する汚泥は、嫌気状態で汚泥貯留される。 <プロジェクト活動> －汚水は引き続き同じ汚水処理施設で処理される。 －発生する汚泥は、下記の方法のいずれかあるいは両方で処理される。 ①汚泥は新しい嫌気性消化槽で処理される。嫌気性消化槽から回収された消化ガスが発電・熱利用および燃焼処理される。嫌気性消化槽からの汚泥は、オープンラグーンに直接放流あるいは好気状態で処理される（脱水、土地利用等）。 ②汚泥は好気状態で処理される（脱水、土地利用等）。
AMS-III.H	<現在の状況> 汚水または汚泥が好気性処理されている。 <プロジェクト活動> 汚水または汚泥の処理を好気性処理からメタン回収および燃焼を含む嫌気性処理システムに変更する。
	<現在の状況> 既存の下水処理場に汚泥処理施設がなく、汚泥が未処理である。 <プロジェクト活動> メタン回収および燃焼を含む嫌気性汚泥処理システムを導入する。
	<現在の状況> 既存の汚泥処理システムにメタン回収および燃焼システムがない。 <プロジェクト活動> メタン回収および燃焼する施設を導入する。

方法論	シナリオ
	<現在の状況> 既存の嫌気性反応タンク、ラグーン、浄化槽および工業プラント等の嫌気性処理システムにメタン回収および燃焼システムがない。 <プロジェクト活動> メタン回収および燃焼する施設を導入する。
	<現在の状況> 汚水が未処理で放流されている。 <プロジェクト活動> メタン回収および燃焼を含む嫌気性汚水処理システムを導入する。(嫌気性汚泥処理システムの有無は問わない。)
	<現在の状況> 既存の汚泥処理システムにメタン回収および燃焼システムがない。 <プロジェクト活動> メタン回収および燃焼を含む汚水連続処理システムを導入する。(嫌気性汚泥処理システムの有無は問わない。)

出典：ACM0014: Avoided methane emissions from wastewater treatment
AMS-III.H: Methane recovery in wastewater treatment

そこで本検討では、本プロジェクト活動がない場合に現時点で最も実現性が高い将来をベースラインとすることが適切であることから、99年下水道マスタープランに基づく下水処理施設をベースラインシナリオとし、CDM事業として適用可能な技術を検討する。

99年下水道マスタープランで計画されている汚泥処理フローには、汚泥の減容化、質的安定化および臭気、土壌汚染等の環境配慮の観点から嫌気性消化槽が含まれている。また、本プロジェクト活動においては、汚泥の最終処理を天日乾燥としていることから、有機成分の安定化および臭気対策の観点から嫌気性消化槽は不可欠である。以上から、本プロジェクト活動における嫌気性消化槽の導入は、ベースラインシナリオと同等であることから CDM 事業として認識されない。また、嫌気性消化槽の導入は技術的に不可欠であり、CDM 事業として認定されるために必要なプロジェクト活動の追加性が証明できないことから適用はできない。

本プロジェクト活動で CDM 事業として適用が可能な技術は、消化ガスに含まれるメタンガスを有効利用した発電が挙げられる。バイオガスである消化ガスを燃料として発電することで、発電力量に相当する系統電力の供給のために使用される化石燃料が代替されることから CO₂ 排出量が削減される。

以前は、消化ガスに含まれているシロキサン（有機ケイ酸）がガスエンジンの燃焼室で燃焼することで、硬い物質であるシリカとなって付着蓄積することから、ガスエンジンの損傷・劣化を引き起こし、消化ガス発電システムの実用性は低かった。しかし、現在は消化ガスの前処理でシロキサン除去装置が確立されたことから、ガスエンジン内部のシリカ付着によるトラブルを防ぐことが可能であるため、消化ガス発電施設の導入を CDM 事業としての適応を踏まえて検討する。

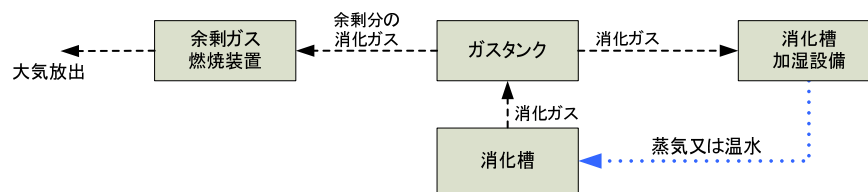
3.7.2 消化ガス発電施設導入の事業性試算

嫌気性消化槽で発生する消化ガスは、嫌気性発酵させる消化槽の加温用熱源として利用され、余剰分は燃焼装置で燃焼させた後に大気開放するのが一般的である。本検討では、消化ガスを有効利用する方法として、以下の2つのシステムを考える。

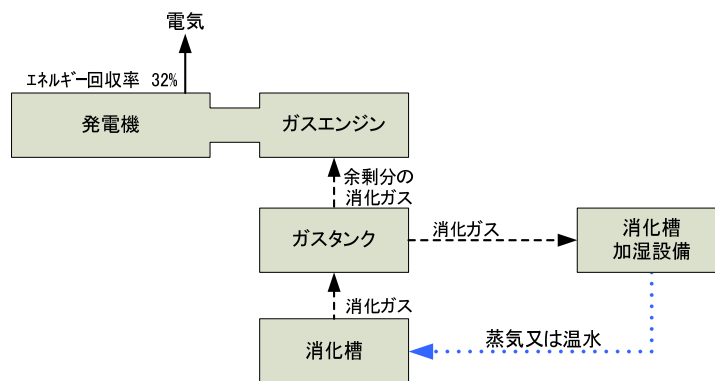
表 3.7 消化ガス発電施設の特徴

代替システム	システム概要	熱効率
コージェネレーションシステム	消化ガスを燃料としてガスエンジンを動かし、発電機を駆動させることで発電する。同時に熱源回収装置により、ガスエンジンの排気熱および冷却水の放熱を回収して嫌気性消化槽を加温する。	消化ガスが持つエネルギーの約 32% を電気エネルギーに変換でき、25～30%を熱エネルギーとして利用することができる。総合効率として 57～62%のエネルギー回収が可能である。
加温設備+ガスエンジン発電機	消化ガスを燃料として温水ヒーター等の加温設備により、嫌気性消化槽を加温する。余剰分の消化ガスを燃料としてガスエンジンを動かし、発電機を駆動させることで発電する。	加温設備の熱効率は、殆ど熱損失がないため高い。ガスエンジン発電機の発電効率は同等だが、廃熱回収をしないため、総合熱効率は劣る。

以下に CDM 事業を適応しない場合の一般的なシステムと CDM 事業として検討する2つのシステムのシステム構成図を図 3.11 に示す。



一般的なシステム



加温設備+ガスエンジン発電機

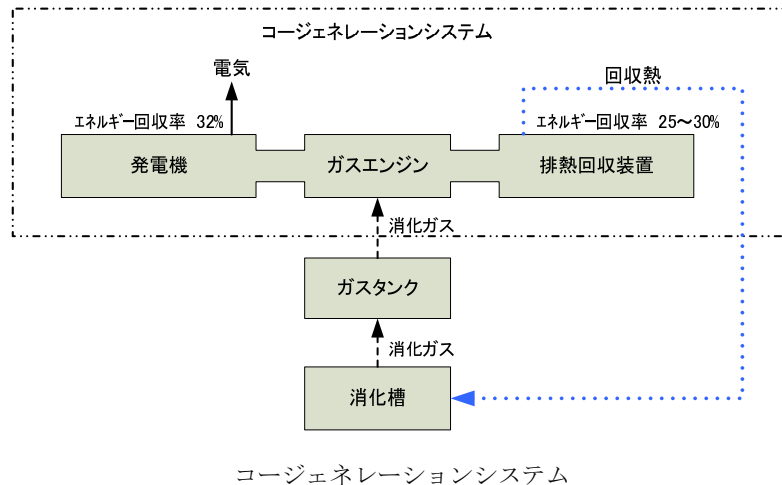


図 3.11 システム構成図

総合効率は、コージェネレーションシステムの方が廃熱を回収する分だけ優れるため、コージェネレーションシステムを先に検討する。

以下の表 3.8 に嫌気性消化槽の加温に必要な熱量および発電時に廃熱回収により得られる熱量をまとめる。熱量計算は、Appendix3.4.3,part II (F/S)に示す。

表 3.8 コージェネレーションシステムの熱収支

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
加温必要熱量 (10^3 MJ/日)	171	161	148	136	123	112	101	110	123	135	149	161
回収熱量 (10^3 MJ/日)	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
不足熱量 (10^3 MJ/日)	85	75	62	50	37	26	15	24	37	49	63	75

夏季においても廃熱回収により得られる熱量では、嫌気性消化槽の加温に必要な熱量に対して不足することから、年間を通して、重油等の補助燃料を使用する必要がある。

CDM 事業としての適応を検討しており、補助燃料を使用して不足熱量を補うことは、CO₂ 排出削減の観点から相応しくないことから、コージェネレーションの導入は適応しない。

次に、加温設備により嫌気性消化槽を加温して、余剰分の消化ガスを利用して発電するシステムを検討する。

以下の表 3.9 に消化ガス発電施設を導入した場合の発電力量および CO₂ 排出削減量をまとめる。発電力量計算および CO₂ 排出削減量計算は、Appendix3.4.4,part II (F/S)に示す。なお、CO₂ 排出削減量の試算には、承認されている方法論の「ACM0014: Avoided methane emissions form wastewater treatment」での算出方法に準拠して行った。

表 3.9 発電力量と CO₂ 排出削減量

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
発電力量 (MWh/日)	7.6	8.7	10.0	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	9.9	8.7
CO ₂ 排出削減量 (ton/日)	6.1	6.9	8.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	7.9	6.9

以下の表 3.10 に消化ガス発電施設を導入した場合の事業性試算をまとめる。

表 3.10 消化ガス発電導入における事業性試算

項目	費用	備考
初期投資額	1,712,000 ユーロ (内貨部分：1,133,000 ユーロ、 外貨部分：579,000 ユーロ)	消化ガス発電機 470kW 1 台 その他の補機、電気設備および建屋
維持管理費用	34,722 ユーロ/年 (2,154,000 MKD)	メンテナンス費および人件費
売電収入	94,023 ユーロ/年 (5,832,000 MKD)	年間総発電量 3,763 MWh (消費電力費の削減分を計上)
排出権売却収入	CER 取引額 12 ユーロ/tonCO ₂ 36,122 ユーロ/年	グリッド排出係数 0.8kgCO ₂ /kWh 年間総 CO ₂ 削減量 3,010ton
事業収益	<排出権売却収入を見込む場合> =95,423 ユーロ <排出権売却収入を見込まない場合> =59,301 ユーロ	事業収益＝事業収入－維持管理費

初期投資費用の回収年数は、売電収入のみでは 29 年、排出権の売却収入を含めると 18 年となる。消化ガス発電施設の主要施設は、機械・電気設備から構成され、設備の標準的な耐用年数は 15 年であることを考慮すると、耐用年数以内で初期投資費用の回収が不可能である。

消化ガス発電施設の導入に対する投資分析のため、内部収益率（IRR）の算定および感度分析を行った結果を表 3.11 に示す。財務的内部収益率（FIRR）は、表 3.10 で示した試算をもとに排出権の売却収入を含めた条件で算出した。感度分析は、費用および便益を-20%～+20%まで変動幅とした。

表 3.11 財務的内部収益率（FIRR）の感度分析結果

		便益				
		-20%	-10%	0%	+10%	+20%
費用	+20%	マイナス	マイナス	マイナス	マイナス	マイナス
	+10%	マイナス	マイナス	マイナス	マイナス	マイナス
	0%	マイナス	マイナス	マイナス	マイナス	マイナス
	-10%	マイナス	マイナス	マイナス	マイナス	0.9
	-20%	マイナス	マイナス	マイナス	1.7	2.8

財務的内部収益率（FIRR）は、マイナスであり、感度分析の結果で最も優位な便益が 20%増、費用が 20%減においても内部収益率が 2.8%程度であった。

最も優位な条件でも財務的内部回収率は、資本の機会費用の目処となるホスト国の国債の利率

(2007～2008 年平均利率:7.5%)を考慮すると、経済的/財政的に魅力がないことが明らかである。

以上の結果から、消化ガス発電施設の導入は実現性がないと判断される。また、CDM 事業として認定されるには、プロジェクト活動がホスト国の持続可能な発展に貢献することが不可欠であり、上記の初期投資の回収年数および投資分析の結果を考慮すると、財務的に持続可能な事業とはならない。

上記を踏まえて、本プロジェクトにおける消化ガスの利用は、発電施設の導入はせずに、消化槽の加温用熱源専用とする。また、余剰ガスについては燃焼装置で燃焼させた後に大気開放させることで、温室効果ガスの排出を抑制させる。

第4章 維持管理計画

4.1 下水道部門の組織強化

スコピエ上下水道公社は、1907年の設立以来の長い歴史がある。スコピエ上下水道公社は、スコピエ市中心部の小規模水道施設によるサービスを手始めに、現在スコピエ市民の殆どに水道サービスを提供するほどに成長してきた。また、下水道管きょ網の整備・サービスも同様に、市全域を網羅するまでになっている。

2008年に改正された水法のもとで、マケドニアの上下水道行政権限は環境都市計画省と運輸通信省にある。環境都市計画省は、様々な分野を所掌する中で、全体として上下水道の整備について方針・計画をたてるとともに、上水道・下水道の水質基準を定め、上下水道施設性能を監督・指導することに責任を負っている。運輸通信省は、上下水道の整備財源確保・予算配分および施設の設計基準作成を担当している。また、環境都市計画省は水資源開発・活用の全体に権限があり、都市用水としての利用だけでなく灌漑用水としての利用やダムや用水路のような水利施設の建設など、水利権の使用許諾についても権限を有している。

旧水法で運輸通信省は上下水道施設の長期的整備計画を立案していたが、新水法でそのような権限は、環境都市計画省に移管されることになる。そのような計画立案に必要な専門知識を環境都市計画省が持っているかどうかは定かではない。

歴史的にスコピエ市や他の地方自治体は、水道・下水道事業を独自財源と政府資金を組み合わせで建設してきた。施設完成後は、市町村が公社によって運転管理されている。1991年の独立後、地方の2、3自治体で国際金融機関から無償資金援助を受けて、上水・下水道プロジェクトが実施された。外国の無償資金協力は通常援助額が少なく、大規模プロジェクトの資金需要を満たすことは出来ないため、上下水道事業の大規模プロジェクトの資金調達を外国のローンに頼ることは明らかである。政府は、自治体（都市）と公的企業の財政的自立を進めているが、自治体などが将来にわたって継続して事業資金を確保できるかどうかは、まだ不確かである。

スコピエ上下水道公社は、上水と下水のサービスを提供している大きな事業体である。その主な強みは、上水・下水道施設の維持管理、それら施設の拡張改築工事を含むすべての事業活動を、自前の人的資源と機材を使って実施している能力である。一方、その組織は変化に対してかたくなな姿勢を示す。スコピエ上下水道公社業務のかなりの部分は、外注委託ができる。スコピエ上下水道公社は、そのような第三者機関を利用できないので職員削減が難しいと言っているが、スコピエ上下水道公社が労働組合の抵抗によりそのような問題を積極的に議論するのを嫌っているように伺える。そのうえ、スコピエ上下水道公社がもともとスコピエ市によって設置されたという消極的な気持ちがあるので、スコピエ上下水道公社がその組織を変えることはそう簡単ではない。それでもなお、スコピエ上下水道公社の管理経営層が理解しているように、スコピエ上下水道公社は、処理規模が大きく技術も高度な下水処理場プロジェクトの完成後に施設の維持管理するた

めに、その能力を強化する必要がある。言い換えると、より効率的な運営組織の確立がなされる必要がある。

4.1.1 キャパシティ・ディベロップメントの必要性

スコピエ上下水道公社に必要とされる新組織は、下水処理場の運転管理のために提案されるものであるが、同時にスコピエ上下水道公社は、それを管理するために財政的にも行政的にもしっかりした組織である必要がある。2007年にほぼ100%の料金値上げを行ったが、これによりスコピエ上下水道公社は財政的に健全な組織となった。そして、住民にとってこの料金値上げは、まだ支払い可能なレベルである。過去に整備された給水施設のおかげで、スコピエ上下水道公社は多くのお金を投資することなく施設を管理してきている。しかし一方では、例えば給水施設にかなりの漏水が発生し、必要以上のエネルギーを無駄にしているなどの結果も現れている。この問題を解決するためには、かなりの投資を必要とする。長期的な投資と支出のバランスに関する調査は今回の調査範囲外であるが、少なくとも、調査団はスコピエ上下水道公社が財政面、経営面での改善策が実行されれば財政的な状況がよくなると考える。それによって、必要とされる料金値上げを減らすことが出来る。したがって、本調査ではスコピエ上下水道公社の組織的・財政的なキャパシティデベロップメントについて調査・評価し、その結果、行動計画や他の提案を作成し、本報告書の各部分に示している。それら確認され必要とされる分野は、組織構造、財務管理、人的資源管理、施設の維持管理であり、このセクションで以下再掲される。

(1) 組織構造

- 1) 各部・各課の業務内容は、明確に再規定されなければならない。
- 2) 可能であれば、相互に関連した業務は、1つの部にまとめなければならない。
- 3) 特に下水処理場の維持管理組織の新設により、スコピエ上下水道公社の組織構造改革が必要となる。

