

国際協力事業団

ブルガリア国
環境 外省

ブルガリア国

マリツツア川流域環境保全対策計画調査

ファイナルレポート

要約

ICSL LIBRARY



J 1149871 [4]

平成11年3月

株式会社 パシフィックコンサルタンツインターナショナル

社調印

JIR

99-060

ブルガリア国
マリツツア川流域環境保全対策計画調査
ファイナルレポート
要約

905
319
SSS

国際協力事業団

ブルガリア国
環境・水省

ブルガリア国

マリツア川流域環境保全対策計画調査

ファイナルレポート

要 約

平成11年3月

株式会社 パシフィックコンサルタンツインターナショナル



本報告書では事業費を 1997 年後半の時点での市場価格で見積もり米ドルで表示した。また、使用した通貨換算率は以下の通りである。

US\$ 1.00 = Lera 1730 =Yen 114
(1997 年後半の通貨換算率)

序 文

日本国政府はブルガリア共和国政府の要請に基づき、同国のマリツア川流域環境保全対策計画にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成 9 年 3 月から平成 11 年 3 月までの間、4 回にわたり、株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナル の田中 元氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

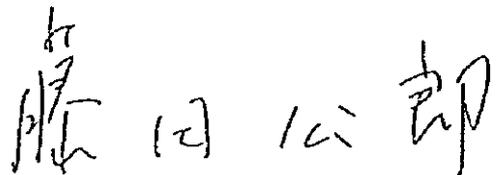
また、平成 9 年 3 月から平成 11 年 2 月の間、国際協力事業団 今井千朗 国際協力専門員を委員長とする作業監理委員会を設置し、本件調査に関し専門的かつ技術的な見地から検討・審議が行われました。

調査団は、ブルガリ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。

終りに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 11 年 3 月



国際協力事業団

総裁 藤田 公郎

ブルガリア国マリツア川流域環境保全対策計画調査報告書
伝達状

平成 11年 3月

国際協力事業団
総裁 藤田公郎 殿

ブルガリア国マリツア川流域環境保全対策計画調査の最終報告書を提出します。本報告書は、平成 9年 3月 18日、平成 9年 10月 30日、平成 10年 5月 21日、平成 10年 9月 11日 の4回にわたる国際事業団と株式会社パシフィック コンサルタンツ インターナショナルとの間で締結した契約に基づいて作成しました。

本報告書は、マリツア川流域の環境問題の分析に基づき策定した環境保全対策に関するマスタープランおよびマスタープランで選定した優先プロジェクトのフージビリティ調査の結果が述べられています。報告書は要約報告書、主報告書、付属報告書および資料集にとりまとめました。

本報告書を提出するにあたり、多大なご支援を賜った貴事業団、作業監理委員会、在ブルガリア日本大使館の諸賢ならびにブルガリア政府機関の関係各位に対し、心から感謝の意を表すとともに、本調査の成果がマリツア川流域の環境管理および持続開発推進の一助となることを希望する次第です。

株式会社 パシフィック コンサルタンツ インターナショナル
ブルガリア国 マリツア川流域環境保全対策計画調査
調査団長 田中 元

調査結果の概要

ブルガリア国マリツァ河流域環境保全計画調査
調査概要

1. 調査の内容

調査地域はブルガリア国の南部に位置する。マリツァ川流域（約 21,000 km²）である。マリツァ川はブルガリア国内を東方に 321.6 km 流れた後、ツンザ川およびアルダ川を合流しながら、トルコとギリシャの国境を流れ、最終的にエーゲ海に注ぐ河川である。

流域の水資源は農業、水力発電、上水および工業用水に広範囲に利用されているが、水資源の不足や水質の悪化といった種々の水問題を抱えている。流域は長年にわたり都市下水、工場排水、畜産農場の排水等様々な汚染源の影響を受けてきた。それらの有害物質は流域住民の健康、水利用者および環境に影響を与えている。

ブルガリア政府は、環境の回復と保護のために、環境法制度の整備、関連機関の強化によって対応してきた。新水法（案）によると、ブルガリア政府はE Cの水政策、特にE C水政策指針の提案に沿っている。この指針はメンバー諸国はタイムスケジュールを設定し、River Basin District Authority を設け流域管理計画を早急に準備することを義務づけている。

ブルガリア政府の目的により、この調査は流域管理計画のパイロット調査と考えられ、ブルガリア政府にマリツァ川流域の各水セクターの水資源管理の見直し、総合的水資源および環境管理のための持続開発方針の策定に必要な基本的フレームと情報を提供する。

この調査はマリツァ川流域に対する流域環境保全のためのマスタープランおよび優先プロジェクトに選定した3都市（パザルジック、ディミトロフグラード、スタラ ザゴラ）における下水処理場に関するF/Sの結果を取り纏めている。

2. マスタープラン

- (1) 調査は目標年の2015年までに、マリツア川本川および主要支川の水質を充分良い水質（クラスー1またはクラスー2）に改善・維持することを目標に、構造物対策および非構造物対策を策定する。具体的には、水資源と環境条件とを改善、持続するために、都市下水処理施設の段階整備、工場廃水、畜産廃水の未処理排出の規制、対策計画の実施体制の設立と強化、モニタリング組織の強化、必要な開発調査および基礎調査について検討する。
- (2) 技術協力の一環として、調査終了後に、ブルガリア政府がマリツア川流域に対する流域管理の道具として、活用することを念頭に、基礎情報のデータベース（GISベース）および河川水質シミュレーションモデルを作成している。

2.1 マスタープランの構成

マスタープランの構成は以下の通り。

- 1) 流域の環境と水質を改善するための構造物対策として、36都市の下水処理施設の整備
- 2) 流域の環境と水資源の改善と維持に必要な非構造物対策として、土地利用・環境ゾーニング、水質・水資源のモニタリングの整備
- 3) マスタープランの実施に必要な組織の整備・設立
- 4) 流域の水資源・環境管理をサポートする必要な開発調査と基礎調査
- 5) 流域の環境状況を改善するための優先プロジェクト

2.2 目標年2015年の社会経済フレーム

マスタープランの社会経済フレームは2015年を目標に下記のフレームを設定した：

- 1) マリツア川流域のGRDPは、農業の年平均成長3.0%、産業部門の7.5%、サービス部門の7.0%により、2015年まで年平均6.8%で成長する。
- 2) 流域の総人口は、1995年の人口1,758,000人の10%増加し、2015年には1,921,000人(都市人口：1,357,000人、農村人口：564,000人)となる。農村人口は若干減少

し、2015年の都市人口比率は71%となる。

2.3 土地利用および環境上センシティブな地域のゾーニング

調査地域の望ましい土地利用と管理の方向について、森林地域、農業地域、都市地域、保全地域、国立公園および保護地域の5カテゴリーに分類図に示した。

2.4 水質管理計画

汚濁源と汚濁負荷の推定結果によると、BOD負荷の主な発生源は生活排水および工場廃水・畜産廃水であり、TN負荷の主な発生源は工場および畜産農場である。水質および環境条件の改善に必要な対策を以下に示す。

(1) 主要な都市、工場、畜産農場からの汚濁負荷量の削減

1) 36都市からの汚濁負荷量の削減

流域の772都市・集落のうち38都市は下水管網を持ち、その内6都市が下水処理施設を持っている、しかし、現在下水処理を実施しているのは3都市（プロブディフ、イヒティマン、パンポロボ）のみである。

汚濁負荷量とマリッツア川本川に対する影響を検討、流域の水質および環境の改善を図るためには、36都市の下水処理施設を段階的に実施することを計画した。各都市の総BOD負荷量、本川への影響の評価結果および早期実施の可能性を基に段階実施は下記のように設定した：

