

独立行政法人 国際協力機構（JICA）

運輸通信省
環境都市計画省
スコピエ市
スコピエ上下水道公社

マケドニア旧ユーゴスラビア共和国 スコピエ下水道改善計画調査

最終報告書 メインレポート

平成 21 年 6 月
(2009 年)

株式会社 東京設計事務所
株式会社 建設技研インターナショナル

通貨換算率

Euro 1 = JPY 163.11

Euro 1 = MKD 62.03

(2008 年 3 月から 2008 年 8 月の平均換
算率を使用)

マケドニア旧ユーゴスラビア共和国
スコピエ下水道改善計画調査

最 終 報 告 書
構 成

和文要約
メインレポート
APPENDIX (1)
APPENDIX (2)
APPENDIX (3)

序 文

日本国政府は、マケドニア旧ユーゴスラビア共和国政府の要請に基づき、同国のスコピエ下水道改善計画に係わる調査を実施することを決定し、独立行政法人国際協力機構がこの調査を実施いたしました。

当機構は、平成 19 年 9 月から平成 21 年 6 月まで、株式会社東京設計事務所の百瀬和文氏を団長とし、同株式会社東京設計事務所及び株式会社建設技研インターナショナルから構成される調査団を現地に派遣いたしました。また、国土交通省深谷渉氏及び鎌田寛子国際協力専門員を委員とする国内支援委員会を設置し、本調査に関し、専門的かつ技術的な見地から検討・審議が行われました。

調査団は、マケドニア旧ユーゴスラビア共和国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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

終わりに、調査にご協力とご支援を戴いた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 21 年 6 月

独立行政法人国際協力機構
理事 松本 有幸

伝 達 状

独立行政法人国際協力機構

理事 松本 有幸 殿

ここに、マケドニア旧ユーゴスラビア共和国におけるスコピエ下水道改善計画調査を終了いたしましたので、最終報告書を提出いたします。本調査は、貴機構との契約に基づき、弊社及び株式会社建設技研インターナショナルからなる共同企業体が、平成 19 年 9 月から平成 21 年 6 月まで、マケドニア国で実施した調査結果です。今回の調査に際し、マケドニア国の現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、我が国の政府開発援助の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

本計画調査は、スコピエ市の下水道の改善及びバルダル川の水質改善を目的として実施されました。本調査で提案された計画は、スコピエ市の下水道の改善及びバルダル川の水質改善に寄与するものと確信しております。

なお、調査期間中、貴機構、外務省及び関係機関の各位には多大なご協力とご支援を賜り、ここに厚く御礼申し上げます。また、マケドニア国政府諸機関各位及び貴機構バルカン事務所から、貴重なご支援とご協力を賜りました。併せて御礼申し上げます。

平成 21 年 6 月

共同企業体代表者

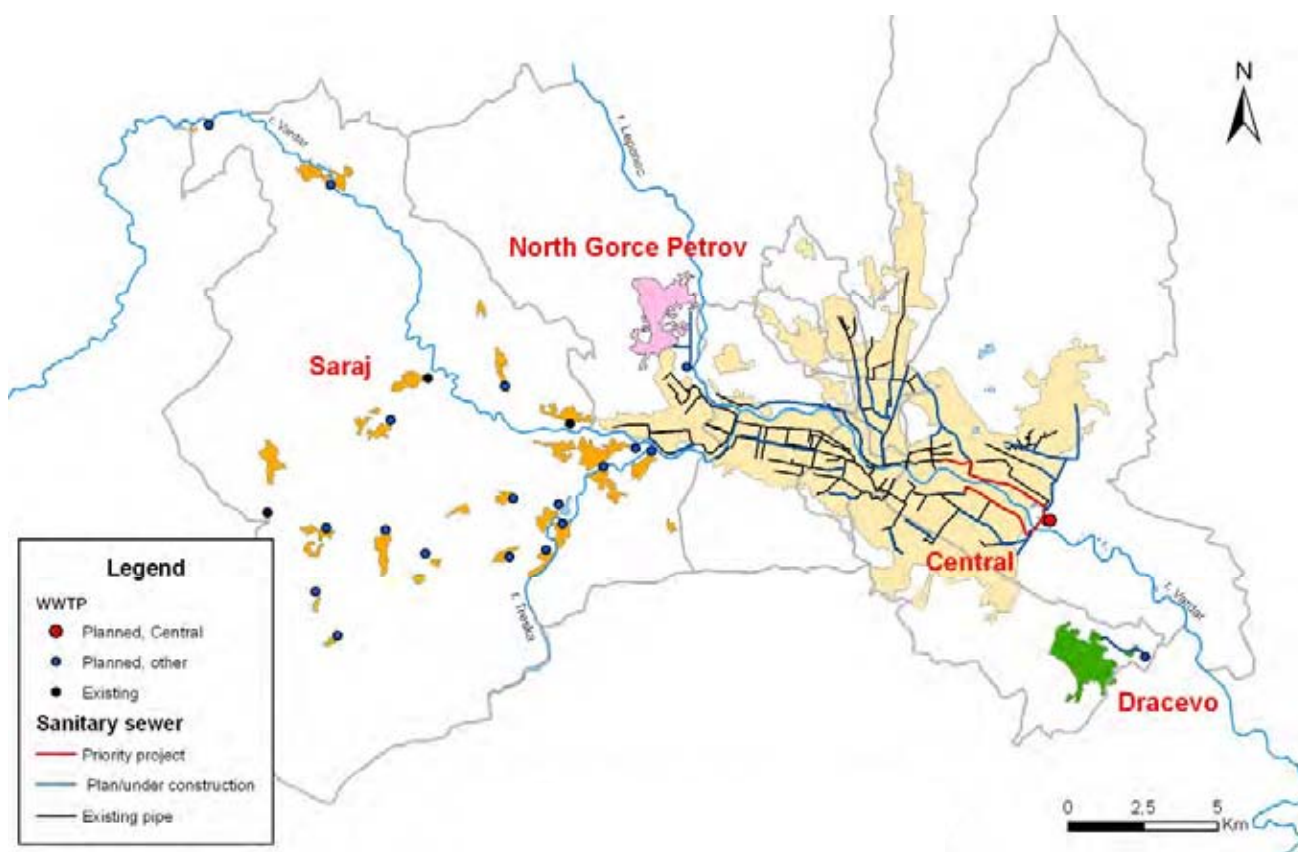
株式会社東京設計事務所

スコピエ下水道改善計画調査

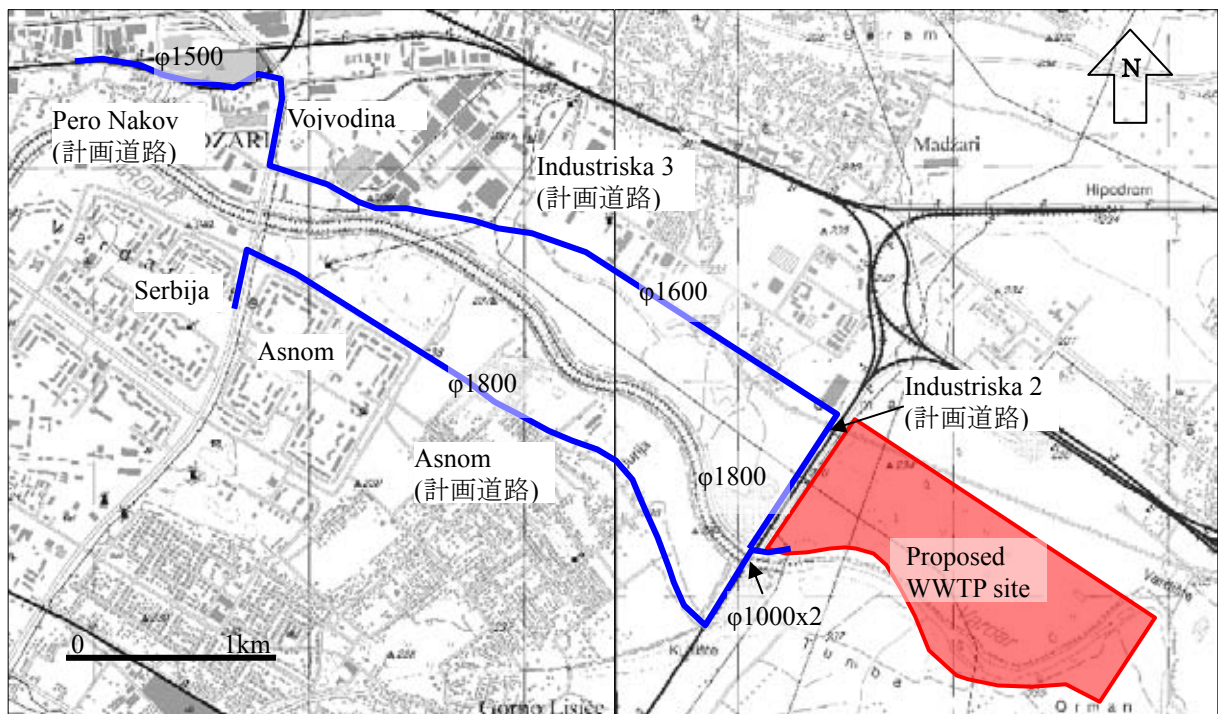
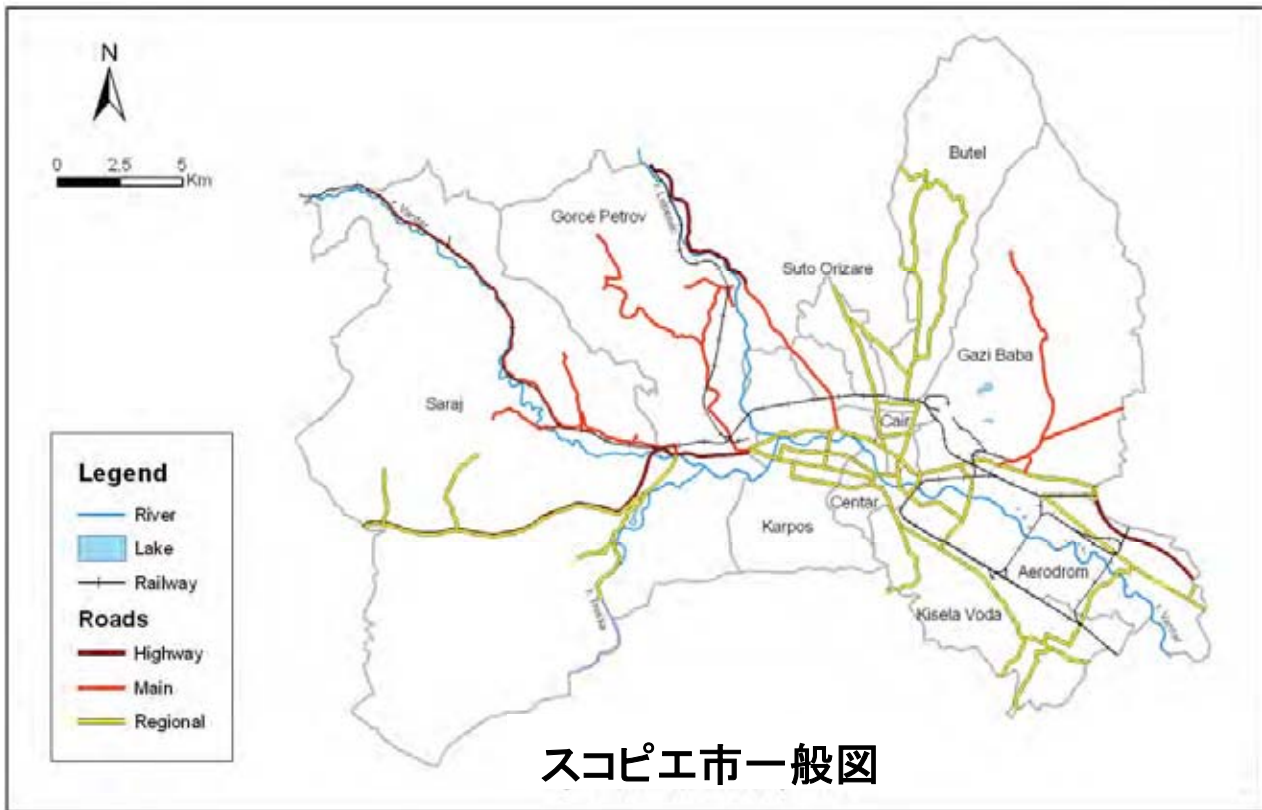
団長 百瀬 和文



マケドニア旧ユーゴスラビア共和国位置図及び全国図



スコピエ市下水道基本計画



マケドニア旧ユーゴスラビア共和国
スコピエ下水道改善計画調査

最終報告書
メインレポート

目 次

序文
伝達状
位置図
目次
表目次
図目次
略語

Part I 基本計画

第 1 章	序論	Part I: 1-1
1.1	はじめに	Part I: 1-1
1.2	調査の目的.....	Part I: 1-1
1.3	調査フロー.....	Part I: 1-2
1.4	調査対象区域.....	Part I: 1-2
1.5	相手国実施機関	Part I: 1-3
1.6	調査結果の事業化支援.....	Part I: 1-9
1.7	事業当事者.....	Part I: 1-10
1.8	環境・水関連法規.....	Part I: 1-10
1.8.1	EU の環境・水関連の法制度.....	Part I: 1-11
1.8.2	マケドニア国の環境・水関連計画及び法制度	Part I: 1-12
第 2 章	バルダル川の水質の現状と水質改善への課題	Part I: 2-1
2.1	バルダル川の現況.....	Part I: 2-1
2.2	バルダル川の流況.....	Part I: 2-5
2.2.1	水理・水文データ	Part I: 2-5
2.2.2	低水流量の算定	Part I: 2-11
2.3	バルダル川の水質状況.....	Part I: 2-13
2.3.1	水質環境基準とバルダル川への類型指定状況	Part I: 2-13

2.3.2	バルダル川の水質状況	Part I: 2-14
2.3.3	調査対象地域のバルダル川の水質状況	Part I: 2-16
2.3.4	調査対象区域内のバルダル川の水質の状況 (BOD)	Part I: 2-18
2.3.5	調査対象区域内のバルダル川の水質の状況 (SS)	Part I: 2-20
2.3.6	調査対象区域内のバルダル川の水質・その他環境項目	Part I: 2-22
2.3.7	河川水質に関する市民の認識	Part I: 2-26
2.4	上水道施設の現況	Part I: 2-26
2.5	下水道施設の現況	Part I: 2-27
2.5.1	汚水施設の現況	Part I: 2-27
2.5.2	雨水排水施設の現況	Part I: 2-29
2.6	下水道事業体の財政・組織制度面の現状	Part I: 2-30
2.6.1	財務状況	Part I: 2-30
2.6.2	運営組織	Part I: 2-33
2.7	工場廃水対策の現状	Part I: 2-36
2.7.1	現況の廃水処理管理状況と課題	Part I: 2-36
2.7.2	統合的汚染防止管理 (IPPC) 制度と施工状況	Part I: 2-37
2.7.3	IPPC 制度の課題	Part I: 2-41
2.8	バルダル川の水質改善と下水処理場の位置づけ及び工場廃水管理の重要性	Part I: 2-42
2.8.1	水質の現況	Part I: 2-42
2.8.2	下水処理場と工場廃水管理の重要性	Part I: 2-42

第3章 計画フレームワークPart I: 3-1

3.1	基本計画目標及び目標年次等	Part I: 3-1
3.1.1	基本計画の目標	Part I: 3-1
3.1.2	基本計画目標年次	Part I: 3-1
3.1.3	基本計画区域	Part I: 3-1
3.1.4	雨水の取り扱い方針	Part I: 3-2
3.1.5	工場廃水の取り扱い方針	Part I: 3-3
3.1.6	下水処理方針	Part I: 3-4
3.1.7	下水処理水と下水汚泥の再利用の方針	Part I: 3-5
3.1.8	下水処理水と発生汚泥の質のモニタリング	Part I: 3-7
3.2	下水発生量	Part I: 3-7
3.2.1	生活汚水量	Part I: 3-7
3.2.2	工場廃水量	Part I: 3-15
3.2.3	雨水量	Part I: 3-17
3.2.4	処理区別計画汚水量	Part I: 3-19
3.3	下水の水質、汚濁負荷量	Part I: 3-20
3.3.1	生活汚水の水質汚濁負荷量	Part I: 3-20
3.3.2	工場廃水の水質と汚濁負荷量 (中央処理区)	Part I: 3-21
3.3.3	雨水の水質と汚濁負荷量	Part I: 3-23
3.3.4	下水処理場流入汚水量、汚濁負荷量及び流入水質	Part I: 3-23

第4章 バルダル川の汚濁解析Part I: 4-1

4.1	バルダル川とその支流の状況.....	Part I: 4-1
4.1.1	バルダル川の流況	Part I: 4-1
4.1.2	バルダル川、Treska 川、Lepenec 川の水質、汚濁負荷量	Part I: 4-2
4.2	スコピエ市付近の汚濁負荷源.....	Part I: 4-3
4.2.1	点源汚濁負荷発生源.....	Part I: 4-3
4.2.2	面源汚濁負荷発生源.....	Part I: 4-6
4.3	汚濁解析モデル	Part I: 4-7
4.3.1	汚濁解析モデルの概要	Part I: 4-7
4.3.2	河川モデル	Part I: 4-7
4.4	現況および目標年次における汚濁負荷量.....	Part I: 4-9
4.4.1	汚濁削減のシナリオ	Part I: 4-9
4.4.2	発生汚濁負荷量	Part I: 4-10
4.4.3	排出汚濁負荷量	Part I: 4-10
4.4.4	流達汚濁負荷量	Part I: 4-10
4.4.5	各検討ケースにおける汚濁負荷量	Part I: 4-11
4.5	汚濁解析結果	Part I: 4-26
4.6	汚濁解析（渇水流量時）	Part I: 4-28
4.6.1	計算条件	Part I: 4-28
4.6.2	汚濁解析結果.....	Part I: 4-29

第5章 周辺処理区設定に関する検討Part I: 5-1

5.1	事業の進捗状況	Part I: 5-1
5.2	Saraj 処理区	Part I: 5-1
5.2.1	Saraj 区による下水道計画の概要	Part I: 5-1
5.2.2	本調査における技術的レビュー	Part I: 5-5
5.2.3	環境及び事業実現度面	Part I: 5-5
5.2.4	政策面	Part I: 5-5
5.2.5	Saraj 処理区の併合分離に関する本調査の方針	Part I: 5-5
5.3	North Gorce Petrov 処理区	Part I: 5-6
5.3.1	概要	Part I: 5-6
5.3.2	本調査における技術的レビュー	Part I: 5-6
5.3.3	環境・政策面.....	Part I: 5-8
5.3.4	本調査における方針.....	Part I: 5-8
5.4	Dracevo 処理区	Part I: 5-9
5.4.1	概要	Part I: 5-9
5.4.2	本調査における技術的レビュー	Part I: 5-10
5.4.3	環境・政策面.....	Part I: 5-10
5.4.4	本調査における方針.....	Part I: 5-11

第 6 章 中央処理区施設計画Part I: 6-1

6.1	中央処理区の計画諸元.....	Part I: 6-1
6.2	幹線計画	Part I: 6-3
6.2.1	計画諸元	Part I: 6-3
6.2.2	幹線ルート案の選定.....	Part I: 6-4
6.2.3	施設平面図および縦断図.....	Part I: 6-7
6.3	中央下水処理場施設計画	Part I: 6-12
6.3.1	計画方針.....	Part I: 6-12
6.3.2	中央下水処理場の設計諸元	Part I: 6-12
6.3.3	放流水の水質.....	Part I: 6-12
6.3.4	下水処理.....	Part I: 6-13
6.3.5	污泥処理.....	Part I: 6-19
6.3.6	処理フロー	Part I: 6-21
6.3.7	処理場予定地の状況と処理施設の配置	Part I: 6-22
6.3.8	アクセス道路.....	Part I: 6-24
6.4	施設概要と事業費.....	Part I: 6-25
6.4.1	施設概要	Part I: 6-25
6.4.2	積算の前提条件	Part I: 6-25
6.4.3	建設工事費の積算条件	Part I: 6-26
6.4.4	事業費	Part I: 6-26
6.4.5	維持管理費	Part I: 6-27
6.5	高度処理時の施設規模と概算金額.....	Part I: 6-27
6.5.1	必要施設規模の算定	Part I: 6-28
6.5.2	概算事業費の算出	Part I: 6-30
6.6	計画事業の評価	Part I: 6-30

第 7 章 環境社会配慮（IEE レベル）Part I: 7-1

7.1	環境社会配慮（IEE レベル）の目的及びレベル.....	Part I: 7-1
7.1.1	目的	Part I: 7-1
7.1.2	JICA ガイドラインで必要とされるレベル.....	Part I: 7-1
7.1.3	マケドニア国での環境影響評価の必要性	Part I: 7-1
7.1.4	環境社会配慮実施スケジュール.....	Part I: 7-2
7.2	環境社会配慮に係る法制度	Part I: 7-3
7.2.1	環境影響評価に係る法制度	Part I: 7-3
7.2.2	環境影響評価の手続き	Part I: 7-3
7.2.3	土地収用に係る法律.....	Part I: 7-4
7.3	初期環境影響調査	Part I: 7-5
7.3.1	目的	Part I: 7-5
7.3.2	プロジェクト内容	Part I: 7-5

7.3.3	スコーピング	Part I: 7-6
7.3.4	代替案の検討	Part I: 7-8
7.3.5	影響評価の結果及び緩和策	Part I: 7-15
7.4	ステークホルダー協議	Part I: 7-25
7.4.1	開催予定及び目的	Part I: 7-25
7.4.2	ステークホルダーの選択	Part I: 7-26
7.4.3	第1回ステークホルダー協議	Part I: 7-26
7.4.4	第2回ステークホルダー協議	Part I: 7-26
7.5	環境社会面からの優先プロジェクトの選定	Part I: 7-27
7.6	F/S 優先事業に対するスコーピング（案）	Part I: 7-29

第8章 F/S 対象優先プロジェクトの選定Part I: 8-1

Part II フィージビリティスタディ

第1章 F/S 対象施設Part II: 1-1

1.1	遮集管	Part II: 1-1
1.2	中央処理場	Part II: 1-2

第2章 遮集管の概略設計Part II: 2-1

2.1	設計諸元のレビュー	Part II: 2-1
2.2	設計クライテリア	Part II: 2-1
2.3	遮集管ルートおよび縦断計画	Part II: 2-1
2.4	諸検討事項	Part II: 2-2
2.4.1	既存幹線管きよとの接続	Part II: 2-2
2.4.2	雨水吐き室	Part II: 2-2
2.4.3	河川横断	Part II: 2-3
2.5	流量計算	Part II: 2-4
2.6	施設一覧、施設平面図、縦断図	Part II: 2-4

第3章 中央処理場の概略設計Part II: 3-1

3.1	設計パラメータ	Part II: 3-1
3.2	設計基準	Part II: 3-1
3.3	容量計算および水理計算	Part II: 3-2
3.3.1	容量計算	Part II: 3-2
3.3.2	水理計算	Part II: 3-3
3.4	施設配置と洪水防御	Part II: 3-4
3.4.1	現在の状況	Part II: 3-4
3.4.2	施設配置計画	Part II: 3-5
3.4.3	洪水対策	Part II: 3-7
3.5	建設方法及び仮設計画	Part II: 3-9
3.5.1	地質条件	Part II: 3-9
3.5.2	ボーリング調査結果	Part II: 3-9
3.5.3	基礎工の検討	Part II: 3-9
3.5.4	掘削工法の検討	Part II: 3-10
3.6	図面	Part II: 3-10
3.7	CDM 事業実現可能性の検討	Part II: 3-13
3.7.1	CDM 適用可能技術の抽出	Part II: 3-13
3.7.2	消化ガス発電施設導入の事業性試算	Part II: 3-15

第 4 章 維持管理計画Part II: 4-1

4.1	下水道部門の組織強化	Part II: 4-1
4.1.1	キャパシティ・ディベロップメントの必要性	Part II: 4-2
4.1.2	現在のスコープ上下水道公社組織	Part II: 4-3
4.1.3	組織提案－建設段階	Part II: 4-4
4.1.4	組織提案－維持管理段階	Part II: 4-5
4.2	下水道維持管理に関する法令	Part II: 4-8
4.3	維持管理業務と実施体制	Part II: 4-9
4.3.1	維持管理の目的	Part II: 4-9
4.3.2	維持管理業務内容	Part II: 4-10
4.3.3	公権限に基づく維持管理業務	Part II: 4-11
4.3.4	下水処理場の維持管理機能と役割	Part II: 4-12
4.3.5	下水処理場の必要維持管理要員	Part II: 4-14
4.3.6	維持管理に必要な資格者	Part II: 4-16
4.3.7	維持管理技術者の研修	Part II: 4-19
4.4	水質管理および汚泥管理	Part II: 4-21
4.4.1	下水処理場からの放流水質規制	Part II: 4-21
4.4.2	放流水の水質測定	Part II: 4-25
4.4.3	工場廃水等の事業場排水管理	Part II: 4-26
4.4.4	汚泥管理および環境項目の管理	Part II: 4-30
4.5	下水道台帳と地理情報システム(GIS)	Part II: 4-31
4.5.1	下水道台帳と GIS システムの現況	Part II: 4-31
4.5.2	台帳の意義	Part II: 4-31
4.5.3	台帳の内容	Part II: 4-31

4.5.4	地理情報システム（GIS）の利用	Part II: 4-32
4.6	管路施設の維持管理	Part II: 4-32
4.6.1	維持管理の状況	Part II: 4-32
4.6.2	維持管理の目的	Part II: 4-32
4.6.3	計画的な維持管理	Part II: 4-33
4.6.4	維持管理計画の策定について	Part II: 4-33
4.6.5	維持管理の低減効果について	Part II: 4-36
4.6.6	資料・情報収集、整理及び活用について	Part II: 4-36
4.7	ポンプ場の維持管理	Part II: 4-36
4.7.1	沈砂池の維持管理	Part II: 4-37
4.7.2	流入ゲートの操作	Part II: 4-37
4.7.3	スクリーン設備の運転	Part II: 4-37
4.7.4	除砂設備の運転	Part II: 4-38
4.7.5	揚水ポンプの運転	Part II: 4-38
4.7.6	放流ゲートの操作	Part II: 4-40
4.7.7	機械及び電気設備の保守及び点検	Part II: 4-40
4.8	広報活動	Part II: 4-40
4.8.1	広報活動の必要性	Part II: 4-40
4.8.2	広報活動の方法	Part II: 4-41
4.8.3	広報活動の手続き	Part II: 4-42

第 5 章 概算事業費の算定と実施計画Part II: 5-1

5.1	概算事業費の算定条件	Part II: 5-1
5.2	建設工事費の算定	Part II: 5-1
5.2.1	遮集管の積算条件	Part II: 5-1
5.2.2	遮集管の建設工事費	Part II: 5-1
5.2.3	下水処理場の積算条件	Part II: 5-1
5.2.4	下水処理場の建設工事費	Part II: 5-2
5.2.5	概算事業費の算定	Part II: 5-3
5.3	維持管理費の算定	Part II: 5-4
5.4	事業実施計画の策定	Part II: 5-5
5.4.1	事業の実施工程	Part II: 5-5
5.4.2	事業の年次別実施費用	Part II: 5-6

第 6 章 環境社会配慮（EIA レベル）Part II: 6-1

6.1	環境社会配慮（EIA レベル）実施	Part II: 6-1
6.2	マケドニアにおける環境社会配慮制度	Part II: 6-1
6.2.1	環境法	Part II: 6-1
6.2.2	環境影響評価（EIA）	Part II: 6-1
6.2.3	情報公開	Part II: 6-3

6.2.4	マケドニアにおける環境基準	Part II: 6-3
6.2.5	土地収用に関する法律	Part II: 6-4
6.3	F/S 対象プロジェクト	Part II: 6-5
6.3.1	施設内容	Part II: 6-5
6.3.2	実施スケジュール及びプロジェクト費用	Part II: 6-6
6.4	環境ベースラインデータ	Part II: 6-8
6.5	代替案検討	Part II: 6-12
6.5.1	プロジェクト実施とプロジェクトなしの場合	Part II: 6-12
6.5.2	処理場予定地の代替案検討	Part II: 6-13
6.5.3	幹線経路の代替案検討	Part II: 6-15
6.5.4	汚泥処理の代替案検討	Part II: 6-16
6.6	影響評価の結果及び緩和策	Part II: 6-19
6.6.1	建設時	Part II: 6-20
6.6.2	運営時	Part II: 6-22
6.7	モニタリング計画	Part II: 6-25
6.8	危険分析及び危機管理計画	Part II: 6-26
6.9	ステークホルダー協議	Part II: 6-27
6.9.1	開催及び目的	Part II: 6-27
6.9.2	ステークホルダーの選択	Part II: 6-27
6.9.3	第 3 回ステークホルダー協議	Part II: 6-27
6.10	公聴会	Part II: 6-28

第 7 章 優先プロジェクトの評価Part II: 7-1

7.1	財務評価	Part II: 7-1
7.1.1	財務評価の方法	Part II: 7-1
7.1.2	財務的費用	Part II: 7-1
7.1.3	財務的便益	Part II: 7-2
7.1.4	支払い可能額評価	Part II: 7-4
7.1.5	支払い意志額評価	Part II: 7-5
7.1.6	財務評価のシナリオ	Part II: 7-6
7.1.7	推奨シナリオと料金値上げの提案	Part II: 7-13
7.1.8	FIRR	Part II: 7-13
7.2	経済評価	Part II: 7-13
7.2.1	経済評価の方法	Part II: 7-13
7.2.2	経済的費用	Part II: 7-16
7.2.3	経済的便益	Part II: 7-18
7.2.4	EIRR	Part II: 7-20
7.3	環境社会面からの評価	Part II: 7-23
7.4	技術面からの評価	Part II: 7-24
7.5	プロジェクト効果指標	Part II: 7-25
7.6	総合評価及び提言	Part II: 7-25

Part III 下水道実施事業体の組織制度・財政面に関するアクションプラン

第1章 序論 …………… Part III: 1-1

- 1.1 キャパシティ・アセスメント …………… Part III: 1-1
 - 1.1.1 セクター行政…………… Part III: 1-1
 - 1.1.2 セクターへの資金調達…………… Part III: 1-1
 - 1.1.3 スコピエ上下水道公社のキャパシティ…………… Part III: 1-2
- 1.2 改善に向けた戦略的目標…………… Part III: 1-8
- 1.3 アクションプランの原則…………… Part III: 1-14

第2章 アクションプランの策定 …………… Part III: 2-1

- 2.1 能力開発活動の対象分野と対象者…………… Part III: 2-1

第3章 ワークショップ（能力開発関連活動）の実施 …… Part III: 3-1

- 3.1 対象分野…………… Part III: 3-1
- 3.2 能力開発実施スケジュール…………… Part III: 3-1
- 3.3 ワークショップ…………… Part III: 3-1
 - 3.3.1 人材開発管理に関するワークショップ…………… Part III: 3-1
 - 3.3.2 維持管理システムの改善に関するワークショップ…………… Part III: 3-4
 - 3.3.3 財務管理の改善に関するワークショップ（プロジェクトの下で）…………… Part III: 3-12

Part IV 工場廃水管理及び水質モニタリングに関するアクションプラン

第1章 序論 …………… Part IV: 1-1

- 1.1 アクションプラン作成基本方針…………… Part IV: 1-1
- 1.2 工場廃水管理及び水質モニタリングの最終目標…………… Part IV: 1-1
- 1.3 必要なアクションプラン…………… Part IV: 1-1