(2) 財務管理

- 1) 上下水道料金の徴収率は、90%以上に改善されなければならない。
- 2) 低所得者層に対する料金徴収において、水道使用量の最低水量に対する料金を低く抑えろとか、低所得者層に対する政府や市の水道料金補助制度を設けるなど、特別な対策を実施する必要がある。
- 3) いくつかの支出削減策が実施される必要がある。例えば、修理や部品の交換によってポンプ効率を改善し動力費を削減する、などである。
- 4) 職員数の削減：これは支出削減には最も効果的であるように思えるが、いろいろな制約があるため、すぐに具体化することは難しい。しかし、この問題は近い将来には解決される必要がある。
- 5) スコピエ上下水道公社は、料金政策の確固とした根拠を形づくるために、人件費、エネルギー費、修理費、維持費、諸経費、減価償却費、資本費等各費用の長期計画を立てなければならない。

(3) 料金政策

- 1) スコピエ上下水道公社の財政的な環境、例えばエネルギー費用、給料と賃金、IT システムの更新費用、その他いろいろなコスト要素が年々変わるので、料金改定の必要性は定期的にチェックされなければならない。
- 2) 新しい料金を決める際には、利用者の支持または理解は欠かせない。スコピエ上下水道公社は、新料金の提案から市議会での審議までの間に、料金委員会の設置や公聴会の実施などの利用者対話を通して、新料金の必要性を市民に訴えることができる。

(4) 職員採用と研修

スコピエ上下水道公社の現在の職員数は十分に大きい。スコピエ上下水道公社は、プロジェクトの完成後、人件費を含む運転経費を最低限に保ちながら、量的にも質的にも増大する公的有用性（施設）を管理しなければならない。スコピエ上下水道公社は、能力レベルに応じた職種ごとの職員数に関する職員配置目標を設定する必要がある。したがって、スコピエ上下水道公社には、有能な人材の採用、特定の専門知識を持った職員または余剰人員の新しい部門への再配置、さらに彼らをプロジェクトに関連した近々の新技術に適応させ、また刷新される作業環境に順応するように訓練することが求められている。いくつかの特定分野（例えば IT 技術、SCADA システムや水質分析など）では、新しい高い能力のある人材の雇用が必要である。

(5) O&M 体制の改善

スコピエ上下水道公社の現在の組織には、下水処理場の維持管理組織がない。下水管きよの維持管理は下水道部によって、汚水（及び雨水）ポンプ場の維持管理は施設運営管理部によって行われている。スコピエ上下水道公社には、各部の業務内容を示した組織規定がない。その代わり、“Book of Regulations”と称する規則集があり、これには部長、技術課長、電気技術者、機械技術者のような職務ごとの責任と業務が大まかに記述されている。今後は、例えば下水道部は下水管きよと処理場の維持管理業務をすべて行うというように、その中で下水道部の所掌業務を再規定する必要がある。付属書にある表には、日本の平均的な都市の下水道部の業務分担にそって、スコピエ上下水道公社の下水道部と施設運営管理部の業務について、現在の所掌範囲と将来の所掌との比較を示している。

4.1.2 現在のスコピエ上下水道公社組織

スコピエ上下水道公社は、法的にも財政的にも独立した事業体である。その総裁は、スコピエ市議会によって任命され、スコピエ上下水道公社の事業実績を市議会に報告する。また、基本的にスコピエ上下水道公社は、スコピエ市から運営資金を援助・供与される権利がない。

スコピエ上下水道公社は、2008 年 3 月末現在、職員数 1,120 人の組織である。顧客の数はおよそ 168 千世帯であるので、1,000 世帯につき職員数は 6.7 人となる。これは、他の似たような市場経済重視の水道事業体（日本では 1,000 世帯につき職員数 1.0～1.5 人の従業員）と比較できる。しかしスコピエ上下水道公社は、それが他のバルカン諸国と比較してそれほど人員過剰ではなく、そして機械化と自動化が難しい労働集約型の現場作業を多く抱えているため、職員数を減らすことが簡単でないと考えている。また、国内市場にスコピエ上下水道公社の業務を委託できる信頼

できる企業が存在していないので、アウトソーシングが難しいとも言っている。

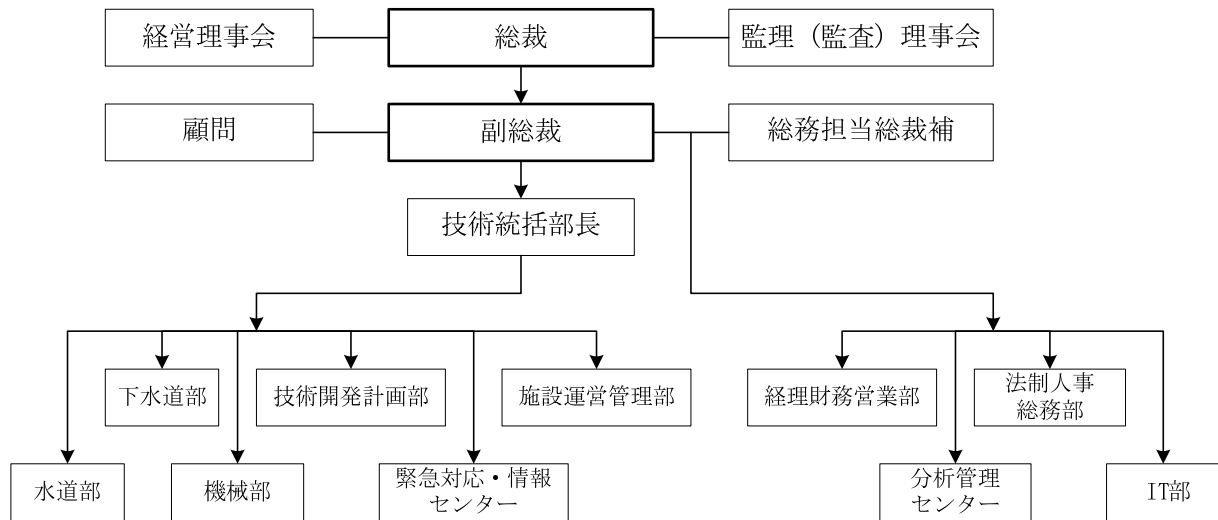


図 4.1 現在のスコピエ上下水道公社組織

スコピエ上下水道公社には、図 4.1 に示すように、日々の業務を行うために必要なすべての部(セクター)・課がある。たとえこれらの業務に重複がなくても、セクターの業務範囲と命令系統がかなり複雑である。例えば、(1) 施設運営管理部が取水、送水、処理施設の運転管理を、(2) 水道部が水道本管の維持管理を、(3) ポンプ施設の運転管理は施設運営管理部が担当し、また、(4) 緊急・情報センターが漏水探知を、(5)漏水修理は水道部が行い、(6) 技術開発計画部が新規利用申し込みの受付を、(7) 水道部がその給水設備の設置と、(8)水道メーターの設置、取替え、修理を行う、などである。この他の例としては、スコピエ市あるいは自治体が下水道施設を建設した後、下水道部は下水管の維持管理を行うが、一方、新設小規模下水管の設計や既存下水管の修理は技術開発計画部が行い、下水ポンプ場の維持管理は施設運営管理部が担当する。これらを概括して、もし上記の業務・活動を合理化するなら、スコピエ上下水道公社の組織能力はより機能的になると思われる。

4.1.3 組織提案－建設段階

どの組織がプロジェクトの実施組織となるかは、重要な課題である。実施組織は、プロジェクトの準備や実施に関連した様々な業務を取り仕切る能力が無ければならない。それらの業務には、とりわけ(1) プロジェクト計画と実施可能性調査書の検討、(2) 融資機関（例えば JICA）の調達ガイドラインに従い PQ（事前資格審査）や入札の準備、(3) 融資の申請手続きや融資の引き出し、(4) コンサルタントの募集、(5) 詳細設計の検討、(6) 建設工事の監督、(7) Project 施設の運転開始などが含まれる。

プロジェクトの実施機関としては、(1) 運輸通信省(MTC)、(2) スコピエ市、(3) 上下水道公社(スコピエ上下水道公社)の 3 つが考えられる。MTC は、上記のような業務に精通した技術畑の人材が不足しているため、プロジェクトの監理機関には適していない。スコピエ市も、二次的な道路の建設や他の公共土木工事の担当部門はあるが、下水道施設の設計・建設・管理の専門知識は殆どないので、実施機関としては適していない。スコピエ上下水道公社は、上下水道施設の計画・設計・

建設に長い経験を有しているので、上記の業務を実施する専門知識を提供できる。もちろん、スコピエ上下水道公社の人材は、国内調達と建設に十分経験があるが、国際調達特に国債融資機関の調達ガイドラインによる調達の経験が殆どないので、プロジェクトの開始前にはそれらの知識を得ておく必要がある。

プロジェクト実施機関、すなわちスコピエ上下水道公社¹は、総裁のもとに特別なプロジェクト実施機関を設置することが望ましい。この機関はさしずめ「プロジェクト運営本部」と称し、図 4.2 に示す位置に置かれる。その他、プロジェクト実施の際に、技術的、行政的、財政的な面で管理本部をサポートする支援委員会の設置も提案される。「運営本部」は、本部長、技術課長、調達課長、コーディネーター、技術職員、事務職員から構成される。また、支援委員会は、副総裁、技術統括部長、下水道部長、水道部長、機械部長、技術開発計画部長、施設運営管理部長、経理財務営業部長、法務人事総務部長、スコピエ市の担当責任者数名から成る。

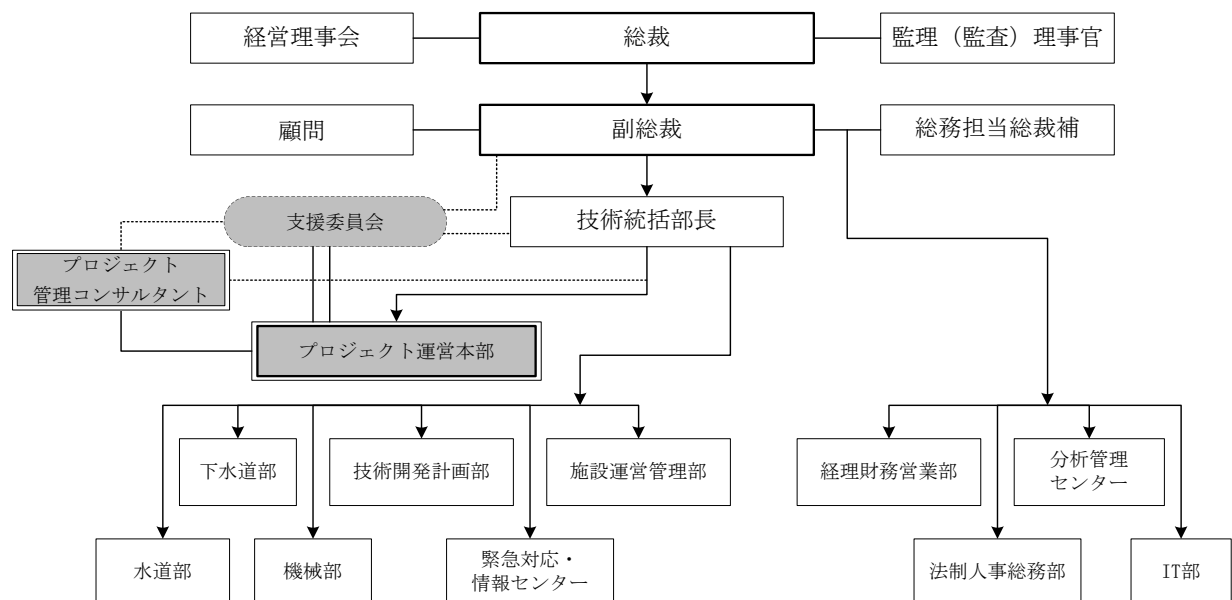


図 4.2 プロジェクト実施段階の組織(提案)

4.1.4 組織提案—維持管理段階

現在のスコピエ上下水道公社に下水処理場の維持管理を行う組織は存在していないので、独立したあるいは部に付属した維持管理組織を設置することが必ず必要となる。

下水道部が下水管きょだけでなくポンプ場の維持管理も担当する場合には、水道部も同様に水道本管だけでなく送水ポンプ場の維持管理も行うことになる。このようなシナリオでは、施設運営管理部は、建物とオフィスのメンテナンスを行うだけになる。もし、そのような建物とオフィスのメンテナンス機能が水道部と下水道部に移管されれば、施設運営管理部はスコピエ上下水道公

¹ 今回の調査期間中、スコピエ上下水道公社 以外の他の下水道運営組織形態、例えば民間連携、下水道公社の新設について議論されている。しかし、本調査は、両政府が合意した業務範囲に従い、スコピエ上下水道公社が今回提案する下水処理場を運転管理するという前提で実施する。調査チームは、技術的にみて下水管きょとポンプ場は一体的に管理する必要がある、またスコピエ上下水道公社は下水道料金を払わない受益者に水道供給サービスを停止させる権限を持つことが出来ると考えている。

社の組織から消滅することになる。

上記のようなことを考慮しつつ、下水処理場の維持管理段階でのスコープ上下水道公社組織について、代替案を以下のように提案する。

選択肢 1：下水処理部が、新たに技術統括部長の直下に設置される。下水処理部は下水処理場の運転管理（operation）だけを担当し、施設運営管理部が下水処理施設の維持管理業務（maintenance）を担当する。

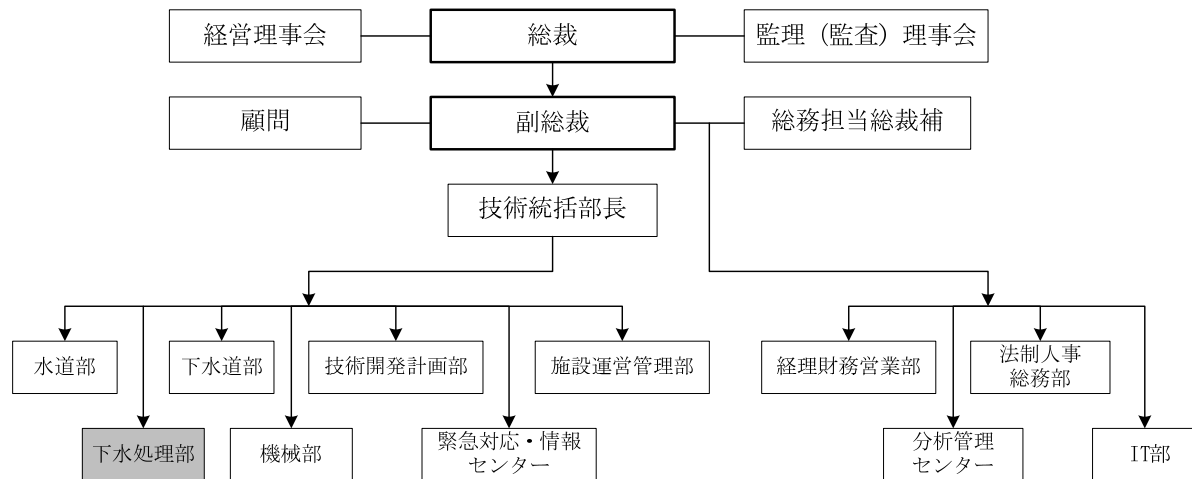


図 4.3 下水処理場管理段階のスコープ上下水道公社組織（代替案 1）

選択肢 2：下水道部が、管きよの維持管理だけでなく下水処理場の維持管理も担当する。同様の考えで、水道部は水道本管だけでなく取水施設、塩素混和施設とポンプ場（配水池を含む）の維持管理も実施する。

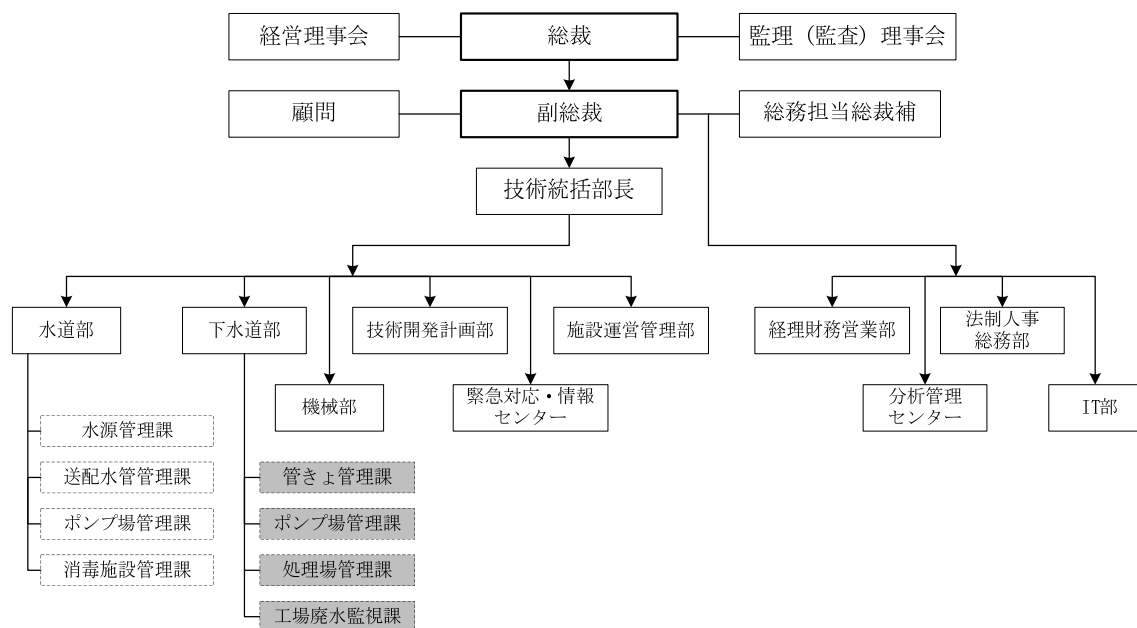


図 4.4 下水処理場管理段階のスコープ上下水道公社組織（代替案 2）

選択肢3：スコーピエ上下水道公社は、4つの本部（すなわち、水道本部、下水道本部、技術本部と総務財務本部）を持つ組織に再編成される。技術本部には、機械部門、技術建設部門、情報管理部門が入り、総務財務本部は、経理財務営業部門と法務人事総務部門から成る。現施設運営管理部のすべての機能は、水道本部と下水道本部に移管される。技術本部の技術建設部門には、新たに設計・建設課が加えられる。漏水検知グループは、特殊部隊として水道本部に移る。IT部と緊急対応情報センターは、新しい情報管理部門として合体される。また、現分析管理センターの機能は、水道本部の上水試験所、下水道本部の水質管理部門に各々移される。