- 第1優先都市： 7都市（1次処理および2次処理）
- 第2優先都市： 10都市（1次処理）
- 第3優先都市： 19都市（1次処理）

2) 主要な工場および畜産農場からの汚濁負荷量の削減

まず、トップ 20 の工場および主要畜産農場を重点的監視および排水規制強化によりの汚濁負荷量の削減をはかる。監視・規制の対象は順次拡大する。

(2) 水質管理のためのモニタリング システムの強化

マリッツア川および支川沿いの主要汚染源の定期的モニタリングが必要である。昨年環境・水省が水質管理のための設定したモニタリング組織を基に、下記の主要および補助観測所および追加計画をした：

主要観測所：	マリッツア川	6 個所（新設 1 個所）
	支川地域	6 個所
補助観測所：	マリッツア川	7 個所
	支川地域	2 4 個所（新設 4 個所）

(3) 流域管理に必要な資料・情報を得るために必要な基礎調査および関連する開発調査

- 主要都市の下水システムのリハビリと改善を目的とした調査
- 工場廃水の確認調査
- 汚染事故への対応策を検討するための鉱山廃棄物と鉱山廃水の確認調査
- 固形廃棄物処理場改善のための確認調査
- 流域管理の補助手段として生態モニタリング調査
- 地下水の水量および水質の管理のための地下水管理計画調査

2.5 流域管理計画

マリッツア川の水資源は灌漑、発電、都市用水、産業用水に幅広く利用されている。表流水はダム、取水堰、流域内導水路、流域間導水路等の多数の灌漑・発電用施設により影響を受けている。地下水は多数の都市用水井・工場用水井によりくみ上げられている。流域の水資源の利用は非効率的で、流域管理の上から適正な管理の導入が必要である。流域の水資源・環境管理に必要な以下の対策を計画した。

(1) 水資源管理のためのゾーニング

流域の水資源保全および水利用の効率化の推進のために調査地域を下記の3地域に区分し、水資源管理のためのベースとした。

1) カテゴリー1地域：水資源の保全が重要な地域

カテゴリー1地域に属する小流域は、豊かな森林や重要な貯水池が存在する地域で表流水ポテンシャルの大きな地域である。この地域に対しては森林保全および造林により水資源ポテンシャルの保全を高揚を計る。

2) カテゴリー2地域：水資源の保全と水需要の管理を行うべき地域

カテゴリー2地域に属する小流域は、水資源ポテンシャルおよび水需要の点で中間的地域である。同地域に対しては適切な水資源ポテンシャルの保全と水需要の管理が必要である。

3) カテゴリー3地域：水需要の管理が重要な地域

カテゴリー3地域に属する小流域は、水需要の大きな地域である。同地域では灌漑、水力発電、上水、工業用水等の需要と供給の見直しを含む適切な管理や既存施設のリハビリによって効率的な水利用を推進する。

(2) 流域管理に関する対策

上記のゾーニングに基づき、以下のシナリオを設定して流域管理に関する対策を策定した。

- シナリオ1：森林保全による水資源ポテンシャルの保全
- シナリオ2：灌漑、水力発電、上水および工業用水に関する水利用の効率化
- シナリオ3：既存の水理構造物の最適運用による水資源ポテンシャルの効率的コントロール

提案した流域管理に関する対策は以下の通りである。

1) 水資源と水利用のための観測組織強化

気象、水文、水利用施設（灌漑、水力発電、上水、工業用水）の観測施設およびモニタリング組織を強化する。

2) 水資源のための森林保全

水資源の保全と高揚のために特にカテゴリー1地域に属する森林の植林を含む保全を行う。

3) 開発調査および基礎調査の実施

流域の環境条件および水資源の改善・維持を進めるために、今後必要になる開発調査（水資源、農業、水利用等）および基礎的調査（上水、下水、鉱山、廃棄物、環境等）を示す。

2.6 事業費

事業費は以下に要約する。

1) 都市下水処理施設事業：	費用 (US \$ 1,000)
— 第1優先都市	122,021
— 第2優先都市	36,437
— 第3優先都市	55,272
小計	213,730
2) 上水施設改善事業	
— 第1優先都市	64,104
— 第2優先都市	20,141
— 第3優先都市	35,570
小計	119,815
3) モニタリングの強化事業	360
合計	333,905

2.7 財務評価

国家経済の観点から、水・環境セクターに期待される総投資額を推定し、妥当性を検討した。

環境および上水・下水分野の設定投資額は、フェーズー1：2.17億ドル、2015年までの合計：9.75億ドルとなる。従って、環境および上水・下水分野の公共投資額はマスタープランのフェーズー1の事業費1.86億ドル、総事業費3.34億ドルよりも大きくなる。期待されるブルガリア経済の回復、新規成長により、マリツア川流域の上・下水事業の推定投資額は中・長期的には可能な規模だろう。

2.8 組織制度

- (1) 「新水法」の考え方に従い流域管理組織（流域管理庁、流域協議会）の設立が必要である。流域管理組織を支持するためには、環境分野の大型プロジェクトを実施するために、Project Implementation Unit (PIU)の設立が必要だろう。
- (2) 新しい流域管理組織を設立するために、スタッフの短期・長期の研修プログラムが必要となる。

2.9 優先プロジェクトの初期環境審査 (IEE)

下水処理施設の実施は、全体として、地域社会に良い効果を与えるが、社会環境・自然環境に与える影響について確認するため、優先プロジェクトに関する環境影響評価 (EIA)が必要である。

2.10 F/S対象の優先プロジェクトの選定

マリツア川の水質・環境改善を目的に、主要36都市の下水処理施設を段階的に改善または新設する。優先流域から技術評価により第1優先に選定したのは7都市から効果および改善の必要性が比較的高いパザルジック、ディミトロフグラード、スタラザゴラの3都市を優先プロジェクトに選定した。

2.11 アクションプラン

M/Pの実施は準備期間も含め、下記の4段階で進める：

1. 準備期間： 2年 (1999 - 2000)
2. フェーズ1： 5年 (2001 - 2005)
3. フェーズ2： 5年 (2006 - 2010)
4. フェーズ3： 5年 (2011 - 2015)

3. 優先プロジェクトのF/S

3.1 環境管理計画

環境管理のために、調査対象の3優先都市（パザルジック、ディミトロフグラード、スタラザゴラ）および周辺的环境上センシティブな地域（または地点）は、調査および厳重な監視が必要である。

3.2 下水処理施設の予備設計

(1) 基本条件

予備設計の下水処理施設の計画基準は EC Urban Wastewater Directive の基準を満足することを基本とする。

- BOD5: 25 mg/l
- SS : 35 mg/l

(2) 予備設計

予備設計の処理施設の規模は以下の通りである。

1) パザルジック

- 計画処理人口： 97,000
- 日平均計画汚水量： 29,400 m³/日
- BOD 負荷量： 5,240 kg/日

- 処理方式: 標準活性汚泥法

2) デイミトロフグラード

- 計画処理人口: 61,000
- 日平均計画汚水量: 18,800 m³/day
- BOD 負荷量: 3,300 kg/day
- 処理方式: オキシデーションディッチ
(Extended aeration process)

3) スタラ ザゴラ

- 計画処理人口: 165,000
- 日平均計画汚水量: 49,400 m³/day
- BOD 負荷量: 8,890 kg/day
- 処理方式: 標準活性汚泥法

(3) 汚泥の処理

- 下水処理の初期のスクリーン等機械的に除去された比較的重い浮遊物質や油脂は通常、埋め立てるか、許可された場所に埋める、
- 下水処理の流れのなかで沈殿および生物処理による汚泥は農地に処理するのに適したものにする。

(4) 下水処理施設の効果

下水処理施設による流域の生活排水に関する BOD 負荷量の削減により、河川の BOD 濃度に関する水質改善の効果は顕著である。下水処理施設の有・無による BOD 負荷量の比較を下表に示す:

都市	優先地域* ¹	WWTP無し	WWTP有り	2015年の都市 下水負荷量* ² (kgBOD/d)	WWTPによる都 市下水負荷量 の削減率* ³
		mgBOD/L.			
パザルジック	マリッツア上流	12	6	17,900	29
ディミトロフ グラード	マリッツア中流	3	2	9,400	32
スタラザゴ ラ	サズリカ	61	40	13,100	61