1.4	能力評価要約とアクションプラン	Part IV: 1-2
1.4.1	法制度の確立.....	Part IV: 1-2
1.4.2	データ信頼性の確立.....	Part IV: 1-3
1.4.3	環境インスペクターの能力開発.....	Part IV: 1-6
1.4.4	正確な工場廃水量と水質把握	Part IV: 1-7
1.4.5	下水道排出工場廃水の分類と決定	Part IV: 1-8
1.4.6	集合処理、個別処理の検討	Part IV: 1-9
1.4.7	工場廃水処理指針の作成.....	Part IV: 1-10
1.4.8	財政支援制度の確立.....	Part IV: 1-11
1.4.9	有害産業廃棄物処分場建設	Part IV: 1-11
1.4.10	公害防止管理者の公的資格制度の検討	Part IV: 1-11
1.4.11	ローカルコンサルタント及び諸団体機関の活用.....	Part IV: 1-12
1.4.12	広報用具的資料の整備.....	Part IV: 1-12
1.4.13	公害防止管理システムの確立	Part IV: 1-13
1.4.14	情報交換のための公害防止管理者協会設立.....	Part IV: 1-13
1.4.15	工場廃水量・水質把握のための方策.....	Part IV: 1-14
1.4.16	環境インスペクターへの積極的協力.....	Part IV: 1-14
1.4.17	工場廃水処理施設建設	Part IV: 1-14
1.4.18	環境管理活動の発信	Part IV: 1-15

第2章 アクションプランの策定Part IV: 2-1

2.1	工場廃水管理及び水質モニタリングにおける他ドナーの動向.....	Part IV: 2-1
2.2	アクションプラン、必要な活動及び実施者等	Part IV: 2-1
2.3	アクションプラン実施スケジュール.....	Part IV: 2-2
2.4	緊急かつ最も基本的アクションプラン	Part IV: 2-2

第3章 セミナー及びその他能力開発関連活動の実施Part IV: 3-1

3.1	セミナー開催.....	Part IV: 3-1
3.1.1	「環境問題へのアプローチ：An Experience of Treatment of Liquid Toxic Waste」	Part IV: 3-1
3.1.2	日本の環境法体系 (Environmental Law System in Japan).....	Part IV: 3-4
3.1.3	環境計量士制度：どのように分析精度を確保するか	Part IV: 3-5
3.1.4	工場廃水処理.....	Part IV: 3-6
3.2	ミニプレゼンテーション.....	Part IV: 3-7
3.3	工場廃水管理現場調査	Part IV: 3-8
3.4	資料配布	Part IV: 3-9

目 次

Part I 基本計画

表 1.1	調査対象区域区別面積	Part I: 1-3
表 1.2	相手国実施機関	Part I: 1-4
表 1.3	単位使用量あたりの水道料金、下水道料金	Part I: 1-8
表 1.4	EU における水関連の環境規制動向	Part I: 1-12
表 2.1	マケドニア国の河川の流況	Part I: 2-2
表 2.2	スコピエ市の月間降雨量	Part I: 2-6
表 2.3	月間降雨量の度数分布	Part I: 2-7
表 2.4	日降雨量(スコピエ、2007 年)	Part I: 2-8
表 2.5	調査区域内の河川流量(豊水・平水・低水・渇水流量)	Part I: 2-11
表 2.6	低水比流量と渇水比流量	Part I: 2-12
表 2.7	水質環境基準類型	Part I: 2-13
表 2.8	主要水質項目の環境基準値	Part I: 2-14
表 2.9	バルダル川の水質(2006 年)	Part I: 2-15
表 2.10	各水質モニタリング機関の概要	Part I: 2-17
表 2.11	バルダル川等での水質測定状況	Part I: 2-17
表 2.12	バルダル川への流入汚水水質測定状況	Part I: 2-18
表 2.13	観測データの平均値(BOD)	Part I: 2-18
表 2.14	観測データの平均値(SS)	Part I: 2-20
表 2.15	感覚に関する水質項目・観測データの平均値	Part I: 2-22
表 2.16	酸性度に関する項目・観測データの平均値	Part I: 2-23
表 2.17	酸素に関する項目・観測データの平均値	Part I: 2-23
表 2.18	無機物に関する項目・観測データの平均値	Part I: 2-24
表 2.19	栄養塩に関する項目・観測データの平均値	Part I: 2-24
表 2.20	微生物に関する項目・観測データの平均値	Part I: 2-25
表 2.21	有害物質に関する項目・観測データの平均値	Part I: 2-25
表 2.22	既存の下水道施設の概要	Part I: 2-28
表 2.23	汚水ポンプ場の概要	Part I: 2-28
表 2.24	雨水ポンプ場の概要	Part I: 2-30
表 2.25	スコピエ上下水道公社の損益計算書(2002～2007 年)	Part I: 2-31
表 2.26	スコピエ上下水道公社の貸借対照表(2005～2007 年)	Part I: 2-32
表 2.27	スコピエ上下水道公社の財務状況	Part I: 2-33
表 2.28	廃水処理管理状況と課題	Part I: 2-36
表 3.1	基本計画区域面積	Part I: 3-2
表 3.2	下水処理水の再利用の用途	Part I: 3-5
表 3.3	主な利用目的と要求される水質	Part I: 3-6
表 3.4	汚泥関連の重金属あるいは投与限界値	Part I: 3-6
表 3.5	無害廃棄物の限界値	Part I: 3-7
表 3.6	スコピエ市の人口の推移	Part I: 3-8
表 3.7	下水処理区別・区別人口(2006 年)(統計局推定値ベース)	Part I: 3-8
表 3.8	Saraj 処理区と North Gorce Petrov 処理区の計画人口	Part I: 3-9
表 3.9	Saraj 処理区と North Gorce Petrov 処理区の計画人口の変更(2006 年)	Part I: 3-9
表 3.10	各計画の将来人口予測	Part I: 3-9
表 3.11	スコピエ市の将来人口推定	Part I: 3-10
表 3.12	処理区別計画区域内人口	Part I: 3-11

表 3.13	用途別給水量の推移.....	Part I: 3-13
表 3.14	一人一日あたり生活污水量の算定	Part I: 3-14
表 3.15	一人一日あたり生活污水量.....	Part I: 3-14
表 3.16	処理区別生活污水量(地下水を含む).....	Part I: 3-14
表 3.17	現況工場廃水量 (2007 年)	Part I: 3-16
表 3.18	下水道に接続しない工場の廃水量 (2007 年)	Part I: 3-16
表 3.19	将来の工場廃水量	Part I: 3-17
表 3.20	降雨量規模別割合 (2003 年～2007 年)	Part I: 3-18
表 3.21	降雨継続時間別割合 (2003 年～2007 年)	Part I: 3-18
表 3.22	処理区別計画汚水量.....	Part I: 3-20
表 3.23	Dracevo 地区の汚水の水質による汚濁負荷量原単位	Part I: 3-20
表 3.24	生活污水の汚濁負荷量原単位	Part I: 3-21
表 3.25	処理区別生活污水の汚濁負荷量.....	Part I: 3-21
表 3.26	現況工場廃水汚濁負荷量 (2007 年)	Part I: 3-22
表 3.27	下水道に接続しない工場の汚濁負荷量 (2007 年)	Part I: 3-22
表 3.28	下水道に接続する工場の汚濁負荷量 (2007 年)	Part I: 3-22
表 3.29	工場廃水の水質と汚濁負荷量 (中央処理区)	Part I: 3-23
表 3.30	雨水の水質と汚濁負荷量	Part I: 3-23
表 3.31	下水処理場流入汚水量、汚濁負荷量及び流入水質.....	Part I: 3-24
表 4.1	バルダル川、Treska 川、Lepenec 川の流量.....	Part I: 4-1
表 4.2	バルダル川とその支川の流況 (境界条件)	Part I: 4-2
表 4.3	バルダル川とその支川の水質、汚濁負荷量 (境界条件)	Part I: 4-2
表 4.4	バルダル川低水量時の発生汚水量および発生負荷量 (計測値)	Part I: 4-6
表 4.5	スコピエ上下水道公社による年平均給水量 (2006 年)	Part I: 4-6
表 4.6	バルダル川流域の自然汚濁負荷量原単位	Part I: 4-6
表 4.7	汚濁解析モデルの概要	Part I: 4-7
表 4.8	汚濁負荷源の一覧	Part I: 4-9
表 4.9	目標年次における汚濁削減のシナリオ.....	Part I: 4-9
表 4.10	将来発生汚濁負荷量の算定方法.....	Part I: 4-10
表 4.11	排出汚濁負荷量の算定方法.....	Part I: 4-10
表 4.12	流達負荷量の標準的な流達率	Part I: 4-11
表 4.13	本調査における流達率	Part I: 4-11
表 4.14	現況 BOD 汚濁負荷量 (2006 年).....	Part I: 4-12
表 4.15	「Case-1: 汚濁削減対策なし (2020 年)」の BOD 汚濁負荷量	Part I: 4-14
表 4.16	「Case-2: 工場廃水規制あり (2020 年)」の BOD 汚濁負荷量	Part I: 4-16
表 4.17	「Case-3: 中央下水処理場で一次処理 (2020 年)」の BOD 汚濁負荷量.....	Part I: 4-19
表 4.18	「Case-4: 中央下水処理場で二次処理 (2020 年)」の BOD 汚濁負荷量.....	Part I: 4-21
表 4.19	「Case-5: 全下水処理場で二次処理 (2020 年)」の BOD 汚濁負荷量	Part I: 4-23
表 4.20	ケース別の排出汚濁負荷量総括表	Part I: 4-25
表 4.21	水質汚濁解析結果 (BOD, 2020 年)	Part I: 4-26
表 4.22	バルダル川とその支川の流況 (境界条件)	Part I: 4-28
表 4.23	渇水流量時の河川水質 (境界条件)	Part I: 4-28
表 4.24	水質汚濁解析結果 (BOD、渇水時、2020 年)	Part I: 4-29
表 5.1	Saraj 処理区下水道計画の諸元.....	Part I: 5-2
表 5.2	Saraj 区内の集落別人口	Part I: 5-2
表 5.3	代替案まとめ	Part I: 5-3
表 5.4	North Gorce Petrov 処理区下水道計画の諸元.....	Part I: 5-6
表 5.5	代替案の建設費の比較 (North Gorce Petrov 処理区).....	Part I: 5-7
表 5.6	Dracevo 処理区下水道計画の諸元	Part I: 5-9
表 5.7	代替案の建設費と維持管理費の比較 (Dracervo 処理区).....	Part I: 5-10

表 6.1	中央処理区の計画諸元	Part I: 6-1
表 6.2	幹線計画関連の計画諸元 (2030 年).....	Part I: 6-3
表 6.3	中央処理区右岸左岸別計画人口 (2030 年).....	Part I: 6-3
表 6.4	河川横断、鉄道横断に関する検討 (右岸幹線)	Part I: 6-6
表 6.5	河川横断、鉄道横断に関する検討 (左岸幹線)	Part I: 6-7
表 6.6	右岸幹線・左岸幹線の概要	Part I: 6-8
表 6.7	中央下水処理場設計諸元 (2020 年)	Part I: 6-12
表 6.8	EU 指令による都市の規模別必要施設	Part I: 6-13
表 6.9	二次処理法式別の除去率	Part I: 6-13
表 6.10	処理プロセスの比較 (計画処理水量 166,000 m ³ /日).....	Part I: 6-15
表 6.11	天日乾燥と機械脱水の比較	Part I: 6-20
表 6.12	消化ガスの成分	Part I: 6-21
表 6.13	処理場予定地の実質使用可能面積	Part I: 6-23
表 6.14	下水処理場の必要面積 (2020 年)	Part I: 6-23
表 6.15	アクセス道路に関する障害	Part I: 6-24
表 6.16	管路施設と中央下水処理場の概要	Part I: 6-25
表 6.17	事業費の内訳	Part I: 6-26
表 6.18	維持管理費の内訳	Part I: 6-27
表 6.19	高度処理施設必要施設規模	Part I: 6-28
表 6.20	事業費内訳 (高度処理)	Part I: 6-30
表 6.21	維持管理費 (高度処理)	Part I: 6-30
表 7.1	ステークホルダー協議	Part I: 7-2
表 7.2	基本計画内容	Part I: 7-5
表 7.3	スコーピング結果	Part I: 7-7
表 7.4	With/Without プロジェクトの環境影響	Part I: 7-9
表 7.5	環境影響及び緩和策	Part I: 7-16
表 7.6	ステークホルダー協議開催時期及び目的	Part I: 7-25
表 7.7	第 1 回ステークホルダー協議参加者	Part I: 7-26
表 7.8	第 2 回ステークホルダー協議参加者	Part I: 7-26
表 7.9	4 処理区の概要	Part I: 7-27
表 7.10	環境・社会にかかる評価	Part I: 7-28
表 7.11	主な影響及び緩和策	Part I: 7-29
表 7.12	F/S 優先事業に対するスコーピング	Part I: 7-30
表 8.1	4 処理区の概要	Part I: 8-1

Part II フィージビリティスタディ

表 1.1	遮集管	Part II: 1-1
表 1.2	中央処理場の基本条件 (1)	Part II: 1-2
表 1.3	中央処理場の基本条件 (2)	Part II: 1-2
表 1.4	目標処理水質	Part II: 1-2
表 2.1	マンホール間隔	Part II: 2-1
表 2.2	流量表	Part II: 2-4
表 2.3	施設一覧	Part II: 2-4
表 3.1	処理施設の設計基準	Part II: 3-1
表 3.2	処理方式	Part II: 3-2
表 3.3	施設概要	Part II: 3-2
表 3.4	水量の比較	Part II: 3-3
表 3.5	中央処理場用地面積	Part II: 3-4

表 3.6	承認されている方法論で適応できるシナリオ	Part II: 3-13
表 3.7	消化ガス発電施設の特徴	Part II: 3-15
表 3.8	コージェネレーションシステムの熱収支	Part II: 3-16
表 3.9	発電力量と CO2 排出削減量	Part II: 3-17
表 3.10	消化ガス発電導入における事業性試算	Part II: 3-17
表 3.11	財務的内部収益率 (FIRR) の感度分析結果	Part II: 3-17
表 4.1	維持管理業務内容	Part II: 4-10
表 4.2	公権限に基づく維持管理業務	Part II: 4-12
表 4.3	各処理場概要	Part II: 4-14
表 4.4	中央下水処理場の維持管理人員 (推定)	Part II: 4-15
表 4.5	主な水質機器リスト	Part II: 4-16
表 4.6	管きょ清掃用機材リスト	Part II: 4-16
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)	Part II: 4-19
表 4.8	都市下水処理場からの排水基準 (91/271/EEC)	Part II: 4-21
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)	Part II: 4-21
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	Part II: 4-23
表 4.11	排水基準を定める省令に基づく排水基準	Part II: 4-24
表 4.12	工場廃水の下水道受け入れ基準	Part II: 4-26
表 4.13	排除基準 (岡山市)	Part II: 4-27
表 4.14	下水道法による事業場排水規制	Part II: 4-28
表 4.15	計画的巡視・点検の周期 (日本における推奨値)	Part II: 4-34
表 4.16	マンホール・管内調査の周期の例	Part II: 4-34
表 4.17	費用便益比 (日本における例)	Part II: 4-36
表 5.1	遮集管の建設工事費	Part II: 5-1
表 5.2	下水処理場の建設工事費	Part II: 5-2
表 5.3	概算事業費	Part II: 5-4
表 5.4	維持管理費	Part II: 5-5
表 5.5	事業の年次別実施費用	Part II: 5-6
表 6.1	施設内容	Part II: 6-5
表 6.2	概算事業費	Part II: 6-7
表 6.3	維持管理費	Part II: 6-7
表 6.4	土地所有と土地利用状況	Part II: 6-11
表 6.5	河川水質予測 (BOD, 2020)	Part II: 6-12
表 6.6	廃棄物タイプ別リスト	Part II: 6-17
表 6.7	廃棄物管理戦略アクションプラン	Part II: 6-18
表 6.8	モニタリング計画 (建設時)	Part II: 6-25
表 6.9	モニタリング計画 (運営時)	Part II: 6-26
表 6.10	ステークホルダー協議開催時期及び目的	Part II: 6-27
表 6.11	第3回ステークホルダー協議参加者	Part II: 6-27
表 7.1	予測損益計算書	Part II: 7-3
表 7.2	予測資金運用表	Part II: 7-3
表 7.3	現行の水道及び下水道料金単価	Part II: 7-4
表 7.4	収入グループごとの水道と下水道料金	Part II: 7-4
表 7.5	上下水道サービスに対する支払意思額の合計	Part II: 7-6
表 7.6	資金源の要素	Part II: 7-8
表 7.7	財務評価のシナリオ	Part II: 7-8
表 7.8	シナリオ 1	Part II: 7-9
表 7.9	シナリオ 2	Part II: 7-10
表 7.10	シナリオ 3	Part II: 7-10
表 7.11	シナリオ 4	Part II: 7-11

表 7.12	感度分析結果	Part II: 7-13
表 7.13	プロジェクト運営費に係る換算係数	Part II: 7-18
表 7.14	EIRR 用予測損益計算書	Part II: 7-21
表 7.15	EIRR 計算	Part II: 7-22
表 7.16	感度分析結果	Part II: 7-23
表 7.17	プロジェクト効果指標	Part II: 7-25

Part III 下水道実施事業体の組織制度・財政面に関するアクションプラン

表 1.1	スコピエ上下水道公社の損益計算書	Part III: 1-6
表 1.2	スコピエ上下水道公社の貸借対照表	Part III: 1-6
表 1.3	下水道部の既往事務分掌と将来備わるべき事務分掌	Part III: 1-10
表 1.4	水道部の既往事務分掌と将来備わるべき事務分掌	Part III: 1-10
表 1.5	維持管理部の既往事務分掌と将来備わるべき事務分掌	Part III: 1-11
表 1.6	技術開発計画部の既往事務分掌と将来備わるべき事務分掌	Part III: 1-11
表 1.7	経理財務営業部の既往事務分掌と将来備わるべき事務分掌	Part III: 1-12
表 1.8	法制人事総務部の既往事務分掌と将来備わるべき事務分掌	Part III: 1-13
表 1.9	分析管理センターの既往事務分掌と将来備わるべき事務分掌	Part III: 1-13
表 2.1	アクションプランの内容	Part III: 2-1
表 3.1	能力開発活動項目及び実施時期	Part III: 3-1
表 3.2	下水道施設の O&M に関する業務の分類	Part III: 3-5
表 3.3	汚水処理部(Sector Wastewater Treatment)の組織（提案）	Part III: 3-7
表 3.4	既存下水道施設	Part III: 3-12
表 3.5	プロジェクト要素及びコスト	Part III: 3-12
表 3.6	損益計算表（スコピエ上下水道公社）（2005-07）	Part III: 3-13
表 3.7	貸借対照表（スコピエ上下水道公社）（2006）	Part III: 3-14
表 3.8	資産項目と構成比の比較—スコピエ市及び秋田市	Part III: 3-14
表 3.9	資金源	Part III: 3-18
表 3.10	シナリオ 1	Part III: 3-18
表 3.11	シナリオ 2	Part III: 3-19
表 3.12	シナリオ 3	Part III: 3-19
表 3.13	シナリオ 4	Part III: 3-20

Part IV 工場廃水管理及び水質モニタリングに関するアクションプラン

表 1.1	集合処理・個別処理の長所、短所	Part IV: 1-10
表 2.1	下水処理における他ドナー援助動向	Part IV: 2-1
表 2.2	下水処理における他ドナー援助計画	Part IV: 2-1
表 2.3	アクションプラン、活動、活動の主要実施者、期限、本調査期間中に行った能力開発（CD）プログラム	Part IV: 2-4
表 3.1	工場廃水管理調査結果要約	Part IV: 3-8

図 目 次

Part I 基本計画

図 1.1	調査スケジュール	Part I: 1-2
図 1.2	調査対象区域	Part I: 1-3
図 1.3	運輸通信省の組織図	Part I: 1-5
図 1.4	環境都市計画省の組織図	Part I: 1-6
図 1.5	スコピエ市組織図	Part I: 1-7
図 2.1	バルダル川位置図	Part I: 2-1
図 2.2	河川流域界図	Part I: 2-1
図 2.3	河川流域別面積	Part I: 2-1
図 2.4	調査区域内の河川断面測量地点	Part I: 2-2
図 2.5	CS1 地点 (UN Bridge) の河川断面図	Part I: 2-3
図 2.6	CS2 地点 (Lepenec River) の河川断面図	Part I: 2-3
図 2.7	CS3 地点 (Bardovci) の河川断面図	Part I: 2-4
図 2.8	CS4 地点 (Skopje City Center) の河川断面図	Part I: 2-4
図 2.9	CS5 地点 (Jurumleri) の河川断面図	Part I: 2-5
図 2.10	スコピエ市の月間降水量	Part I: 2-7
図 2.11	スコピエ市の日降水量度数分布 (2007 年)	Part I: 2-8
図 2.12	調査区域内の河川流量測定地点	Part I: 2-9
図 2.13	バルダル川上流流量 : Vlae 地点	Part I: 2-9
図 2.14	バルダル川中流 : Skopje (Z.Most) 地点	Part I: 2-10
図 2.15	バルダル川下流 : Taor 地点	Part I: 2-10
図 2.16	バルダル川流入河川 : Treska 川 (Sv. Bogorodica) 地点	Part I: 2-10
図 2.17	バルダル川流入河川 : Lepenec 川 (Vliv) 地点	Part I: 2-11
図 2.18	汚濁解析に利用する低水流量	Part I: 2-13
図 2.19	水質環境基準類型指定状況(スコピエ市内)	Part I: 2-14
図 2.20	バルダル川の水質測定点	Part I: 2-15
図 2.21	バルダル川の年間水質変化 (BOD)	Part I: 2-16
図 2.22	バルダル川の年間水質変化 (SS)	Part I: 2-16
図 2.23	河川水質・汚水水質測定箇所	Part I: 2-18
図 2.24	バルダル川上流部 (Saraj Bridge~UN Bridge) の BOD の推移	Part I: 2-19
図 2.25	バルダル川下流部 (Sajmiste Bridge~Jurumleri) の BOD の推移	Part I: 2-19
図 2.26	Treska 川、Lepenec 川の BOD の推移	Part I: 2-20
図 2.27	バルダル川上流の SS の推移	Part I: 2-21
図 2.28	バルダル川下流の SS の推移	Part I: 2-21
図 2.29	Treska 川、Lepenec 川の BOD の推移	Part I: 2-22
図 2.30	給水量と有収水量の推移	Part I: 2-27
図 2.31	既存污水管網及び污水ポンプ場位置図	Part I: 2-29
図 2.32	雨水管管網及び雨水ポンプ場位置図	Part I: 2-29
図 2.33	スコピエ上下水道公社の財政状況と支出項目	Part I: 2-32
図 2.34	スコピエ上下水道公社組織図	Part I: 2-34
図 2.35	A 分類の申請手順	Part I: 2-38
図 3.1	基本計画調査対象区域	Part I: 3-2
図 3.2	スコピエ市の人口予測	Part I: 3-10
図 3.3	工場調査対象 50 工場の位置図	Part I: 3-15
図 3.4	工業生産高の推移	Part I: 3-17

図 3.5	時間経過に対する降雨量の割合	Part I: 3-18
図 4.1	バルダル川、Treska 川、Lepenec 川の流量	Part I: 4-2
図 4.2	生活污水および工場廃水の排水口の位置	Part I: 4-4
図 4.3	各水質分析機関によるモニタリングポイント	Part I: 4-5
図 4.4	汚濁解析河川モデル図	Part I: 4-8
図 4.5	排出汚濁負荷の分布 現況(2006 年)	Part I: 4-13
図 4.6	排出汚濁負荷の分布 (Case-1: 汚濁削減対策なし(2020 年))	Part I: 4-15
図 4.7	排出汚濁負荷の分布 (Case-2: 工場廃水規制あり (2020 年))	Part I: 4-18
図 4.8	排出汚濁負荷の分布 (Case-3: 中央下水処理場で一次処理(2020 年))	Part I: 4-20
図 4.9	排出汚濁負荷の分布 (Case-4: 中央下水処理場で二次処理(2020 年))	Part I: 4-22
図 4.10	排出汚濁負荷の分布 (Case-5: 全下水処理場で二次処理(2020 年))	Part I: 4-24
図 4.11	ケース別の排出汚濁負荷量総括表	Part I: 4-25
図 4.12	水質汚濁解析結果 (BOD, 2020 年)	Part I: 4-27
図 5.1	Saraj 区下水道整備計画案- 代替案 A	Part I: 5-3
図 5.2	Saraj 区下水道整備計画案- 代替案 B	Part I: 5-4
図 5.3	Saraj 区下水道整備計画案- 代替案 C	Part I: 5-4
図 5.4	好気性生物処理方式 (Bio-aeration Pools) の処理フロー	Part I: 5-5
図 5.5	North Gorce Petrov 下水道整備計画の比較	Part I: 5-8
図 5.6	接触安定化法 (Contact Stabilization Process) の処理フロー	Part I: 5-9
図 5.7	Dracevo 下水道整備方法の比較	Part I: 5-10
図 6.1	中央処理区計画図	Part I: 6-2
図 6.2	幹線管きょルート図 (99 年下水道 M/P)	Part I: 6-4
図 6.3	左岸幹線のルート代替案	Part I: 6-5
図 6.4	中央下水処理場付近の計画道路、鉄道盛土	Part I: 6-5
図 6.5	右岸幹線・左岸幹線施設平面図	Part I: 6-9
図 6.6	右岸幹線縦断面図	Part I: 6-10
図 6.7	左岸幹線縦断面図	Part I: 6-11
図 6.8	二次処理法別フロー	Part I: 6-14
図 6.9	標準活性汚泥法レイアウト図	Part I: 6-17
図 6.10	オキシデーションディッチ法レイアウト図	Part I: 6-17
図 6.11	長時間エアレーション法レイアウト図	Part I: 6-18
図 6.12	エアレーテッドラグーン法レイアウト図	Part I: 6-18
図 6.13	標準散水ろ床法レイアウト図	Part I: 6-19
図 6.14	汚泥処理プロセス	Part I: 6-20
図 6.15	消化ガス再利用フロー	Part I: 6-21
図 6.16	中央下水処理場処理フロー	Part I: 6-21
図 6.17	中央処理場予定地の状況	Part I: 6-22
図 6.18	中央下水処理場の施設配置	Part I: 6-24
図 6.19	高度処理対応時のフローシート	Part I: 6-28
図 6.20	高度処理施設の配置	Part I: 6-29
図 7.1	環境社会配慮実施スケジュール	Part I: 7-2
図 7.2	スコピエ市下水道基本計画	Part I: 7-5
図 7.3	現況・With・Without の河川汚濁	Part I: 7-8
図 7.4	99 年下水道 M/P による下水処理区の提案	Part I: 7-10
図 7.5	処理場予定地代替案及び居住地	Part I: 7-12
図 7.6	幹線ルートの代替案	Part I: 7-14
図 7.7	下水道施設予定地	Part I: 7-20
図 7.8	処理場及予定地	Part I: 7-20
図 7.9	North Gorce Petrov 処理場予定地	Part I: 7-21
図 7.10	Dracevo 処理場予定地	Part I: 7-21
図 7.11	処理場予定地及び狩猟地域	Part I: 7-22

図 7.12	Gorce Petrov 区の都市計画	Part I: 7-22
図 7.13	スコピエ市周辺の保護区域	Part I: 7-23
図 7.14	下水道に受入れない工場廃水の吐出し口	Part I: 7-24
図 8.1	F/S 対象優先プロジェクト	Part I: 8-2

Part II フィージビリティスタディ

図 1.1	F/S 対象優先プロジェクト	Part II: 1-1
図 2.1	施設平面図	Part II: 2-5
図 2.2	縦断図（右岸側）	Part II: 2-6
図 2.3	縦断図（左岸側）	Part II: 2-7
図 3.1	処理場用地の現況地盤高（単位：m）	Part II: 3-3
図 3.2	処理場用地の現況	Part II: 3-4
図 3.3	施設配置（1）	Part II: 3-5
図 3.4	施設配置（2）	Part II: 3-6
図 3.5	既存堤防と新設堤防築造箇所	Part II: 3-7
図 3.6	計画河川断面(バルダル川+187km 付近)	Part II: 3-8
図 3.7	計画堤防断面	Part II: 3-8
図 3.8	地質図	Part II: 3-9
図 3.9	一般平面図	Part II: 3-11
図 3.10	水位高低図	Part II: 3-12
図 3.11	システム構成図	Part II: 3-16
図 4.1	現在のスコピエ上下水道公社組織	Part II: 4-4
図 4.2	プロジェクト実施段階の組織(提案)	Part II: 4-5
図 4.3	下水処理場管理段階のスコピエ上下水道公社組織（代替案 1）	Part II: 4-6
図 4.4	下水処理場管理段階のスコピエ上下水道公社組織（代替案 2）	Part II: 4-6
図 4.5	下水処理場管理段階のスコピエ上下水道公社組織（代替案 3）	Part II: 4-7
図 4.6	計画的な維持管理の概念	Part II: 4-10
図 4.7	下水処理場の維持管理機能と役割	Part II: 4-13
図 4.8	計画的維持管理のフロー	Part II: 4-33
図 4.9	管路施設維持管理フローチャート	Part II: 4-35
図 5.1	各施設の建設工事費の比率	Part II: 5-2
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	Part II: 5-3
図 5.3	概算事業費の比率	Part II: 5-4
図 5.4	事業の実施工程	Part II: 5-5
図 6.1	F/S 対象プロジェクト	Part II: 6-6
図 6.2	処理場レイアウト	Part II: 6-6
図 6.3	事業の実施工程	Part II: 6-7
図 6.4	地下水位	Part II: 6-8
図 6.5	処理場予定地付近の保護区及び土地利用	Part II: 6-9
図 6.6	土地所有状況	Part II: 6-11
図 6.7	現況・With・Without の河川汚濁	Part II: 6-13
図 6.8	処理場予定地代替案及び集落	Part II: 6-14
図 6.9	幹線経路の代替案	Part II: 6-16
図 6.10	シミュレーション結果（左：緩和策なし、右：緩和策あり）	Part II: 6-25
図 7.1	世帯の月間水消費量分布	Part II: 7-4
図 7.2	月間世帯収入分布	Part II: 7-5
図 7.3	改善された下水道サービスに対する支払意思額	Part II: 7-6
図 7.4	キャッシュ・フロー（シナリオ 0）	Part II: 7-9

図 7.5	キャッシュ・フロー（シナリオ 1）	Part II: 7-10
図 7.6	キャッシュ・フロー（シナリオ 2）	Part II: 7-10
図 7.7	キャッシュ・フロー（シナリオ 3）	Part II: 7-11
図 7.8	キャッシュ・フロー（シナリオ 4）	Part II: 7-11
図 7.9	返済額の現在価値（割引率 10%）	Part II: 7-12
図 7.10	返済額の現在価値（割引率 8%）	Part II: 7-12

Part III 下水道実施事業体の組織制度・財政面に関するアクションプラン

図 1.1	スコピエ上下水道公社組織図	Part III: 1-3
図 1.2	経常収支	Part III: 1-7
図 1.3	経費内訳	Part III: 1-7
図 3.1	スケジュール	Part III: 3-1
図 3.2	スコピエ上下水道公社の運営組織	Part III: 3-6
図 3.3	下水道部(Sector)の組織図（現状）	Part III: 3-7
図 3.4	O&M 部の組織図	Part III: 3-8
図 3.5	スコピエ上下水道公社の組織- 1 案	Part III: 3-9
図 3.6	スコピエ上下水道公社の組織- 2 案	Part III: 3-9
図 3.7	スコピエ上下水道公社の組織- 3 案	Part III: 3-10
図 3.8	ベオグラード市上下水道公社組織図	Part III: 3-11
図 3.9	横須賀市上下水道部の組織図	Part III: 3-11
図 3.10	スコピエ上下水道公社の固定資産の比較	Part III: 3-13
図 3.11	営業収支比率	Part III: 3-15
図 3.12	給水収益対職員給与比	Part III: 3-15
図 3.13	有収率	Part III: 3-15
図 3.14	流動比率	Part III: 3-16
図 3.15	固定比率	Part III: 3-16
図 3.16	職員 1 人当りのメーター数	Part III: 3-16
図 3.17	接続 1,000 件当りの職員数	Part III: 3-16
図 3.18	Cash Balance (Scenario 1)	Part III: 3-19
図 3.19	Cash Balance (Scenario 2)	Part III: 3-19
図 3.20	Cash Balance (Scenario 3)	Part III: 3-20
図 3.21	Cash Balance (Scenario 4)	Part III: 3-20
図 3.22	返済額の現在価値（割引率 10%）	Part III: 3-21
図 3.23	返済額の現在価値（割引率 8%）	Part III: 3-21