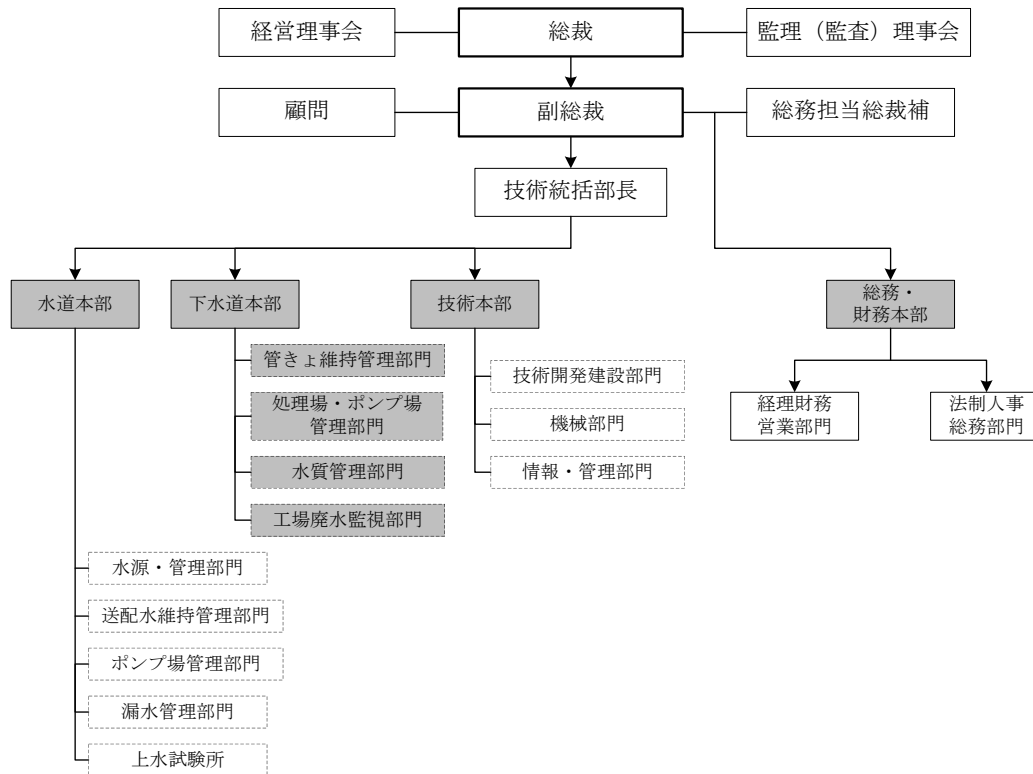


図 4.5 下水処理場管理段階のスコーピエ上下水道公社組織（代替案3）

代替案1は、Vodovod組織の変更が最小限であるという点で、メリットがある。デメリットは、処理場施設の運転管理と維持管理を分離するので、特に緊急時などタイムリーな運転管理の面で問題がある点である。

代替案2のメリットは、主要な運転管理部門である水道部と下水道部が、各々自立して、すべての施設を自己完結的に運転管理することが出来る点にある。デメリットとしては、建設に関する所掌がどの部の役割にも含まれない点、水道部と下水道部に各施設の維持管理機能を移管した後の施設運営管理部の役割を十分に説明できない点、それに緊急対応・情報センターの機能が明確に定められておらず、その業務が冗長に見える点である。

代替案3は、下水道本部と水道本部が各々の一連の施設を一体的・自己完結的に運転・維持管理できるばかりでなく、水質管理面の役割も果たすなど、かなりのメリットを具現化する。また、技術建設部門、機械部門、情報管理部門が技術本部に集められ、技術分野の様々な業務を系統的・

計画的・合理的に運営・監理できるようになる点、そして、経理財務営業部門と法務人事総務部門が総務財務本部に集約される点も大きなメリットになる。特筆すべきは、スコピエ上下水道公社の組織規定に少ししか記されていない水道および下水道施設の建設業務が、新設される技術建設部門に明確に再規定された点である。一方、この代替案のデメリットは、組織の見直しだけでなく従来の業務手法の見直しを伴うなど大きな変化が予想され、スコピエ上下水道公社がこのような組織改革・業務改革を行うのに時間がかかる点である。

(結論と提言)

スコピエ上下水道公社が代替案3の方向に組織改革を進めることは、優位性があると思われる。しかし、2015年頃と期待されているプロジェクト運用開始前に、一挙にこのような組織改革を完遂させることは難しいことも考えられる。そこで、組織改革の時間的要因と効果を考慮して、代替案3を最終目標としながら、しばらくの間代替案2で組織運営することを提案する。

4.2 下水道維持管理に関する法令

下水道施設の維持管理については、各種法令によって規制がなされる。下水道管理者は、これら関連する法令を遵守し、適正な維持管理を行う必要がある。マケドニア国の下水道施設の維持管理に関する法令には、新しい水法その他、環境法、上水道・下水道法がある。

2008年7月4日に制定された新「水法」(Official Gazette No. 87/08)は、EUの水枠組み指令(2000/60/EC)を取り込む画期的な法律である。新水法は、流域ごとに水管理を行うものとし、人口(当量)2000人以上の集落に下水道(収集・処理)施設を設置するとしている。また、下水道施設からの排水規制・基準についても、EUの都市下水処理指令(91/271/EEC)に基づき、今後政令・規則として制定される予定である。

また、工場廃水の排水規制は、環境法に基づく統合的汚染防止管理(IPPC)制度(パートIV参照)によりなされることになっており、下水道に排出される工場廃水も規制対象となる。

一方、上水道・下水道法(Official Gazette No. 68/04, 28/06, 103/08)は、上下水道事業サービスの内容、そのサービスを提供する事業者(公社等)やその事業者の運営財源を上下水道使用料とすることなどを規定している。その他、①排水設備、②管きょの不正使用・接続の禁止、③工場廃水等事業場は排水の受け入れと適正な処理についても言及している。

以上のように、マケドニア国における水環境保全に関する法体系は、公共用水域の水管理の仕組み、下水道施設の設置の必要性について、EU指令をモデルに着々と整備されてきている。しかし、現行の上水道・下水道法は、これらの動きを反映したものとなっていないので、新水法と調和した下水道施設の建設・管理・運営に関する法体系に改正する必要がある。

そのため、わが国の下水道法との比較から、以下のような規定について、予定されている新水法の政令・規則の制定あるいは現行の上水道・下水道法の改正において、検討する必要があると思わ

れる。

- a) 流域別の水質改善目標と下水道整備計画の立案
- b) 下水処理場からの放流水質に係る排水基準
- c) 事業場排水の下水道への排除基準と除害施設の設置および監視と立入り検査
- d) 下水道施設の維持管理に関し、地方自治体の条例に規定する必要がある条項
- e) 下水汚泥の減量と適正利用および処分
- f) 下水道施設の建設財源（国庫補助等）
- g) 下水道技術者の資格制度等

また、スコピエ上下水道公社には、現公社が分離する前身の公共事業公社“Komunalec”時代の業務を規定した上下水道ルールブック（Book of Regulations for Water Supply and Sewerage）が存在している。このルールブック（規則）は、上水道・下水道法への決議を受けて 1989 年に作成されたもので、上下水道条例に相当するものである。これには、下水道管網の設計、建設、改築、監督、維持管理のほか、管きよの不正使用・接続の禁止、排水設備、工場廃水の受け入れとその適正な処理(除害施設)、使用料の算定方式に関する条項があり、かなり詳細に規定されている。

上下水道公社は、新水法の政令・規則の制定や上水道・下水道法の改正状況を見ながら、これをベースに今後独自の上下水道条例を作成する必要がある。

この他の下水処理場の維持管理に関する関連法令としては、①下水処理場の維持管理業務に必要な資格者、②汚泥処理処分に係る法令及び基準、③大気汚染、騒音振動、悪臭に関する法令があり、これらを遵守し適正な維持管理を行う必要がある。これらについては、この節で後述する。

4.3 維持管理業務と実施体制

4.3.1 維持管理の目的

下水道の維持管理の目的は、施設を適切な技術水準に維持し、適切かつ効率的に運転管理を行い、必要な機能を十分に発揮させながら、その機能の保持・延命化を図り、将来の改築更新に備えることである。そのためには、長期的、総合的な観点から維持管理計画を立案し、計画的に維持管理を行う必要がある。

計画的な維持管理と事後対応的あるいは発生主義的維持管理の概念を図 4.6 に示す。これは計画的な維持管理を行うことにより、施設の延命化と総コストの縮減に資することを示している。計画的な維持管理とは、処理場・ポンプ場では、計画的な機器の調査点検や修繕記録の分析により、異常個所の早期発見、突発事故の未然防止を図り、施設の延命化を目指す維持管理手法である。計画的維持管理では、計画的・予防的に維持管理費を支出し、突発的な故障・事故による費用支出を抑え、維持管理総額を低減することを目指している。この手法は、設備の使用開始から運転、保守、修繕、処分までのライフサイクルコスト（LCC）の考え方をふまえたものである。

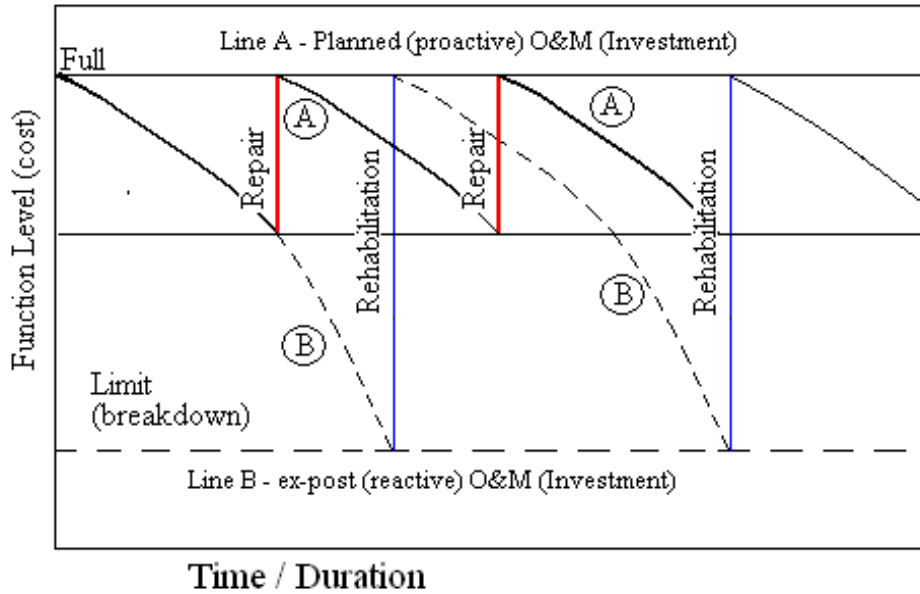


図 4.6 計画的な維持管理の概念

4.3.2 維持管理業務内容

下水道事業における管理業務には、1. 法規・予算・経理、2. 予算執行・契約、3. 資産の管理、4. 利用者への広報、5. 使用料の賦課・徴収、6. 排水設備の指導、7. 事業場廃水の監視・指導、8. 管路施設の維持管理、9. ポンプ場・処理場の維持管理、10. 水質管理、11. 台帳管理、12. 環境保全、13. 衛生管理などがある。これら維持管理の業務内容を、表 4.1 に記述する。

表 4.1 維持管理業務内容

業務分担	主な業務内容
1. 法規・予算・経理	①下水道条例の制定、工場廃水監視業務等の法的支援 ②予算、会計、経理 ③人事、福利厚生、職員の研修
2. 予算執行・契約	①機器、資材、備品の調達 ②工事契約、委託契約
3. 資産の管理	①固定資産の管理 ②営繕
4. 利用者への広報	①供用開始の広報 ②市民(利用者)への啓蒙活動
5. 使用料の賦課・徴収	①利用者調査、使用料の設定・徴収 ②未収使用料調査、未払い者対応
6. 排水設備の指導	①排水設備調査 ②排水設備設置指導、検査
7. 事業場廃水の監視・指導	①下水道使用開始手続き ②除害施設設置指導 ③モニタリング、水質検査 ④立入り検査 ⑤除害施設の維持管理指導、改善指導
8. 管路施設の維持管理	①管路施設の点検及び調査 ②管路施設の清掃及び浚渫 ③管路施設の修繕及び修復 ④管路施設の保護及び防護

業務分担	主な業務内容
9. ポンプ場・処理場の維持管理	
(1) 運転管理業務	①水処理・汚泥処理計画の策定 ②設備機器の運転計画の策定 ③運転管理計画の実施 ④沈砂・スクリーンかす、脱水汚泥の処分計画の作成及び運搬処分作業の実施 ⑤建物・場内の清掃作業、 ⑥運転管理状況の記録及び管理（日報、月報、年報） ⑦異常時、緊急時の対応（事前計画、体制、指揮系統、運転操作）
(2) 保守管理業務	①機械・電気設備の保守点検計画・要領の作成 ②機械・電気設備の保守点検業務の実施
(3) 補修・改築業務	①修繕工事計画の作成及び修繕工事の実施 ②改良・改築工事計画の作成及び工事の設計・発注・監督
10. 水質管理	①水質試験計画、調査・研究計画の作成 ②水質試験、汚泥試験の実施 ③工場廃水の水質試験 ④データの整理・解析・報告書の作成 ⑤運転管理指針の作成及び運転操作変更の指示 ⑥調査・研究の実施 ⑦異常時の対応 ⑧水質機器の調整
11. 台帳管理	①台帳の作成・修正・保管・閲覧 ②図面、図書類の管理
12. 環境保全	①大気測定計画作成及び実施 ②騒音・振動測定計画作成及び実施 ③臭気測定計画作成及び実施 ④放流河川水質測定計画及び実施 ⑤監督官庁への報告（放流水質、処分汚泥性状等）
13. 安全衛生管理	①安全及び衛生管理の状況把握と改善

4.3.3 公権限に基づく維持管理業務

維持管理業務は、排水設備の下水道への接続指導、工場廃水等の水質規制、下水道使用料の賦課などの公権限の行使に関する業務と管きょ・ポンプ場、下水処理場の維持管理に関する業務とに分けられる。

この公権限の行使に関する業務については表 4.2 に示すとおりである。スコピエでは、地方自治法、上水道・下水道法およびスコピエ市の条例によって、下水道料金の賦課・徴収、排水設備の指導監督について、スコピエ市下水道公社に権限が付与されている。しかし、工場等の事業場排水の水質規制については、権限の付与がなされていない。

マケドニアでは、工場廃水の排水規制は環境都市計画省の管轄で、環境法に基づく統合的汚染防止管理（IPPC）制度（パート IV 参照）によりなされることになっている。すなわち、工場廃水処理施設の設置等の指導、監視、立入り検査は環境都市計画省の管轄である。

しかし、下水道が受け入れる工場廃水については、工場廃水以外の事業場排水（ガソリンスタンド等）も含め、下水道施設保護と放流水質確保の観点から、下水道管理者の監視が必要である。よって、下水道管理者には①下水道施設に悪影響を及ぼす工場廃水、②処理困難物質あるいは処理可

能物質でも設定基準を超える工場廃水、を規制する権限（監視、立入り検査等）を付与する必要がある。

この件については、環境都市計画省の権限との調整あるいは両者の協力等が明確になっていないので、今後の検討課題である。

表 4.2 公権限に基づく維持管理業務

業務	内容
公権限に基づく管理	・ 排水設備の下水道への接続指導・監督・処分 ・ 下水道受入工場廃水の水質規制（水質検査、立入り検査、排水停止命令、除害施設の設置指導、改善命令） ・ 下水道使用料の賦課 ・ 下水道の占用許可
管きょ・ポンプ場の管理	・ 点検及び運転 ・ 清掃及び浚渫 ・ 補修及び改良
下水処理場の管理	・ 水・汚泥処理設備の運転管理 ・ 機械・電気設備の保守管理 ・ 水質管理 ・ 汚泥管理 ・ 財産管理

4.3.4 下水処理場の維持管理機能と役割

下水処理場は昼夜を問わず、その機能を十分に発揮できる体制にすることが必要である。下水処理場の維持管理機能と役割は以下のとおりであり、図 4.7 に図示する。

- a) 運転管理：施設の運転操作監視、運転状況の巡視、記録・報告を行う。
- b) 保守管理：施設の定期点検、給油、故障修理を行う。
- c) 水質管理：日常試験・通日試験、汚泥の性状試験等の定期試験、記録・報告を行う。
状況に応じて、処理プロセス運転操作変更等の指示を行う。
- d) 施設管理：施設の巡回監視、建築物（設備）の日常/定期点検、簡易な補修を行う。
- e) 事務：資産管理、予算・会計・経理、人事管理、その他の庶務を行う。