注: *1:図— S.2.4 参照

*2: 優先地域における汚濁負荷量

*3: 優先地域毎の2015年の汚濁負荷量に関する削減率

3.3 事業費の積算

(1) 事業費

1) パザルジック

外貨(FC) 内貨(LC) 合計(単位: US\$1,000)

(直接経費)

準備工事	1,764	810	2,574
WWTP	10,950	4,590	15,540
コレクター	813	813	1,626
小計	13,527	6,313	19,740

(間接経費)

事務所経費	-	987	987
技術経費	1,579	395	1,974
物理的予備費	2,029	932	2,961
合計	17,135	8,527	25,662

2) デイミトロフグラード

	外貨(FC)	内貨(LC)	合計(単位: US\$1,000)
(直接経費)			
準備工事	1,057	485	1,542
WWTP	7,046	3,235	10,281
小計	8,103	3,720	11,823
(間接経費)			
事務所経費	-	591	591
技術経費	946	236	1,182
物理的予備費	1,215	558	1,773
合計	10,264	5,105	15,369

3) スタラ ザゴラ

	外貨(FC)	内貨(LC)	合計(単位: US\$1,000)
(直接経費)			
準備工事	1,472	609	2,081
WWTP	14,717	6,094	20,811
小計	16,189	6,703	22,892
(間接経費)			
事務所経費	-	1,145	1,145
技術経費	1,831	458	2,289
物理的予備費	2,428	1,005	3,433
合計	20,448	9,311	29,759

(2) 運転維持管理 (O&M) 費用

運転維持管理 (O&M) 費用は、パザルジック、スタラ ザゴラに関しては直接工事費に対して 15 %、デイミトロフグラードに関しては直接工事費に対して 7 %とした。

3.4 運転維持管理 (O&M)

現在の VIK は従業員が多すぎて非効率である。将来の持続的な下水処理施設の O&M は提案施設のオペレーションの効率化および VIK 自身の効率化が不可欠である。

現在の料金徴収機構は多くの欠陥がある。下水処理場の運営・維持を成功させるには、十分な資金回収が不可欠である。

3.5 環境影響評価 (EIA)

3都市における下水処理施設の建設およびオペレーションは、社会または自然環境に重要な悪影響はなく、社会および周りの環境にプラスの便益が考えられる。また、地域の動植物にはなにも悪影響はない。この地域の付近には保護対象の植物、建設により影響を受けるような遺跡、歴史的または建築上のモニュメントもない。

3.6 投資と財務

各自治体が下水処理施設を実施・運営すると仮定し、可能な実施財源は；

- 1) 国、自治体の環境保護基金 (NEOF, MEPP)
- 2) 新しく導入される料金、
- 3) 通常自治体の予算、
- 4) 外部からの無償供与または借款 (世銀、EBRD, EC, 日本の OECF, ドイツの GTZ、スイスの援助等)。

下水処理施設の実施および運営には新料金の設定と同時に自治体の予算および環境保護基金と外部資金を積極的に活用することが必要となる。

3.7 財務・経済評価

- (1) 経済評価の初期投資費用は財務評価の初期投資費用の 90%、O&M 費用は 85%にする。便益は財務評価に用いた料金の値を用いる。料金は利用者の支払い能力以内でO&M費用、投資資金の償還をカバーすることが望ましいが、少なくとも下水処理施設の O&M費用をカバーするものとし、最低限の初期料金と投資額の償還を考慮し、料金は15年間は国家および家計の伸びに合わせ 6%、それ以降は 2%上昇すると仮定する。

EIRRは資本の機会費用 8%を概ねクリアするように考慮すると、各都市の下水処理の初期料金の範囲は：

- パザルジック WWTP: Lv. 450/m3 (FIRR: 3.35 %, EIRR: 5.19 %) –
 Lv. 550/m3 (FIRR: 5.99 %, EIRR: 7.80 %)
- ディミトロフグラード WWTP: Lv. 300/m3 (FIRR: 3.87 %, EIRR: 5.26 %) –
 Lv. 400/m3 (FIRR: 7.02 %, EIRR: 8.42 %)
- スタラ ザゴラ WWTP: Lv. 300/m3 (FIRR: 2.99 %, EIRR: 4.91 %) –
 Lv. 400/m3 (FIRR: 6.93 %, EIRR: 8.81 %)

- (2) 初期料金を高く設定すれば、下水処理場の財務・経済バランスは早期に達成されるが、低く設定すると財務・経済バランスを達成するのに長期間（10 - 20年）を必要とする。処理場運営の初期から財務をバランスさせるには、O&M 費用を一部 MEPF で補助することが望ましい。
- (3) 下水処理場の間接便益は水質の改善に伴い利用可能な水資源ポテンシャルの増加と同時に優先都市およびその周辺的生活条件および環境の改善である。これらの間接便益を考慮すると、これら優先3都市の下水処理場の実施は経済・財務の効果は高い。

3.8 事業評価

3 都市の下水処理場は水質改善効果および生活環境を高める効果があり、技術、経済、社会および環境面から見て以下の妥当性を有する。

- (1) 提案したパザルジック、ディミトロフグラードおよびスタラ ザゴラにおける下水処理場の技術的効果を下水処理場によるBOD負荷量の削減効果という観点で評価した。

水質シミュレーション結果によると、3 下水処理場直下流における BOD 負荷量は下水処理場が無い場合の 50%~65%に削減され、マリツア本川水質を改善する良い効果がある。

- (2) 経済効果はEIRRで評価される。EIRRが資本の機会費用約8%より高い値となる場合に、計画が経済的に妥当であると判断した。

FIRR の値をローンの金利 1.7%と比較した。EIRR と FIRR の値は許容できる範囲となった。

- (3) 提案した3都市の下水処理場の建設および運転による社会および自然環境への悪影響は発生しない。むしろ、近傍の住民や環境に対する好影響を有する。

3.9 事業実施計画

事業実施の全体の調整は環境・水省が行う。事業の実施の責任機関は中央政府の地域開発・公共事業省 および各地方自治体があたる。仮に新水法のもとにマリッツア川流域管理組織が設立されれば、流域管理の観点から、事業実施全体の調整にあたる。

実施期間はマスタープランのアクション プランにより、準備期間（1999 -2000）およびフェーズ1（2001- 2005）に分ける。実際の詳細設計および工事期間はそれぞれ概ね12 -13ヶ月、2年間である。

4 結論と勧告

- (1) 提案のマリッツア川流域の環境管理マスタープランは、技術、財務、社会および環境上妥当である。マリッツア川は水資源および環境上の多くの問題を抱えているので、ブルガリア政府は、提案の対策の実施に向けて速やかな対応が必要である。
- (2) マリッツア川流域のデータベース、数理モデルを含む調査結果の効果的活用が必要である。
- (3) マスタープランで選定した優先プロジェクト、3都市（パザルジック、ディミトロフグラード、スタラ ザゴラ）の下水処理場計画についてF/Sを実施した結果、提案の計画は、技術、財務、社会および環境上妥当である。計画はマリッツア川およびサスリカ川の水質改善の効果は極めて高いので、提案の事業の実施に向けて速やかな対応が必要である。
- (4) 提案の下水処理場のO&Mについては、コストリカバリーが限界的になる恐れがあるが、下水処理場のO&Mを継続的に成功裡に進めるためには、十分なコストリカバリーが不可欠となる。現在の料金徴収機構の見直し、施設のオペレーションおよびVIK自身の効率化が必要である。