Part IV 工場廃水管理及び水質モニタリングに関するアクションプラン

図 2.1	工場廃水管理及び水質モニタリングに関するアクションプラン実施スケジュール	Part IV: 2-8
-------	--------------------------------------	--------------

略 語

AA	Atomic absorption Analyzer	原子吸光計
AP	Adjustment Plan	暫定（光度）計画
A/P	Action Plan	アクションプラン
ASRT	Aerobic Solids Retention Time	好氣的汚泥滯留時間
BAT	Best Available Techniques	最適応用可能技術
BOD	Bio-chemical Oxygen Demand	生物化学的酸素要求量
BREF	BAT Reference	最適応用可能技術の手引き
B/P	Basic Plan	基本計画
CA	Capacity Assessment	キャパシティ・アセスメント
CARDS	Community Assistance for Reconstruction, Development and Stability in Balkans.	バルカン諸国に対する EU の支援計画
CASP	Conventional Activated Sludge Process	標準活性汚泥法
CD	Capacity Development	能力開発
CHPI	City Health Protection Institute	スコピエ衛生研究所
COD	Chemical Oxygen Demand	化学的酸素要求量
CP	Cleaner Production	クリーナー・プロダクション
C/P	Counterpart	カウンターパート
DB	Data Base	データベース
DF/R	Draft Final Report	ドラフト・ファイナル・レポート
DO	Dissolved Oxygen	溶存酸素
D/D	Detail Design	実施設計
EAP	Environmental Action Plan	環境行動計画
EC	European Commission	欧州委員会
EC	Electric Conductivity	電気伝導度
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EIB	European Investment Bank	欧州投資銀行
EU	European Union	欧州連合
F.C.	Foreign Currency portion	外貨分
F/R	Final Report	ファイナル・レポート
F/S	Feasibility Study	フィージビリティ調査
GC-mass	Gas Chromatography-mass spectrometry	ガスクロマトグラフィー質量分析計
GHG	Green House Gasses	温室効果ガス
GUP	General Urban Plan 2002 City of Skopje	2002 年スコピエ都市計画
g/c/d	Gram per capita per day	g/人・日
HRT	Hydraulic Retention Time	水理学的滯留時間
HMI	Hydro Meteorological Institute	水文気象研究所
ICP	Inductivity-Coupled Plasma	発光分析器（誘導結合プラズマ）
IC/R	Inception Report	インセプション・レポート
IEE	Initial Environmental Examination	初期環境影響評価
IEP	Integrated Environmental Permit	総合的環境許可
IPA	Instruments for Pre-Accession	EU 加盟候補向け支援策
ISIC	International Standard of Industrial Classification	工業統計分類
IUCN	International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources	国際自然保護連合
IPPC	Integrated Pollution Prevention and Control	統合的汚染防止管理
IT	Information Technology	情報技術
IT/R	Interim Report	インテリム・レポート
JBIC	Japan Bank for International Cooperation	国際協力銀行
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau	ドイツ復興金融公庫
kg/d	Kilogram per Day	kg/日

L.C.	local currency portion	現地通貨分
lpcd	liter per capita per day	l/人・日
L.W.L.	Low Water Level	低水量水位
m³	Cubic meter	m ³
MAFWE	Ministry of Agriculture, Forestry and Water Economy	農業森林水経済省
Max	Maximum	最大
MEPP	Ministry of Environment and Physical Planning	環境都市計画省
MF	Ministry of Finance	財務省
mg/l	Milligram per liter	濃度
Min	Minimum	最小
MKD	Macedonian Denar	マケドニア・デナール
MOE	Ministry of Economy	経済省
MOH	Ministry of Health	保健省
MLSS	Mixed Liquor Suspended Solids	活性汚泥濃度
Sewerage M/P 99	Sewerage Master Plan prepared in 1999 by Kruger	99年下水道マスタープラン
MTC	Ministry of Transport and Communication	運輸通信省
NACE	Nomenclature des Activities Economiques	工業統計分類
NDP	National Development Plan	全国開発計画
NEAP	National Environmental Action Plan	国家環境行動計画
NGO	Non Governmental Organization	非政府組織
NRW	None-revenue Water	無収水
OJT	On the Job Training	実地訓練（オンザジョブ・トレーニング）
O&M	Operation and Maintenance	維持管理
PAPs	Project Affected Peoples	プロジェクトにより影響を受ける人々
PE	Population Equivalent	人口当量
PHARE	Poland and Hungary Assistance for Reconstruction of Economy.	EU加盟候補国に対するEUの支援計画
PR/R	Progress Report	プロGRESS・レポート
PV	Present Value	現在価値
R.C.	Reinforced Concrete	鉄筋コンクリート
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition	監視制御データ収集
SME	Small and Medium sized Enterprise	中小企業
SRT	Solids Retention Time	汚泥滞留時間
SS	Suspended Solids	浮遊物質
S/W	Scope of Work	業務範囲
TDS	Total Dissolved Solids	不純物総溶解度
TOC	Total Organic Carbon	全有機炭素
TOR	Terms of Reference	作業要綱
USEPA	United States Environmental Protection Agency	米国環境保護局
VAT	Value Added Tax	付加価値税
Vodovod	Public Enterprise “Water Supply and Sewerage” Skopje	スコピエ上下水道公社
WB	World Bank	世界銀行
WWTP	Wastewater Treatment Plant	下水処理場

Part I

基本計画

第1章 序論

1.1 はじめに

マケドニア国は 1991 年に独立以降、EU 加盟¹を国是の一つとしてきた。EU もマケドニア国を含む中東欧諸国の EU 加盟・民主化実現に向けて、広範な支援を行ってきた。EU 加盟を認める条件の一つである環境分野でも同様である。

環境を扱う省の設立及び権限強化支援、環境に関する法制度の整備支援、環境法・水法の整備支援、EIA 制度の整備支援、河川・湖沼に関する水質環境基準の設定を含む環境関連条例の整備支援等々広範な分野でソフト面の支援を行い、その成果は着実に現れてきた。ソフト面の整備支援に加えて、水質分析機器の供与、水質モニタリング体制の構築、世界遺産である Ohrid 湖岸の Ohrid 市、Struga 市の下水道施設建設等のハード面での支援も行ってきた。

マケドニア国最大の都市であり首都であるスコピエ市の下水道普及率は 80%に達し市民の衛生状況は改善されている。一方、集められた下水は処理されることなく市内の中心部を流れるバルダル川へ排水されているため、バルダル川の水質が悪化している。この水質改善を目的として、スコピエ市の下水道整備に関する支援（マスタープランの策定）が 1999 年に実施されたが、事業実施に向けた F/S レベルの調査及び財政支援は実現していない。

一方、わが国は「全国総合水資源開発・管理計画調査：1999 年 6 月」を実施し、同調査で提案した上・工業水供給を目的とする「ズレトヴィツァ水利用改善計画」に係る有償資金協力（現在実施中）、「スコピエ周辺地域給水改善計画」（無償資金協力）（2005 年 3 月完成）等の支援を行っている。従い、マケドニア国は我が国の財政支援をも期待し、2005 年 3 月のわが国の国土交通省調査を契機に、同年 7 月スコピエ市下水道整備に関する本件調査を要請した。わが国は 2006 年 11 月に平成 18 年度（2006 年）追加案件として採択した。2007 年 2～3 月に JICA は事前調査を行い、同年 3 月 8 日にマケドニア国との間で実施細則（S/W）の署名を行った。

1.2 調査の目的

上位目標である「スコピエ市の中心部を流れるバルダル川の水質改善」を実現するため、本調査では次の 4 項目の策定を調査目標とする。

- (1) 下水道施設及び工場廃水管理の基本計画の策定
- (2) 下水道施設に関するフィジビリティスタディ（F/S）の実施
- (3) 組織制度・財政面に関するアクションプラン（A/P）の策定
- (4) 工場廃水管理及び水質モニタリングに関するアクションプラン（A/P）の策定

1.3 調査フロー

本調査は 2007 年 9 月下旬に始まり、2009 年 6 月に終わった。2008 年 3 月末までがフェーズ 1 であり、同年 4 月以降がフェーズ 2 である。なお、本調査の下水道施設の基本計画（Basic Plan）は、通常のマスタープラン（Master Plan）と異なり、F/S 対象とする優先プロジェクトの選定を目的として実施した。従い、周辺処理区である Saraj、North Gorce Petrov（旧称 Novo Selo）、Dracevo（Kiseka Voda 区の一部）の 3 処理区の計画精度は中央処理区に合流すべきか各々独立すべきかの比較検討に必要なものとした。

	2007（第 1 年度）							2008（第 2 年度）														2009		
調査大項目	フェーズ 1							フェーズ 2														フェーズ 3		
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6		

¹ 2005 年 12 月に加盟候補国（candidate status）の地位を認められた。

調査大項目	2007 (第1年度)							2008 (第2年度)												2009					
	フェーズ1							フェーズ2												フェーズ3					
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6			
1. 現況調査																									
2. 汚濁解析モデルの構築																									
3. 下水道施設・工場廃水管理代替案																									
4. 将来水質の予測																									
5. 下水道施設基本計画																									
6. 工場廃水管理基本計画																									
7. 下水道優先プロジェクトの選定																									
8. アクションプラン (A/P) の策定																									
9. CD 実施プロジェクトの選定																									
10. 能力強化 (CD) の実施																									
11. F/S の実施																									
報告書	▲						▲					▲					▲						▲		
	IC/R						PR/R					IT/R					DF/R					F/R			

図 1.1 調査スケジュール

1.4 調査対象区域

本調査の対象区域は、スコピエ市域のうち、「2002 年からの総合都市開発計画」（目標年 2020 年）（以下「2002 年スコピエ都市計画」とする）が対象とした区域と同一である。調査対象区域を図 1.2 に、また、その調査区域面積を表 1.1 に示す。

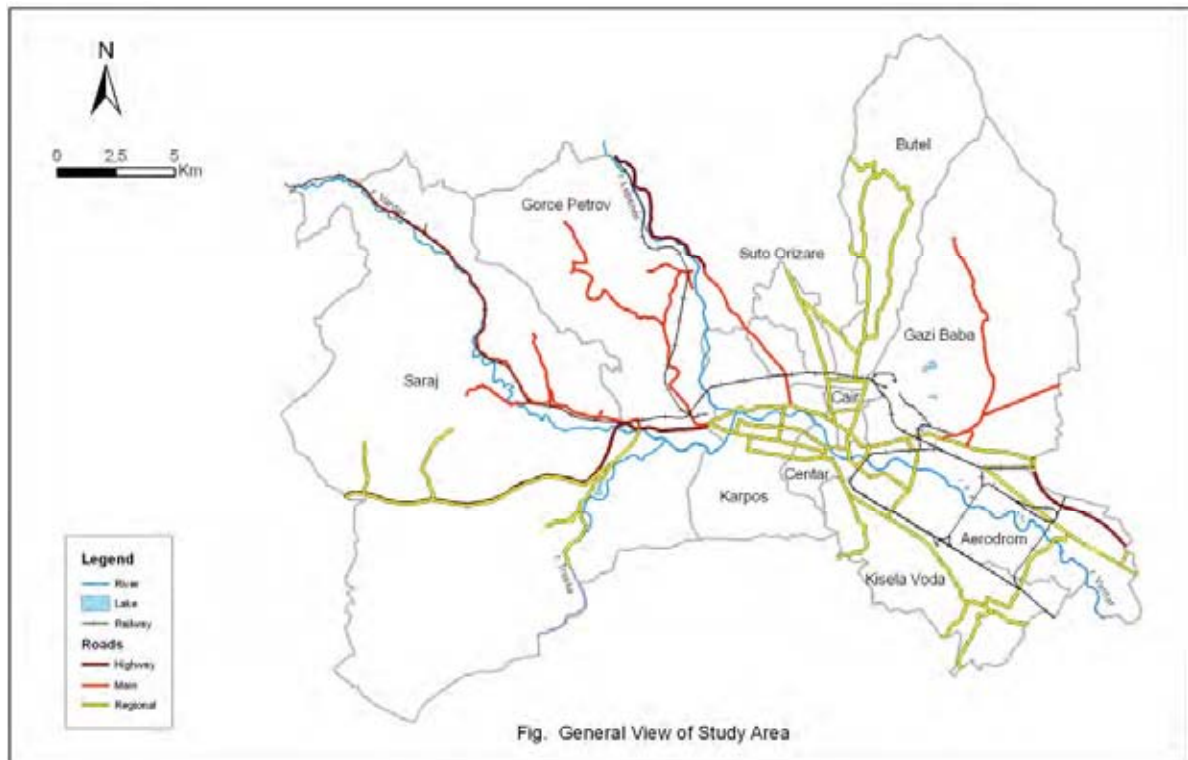


図 1.2 調査対象区域

表 1.1 調査対象区域区別面積

		(km ²)	
区	合 計	区	合 計
Aerodrom	9.48	Kisela Voda	34.24
Butel	54.79	Center	7.52
Gazi Baba	110.86	Cair	3.52
Gorce Petrov	66.93	Suto Orizari	7.48

Karpos	35.21	Saraj	229.06
		Total	559.09

出典: 調査団

1.5 相手国実施機関

本調査は下記機関を相手国実施機関（カウンターパート（C/P））として実施した。

- 運輸通信省（Ministry of Transport and Communications）
- 環境都市計画省（Ministry of Environment and Physical Planning）
- スコピエ市（Skopje City）
- スコピエ上下水道公社（Vodovod）

上記カウンターパートに農業森林水経済省（Ministry of Agriculture, Forestry and Water Economy）を加えた5機関がステアリング・コミッティのメンバー（Appendix Part I, 1.1 参照）を構成する。これら機関の担当分野は表 1.2 のとおりである。

表 1.2 相手国実施機関

省庁名	主な担当分野
運輸通信省	• 下水道に関する法制度の策定、自治体の管理能力強化への支援及び促進 • 上下水道管理法、上下水道料金の算定指針 • 公営企業（上下水道公社等）の監督
環境都市計画省	• 環境（水質）に関する法制定 • 国全体の都市計画 • 廃水・排水水質水量調査 • 類型 A²の工場の工場廃水の管理 • EIA の実施部署
スコピエ市	• 上下水道事業実施主体 • 料金決定権はスコピエ市議会、運輸通信省の算定指針に沿って料金案を策定 • 類型 B の工場の工場廃水の管理 • 都市計画策定
スコピエ 上下水道公社	• 上下水道の運営・維持管理主体
農業森林水経済省	• 水利権及び水質管理を主管 • 河川水質水量調査

マケドニア国における水道・下水道分野の行政は複雑である。以下に関連省庁の管掌行政事務についての概略を述べる。

(1) 運輸通信省（Ministry of Transport and Communications （MTC））

運輸通信省は公共事業全体を監督する責務があり、水道・下水道に関しては関連する法律を起草ないしは改定作業を行う。上下水道事業認可の事務も執り行っており、上下水道施設に関する設計基準を制定、予算を配分し、受益地方自治体に建設の委託を行っている。完成後施設は各自治体に無償で移管される。施設運営は当該自治体が行うが、その運営を監督する任を負う。同時に現在外国援助の受取窓口となっている。運輸通信省が水関連法律を制定し、水セクターに対する予算配分の権限を握っているのは同省の強大な強みである。しかし、自ら十分な技術職員を持たないのは水セクターを監督する上での弱点となっている。運輸通信省の組織図を図 1.3 に示す。

² 水質に与える影響を考慮して、業種毎に一定規模以上の工場を A, 以下の工場を B と分類している。A 分類、B 分類に属する業種は Appendix3.5、Part I を参照。

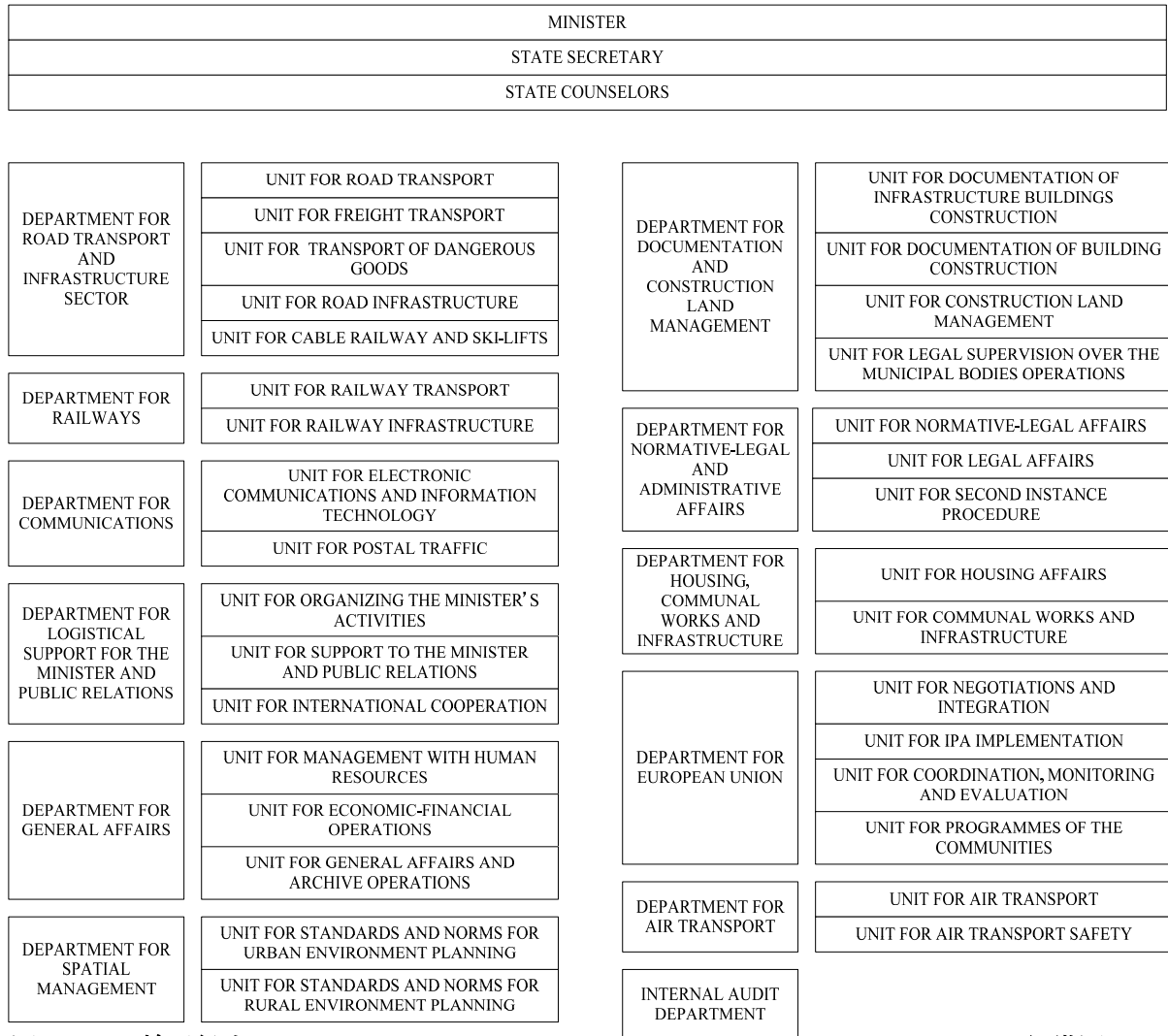
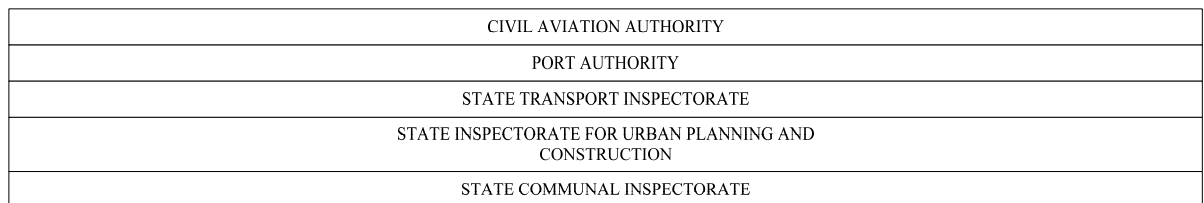


図 1.3 運輸通信省

の組織図



(2) 環境都市計画省 (Ministry of Environment and Physical Planning (MEPP))

環境都市計画省は環境関連法ならびに水源開発・利用関連法の制定を行うと共に、新水法 (Law on Waters) に基づき 2010 年からは表流水・地下水利用水利権の管理・承認を管掌する。環境都市計画省はまた河川・湖沼・地下水等の水質管理・サーベイランスならびに工場廃水の水質の監視を行う。環境都市計画省はすでに第二次国家環境行動計画を実施中である。環境都市計画省は環境保全活動を統括するだけでなく、新水法の下で水資源管理行政も行う権限を得たことで水セクター全体に対する権限を強化した。環境都市計画省の組織図を図 1.4 に示す。

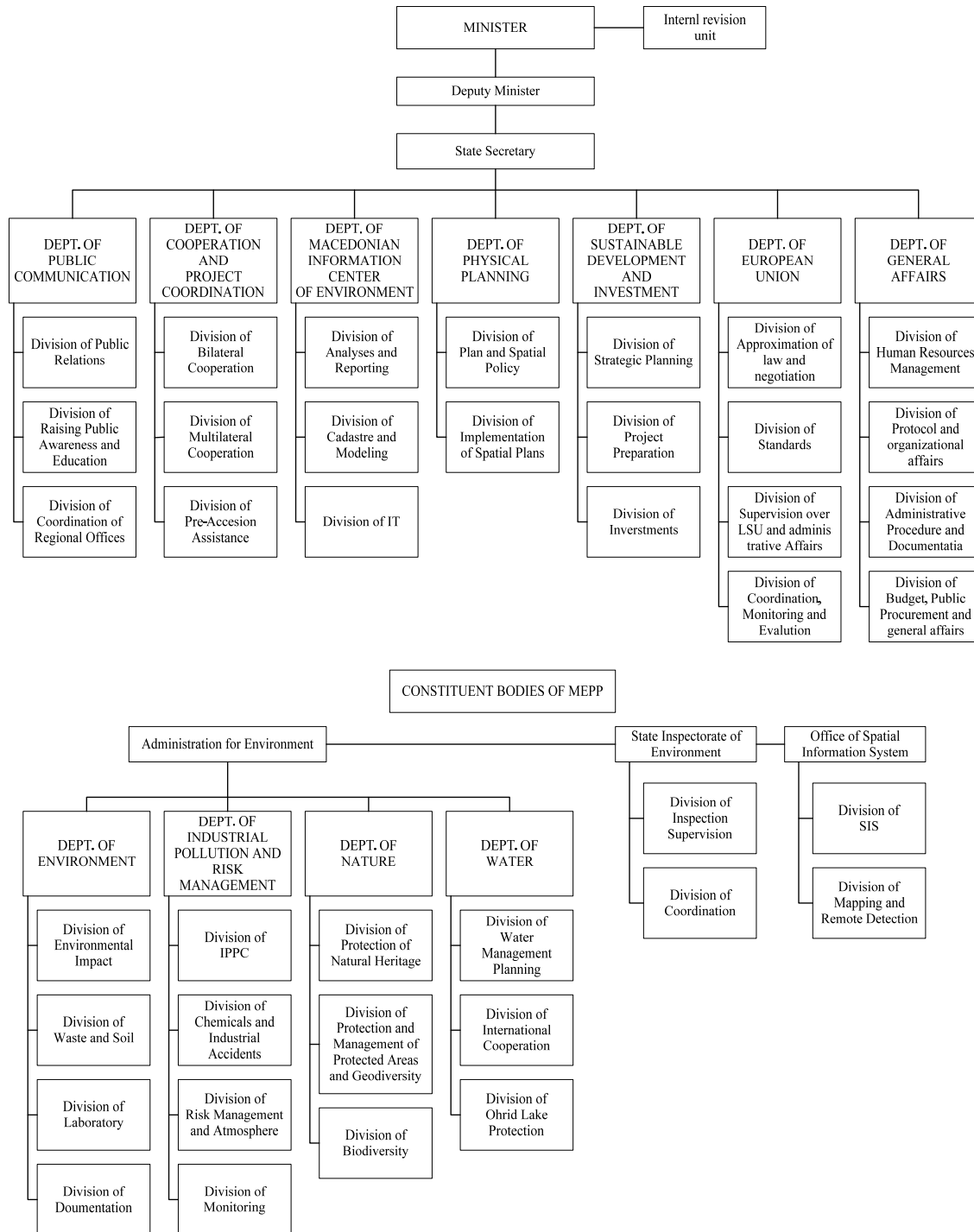


図 1.4 環境都市計画省の組織図

(3) スコピエ市 (Skopje City)

スコピエ市には 12 の部局の他、監視局、消防局があり 530 名が働いている (2008 年 10 月現在)。この他、市には 6 つの公社があり 4,000 名を越す職員が働いている。

- ✓ 道路 (182 名)、
- ✓ 交通 (1,290 名)、
- ✓ 公園 (404 名)、
- ✓ 廃棄物 (1,050 名)、
- ✓ 上下水道 (1,150 名)、
- ✓ 駐車場 (140 名)。

水関連業務に関し、市公共事業局（Communal Affairs）は上下水道施設の計画・設計・建設を行う。主要な建設事業に対しては政府が資金をまかなう。建設後市は施設を資産として所有するが、その運営管理についてはスコピエ上下水道公社に移管する。運営については市が監督する。市はスコピエ上下水道公社が適用する水道・下水道料金の設定・改定について裁可する。

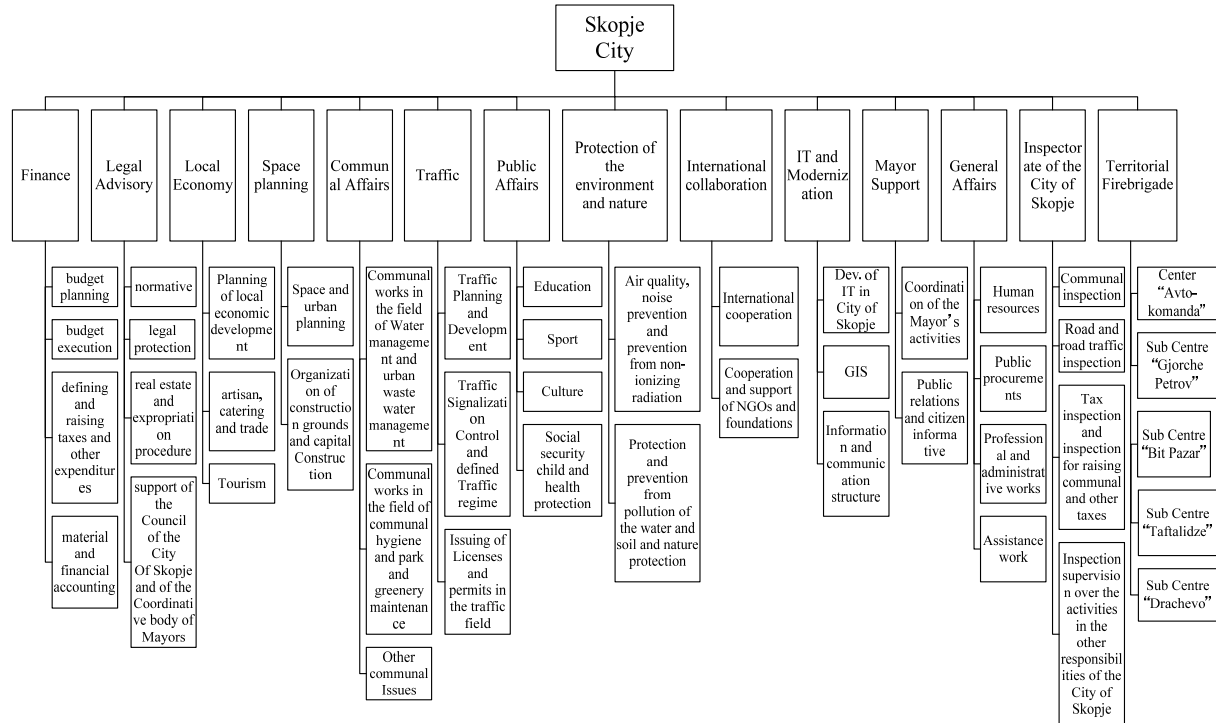


図 1.5 スコピエ市組織図

(4) 区町村

スコピエ市（City）は 10 の区（municipality）で構成されている。また全国にはスコピエ市の 10 を含めて 84 の区町村（municipality）がある。地方自治法（Law on Local Self-Government, 2005 年 6 月改定）の規定によって、市区町村は自ら水道・下水道事業を計画・設計・建設することが可能となり、その資金も外部（国内外）から借入を得る権限も付与された。すでにいくつかの区町が外国の無償資金を得て水道や下水道を建設中である。上記の規定にかかわらず、財務省は、市区町村が実際にローンの借入機関になれるためには財務基盤がまだ十分には強くない、と考えている。

(5) スコピエ上下水道公社

（PE、The Public Enterprise “Water Supply and Sewerage” – Skopje (Vodovod)）

スコピエ上下水道公社はスコピエ市の水道・下水道施設を建設し、その運営と維持管理も行う組織である。ただし、新施設及び大規模改修のための計画・設計・建設は市が直接おこない、スコピエ上下水道公社は行わない。運営経費（含、償却）はスコピエ上下水道公社が徴収する水道・下水道料金でまかなわれ、市からの補助は期待できない。スコピエ上下水道公社は料金の改定を市に提案できるが、その決定は市議会に任される。なお、単位使用量あたりの料金は用途毎に一定であり、累進的な料金体系とはなっていない。表 1.3 に水道料金と下水道料金を示す。なお、上下水道料金の徴収率はおおよそ 80% である。

表 1.3 単位使用量あたりの水道料金、下水道料金

	(MKD/m ³)	
	家庭用	業務用（工業用を含む）
水道料金	17.25	46.63
下水道料金	12.12	19.17
合計	29.39	65.80

出典：スコピエ上下水道公社

スコピエ市は区と協力して上下水道施設の新規計画・設計・建設及び更新することができる。しかしスコピエ市と区はスコピエ上下水道公社と事前に計画、特に接続する既存管の能力の検討が必要となる管の布設等につき協議しなくてはならない。一方で、施設の維持管理及び修理はスコピエ上下水道の責任である（外部プロジェクトによる独立した区画を除く）。

上記のように、各市区町村は制度上建設事業のために外部から直接融資を受けることは可能だが、財務能力・経験の制約上実施した例はなく、海外借款の借入機関は政府であり、運輸通信省等が事業実施機関となっている。現状で建設事業の受益市区町村はグラントベースで完成した施設を受け取っているが、将来ローンベースに変更し、市区町村から資金の償還を求めるようにするかどうかは未定である。スコピエ市当局は 97 百万ユーロといわれる当該プロジェクトコストの償還をさせられる可能性を考え、施設をローンベースで受け取ることは非常に消極的である。

(6) 農業森林水経済省（Ministry of Agriculture, Forestry and Water Economy (MAFWE)）

農業森林水経済省は 2009 年まで都市用水及び灌漑用水に関する表流水及び地下水の水利権の付与を行う。2010 年から新水法の下では、この権限は環境都市計画省に移管される。水資源管理に関して、農業森林水経済省は河川水量と水質の測定を行っている。農業森林水経済省は給水サービスを含む農村開発の責任を負っている。また、1975 年には「水管理計画」(Water Management Plan) が実行に移され、農業森林水経済省の管掌になる水管理公団 (Water Fund) が設立され、国家レベルでの水資源利用を含め水関連計画の実施細目を策定し、実行してきた。それには水源開発・管理、灌漑施設計画・建設・管理、水利利用組合の設立、農村水道建設等が含まれる。上述のように、新水法の下では環境都市計画省が農業森林水経済省に代ってこれを管掌する。