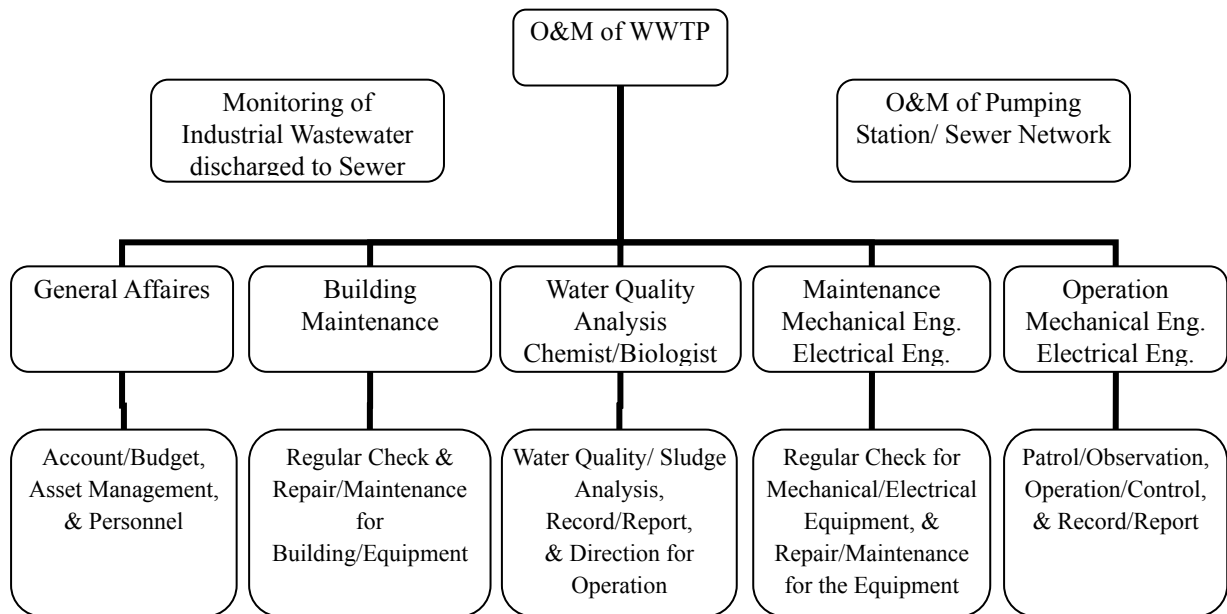


図 4.7 下水処理場の維持管理機能と役割

下水処理場での主な維持管理業務は昼間に行われ、施設の運転操作監視・巡視の他、所定の作業計画に基づいて年間、月間、週間等の定期的な作業を行う。夜間には施設の運転監視、故障時の応急処置など最小限の作業を行うのが一般的である。夜間作業では修復が困難な故障機器の修理・調節などは、勤務職員が多い昼間行う。

なお、事務部門、施設管理部門(保安要員)については、本部の共通部門からの派遣あるいは兼務とすることが望ましい。

その他、スコピエ市の中央処理場において、処理場と一体的に管理することが望ましい業務は、以下のとおりである。

f) ポンプ場の管理：ポンプ場施設の運転管理、保守管理を行う

g) 工場廃水の監視：工場廃水のサンプリングと水質検査を行う。

ポンプ場については、現在スコピエ上下水道公社が巡回管理を行っている。管理するポンプ場は、汚水ポンプ場 8 ヶ所、雨水ポンプ場 3 ヶ所、計 11 ヶ所である。下水処理場の運転開始後、汚水ポンプ場については、下水道システムの一体性から下水処理場との一体的運転管理が必要である。また、雨水ポンプ場についても、汚水ポンプ場と同程度の規模であり、機器類の効率的一体的保守管理の観点から下水処理場との一体的管理が望ましい。このようなことから、下水処理場にポンプ場管理部門を置く。

また、下水処理場の運転開始後は、下水道施設保護と放流水質確保の観点から、下水道に受け入れられる工場廃水は勿論のこと、工場廃水以外の事業場排水（ガソリンスタンド、ランドリー等）についても、監視を行う必要がある。この場合、サンプリング、水質検査は下水処理場の水質管理部門が行うのが効率的である。このため、工場廃水モニタリング部門を下水処理場に置くことが

望ましい。

4.3.5 下水処理場の必要維持管理要員

管理体制を検討するにあたって、専門職員（職種）、管理人員（数）の確保の見込み及び経費等を総合的に勘案する必要がある。特に、管理形態を直営方式にするか民間委託方式にするかによって、事業管理者側の管理体制が大きく異なる。

わが国ではほとんどの市町村で何らかの業務委託を行っており、維持管理体制のスリム化を図っている。さらに近年、性能発注の考え方にに基づき、包括的民間委託により効率化を図る自治体も出てきている。

一方、スコピエ上下水道公社は、現在の上下水道事業を直営で行っており、自前の機械修理工場を運営し、十分な職員、保安要員なども雇用している。下水道事業でいえば、直営の管きょ維持管理部門を有し、5つの地区管理事務所ごとに自前で浚渫・清掃を行っている。

マケドニアでは、Struga/Ohrid 市下水処理場、Kumanovo 市下水処理場等が稼働しているが、表 4.3 に示すようにどちらも、ヨーロッパ諸国の支援を受けながら、地方自治体が直営で維持管理を行っている。

表 4.3 各処理場概要

処理場名	Struga/Ohrid 市下水処理場	Kumanovo 市下水処理場
計画人口	計画人口：120,000PE（人口当量） ＝定住 100,000 人＋観光 20,000 人	計画人口：120,000 人
処理規模	流入水量 43,000m ³ /日（乾季） ～86,000m ³ /日（雨季）	流入水量：18,000m ³ /日
処理方式	OD 法	OD 法
運転開始	1988 年	2006 年
維持管理要員	40 人体制（うち技術者 7 名＝機械 2 名＋電気 2 名＋化学 3 名）	技術者 4 名（機械 1 名、電気 1 名、化学 2 名） 作業員 4 名、保安要員 5 名 計 13 名 （技師 3 名は内部異動、化学 1 名は新規採用で 1 年間のトレーニングを受けた）

マケドニアで民間委託を行うにしても、直営の歴史が長く市場が育っていないため、受け皿となる信頼できる民間業者が存在していない。また、スコピエ上下水道公社は、これまでの直営の実績や実施体制等からみて、スコピエでは初めての処理場管理を直営で行う能力を有していると判断できる。

以上のような検討および日本の類似処理場の直営管理の実績から、処理場運転開始時の必要維持管理要員を以下のように推定した。この集計表を、表 4.4 に示す。この中で、専門職は、機械職(M)、電気職(E)、化学職(C)、生物職(B)である。

- a) 運転管理部門：12 人＝常時日勤 4 人(M2+E2)+交代勤務 2 人(M1+E1)×4 シフト
・巡視、監視、運転操作

- ・記録、報告、連絡
 - b) 保守管理部門：8人=M4人+E4人（目標人員6人）
 - ・機械設備の定期点検、電気設備の定期点検、計器の保守点検
 - ・簡易な故障修理
 - c) ポンプ場管理部門：6人=3チーム×2人(M1+E1)（目標人員4人）
 - ・対象ポンプ場：11箇所（汚水PS:8箇所、雨水PS:3箇所）
 - ・巡回監視、保守点検、簡易な故障修理
 - ・記録、報告、連絡
 - d) 水質管理部門：8人=日常試験6人(C4+B2)+工場廃水等試験2人(C)（目標7人）
 - ・日常/通日試験(流入、処理プロセス、放流、汚泥)
 - ・工場廃水試験(下水道受入)、河川水質試験
 - e) 施設管理部門：6人=事務2人+保安要員1人×4シフト（目標人員5人）
 - ・事務(会計/予算/資産管理)
 - ・施設の巡回監視、建築物(設備)の日常/定期点検、簡易な補修
 - f) 現業部門(脱水汚泥運搬作業他)：14人（汚泥場外搬出作業は外注）
 - ・乾燥汚泥の掻き取り/運搬：4チーム×2人(トラクター運転手+作業員)
(50列×10床=500床/14日=36床/日、36×2/3hrs/7hrs=4チーム)
(10m×20m=200㎡/床、40分/床(掻き取り30分、整地10分))
 - ・清掃作業(しき沈砂/水処理/汚泥処理/水質分析/管理棟)等：6人
 - g) 工場廃水モニタリング部門：6人=2チーム×3人(C1+M/E+作業員)
 - ・対象：250事業場（工場A:50箇所、工場B：100箇所、事業所排水100箇所）
 - ・モニタリング回数：50×4回+100×3回+100×2回=700回/年=3.5箇所/日
 - ・化学職(C)及び機械/電気職(M/E)は水質部門、運転部門兼務、法規事務の支援必要
- 合計：56人（専門職34人：機械13、電気13、化学6、生物2）、（目標人員50人）

表 4.4 中央下水処理場の維持管理人員（推定）

管理部門	推定人員 (開始時)	内訳 (M:機械職、E:電気職、C:化学職)	目標人員 (将来)
1.運転管理部門	12人	日勤4人+交代勤務8人(4シフト)	12人
2.保守管理部門	8人	M4人+E4人	6人
3.ポンプ場管理部門	6人	3チーム×2人(M1+E1)	4人
4.水質管理部門	8人	日常試験6人+工場廃水等2人	7人
5.施設管理部門	6人	事務2人+保安要員1人×4シフト	5人
6.現業部門	14人	乾燥汚泥4チーム×2人+清掃6人	14人
7.工場廃水監視部門	6-4人	2チーム×3人(C,M/Eは兼務)	2人
合計	56人	M:13人、E:13人、C:6人、生物:2人、	50人

以上のように、いくつかの仮定をおき推定した結果、必要維持管理要員数は56人となった。これは、上下水道公社の現体制を反映した、運転開始当初の陣容と考えることができる。その後、処理場の運転管理の経験を積み業務に精通してくれば、運転管理部門がポンプ場の維持管理業務を一部兼ねることも可能になるし、夜間勤務体制の効率化により保安要員の削減も可能となると思われる。このような期待をこめて、目標管理人員を50人とした。

また、専門職を機械 13 人、電気 13 人、化学 6 人、生物 2 人、合計 34 人と想定したが、公社内部の異動で大部分は充足させることができる。ただ、水質職等一部については、外部採用により補うことが必要になる可能性がある。いずれにしても、マケドニアにとって、これだけ大規模な下水処理場の運転管理は初めてなので、維持管理要員の計画的な養成・研修は重要である。

前述したような水質管理業務を行うため、スコピエ上下水道公社の現水質試験所とは別に、下水処理場に水質試験室を設置することになる。水質試験所から必要な水質試験機器類について設置要望があり、この要望リストを基に処理場の維持管理および水質管理上必要と思われる主な水質試験機器を表 4.5 にまとめた。その他、スコピエ市の下水道 M/P (1999 年 10 月) の付属報告書にも様々な水質機器が列挙されているので、これらを参考に必要な水質機器をそろえる必要がある。

表 4.5 主な水質機器リスト

* pH メーター	* DO メーター	* 電気伝導度計
* ORP メーター	* 流量計	* 天秤
* 乾燥器	* 湯浴器	* 磁気攪拌器
* 真空ポンプ	* 遠心分離器	* 恒温室
* ふらん器	* 電気炉	* 自動採水装置
* 分光光度計	* 原子吸光光度計	
* ガスクロマトグラフ または イオンクロマトグラフ	* TOC/N.	

また、前述したように、公社の管きょ維持管理部門は 5 つの地区管理事務所ごとに直営で浚渫・清掃を行っている。本プロジェクトによって新たにφ1000～φ1800 の遮集管が建設されるが、公社は既にこの口径と同等の管きょを清掃してきている実績がある。清掃方法については、日本と同様に、人力及び高圧洗浄によりマンホールに堆積物を集め、吸引車で地上へ吸い上げる。この浚渫用の機械は最新のものでも 20 年以上を経過し、自前の修理工場で修理しながら使っているのが現状である。老朽化が著しいこれらの浚渫機械を更新し、作業の効率化を図る必要がある。表 4.6 に買換えが必要な機材リストを示す。

表 4.6 管きょ清掃用機材リスト

機材	必要台数
管きょ点検カメラ (Wheel Camera) (Portable Video Camera)	1 セット×5 地区=5 セット
高圧洗浄車 (+各種ノズル)	1 台×5 地区=5 台
ポータブルミニジェット	1 台×5 地区=5 台
強力吸引車	1 台×5 地区=5 台
バケットマシーン	1 台×5 地区=5 台
ミニホイールローダー：バケットマシンの土砂浚渫用	1 台×5 地区=5 台

4.3.6 維持管理に必要な資格者

下水道を管理するにあたり、法令で定められた資格者の配置が必要となる。下水処理場供用開始時には、それら必要となる資格者を用意しなければならないので、事前に計画的に資格者の養成、資格取得を行う必要がある。マケドニア政府、スコピエ上下水道公社に対し、日本の事例（表 4.7

参照)を紹介し、マケドニアの法令で求められる資格者の種類・レベル等について、調査することとした。

下水処理場の供用開始にあたり必要となる資格者は、以下のように分類される。

- a) 処理場の規模や設備の種類に関係なく、必須となる資格者
- b) 処理場の施設や設備の規模に関連して必要となる資格者
- c) 処理場で特定の設備を設置し、または使用するときに必要となる資格者
- d) 処理場で特定の作業を行うときに必要となる資格者

以下に、維持管理に必要な資格者について日本の事例を紹介する。

- a) 処理場の規模や設備の種類に関係なく、必須となる資格者

日本では、処理場の規模や設備の種類に関係なく必須となる資格者には、下水道法による「維持管理資格者」と労働安全衛生法による「酸素欠乏危険作業主任者」がある。

下水道法では、処理施設・ポンプ施設の維持管理は所定の「維持管理資格者」以外の者に行わせてはならないとしており、必要な資格要件を定めている。

下水道施設には、下水管・マンホール、沈砂池、ポンプ井、導水きょ、沈殿池、汚泥貯留槽、消化タンク等、多数の施設が酸素欠乏危険場所に該当する。「酸素欠乏危険作業主任者」は、「酸素欠乏危険作業保安管理要綱」を作成し、このような危険場所には注意標識を置き、硫化水素濃度の測定を行うなどして作業をおこなう必要がある。

- b) 処理場の施設や設備の規模に関連して必要となる資格者

日本では、自家用電気工作物の設置者は、電気工作物の使用の開始前に保安規定を作成し、「電気主任技術者」を選任し、経済産業大臣に届けなければならないとされている。さらに、最大電力 500kw 未満の自家用電気工作物の作業を行う場合は、「第1種電気工事士」の資格を求められる。

また、処理場には通常、非常用発電装置とその燃料貯蔵施設が設置される。日本の消防法によれば、貯蔵所で重油を取り扱う場合は「危険物取扱者」の立会いが必要と定めている。

処理場の従業員数が 50 名を越える場合には、「安全管理者・衛生管理者」を選任し、所轄の労働基準監督署に届けなければならない。また、従業員数が 10～50 名未満の場合は、「安全衛生推進者」を選任する必要がある。

- c) 処理場で特定の設備を設置し、または使用するときに必要となる資格者

処理場で、加温式嫌気性消化タンクを設置して使用する場合は、「ボイラ技士」をおき、作業の区分に応じて「ボイラ取扱作業主任者」を選任し、所轄の労働基準監督署に届けなければならない。

塩素滅菌設備等で、50kg 入りの特定高圧ガスボンベを 20 本以上置く場合には、「特定高圧ガス取扱主任者」を選任し、都道府県知事に届けなければならない。また、塩素、硫化水素等の特定化学物質を取り扱う場合は、「特定化学物質等作業主任者」を選任しなければならない。

d) 処理場で特定の作業を行うときに必要となる資格者

処理場でアセチレン溶接作業を行う場合は、「ガス溶接作業主任者」を選任し、作業を行わせなければならない。また、吊り上げ荷重 1t 以上のクレーンで、玉掛け作業を行う場合は、「玉掛け技能者」を選任し、作業を行わせなければならない。

水質分析等により特別管理産業廃棄物（酸、アルカリ、廃油等）を生じる処理場では、「特別管理産業廃棄物管理責任者」を置かなければならない。

表 4.7 下水処理場の維持管理に必要な資格者（日本の事例）

The following qualifications are usually required for large scale WWTP in Japan.

	Qualifications	Intended facility/equipment/material/work	Role	Law/Ordinance/Regulation in Japan
1	Qualified sewerage engineer	O&M of WWTP		“Sewerage Law”
2	Safety and hygiene administrator	Workshop of 50 workers and more	Safety and hygiene control at the site	“Industrial Safety and Health Law”
3	Oxygen deficiency danger work chief	Oxygen deficiency danger place; Sewer, Pumping well, Digestion tank, Sludge storage tank, etc.	Work direction, gas measurement, detector check, etc.	“Industrial Safety and Health Law” and “Ordinance on Prevention of Anoxia”
4	Chief electrical engineer	Electric facility	Safety inspection for O&M	“Electric Utility Law”
5	Electric work technician	Electric facility/work	Electric work	“Electric Work Technician Law”
6	Dangerous material handler	Oil storage/handling place; Oil storage tank, Generator	Oil handling and the inspection/direction	“Fire Defense Law”
7	Boiler handling chief	Boiler for heating type digestion tank	Boiler handling work	“Industrial Safety and Health Law” and “Ordinance on safety of
8	Specified high-pressure gas handling chief	20 and more units of high-pressure gas cylinder (50kg/unit) for chlorine disinfection facility	Safety of high-pressure gas use	“High Pressure Gas Safety Law”
9	Specified chemical material work chief	Production/handling of HCl, H ₂ SO ₄ , H ₂ S, etc. for chlorine disinfection facility, except examination/research	Work direction	“Industrial Safety and Health Law”
10	Gas welding work chief	Welding equipment	Work direction, inspection, etc.	“Industrial Safety and Health Law”
11	Crane technician	Crane of 1ton and more	Crane operation	“Industrial Safety and Health Law”
12	Specified control industrial waste chief administrator	Waste acid/alkali/oil from heavy metal analysis and specified control industrial waste from sludge treatment process	Appropriate treatment of specified control industrial waste	“Waste Disposal and Public Cleansing Law”

The following qualifications are not usually required for WWTP in Japan.