最終報告書

要約

目次

	<u>ページ</u>
<u>要約</u>	
1. 基本方針	S-2
2. 提案したマスタープラン	S-2
2.1 目標年2015年の社会経済フレーム	S-3
2.2 土地利用のおよび環境上センシティブな地域のゾーニング	S-3
2.3 水質管理計画	S-3
2.4 流域管理計画	S-6
2.5 事業費	S-9
2.6 財務評価	S-10
2.7 組織制度	S-11
2.8 優先プロジェクトの初期環境審査 (IEE)	S-11
2.9 F/S対象の優先プロジェクトの選定	S-12
2.10 アクションプラン	S-13
3. 優先プロジェクトのF/S	S-14
3.1 環境管理計画	S-14
3.2 下水処理施設の子備設計	S-16
3.3 事業費の積算	S-18
3.4 運転維持管理 (O&M)	S-20
3.5 環境影響評価 (EIA)	S-21
3.6 投資と財務	S-21
3.7 財務・経済評価	S-24
3.8 事業評価	S-26
3.9 事業実施計画	S-26
4. 結論と勧告	S-27

表リスト

		<u>Page</u>
要約		
1.	基本方針	
	表 S.1.1 マリツツア川流域における流域面積および河川長	S-29
2.	提案したマスタープラン	
	表 S.2.1 流域管理に関するマスタープラン	S-30
3.	優先プロジェクトのF/S	
	表 S.3.1 下水処理場および関連施設に関する設計基準	S-32
	表 S.3.2 経済財務分析結果	S-33
	表 S.3.3 優先プロジェクトに関する評価	S-34
	表 S.3.4 実施プログラム	S-35
	表 S.3.5 下水処理場に関する投資スケジュール	S-36

図面リスト

		<u>Page</u>
要約		
1.	基本方針	
図 S. 1. 1	マリッツア全流域と調査地域	S-38
図 S. 1. 2	マリッツア川流域の河川システム	S-39
2.	提案したマスタープラン	
図 S. 2. 1	土地利用に関するゾーニング	S-40
図 S. 2. 2	環境保全を考慮すべき地域	S-41
図 S. 2. 3	下水システムの存在する都市	S-42
図 S. 2. 4	水質管理のためのゾーニングと優先都市	S-43
図 S. 2. 5	提案する水質モニタリングシステム	S-44
図 S. 2. 6	汚濁負荷量に関するトップ20工場	S-45
図 S. 2. 7	マリッツア川流域における主要な貯水池、灌漑システム および水力発電システム	S-46
図 S. 2. 8	流量観測に基づく現況の表流水バランス	S-47
図 S. 2. 9	推定した水需要量に基づく可能な現況水バランス	S-48
図 S. 2. 10	水資源管理のためのゾーニング	S-49
図 S. 2. 11	気象に関するモニタリングネットワークの強化	S-50
図 S. 2. 12	水文に関するモニタリングネットワークの強化	S-51
図 S. 2. 13	流域管理のためのモニタリング (灌漑、水力発電および流域間導水)	S-52
3.	優先プロジェクトのF/S	
図 S. 3. 1	パザルジックの周辺における自然環境に関する センシティブエリア	S-53
図 S. 3. 2	ディミトロフグラードの周辺における自然環境に関する センシティブエリア	S-54
図 S. 3. 3	スタラ ザゴラの周辺における自然環境に関する センシティブエリア	S-55
図 S. 3. 4	パザルジックにおける主要なコレクターおよび工場	S-56
図 S. 3. 5	ディミトロフグラードにおける主要なコレクター および工場	S-57
図 S. 3. 6	スタラ ザゴラにおける主要なコレクターおよび工場	S-58

図 S.3.7	パザルジック下水処理場における平面配置	S-59
図 S.3.8	ディミトロフグラード下水処理場における平面配置	S-60
図 S.3.9	スタラザゴラ下水処理場における平面配置	S-61

ブルガリア国 マリツア川流域環境保全計画調査

最終報告書

要 約

この報告書は「ブルガリア国 マリツア川流域環境保全計画調査」の最終報告書の要約である。この調査はブルガリア国政府の要請により、日本国政府が技術協力の一環として実施することを決定した。S/Wはブルガリア国政府と国際協力事業団とのあいだで、1996年10月3日および12月30日にサインした。

調査はマリツア川流域の総合環境管理にかかるマスタープランの策定およびマスタープランで選定した優先プロジェクトのF/Sの実施と、調査を通してカウンターパートに技術移転することを目的としている。

調査地域はブルガリア国の南部に位置し、マリツア川流域の21,000 km²である。マリツア川はブルガリア国内を東方に321.6 km流れ、トルコとギリシャの国境を流れ、途中ツンザ川およびアルダ川を合流後エーゲ海に注ぐ。調査地域およびマリツア川流域を図 S.1.1 に示す。マリツア川流域を構成する小流域を表 S.1.1 および図 S.1.2 に示す。

流域の水資源は農業、水力発電、上水および工業用水に広範囲に利用されているが、水資源の不足や水質の悪化といった種々の水問題を抱えている。流域は長年にわたり都市下水、工場排水、畜産農場の排水等様々な汚染源の影響を受けてきた。それらの有害物質は流域の住民の健康、水利用者および環境に影響を与えている。

ブルガリア政府は、環境の回復と保護のために、環境法制度の整備、関連機関の強化によって対応してきた。新水法(案)によると、ブルガリア政府はECの水政策、特にEC水政策指針の提案に沿っている。この指針ではメンバー諸国はタイムスケジュールを設定し、River Basin District Authority を設け流域管理計画を早急に準備することを義務づけている。

ブルガリア政府の目的により、この調査は流域管理計画のパイロット調査と考えられ、ブルガリア政府にマリツア川流域の各水セクターに関する水資源管理の見直し、総合的水資源および環境管理のための持続開発方針の策定に必要な基本的フレームと情報を提供する。

調査は1997年4月に開始、1998年8月に基本計画および優先プロジェクトを提案した。
1998年9月から優先プロジェクトのF/Sを実施した。

最終報告書は提案したマスタープランおよび優先プロジェクトに選定した3都市（バザルジック、ディミトロフグラード、スタラ・ザゴラ）の下水処理場に関するF/S調査結果を取り纏めている。本要約の主な内容は以下の通り。

- 1) 基本方針
- 2) 提案のマスタープラン
- 3) 優先プロジェクトのF/S
- 4) 結論と勧告

1. 基本方針

- (1) マリツア川流域は水資源の不足、水環境の悪化等の水問題を抱え、水資源および環境の改善と管理とについて適切な計画が必要となっている。この調査はブルガリア政府が、EUの水政策に沿い、現在準備中の「新水法」に基づきマリツア川流域に流域管理組織の設立を助けることになる。
- (2) 調査は目標年の2015年までに、マリツア川本川および主要支川の水質を充分良い水質（クラス1またはクラス2）に改善・維持することを目標に、構造物対策および非構造物対策を策定した。具体的には、水資源と環境条件とを改善、持続するために、都市下水処理施設の段階整備、工場廃水、畜産廃水の未処理排出の規制、対策計画の実施体制の設立と強化、モニタリング組織の強化、必要な開発調査および基礎調査の実施である。
- (3) 調査は、GISベースのデータベースと、河川水質シミュレーションモデルとを作成している。これは、調査終了後に、ブルガリア政府がマリツア川流域に対する流域管理の道具として、活用することを期待している。

2. 提案したマスタープラン

提案したマスタープランの構成は以下の通り（表S.2.1参照）。

- 1) 流域の環境と水質を改善するための構造物対策
- 2) 流域の環境と水資源の改善と維持に必要な非構造物対策
- 3) 提案したマスタープランの実施に必要な組織
- 4) 流域の水資源・環境管理をサポートする必要な開発調査と基礎調査
- 5) 流域の環境状況を改善するための優先プロジェクト

2.1 目標年2015年の社会経済フレーム

マスタープランの社会経済フレームを2015年を目標年として作成した。マクロフレームにおいて、GRDPと人口は下記のように推定した：

- 1) マリッツア河流域のGRDPは、農業の年平均成長3.0%、産業部門の7.5%、サービス部門の7.0%により、2015年まで年平均6.8%で成長する。
- 2) 流域の総人口は、1995年の人口1,758,000人より10%増加し、2015年には1,921,000人（都市人口：1,357,000人、農村人口：564,000人）となる。農村人口は若干減少し、2015年の都市人口比率は71%となる。