(7) 財務省（Ministry of Finance: MF）

当該セクター開発の上で財務省の責務は各省庁からの事業計画に関する予算要求に基づき、国としての投資計画を策定することである。その原資としては税収のみでなく外国資金援助も含まれる。現在実行中の投資計画は全国開発計画 (National Development Plan) として公表されている。本件下水道整備事業もすでにリストに含まれ、初年度分として 2009 年に 15 百万ユーロが計上されている。2008 年からは IPA を含む諸 EU 基金の借入機関となるため、マケドニアには基金へのアクセスに対してより厳格な条件が課されるため、省内に IPA 基金に関する EU との契約、市場調査ならびにプロジェクト管理を行う部門（国際金融局 (International Finance Department)）が新設された。従来外国から借入する場合、政府が借入者となり、償還の義務を負う。当該資金を得て実施した事業の受益地方自治体・団体が近い将来政府に代わって償還の義務を負うかどうかは未定である。

1.6 調査結果の事業化支援

スコピエ市の下水道事業は、スコピエ市の上水道事業と共に財務省の策定した全国開発計画に含まれている。同計画では下水道に関する資金需要は増加するとしている。継続事業である Krivogastani, Kumanovo (2008 年操業開始)、Berovo, Gevgelija 各市に加えて Cucer Sandevo (2008 年操業開始)、Caska, Prilep (2008 年 IPA 基金申請予定)、Tetovo, Bitola, Veles, Strumica, Berovo, Debar 各市の新規下水道事業が同計画に含まれている。3 ヶ年での上下水道の事業規模は 104 百万ユーロ（約 170 億円）と見込んでいる。この金額は全セクターに対する資金規模（3 ヶ年で 1,100 百万ユーロ、約 1,800 億円）の約 10% に相当する。なお、全国開発計画は、下記に記す EU の援助プログラムである IPA 資金を活用するために作られたものである。EU の環境総体系を満たすのに必要となる上下水道・廃棄物に関する事業費は莫大な額になると想定している。

一方、第二次国家行動計画³では下水道事業費として上記の倍以上の 230 百万ユーロを見込んでい

³ EU 基準を満たすためには都市排水で 230 百万ユーロ、固形廃棄物処理に 130 百万ユーロを要する。この所要額は、海外からの補助額を含めた予算水準をはるかに上回っている。従い、他ドナーからの支援及び第二次国家環

る。さらに、国家予算に占める投資費用（Capital Expenditure）規模（2007年 143 億デナール：約 24 億ユーロ、2008 年で 214 億デナール：約 36 億ユーロ）を勘案すると、同計画でもいうように、事業実現には外国の資金が不可欠である。有力な資金ソースとして贈与資金である IPA 資金⁴がある。従来は Phare（Poland and Hungary Assistance for Reconstruction of Economy）、CARDS Program⁵（Community Assistance for Reconstruction, Development and Stability in the Balkans）計画の下で援助が実施されてきたが、今後は Multi-annual Fund に統合されて IPA 資金として実施されることとなった。同計画は 2007 年から 3 ヶ年の支援分野、支援金額の方針を表明している。これによると、環境分野の支援金額は 15 億円程度⁶と推定されている。F/S が終了した人口約 5 万人の Prilep 市の小規模下水施設が第一次 IPA 資金で建設されることになった（2008 年 10 月時点）。さらに、スコピエ市の下水道施設が第 2 次 IPA 資金（2010 年～）の候補となっており 15 億円程度を支援対象としている。

国家開発計画では IPA 資金に加えてローン⁷も資金源の一つとしている。低金利、長期償還の JICA ローンもスコピエ市下水道施設の有力資金源となる。通常は F/S の完了を待って資金要請を行なうが、本調査では調査途中であっても事業の早期実現に向けて、JICA 等への資金要請の支援を行なうことが含まれている。C/P とその可能性について協議したところ、マケドニア国の制度では、対外ローンの借入れは F/S 結果に基づき閣僚会議が決定するとの事であった。従い、F/S の終わる 2009 年前半に要請が出されることが可能となる。

1.7 事業当事者

ローンの要請当事者が誰であるかが次の課題である。2005 年施行の地方自治法ではスコピエ市あるいは区町村が事業当事者となることが定められている。2007 年 11 月のステアリング・コミッティでスコピエ市が事業当事者となることが表明され、これに基づきスコピエ市が環境社会配慮に関するステークホルダー協議を開催した。しかし、地方自治体の財政基盤はまだ脆弱であり、事業実施には中央政府の補助金（Capital Grant）あるいは対外ローンが不可欠である。事業実施は補助金だけでは難しく対外ローンが不可欠である。地方自治法ではスコピエ市を含む地方自治体は対外ローンの借入れは可能である。しかし、財務省の指導により、財政状況が健全な自治体に限り借入れが可能であり 2008 年 1 月時点で 84 の自治体のうち 8 自治体が可能に過ぎず、スコピエ市は借入れ不可能である。

従い、対外ローン借入れは財務省の保証により運輸通信省あるいは環境都市計画省が可能と思われる。スコピエ市も法律上は借入れ機関となれるが、借入れ機関には複雑な融資や調達手続き、プロジェクトの運営能力が必要とされることから、現時点ではスコピエ市が借入れ機関となれるかは不明である。

借入れ主体者の決定はローン申請時に閣僚会議が決定する。ズレトヴィツァダムの場合は、財務省の保証、農業森林水経済省が借入機関、ローン返済はズレトヴィツァ水利公社（PE “Hydrosystem Zletovica”）の料金収入で充てるとのことであった。これから類推すると、本事業は財務省が保証、運輸通信省（あるいは環境都市計画省）が借入機関、スコピエ市が実施機関、ローン返済は下水道料金で充てることが想定される。一方、調査の進展につれてステアリング・コミッティ等で、特別法により国が「スコピエ下水処理公社」を設立する可能性が言及され始めた。

境行動計画に沿ったプロジェクトの優先付けが必要である。

⁴ 2007 年に IPA（Instrument for Pre-Accession）が導入された。

⁵ CARDS 2002 – 2006 のマケドニア国への支援額は 229 百万ユーロ、内環境自然保護分野への支援額は 6.3 百万ユーロであった。

⁶ IPA 資金の使途は Multi-Annual Indicative Financial Framework で明示されている。2007 – 2009 年の供与総額は 210.5 百万ユーロであった。内、40.5 百万ユーロが地域開発に割当てられている。環境は地域開発に含まれ、この内 20～30% が環境に配分されている。従い、環境分野への割当て額は 8～12 百万ユーロである。

⁷ EIB ローンも可能性がある。EIB は 2007 年から 2013 年の 7 年間でクロアチア、トルコ、西バルカン諸国に対し 87 億ユーロ（約 1,400 億円）の資金供与を計画している。

しかしながら、これらはすべて閣僚会議の決定によるとの事で、信憑性及び内容等の詳細は不明である。

1.8 環境・水関連法規

マケドニア国は EU 加盟候補国の一つであり、環境関連法制度についても、EC 法の総体系 (acquis communautaire、EU の基準・指令 (EU 指令) を含む) の採用はなお一層の努力が必要と指摘⁸されているものの、順次進めている。例えば旧環境法は 2005 年に EU の環境規制に沿って改定された。更に、工場廃水排出基準を含む各種環境関連基準や規制を制定中である。同法は政府が National Ecological Plan 及び Local Environmental Action Plans (LEAPs) を策定すべきことを規定していた。これを踏まえて 2006 年には第二次国家環境行動計画が策定され現在実行中である。

1.8.1 EU の環境・水関連の法制度

EU 統合に向けて環境政策の確立と規制の統一化が欧州委員会 (EC) で進められてきた。これまでに発効している水関連の環境規制動向を整理したものを、表 1.4 に示す。最も早く制定された規制は飲料水の安全性に関するものであった。1975 年に河川水質基準が制定され、さらに 1980 年には WHO の飲料水基準に準拠した飲料水基準そのものが定められた。その基準では 48 種類の微生物と化学物質に対するパラメーターに関する水準を定めている。

しかしながら、上記規制だけでは望ましい結果が得られなかった事を踏まえて、1991 年に都市排水処理及び窒素規制が追加された。この時、飲料水基準の改定及び化学物質の排出を規制する統合的汚染防止管理 (IPPC) 制度も検討され、各々 1998 年、1996 年に制定された。

上記の個別規制は EU の環境政策面で画期的なものであったが、上記の個別規制では水質改善あるいは維持に限界があることも 90 年代半ばに認識され、総合的なアプローチが模索された。その結果、既存の 7 つの指令 (表流水、これに関連する水質測定法及び測定頻度と水質結果の公表、漁業用の水、貝類の水、地下水、危険物質の排水) を総括的に包含して水枠組み指令 (Water Framework Directive, 2000/60/EC) が提案された。同指令では、すべての表流水・地下水への適用、水域単位での水管理の実施、排出規制と水質基準を組み合わせたアプローチの採用、水に対する適正価格の導入、市民の関与、法制度の統一を包含している。

同指令の目的は、EU の水域を化学的、生態学的に健全な状況にすることである。これには、水生生態系の維持、貴重種の保護、飲料水確保、健康的な遊泳確保がある。この目的のために、水生生態系を維持するのに必要な条件及び化学物質基準がすべての表流水域に導入された。良好な水生生態系も水枠組み指令の Appendix V で規定されている。この目標を達成するために、欧州委員会は 2001 年 1 月、水枠組み指令の最初の規制対象として指定する 32 種類の「優先物質」リストを提案、同年 11 月に採択した。さらに、水域を健全な状況にすることは河川流域毎にされねばならないとしている。このため、河川流域ごとに流域管理計画の策定及び 6 年毎の見直しが必要とされている。

水枠組み指令による水質汚濁対策

地域に固有の水質汚濁を解決する対策はいくつかある。主な対策は、下水処理場指令、窒素指令及び IPPC 指令である。この下水処理場指令及び窒素指令により、富栄養化を防ぐほか健康に安全な遊泳水域及び飲料水確保ができる。さらに IPPC 指令により危険排出物汚染を防ぐ。水枠組み指令の目的は、これらの指令の適用を調整することである。先ず、水域毎の目標を設定する。次いで、経済社会活動により水域の水質が水域の目標を満足するかを予測する。次いで、現行の規制・基準が実施された場合、予測水質が目標水質を満たしているか否かを予測する。満たしていれば水枠組み指令の目的は達したことになる。目標水質を満たさない場合は、上乘せ規制を検討する。

⁸ 法体系の強化の面の進捗は認められる。しかし、EU 法体系への準拠はまだすべては終わっていない。さらに、実施の担保及び法制度の適用には格段の努力が必要である。(EU Enlargement Strategy and Main Challenges 2006-2007)

工場廃水規制の強化、下水処理場排水基準の強化、農業廃水に対する規制等がある。

表 1.4 EU における水関連の環境規制動向

	小分野	指令 ⁹ 、規則、決定名称
水質汚染	水枠組み指令	指令 2000/60/EC、決定 2455/2001/EC (排出規制と水質基準達成の両面規制)
	飲料水 ・ 一般規制 (及び新規要求 (追加条項)) ・ 地上の淡水: 質及び管理条項 ・ 地上の淡水: 計測及び分析の方法	指令 80/778/EEC (指令 81/858/EEC, 指令 90/656/EEC, 指令 91/692/EEC, 指令 98/83/EC、規則 1882/2003) 指令 75/440/EEC, 指令 79/869/EEC, 指令 90/656/EEC, 指令 91/692/EEC、2007 年 12 月 22 日付けで 2000/60/EC に統廃合 指令 79/869/EEC, 指令 81/855/EEC, 指令 90/656/EEC, 指令 91/692/EEC、規則 807/2003、指令 2000/60/EC
	遊泳に適した水質	指令 76/160/EEC, 指令 2006/7/EC
	国境をまたがる河川及び湖の利用と保護	決定 95/308/EC
都市廃水処理	下水処理	指令 91/271/EEC (規則 EC/1882/2003)
	魚の養殖に適した水	指令 78/659/EEC (指令 90/656/EEC, 指令 91/692/EEC)
	排出物 ・ 農業廃水にとる硝酸カリ (化学肥料) 汚染からの水質保護	指令 91/676/EEC
	危険排出物	指令 76/464/EEC (指令 91/692/EEC、2000/60/EC)
	・ 水銀 ・ その他の危険物: 水中環境の保護 ・ その他の危険物: 地下水の保護	指令 82/176/EEC (指令 90/656/EEC, 指令 91/692/EEC) 指令 76/464/EEC (指令 90/656/EEC, 指令 91/692/EEC) 指令 80/68/EEC (指令 90/656/EEC, 指令 91/692/EEC)
工場廃水	IPPC (統合的汚染防止管理制度)	指令 96/61/EU
廃棄物管理	廃棄物による埋め立て	指令 99/31/EC
	下水汚泥が農業用に使われる際の土壌に関する環境保護	指令 86/278/EC

1.8.2 マケドニア国の環境・水関連計画及び法制度

(1) 環境行動計画

2006 年に策定された第二次国家環境行動計画は、EU 加盟に必要とされる施策を盛り込んだ、2011 年までの 6 年間の環境に関するガイドラインである。法体系の EU 化は新水法の成立をもって 2007 年に終わるとしている。今後は、環境対策実施に係る財源確保、環境に関するキャパシティ向上、行政再構築及び強化が必要であるとしている。なお、必要とする財源は莫大であり、外部のローン及びグラントをも期待している。

(EU 加盟の条件として) オフリッド枠組み協定 (マケドニアとアルバニアとの間で 2001 年に締結された和平協定) の遵守がマケドニア国に課せられているが、その一つが地方分権である。これも国家環境行動計画に組み込まれている。さらに、持続性のある経済発展と社会発展も国家環境行動計画に組み込まれている。

⁹ EU では、具体的な統一基準として、規則 (Regulation)、指令 (Directives)、決定 (Decision) を通じて施策を実施している。「規則」とはそのまま加盟国に適用され、各国における立法手続きを必要としない。「指令」とは各国は、その目的を達成する義務を負うが、達成の方法や形式については各国に任せられている。「決定」は、特定国あるいは全加盟国に対するもので、当事者だけを束縛する。

(2) 環境法 (Law on Environment, Official Gazette No. 53/05, 81/05, 24/07)

環境法 (Law on Environment) は 2005 年 6 月に制定・公布されており、2 回改正されている。国家・市・公共機関・個人の環境保全に関する権利と義務を含む環境保全原則について定められており、統合的汚染防止管理、環境影響評価、情報へのアクセス等 EU 基準に則った法となっている。特に環境影響評価、環境基準、環境に影響を及ぼす活動に関する許可制度、汚染の防止及び削減、環境監視と規制等について言及している。本法の実施責任機関は環境都市計画省である。

(3) 旧水法 (Official Gazette No. 4/98, 19/00, 42/05)、新水法 (Official Gazette No. 87/08)

旧水法は 1998 年に制定され (2000 年及び 2005 年に一部改定)、水資源の合理的な管理運用(過剰使用の抑制)、汚染防止、水関連施設の建設・運転管理、洪水調整、国際河川の管理および水関連事業のための財源措置について規定していた。農業森林水経済省が管轄している。同法はまた①水資源開発の財源確保のための Water Fund の設立、②それによる水関連事業財源措置、③水道事業体の創設、④水利用者組合の設立を義務付けていた。同法は水資源の利用や廃水処理の排出者責任についても規定している。しかし Water Fund の設置以外充実した実施が行われたとは言いがたい。

国レベルでの水管理 (長期) 計画 (Water Management Plan) は 1975 年に制定された。2004 年には水法 (Law on Waters) (下記) に沿って新しい水管理計画が実行に移された。同計画には(1)短・中期計画策定、(2)水資源の灌漑及び水力発電への配分、(3)洪水制御、(4)水資源の利用による農村部開発等が盛られた。

新水法 (Official Gazette No. 87/08) は、最新の EU 指令である水枠組み指令を取り込んだ枠組み法であり、基準、原則、権利、義務そして行政機関・地方自治体・法人・個人の権限について定めている。水管理はバルダル川、Crn Drim 川、Strumica 川、Juzna Morava 川の 4 つの流域に分けて行い、合理的かつ効率的な水利用、持続的な水源開発、水の汚染・悪影響からの保護に関する活動・行動・方法を規定している。旧水法は農業森林水経済省が管轄していたが、新水法の主務官庁は環境都市計画省となる。下水施設からの排水を含む排水規制等も同省の認可事項である。新水法は水が経済的価値を持ち、受益者は水のコストを払うべきというコンセプトを強調している。しかしながら現実にはスコピエでは上下水道料金の回収率が約 80%と低迷し、このコンセプトが需要者に十分には伝わっていない。需要者啓発が必要である。

(4) 下水道事業

都市排水処理に関する法的枠組みには下記のものがある。

- 水法 Law on Waters (Official Gazette No. 4/98, 19/00, 42/05)、新水法 (Official Gazette No. 87/08)
- 水道・排水・下水法 Law on Water Supply, Drainage, Treatment and Discharge of Urban Wastewater (Official Gazette 03/00, 68/05, 28/06)
- 公営企業法 Law on Communal Services (Official Gazette No. 08-2808/1 September 5th 1997, No. 07-2540/1 April 16th 1999, No. 07-1514/1 March 16th 2004)
- 地方自治法 Law on Local Self-Government (Official Gazette No.5/2002)
- スコピエ市法 Law on City of Skopje (Official Gazette No. 07-3430/1 August 12th 2004)
- 地方自治財源法 Law on Financing the Local Self-Government (Official Gazette No. 61/04, 96/04,67/07)
- 環境法 Law on Environment (Official Gazette No. 53/05, 81/05, 24/07)
- 廃棄物法 Law on Waste Management (Official Gazette No. 68/04, 71/04)

新水法によると、人口 (当量) 2,000 人以上の集落すべてに下水収集・処理システム (下水施設) を設けるとしている。下水施設計画は先ず市議会 (Municipal Council or City Council) が計画し環境都市計画省に提案する。環境都市計画省は運輸通信省の合意を得た上で (中央) 政府に提案し政府が決定する。同計画の実施・建設は、中央政府及び市の責務であるとしている。

一方、地方自治法によると、下水施設の建設は市の責務である。しかしながら、地方自治体の財源は脆弱（2007 年予算によると地方自治体全部の予算は中央政府予算の 3%に過ぎなかったが、2008 年予算では 7%に増加した）である。地方自治財源法によると、独自財源として所得税及び付加価値税の 3%の他固定資産税等があるが、大きな部分を占めているのは国からの補助金である。いくつかある補助金の内、運輸通信省からの投資補助金（Capital Grant）が下水施設の建設に当てられる。市は、国内外からのローンを借りることができるが、当面は財務省の基準を満たした優良自治体のみがローン借り入れが可能である、実質的には借りられる自治体はない。従い、スコピエ市当局がローンにより施設建設を行なうことは考えられない。

スコピエ市を構成している 10 区は、地方自治法で定められている地方自治体であり同法に基づき、独自の下水道施設の建設が可能である。スコピエ市の周辺区である Saraj、Gorce Petrov、Kisela Voda 区は区全域あるいはその一部において下水施設の建設を計画、設計し、建設を進めている。一方、スコピエ市法によると、市全体に効果をもたらしかつ各区に分割できない事業は区でなく市が行なうとしている¹⁰。しかし、「分割できない」定義は明確でない。

下水を含む公営事業は市の認可により設立される。設立後の公営事業の監督は運輸通信省が行なう。

現在、マケドニア国には工場・処理場からの排水基準は定められていない。しかし、河川等に適用されている水質環境基準が援用され、これに基づいて排水規制が実施されている。新水法では、下水施設に排出される工場廃水は、排水基準を満たさねばならない。人口当量 4,000 人以上の生物処理可能な工場廃水で、下水施設に排出しない場合は、排水基準を満たさねばならない。工場廃水を下水施設に排出する場合は、環境都市計画省は運輸通信省、市長の同意を得た上で、工場に前処理を義務つける。（新水法 Article 116）

¹⁰ これにより 10 区の内、中心 7 区及び周辺 2 区（Gorce Petrov、Kisela Voda）の市街地に下水道が普及している。

第2章 バルダル川の水質の現状と水質改善への課題

2.1 バルダル川の現況

スコピエ市を貫流するバルダル川は、流域面積でも流路延長でもマケドニア国内で最大の河川であり、本流がギリシャを経てエーゲ海に注ぐ国際河川でもある。一部の支流が北の隣国であるセルビア、コソボ両国から流入しており、調査対象地域内で本流に合流する Lepenec 川はコソボ国に源流を持つ河川である。マケドニア国内におけるバルダル川の末端の Gevgelija における流域面積は 22,290 km² である。国外部分の流域を除いても 20,535 km² であり、マケドニア国の総面積 25,713 km² の約 8 割がバルダル川の流域という大河川である。



図 2.1 バルダル川位置図



出典：Statistical Yearbook of the RM 2007 *色は流域界図と一致している

図 2.2 河川流域界図

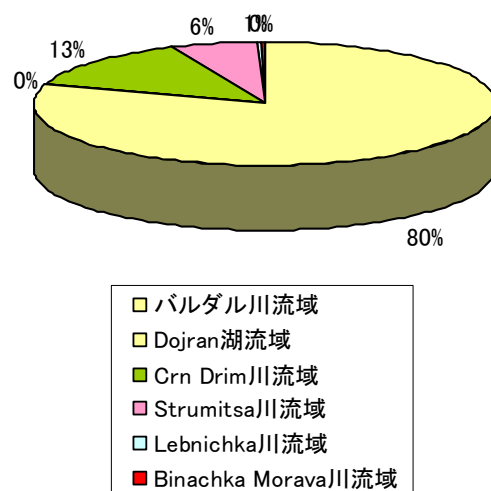


図 2.3 河川流域別面積

表 2.1 マケドニア国の河川の流況

	流域面積 (km ²)	降水量 (mm/年)	降雨量 (百万m ³ /年)	流量 (百万m ³ /年)			流出 係数
				国内	国外	合計	
バルダル川流域	20,535	707	14,603.0	4,835.0	604.0	5,439.0	0.33
Dojran湖流域	120						
Crn Drim川流域	3,350	933	3,125.6	1,687.8	487.2	2,175.0	0.54
Strumitsa川流域	1,535	791	1,214.1	216.6	-	216.6	0.18
Lebnichka川流域	129	890	114.8	34.4	-	34.4	0.30
Binachka Morava川流域	44	700	30.8	9.2	-	9.2	0.30
合 計	25,713	742	19,088.3	6,783.0	1,091.2	7,874.2	0.35

出典：Statistical Yearbook of the Republic of Macedonia, 2007

本調査の対象区域内におけるバルダル川の延長は全長の約 10 分の 1 の長さに当たり、調査対象区域はバルダル川流域の中間地点よりやや上流側に位置している。

対象区域内のバルダル川の横断形状を把握するために、2007 年 11 月に現地再委託によって断面測量を実施した。測定地点は図 2.4 に示す本川および流入河川の計 5 地点（CS1～CS-5）とした。

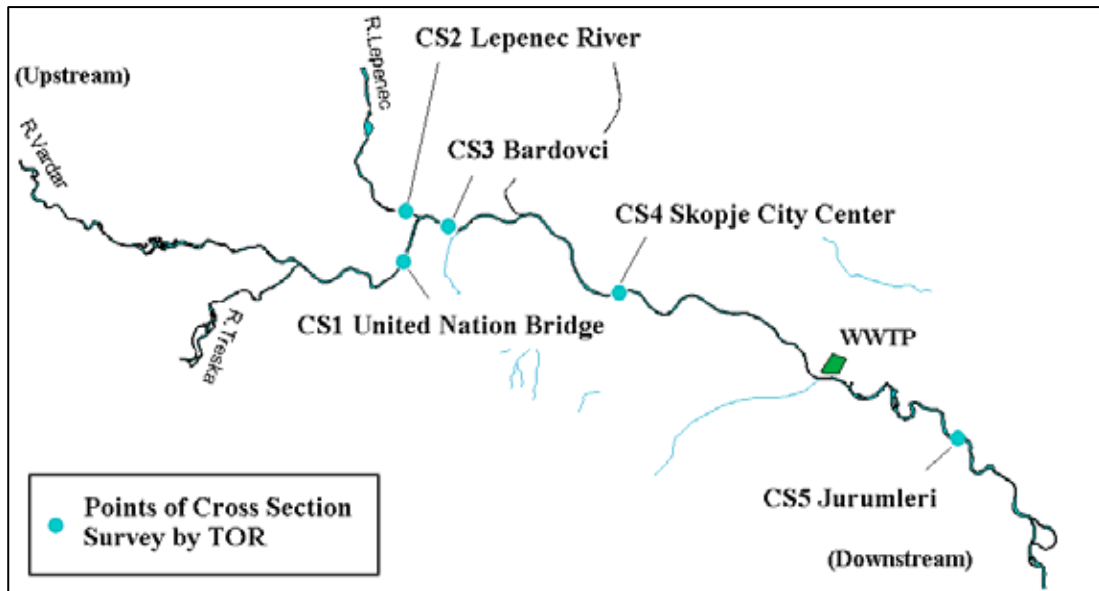


図 2.4 調査区域内の河川断面測量地点

このうち、CS-1～CS4 では、護岸が整備されており低水路（300 年確率流量）と高水敷（1,000 年確率流量）が整備されている。法面は礫で河川床は主に砂または礫である。高水敷には草や低木の植生がわずかに見られる。一方、CS5 は自然流路で、法面と河川床は黒色土で覆われ、水際に木などの植生が見られた。

測量によって得られた断面形状と、測量した日の水面断面形状を図 2.5～図 2.9 に示す。併記している河床勾配はスコピエ上下水道公社より入手したバルダル川縦断図を基に計算した値である。

CS1 はバルダル川の本流に有り、Lepenec 川合流前の地点である。水面幅 53m、最大水深 1.1m、河川勾配は約 2.46‰である。

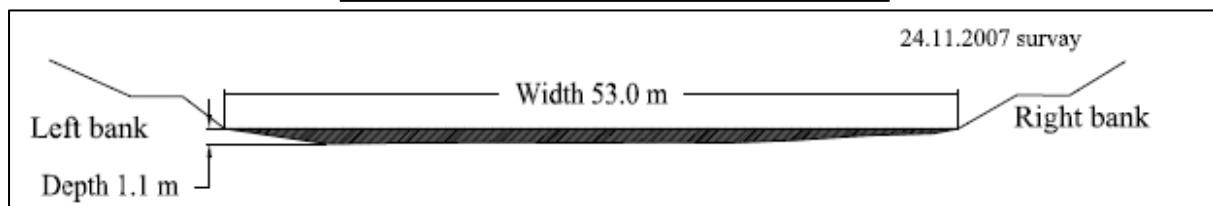


図 2.5 CS1 地点 (UN Bridge) の河川断面図

CS2 は Lepenec 川の末端上にあり、バルダル川合流直前の断面である。水面幅は 36.2m、最大水深 0.76m である。この断面測定箇所直上には堰があるため、堰の前後で水深が大きく異なり、測定は堰の後で実施している。

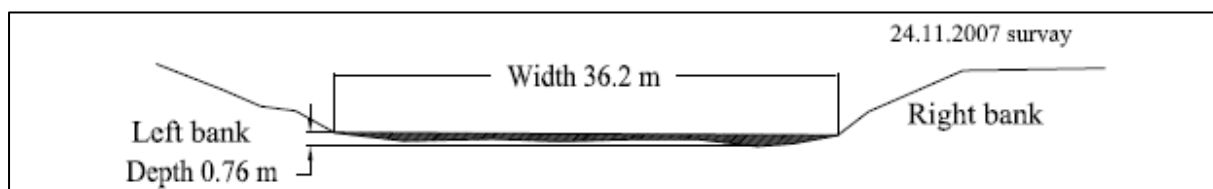


図 2.6 CS2 地点 (Lepenec River) の河川断面図

CS3 はバルダル川の本流にあり、Lepenec 川合流後の地点である。水面幅 48.3m、最大水深 2.3m、河床勾配は 1.84‰である。

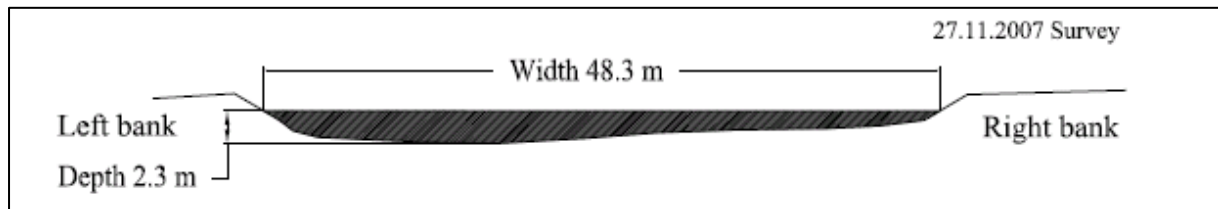


図 2.7 CS3 地点 (Bardovci) の河川断面図

CS4 はバルダル川本流で、市内中心部に位置する。水面幅が 48.9m、最大水深が 1.7m、河床勾配は 1.48‰である。

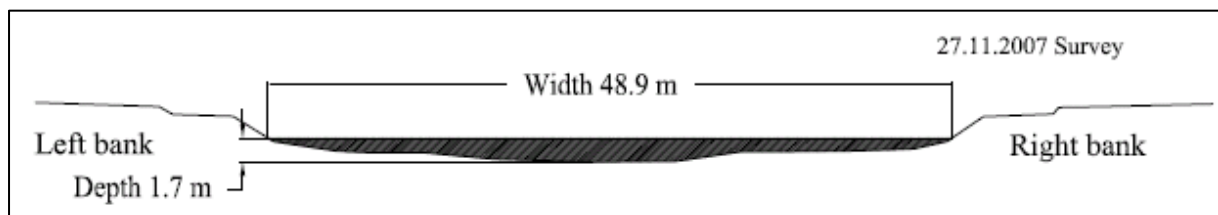


図 2.8 CS4 地点 (Skopje City Center) の河川断面図

CS5 はバルダル川の本流で、中心部から離れた地域に位置する。水面幅は 36.2m と比較的狭く、水深は 3.9m と深い。河床勾配は 0.59%と緩やかである。

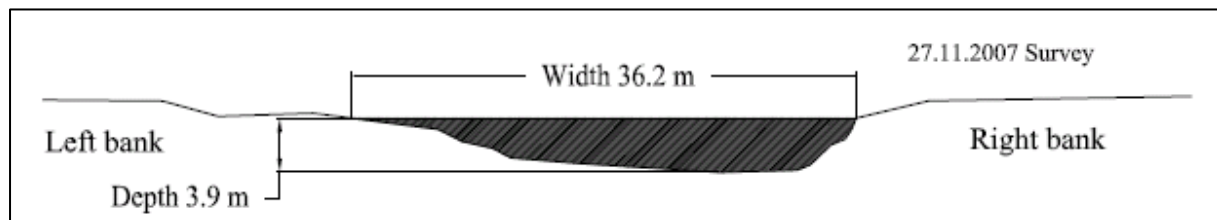


図 2.9 CS5 地点 (Jurumleri) の河川断面図

2.2 バルダル川の流況

2.2.1 水理・水文データ

(1) スコピエ市の降雨量

スコピエ市の降雨量を把握するために、水文気象研究所 (HMI) にヒアリングし、データを受領した。

降雨量は水文気象研究所の職員が写真に示す普通雨量計を用いて、決まった時間に雨量を目視で観測して記録している。自記雨量計も用いられていたが、2007 年 11 月現在は機械が故障しているため利用されていない (2008 年 9 月時点では稼動していた)。



スコピエ市で用いている
普通雨量計

表 2.2 に 1980 年～1996 年と 2002 年～2006 年の月間降雨量を示す。このうち、1980 年～1996 年データは「マケドニア国全国総合水資源開発・管理計画調査」報告書に記載されていた「RST027 Skopje」観測地点の降雨データであり、2002 年～2006 年のデータは今回新たに入手したものである。年間降雨量は概ね 400mm～700mm で推移し、この間の平均は 512mm である。