13	Radiation handling chief	Not required for certification equipment (ECD for gas chromatography)	Radiation hazardous prevention	“Laws concerning the Prevention from Radiation Hazards due to Radioisotopes and Others”
14	Specified poisonous material researcher	Parathion/ methyl parathion/ methyl demeton for analysis of organic phosphorus. Not required for usual water quality analysis.	Handling specified poisonous material	“Poisonous and Deleterious Substances Control Law”

4.3.7 維持管理技術者の研修

下水処理場の建設時期が決まれば、処理場の運転開始に向けて数年前からさまざまな準備をスタートさせる必要がある。具体的には、以下のとおりである。

- a) 法令・規則の整備
- b) 維持管理体制の確立

- c) 維持管理技術者の確保・養成
- d) 必要な資格者の確保・養成
- e) 予算の確保
- f) 内部規則・要綱等の整備
- g) 台帳・日報・月報の整備
- h) 備品・消耗品の購入
- i) 市民・利用者への広報

このうち、維持管理技術者及び資格者の確保は、最重要課題である。下水処理場の維持管理においては、機械・電気・化学・生物学だけでなく、土木・建築及び下水道の法律・経営等、多岐にわたる専門的知識及び技術が必要である。数年後のスコピエ市中央下水処理場の運転開始に向けて、維持管理に携わる職員の能力開発・向上を図るため、計画的・効果的に研修を行う必要がある。

研修計画は、次の点を考慮して作成する必要がある。

- a) 対象技術（専門研修、資格取得研修、専門技能訓練）
- b) 対象者（管理職、専門職員、新入・転入職員）
- c) 手法（集合研修、専門研修機関、現場技能訓練、海外・国内）
- d) カリキュラム・頻度・期間・時期
- e) 評価方法

特に、維持管理業務は現場における実務の蓄積・経験が重要であり、実務と理論を同時並行的に習得できるように、処理場での実地研修を行う等 OJT 研修を研修計画に組込む必要がある。

大まかな研修計画骨子について、以下検討する。

a) 対象技術および対象者

- ・ 処理場の運転管理：主たる対象者は機械職、電気職、他に化学・生物職
- ・ 水質分析業務：対象者は化学職、生物職
- ・ 工場廃水監視業務：主たる対象者は化学職、機械・電気職、法律職
- ・ 管理職研修：主たる対象者は処理場長候補者、係長候補者、他に本部管理職
- ・ 資格者研修：国内法令に基づき必要となる資格者に、法令に基づく講習・研修等

b) 手法および期間・時期等

- ・ 日本での管理職研修：管理職 10 名×2 週間、処理場運転開始 2 年前
- ・ ヨーロッパでの実務者研修：処理場勤務予定者 34 名×2 週間、同上 1 年前
- ・ 水質分析者研修所：水質分析初心者 3 名×2 ヶ月、同上 1 年前
- ・ 処理場研修(OJT)：派遣専門家 4 名(機械・電気・水質・工場廃水)×8M/M、
処理場運転開始 1 年前から 1 年後の 2 年間

4.4 水質管理および汚泥管理

4.4.1 下水処理場からの放流水質規制

下水処理場からの放流水質は、水法におよび今後制定される同法の政令・規則によって規制される。水法では、下水処理場からの放流水は、公認の水質分析機関あるいは認可を受けた自身の水質分析室によって分析・監視され、水法の排水基準に適合しない場合に罰則規定が適用される。

水法の排水基準については、EU の都市下水処理指令(91/271/EEC)に基づき、2010 年までに同法の政令あるいは規則として制定される予定である。スコピエ市下水処理場に適用される予定の EU の排水基準を表 4.8 に示す。あわせて、参考までに、富栄養化あるいはそのおそれがある“sensitive area”に排出する場合の排水基準を表 4.9 に示す。

表 4.8 都市下水処理場からの排水基準 (91/271/EEC)

水質項目	濃度	除去率
BOD (20℃,硝化抑制型)	25 mg/l	70-90 %
COD	125 mg/l	75 %
TSS	35 mg/l	90 %(任意)

注) 濃度あるいは除去率が適用される。
(その他の注釈、測定方法は省略)

表 4.9 都市下水処理場から富栄養化"sensitive area"への排水基準 (91/271/EEC)

水質項目	濃度 (P.E.は人口当量)	除去率
TP	2 mg/l (10,000 - 100,000 P.E.)	80 %
	1 mg/l (more than 100,000 P.E.)	
TN	15 mg/l (10,000 - 100,000 P.E.)	70-80 %
	10 mg/l (more than 100,000 P.E.)	

注) 一つあるいは二つの水質項目が適用される。
注) 濃度あるいは除去率が適用される。
(その他の注釈、測定方法は省略)

一方、IPPC 制度では、規模が大きい事業場または有害性の高い物質を扱う事業場を A 分類とし環境都市計画省が主管機関として管理し、またそれ以外の有害物質を取り扱う中小事業場を B 分類とし地方自治体が管理することとなっている。工場廃水については、この IPPC 制度によって定められる予定の排水基準によって、重金属等有害物質の排水規制が行われ、違反した場合その罰則規定が適用される。現在、公共施設のうち都市廃棄物施設は A 分類に指定されているが、下水処理施設は A 分類、B 分類とも指定されていない。よって、下水処理場を IPPC 制度の規制対象にするのであれば、これに指定する必要がある。

工場廃水を受け入れる下水処理場が IPPC 制度の対象にならない場合は、有害物質排水規制の抜け穴をふさぐためにも、今後水法の政令・規則で定める予定の排水基準に有害物質に関する項目を規定する必要がある。

今回、下水処理場放流水の水質管理目標として、中央下水処理場に適用されると想定される仮の排水基準 (表 4.10) を作成した。これは、日本の水質汚濁防止法の排水基準の項目から、表 4.8、

表 4.9 の水質項目（BOD、COD、TSS、TN、TP）を除いたものである。

ちなみに、日本での下水処理場に対する水質規制は、下水道法および水質汚濁防止法によってなされている。

下水道法では、下水道からの放流水質は、政令で定める「技術上の基準」に適合することが求められている。その「技術上の基準」として、一律基準（水素イオン濃度 5.8 以上 8.6 以下、大腸菌群数 3000 個/cm³、浮遊物質 40mg/l 以下）と下水道管理者が定める計画放流水質（BOD: 10 以下/15 以下、窒素含有量 10 以下/20 以下、りん含有量 0.5 以下/1 以下/3 以下等の各水質項目の区分の組み合わせ）、その他雨天時の合流式下水道からの水質基準（BOD）が定められている。

水質汚濁防止法で、下水処理場は規制が適用される事業場に該当し、放流水の排水基準は、重金属等の有害物質に係るもの、その他の水質項目に係るもの（表 4.11）が定められている。また、湖沼、閉鎖性水域等の地域条件により、都道府県知事は条例でさらに厳しい排水基準（上乗せ基準）を定めることができる。これら水質汚濁防止法の排水基準に適合しない放流水を排出した場合には、罰則規定が適用される。

下水道法の政令で定める技術上の基準（浮遊物質、BOD、窒素含有量、りん含有量）は、水質汚濁防止法の排水基準（表 4.12）のそれよりも厳しい値となっている。

なお、上記の一律基準および計画放流水質に掲げる項目について、水質汚濁防止法の上乗せ基準によって厳しい排水基準が定められ、または同表の項目以外の項目についても排水基準が定められた場合には、その排水基準が当該項目の排水基準となる。

表 4.10 中央下水処理場に適用されると想定される仮の排水基準

	Parameter	Unit	permissible limit
General parameter	pH		5.8 to 8.6
	Coliform group count	CFU	3000
	n-hexane extract	Mineral oil	mg/l
		Animal and vegetable oil	mg/l
	Phenol	mg/l	5
	Copper (Cu)	mg/l	3
	Zinc (Zn)	mg/l	2
	Iron (Fe)	mg/l	10 (soluble)
	Manganese (Mn)	mg/l	10 (soluble)
Toxic substances	Total chromium (Cr)	mg/l	2
	Cadmium (Cd)	mg/l	0.1
	Cyanide (CN)	mg/l	1
	Organic phosphorus	mg/l	1
	Lead (Pb)	mg/l	0.1
	Hexavalent chromium (Cr ⁶⁺)	mg/l	0.5
	Arsenic (As)	mg/l	0.1
	Total mercury (T-Hg)	mg/l	0.005
	Alkyl-Hg	mg/l	ND
	Poly Biphenyl Chloride (PCB)	mg/l	0.003
	Tri-chloroethylene	mg/l	0.3
	Tetrachloroethylene	mg/l	0.1
	Di-chloromethane	mg/l	0.2
	Butyl chloride carbon (CCl ₄)	mg/l	0.02
	1,2-dichloroethane	mg/l	0.04
	1,1-dichloroethylene	mg/l	0.2
	cis-1,2-dichloroethylene	mg/l	0.4
	1,1,1-trichloroethane	mg/l	3
	1,1,2-trichloroethane	mg/l	0.06
	1,3-dichloropropene	mg/l	0.02
	Thiuram	mg/l	0.06
	Simazine	mg/l	0.03
	Thiobencarb	mg/l	0.2
	Benzene	mg/l	0.1
	Selenium (Se)	mg/l	0.1
	Boric acid (B)	mg/l	10
	Fluorine (F)	mg/l	8

(Note)

1. Discharge volume is the daily average
2. The criteria of each parameter is possible to change more strict or add parameters by local government.

表 4.11 排水基準を定める省令に基づく排水基準

(有害物質による排出水の汚染状態)

1. 有害物質による排出水の汚染状態	
有害物質の種類	許 容 限 度
カドミウム及びその化合物	1Lにつきカドミウム 0.1mg
シアン化合物	1Lにつきシアン 1mg
有機りん化合物(パラチオン、メチルパラチオン、メチルジメトン及びEPNに限る)	1Lにつきりん 1mg
鉛及びその化合物	1Lにつき鉛 0.1mg
六価クロム化合物	1Lにつき六価クロム 0.5mg
砒素及びその化合物	1Lにつき砒素 0.1mg
水銀及びアルキル水銀その他の水銀化合物	1Lにつき水銀 0.005mg
アルキル水銀化合物	検出されないこと
ポリ塩化ビフェニル	1Lにつき 0.003mg
トリクロロエチレン	1Lにつき 0.3mg
テトラクロロエチレン	1Lにつき 0.1mg
ジクロロメタン	1Lにつき 0.2mg
四塩化炭素	1Lにつき 0.02mg
1, 2-ジクロロエタン	1Lにつき 0.04mg
1, 1-ジクロロエチレン	1Lにつき 0.2mg
シス-1, 2-ジクロロエチレン	1Lにつき 0.4mg
1, 1, 1-トリクロロエタン	1Lにつき 3mg
1, 1, 2-トリクロロエタン	1Lにつき 0.06mg
1, 3-ジクロロプロペン	1Lにつき 0.02mg
チウラム	1Lにつき 0.06mg
シマジン	1Lにつき 0.03mg
チオベンカルブ	1Lにつき 0.2mg
ベンゼン	1Lにつき 0.1mg
セレン及びその化合物	1Lにつき 0.1mg
ほう素及びその化合物	海域以外の公共用水域に排出されるもの 1Lにつき 10mg
ふっ素及びその化合物	海域に排出されるもの 1Lにつき 230mg 海域以外の公共用水域に排出されるもの 1Lにつき 8mg
アンモニア、アンモニウム化合物 亜硝酸化合物及び硝酸化合物	海域に排出されるもの 1Lにつき 15mg 1Lにつきアンモニア性窒素に 0.4 を乗じたもの、亜硝酸性窒素及び硝酸性窒素の合計量 100 mg
備考	
1. 「検出されないこと。」とは、省令第2条の規定に基づき環境大臣が定める方法により排出水の汚染状態を検定した場合において、その結果が当該検定方法の定量限界を下回ることをいう。 2. 砒素及びその化合物についての排水基準は、水質汚濁防止法施行令及び廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行令の一部を改正する政令(昭和49年政令第363号)の施行の際現にゆう出している温泉(温泉法(昭和23年法律第125号)第2条第1項に規定するものをいう。以下同じ。)を利用する旅館業に属する事業場に係る排出水については、当分の間、適用しない。	

(その他の排出水の汚染状態)

2. その他の排出水の汚染状態		
項 目		許 容 限 度
水素イオン濃度(水素指数)		海城以外の公共用水域に排出されるもの 5.8 以上 8.6 以下 海城に排出されるもの 5.0 以上 9.0 以下
生物化学的酸素要求量	(mg/L)	160(日間平均 120)
化学的酸素要求量	(mg/L)	160(日間平均 120)
浮遊物質	(mg/L)	200(日間平均 150)
ノルマルヘキサン抽出物質含有量		
(鉱油類含有量)	(mg/L)	5
ノルマルヘキサン抽出物質含有量		
(動植物油脂類含有量)	(mg/L)	30
フェノール類含有量	(mg/L)	5
銅含有量	(mg/L)	3
亜鉛含有量	(mg/L)	5
溶解性鉄含有量	(mg/L)	10
溶解性マンガン含有量	(mg/L)	10
クロム含有量	(mg/L)	2
大腸菌群数	(個/cm ²)	日間平均 3,000
窒素含有量	(mg/L)	120(日間平均 60)
りん含有量	(mg/L)	16(日間平均 8)
備 考		
1. 「日間平均」による許容限度は、1日の排出水の平均的な汚染状態について定めたものである。 2. この表に掲げる排水基準は、1日当たりの平均的な排出水の量が50m ³ 以上である工場又は事業場に係る排水水について適用する。 3. 水素イオン濃度及び溶解性鉄含有量についての排水基準は、硫黄鉱業(硫黄と共存する硫化鉄鉱を掘採する鉱業を含む。)に属する工場又は事業場に係る排水水については適用しない。 4. 水素イオン濃度、銅含有量、亜鉛含有量、溶解性鉄含有量、溶解性マンガン含有量及びクロム含有量についての排水基準は、水質汚濁防止法施行令及び廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行令の一部を改正する政令の施行の際現にゆう出している温泉を利用する旅館業に属する事業場に係る排水水については、当分の間、適用しない。 5. 生物化学的酸素要求量についての排水基準は、海城及び湖沼以外の公共用水域に排出される排水水に限って適用し、化学的酸素要求量についての排水基準は、海城及び湖沼に排出される排水水に限って適用する。 6. 窒素含有量についての排水基準は、窒素が湖沼植物プランクトンの著しい増殖をもたらすおそれがある湖沼として環境大臣が定める湖沼、海洋植物プランクトンの著しい増殖をもたらすおそれがある海城(湖沼であって水の塩素イオン含有量が1Lにつき9,000mgを超えるものを含む。以下同じ。)として環境大臣が定める海城及びこれらに流入する公共用水域に排出される排水水に限って適用する。 7. りん含有量についての排水基準は、りんが湖沼植物プランクトンの著しい増殖をもたらすおそれがある湖沼として環境大臣が定める湖沼、海洋植物プランクトンの著しい増殖をもたらすおそれがある海城として環境大臣が定める海城及びこれらに流入する公共用水域に排出される排水水に限って適用する。		

4.4.2 放流水の水質測定

EUの都市下水処理指令によれば、排水基準を遵守しているかどうかを監視するための水質測定について、以下のように定めている。

a) サンプリング

- ・ 処理場の放流口、必要であれば流入口で、流量比例あるいは時間ごとの24時間サンプルを採取する。

b) 年間の最小採取サンプル数

- ・ 処理場の規模によって決まり、1年間定期的な間隔で採取する。
- ・ 最初の年の最小採取サンプル数は、2,000～9,999 P.E.の規模で 12 サンプル、10,000～49,999P.E.の規模も 12 サンプル、50000 P.E.以上の規模で 24 サンプルである。
- ・ 最初の年が EU 指令の放流基準を満足すれば、2年目以降は年間 4 サンプルでよい。

- ・ 2年目以降、4サンプルの1つが基準を満足しなかった場合、初年度と同じサンプルを採取しなければならない。
- c) 放流水質が排水基準を満足したかどうかの判断
- ・ 年間に採取されたサンプル数に応じて、排水基準を満足しないことが許される最大のサンプル数を、一覧表に示している。
 - ・ 毎日(365回)測定の場合は25サンプル、3日に1回の場合は10サンプル、週1回は5サンプル、月1回は2サンプル、年間4回なら1サンプルである。

4.4.3 工場廃水等の事業場排水管理

下水処理場の運転開始後は、特別の事情がない限り、区域内の工場その他の事業場からの排水は下水処理場に流入する。これら工場廃水、事業所排水の中に、①下水道施設に損傷等を与える物質、②下水処理場の処理機能を阻害する物質が含まれていると、下水道施設の保護、放流水の水質管理に重大な支障をきたすことになる。

このためマケドニアでは、水法、上水道・下水道法によって、下水道に悪影響を与えるこれらの工場廃水を下水道に排出する際の排出規制、監視、除害施設の設置を義務付けている。下水道への排除基準については、スコピエ上下水道公社（スコピエ市）の排除基準（表 4.12）があるが、実態に即していない。

表 4.12 工場廃水の下水道受け入れ基準

項目	単位	基準値
BOD	mg/l	1,000
COD	mg/l	2,000
pH	-	6-8.5
pH at waters that consist of metal	-	7-10
Temperature	°C	40
All matters (dry matters)	mg/l	3,000
Precipitation 1 by 3 sediments	m ³ /l	200
Oil and derives of oil	mg/l	50
Fat	mg/l	55
Total soap	mg/l	10
Phenol and its derivatives	mg/l	30
Mercury	mg/l	0.005
Copper	mg/l	0.5
Nickel	mg/l	0.1
Chromium Cr ³⁺	mg/l	0.5
Chromium Cr ⁶⁺	mg/l	0.1
Lead	mg/l	0.5
Varium	mg/l	4
Iron	mg/l	55
Potassium	mg/l	4
Fluor	mg/l	50
Arsenic	mg/l	0.5
Zinc	mg/l	2.0
Selenium	mg/l	0.1
Cadmium	mg/l	0.3
Silver	mg/l	0.1