2.2 土地利用および環境上センシティブな地域のゾーニング

調査地域の望ましい土地利用と管理の方向について、標高分布、現況土地利用、傾斜分布、浸蝕のポテンシャルおよび環境上のセンシティブな地域等の基礎情報のオーヴァーレイにより検討し、調査地域を森林地域、農業地域、都市地域、保全地域、国立公園および保護地域の5カテゴリーに分類した。分類の結果および環境保護地域については図 S.2.1 および 図 S.2.2 に示す。

2.3 水質管理計画

汚濁源と汚濁負荷の推定結果によると、BOD負荷の主な発生源は生活排水、工場廃水および畜産廃水であり、TN負荷の主な発生源は工業および畜産である。

汚濁源	BOD	TN
・ 都市下水	46%	19%
・ 工場廃水	34%	33%
・ 畜産廃水	20%	28%
・ 農業地域	—	20%

水質および環境条件の改善に必要な対策は以下の通り。

- 都市、工場および畜産農場の汚濁負荷量の削減
- 水質管理に必要なモニタリング組織の強化
- 流域管理に必要な資料・情報を得るための基礎調査および関連する開発調査の実施

(1) 主要都市、工場、畜産農場からの汚濁負荷量の削減

1) 主要都市からの汚濁負荷量の削減

流域の772都市・集落のうち38都市は下水管網を持ち、その内6都市が下水処理施設を持っている、しかし報告によると、下水処理を実施しているのは3都市（プロプディフ、イヒティマン、パンポロボ）のみである（図 S.2.3 参照）。

汚濁負荷量とマリッツア川本川に対する影響を評価した。最も汚濁負荷量が多く、最も汚濁の進んでいる流域を図 S.2.4 に示す。各流域が汚濁負荷量全体に占める割合を下表に示す。

	合計	都市	工場	畜産
● マリッツア川上流域 (MU2/MM1)	24 %	26 %	21 %	28 %
● マリッツア川中流域 (MM2)	22 %	15 %	34 %	18 %
● マリッツア川下流域 (HAR)	7 %	12 %	3 %	3 %
● サスリカ川流域 (SAZ)	27 %	21 %	35 %	24 %
● その他	20 %	26 %	7 %	27 %

流域の水質および環境の改善を図るために、36都市の下水処理施設を段階的に実施することを計画した。36都市の優先順位および処理レベルは、各都市の総BOD負荷量、本川への影響の評価結果および早期実施の可能性を基に下記のように設定した：

- 補助観測所： 新設 4箇所
トボルニツア支川、下水放流地点下流
ブラツニツア、下水放流地点下流
ルダ ヤナ中流、鉱山下流
バクック 貯水池

観測頻度は

- 主要観測所： 1回 / 1ヶ月
- 補助観測所： 1回 / 2ヶ月 (毎月の観測が望ましい)

工場廃水については、各工場は廃水水質を正確に報告する義務がある。報告に加え、REIは時々工場廃水の水質調査をすることが必要である。図— S.2.6 に示すトップ 20 の工場の監視から始め、順次監視対象範囲を拡大する。調査結果に基づいて廃水基準を見直すことが望ましい。工場廃水の廃水質としては下水処理場の廃水質と同レベルとすることが望ましい。

(3) 流域管理に必要な資料・情報を得るための基礎調査および関連する開発調査

- 主要都市の下水システムのリハビリと改善を目的とした調査
- 工場排水の確認調査
- 汚染事故への対応策を検討するための鉱山廃棄物と鉱山廃水の調査
- 固形廃棄物処理場改善のための調査
- 流域管理の補助手段として生態モニタリングと調査
- 地下水の水量および水質の管理のための地下水管理計画調査

2.4 流域管理計画

マリツア川の水資源は灌漑、発電、都市用水、産業用水に幅広く利用されている。表流水はダム、取水堰、内外の流域調整水路等、多数の灌漑・発電用施設により影響を受けている (図 S.2.7 参照)。地下水は多数の都市用水井・工場用水井によりくみ上げられている。調査によると、流域の水資源の利用は非効率的で、流域管理の上から適正な管理の導入が必要である (図 S.2.8, 図 S.2.9 参照)。

流域の水資源・環境管理に必要な対策は以下の通り。

- 流域の水資源保全
- 水資源と水利用の観測組織強化
- 流域の森林保全
- 開発調査および基礎調査

(1) 水資源管理のためのゾーニング

流域保全の観点から、各流域の水資源ポテンシャルおよび利用状況を評価し下記の3地域に区分した(図 S.2.10 参照)：

1) カテゴリー1地域：水資源の保全が重要な地域

カテゴリー1に属する以下の小流域は、豊かな森林や主要な貯水池が存在する地域であり、表流水ポテンシャルの大きな地域である。この地域に対しては植林および生産林を含む森林保全により水資源ポテンシャルの保全と高揚を計る。

このゾーンに属する支川は以下の通りである。

- バッチャ川流域 (VAC)
- チェピンスカ川流域 (CPI)
- スタラ川流域 (STA)
- チェペラルスカ川流域 (CPE)
- トボルニツア川流域 (TOP)
- マリツア本川上流域における上流側流域 (MU1)
- マリツア本川下流域 (MD)

2) カテゴリー2地域：水資源の保全と水需要の管理を行うべき地域

カテゴリー2地域に属する以下の小流域は、水資源ポテンシャルおよび水需要の点で中間的地域である。同地域に対しては適切な水資源ポテンシャルの保全と水需要の管理が必要である。

- マリッツア本川中流域 (MM2)
- マリッツア本川中流域 (MM3)

3) カテゴリー3地域：水需要の管理が重要な地域

カテゴリー3地域に属する以下の小流域は、水需要の大きな地域である。同地域では、灌漑、水力発電、上水、工業用水等の需要と供給の見直しを含む適切な管理や既存施設のリハビリによって効率的な水利用を推進する。

- マリッツア本川上流域における下流側流域 (MU2)
- マリッツア本川中流域における上流側流域 (MM1)
- ルダ ヤナ川流域 (LUD)
- ピアサチニック川流域 (PYA)
- ストゥリイヤマ川流域 (STR)
- サスリカ川流域 (SAZ)
- ハルマンリィスカ川流域 (HAR)

(2) 流域管理に関する対策

上記のゾーニングに基づき、以下のシナリオを設定して流域管理に関する対策を策定した。

- シナリオ1：森林保全による水資源ポテンシャルの保全
- シナリオ2：灌漑、水力発電、上水および工業用水に関する水利用の効率化
- シナリオ3：既存の水理構造物の最適運用による水資源ポテンシャルの効率的コントロール

提案した対策は以下の通りである。

1) 水資源と水利用のための観測組織強化

気象、水文、水利用施設（灌漑、水力発電、上水、工業用水）の観測施設およびモニタリング組織の強化が必要である。各分野の既存の観測網を見直し、観測の継続、観測機器の改善、観測機器の新設を計画した（図 S.2.11～13 参照）。

2) 水資源のための森林保全

水資源の保全と高揚のために、特にカテゴリー 1 地域に属する森林の植林を含む保全を行う。

3) 開発調査および基礎調査の実施。

- ブルガリア全国水資源管理計画調査
- マリツア川流域農業開発計画調査
- 水力発電ダムの水収支計画調査
- 給水ロス改善のための都市給水施設調査
- ダム、貯水池等の既存主要河川施設に関する環境影響調査

2.5 事業費

(1) 費用モデルの基礎

ブルガリア国においては、最近の経済の急激な変化により、国際的基準により完了した基盤施設事業の経年的な事業費積算データが不足している。従って、事業費の積算においては、東ヨーロッパ（東ドイツ、ポーランドおよびハンガリー）における類似事業を基にした費用モデルを作成した。