表 2.2 スコピエ市の月間降雨量

年	月間降雨量 (mm)												年間 (mm)
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
1980	58	21	22	19	107	25	13	12	30	94	31	63	494
1981	24	19	17	65	12	51	76	53	91	95	108	58	671
1982	5	38	44	51	36	5	48	41	17	49	55	36	425
1983	1	18	23	43	48	124	58	28	39	24	70	102	578
1984	31	90	47	37	39	29	24	45	21	7	38	37	445
1985	79	31	28	23	46	46	13	11	12	16	144	11	460
1986	82	-	35	21	42	60	51	6	12	35	22	23	390
1987	48	33	86	44	47	33	1	27	20	41	63	39	481
1988	11	34	37	20	32	49	14	-	20	30	87	46	380
1989	3	6	21	49	178	74	30	39	12	42	32	39	524
1990	2	16	12	69	24	19	24	17	12	10	13	158	375
1991	26	86	32	76	47	10	150	3	41	48	44	6	567
1992	14	7	18	162	35	110	42	2	16	35	63	74	579
1993	56	27	64	14	23	13	20	22	19	38	63	31	388
1994	57	33	1	43	41	24	50	17	12	32	8	70	388
1995	71	20	60	45	70	49	74	50	85	0	43	138	705
1996	63	61	36	38	51	21	8	19	135	13	34	57	536
2002	17	15	56	79	47	16	71	99	83	67	15	156	722
2003	113	16	2	32	93	62	2	12	21	91	26	27	497
2004	43	26	40	44	55	55	61	16	63	27	63	38	532
2005	44	23	39	23	72	38	37	73	34	50	39	102	575
2006	51	56	58	24	19	95	39	29	43	57	13	10	495
Average	40.9	32.0	35.4	46.3	52.9	45.9	41.2	29.6	38.0	41.0	48.8	60.1	512

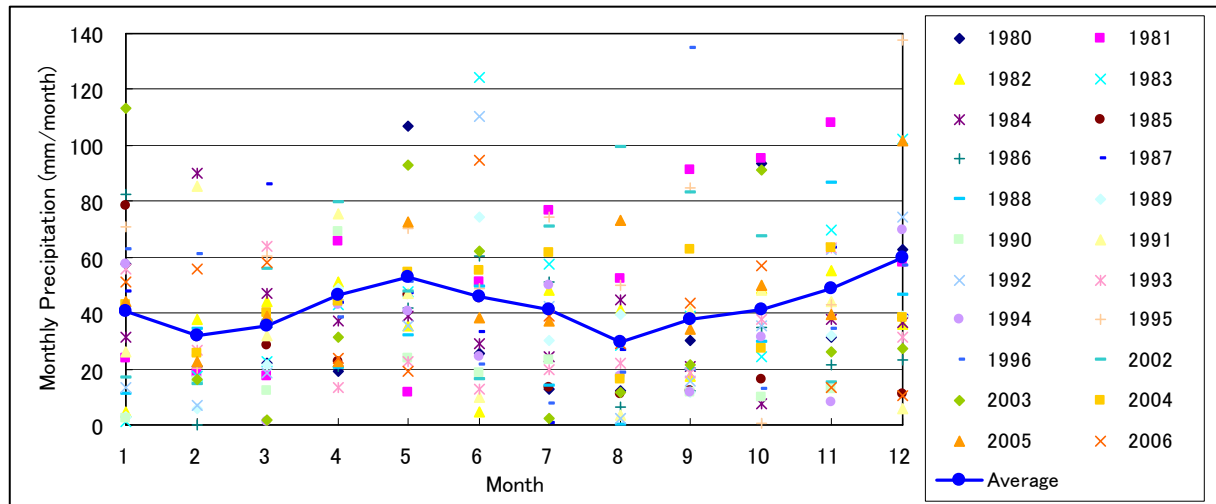
出典：1980 年～1996 年：マケドニア国全国総合水資源開発・管理計画調査、
2002 年～2006 年：水文気象研究所

1980 年～2006 年について月別降雨量の変動を図 2.10 に示す。月別降雨量・平均値の変動をみると、降雨量が多いのは 5 月前後および 12 月前後で月間降雨量 50～60mm となり、降雨量が少ないのは 2 月と 8 月前後で約 30mm となっている。

データのばらつきを見ると、月間降雨量 40mm 以下のデータが半数以上を占め、たまに降る比較的強い雨に引っ張られて平均降雨量が押し上げられているようである。調査団員が現地に滞在した 2007 年 10 月～11 月には雨の日が多かったが、日本のようにずっと降る雨ではなく、傘も要らないような弱い雨がしとしとと降るのがほとんどであった。時折、傘がいるような雨が降り、降雨量を一気に稼いでいるような感じである。また、2008 年 1 月～2 月には雨はほとんど降らず、降ったのは 1 ヶ月に 1 回ほどであった。

表 2.3 月間降雨量の度数分布

月間降雨量	発生度数	構成率	
0 – 10 mm/月	22	8.4%	56.0%
11 – 20 mm/月	47	17.9%	
21 – 30 mm/月	37	14.1%	
31 – 40 mm/月	41	15.6%	
41 – 50 mm/月	37	14.1%	44.0%
51 – 60 mm/月	21	8.0%	
61 – 70 mm/月	17	6.5%	
71 – 80 mm/月	11	4.2%	
81 – 90 mm/月	7	2.7%	
91 – 100 mm/月	7	2.7%	
101 – mm/月	15	5.8%	
欠測	2		
計	264	100.0%	100.0%



注) 表 2.2 に示す延べ 264 ヶ月のデータに基づく

図 2.10 スコピエ市の月間降水量

表 2.4 日降雨量(スコピエ、2007年)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
1					5.2		1.2		0.1		6.9	1.0	14.4
2					2.2				0.0		2.1		4.3
3	2.6										2.7		5.3
4			1.0		0.2	10.1						4.4	15.7
5		0.4		7.4	0.7	3.1		1.5			0.1	0.2	13.4
6	0.0				0.2	11.6		38.0	3.0				52.8
7					0.2	5.9		12.9	3.3	0.0			22.3
8					6.0				0.3	4.5			10.8
9									3.0	0.7		2.3	6.0
10		0.2						0.3		5.4	0.0	0.6	6.5
11		4.2								23.3	4.2	0.4	32.1
12										17.2	2.6	0.5	20.3
13	0.6	0.0				2.8			8.2	3.3	0.4	0.3	15.6
14		6.8								0.5	1.1	0.2	8.6
15												0.6	0.6
16											2.6	1.3	3.9
17		3.5				1.4					8.5		13.4
18					8.1						4.4	0.1	12.6
19		0.2	0.0		12.5						23.1		35.8
20		0.0			5.3					0.4	0.1		5.8
21			14.8		16.4				6.9	8.4			46.5
22			1.1							22.2			23.3
23		0.1	3.5							29.0			32.6
24	0.3		2.9		0.1								3.3
25	18.2			0.2	4.2								22.6
26	3.9	0.1	0.0		17.4							0.2	21.6
27	2.1	1.8	6.0	0.2					0.3	4.4	9.5	3.6	27.9
28	2.1	3.7	0.7		6.4				0.9				13.8
29			0.0		8.4				1.2	11.5			21.1
30	0.2									7.2	1.1		8.5
31			1.0		2.6					2.0			5.6
計	30.0	21.0	31.0	7.8	96.1	34.9	1.2	52.7	27.2	140.0	69.4	15.7	527.0

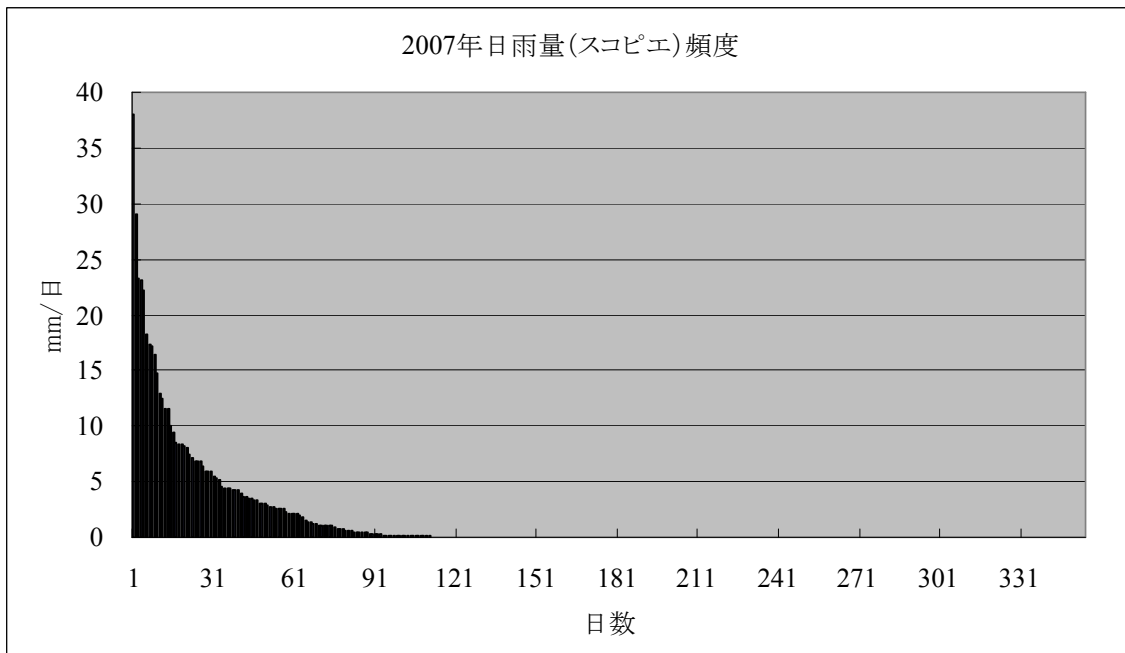


図 2.11 スコピエ市の日降水量度数分布 (2007年)

(2) 河川流量

調査地域内の河川を把握するために、水深と流量の日データを測定している水文気象研究所から図 2.12 に示す 5 地点での観測データを入手した。河川流量データの詳細については Appendix Part I, 2.1 および 2.2 を参照のこと。

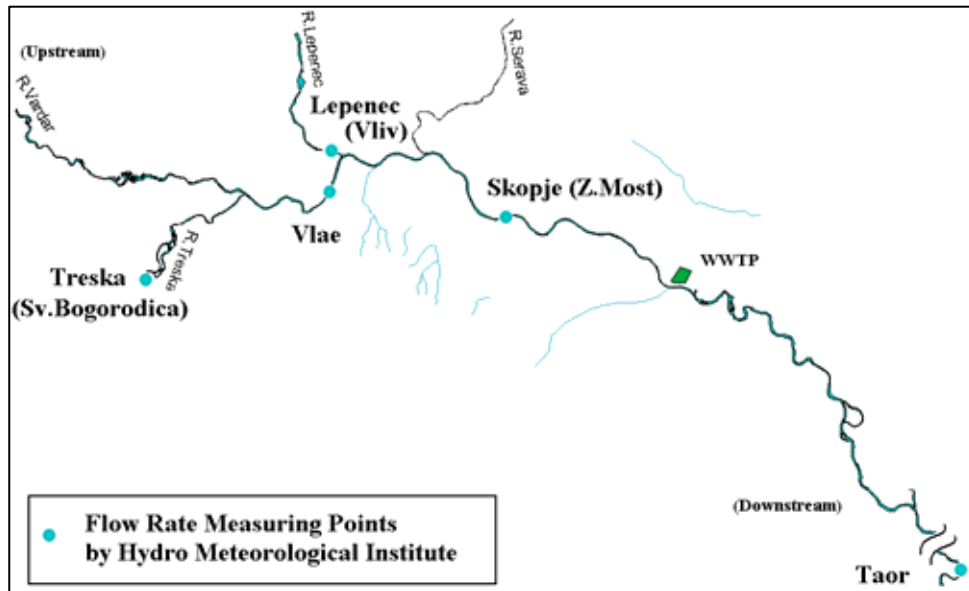


図 2.12 調査区域内の河川流量測定地点

受領した流量データを基に 1991 年から 2005 年までの流量の傾向を図 2.13～図 2.17 に示す。5 つの全ての地点において、降雨量と河川流量がよく連動しており、4 月～5 月に流量が増加し、8 月辺りで流量が減少し、12 月辺りで再度流量が増えている。

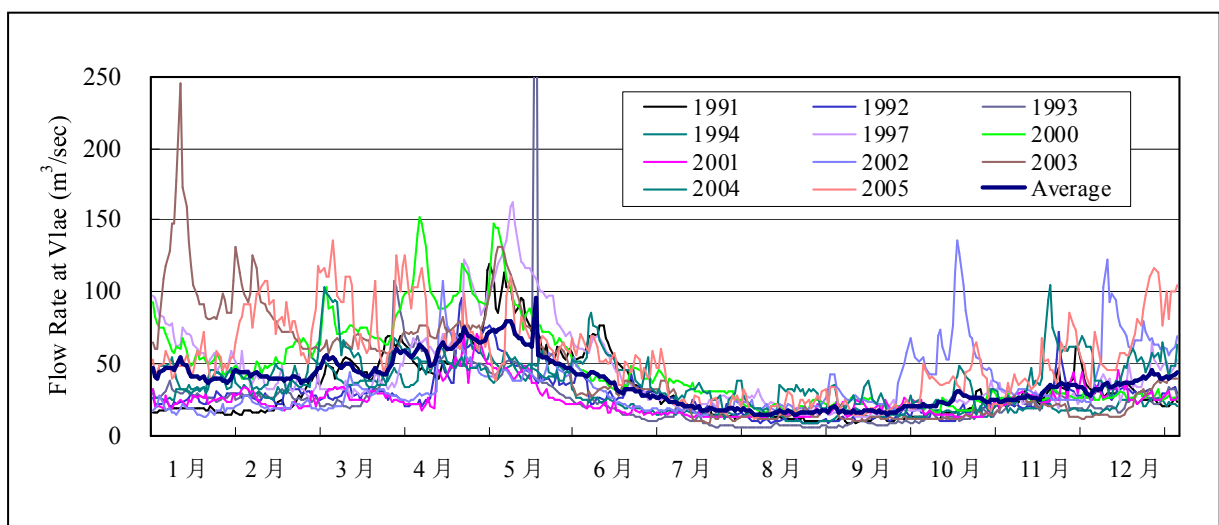


図 2.13 バルダル川上流流量：Vlade 地点

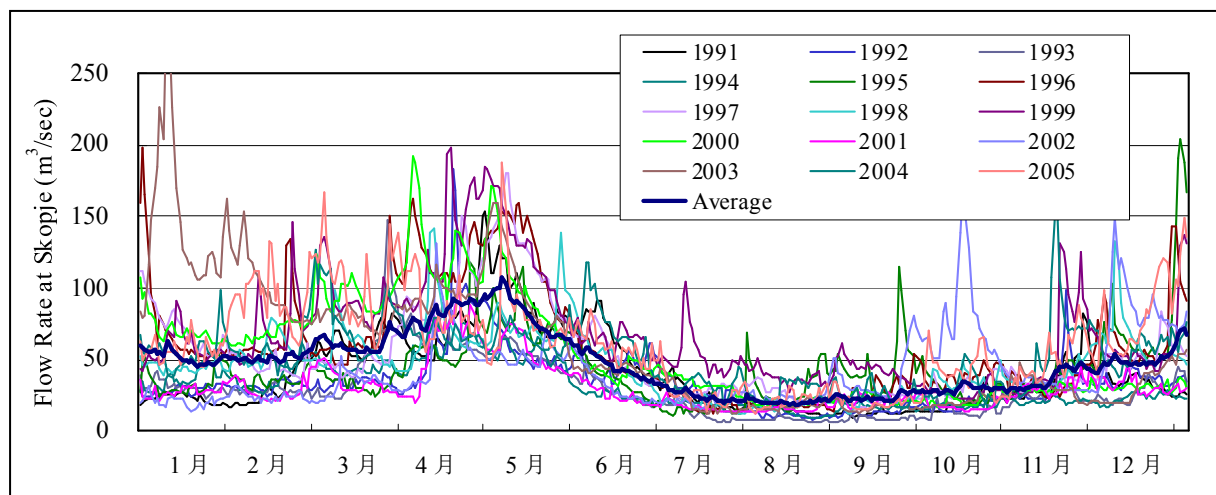


図 2.14 バルダル川中流 : Skopje (Z.Most) 地点

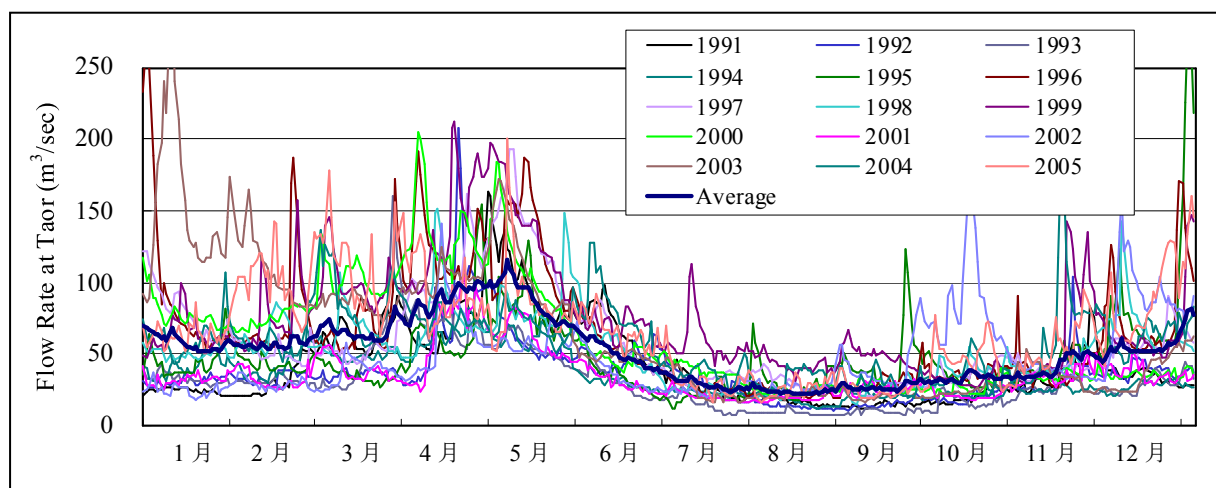


図 2.15 バルダル川下流 : Taor 地点

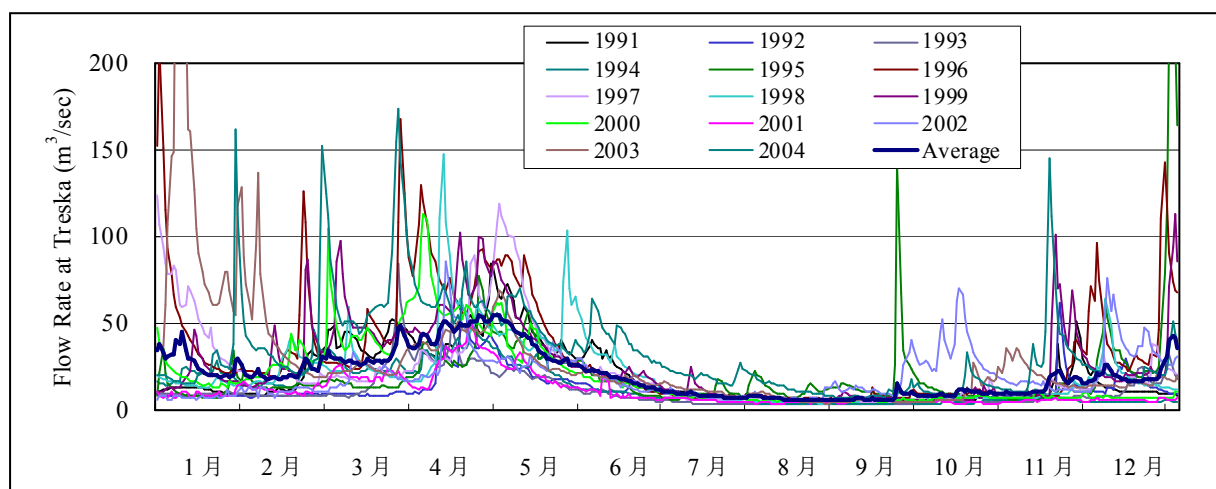


図 2.16 バルダル川流入河川 : Treska 川 (Sv. Bogorodica) 地点

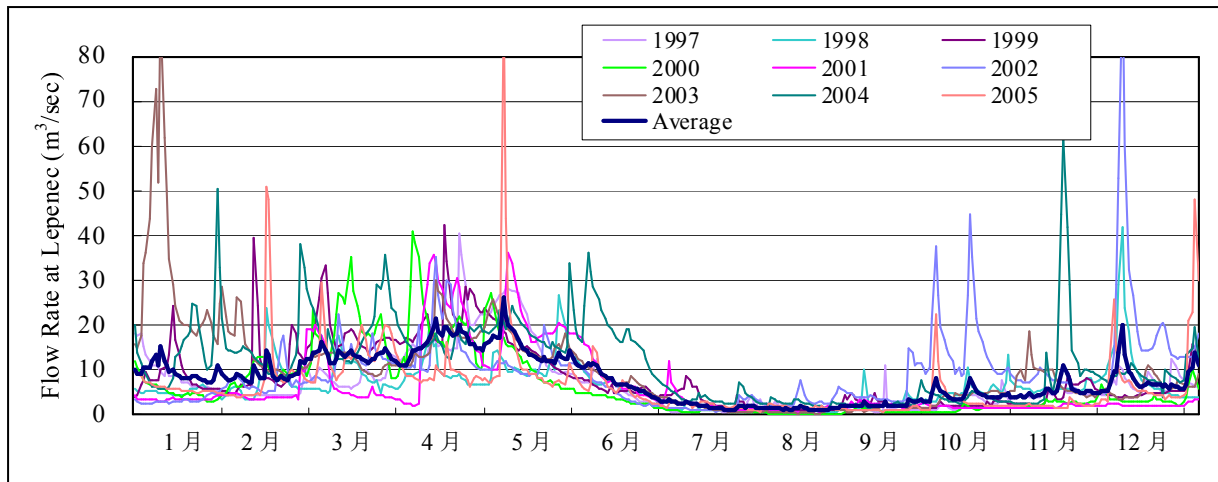


図 2.17 バルダル川流入河川：Lepenec 川（Vliv）地点

2.2.2 低水流量の算定

上記の日流量データから河川の豊水流量（95 日流量）、平水流量（185 日流量）、低水流量（275 日流量）、渇水流量（355 日流量）を算出した。表 2.5 に示す流量値は、入手した流量統計から各年の豊平低渇の各流量を算定しその単純平均をとったものである。これによれば、低水流量は、バルダル川の上流で $19.6 \text{ m}^3/\text{秒}$ 、市内中心で $25.7 \text{ m}^3/\text{秒}$ 、下流で $29.8 \text{ m}^3/\text{秒}$ 、バルダル川流入河川の河口部分では Treska 川で $8.4 \text{ m}^3/\text{秒}$ 、Lepenec 川で $2.5 \text{ m}^3/\text{秒}$ である。

表 2.5 調査区域内の河川流量（豊水・平水・低水・渇水流量）

	バルダル川			(m³/秒)	
	Vlae	Skopje	Taor	Treska 川	Lepenec 川
豊水流量	47.4	59.7	65.7	27.5	10.3
平水流量	30.0	39.2	43.8	14.6	5.6
低水流量	19.6	25.7	29.8	8.4	2.5
渇水流量	12.1	15.1	18.9	5.5	0.9

ここで全体の水収支を見ると、Lepenec 川の流量が非常に小さいことが気になる。低水流量を、①Vlae～Skopje 間、②Skopje～Taor 間で比較すると、①での流量差は $6.1 \text{ m}^3/\text{秒}$ 、②での流量差は $4.1 \text{ m}^3/\text{秒}$ となり、②よりも①の流量差が大きいことになる。

バルダル川沿いを歩いてみたところ、①Vlae～Skopje 間では Lepenec 川からの流入量がほとんどで、その他排水口からの流入量は少なく、また Serava 川という小さい川からの流入量も小さい。一方②Skopje～Taor 間に



バルダル川・Lepenec 川合流部

は直径 1 m 以上の排水管からの汚水流入が多く認められる。

バルダル川との合流地点を見ると、Lepenec 川の川幅は 35m を超え、勢いよく流れており、Lepenec 川の流入量がバルダル川の流量の 1 割程とは思えない。これらのことから、Lepenec 川の低水流量は $2.5\text{m}^3/\text{秒}$ より大きいと推定される。

Lepenec 川の流況とバルダル川の流況の比較のため、表 2.6 に低水比流量および渇水比流量を示す。Lepenec 川流域は他の Treska 川流域と Skopje 地点までのバルダル川流域との 3 つの比較で一番小さい値になっている。

表 2.6 低水比流量と渇水比流量

河川 (位置)	流域面積 A (km^2)	低水流量 Q ($\text{m}^3/\text{秒}$)	低水比流量 Q/A ($\text{m}^3/\text{km}^2/\text{秒}$)	渇水流量 Q ($\text{m}^3/\text{秒}$)	渇水比流量 Q/A ($\text{m}^3/\text{km}^2/\text{秒}$)
Treska 川 (Sv.Bogorodica)	1,813	8.4	0.0046	5.5	0.0030
Lepenec 川 (Vliv)	770	2.5	0.0032	0.9	0.0012
バルダル川 Skopje (Z.Most)	4,625	25.7	0.0056	15.1	0.0033

航空写真で流域の土地の利用状況をみると、Treska 川流域はほとんどが森林、Lepenec 川流域は大半が森林で下流に民家や耕作地が広がり、Skopje 地点までのバルダル川流域は上流が森林と耕作地で下流が都市部となっている。

Lepenec 川流域の状況を考えると Treska 川流域とバルダル川流域の間なので、両者の比流量平均値 ($0.052\text{ m}^3/\text{km}^2/\text{秒}$)を用いて Lepenec 川の流量を求めると $3.9\text{ m}^3/\text{秒}$ となる。この値は途中に流入してくる流量を考えても妥当である。以上より、後述する汚濁解析では、図 2.18 に示す低水流量を採用する。

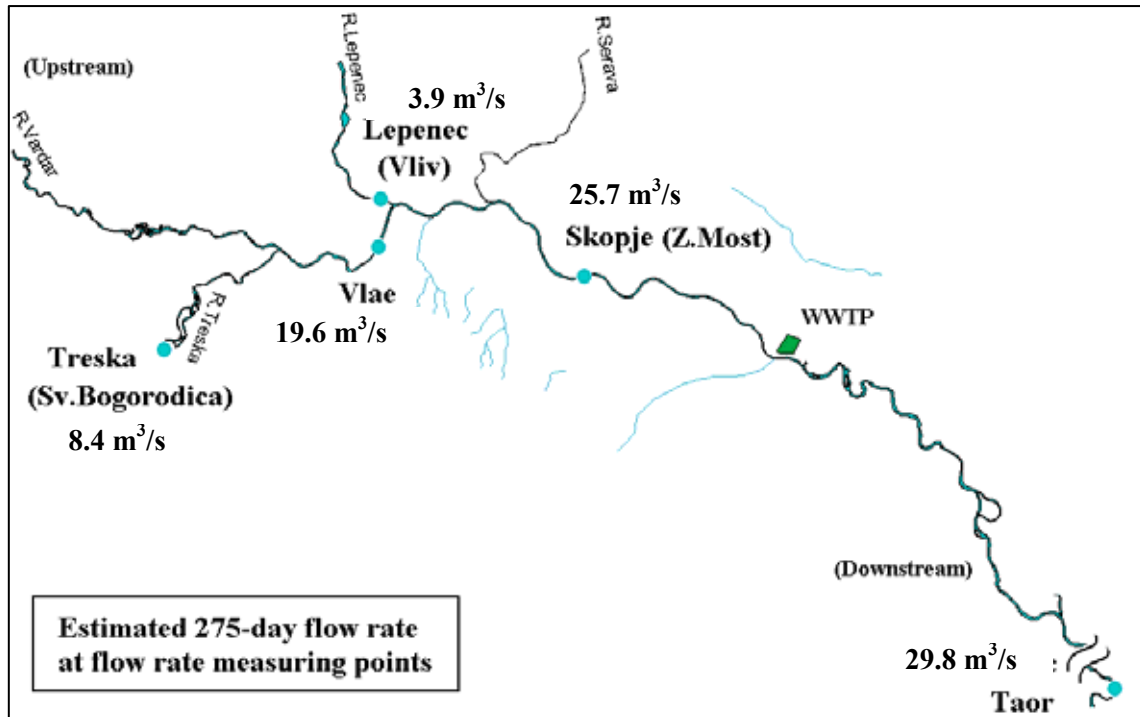


図 2.18 汚濁解析に利用する低水流量

2.3 バルダル川の水質状況

2.3.1 水質環境基準とバルダル川への類型指定状況

表 2.7 にマケドニア国の水質環境基準を示す。これは表流水、湖や貯水池、地下水に適用する基準で、水質は類型 I から V に分類される。

表 2.7 水質環境基準類型

水質類型	定 義
I	飲料水や食品加工に用いる事が可能なきれいな水（貧栄養状態）
II	そのまま水浴や漁業に用いる事が可能な、もしくはろ過などの処理で飲料水や食品加工に用いる事ができるきれいな水（中栄養状態）
III	農業や工業に用いる事ができる、やや汚染された水（やや富栄養状態）
IV	処理水のみが利用可能な汚染された水（富栄養状態）
V	非常に汚染された水（程度の高い富栄養状態）

出典: Regulation for Classification of Water (Official Gazette No. 18/99)

この水質類型は、下記の項目毎に基準値が定められている。詳細は Appendix Part I, 2.3 を参照のこと。

- A. 感覚試験に関する項目 (Organoleptic Indicators)
- B. 酸性度に関する項目 (Indicators of Acidity)
- C. 酸素に関する項目 (Oxygen Regime Indicators)
- D. 無機物に関する項目 (Mineralization Indicators)

- E. 富栄養化に関する項目 (Eutrophication Indicators)
- F. 微生物に関する項目 (Microbiological Indicators)
- G. 放射性物質に関する項目 (Radioactivity)
- H. 有害物質や危険物質に関する項目 (Harmful and Dangerous Matters)

水質環境基準のうち主要水質項目を表 2.8 に示す。

表 2.8 主要水質項目の環境基準値

類型	水素イオン濃度 (pH)	生物化学的 酸素要求量(BOD)	浮遊性物質 (SS)	溶存酸素量 (DO)
I	6.5 - 8.5	2.00 mg/l 以下	10 mg/l 以下	8.00 mg/l 以上
II	6.5 - 6.3	2.01- 4.00 mg/l	10- 30 mg/l	7.99-6.00 mg/l
III	6.3 - 6.0	4.01- 7.00 mg/l	30- 60 mg/l	5.99-4.00 mg/l
IV	6.0 - 5.3	7.01-15.00 mg/l	60-100 mg/l	3.99-2.00 mg/l
V	5.3 以下	15.00 mg/l 以上	100 mg/l 以上	2.00 mg/l 以下

出典: Regulation for Classification of Water (Official Gazette No. 18/99)

バルダル川の水質類型指定は、図 2.19 に示すように、スコピエ市内のセルビア橋から 20m 下流にある汚水吐き口付近を境に、上流側が類型 II、下流側が類型 III である。