項目	単位	基準値
Free chlorine	mg/l	0.5
Cyanide	mg/l	0.2
Calcium Carbide (CaC ₂)	mg/l	0
Magnesium	mg/l	200
Chloride	mg/l	400
Sulphate	mg/l	300
Sulfide	mg/l	1
Thiocyanide	mg/l	50
Nitrate	mg/l	50
Nitrite	mg/l	30
Hydrogen sulfide	mg/l	0
Tetra-Chlorethylene	mg/l	0
Tri-Chlorethylene	mg/l	0
Chloroform	mg/l	0
Ether	mg/l	0

出典：スコピエ上下水道公社

工場廃水の排水規制・監視・立入り検査等は、環境都市計画省の管轄であるが、下水道施設保護と放流水質確保の観点から、下水道管理者にこれら工場廃水および除害施設を監視する権限を移譲する必要がある。

下水処理場の運転開始までには、新水法に調和する工場廃水等事業場排水の下水道への排除基準を制定する必要がある。今回の調査では、この下水道排除基準を、上記上下水道公社の排除基準、日本（岡山市）の排除基準を参考に、工場廃水管理および水質モニタリングに関するセミナーで提案している。

表 4.13 排除基準（岡山市）

		Parameter		Unit	Specified enterprise		Other enterprise	
					More than 50 m ³ /day	Less than 50 m ³ /day	More than 50 m ³ /day	Less than 50 m ³ /day
Criteria by local ordinance	General parameter	Temperature		°C	45	45	45	45
		pH		-	5 to 9	5 to 9	5 to 9	5 to 9
		BOD		mg/l	600	-	600	-
		Suspended solid (SS)		mg/l	600	-	600	-
		n-hexane extract	Mineral oil	mg/l	5	5	5	5
			Animal and vegetable oil	mg/l	30	-	30	-
Criteria by governmental law		Indine (I ₂) consumption		mg/l	220	220	220	220
		Phenol		mg/l	5	5	5	5
		Cupper (Cu)		mg/l	3	3	3	3
		Zinc (Zn)		mg/l	2	2	2	2
		Iron (Fe)		mg/l	10 (soluble)	10 (soluble)	10 (soluble)	10 (soluble)
		Manganese (Mn)		mg/l	10 (soluble)	10 (soluble)	10 (soluble)	10 (soluble)
	Total chromium (Cr)		mg/l	2	2	2	2	
	Toxic substa nces	Cadmium (Cd)		mg/l	0.1	0.1	0.1	0.1
		Cyanide (CN)		mg/l	1	1	1	1
		Organic phosphorus		mg/l	1	1	1	1

	Parameter	Unit	Specified enterprise		Other enterprise	
			More than 50 m ³ /day	Less than 50 m ³ /day	More than 50 m ³ /day	Less than 50 m ³ /day
	Lead (Pb)	mg/l	0.1	0.1	0.1	0.1
	Hexavalent chromium (Cr ⁶⁺)	mg/l	0.5	0.5	0.5	0.5
	Arsenic (As)	mg/l	0.1	0.1	0.1	0.1
	Total mercury (T-Hg)	mg/l	0.005	0.005	0.005	0.005
	Alkyl-Hg	mg/l	ND	ND	ND	ND
	Poly Biphenyl Chloride (PCB)	mg/l	0.003	0.003	0.003	0.003
	Tri-chloroethylene	mg/l	0.3	0.3	0.3	0.3
	Tetrachloroethylene	mg/l	0.1	0.1	0.1	0.1
	Di-chloromethane	mg/l	0.2	0.2	0.2	0.2
	Butyl chloride carbon (CCl ₄)	mg/l	0.02	0.02	0.02	0.02
	1,2-dichloroethane	mg/l	0.04	0.04	0.04	0.04
	1,1-dichloroethylene	mg/l	0.2	0.2	0.2	0.2
	Cis-1,2-dichloroethylene	mg/l	0.4	0.4	0.4	0.4
	1,1,1-trichloroethane	mg/l	3	3	3	3
	1,1,2-trichloroethane	mg/l	0.06	0.06	0.06	0.06
	1,3-dichloropropene	mg/l	0.02	0.02	0.02	0.02
	Thiuram	mg/l	0.06	0.06	0.06	0.06
	Simazine	mg/l	0.03	0.03	0.03	0.03
	Thiobencarb	mg/l	0.2	0.2	0.2	0.2
	Benezene	mg/l	0.1	0.1	0.1	0.1
	Selenium (Se)	mg/l	0.1	0.1	0.1	0.1
	Boric acid (B)	mg/l	10 (230)	10 (230)	10 (230)	10 (230)
	Fluorine (F)	mg/l	8 (15)	8 (15)	8 (15)	8 (15)
	T-N as N	mg/l	240	-	240	-
	T-P as P	mg/l	8 (32)	-	8 (32)	-
	Dioxin	pg-TE Q/l	10	10	10	10

注:

1. Column : direct punishment, : regulated criteria for pre-treatment facility
2. Discharge volume is the daily average
3. Criteria in parentheses for boronic acid, fluorine is used in case municipal wastewater discharges its effluent to the sea or for designated areas.
4. Criteria of T-N and T-P the criteria in designated areas
5. The criteria of each parameter is possible to change more stricter or add parameters by local government.

ちなみに、日本では下水道法で一定の基準を設け、下水道管理者に工場・事業場排水を規制する権限を与えている。下水道法による水質規制の概要を表 4.14 に示し、事業場排水の下水道への排除基準を次に示す。

表 4.14 下水道法による事業場排水規制

規則の目的	規制の手段	下水排除基準	対象事業所
下水道施設の保護	除害施設の設置等	条例で制定	排水区域内の事業所
放流水の水質保護	直罰適用による下水排除制限	政令で規定 (処理困難物質)	処理区域内の特定事業所
		条例で制定 (処理可能物質)	
	除害施設の設置等	条例で制定	処理区域内の事業所

a) 下水道施設保護のための下水排除基準

下水道施設保護のための水質規制は、管きょ・ポンプ場等下水道施設の機能低下あるいは損傷防止を目的としている。

下水道管理者は、下水道を使用するすべての事業所に対し、政令で定める排除基準の範囲において、条例で排水水質の規制をすることができる。政令で定める基準は、温度:45 度以上、水素イオン濃度:5 以下 9 以上、ノルマルヘキサン抽出物質:鉱油類含有量 5mg/l を超えるもの、動植物油脂類含有量 30 mg/l を超えるもの、沃素消費量:220 mg/l 以上であるもの、である。

b) 放流水水質確保のための下水排除基準

放流水質確保のための水質規制は、下水処理場で処理できない物質の流入防止および下水処理場の処理機能阻害による処理水質の悪化防止が目的である。

下水道管理者は、この目的のために下水排除基準に適合しない水質の排水が排除されたときに、行政命令を行わずに直ちに罰則が適用できる。この直罰規制の対象事業場は、①1 日 50m³ 以上の排水を排除する特定事業場、②特定事業場のうち有害物質を扱う事業場、である。

この目的のための下水排除基準は、下水処理場で処理することが困難な物質と処理可能な物質に分けて設定される。

処理困難物質の下水排除基準は、一律基準として 33 項目が政令で定められている。この 33 項目は、表 4.11 のカドミウムからふっ素及びその化合物までの 26 項目と表 4.12 のフェノールからクロム含有量までの 6 項目にダイオキシン（10 ピコグラム/l 以下）を加えたものである。

また、処理場で処理可能な物質の下水排除基準は、政令で定める基準に従い、下水道管理者が条例で下水排除基準を定めることができる。ただし、条例で定める基準は、政令で定める基準より厳しくして、下水道利用者に不当な義務を課してはならないとされている。なお、製造業、ガス供給業の施設については、要件を満たせばさらに基準を強化することができる。

c) 除害施設の設置にかかる基準

除害施設の設置にかかる基準値は、これらの基準に準ずるものとしている。

下水道管理者が行う工場廃水および除害施設の監視業務には、以下の業務がある。水質分析担当者だけでなく、技術的な分野では処理場の運転管理担当者、事務的な部門では、法規担当者、上下水道使用料担当の関与が不可欠である。

- ①規制対象施設の調査・把握
- ②下水道使用開始手続き
- ③除害施設設置指導
- ④モニタリング、水質検査
- ⑤立入り検査
- ⑥除害施設の維持管理指導
- ⑦除害施設の改善指導

4.4.4 汚泥管理および環境項目の管理

a) 汚泥等の処理処分

下水処理の結果として、沈砂、スクリーンかす、下水汚泥が発生する。これら下水汚泥等を適正に処理処分することは、排水基準を遵守することと並んで処理場の維持管理上最も重要なことである。このため、下水処理場の運転開始にあたり、沈砂・スクリーンかす、下水汚泥の処分計画を作成する必要がある。

これら汚泥等の処分方法には、①一般廃棄物としての埋立て処分、②産業廃棄物としての埋立て処分、③農業利用等がある。マケドニアでは、これらに関する廃棄物処理法、肥料取締法において、下水汚泥の扱いや規制基準が明確になっていない。

近い将来には、関連する EU 指令にある埋立て処分の規制基準、農業利用施用基準を準用して、下水汚泥への適用が図られる予定である。EU の規制基準は Basic Plan 第3章 3.1.7 に載せている。

沈砂・スクリーンかすは埋立て処分が可能であると思われるが、下水汚泥については工場廃水をいかに規制するかが、適正かつ有効な汚泥処分の鍵となる。汚泥処分計画の作成では、まず汚泥の性状を検査し、重金属等の含有量により、農業利用が可能か、一般廃棄物処分場で処分するか、有害廃棄物処分場(計画)で処分するか、を判断する必要がある。

一般廃棄物としての処分が可能であれば、現在稼動している一般廃棄物処分場（Drisla）で処分できる。この場合、下水汚泥の処分料金は1トンあたり 680MKD（税込み 714MKD）であり、発生量 80t/日とすれば、年間 21 百万 MKD（約 55 百万円）の出費となる。また、汚泥の農業利用等有効利用の道も開かれる。もし、一般廃棄物としての処分が不可能となれば、有効利用の道が閉ざされるだけでなく、これ以上の出費を強いられることになる。このように、工場廃水の監視を強め重金属等有害物質の混入を規制して、下水汚泥の品質を向上させることが、運転管理費の削減、ひいては下水道事業の経営面からも重要である。

また保護区が隣接していることから、汚泥処理施設からの地下水・土壌への影響に関し適切な管理及び定期的なモニタリングが必要である。天日乾燥床及び一時貯留施設の底盤にはコンクリートを張り不浸透性の機能を確保し地下水への浸透を防ぐ。汚泥は通常水分を多く含むため風による飛散は少ないが、汚泥を放置する等した場合は過剰に乾燥し飛散する恐れがある。これを防ぐため定期的に乾燥度合いをモニターし適宜汚泥を処分場へ運搬する等の対策が必要である。一時貯留する汚泥は、貯留期間が長く乾燥が進む可能性が高く飛散の恐れがある。これを防ぐため汚泥をシート等で覆う。

b) 環境項目の管理

大気汚染、騒音・振動、悪臭の環境項目については、特に処理場周辺の住民への影響がないように、処理場の運転管理に努めなければならない。そのためには、発生源となる施設を調査し、各々大気測定計画、騒音・振動測定計画、臭気測定計画を作成し、定期的にモニターを行うことが重要で

ある。

大気汚染の主な発生源としては、消化槽の加温ボイラ、騒音・振動源としては工事用機械、エアレーション用のブローなどが考えられる。悪臭の主な発生源は、下水流入部の沈砂池、スクリーン、汚泥処理部の消化槽等である。これらを重点的に監視し、敷地境界等各々の規制地点で基準を満足しているかどうか確認し、必要に応じ、監督官庁への報告をおこなう。

4.5 下水道台帳と地理情報システム(GIS)

4.5.1 下水道台帳と GIS システムの現況

スコピエ上下水道公社には不十分ながら下水道台帳があり、さらに 2007 年から GIS システムを導入した。本節では F/S の趣旨とは異なるものの、同公社への参考情報として、下水道施設管理についての重要性及びそこに具備すべき情報を整理して記述した。

4.5.2 台帳の意義

下水道台帳は、公共施設としての下水道の管理の適正化と、下水道施設の適正な把握の基本となるとともに、下水道使用者の閲覧及び他の機関への資料提供にも必用であるので、下水道施設全般の実態がわかるようにこれを保管しなければならない。

突発事故等を未然に防ぎ、かつ施設の延命化を目指す計画的維持管理が重要となる。そのためには、清掃、修繕、事故等の履歴を整備した維持管理台帳を作成することが効果的である。

4.5.3 台帳の内容

(1) 調書

調書は少なくとも次に掲げる事項を記載する

- 1) 排水区の面積及び処理人口並びに排水区内の地名
- 2) 供用開始の年月日及び処理場における下水の処理開始の年月日
- 3) 吐き口の位置及び下水の放流先の名称
- 4) 管きよの延長及びマンホール、汚水枥、雨水枥の数
- 5) 処理場の位置、敷地の面積、構造及び能力
- 6) ポンプ場の位置、敷地の面積、構造及び能力

(2) 図面

1) 一般図

- ① 行政区名及びその境界線
- ② 予定処理区の境界並びにその処理区、処理分区又は、排水区の境界線及び名称、
- ③ 管きよ及び吐き口の位置並びに下水道の放流先の名称
- ④ 処理施設及びポンプ施設の位置及び名称
- ⑤ 方位、縮尺、凡例及び調整年月日

2) 施設平面図

- ① 前期 1)の ①~③ 及び ⑥に掲げた事項
- ② 管きょの位置、形式、内法寸法、勾配、区間距離及び管底高並びに下水の流れの方向
- ③ 取り付け管の位置、形状、内のり寸法
- ④ マンホールの位置、種類、内のり寸法
- ⑤ 汚水ます、雨水ますの位置および種類
- ⑥ 吐き口の位置並びに放流先の名称並びにその高水位、低水位及び平水位
- ⑦ 道路側溝が排水施設の接続する位置、形状、内のり寸法及び名称
- ⑧ 処理施設及びポンプ施設の名称及び敷地の境界線
- ⑨ 処理施設及びポンプ施設の敷地内の主要な施設の位置、形状、寸法、水位及び名称
- ⑩ 下水道管理者の許可又は、協議に基づいて設けられた施設又は工作物の位置及び名称
- ⑪ 付近の道路、河川、鉄道等の位置

4.5.4 地理情報システム (GIS) の利用

地理情報システムは、地理的位置を手がかりに、位置に関する情報を持ったデータを総合的に管理・加工し、視覚的に表示し、高度な分析や判断を可能にする技術である。この技術を利用し管路施設の管理を目的としたものが、下水道台帳管理システムであり、管路情報と地図情報とを連動させることで、管理をより容易にするものである。

スコピエの上下水道公社では既に GIS による管理を導入しているので、ここではその原理だけを述べるにとどめる。

4.6 管路施設の維持管理

4.6.1 維持管理の状況

120 名余を擁する下水道部が下水管の維持管理を行っている。その維持管理は、主として住民からの通報に基づき実施されている。通報に迅速に対応するため同部は 5 つの支所を設けている他、スコピエ上下水道公社の勤務時間外の通報に対応するため、同部とは別に緊急対応・情報センターが設けられている。

下水管管理のため同部は次の機材を有している。

- バケツに代表される多くの手作業用設備
- 強力吸引車 (8 台)
- 高圧洗浄車 (6 台)
- フライス盤、旋盤、ボール盤等の工作機械

上記設備は、稼働状況は良いといわれているが、いずれも 30 年を経過している古い設備である。

修繕箇所あるいは原因等の究明は十分になされているとはいえない。従い、適切な維持管理に向けて本節を記した。

4.6.2 維持管理の目的

管路施設の維持管理は、施設の状態を十分に把握し、以下の目的を達成するために行う。

- ④ 巡視・点検は数ブロック単位で行い、可能であれば区域全体を単年度でカバーする。
- ⑤ 目視調査、簡易カメラ調査及びテレビカメラ調査は、単年度区域を1ブロックとして計画的に順次実施し、全ブロックの調査が終了したら、最初のブロックへ戻る。
- ⑥ 調査結果の診断に基づき、修繕・改築の対応優先順位（緊急、早急、将来計画、定期的監視）を決めて、ブロック毎に年次実施計画を立てる。
- ⑦ 調査、清掃及び修繕・改築等の維持管理経験の積み重ねによって、より良い維持管理計画が立てられるよう、得られた資料の整理・分析を綿密に行う。
- ⑧ 修繕・改築において採用した非開削工法の効果については、1年後・数年後あるいは環境条件の異なる時期（地下水位が大きく変化する等）に定期的に再確認し、非開削工法を評価する必要がある。

長期的観点による、日常及び定期的巡視・点検は維持管理の基本であり、施設の現状を把握するために欠かせないものである。管路施設における計画的な巡視・点検の推奨周期を表 4.15 に示す。

表 4.15 計画的巡視・点検の周期（日本における推奨値）

区分 供用開始後 の経過年数		マンホール 管きょ	伏越し	マンホール ポンプ	雨水 吐き室	吐き口	汚水枡	雨水枡	ゲート
巡視・点検	0～30 年 経過	3 年に 1 回	1 年に 1 回	月に 1 回	2 年に 1 回	1 年に 1 回	3 年に 1 回	3 年に 1 回	半年に 1 回
	30 年以上 経過	1 年に 1 回	1 年に 1 回	月に 1 回	1 年に 1 回	1 年に 1 回	3 年に 1 回	3 年に 1 回	半年に 1 回