(2) 事業費

事業費は以下に要約する。

1) 都市下水処理施設事業：	費用(US\$ 1000)
- 第1優先都市	122,021
- 第2優先都市	36,437
- 第3優先都市	55,272
小計	213,730
2) 上水施設改善事業：	
- 第1優先都市	64,104
- 第2優先都市	20,141
- 第3優先都市	35,570
小計	119,815
3) モニタリングの強化事業	360
合計	333,905

2.6 財務評価

国家経済の観点からの評価はマスタープランの目標年 2015 年までの水・環境セクターに期待できる総投資額について検討した。

マスタープランで推定した総投資額 3.33 億 ドルは、設定した 2015 年までの総投資額 3.66 億 ドルよりも低い。しかし、フェーズ1に必要な投資額 1.86 億 ドルは設定値に比べてかなり大きい。

しかし、環境分野と上水・下水分野間の支出には柔軟性があり、環境および上水・下水分野の設定投資額は、フェーズ1：2.17 億 ドル、2015 年までの合計：9.75 億 ドルとなる。従って、環境および上水・下水分野の公共投資額はマスタープランの事業費よりも大きくなる。

期待されるブルガリア経済の回復、新規成長により、マリツア川流域の上・下水事業

の推定投資額は中・長期的には可能な規模だろう。

2.7 組織制度

- (1) 現在、ブルガリア政府が準備中の「新水法」は環境・水省の下に流域管理組織設立について記載している。この水法のアプローチはECの水政策、特にEC水政策指針（EC Water Framework Directive）の提案に即している。この提案によると、ECメンバー国はタイムテーブルを設け、流域管理組織を設立、早急に流域管理計画を作成することになっている。マリツア川の管理には、この「新水法」の考え方に従い流域管理組織（流域管理庁、流域協議会）の設立が必要である。
- (2) 流域管理組織を支持するためには、環境分野の大型プロジェクトを実施するために、Project Implementation Unit (PIU)の設立が必要だろう。提案のPIUの基本的な機能は以下の通りである。
 - 1) 流域管理のためのプロジェクトを実施
 - 2) プロジェクト実施段階において環境・水省、地域開発・公共事業省およびその他の中央、地方機関とマリツア川流域協議会との調整
 - 3) 対策事業の投資機関となる国際投資機関と流域管理組織との調整
 - 4) 必用な機器およびサービス調達補助の実施
- (3) 新しい流域管理組織を設立するために、政府はスタッフの短期・長期の研修プログラムを準備する必要がある。

2.8 優先プロジェクトの初期環境審査 (IEE)

開発事業の計画段階で実施する初期環境審査は環境影響のスクリーニング および スコーピングを含んでいる。これは既存資料・情報と、類似プロジェクトの環境影響に明るい専門家の意見を考慮して実施する。初期環境審査の目的は以下の2点である。

- スクリーニングによってそのプロジェクトがEIAが必要かどうか検討し、もし必要ならば、スコーピングにより内容を定義する。

- 環境的観点から、EIAを実施しないでプロジェクトの悪影響を軽減する対策を審査する。

IEEによると、下水処理施設の実施は、全体として地域社会に良い効果を与えるが、各計画内容を厳重に検討し、プロジェクト実施による環境上のプラス便益を確認するか、少なくとも、可能性が認められれば初期段階でマイナス便益を確認し、影響を最少にする修正が必要である。社会環境・自然環境の便益について、具体的に現地で確認が必要と認められプロジェクトはEIAが必要である。

又、ブルガリアの Environment Protection Act(EPA) 1997によると、全ての新しい重要な開発は Assessment of the Impact Factor on the Environment(AIFE=EIA)が必要である。この法のもとに事業の実施前に、提案の計画は AIFE (=EIA) が必要となる。

2.9 F/S対象の優先プロジェクトの選定

- (1) 環境管理の観点から流域の水質改善は最も優先順位が高い。
- (2) マリツア川水質・環境改善を目的に、主要36都市の下水処理施設を段階的に改善または新設する。
- (3) 優先流域から技術評価により第1優先に選定したのは下記の7都市である。

- パザルジック
- プロブディフ
- アセノブグラード
- ハスコボ
- ディミトロフグラード
- スタラ ザゴラ
- ベリングラード

- (4) F/S対象の優先都市は下記の3都市である。

- パザルジック
- ディミトロフグラード

- スタラ ザボラ

2.10 アクションプラン

(1) 段階実施計画：

M/Pの実施は準備期間も含め、下記の4段階で進める：

1. 準備期間： 2年 (1999 - 2000)
2. フェーズ1： 5年 (2001 - 2005)
3. フェーズ2： 5年 (2006 - 2010)
4. フェーズ3： 5年 (2011 - 2015)

(2) アクションプラン

1) 準備期間 (1999 - 2000) の目標

この期間の活動は、短期・中期・長期の目標を成功裡に実施するための強固な基礎を築くことである。目標は以下の通り。

- マリッツア川流域における流域管理組織の設立
- 流域管理組織強化のための研修プログラムの準備
- 情報組織の確立
- 効果的なモニタリング、監視、試験システムの確立
- 第1優先プロジェクトの実施準備
- 第1優先開発調査の実施準備

2) フェーズ1 (2001 - 2005)

- 流域管理組織による通常管理活動の実施
- 第1優先プロジェクトの着手・竣工
- 第2優先プロジェクトの実施準備
- 第1優先開発調査の完了
- 持続開発と表流水の管理の推進

3) フェーズ2 (2006 - 2010) の目標

- 流域管理組織による通常管理活動の実施
- 第2優先プロジェクトの実施
- 第3優先プロジェクトの実施準備
- 次のフェーズの作業の見直し
- 必要な開発調査の実施

4) フェーズ3 (2011 - 2015) の目標

- 流域管理組織による通常管理活動の実施
- 第3優先プロジェクトの着手・完成
- 都市下水処理場および工場廃水処理の完成
- 土地および水資源の持続的利用の確立
- 水質目標の達成と河川自然浄化能力の回復
- 計画の見直し

3. 優先プロジェクトのF/S

3.1 環境管理計画

環境管理のために、調査対象の3優先都市（パザルジック、ディミトロフグラードおよびスタラザゴラ）および周辺的环境上センシティブな地域および場所を示す。それらの地域（または地点）は、マスタープランで提案のモニタリングと同時に、調査および厳重な監視が必要である。

- 環境保護地域
- 上水源の井戸
- マスタープランで提案の水源保全地域等
- 鉱山
- 土壌浸蝕危険地域
- トップ20に属する工場
- 取水堰

(1) バザルジック(図 S.3.1 参照)

- マリツア川右岸およびヤデニツア川流域の将来環境保護地域およびマリツア川沿いの重要な湿地 (3 箇所)
- 上水源
- 当調査で提案した水資源保全地域 (カテゴリー1): MU1、CPI、STA 流域
- ルダ ヤナ 流域の鉱山 (Cu)
- トボルニツア、ルダ ヤナ 下流域、パナギュリシテ北部の土壤汚染地域
- トップ 1-20 に属する工場 (2 箇所)
- 灌漑取水施設

(2) デイミトロフグラード (図 S.3.2 参照)

- 重要な湿地 (5 箇所)
- 上水源
- 水資源保全地域 (カテゴリー1): MD
- 水資源の効率的利用を進めるべき地域 (カテゴリー3): MM3、HAR、SAZ
- ハルマンリイスカ流域およびバンスカ流域の鉱山 (Pb, Zn, Ag, Au)
- ハスコボ西部の閉鎖したウラニューム鉱山
- トップ 1-20 に属する工場 (1 箇所)

(3) スタラ ザゴラ (図 S.3.3 参照)

- 上水源
- 水資源の効率的利用を進めるべき地域 (カテゴリー3)
- 鉱山 (石炭)
- ウラニューム鉱山、処分場、
- トップ 1-20 に属する工場 (5 箇所)
- 灌漑取水施設