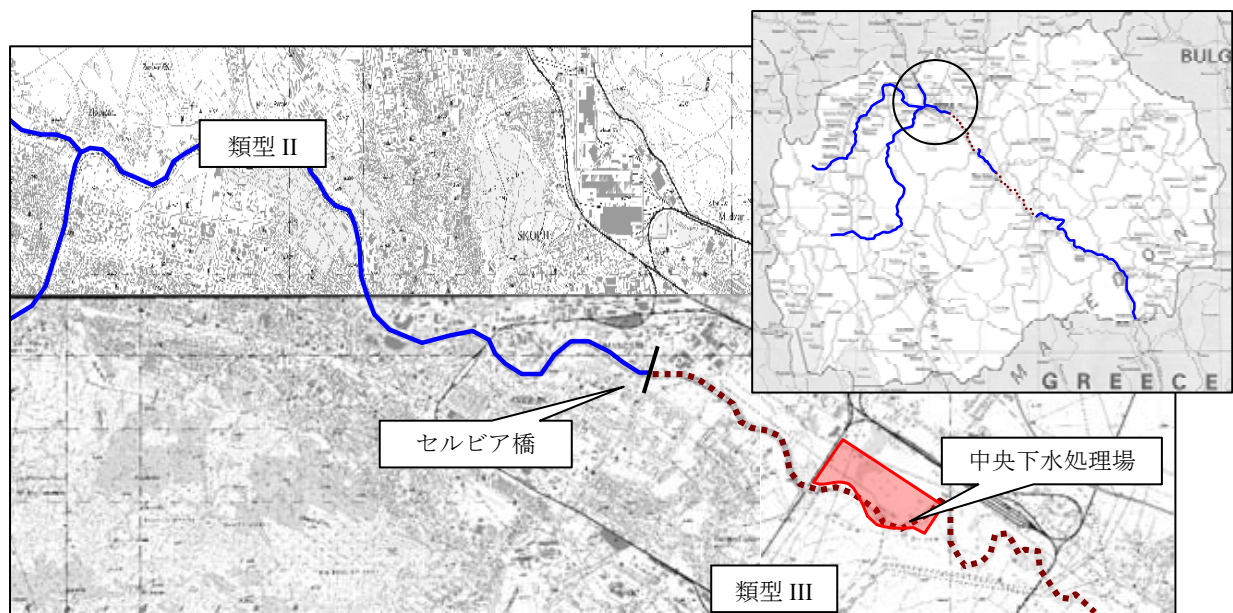


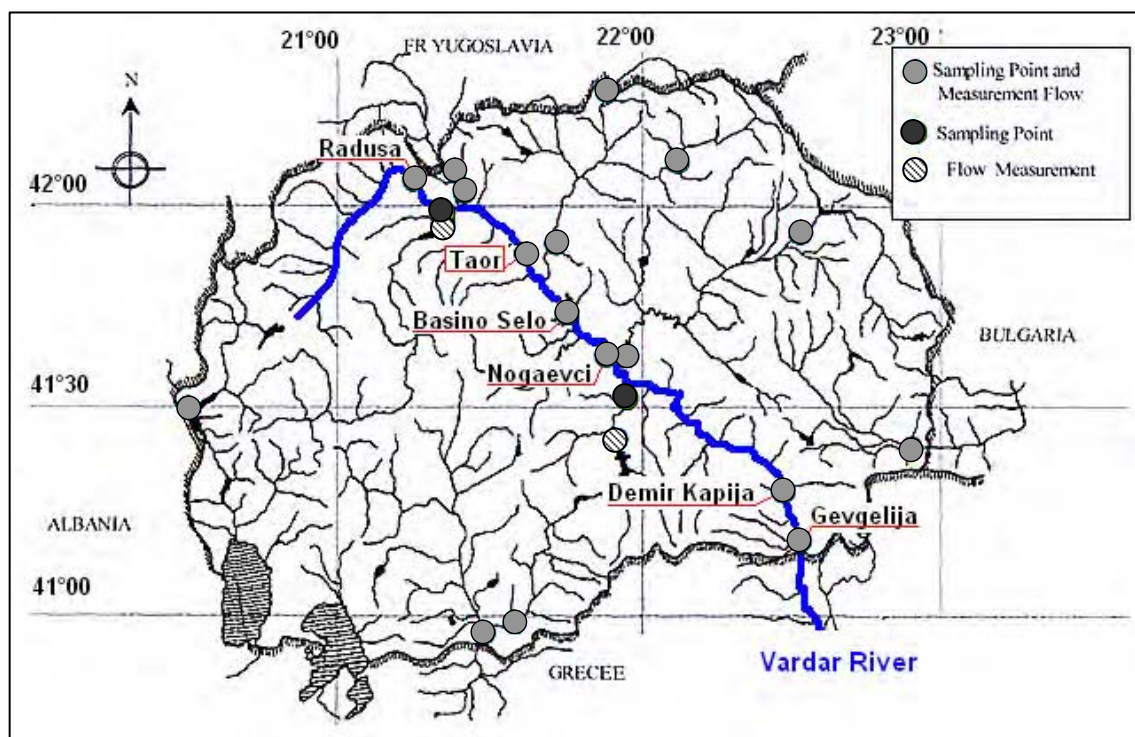
図 2.19 水質環境基準類型指定状況(スコピエ市内)

2.3.2 バルダル川の水質状況

環境都市計画省（水文気象研究所が観測、同省に報告）ではマケドニア全国で定期的に水質測定を行っている。

バルダル川における水質測定点は、図 2.20 に示す上流から Radusa、Taor、Basino Selo、Nogaevci、Demir Kapija、Gevgelija の 5 地点である。スコピエ市の近辺の水質測定地点は市の上流側が Radusa、

下流側が Taor である。中央下水処理場予定地は Taor 水質観測点の上流約 15km に位置する。



出典：水文気象研究所

図 2.20 バルダル川の水質測定点

表 2.9 に環境都市計画省から受領した Taor から Gevgelija までの 2006 年水質観測データ（1 月は欠測）を用いて、BOD と SS の傾向を 2006 年平均と季節変動にしてまとめた。水質の測定頻度は月一回なので、季節変動が大まかに把握できる。年平均水質を見ると、Taor から Gevgelija まで通して BOD が 6～7 mg/l、SS は 35～55 mg/l の範囲にあるが最高値では、いずれの観測地点でも水質環境基準値を上回っている。

表 2.9 バルダル川の水質 (2006 年)

	指定 類型	BOD (mg/l)			SS (mg/l)		
		平均	最低	最高	平均	最低	最高
Taor	III	6.1	3.1	9.8	46.3	10.0	144.0
Basino Selo	II	6.9	4.7	9.0	42.1	8.0	180.0
Nogaevci	III	6.4	3.0	7.8	37.0	10.0	110.0
Demir Kapija	II	6.8	3.2	11.3	53.7	10.0	148.0
Gevgelija	II	6.6	3.4	10.4	50.1	8.0	120.0

注：2006 年 2 月～12 月平均値 (1 月は欠測)

出典：環境都市計画省

図 2.21 に示す BOD の年間変動を見ると、水質が悪化するのは 2 月～3 月及び 10 月で水質環境基準値 (類型 III, 7mg/l) を上回っている。平均して水質環境基準値を満足するのは 4 月～9 月及び 11 月～12 月である。

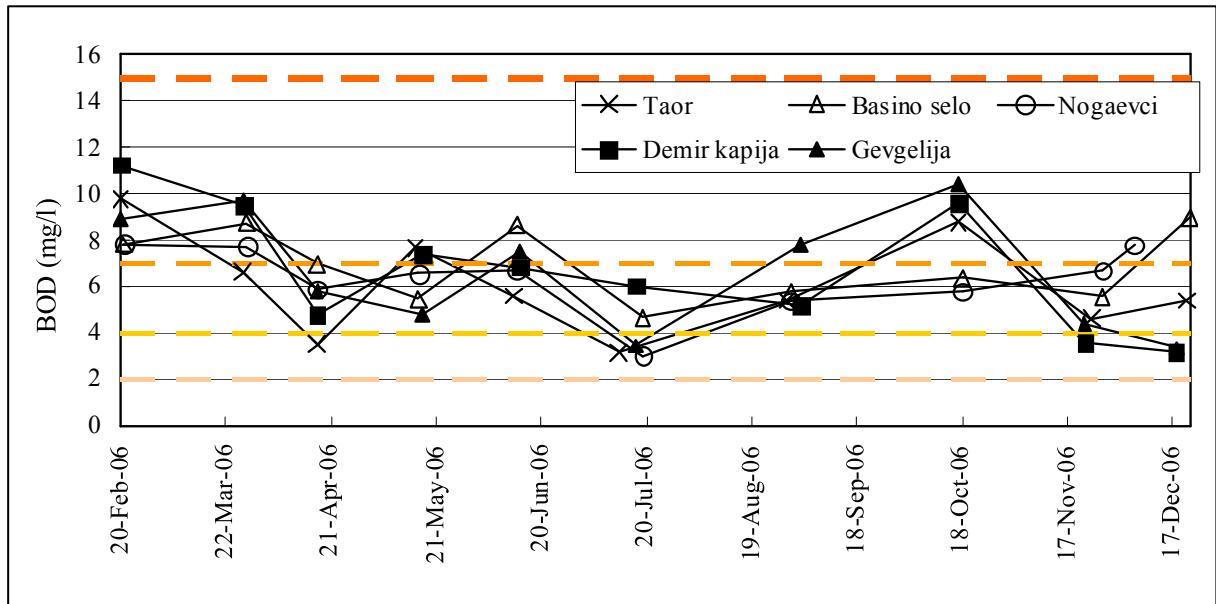


図 2.21 バルダル川の年間水質変化 (BOD)

図 2.22 に示す SS の年間変動では、水質が悪化するのは 3 月で水質環境基準値 (類型 III, 60mg/l) を上回り 100mg/l をも越える状況である。また、下流部の測定点では 9 月に水質が悪化している。平均して水質環境基準値を満足するのは 2 月及び 4 月～12 月である。

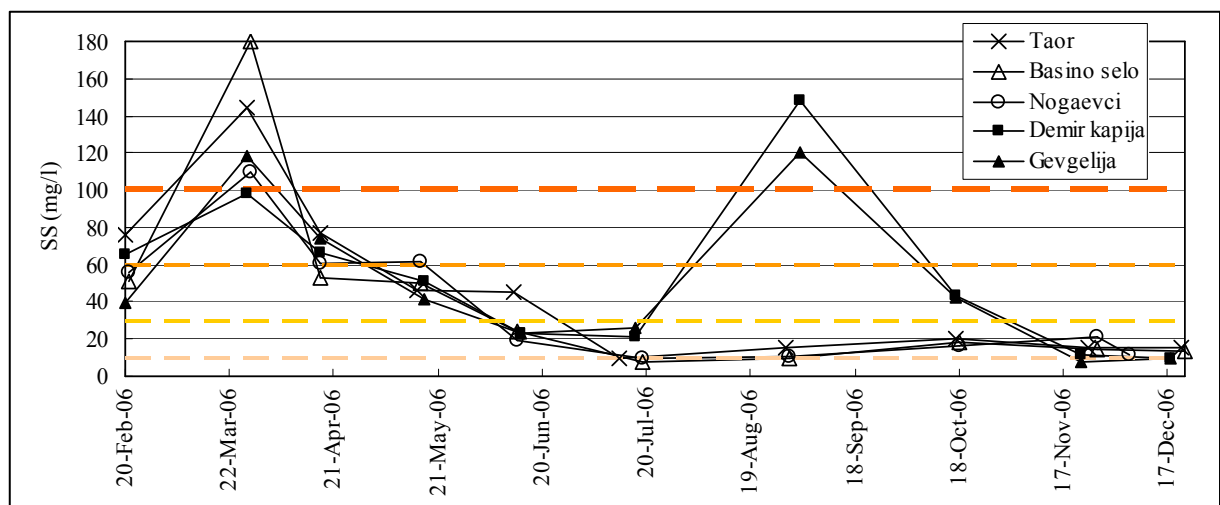


図 2.22 バルダル川の年間水質変化 (SS)

2.3.3 調査対象地域のバルダル川の水質状況

本調査の調査対象地域であるスコピエ市内で定期的に水質測定を行っているのは、スコピエ衛生研究所、スコピエ上下水道公社、水文気象研究所の 3 つの機関である。このうち、水文気象研究所は環境都市計画省にデータを提出しているため、実質的には環境都市計画省がデータを計測していることになる。これらの水質測定を実施している機関の概要を表 2.10 に示す。各研究機関の水質測定データは Appendix Part I, 2.4 を、水質モニタリングの現状については Appendix Part I, 2.5 を参照のこと。

表 2.10 各水質モニタリング機関の概要

	環境都市計画省 中央分析所	水文気象研究所 (HMI)	スコピエ衛生研究所 (CHPI)	スコピエ上下水道公社 (Vodovod)
役割	全土の河川、湖沼などの水質監視及び都市排水、工場廃水などの放流水質のモニタリング、規制、工場廃水モニタリング	表流水と地下水の水量・水質に関する管理。 工場廃水分析は依頼のみ。	国立衛生研究所の下部機関	バルダル川、支流及び下水・工場廃水吐き口のモニタリング、飲料水
人数（水分析のみ）	9名＋(3名：臨時)	11名	6名	18名
観測点数	直轄はない。水文気象研究所からのデータ集計。	全国で60ヶ所、（スコピエにあるセンターでは全国直轄20ヶ所、うちバルダル川、支流等あわせスコピエ周辺で3ヶ所）	8ヶ所	11ヶ所（バルダル川3ヶ所、下水・工場廃水吐き口及びDracevo 8ヶ所）
分析頻度	－	原則1ヶ月に一度	原則1ヶ月に一度、4月～9月	原則1ヶ月に一度
分析項目	規定なし	外観、pH、EC 等一般項目、BOD、COD、金属11項目、陰イオン系8項目。37項目等。	外観、pH、EC 等一般項目、BOD ₅ 、COD _{Cr} 、SS、陰イオン系、窒素、リン系、金属、フェノール、陰イオン界面活性剤など計37項目と大腸菌群、糞便性大腸菌	温度、PH、EC 等一般項目、窒素、リン、BOD、KMnO ₄ 消費量、陰イオン、油分、フェノール、陰イオン界面活性剤等24項目
所有分析機器	ICP、AA、ガスクロ（FID、ECD、FOD）、GC-Mass、液クロ、紫外・可視分光光度計、蛍光エックス線、TOC、IR、24時間サンプリング装置、携帯分析計（温度、pH、DO、濁度、EC）等	AA、ガスクロ（FID、ECD）、イオンクロマト、液クロ、紫外・可視分光光度計、TOC計、携帯分析計（温度、pH、DO、濁度、EC）、	ICP、紫外・可視分光光度計、pH計、EC計、濁度計、DO計等	濁度計、EC計、pH計、紫外・可視分光光度計、2008にAA設置
前処理設備	金属分析用酸分解設備、蒸留設備3式	金属分析用酸分解設備	金属分析用酸分解設備	金属分析用酸分解設備、蒸留設備1式

調査対象地域内の河川水質測定箇所数及び今回収集したデータの調査期間を表 2.11 に、汚水水質測定箇所及び収集したデータ期間を表 2.12 に示す。また、水質測定箇所を図 2.23 に示す。

表 2.11 バルダル川等での水質測定状況

水質調査機関	バルダル川	Treska 川	Lepenec 川	収集した水質データ	
	地点数	地点数	地点数	期間	測定回数（通算）
スコピエ衛生研究所	6	1	1	2003/4～2007/10	36回
スコピエ上下水道公社	5	0	1	2003/4～2007/10	36回
水文気象研究所	1 (Taor)	1	1		

表 2.12 バルダル川への流入汚水水質測定状況

水質調査機関	地点数	収集した水質データ	
		期間	測定回数
スコピエ上下水道公社	9	2002/2～2006/12	52回

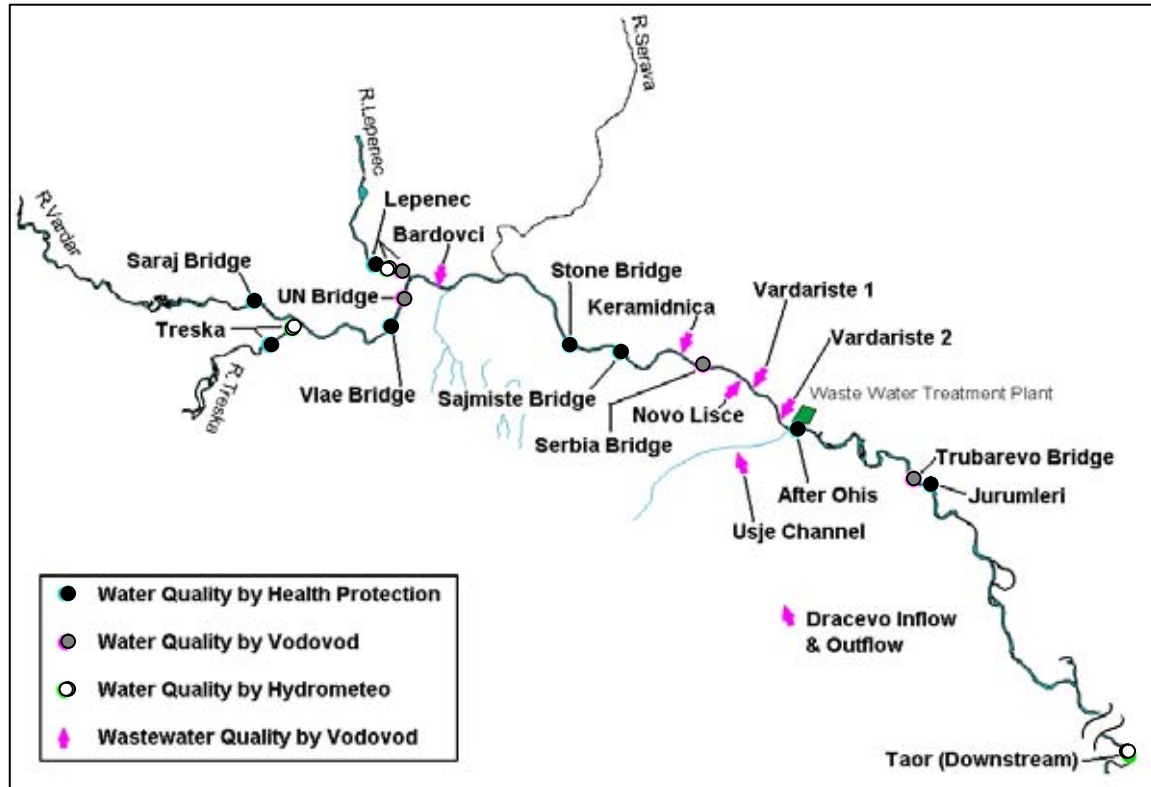


図 2.23 河川水質・汚水水質測定箇所

2.3.4 調査対象区域内のバルダル川の水質の状況 (BOD)

バルダル川とその支流である Treska 川、Lepenec 川の BOD については水文気象研究所、スコピエ衛生研究所とスコピエ上下水道公社が測定しており、表 2.13 及び図 2.24～図 2.26 に測定データの平均と経年変化をまとめる。ただし、水文気象研究所のバルダル川水質測定地は前述の全国水質観測でまとめてあり、また Treska 川と Lepenec 川の水質観測も他の 2 機関が測定している場所と傾向が同じであるため割愛した。

表 2.13 観測データの平均値 (BOD)

(mg/l)			
水質測定地点	指定類型	スコピエ 衛生研究所測定	スコピエ 上下水道公社測定
バルダル川			
Saraj Bridge	II (4.0)	2.5	-
Vlae Bridge		1.9	-
UN Bridge		-	2.3
Stone Bridge		2.1	-
Sajimiste Bridge		2.6	-
After Ohis	III (7.0)	4.3	-
Trubarevo Bridge		4.3	-

水質測定地点	指定類型	スコピエ 衛生研究所測定	スコピエ 上下水道公社測定
Jurumleri		-	3.4
バルダル川流入河川			
Treska 川	II (4.0)	2.3	-
Lepenec 川		2.1	2.8

測定期間: 2003 年 4 月～2007 年 10 月の平均値

図 2.24 に示すバルダル川上流～中流部 (Saraj Bridge～Stone Bridge) では、概ね BOD2mg/l だが、一時的に 4mg/l 前後に水質が悪化することがある。

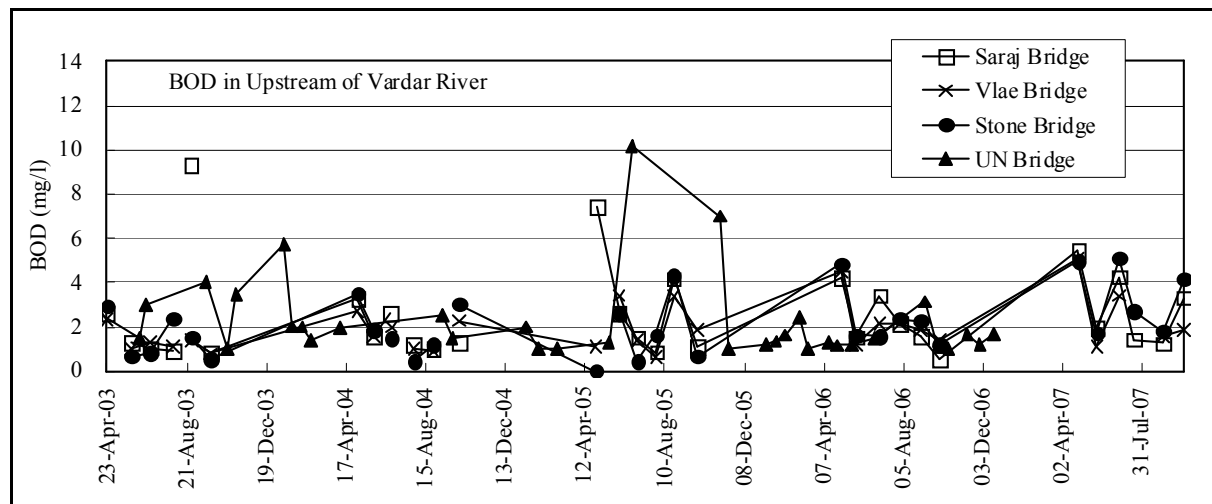


図 2.24 バルダル川上流部 (Saraj Bridge～UN Bridge) の BOD の推移

図 2.25 に示すバルダル川中流から下流 (Sajmiste Bridge～Jurumleri) では上流部に比較して水質が悪化し、BOD は概ね 2mg/l～7mg/l の間で推移している。住宅や工場が密集しているのはバルダル川中流の辺りで、これらの排水が流入する Sajmiste Bridge と After Ohis 間で BOD の値が上昇する。

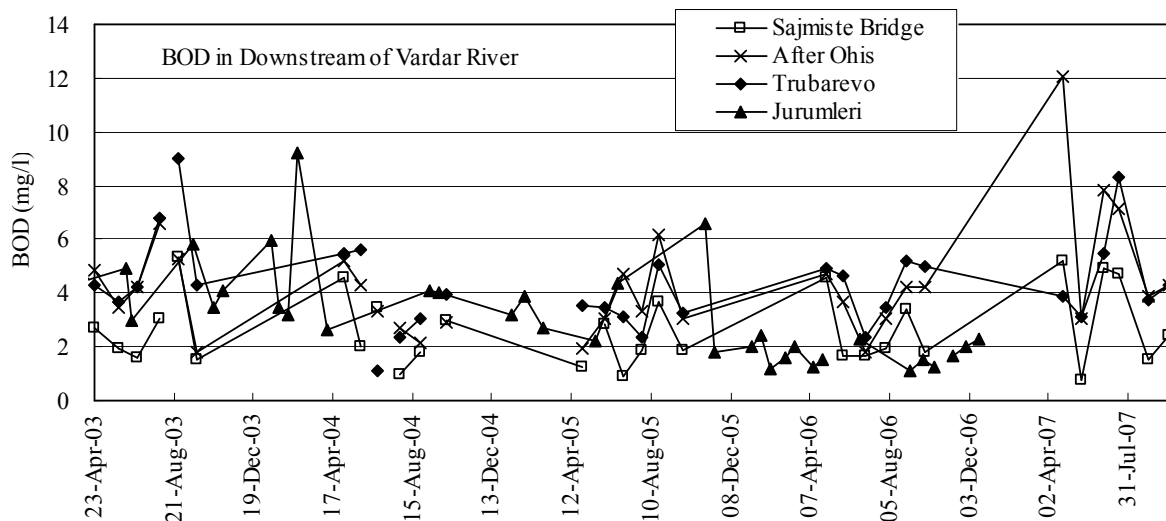


図 2.25 バルダル川下流部 (Sajmiste Bridge～Jurumleri) の BOD の推移

バルダル川上流に流入する Treska 川と Lepenec 川の BOD は、バルダル川上流の水質と同じく概ね 2～4 mg/l である。

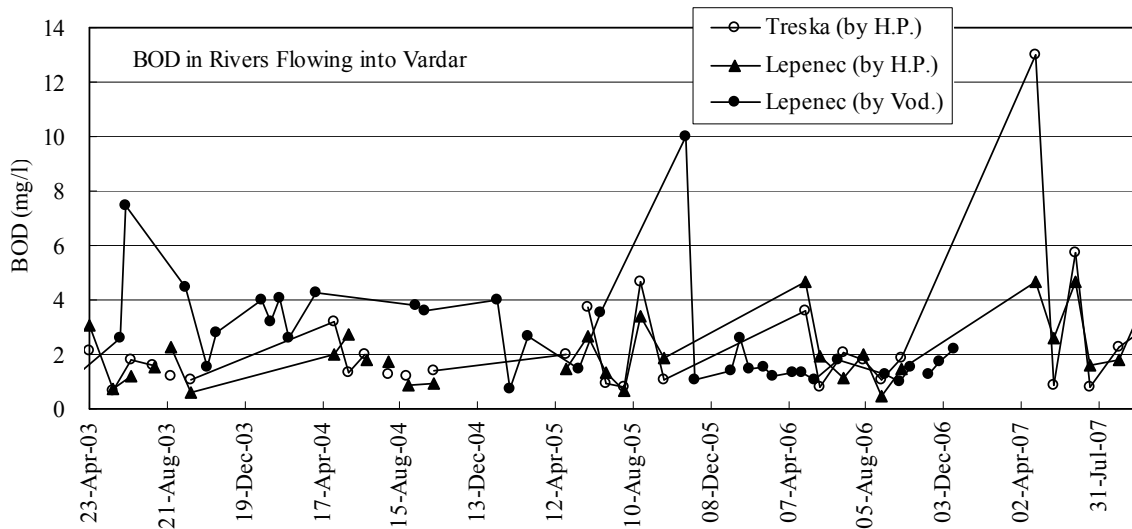


図 2.26 Treska 川、Lepenec 川の BOD の推移

2.3.5 調査対象区域内のバルダル川の水質の状況 (SS)

バルダル川とその支流である Treska 川、Lepenec 川の SS は、スコピエ衛生研究所とスコピエ上下水道公社が測定している。しかし、スコピエ上下水道公社の測定値はスコピエ衛生研究所の測定値に比較して著しく高い値となっている。通常、SS の測定では、2mm のふるいを通した試料を口径 1μm のろ紙でろ過した時に残る残留物を測定するが、スコピエ上下水道公社の測定値には 2mm 以上の粒子が含まれることが原因と推定され、その測定値は採用しなかった。表 2.14 及び図 2.27～図 2.29 に測定データの平均と経年変化を示す。

バルダル川全域において SS は 30mg/l を上回っている。目視した状況では、バルダル流入河川の Lepenec 川が特に濁っており SS も特に高い値となっている。今回の調査で団員が目視で確認した所、11 月の河川は濁っていたのに対し 1 月の河川は比較的澄んでいた。降雨量が少ないにもかかわらず水質が改善しており、上流のダムからの放流が影響しているものと思われる。また、SS が高い割には BOD が低いことから、河川の濁りは有機物に加えて土などの無機物も影響していると思われる。

表 2.14 観測データの平均値 (SS)

(mg/l)			
水質測定地点	指定類型 基準値	スコピエ 衛生研究所測定	スコピエ 上下水道公社測定
バルダル川			
Saraj Bridge	II (30)	31.2	
Vlae Bridge		32.5	
UN Bridge		-	NA
Stone Bridge		31.2	
Sajimiste Bridge		33.0	
After Ohis	III (60)	36.6	
Trubarevo Bridge		42.2	
Jurumleri		-	NA

水質測定地点	指定類型 基準値	スコピエ 衛生研究所測定	スコピエ 上下水道公社測定
バルダル川流入河川			
Treska 川	II (30)	26.1	-
Lepenec 川		50.0	NA

測定期間: 2003 年 4 月～2007 年 10 月の平均値

図 2.27 に示すバルダル川上流部（Saraj Bridge～Stone Bridge）では、概ね SS は 20～60 mg/l で推移しており、平均すると 30mg/l 程度である。上流で合流する Lepenec 川がかなり濁っているため合流前後で水質が変わると予想されたが、合流前の Vlae Bridge と合流後の Stone Bridge で明確な差は認められなかった。

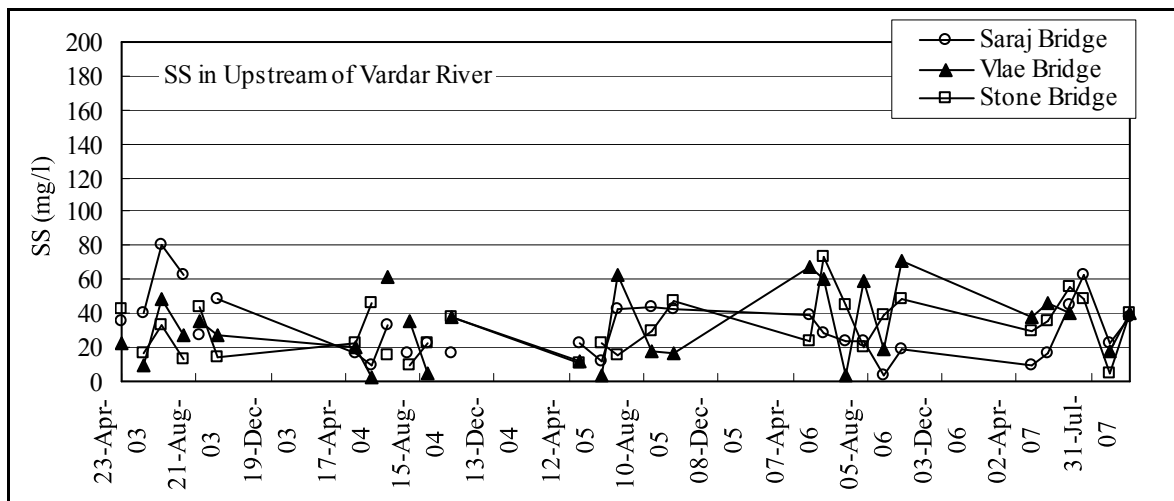


図 2.27 バルダル川上流の SS の推移

バルダル川の中流から下流（Sajmiste Bridge～Jurumleri）では、概ね SS は 10～100 mg/l で推移しており、平均すると 35mg/l 前後である。家庭や工場が密集しているのはバルダル川中流辺りで、家庭・工場廃水が流入する影響で下流に行くほど SS 値が高くなっている。

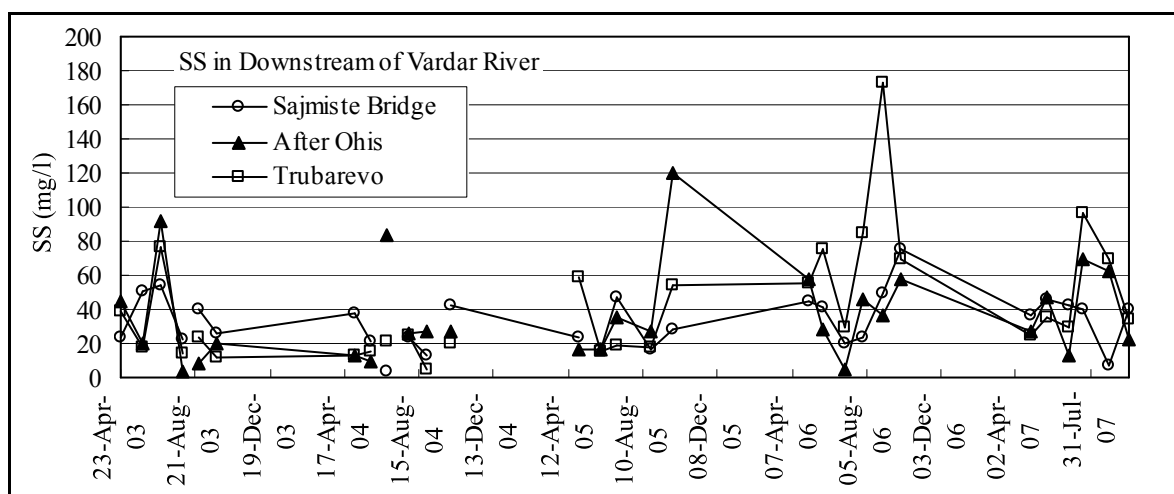


図 2.28 バルダル川下流の SS の推移

バルダル川の上流に流入する河川に関して、Treska 川の SS は概ね 30mg/l 以下で水質は良好だが、

時にSSが急増する影響で平均すると 30mg/l を上回ることがある。Lepenec 川では概ね水質が悪く、SS は 30～100 mg/l を推移しており目視で確認した状況と合っている。