管内の異常の大部分は視覚調査によって確認することができるが、例えば、管路施設の水密性は、地下水位が高く、浸入水や流入水が目視できる場合にのみ確認できるので、目視できない場合にも適用できる調査、試験により確認する必要がある。表 4.16 にマンホール・管内調査の周期の例を示す。

表 4.16 マンホール・管内調査の周期の例

項 目	実施場所	供用開始後経過年	実施周期	摘 要
マンホール内 目視調査	マンホール内 及び上下流管きょ	0～30 年	5 年に 1 回	
		30 年以上	3 年に 1 回	
潜行的目視調査	内径 800mm 以上	0～30 年	10 年に 1 回	取り付け管も含む
		30 年以上	7 年に 1 回	取り付け管も含む
TV カメラ調査	内径 800mm 未満	0～30 年	10 年に 1 回	取り付け管も含む
		30 年以上	7 年に 1 回	取り付け管も含む

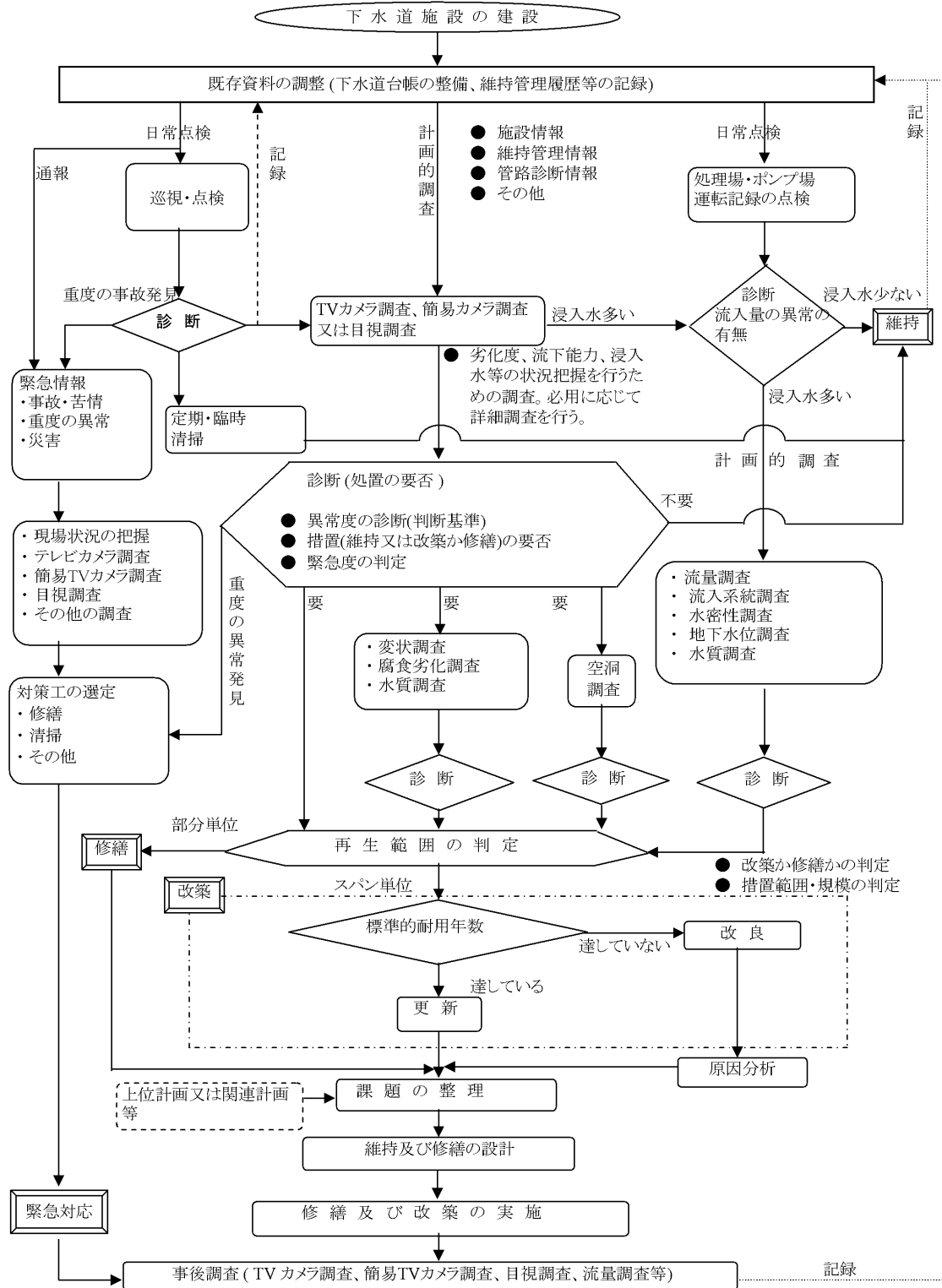


図 4.9 管路施設維持管理フローチャート

4.6.5 維持管理の低減効果について

管路施設の維持管理を計画的に行うことにより、道路陥没事故が減少することを期待できる。また、流下障害物の早期発見による下水のいつ水や悪臭の防止、地下水等の浸水防止及び下水の漏水防止等にも大きな効果が期待できる。また、供用開始後、早い時期からの積極的な維持管理の実施は、費用便益比を高くし、計画的維持管理は、結果的に維持管理費を低減させる。

表 4.17 に、計画的な維持管理を行った場合と計画的な維持管理を行っていない現状を比較した例を示す。

表 4.17 費用便益比（日本における例）

項 目	維持管理の方法	①維持管理費 (円/m)		②便 益 (円/m)					費用便益比 ②/①
		費用	費用増	被害額	不明水 処理	建設原価	小 計	便益	
H 市 平均経過年数 10 年	積極的	2,123	1,207	286	409	93	788	1,987	1987/1207 ≒ 1.6
	現 状	916		532	1,989	254	2,775		
K 市 平均経過年数 16 年	積極的	2,119	1,151	295	919	147	1,361	1,641	1641/1151 ≒ 1.4
	現 状	968		569	2,120	313	3,002		
P 市 平均経過年数 19 年	積極的	2,119	1,127	363	1,154	174	1,691	1,430	1430/1127 ≒ 1.3
	現 状	992		601	2,178	342	3,121		

4.6.6 資料・情報収集、整理及び活用について

計画的な維持管理を行うためには、関係資料や情報を計画的に収集しこれらを体系的に整理して、有効に活用することが必要である。

維持管理に関する資料は：

- ・ 竣工検査資料（出来高図等）
- ・ 点検・調査、清掃、修繕等の結果報告
- ・ 通報処理報告
- ・ いつ水や道路管陥没等の事故報告等、非常に幅広いものがある

これらの情報を現場の対応に利用するだけでなく、記録として残すことが重要である。記録された情報は、整理・分析することによって有効活用が図られる。

4.7 ポンプ場の維持管理

晴天時や少量の降雨時の運転管理は比較的容易であるが、豪雨時及び台風時の運転管理、故障時の処置は通常不慣れな場合が多いため、あらかじめその対応の方法を定め習熟しておく必要がある。維持管理項目として以下のものが挙げられる。

- (1) 沈砂池の管理
- (2) 流入ゲートの操作

- (3) スクリーン設備の運転
- (4) 除砂設備の運転
- (5) 揚水ポンプの運転
- (6) 放流ゲートの操作
- (7) 機械及び電気設備の保守及び点検

各維持管理項目は以下に述べる内容となる。

4.7.1 沈砂池の維持管理

沈砂池の管理は、砂粒子の除去効果を考慮し、流入下水水量の変動に関係なく流速を所定の値に保つようにすることが望ましいが、昼夜間における流入下水水量の変動、または降雨の状態による流入雨水水量の変化、あるいは沈砂池の水位との関係等によって流速を調整することは難しいため、計画通りの粒子の砂だけが沈殿することがないのが普通である。また、沈砂の質及び量については、処理区域の特殊性によって著しく異なることがあるので注意する。

4.7.2 流入ゲートの操作

(1) 操作の目的

ポンプ場への流入下水水量の制御、使用する沈砂池又は池数の選択及び沈砂池の床面が地盤より低い場合に、浸水防止等の目的で使用する。

(2) 操作上の注意事項

ポンプ場への流入管きょが満管またはそれに近い状態の流れのとき、ポンプ場の近くに伏越しがあるところ又は上流に高台のある地形のところ等では、ゲートを急速に絞ったり閉鎖するとマンホールから空気が噴出し蓋がはずれたりあるいは下水が噴出したりすることがある。

雨水の流入するポンプ場で、降雨時にゲートを絞ったり閉鎖して池数の調節を行うことがあるが、このとき降雨の急激な変動で流入下水水量が急増するとゲートを開くまでに時間がかかり、雨水ポンプの揚水機能が故障していなくても周辺地域が浸水する等の危険が伴うため、降雨時のゲートの絞りまたは閉鎖は流入量の変動に十分注意して行う。また、流入ゲートを絞ったり閉鎖する場合は、流入管きょの水位計で管きょ内の水位を監視し、危険水位に達したときには警報等により注意を喚起すること。

4.7.3 スクリーン設備の運転

スクリーンかすは、スクリーン前後の水位差を少なくするよう早目の除去し、流入側の水位が異常に上昇することを防止する。

雨水の流入するポンプ場では、晴天が続いたあと豪雨があると初期のスクリーンかすが著しく多くなることがあり、豪雨による流勢とあわせてスクリーンのかき揚げ装置がうまく作動しないことがあるので注意が必要である。このため雨水ポンプの運転中はスクリーン設備を連続して運転したほうが安全である。なおスクリーンかすの量が普段と比較して異常に多いか、又は粗大なものがあるときには、運転捜査員又は機関に連絡すると共に、原因を調査し、必要に応じて改善等の措置を施す必要がある。

スクリーンかすは、速やかに場外に搬出して処分することが好ましいが、やむを得ず長時間貯留

しておくときは、腐敗して臭気を発しないように、適宜、防腐剤等を散布することも考慮する。

4.7.4 除砂設備の運転

一般に、沈砂池の砂たまりに堆積する沈砂は、計画通りの砂粒子のものばかりでなく、流速の遅い沈砂池では砂以外に細かいごみや浮遊物まで沈殿し、流速の速い沈砂池では粒子の大きな砂しか沈殿しないことがある。

雨水沈砂池には、豪雨時に多量の砂が堆積する。また、合流式下水道の場合は、晴天時が長く続いた後に豪雨があると、特に多量の砂が堆積する。

このように、流入下水の質や沈砂池の流速等によって沈砂の量が異なるので、ポンプ場の特性にあわせて沈砂の除去を行う。

沈砂池から除去した沈砂は、速やかに搬出して処分することが基本であるが、水分を多量に含んだ沈砂を洗浄したり、場内に仮置き及びホッパ等によって水分を除いた後に場外に搬出することが好ましい。洗浄装置を付属している場合は、洗砂方法に注意しないと洗砂が再び沈砂池に還流することがある。

なお、沈砂量が通常と比較して異常に多いか、又は粗大な沈殿物があるときは、運転捜査員又は機関に連絡すると共に、原因を調査し、必用に応じて改善等の措置を施すことが大切である。

4.7.5 揚水ポンプの運転

揚水ポンプには、次の汚水ポンプと雨水ポンプとがある。

(1) 汚水ポンプの運転

汚水ポンプの運転は、晴天時と雨天時によって異なるのが普通である。

① 晴天時の運転

i. 流入下水量の時間変化

1 日について、流入下水量の変動を見ると、処理区域の大きさ等にもよるが、朝の生活活動が始まる頃から流入下水量の増加が現れ、事業場等の稼働や家庭からの排水が増えるにつれて増大し、午前8時から10時頃に最大量となる。また、家庭下水の割合が多いところでは、夕方、再び流入下水量が増加し、夜遅くから減じて、朝まで少ない状態のまま持続するのがふつうである。

また、週単位や季節によっても周期的な変が見られ、流入下水量は、休日には減少する傾向にあり、上水道量の多い夏季には増加するのが一般的である。

ii. ポンプの運転制御

流入下水量は、時間的に大幅に変動するが、ポンプの運転は流入下水量の増減のみでなく、沈砂池あるいはポンプますの水位の変動も条件に入れて行う。すなわち、管きょ内に土砂等を堆積させないためや、沈砂池あるいはポンプますの効果を発揮させるためには、流量に応じた水位の変動を基準としてポンプの運転を行うのが理想的である。しかし、一般的には、

流入下水量に対する沈砂池あるいはポンプますの水位の変動幅を定め、この範囲内でポンプの運転台数又は回転数を増減したり、弁の開度調節による排水量の調整を行うことが多い。このように、沈砂池の水位はポンプの運転に重要であるため、監視室に水位の指示計を取り付けて常に注意を払い、また、計画高水位及び低水位のときには警報が出るようにする。ごみや砂が管きょ内に堆積しないように必要に応じ低水位運転により管きょ内の流速を上げてフラッシングを行うとよい。また、ごみや砂が管きょ内に堆積した場合も同様である。処理場内のポンプ場では、処理場の管理上、昼夜管の流入下水量の大幅な変動に対応するため、昼間の流入下水量の著しく多いときに、ポンプの揚水量を制限して管きょ内に下水を貯留することがある。ただし、合流式下水道の場合、雨水吐き口から下水が越流したりしないよう流入管きょの水位に注意する。また、夜間に流入下水量が著しく減少しても、ポンプを停止させないでなるべく連続して運転するように努める。

ポンプ揚水量の制御は、流入下水量の大きな変動に対してはポンプの運転台数の増減により、小さな変動に対しては吐き出し弁を絞ったり、又は回転数制御によって行っている。

高圧電動機を使用しポンプますの水位によって自動運転している大型のポンプは、始動や停止を頻繁に繰り返すことは電動機の温度上昇による焼損、遮断器及び起動装置の損耗を早めるため好ましいことではないので、なるべく断続運転にならないように吐出弁の開度調節を行うなどして、1回当たりの運転時間が長くとれるようにする。

iii. ポンプ運転上の注意

ポンプ吐出し側の送水管が、満管又はそれに近い状態、あるいはポンプ場の近くに伏越しがあるところでは、ポンプの運転台数を増加したときに、マンホール蓋から一時的ではあるが空気が噴出したり、下水が噴出することがある。このようなところでは、始動したポンプの吐出弁を、時間をかけて開き、急激に流量が増大しないようにする。

下水を圧力管で送水する場合、運転中のポンプが停電等で急停止したとき、管内の圧力が下水の流れの変化によって大きく上昇又は下降する過渡現象の水撃作用によって、管きょ、ポンプ、弁等が破壊されるおそれがあるので、この防止策として各種の装置を設けている。これらの装置の維持管理については、装置の構造を取扱説明書等によって十分に理解し、事故を発生させないようにする。

② 雨天時の運転

- ・ 降雨初期のポンプ場への流入下水の水質は、下水が管きょを流下する状態等によって異なるが、一般に、晴天時のときよりも悪化する。これは、晴天時における合流管きょ内での下水の流速が土砂を流すに十分でなく、これらが堆積しがちで、この堆積した土砂が道路上の土砂と共に降雨による流入下水量の増加によって掃流され、一時的にポンプ場に流入するためである。
- ・ 降雨時の下水を、直接、公共用水域に排水しないように簡易処理が可能なまでの下水量を処理場に送水する方式が一般に行われている。
- ・ 汚水ポンプを計画台数まで運転してもポンプますの水位が上昇する場合は、雨水ポンプを運転する。

(2) 雨水ポンプの運転

降雨量の状態には、降雨初期に多い場合、降雨の途中で多い場合、降雨終期に多い場合、又は断続的に大雨がある場合等種々な場合がある。このような降雨に対して雨水ポンプを運転するに当たっては、次の点に留意する。

- ① 降雨が予想されるときは、天気予報に注意すると共に、雨雲の動きや遠雷にも注意し、あらかじめ管きょ内の水位を下げたり、雨水ポンプを運転可能な状態に準備しておく必要がある。
- ② 降雨によっては流下水量が急激に変化することがあるため、ポンプの始動や追加運転を迅速に行えるように準備しておく。特に、始動時に呼び水を要するポンプは、呼び水に1台当たり数分間を要するので、所要時間を確認し、それだけ早くポンプを始動するのが普通である。
- ③ 雷雨又は台風のとときには停電しやすいため、ポンプに電動機と内燃機関を併用している場合には、内燃機関を優先して運転し、あらかじめ予備電源用の発動機を始動しておくようにする。
- ④ 雨水ポンプは、日常から、停電及び降雨等いろいろな状況を想定して試運転を行う必要がある。

4.7.6 放流ゲートの操作

ポンプ場からの放流水量の制御、放流先の選択等の目的で操作する。

4.7.7 機械及び電気設備の保守及び点検

機械設備の主要な機器及び電気設備の故障は、ポンプ場としての機能をまったく果たさなくなり、住民及びポンプ場設備に多大な被害を与えることがある。このため、機械及び電気設備を正常な状態に保つには、日ごろからの保守・点検及び整備が必要であり、また試運転も定期的に行い、故障の予防及び早期発見に努めなければならない。

機器の点検を行う場合は、その主回路の電源を切り、操作禁止の札を取り付けて、誤っても運転されることのないように処置しておくことが大切である。

下水道施設は、腐食性のガスが発生し、また、湿度が非常に高い場所もあるので、腐食による損傷が激しく、特に電気設備は絶縁不良による事故が発生しやすくなる。

機械及び電気設備は、定期的な分解整備及び消耗品類の取替えを行うよう心がける。また、消耗品に類する部品は、事故のときに対応できるよう、図面類とあわせて常時備えておく必要がある。

4.8 広報活動

4.8.1 広報活動の必要性

下水道サービスは、地下に布設された管により下水が収集、街から離れた場所にある処理場で処理されるため、目に見えにくいという性質を持つ。そのため、下水道サービスに関しては、サービスの必要性・重要性、財政や料金徴収等にかかる住民の支持や理解を得るためにも、広報活動が必要となる。