3.2 下水処理施設の予備設計

(1) 下水処理施設予備設計の計画基準

EC Urban Wastewater Directive の基準を満足することを基本とする。また、現行のブルガリア河川水質基準も適用する。

EC の基準は以下の通り。

- BOD5: 25 mg/L
- SS : 35 mg/ L

3都市の下水処理施設予備設計の計画基準を表 S. 3. 1 にしめす。

(2) 予備設計の処理施設の規模

- 対象地域および人口は現在の下水道網のサービス地域、
- 工場排水は除外する、
- 将来の拡張を考慮した計画スペース。

計画の下水処理施設は以下の通り。

1) パザルジック

- 計画処理人口: 97,000
- 日平均計画汚水量: 29,400 m³/日
- BOD 負荷量: 5,240 kg/日
- 処理方式: 標準活性汚泥法

2) ディミトロフグラード

- 計画処理人口: 61,000
- 日平均計画汚水量: 18,800 m³/day
- BOD 負荷量: 3,300 kg/day

- 処理方式： オキシゲーションディッチ
(Extended aeration process)

3) スタラ ザゴラ

- 計画処理人口： 165,000
- 日平均計画汚水量： 49,400 m³/day
- BOD 負荷量： 8,890 kg/day
- 処理方式： 標準活性汚泥法

施設の位置および施設の配置は図 S.3.4 - S.3.9 に示す。

現実的には、提案した下水処理場の計画処理区域の中にある中小規模工場が都市下水と同様の廃水質を有するものに関しては、下水道へ排出する可能性がある。この場合、提案した下水処理場の計画汚水量は都市下水のみの場合に比べて1～4%増加する。この増加は小さく、下水処理場の計画規模に影響しない。

しかし、中小規模工場からの工場廃水を受け入れる場合でも、工場廃水が都市下水と同様の廃水質を有することと、少なくとも下水道に排出する前に一次処理を施すことが重要である。さらに、大規模工場が都市下水と異なる廃水質を有する工場については工場自身で廃水基準を満足するまで処理を行わなくてはならない。

(3) 汚泥の処理

- 下水処理の初期のスクリーン等機械的に除去された比較的重い浮遊物質や油脂は通常、埋め立てるか、許可された場所に埋める。
- 下水処理の流れのなかで沈殿および生物処理による汚泥は農地に処理するのに適したものになるよう乾燥および消化を行う。

(4) 下水処理施設による汚濁負荷量の軽減効果

下水処理施設の BOD 削減効果は：

- パザルジックの下水処理施設はマリッツア川上流域の生活排水のBOD負荷量の 29 % 削減し、河川のBOD負荷量を12 mg/Lから6 mg/Lに削減することが予想され、水質改善の効果は顕著である。
- デイミトロフグラードの下水処理施設はマリッツア川中流域の生活排水のBOD負荷量の 32% 削減し、河川のBOD負荷量を 3mg/Lから 2mg/Lに削減することが予想されて、本川下流の水質改善効果が高い。
- スタラ ザゴラの下水処理施設はサズリカ川流域の生活排水のBOD 負荷量の 62 % 削減、河川のBOD負荷量を 61 mg/L から40 mg/Lに削減することが予想され、サズリカのみならず、本川下流の水質改善に効果が高い。

下水処理施設の有・無による BOD 負荷量の比較を下表に示す：

都市	優先地域* ¹	WWTP無し	WWTP有り	2015年の都市 下水負荷量* ² (kgBOD/d)	WWTPによる都 市下水負荷量 の削減率* ³
		mgBOD/L			
パザルジック	マリッツア上流	12	6	17,900	29
デイミトロフ グラード	マリッツア中流	3	2	9,400	32
スタラ ザヨ ラ	サズリカ	61	40	13,100	61

注： *1: 図 S. 2. 4参照

*2: 優先地域における汚濁負荷量

*3: 優先地域毎の2015年の汚濁負荷量に関する削減率

3.3 事業費の積算

(1) 工事費の構成は：

- 1) 直接工事費
- 2) 事務費： 直接工事費の 5 % 計上、
- 3) 技術費： 直接工事費の 10 % 計上
- 4) 物理的予備費： 直接工事費の 15 % 計上

(2) 事業費

1) バザルジック

	外貨(FC)	内貨(LC)	合計(単位: US\$1,000)
(直接経費)			
準備工事	1,764	810	2,574
WWTP	10,950	4,590	15,540
コレクター	813	813	1,626
小計	13,527	6,313	19,740
(間接経費)			
事務所経費	-	987	987
技術経費	1,579	395	1,974
物理的予備費	2,029	932	2,961
合計	17,135	8,527	25,662

2) ディミトロフグラード

	外貨(FC)	内貨(LC)	合計(単位: US\$1,000)
(直接経費)			
準備工事	1,057	485	1,542
WWTP	7,046	3,235	10,281
小計	8,103	3,720	11,823
(間接経費)			
事務所経費	-	591	591
技術経費	946	236	1,182
物理的予備費	1,215	558	1,773
合計	10,264	5,105	15,369

3) スタラ ザゴラ

	外貨(FC)	内貨(LC)	合計(単位: US\$1,000)
(直接経費)			
準備工事	1,472	609	2,081
WWTP	14,717	6,094	20,811
小計	16,189	6,703	22,892
(間接経費)			
事務所経費	-	1,145	1,145
技術経費	1,831	458	2,289
物理的予備費	2,428	1,005	3,433
合計	20,448	9,311	29,759

(2) 運転維持管理 (O&M) 費用

O&M 費用は世銀が中・東欧のプロジェクト用のフローレートをベースにした 処理方式の

O&M 費用を参考に設定した。

項目	パザルジック	ディミトロフグラード	スタラ ザゴラ
直接工事費に対する比率 (%)	15 %	7 %	15 %
O&M 費用 (US\$ 1000/年)	2,961	828	3,434

3.4 運転維持管理 (O&M)

- (1) O&Mに関して必要となる対応は、各上下水道公社 (VIK) 共にあまり変わらない。
- (2) 現在の VIK は従業員が多すぎて非効率である。これは人口 1000人当たりの従業員数で見ると明らかである。
 - パザルジック: 1.5 人
 - ディミトロフグラード: 1.8 人
 - スタラ ザゴラ: 1.8 人

将来の持続的な下水処理施設の O&M は提案施設のオペレーションの効率化および VIK 自身の効率化が不可欠である。

(3) 給水料金徴収組織と資金回収

現在の料金徴収機構は多くの欠陥がある。下水処理場の運営・維持を成功させるには、十分な資金回収が不可欠である。利用者が使用料により十分な費用負担をするということとは下記をカバーすることになる。

- O&M 費用
- 資本維持費用
- 資本費用と金利
- 将来の改善・拡張資金

下記の理由で免除が認められるかもしれない。

- 妥当な料金での生活用水の供給
- 特別な環境目的を達成するための基幹施設に対する補助
- 地域の地理・気性の特殊条件を考慮

3.5 環境影響評価 (EIA)

- (1) 3都市における下水処理施設の建設およびオペレーションは、社会または自然環境に重要な悪影響はない。むしろ社会および周りの環境にプラスの便益が考えられる。現在下水が放流されている河川の水質が改善されるが、十分な回復には水質汚濁の原因になっている工場および畜産農場の対応が必要である。計画の下水処理施設から主要工場を除外する提案は、重金属の有害物が汚泥に含まれる可能性がほとんどないので、乾燥消化汚泥は農地への使用に適している。但し、伝染性有機体の検査が望ましい。
- (2) 計画の下水処理施設の建設とオペレーションは地域の動植物にはなにも悪影響はない。この地域の付近には保護対象の植物はない。建設により影響を受けるような遺跡、歴史的または建築上のモニュメントもない。
- (3) 現在の下水処理場の設計基準は、ブルガリアの法律により放流水の塩素消毒施設の設置を含んでいる。これは、特記はされていないが、緊急時対策と理解する。塩素消毒施設は、多くの理由から、大半の西欧諸国では許可されていない。塩素は非常に有毒で、特に魚類、河川の生態に被害を与える。