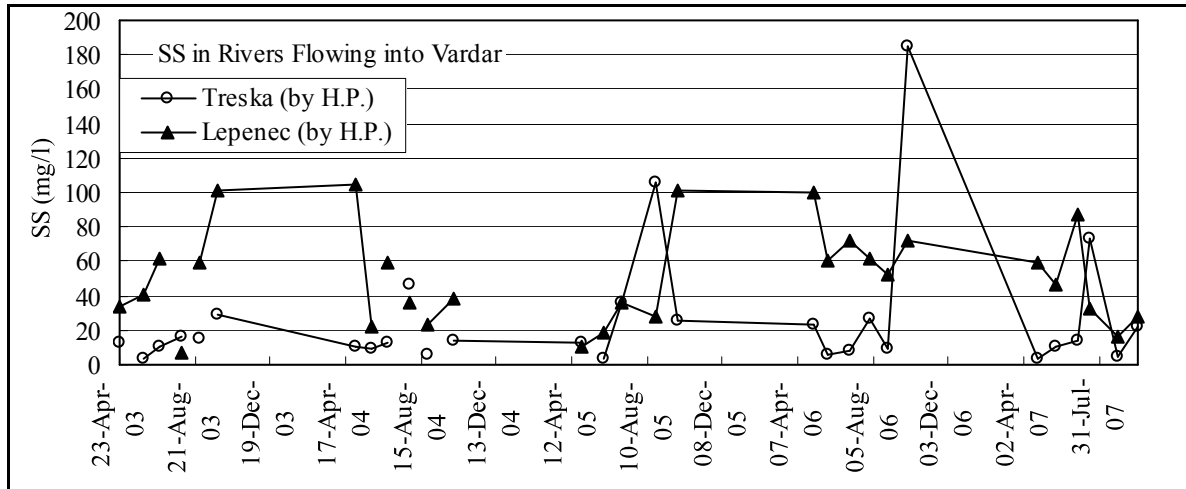


図 2.29 Treska 川、Lepenec 川の BOD の推移

2.3.6 調査対象区域内のバルダル川の水質・その他環境項目

(1) 感覚に関する水質項目

表 2.15 に感覚に関する水質項目の観測値を示す。目視で確認できるゴミは全く観測されておらず、臭気は一日を除き観測されていない。色素は概ね類型 I で、一部類型 II となっている。濁度は概ね類型 III だが、濁りの強いバルダル川下流と Lepenec 川は類型 IV となっている。

表 2.15 感覚に関する水質項目・観測データの平均値

水質測定地点 (指定類型)	Visible Waste	Smell at 25 Degrees	Color (Degree Pt-Co)	Turbidity (NTU)
バルダル川				
Saraj Bridge (II)	0	0	12.5	1.6
Vlae Bridge (II)	0	0	12.7	1.0
Stone Bridge (II)	0	0	14.6	3.0
Sajimiste Bridge (II)	0	0	14.4	2.7
After Ohis (III)	0	0	18.1	2.3
Trubarevo Bridge (III)	0	0.5	18.4	3.6
バルダル川流入河川				
Treska 川 (II)	0	0	10.4	1.1
Lepenec 川 (II)	0	0	22.5	5.4
指定類型基準値 (I)	None	None	<15.0	<0.5
(II)	None	None	15.1-26.0	0.5-1.0
(III)	None	Hardly notable	26.1-40.0	1.1-3.0
(IV)	None	Notable	>40.1	>3.0

注：水質データは 2003 年 4 月～2007 年 10 月の平均値
出典：スコピエ衛生研究所

(2) 酸性度に関する項目

表 2.16 に酸性度に関する水質項目の観測値を示す。pH は全流域において類型 I だが、すべて弱アルカリ性であるため、アルカリ度はほぼ全ての地点で類型 II となっている。

表 2.16 酸性度に関する項目・観測データの平均値

水質測定地点 (指定類型)	pH	Alkalinity (mg/l CaCO ₃)
バルダル川		
Saraj Bridge (II)	8.2	160.7
Vlae Bridge (II)	8.2	167.2
Stone Bridge (II)	8.2	177.1
Sajimiste Bridge (II)	8.2	179.7
After Ohis (III)	8.2	190.8
Trubarevo Bridge (III)	8.2	191.0
バルダル川流入河川		
Treska 川 (II)	8.2	200.0
Lepenec 川 (II)	8.1	174.9
指定類型基準値 (I)	6.5-8.5	>200.0
(II)	6.5-6.3	200.0-100.0
(III)	6.3-6.0	100.0-20.0

注) 水質データは 2003 年 4 月～2007 年 10 月の平均値

出典：スコピエ衛生研究所

(3) 酸素に関する項目

表 2.17 に酸素に関する水質項目の観測値を示す。溶存酸素は類型 I、飽和度は過飽和の地点がいくつかあるため類型 I ～ 類型 II の水質となっている。BOD は前述。COD は BOD より低い値となっているが、このような事はまれであり、全ての観測地点でその傾向がある事から COD の測定はあまりうまく行っていないと思われる。

表 2.17 酸素に関する項目・観測データの平均値

水質測定地点 (指定類型)	溶存酸素 (mg/l)	酸素飽和度 (%)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)
バルダル川				
Saraj Bridge (II)	10.6	109.9	2.5	2.1
Vlae Bridge (II)	10.5	109.4	1.9	1.9
Stone Bridge (II)	10.4	104.7	2.1	1.9
Sajimiste Bridge (II)	10.4	105.6	2.6	1.9
After Ohis (III)	9.8	99.5	4.3	2.2
Trubarevo Bridge (III)	9.8	99.1	4.3	2.0
バルダル川流入河川				
Treska 川 (II)	11.0	113.2	2.3	2.6
Lepenec 川 (II)	10.2	105.2	2.1	1.9
指定類型基準値 (I)	>8.0	<105.0	<2.0	<2.5
(II)	7.9-6.0	105.0-115.0	2.0-4.0	2.5- 5.0
(III)	5.9-4.0	115.0-125.0	4.0-7.0	5.0-10.0

注) 水質データは 2003 年 4 月～2007 年 10 月の平均値

出典：スコピエ衛生研究所

(4) 無機物に関する項目

表 2.18 に無機物に関する水質項目の観測値を示す。SS 値が高い割に、ろ過残留物が比較的少ない。

表 2.18 無機物に関する項目・観測データの平均値

水質測定地点 (指定類型)	SS (mg/l)	TDS (mg/l)
バルダル川		
Saraj Bridge (II)	31.2	200
Vlae Bridge (II)	32.5	199
Stone Bridge (II)	31.2	214
Sajmiste Bridge (II)	33.0	218
After Ohis (III)	36.6	220
Trubarevo Bridge (III)	42.2	227
バルダル川流入河川		
Treska 川 (II)	26.1	241
Lepenec 川 (II)	50.0	268
指定類型基準値 (II)	10.0-30.0	500
(III)	30.0-60.0	1000

注) 水質データは 2003 年 4 月～2007 年 10 月の平均値
出典：スコピエ衛生研究所

(5) 栄養塩に関する項目

表 2.19 に栄養塩に関する水質項目の観測値を示す。マケドニアの規制項目である T-N、T-P 値は実際には測定されていないため、リンと窒素に関する値を掲載する。

表 2.19 栄養塩に関する項目・観測データの平均値

(μg/l)		
水質測定地点	オルトリン	アンモニア性窒素
バルダル川		
Saraj Bridge	15.0	132.4
Vlae Bridge	7.8	137.7
Stone Bridge	22.4	246.9
Sajmiste Bridge	34.0	224.3
After Ohis	74.4	472.6
Trubarevo Bridge	82.1	486.2
バルダル川流入河川		
Treska 川	6.6	163.3
Lepenec 川	67.6	211.2

注) 水質データは 2003 年 4 月～2007 年 10 月の平均値
出典：スコピエ衛生研究所

(6) 微生物に関する項目

表 2.20 に微生物に関する水質項目の観測値を示す。分析結果の一覧を見ると、0 か 240,000 No/l のいずれかしか観測されていない。参考までに 240,000 が記された日数を表の右に記載している。日本の水質環境基準の類型 B でも 5000MPN/100ml である事を考えると、測定下限値がこの 5 倍の値であるため、分析の精度があまり高くないようである¹。

¹ 検体が下水であるとの情報が伝わっていなかったため微生物分析担当者は通常行なっている飲料水試験と同様な手順を踏んだためこのような値になったことが判明した。

表 2.20 微生物に関する項目・観測データの平均値

水質測定地点 (指定類型)	大腸菌群数 (MPN/100ml)	検出日数 /総試験日数
バルダル川		
Saraj Bridge (II)	1.9E+05	24/30
Vlae Bridge (II)	2.0E+05	24/29
Stone Bridge (II)	2.1E+05	26/30
Sajimiste Bridge (II)	2.1E+05	26/30
After Ohis (III)	1.9E+05	24/30
Trubarevo Bridge (III)	1.9E+05	24/30
バルダル川流入河川		
Treska 川 (II)	1.8E+05	23/30
Lepenec 川 (II)	1.9E+05	23/30
指定類型基準値 (II)	5-50	-
(III)	50-500	-

注：水質データは2003年4月～2007年10月の平均値

出典：スコピエ衛生研究所

(7) 有害物質に関する項目

表 2.21 に有害物質に関する水質項目の観測値を示す。亜硝酸が全域で類型 III または IV となっており、また6価クロムとフェノールが一部類型 III または IV となっている。その他の項目は全域にわたり類型 I または II と良好な水質が記録されている。

尚、有害物質に関する規制値は類型 I と II で同じ値、類型 III と IV で同じ値となっているため、類型 I または II との表現をした。

表 2.21 有害物質に関する項目・観測データの平均値

水質測定地点 (指定類型)	アルミニウム ($\mu\text{g/l}$)	カドミウム ($\mu\text{g/l}$)	6価クロム ($\mu\text{g/l}$)	全クロム ($\mu\text{g/l}$)	シアン化物 ($\mu\text{g/l}$)	銅 ($\mu\text{g/l}$)
バルダル川						
Saraj Bridge (II)	62.15	0.02	10.01	6.31	1.23	1.39
Vlae Bridge (II)	43.40	0.01	9.17	5.68	1.12	1.43
Stone Bridge (II)	62.32	0.01	8.26	5.15	1.28	1.26
Sajimiste Bridge (II)	50.21	0.02	8.02	5.26	1.89	1.83
After Ohis (III)	39.20	0.01	9.37	3.56	1.88	2.08
Trubarevo Bridge (III)	41.19	0.02	9.62	3.88	2.44	2.10
バルダル川流入河川						
Treska 川 (II)	29.87	0.03	3.29	3.77	1.14	1.32
Lepenec 川 (II)	125.51	0.02	9.34	3.73	2.44	1.89
指定類型基準値 (I-II)	1500.00	0.10	10.00	50.00	1.00	10.00
(III-IV)	1500.00	10.00	50.00	100.00	100.00	50.00

水質測定地点 (指定類型)	フェノール ($\mu\text{g/l}$)	鉄 ($\mu\text{g/l}$)	鉛 ($\mu\text{g/l}$)	亜鉛 ($\mu\text{g/l}$)	硝酸性窒素 ($\mu\text{g/l}$)	亜硝酸性窒素 ($\mu\text{g/l}$)
バルダル川						
Saraj Bridge (II)	0.000	41.43	2.86	6.90	1,175.7	28.5
Vlae Bridge (II)	0.000	33.10	3.71	5.86	1,006.7	26.3
Stone Bridge (II)	0.000	60.97	2.62	10.18	1,137.4	32.7
Sajimiste Bridge (II)	1.135	67.13	2.65	8.28	1,221.9	35.7

水質測定地点 (指定類型)	フェノール (μg/l)	鉄 (μg/l)	鉛 (μg/l)	亜鉛 (μg/l)	硝酸性窒素 (μg/l)	亜硝酸性 窒素 (μg/l)
After Ohis (III)	0.000	99.56	3.31	9.74	1,268.6	47.4
Trubarevo Bridge (III)	0.697	88.60	3.29	8.33	1,303.9	48.0
バルダル川流入河川						
Treska 川 (II)	0.112	35.52	2.44	5.79	841.0	12.3
Lepenec 川 (II)	0.680	88.53	4.24	11.45	1,375.9	41.9
指定類型基準値 (I-II)	1.000	300.00	10.00	100.00	10,000.0	10.0
(III-IV)	50.000	1000.00	30.00	200.00	15,000.0	500.0

注) 水質データは 2003 年 4 月～2007 年 10 月の平均値
出典：スコピエ衛生研究所

2.3.7 河川水質に関する市民の認識

住民意識調査を 2007 年 11 月から 12 月にかけて実施した。対象は各区約 40 戸、市全体（10 区）で約 400 戸であった。これによると回答者の 98%、391 戸が「バルダル川は汚染されている」と回答した。汚染は近年始まったのではなく、339 戸の回答者が 10 年以上前から汚染が見られ、46 戸が 5 年前から、7 戸が 3 年前からと回答した。

工場を除く事業所 50 ヶ所を対象とした水利用調査も同期間に実施した。こちらもすべての回答者がバルダル川の汚染を指摘した。いつから汚染が見られるかとの問いに対しては、21 件が 21 年以上前から（住民意識調査では 10 年以上のカテゴリであったがこちらは 21 年以上前というカテゴリで質問した）、ほぼ同じ 20 件が 10 年以上前から、6 年以上前からが 7 件、1 年以上前からは 2 件であった（詳細については Appendix 10.1 を参照）。

汚染の理由として、ごみと指摘する割合が最も多く次いで未処理下水との回答が多かった。このことから、市民は水質汚染そのものを指摘しているわけではないが水質を含む美観が悪化したと感じていることは間違いない。

2.4 上水道施設の現況

スコピエ市の水道普及率は 96%と高く、満足度も 84%と高い²。不満足割合 16%は水量、水質に関する項目が各々 8%であった。水量に不満のある住民は中心部では少なく周辺区（Aerodrom, Gazi Baba, Kisela Voda, Suto Orizari 及び Gorce Petrov の 5 区）で 3 分の 2 の 12%を占めている。しかし一方で有収率は 42%（2006 年）と低い。高い漏水率はスコピエ市でも今後改善すべき大きな課題であると認識されている。またスコピエ上下水道公社では、水道管への不法接続（盗水）が全給水量の 15～20%程度あるとしている。図 2.30 に給水量、有収水量の経年記録を示すが、2000 年以降、給水量は 1 割程度増加しているものの、有収水量は逆に減少していてスコピエ市水道事業の問題点を明示している。

² 住民意識調査（2007 年）、Appendix 10 を参照。

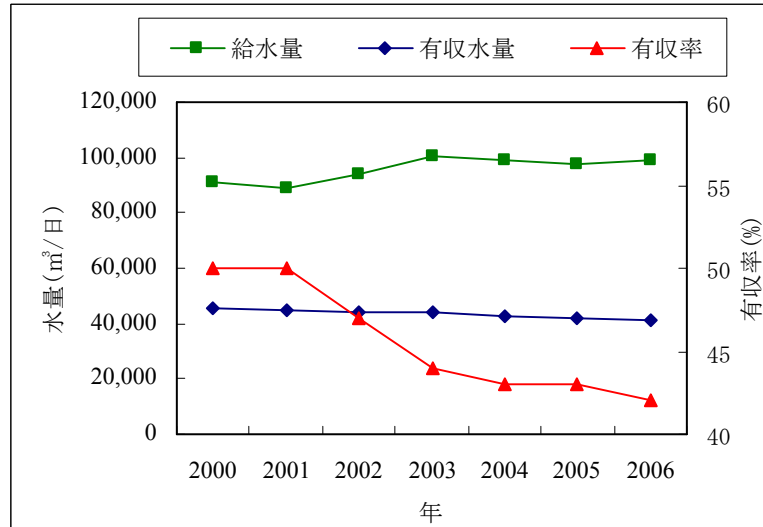


図 2.30 給水量と有収水量の推移

公共水道を使用していない住民は、井戸や湧水を使用していると言われている。しかし、これらに関する詳細な情報は把握されていない。

2.5 下水道施設の現況

2.5.1 汚水施設の現況

スコピエ市の下水道は、基本的には分流式で整備されており、汚水管は1960年代前半から、雨水管は1960年代後半から建設が開始されている。住民意識調査によると下水道普及率³は約80%であり残りは腐敗槽⁴を使用している。下水道の満足度は水道に比べると低く62%であった。不満足割合で最も高かった項目は溢水であり次いで下水の未処理であった。この理由としては雨水管の整備が汚水管に比べ低くさらに一部地域において雨水管が河川まで建設されておらず、途中で汚水管に接続されていることがあげられる。また、資金の関係で雨水管の布設が進まず住民は、屋根・宅地の雨水排水管を汚水管に繋いでいる。同じく住民意識調査によると、サービス向上に対する住民の支払い増加意志は賛成44%に対し反対が56%であった。賛成の住民の支払い増加意志額は平均で月額300MKD（邦貨約800円）であった（この額が高いか低いかは議論の余地があるが、保健費として月額500～2,000MKDを支払っている。）

汚水管の整備は進んでいるのに対して下水処理場の設置は遅れている。市中心部では収集された汚水はバルダル川の両岸各1ヶ所の大規模放流口及び多数の小規模放流口からバルダル川へ未処理のまま放流されている。中心部には大規模な工場が多数立地しているが、その廃水は不適切な処理のまま下水道または専用排水管を通じバルダル川へ放流されている。

バルダル川上流部であるSaraj区では、2000年に小規模下水処理場が2ヶ所設置された。しかし、

³ Appendix 10.1 参照。

⁴ Appendix 2.9 参照。

紛争により被害を受けたうえに、大雨による多量の土砂が下水処理場に流れ込むなどの大きな被害を受けたが、運転再開のための修復作業を実施しておらず、その後一度も稼働していない。なお、同じく Saraj 区において EU の支援を受けて、前述の 2 ヶ所とは別の小規模下水処理場が建設中である。また、バルダル川下流の Dracevo 地区には下水処理場が 1965 年に建設されたが、消耗品等の定期的な交換がなされておらず、長い間稼働していない。

既存の污水管、污水ポンプ場の概要を表 2.22 及び表 2.23 に、既存の污水管網および污水ポンプ場の位置を図 2.31 に示す。なお、ポンプ施設の詳細は Appendix Part I, 2.6 に示した。また、バルダル川への吐出し口の現況を把握するために実施した現場踏査の所見を写真とともに Appendix Part I, 2.7 に示した。

表 2.22 既存の下水道施設の概要

		数量
污水管整備区域面積		6,074 ha
種別	污水管	539,900 m
	雨水管	206,700 m
	計	746,600 m
建設時期別	1966 年以前 (老朽管)	294,500 m
	2002-2006 年 (新規拡張)	34,200 m
	その他 (1967 年-2001 年)	417,900 m
ポンプ場数		11 ヶ所
種別	污水ポンプ場	8 ヶ所
	雨水ポンプ場	3 ヶ所
処理場数		3 ヶ所 (Saraj 2 ヶ所、Dracevo 1 ヶ所)

出典：スコピエ上下水道公社

表 2.23 污水ポンプ場の概要

ポンプ場名	揚水能力 (l/秒)		ポンプの仕様、台数			
	実質	最大	ポンプ容量 (l/秒)	台数	揚水能力 (l/秒)	揚程 (m)
1. SPS Madzari 1 (Sinjelic- Cento)	460	460	90	1	90	10.0
			250	1	250	8.0
			120	1	120	8.0
2. SPS Madzari 2 (curch)	180	180	90	2	180	10.0
3. SPS Madzari 2a (sahta)	150	240	150	1	150	10.0
			90	1	90	10.0
4. SPS Makosped/Industrija	180	270	90	1	90	10.0
			90	2	180	10.0
5. SPS Staro Lisice	80	160	80	2	160	13.5
6. SPS Novo Lisice	660	860	400	1	400	10.1
			130	2	260	13.0
			200	1	200	13.0
7. SPS Dracevo	140	140	90	1	90	10.0
			70	2	140	14.0
8. SPS “11 Oktomvri”	170	170	170	1	170	10.0

出典：スコピエ上下水道公社

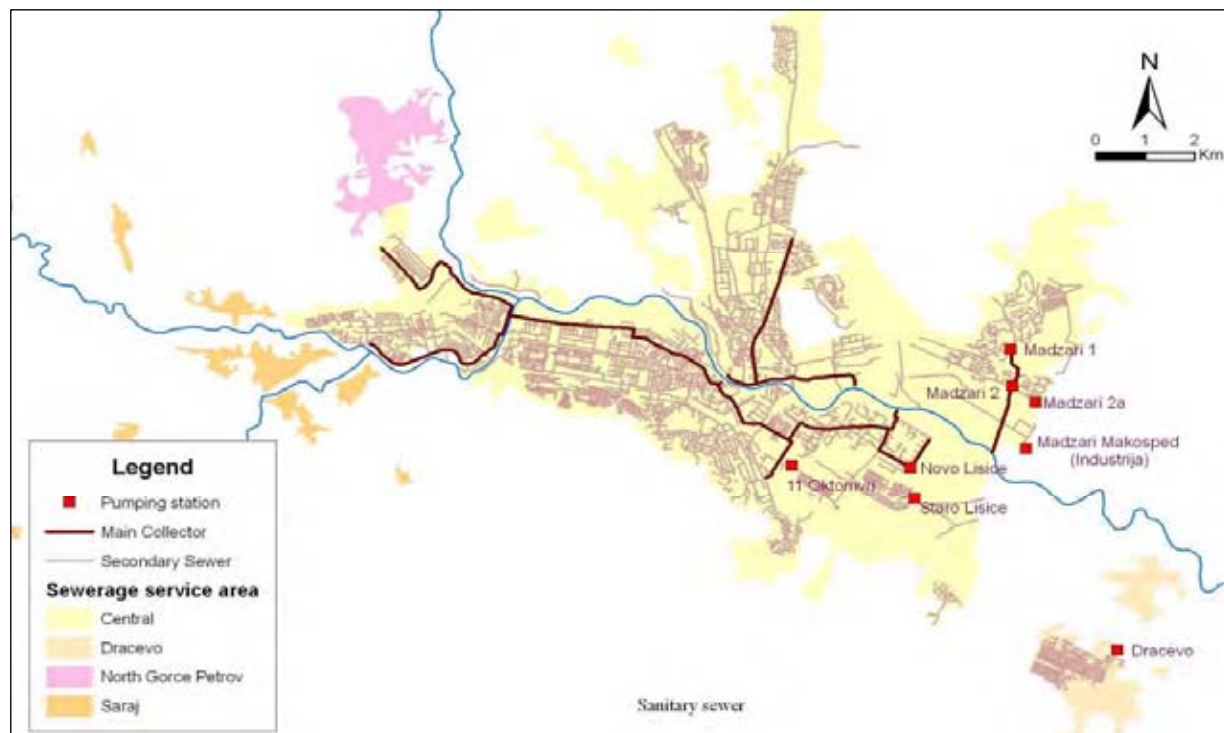


図 2.31 既存污水管網及び污水ポンプ場位置図

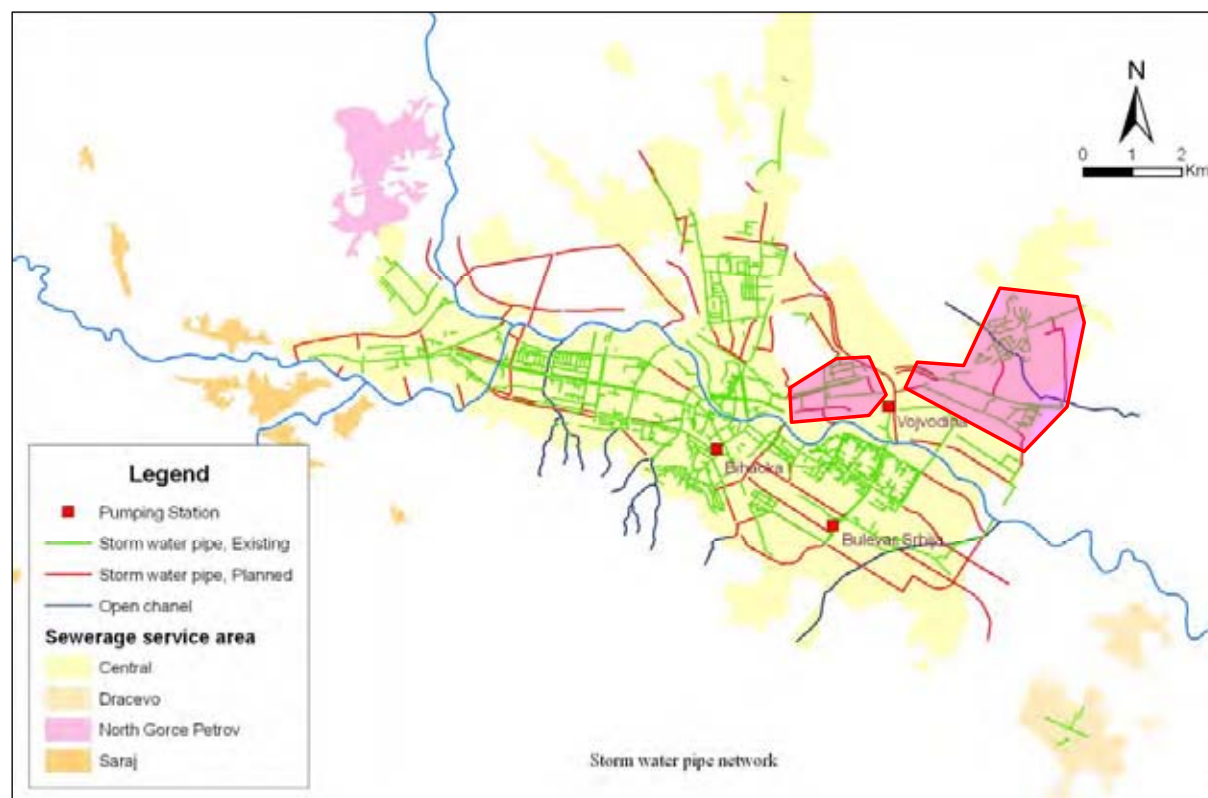


図 2.32 雨水管網及び雨水ポンプ場位置図

2.5.2 雨水排水施設の現況

スコピエ市の雨水は雨水管と水路でバルダル川に排水されている。雨水の排水網及び雨水ポンプ

場を図 2.32 示す。緑色で示す既存の雨水管は主に人口の密集する都市部に配置され、山間部や一部都市域では紺色で示す開水路によって排水されている。雨水管はスコピエ市全体の 25%、住宅地のみに限定すると過半数の地域を雨水管きよがカバーしている状況である。不足している雨水管きよは 2002 年スコピエ都市計画として詳細設計まで完了し、予算が付くのを待っている状況である。この 2002 年スコピエ都市計画の雨水管を同図の赤線に示す。この建設が完了すれば、住宅地のほぼ全てに雨水管が整備されることになる。

雨水管は原則汚水と分離して河川に流すような仕組みになっている。しかし、一部地域で雨水管の整備が追いつかず、雨水管が汚水管に接続され、汚水管を経てバルダル川に流している区間もある。図 2.32 において赤枠内が汚水管から雨水管に接続され排水されている区間である。また、これとは別に、多くの家屋の雨樋排水が汚水管に接続されており、汚水管へ雨水が混入している。

既存の雨水管、雨水ポンプ場の概要を表 2.24 に示す。なお、ポンプ施設の詳細は Appendix Part I, 2.6 に示した。

表 2.24 雨水ポンプ場の概要

ポンプ場名	揚水能力		ポンプの仕様、台数			
	実質 (l/秒)	最大 (l/秒)	ポンプ容量 (l/秒)	台数	揚水能力 (l/秒)	揚程 (m)
1. PS Vojvodina	90	90	45	2	90	10
2. PS Bulevar Srbija	60	120	60	2	120	15
3. PS Podvoznik (Bihacka)	160	160	80	2	160	8

出典：スコピエ上下水道公社

2.6 下水道事業体の財政・組織制度面の現状

スコピエ上下水道公社は湧水を主水源、地下水を補助水源として、924 km の送配水管による水道と 540 km の汚水管及び 207 km の雨水管による下水道を運営し、503,000 人（契約件数 130,000）の受益者を擁している。水源容量は湧水 4 m³/秒、地下水（井戸 7 本）1.45 m³/秒あるが、後者は渇水期の予備である。給水は 1 日 24 時間ベースで行われ、夏期に高台等一部で給水制限は発生するものの、水質も安全で一応市民の信頼を得ている。

一方、下水管網は市街地のほぼ全域を網羅しているものの、汚水はバルダル川兩岸の下水道幹線排出口から未処理のままバルダル川へ排出されており、下水処理場の建設と下水道幹線排出口から下水処理場までの幹線の延伸が急務である。雨水管の整備は汚水管に比較しても遅れてはいるが、スコピエでは、大きな浸水被害を生じることはいまだである。

2.6.1 財務状況

2002 年及び 2004 年には営業収支が 10.0 百万 MKD から 67.7 百万 MKD の黒字となっていた。2005 年及び 2006 年には大規模な焦げ付き受取勘定の除却が原因で 138 百万 MKD 及び 173 百万 MKD の赤字を記録した。全経費の 13%～29%を占める不良債権（回収不能受取勘定）の除却（dismissal of accounts receivable）は公社の経営に大きな影響を与えている。赤字は利益剰余積立金で充当されたとスコピエ上下水道公社は説明している。2002 年から 2006 年の営業収益は 699 百万 MKD か

ら 821 百万 MKD であり、同費用は 715 百万 MKD から 887 百万 MKD であった。2007 年 2 月に大幅な（98%）料金値上げがあり、2007 年の営業収益は 1,219 百万 MKD、同費用は 1,144 百万 MKD とかなりな収支の好転が示された。営業収入のうち平均 93%は給水・下水サービス収益である。営業費用のうち最大費目は人件費で平均 39.6%であった。また経理上収益、経費とも水道、下水道の区別はしていない（表 2.25 参照）。なお、スコピエ上下水道公社は回収した上水道料金の 22.5%を自動的に公園緑地管理公社（Public Enterprise for Parks and Public Area Maintenance, Skopje）に収めているが、下記損益計算書はその額を除外している。

表 2.25 スコピエ上下水道公社の損益計算書（2002～2007 年）

(千 MKD)

		2002	2003	2004	2005	2006	2007
1	Total Income	753,652	821,241	758,482	748,943	698,718	1,219,396
1.1	Revenue from Selling Services	696,980	733,504	696,997	681,876	663,448	1,179,577
1.2	Revenue from Financing	215	1,228	1,967	58,841	29,785	34,037
1.3	Other Income	56,456	86,509	59,518	8,227	5,484	5,781
2	Total Expenses	741,934	743,865	715,211	887,165	871,970	1,143,632
2.1	Total Tangible Expenses	131,570	111,759	111,445	108,798	115,394	133,476
2.2	Depreciation	144,779	157,981	154,959	169,805	168,046	168,485
2.3	Intangible Expenses	106,855	116,128	107,971	161,244	129,955	159,384
2.4	Gross Payment of Salaries	339,757	335,340	327,657	329,962	339,127	346,955
	Dismissal of Uncollectible Receivable Accounts (Non-paid Bills)						
2.5		2,371	15,777	6,545	116,975	118,699	334,332
2.6	Expenses from Interest Rates	16,602	6,879	6,633	379	748	1,000
	Gross Income	11,718	77,377	43,271	-138,222	-173,252	75,764
	Tax	1,741	9,669	4,802			43,857
	Income after Tax	9,977	67,708	38,469			31,907
	Loss				138,222	173,252	