一般的に、広報という形で情報提供をし、住民の理解を求める形が多いが、住民の意見を聞き、情報収集を行いながら理解を求めるという公聴会の形の方が住民の理解を得るには適している。

4.8.2 広報活動の方法

代表的な広報活動には下記のようなものがある。

(1) 広報

1) 一般広報

- 報道（テレビ、ラジオ、新聞）
- 印刷物（パンフレット、ポスター、小冊子）
- 視聴覚（映画、ビデオ、CD-ROM）
- 市の広報紙
- 見学会、キャンペーン等
- 双方向メディア（ホームページ）
- その他（建設の案内版等）

2) 使用者への個別広報

- 簡単な説明（工事、各戸接続、支払い等）
- 個人向け情報サービス

3) その他

日々の業務における対応

(2) 公聴会

1) 一般公聴会

- 集会（町長会議）
- 調査（アンケート、モニター調査）
- 協議（苦情や提案等）
- 双方向メディア（ホームページ）
- その他（懇談会等）

2) 個別公聴会

- 簡単な説明（工事、各戸接続、支払い等）
- 個人向け情報サービス

3) その他

日々の業務における対応

(3) 環境教育

環境教育は教師と生徒を対象に行う。若い世代は将来のリーダーであり、この世代への教育は効果が高い。環境教育は下記の内容を想定する。

- 下水道の仕組み、必要性及び役割
- 下水道施設の費用と便益
- スコピエ上下水道公社の業務紹介
- 下水道施設の To do/Not to do の紹介（下水道に油を流さない等）
- 処理場への訪問

4.8.3 広報活動の手続き

広報活動を実施するにあたり、下記の点を考慮する。

(1) 効果的かつ効率的な広報活動

水道サービスや市民団体、ボランティアや学校等の公共サービスとの共同作業を活用する。

(2) 意図と目的の明確化

何を誰に伝えるのかを明確にしてから実施する。

(3) 計画的な広報活動

実施のタイミング、頻度、広報方法・ターゲットの選択等、長期目標を持って実施するべきである。

第5章 概算事業費の算定と実施計画

5.1 概算事業費の算定条件

概算事業費の積算は、以下の条件をもとに算出した。

- 内貨部分 (L.C.) と外貨部分 (F.C.) を分けて算出する。
- 円とユーロの交換レートは、2008年8月から直近6ヶ月間の平均レート (1 ユーロ=163.11 円) とする。また、ユーロと現地通貨のデナールの交換レートも同期間の平均レートから、1 ユーロ=62.03 デナールとする。
- 現地の流通通貨単位は、デナールであるが、マケドニア国の経済は、EU 諸国の影響が強いため、ユーロによる貨幣経済下にある。

5.2 建設工事費の算定

5.2.1 遮集管の積算条件

建設工事費の積算は、以下の条件をもとに算出した。

- 土木・建築資材、労務および一般建設機械は、マケドニア国内で調達が可能のため、現地調達を基本とする。
- 遮集管は下水処理場まで自然流下で計画できることから、中継ポンプ場は計画しない。
- 全て開削工事とする。

5.2.2 遮集管の建設工事費

遮集管の建設工事費を表 5.1 に示す。建設工事費の内訳は、Appendix 5.1 に添付する。

表 5.1 遮集管の建設工事費

項目	内貨部分 (ユーロ)	備考
遮集管	7,700,000	
右岸側	3,386,000	φ 1000,1800
左岸側	4,314,000	φ 1500,1600,1800

5.2.3 下水処理場の積算条件

建設工事費の積算は、以下の条件をもとに算出した。

- 土木・建築資材、労務および一般建設機械は、マケドニア国内で調達が可能のため、現地調達を基本とする。
- 機械・電気設備は、マケドニア国内で製造されておらず、近隣の EU 諸国から調達されていることから国外調達を基本とする。
- 本処理場予定地の現地盤は良質な地盤であり、十分な支持力が得られ、有害な沈下が生じにくいと考えられるため、全ての施設について直接基礎とする。
- 掘削工法は、地表面から安定した法面を設けながら深部へ向けて掘削する素掘り工法（オ

オープンカット)を基本とする。ただし、地下水位以下の掘削が必要となる一部の施設には、土留め工法および水替え方法を考慮する。

5.2.4 下水処理場の建設工事費

下水処理場の建設工事費を表 5.2 に示す。建設工事費の内訳は、Appendix 5.2 に添付する。

表 5.2 下水処理場の建設工事費

項目	内貨部分	内貨部分	合計	備考
	(ユーロ)			
下水処理場	26,990,000	21,160,000	48,150,000	
1.汚水処理施設	15,182,000	14,605,000	29,787,000	
1.1 沈砂池・ポンプ場	898,000	1,087,000	1,985,000	
1.2 最初沈殿池	1,687,000	2,798,000	4,485,000	
1.3 エアレーションタンク	5,689,000	4,104,000	9,793,000	
1.4 最終沈殿池	3,403,000	5,472,000	8,875,000	
1.5 塩素混和池	458,000	138,000	596,000	
1.5 連絡水路	535,000	0	535,000	
1.6 管理棟	2,512,000	1,006,000	3,518,000	
2.汚泥処理施設	11,808,000	6,555,000	18,363,000	
2.1 重力濃縮槽	394,000	552,000	946,000	
2.2 嫌気性消化槽	5,807,000	6,003,000	11,810,000	
2.3 天日乾燥床	5,607,000	0	5,607,000	

下水処理場の建設工事費に占める各施設の比率を図 5.1 に、建設工事費に占める土木・建築・機械・電気工事の比率を図 5.2 に示す。

概算事業費に占める建設工事費の比率は、沈砂池/ポンプ場施設が 4%、最初沈殿池、反応タンク、最終沈殿池および塩素混和池を含む水処理施設が 49%、重力濃縮槽、嫌気性消化槽および天日乾燥床を含む汚泥処理施設は 40%、共通施設の管理棟が 7%である。

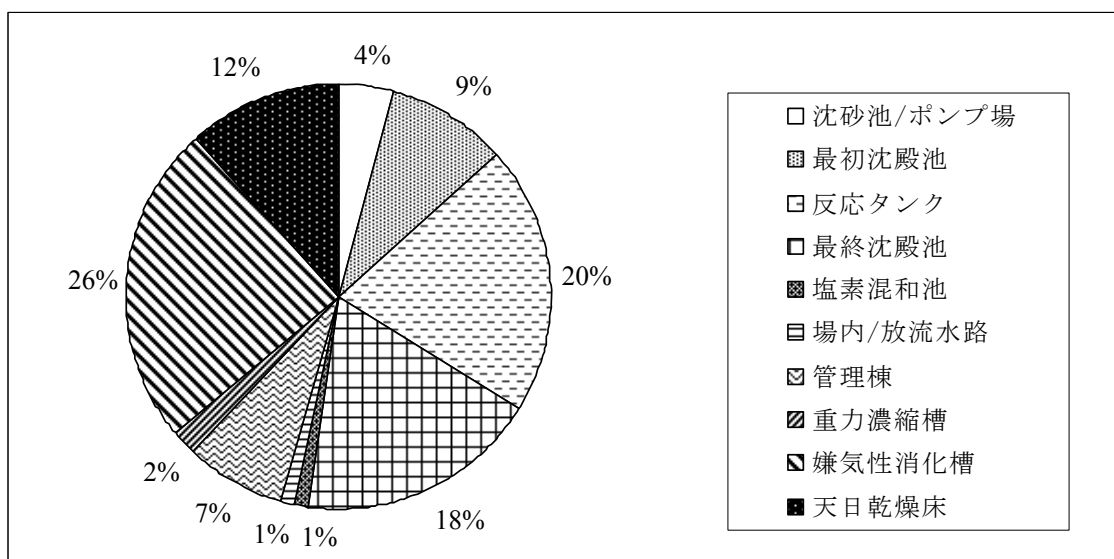


図 5.1 各施設の建設工事費の比率

建設工事費に占める土木・建築工事の比率は、49%、機械・電気工事の比率は51%である。

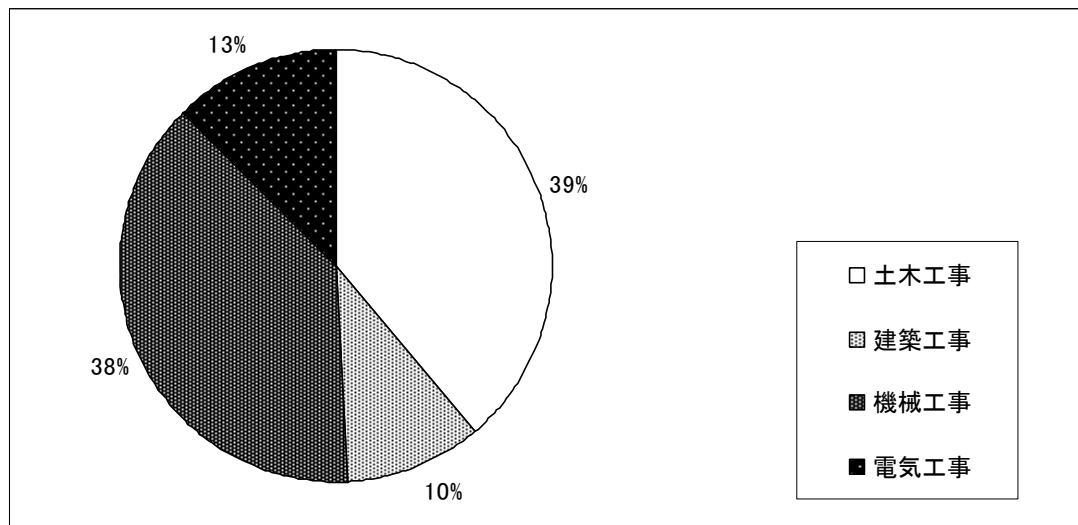


図 5.2 建設工事費に占める土木・建築・機械・電気工事の比率

5.2.5 概算事業費の算定

概算事業費は、以下の条件をもとに算定した。

- 概算事業費の構成は、建設工事費、事業管理費、エンジニアリング費、予備費（物理的予備費・物価上昇予備費）、用地取得・補償費、その他費用、税金および建中金利とする。
- マケドニア国側の事業管理費は、建設工事費に対して2%とする。
- エンジニアリング費は、建設工事費に対して10%とする。
- 物理的予備費は、建設工事費、事業管理費およびエンジニアリング費に対して土木工事が主体であることから10%とする。
- 物価上昇予備費は、内貨分をマケドニア国の物価上昇指数より3.2%/年、外貨分をEU諸国の物価上昇指数より2.3%/年とする。
- 関税は、国外調達の商品に対してマケドニア国の輸入税率より3~15%とする。また、税金はマケドニア国の付加価値税（VAT）率より18%とする。
- 用地取得・補償費は、将来計画までを含んだ57haを対象とした。
- その他費用は、今回の事業において建設が必要である、河川堤防、アクセス道路の築造及び、送電線の移設を計上した。
- 建中金利は、事業の実施が融資により資金調達されることを考慮して計上した。

概算事業費の総額は、税金・関税を含めると116.6百万ユーロ（190億円）、税金・関税を含めないと98.1百万ユーロ（160億円）となる。概算事業費を表5.3に示す。概算事業費の内訳は、Appendix 5.3に添付する。

表 5.3 概算事業費

No.	項目	内貨部分 (ユーロ)	外貨部分 (ユーロ)	合計 (ユーロ)
1.	建設工事費			
A	管路施設			
A.1	遮集管	7,700,000	0	7,700,000
B	下水処理施設			
B.1	汚水処理施設	15,182,000	14,605,000	29,787,000
B.2	汚泥処理施設	11,808,000	6,555,000	18,363,000
	小計(1)	34,690,000	21,160,000	55,850,000
2.	事業管理費	1,441,000	0	1,441,000
3.	エンジニアリング費	4,474,000	2,610,000	7,084,000
4.	物理的予備費	3,469,000	2,116,000	5,585,000
5.	物価上昇予備費	7,506,000	4,330,000	11,836,000
6.	用地取得・補償費	8,550,000	0	8,550,000
7.	その他費用	948,000	0	948,000
8.	税金・関税	18,447,000	0	18,447,000
9.	建中金利	4,936,000	1,875,000	6,811,000
	小計(2)	49,771,000	10,931,000	60,702,000
	合 計 (税金・関税込み)	84,461,000	32,091,000	116,552,000
	合 計 (税金・関税抜き)	66,014,000	32,091,000	98,105,000

概算事業費に占める各構成の比率を図 5.3 に示す。概算事業費に占める建設工事費の比率は、48%であり、建設工事費以外の間接工事費は、52%である。

概算事業費に占める内貨部分の比率は 72%、外貨部分の比率は 28%である。また、建設工事費に占める遮集管の比率は 14%、下水処理場の比率は 86%である。

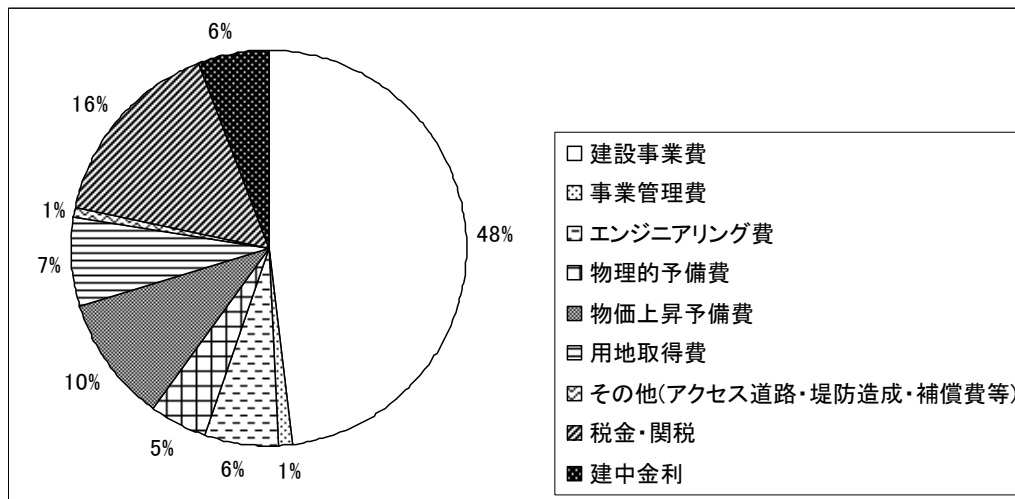


図 5.3 概算事業費の比率

5.3 維持管理費の算定

維持管理費は、以下の条件をもとに算出した。

- 人件費として、キャパシティーディベロップメントで算出した人員を計上する。
- 消耗品費として、電気代、薬品代、その他の消耗品を計上する。
- メンテナンス費として、機器類のスペアパーツ費を計上する。
- 汚泥処分費として、乾燥汚泥の全量を一般廃棄物として処分した場合の費用を計上する。
- 管きょ清掃費として、本事業で新たに築造する遮集管の清掃費用を計上する。

優先事業の実施により建設される施設に必要な年間の維持管理費の総額は、1.53 百万ユーロ/年（2.5 億円/年）となる。維持管理費の内訳を表 5.4 に示す。

表 5.4 維持管理費

項目	維持管理費 (ユーロ/年)
人件費	165,000
消耗品費	753,800
汚泥処分費	320,100
メンテナンス費	285,600
管きょ清掃費	2,200
合 計	1,526,700

5.4 事業実施計画の策定

5.4.1 事業の実施工程

事業実施は、2009 年の融資調整から始まり、2010 年にコンサルタントの選定、2011 年に実施設計、2012 年に入札および評価を実施して施工業者を選定する工程とする。用地取得は、事業実施の可否にかかわり、実施設計の制約条件となるため、2010 年までに完了することが必要である。また、河川堤防、アクセス道路の築造および送電線の移設は、下水処理場の建設工事が着工する前に必要であることから、2012 年に実施する工程とする。

建設工事の施工期間は、各施設における工事施工順序、施工業者の実施能力、資材および労務の調達等の施工条件を考慮して工程を策定する。

上記の踏まえた事業の実施工程を図 5.4 に示す。

項目	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
融資調整	■							
コンサルタントの選定		■						
実施設計			■					
入札及び評価				■				
用地取得		■						
河川堤防、アクセス道路、送電線移設				■				
遮集管の建設					■	■	■	
下水処理場（土木・建築）の建設					■	■	■	
下水処理場（機械・電気）の建設							■	■

図 5.4 事業の実施工程

5.4.2 事業の年次別実施費用

事業の実施工程に基づく、各年次別の実施費用を表 5.5 に示す。

表 5.5 事業の年次別実施費用

項目		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	合計
建設事業費	内貨部分（百万ユーロ）	0.0	0.0	0.0	0.0	15.7	15.7	1.7	1.7	34.7
	外貨部分（百万ユーロ）	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.6	10.6	21.2
	合計	0.0	0.0	0.0	0.0	15.7	15.7	12.2	12.2	55.9
間接事業費	内貨部分（百万ユーロ）	0.0	11.8	1.7	3.0	12.7	13.6	3.4	3.6	49.8
	外貨部分（百万ユーロ）	0.0	0.0	0.7	0.7	0.3	0.4	4.3	4.6	10.9
	合計	0.0	11.8	2.3	3.7	13.0	13.9	7.7	8.2	60.7
合計	内貨部分（百万ユーロ）	0.0	11.8	1.7	3.0	28.4	29.3	5.1	5.2	84.5
	外貨部分（百万ユーロ）	0.0	0.0	0.7	0.7	0.3	0.4	14.9	15.2	32.1
	合計	0.0	11.8	2.3	3.7	28.7	29.6	19.9	20.4	116.6