出典：スコピエ上下水道公社

2006 年には給水収益が 2002～2005 年平均に比し 5.6%減少したが原因は分かっていない。メーター計量水量は 6.5%減であった。

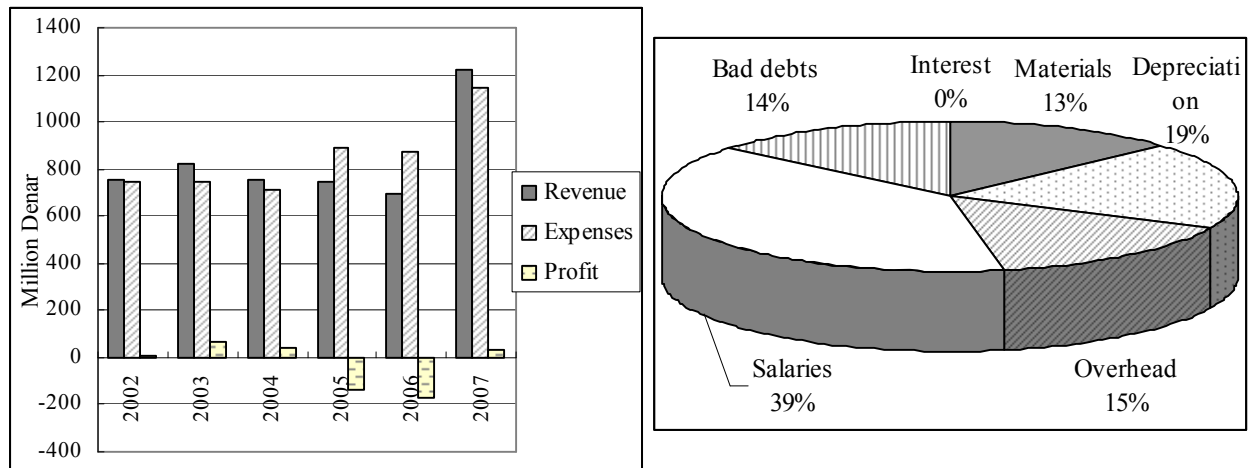


図 2.33 スコピエ上下水道公社の財政状況と支出項目

表 2.26 スコピエ上下水道公社の貸借対照表 (2005～2007 年)

(千 MKD)

資産の部				負債および純資産の部			
	2005年	2006年	2007年		2005年	2006年	2007年
Fixed Assets in Operation		5,886,040	5,901,972	Equity	2,275,374	2,275,374	2,276,193
Minus Accumulated Depreciation		3,417,626	3,582,816	Contributions	1,097,779	959,768	786,516
Net Fixed Assets	2,605,973	2,468,414	2,319,156	Revaluation Surplus	241,439	241,439	241,439
Work in Progress	5,547	6,695	6,620	Operational Surplus	-138,222	-173,252	31,907
Cash and Bank Deposits	50,022	19,419	327,146	Total Equity	3,476,370	3,303,329	3,336,055
Accounts Receivables	1,573,610	1,259,460	1,355,816	Long Term Debt (Net)	0	0	0
Inventories	92,594	108,144	114,527	Accounts Payables	671	1,442	62,641
Total Current Assets	1,721,773	1,393,718	1,804,109	Prepayment	7,680	11,071	10,949
				Current Maturities	843,025	546,290	713,621
				Total Current Liabilities	851,376	558,803	787,211
				Short Term Debt	0	0	0
				Total Liabilities	851,376	558,803	787,211
Total	4,327,746	3,862,132	4,123,265	Total Equity-Liabilities	4,327,746	3,862,132	4,123,266

出典：スコピエ上下水道公社

スコピエ上下水道公社の貸借対照表によれば 2005 年に総資産額は 43.3 億 MKD、内容は 26.1 億 MKD の固定資産と 17.2 億 MKD の流動資産からなっていた。後者のうち、受取勘定が 15.7 億 MKD と目立って大きい。総資本は 34.8 億 MKD で、内容は投資 22.8 億 MKD、出資 11.0 億 MKD、再評価剰余 2.4 億 MKD 及び経常会計欠損(-)1.4 億 MKD であった。総負債は 8.5 億 MKD で、長期、短期とも負債（借入金）がないため、これは流動負債に等しい。流動負債の中身は前払い金 0.1 億 MKD、期内償還金 8.4 億 MKD であった。売掛勘定は無視できるほど小さい。2006 年及び 2007 年の資産及び負債の内容は 2005 年のそれに近似している（表 2.26 参照）。

スコピエ上下水道公社は比較的近年国際標準の会計制度に移行し、財務諸表を作成している。しかし、国際標準的な手法から見るとやや形式が異なり、建設投資の実態や借入金の償還について

の追跡は難しい。ポンプや水道管等耐用機材を購入する場合、現金勘定に現金があればそこから支払えばいい、という説明をしているが会計の常識からいえばそれはおかしい。市に報告する会計報告を手書きの表で計算しているなどは改革すべき点である。同様に各部課から上がってくる予算要求一覧には経常経費も投資的経費も一緒に列記され、両者の区別がされていない。調査団が入手したスコピエ上下水道公社の2008年度予算案は投資計画のみを示すものであり、総額7.24億 MKD で各部・センターに配分されている。原資は償却費、共同投資、自己保留資金、受取勘定、経常勘定利益金である。

財務評価に用いる主要な指標を使って公社の財務状況を評価した。その結果を名古屋市及び秋田市上下水道と比較して表 2.27 に示す (名古屋市及び秋田市の人口はそれぞれ 2,250,000 人及び 330,000 人)。

表 2.27 スコピエ上下水道公社の財務状況

No.	指標	Vodovod 2006	Vodovod 2007	名古屋市	秋田市
1	営業収支比率	76.8	103.7	118.0	129.0
2	経常収支比率	80.8	106.3	102.0	104.0
3	給水収益対職員給与比	51.1	29.4	33.1	24.4
4	給水収益対減価償却比率	25.3	14.3	26.1	29.2
5	給水単価	16.0	29.6	171.0	189.0
6	給水原価	21.1	28.7	179.0	190.0
7	有収率	66.6		92.6	88.2
8	流動比率	190.7	228.9	209.0	439.0
9	自己資本構成比率	80.3	85.5	53.4	47.3
10	固定比率	71.0	74.7	162.0	202.0
11	固定資産回転率	0.26	0.47	0.20	0.11
12	技術職員率		62.5	67.7	58.1
13	職員1人当りメーター数	144	152	438	750

出典：スコピエ下水道公社及び JICA 調査団

詳細な分析については、Part III 3.3.3 を参照。

2.6.2 運営組織

スコピエ上下水道公社の長は総裁であり、下に1人の副総裁、2人の総裁補と顧問1人を従えている。総裁は経営理事会 (Management Board) 及び監理 (監査) 理事会 (Control Board) の助言を受ける。彼らが統括するのは水道部、下水道部、技術開発計画部など8部と緊急情報センターなど2センターである。(図 2.34 参照)

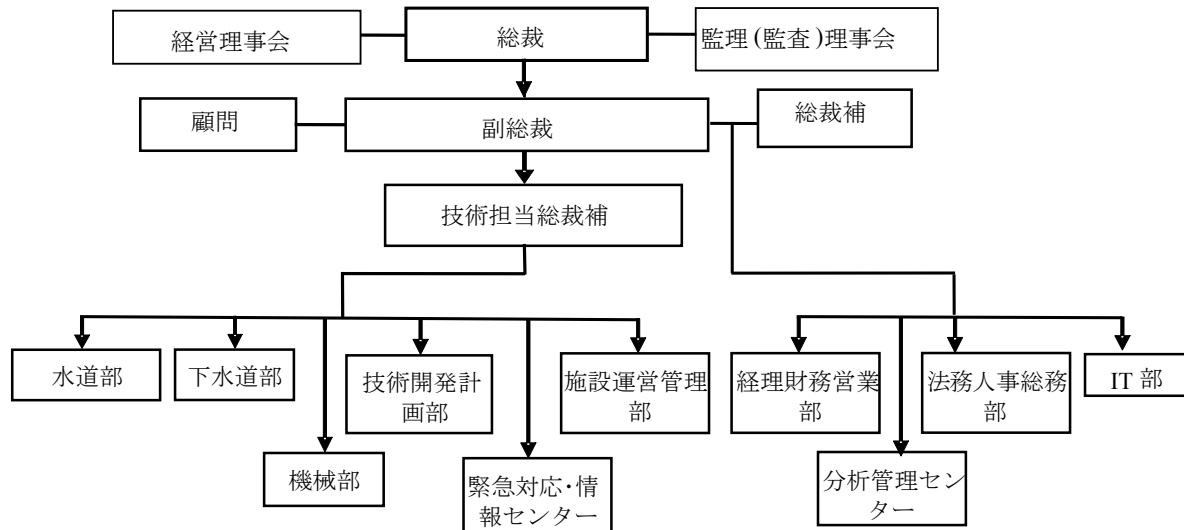


図 2.34 スコピエ上下水道公社組織図

全体組織：[全職員数 1,120 名、2008 年 3 月末現在]

a) 水道部 (Sector Water Supply) (職員数: 181)

事務分掌：①送配水管の維持管理、②既設送配管の更新、③漏水修理*、④メーター取付け、同修理工場運営 *漏水修理場所情報は緊急対応情報部及び技術開発計画部から得る。

同部の次年度の予算要求は各年の 12 月までに総裁に提出される (他の部についても同様)。主要費目は水道管、バルブ、消火栓、水道メーター、その他である。

☆ 同部の弱点：(a)「水道部」と呼称しながら管理するのは管だけで、取水施設、送配水ポンプ及び配水池は他の部(施設運営管理部)が管理する。(b)管轄する施設(配水管)が老朽化し正常に機能していない。結果として公社は漏水率を生産量の約 1/3 と見積っている。(正確な数値は得られていない。) (c)同部はスコピエ市が行う配水管整備の計画・設計に際し、設計条件(設計指針)を指示し、出来上がった設計のチェックは行うが、計画・設計作業には参画しない。

b) 下水道部 (Sector Sewerage) (職員数: 122)

事務分掌：①下水管きよ・雨水管きよの維持管理 (含、清掃)、②同じく修理、③家庭・企業接続下水管設置

☆ 同部の弱点：(a)同部のスタッフは市が行う下水管網や新下水管の計画・設計に際し、設計条件(設計指針)を指示し、出来上がった設計のチェックは行うが、計画・設計作業には参画しない。(b)多くの個人・企業による違法・無断接続が行われている、(c)市の区 (municipalities)が時に無断で下水管を布設し、既設管網に接続する。(d)管内ロボットカメラ、小型トラック等資器材不足、(e)スタッフの経験不足。

c) 機械部 (Sector Mechanical) (職員数: 111)

事務分掌：①建設・運輸重機の格納・整備・派遣、②大型機械*による下水管きよ清掃、③大型

機械の調達。*現保有機器は下水管清掃作業車、中型パワーシャベル、トレーラー等。

☆ 同部の弱点：①トレンチャー、バックホー、高機能下水管清掃車、多機能土工機械等の不足、②経験あるスタッフ不足（10人が退職するが補充がない）、③機器全体が古く整備困難、④スペアパーツはマケドニアの市場で入手可能だが、納入に非常に時間を要する。

d) 技術開発計画部（Sector Technical Affairs & Development）（職員数: 40）

事務分掌：①小規模工事の計画・設計（大規模は市及び区が計画・設計する）、②各戸給水・下水接続工事申込み受付（接続工事は水道、下水道各部が行う）、③委託工事のための工費積算、④次年度工事企画書作成（総裁を経て市議会決議必要）

☆ 2006年の成果：115件の計画・設計業務遂行

☆ 同部の強み：スタッフの頭脳流出の問題がない。

☆ 同部の弱点：施設、特に配水管、下水管のデータベースの構築がはかどらない。

e) 施設運営管理部（Sector Exploitation, and Maintenance of Facilities）（職員数: 282）

事務分掌：①取水施設、浄水（消毒）施設、ポンプ場（水道・下水道）運転維持管理、②下水処理場の運転管理（プロジェクト完成後）、③機電施設維持管理、④構造物営繕管理、⑤SCADA 構築運用・管理（予定）、⑥植生保全、⑦保安・消防活動

☆同部の弱点：①機器特にポンプ老朽化、②水量計測器の欠如、③低い自動制御化率、④O&M マニュアルの欠如、⑤SCADA 運用に必要な専門スタッフがまったく足りない。

f) 経理財務営業部（Sector Accounting, Finance & Commerce）（職員数: 246(検針係 96 人含む)）

事務分掌：①経理一般、②予算編成・同執行管理、③水道・下水道料金検針・請求・徴収、④資産管理、⑤銀行口座管理、⑥給与支払いその他

☆(料金改定手順)①新料金仮設定→②財務計算→③料金修正→④財務計算→⑤市議会へ改正料金案提出→⑥実施)

☆同部の弱点：①財務諸表は作成されるが、市場経済体制で基準とされる形態と異なる、②コンピュータ化されている経理事務は一部のみ。新しいコンピュータを入れてシステムの改善を行っている。

g) 法制人事総務部（Sector Legal, Personnel & General Affairs）（職員数: 64）

事務分掌：①長期料金未納者の訴追*、②違法接続者の訴追、③事務手続き・一般管理等総務的業務、④労働環境管理

* 不払い発生後 6 ヶ月から 12 ヶ月の猶予で。

☆同部の弱点：①訴訟費用 1 件当たり 400MKD を払う予算が不足、②スタッフの明文化された考課制度がない。（しかし昇任・降格は部長・総裁の裁定で行われている。）

h) IT 部（Sector IT）（職員数: 26）

事務分掌：①運営関連情報管理、②データ処理・分析及びデータベース構築、③料金請求伝票作成、④コミュニケーション・ネットワーク構築・運用、⑤データベース運用・共有環境整備

☆データベース収容主要業務分野は①人事管理、②顧客台帳、検針、請求のみ。

☆同部の弱点：①情報管理の基本方針が未完成、②データ・情報収集・共有コミュニケーション・ネットワークの整備ができていない、③情報収納・分析・配布のためのハードウェアが不十分、④SCADA を管理する施設運営管理部との連携が薄い。ただし今年の料金値上げで財務状態が改善し、この Sector の予算もこれから増加し、上記欠陥は今後かなり改善されるものと期待される。

i) 緊急対応・情報センター (Emergency and Information Center) (職員数: 26)

事務分掌：①緊急対応・修理、②緊急情報管理・苦情対応、③漏水探査、④下水管点検

☆同部の弱点：IT 部とこの部の間にオンライン・コミュニケーション手段がなく、IT 部が管轄するデータベースにこのセンターからはアクセスできない (スコピエ上下水道公社内でのデータ及分析結果の共有が十分行われていない)、

j) 分析管理センター (Center for Sanitary Control) (職員数: 17)

事務分掌：①水道水の安全性コントロール、②下水放流水質監視

☆同センターの弱点：近代的な機器は相当程度そろっているが、それを十分使いこなす経験あるスタッフが少ない。この状態は分析業務の効率と得られた結果の精度に影響する。

2.7 工場廃水対策の現状

工場廃水対策は統合的汚染防止管理(IPPC)制度により実施されている。同制度により特定工場（有害物資を排出する恐れのある工場）の排水等が規制されている。業種ごとの統一した排水基準の決定に際し BAT Reference を考慮すべきということが IPPC 制度で決められている。個別工場に対する規制は、工場が提出し監視機関が認可する「環境計画書」(IEP) に基づくことになり、2015 年から本格的に適用される。一方、直ちに本格的な排水基準等を適用することは技術的にも経済的にも困難なため 2015 年までは「暫定環境計画書」を適用する。これも工場が提出し監視機関が認可する。

2.7.1 現況の廃水処理管理状況と課題

表 2.28 は工場調査から得た現状廃水処理管理状況と課題をまとめたものである。

表 2.28 廃水処理管理状況と課題

項 目	内 訳			備 考
簡易処理含む廃水処理施設	有：9	無：35	無回答：6	
将来放流先希望	下水：44	バルダル川：2	無回答：4	工場調査番号：27,29 がバルダル川への放 流を希望
下水道料金支払い意思	有：28	無：13	無回答：9	

項 目	内 訳			備 考
公害防止管理者	有：10	無：29	無回答：11	
水質分析	自社で分析：14	他社に委託：16	無回答：20	自社には他社委託併用含む
ISO9000、14000、その他	取得済み：21	未取得：22	無回答：4	他規格取得： HASSP：2、 ISO22000：1
水循環使用	有：13	なし：37	無回答：0	
供給水量把握	メーター：45	他の方法：4	無回答：1	
排水量把握		なし：50		

表 2.28 から以下のような課題が見えてくる。

- 簡単な油水分離施設を含め廃水処理施設を持っている工場は 9 カ所であり、殆どの工場が廃水処理施設を設けずにバルダル川に直接または下水管に放流している。廃水処理施設を持っていると答えた事業所のうち、沈殿施設、油水分離施設、生物処理施設、シアン酸化施設を有する事業所はそれぞれ 6 カ所、4 カ所、1 カ所、1 カ所であった。
- 公害防止管理者的な人材を配置している工場も調査対象工場の 20%である。これは ISO9000 または 14000 を取得していると答えた工場 21 社でも公害防止管理者的な人材を配置していないところが半数以上にのぼることを示している。
- 何らかの水循環使用を行なっている工場は 26%で、行なっていないところは 74%となっている。
- 供給水量は一般にメーターや請求書で分かっていると答えているが、排水量に関しては測定している工場は皆無である。
- 工場廃水質はセルフモニタリングが原則であるが、不十分ながらも自社分析できる事業所は 30%にも満たない。
- 将来下水道に放流したいと希望している工場のうち、下水道料金支払いに積極的な事業所は 50%にも満たない。(無回答は否定的と考えた。)

詳細なデータについては Appendix Part I, 2.8 を参照のこと。

公害防止管理者：

直接的に公害防止管理者という表現はないが、環境法第 23 条：企業は原料、製品や中間製品の技術的事項を評価するため、企業は最低 1 名の冶金、化学或いは環境に関する大学卒で最低 3 年の専門的経験のあるものを雇わなければならない。ここでいう専門家は多様な公害防止に責任を負うことになる。

また、IEP 取得と実施には環境管理体制・組織を記入することが求められており、実際に公害防止管理者制度に似たような制度が必要と考えられる。

2.7.2 統合的汚染防止管理（IPPC）制度と施工状況

工場廃水関連を含む環境全般の基本法の整備は EU の支援によりなされた。関連する副次法、規則の整備も順次進められている。工場廃水に関する統合的汚染防止管理（IPPC）制度も実施に移され、今後の課題は実効性の確保・技術の向上である。

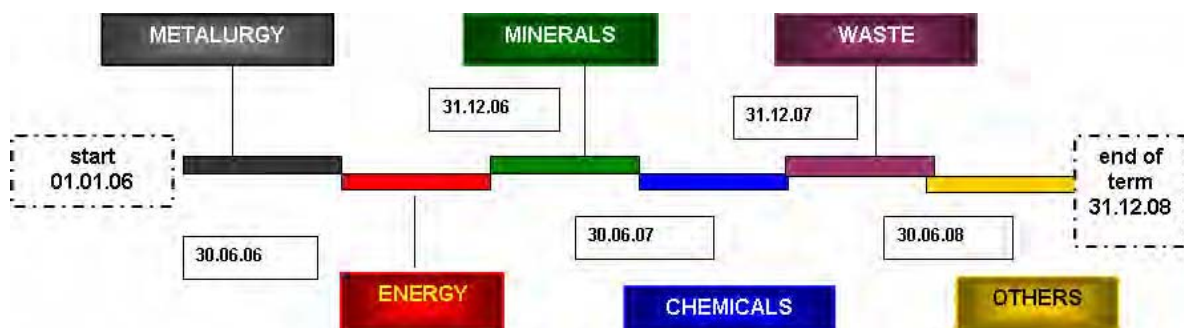
水法は 2008 年 8 月に改定され、2010 年には施行される予定である。この中で排水基準の制定、下水除害基準の見直しを環境都市計画省が IPPC 制度に基づき BAT 指針(Bat Reference)により、排出水域の状態を勘案しながら業種ごとに策定することになっている。

環境法第 XII 条「環境へ影響を及ぼす施設の操業における総合的有害物質管理認可制度」によると、工場の操業には IPPC 制度のもとでの操業許可が必要とされる。許可を受けるに当たり工場は、環境社会配慮制度を考慮した上で、EU の IPPC 指令（Council Directive 96/61/EC）概念を導入した排水処理を含む操業計画書の策定が義務付けられている。同指令のとおり、規模の大きい事業所または有害性の高い物質を扱う事業所は A 分類として環境都市計画省が主管機関となり、それ以外の有害物質を取り扱う中小事業所は B 分類として地方自治体が管理することとなっている。A 分類及び B 分類に含まれる業種については Appendix Part I, 3.5 に記載した。

IPPC 制度は当初 2007 年に本格的に導入される予定であったが、マケドニアの工業状況に適当か、強制力が持たせられるか、容易に規定できるか、取り締まりに最低どれだけの人数が必要か、マケドニアの技術的資源はどうか、事業所と親密な関係が築けるか、既存施設の暫定基準をどうするかなどを懸念して、2014 年に延長された。それまでは暫定措置（後述）が適用されている。

IPPC 制度は水質汚濁、大気汚染、土壌汚染の総合防止策として導入されるものであり、既存事業所に関してはその適正化計画、新規事業の場合は EIA の段階から最適応用可能技術（Best Available Techniques : BAT）の概念を適用した操業許可の審査工程が進められる。A 分類の事業所は業種ごとに申請がはじまり、2008 年 2 月現在全国で 71 件の申請があり、近々最初の 1 件に操業許可が与えられる。スコピエ市内にある B 分類の事業所は 2008 年末までにスコピエ市に申請することになっており、暫時事業所または施設ごとに許可（IEP: Integrated Environmental Permission）が与えられることになる。

A 分類の申請スケジュールを図 2.35 に示す。



出典：プレゼンテーション資料

”Application form for an A environmental integrated permit/ adjustment permit with an adjustment plan” : MEPP

図 2.35 A 分類の申請手順

申請書には以下の事項を記載する。

- 申請企業の情報
- 一般情報、土地・施設の所有者、申請の種類、施設情報（境界、地図、業種）申請者名と役職、許可の変更点
- 施設詳細
- 施設構成、方法、プロセス、環境保護システム、施設更新・活動履歴、配置、添付図表（計画、図面、地図、報告書、その他説明資料）、別冊（操業条件と配置計画、各プロセス技術計画、添付資料）
- 環境管理体制
- 原料、中間製造物、補助剤、燃料、製品、化学薬品、エネルギー、ただし環境に負の影響を与えないものは記載しなくても良い。
- 物質取扱い、
 - 特に有害物質の取扱い：貯蔵方法、分離、固体・液体輸送方法、配管、タンクのテスト方法、
 - 廃棄物管理：分類、発生源、貯留、発生量、転換率、発生メカニズム、発生抑制方法、
 - 廃棄物処分
 - 敷地外処分の場合：運搬方法、処理方法、最終処分方法・場所、Basel 協約に違反していないか
 - 敷地内処分の場合：敷地内処分場運転計画
- 排出：
 - 大気排出：ボイラー、主要・マイナー汚染物排出源（分類して施設を地図で示すー管理排出）、一時的、潜在的排出については所定の用紙に記入
 - 表流水への排出：排出先（地図等に表示）、排出物質、水域分類・名前、規制値
 - 下水道への排出：排出先（地図等に表示）、排出物質、規制値
 - 下水情報：受入下水道、減量システムと下水処理方式
 - 地下水汚染対策
 - 汚泥の利用：量、率、応用形態
 - 騒音：騒音源、発生場所、頻度、程度、期間、影響等
 - 振動
 - イオン化と非イオン化放射線
 - 例外的な排出（スタートアップ時のバーナー、電気集塵器、不連続運転、シャットダウン時のバーナー、触媒及び吸着プロセス）
- 現場状況と活動の影響
 - 現場状況の詳細(調査、対策の結果)
 - 大気汚染アセスメント：拡散モデル、臭気検出
 - 表流水への影響評価
 - 下水への影響
 - 地下水への影響：水文・水理

- 土地利用：土壌分析、表流水近辺の土地利用、季節的濃度、廃棄物分析
- 排出抑制方法
 - 総合的な保全対策プロセス
 - 詳細な保全対策プロセス
 - 原料毒性の減少
 - 回収可能物の利用
 - クリーナー・プロダクション計画等
 - End-of-pipe 対策：対象物質
 - モニタリング装置：流量、圧力、温度、濃度、pH などの測定器具、
 - 事故の防御と緊急対応：事故管理計画、原料・製品・廃棄物の貯留方法、
 - 遺漏或いは緊急汚染対策と構造物、密閉、表面処理、収集システム
 - 全てのプロセス排水路、排水管、敷地内下水管、マンホールと付帯構造物の縦断図
 - 他の対策：地下水汚染或いは敷地内火災の場合の表流水消火用水の情報、敷地内での原料、固形物、液体、汚泥の輸送方法、汚染の可能性のある地点。
- 汚染除去方法：リスクマネジメント
- 代表者署名
- 付録

許可取得には約 6 ケ月要する。この間申請者は申請自体を新聞、インターネットで公表し公聴会が開かれる。なお、許可は 7 年ごとに見直される。

また BAT Reference (BREF Note) (BAT 指針) によらない排出の場合は、改善計画または“Adjustment Plan (AP)”により許可を得る。そのためには、

- 改善便益が投資に不適當という正当性の主張
- 改善計画：EIP 申請者は環境改善成果と環境保護のための改善計画のドラフトを提出する。
- AP：既存施設会社は AP とともに AP 許可申請を行なう。

AP は 2014 年 4 月 1 日までの暫定措置であり、官報 4/06 に基づき実現の期限を定め交渉により AP を認めるものであり、この場合の取得には約 6 ケ月かかる。また、その結果は公聴会に掛けられる。手続きは、まず交渉開始を環境都市計画大臣が決定し AP コミッションが設置される。

決定は特に以下の事項が考慮される。

- BAT との調整
- 暫定計画の財務計画及び実現スケジュール

暫定計画は以下の事項を記載する。

- 対策、フェーズ分け（最大 12 ケ月）の解決法、IEP 取得条件の期限
- 施設操業条件

- フェーズごとの計画実行スケジュール
- モニタリングと報告方法
- 各フェーズごと及び実行全期間の財源
- 各フェーズごとの排出値
- 各フェーズごとの原料、エネルギー、天然資源、水、他の資源使用指標
- 個々の環境、地域保全のための特別法で提起される他の事項

2.7.3 IPPC 制度の課題

IPPC 制度は総合的な環境問題対応としての理念であるが、本制度導入に当り次の点が課題としてあげられる。

(1) 代替案への対処

BAT は、環境負荷を予防または低減するために「最も効果的で先進的な」技術及び実践と定義され、「利用可能な(available)」は、「経済的技術的に利用可能(viable)」と定義される。

EU は本制度を促進するため、業種ごとに BAT 指針 (BAT reference) を定めている。産業部門毎に規定される BAT は、BAT Reference Document (BREF Note) と呼ばれる手引書に示される。

なお、BREF は、BAT に基づく適切な認可条件に関する指標値を示すもので、統一的な排出限界値を示すものではなく、各施設の排出限界値の設定は加盟国の規制当局の判断に委ねられている。加盟国と各国当局が許可条件を設定する際に BREF に基づく標準を考慮に入れることが義務となっている。

BAT 指針には、期待される排出値及びそのための生産工程などの設備改造などが載っているが、現在、すべての業種について BAT 指針がある訳ではないし、IPPC 自体がすべての業種を網羅している訳ではない。現在 BREF がある業種 (31 業種) を Appendix 3.15 に示す。

更に EU 指針そのものが厳しすぎるという EU 産業界からの反対もあり、実行が遅れあるいは見直しがはじまっている。また、BAT は強制ではなく加盟各国で変更できる可能性も秘めており、指針より緩やかな排出値を設定できる余地を残している。

IPPC による工場操業許可では原則 EIA が必要になり、この場合 BAT に基づくこと、及び提案された BAT が妥当かどうか検討する BAT 委員会の設置を義務付けている。しかしながら今まで BAT 委員会が組織化・活動している実績はないと聞いている。もし、EU 指針と異なる技術的提案をしてきた場合、或いは、EU 指針にない業種に関してはどのように排出値を決める、あるいは期待するのか、その評価にあたり相当の労力と能力が必要となろうし、許可に時間がかかると考えられる。更に IPPC 制度担当の環境都市計画省の担当スタッフは 8 人しかおらず、BAT 委員会の設置もままならない状態では BAT の代替案を検討できる人的裏づけが困難といわざるを得ない。また、IPPC に基づかない業種については、マケドニアの EIA 基準 (対象業種・規模が定められている)

にしたがって EIA 審査を行なって許可を出す、EIA 自体の経験が非常に少ない。

(2) 資金援助

EU 指令に基づく IPPC 制度、BAT 制度を推進するには、工場に対する CP 等の生産工程設備改善、廃水・大気汚染対策装置の設置が必要となるが、それらを達成するための資金援助制度が確立されていない。銀行などによる低融資策さえも確立されていない。資金源としては法律違反企業への罰則金の積み立てのほか、ドナー援助によるとしているが、現在排水基準もなくどのように法律違反を認定するのだろうか不明である。

工場調査でも何故廃水処理施設を設けないのかという問いに、資金難のほか排水基準がないからという答えもあった。財政的支援策がないだけで排水基準だけを厳格にするならば、事業所にとって負担がかかるだけとなり、IPPC 制度そのものが事業所自体の存在ならびにマケドニア自体の経済発展にとっても障害となる可能性もある。

(3) 審査・監視体制

IEP 許可を促進するため IPPC 審査担当職員は環境都市計画省で 2008 年 1 月までは 3 名であったが、2 月には 8 名に増員した。監視に当たる監視員 (Inspector) は環境都市計画省で年々増やし 2008 年 2 月時点で 14 名、うちスコピエ担当 5 名、スコピエ市環境自然保護局で 4 名である。いまだ IEP の許可審査のための IPPC 審査員及びその実施監視にあたる監視員数が手薄であると共に、その能力向上が課題となっている。

2.8 バルダル川の水質改善と下水処理場の位置づけ及び工場廃水管理の重要性

2.8.1 水質の現況

バルダル川の水質環境基準は市域下流域にあるセルビア橋の 20m 下流 (汚水の右岸吐出し口がある) を境として、上流が類型 II、下流が類型 III に指定されている。類型 II は「そのまま水浴や漁業に用いる事が可能な、もしくはろ過などの処理で飲料水や食品加工に用いる事ができるきれいな水」、類型 III は「農業や工業に用いる事ができる、やや汚染された水」と定義されている。

上流域の BOD は概ね 2mg/l と基準値の 4mg/l 以下であるが、一時的に基準値を超える。SS は 20～60 mg/l で推移し平均で 30 mg/l 程度であり基準値 30 mg/l を上回る日が多い。有害物質であるシアン、亜硝酸、6 価クロム、フェノールは基準値を超えている。

下流域の BOD は概ね 2～7 mg/l の間で推移しており基準の 7mg/l 以下であるが、一時的に基準値を超える。SS は 10～100 mg/l で推移し平均で 35mg/l 程度であり基準値 60 mg/l を上回る日が多い。有害物質であるシアン、亜硝酸、6 価クロム、フェノールは基準値を超えている。

2.8.2 下水処理場と工場廃水管理の重要性

BOD は、工場廃水規制及び下水処理 (二次処理) 場建設を行わないと、下水道幹線の排出口の下

流で 15mg/ l と大幅に悪化する。工場廃水規制を行えば、有害物質は基準値以下に治まることが予想される。一方、BODは10 mg/ l 前後まで改善されるものの依然として基準値を大幅に上回る。

従い、下水処理場の建設は BOD 濃度の改善のためには必要である。下水道施設計画は第3章以下で扱う。なお、下水処理場では有害物質を処理できないため、工場廃水規制の厳格な実施が必要である。2014年4月から IPPC 制度の本格運用が予定されているが、この運営に向けての対策が急がれる。工場廃水管理については Part IV で扱う。