3.6 投資と財務

パザルジック、ディミトロフグラード および スタラ ザゴラの 3自治体の下水処理施設実施に関する財務分析は、各自治体が下水処理施設を実施・運営するとの仮定のもとに、検討した。

可能な実施財源とは以下のものが考えられる。

- 1) 国、自治体の環境保護基金
- 2) 新しく導入される料金

- 3) 通常の自治体の予算
- 4) 外部からの無償供与または借款

(1) 環境保護基金

国、自治体レベルで環境保護基金が利用できる。基金の出所は、環境および天然資源の使用料、許可レベルを超えた汚染に対する罰金、国庫からの補助金、国営企業の民営化に伴う資産の精算一部、供与その他。Boards of Director がプロジェクト選定の基準を設けている。1996, 1997, 1998 年の国の環境保護基金 (NEPF) の水分野への投資額はそれぞれ、1,241 百万 Lv.、4,820 百万 Lv.、21,804 百万 Lv. である。

(2) 料金

VIK は法律により、12 %の利益を含む、運営費用を水料金として収集することになっている。下水処理施設が出来れば、追加水料金を賦課することになる。そのような料金の明細については、適用可能な一般的な原則以外は、過渡期なので知られてない。現在、政府は、準備中の新水法により、排出物毎に料金を設定する予定である。

当調査で実施した水利用に関するサンプル調査によると、一家族の月平均水料金は夏季（年間 3ヶ月）は Lv. 3,838、冬季（9ヶ月）は Lv. 1,824 で、一家族の年間の水料金は Lv. 27,930 となる。同じ調査によると、支払い可能な水料金は、平均一家族当たり約 Lv. 2,400/月 または Lv. 29,000/年であった。一家族の水質改善に対する支払意志額の推定値は Lv. 19,000 - 49,000 の範囲である。

下水の初期料金は、支払意志額 範囲内でO&M費用をカバー出来るような、必要最小限の料金が望ましい。料金は国家経済および家計の伸びに合わせ値上げし、将来の支払意志額の範囲内でO&Mおよび借款の返済をカバーするのが合理的である。

(3) 自治体の予算

最近3年間のパザルジック、ディミトロフグラード および スタラ ザゴラ各自自治体の、補助金を含む予算によると、道路、環境、給水、下水、電気事業等を含む基盤施設の投資規模は、パザルジック： 0.7 %、ディミトロフグラード： 2.6 % および スタラ ザゴ

ラ: 2.0 % と低い。

(4) 外部資金

無償供与またはローンは、世銀、EBRD, EC, 日本の OECF, ドイツの GTZ、スイスの援助等、種々の外部資金源がある。

世銀は、1991年に上水・下水プロジェクトを援助するためローン資金の提供を提案したが、実施は遅れている。また、ECの Cross-border Program による無償供与の提案もあまり活用されていない。EBRDは、自治体または商業銀行の保証があれば、返済期間15年、金利7.5 - 8.0 % の条件で直接 VIK に貸し付けできる。

OECF は 広い範囲のプロジェクトにローンを提供できる。特に環境案件には有利な条件を適用している。産業汚染の防止およびグローバルな環境問題対策のための “Special environmental projects” の金利は 0.75 % , 特別環境案件を除く、洪水防御、下水のような “General environmental projects” は、lower middle から middle income countries に対して、金利は 2.5 % から 1.7 % に下げている。OECF の lower middle から middle income countries に対する返済期間および据え置き期間は以下の通りである。

- 1) 発展途上国 (Upper-middle-income countriesを除く) の特別環境案件は 据え置き期間 10 年を含む、返済期間 は 40年
- 2) LDC, Low-income countries, lower middle income countries の他のプロジェクトは 据え置き期間 10 年を含む、返済期間 30年
- 3) Middle-income countries 他のプロジェクトおよび upper-middle-income countries の全てのプロジェクトは据え置き期間 7 年を含む返済期間 25年

Note: Upper-middle income countries: >US\$ 3,036,
 Middle-income countries: US\$ 1,466 - US\$ 3,035
 Lower-middle-income countries: US\$ 766 - US\$ 1,465

下水処理施設の実施には複数の資金源をもとに多様な財務計画が出来る。財務計画は下記の条件を満足するのが合理的だろう。

- 1) 外部資金の据え置き期間のあるソフトローンを出来るだけ活用する。据え置き期間が建設期間および初期のオペレーション期間をカバーするのが望ましい。
- 2) 据え置き期間の金利の支払いは自治体の通常の予算またはMEPFでカバーすべきである。
- 3) 下水処理施設の完成後、初期の料金はO&M費用をカバーし、その後段階的に値上し、ローンの大半をカバーする。
- 4) これらの条件によると、初期投資の一部をNEPFでカバーするのが強力なケースである。

3.7 財務・経済評価

(1) 財務計画の基本方針

- 初期投資の外貨分は外部資金でカバーする。
- 初期投資の内貨分についてはNEPFでカバーする。
- 機器および電気設備の取り替え15年毎とし、NEPFでカバーするものと仮定する。
- 料金はO&M費用および借款の返済額をカバーし、支払可能額の範囲が望ましいが、最小限O&M費用をカバーするようにする。料金は経済成長に合わせ15年間は年6.0%、16年目からは年2%で値上げする。
- 経済効率の評価は資本の機会費用の推定値8%を考慮、EIRRの値が8%以上なら妥当と考える。

(2) 経済評価の条件

プロジェクトの経済評価は国家経済の観点からプロジェクトの経済性を査定する。財務評価に使用した収入と費用を種々の定数を用いて経済評価用に調整する。ブルガリア経済が移行状態なので定数の誘導は困難である。ここでは財務費用を経済費用に換算するのに単純な方法を用い、WWTPの経済内部収益率を求める。WWTPプロジェクトのために輸入される資本財と関連作業は輸入税は免除、しかし国内消費される商品に課税される。これにより国内市場価格と国際市場価格との間で変動する。この変動を反映するため、経済評価の初期投資費用は財務評価の初期投資費用の90%、O&M費用は85%にする。

便益は財務評価に用いた料金の値を用いる。

(3) 経済・財務評価

料金は利用者の支払い能力以内で O&M 費用、投資資金の償還をカバーすることが望ましいが、少なくとも WWTP の O&M 費用をカバーする必要がある。初期料金の範囲は以下の通りである(表 S.3.2 参照)。

- パザルジック WWTP: Lv. 450/m³ (FIRR: 3.35 %, EIRR: 5.19 %) ~
 Lv. 550/m³ (FIRR: 5.99 %, EIRR: 7.80 %)
- ディミトロフグレード WWTP: Lv. 300/m³ (FIRR: 3.87 %, EIRR: 5.26 %) ~
 Lv. 400/m³ (FIRR: 7.02 %, EIRR: 8.42 %)
- スタラ ザゴラ WWTP: Lv. 300/m³ (FIRR: 2.99 %, EIRR: 4.91 %) ~
 Lv. 400/m³ (FIRR: 6.93 %, EIRR: 8.81 %)

初期料金の変化による経済・財務評価の結果については表 S.3.2 にしめす。

(4) 結論

初期料金を高く設定すれば、下水処理場の財務・経済バランスは早期に達成されるが、低く設定すると財務・経済バランスを達成するのに長期間(10 - 20年)を要する。処理場運営の初期から財務をバランスするには、O&M 費用に MEP F の使用が望ましい。適用可能な料金については詳細設計の段階で更に検討が必要である。排水規模の大きい使用者には高い料率、小規模の使用者には低い料率の設定等、種々の料率も検討が必要である。

下水処理場の間接便益は水質の改善に伴い利用可能な水資源ポテンシャルの増加と同時に優先都市およびその周辺の生活条件および環境の改善である。これらの間接便益を考慮すると、これら優先3都市の下水処理場の実施は経済・財務的効果が高い。

評価結果については表 S.3.3 にしめす。

3.8 事業評価

3 都市の下水処理場は水質改善効果および生活環境を高める効果があり、技術、経済、社会および環境面から見て以下の妥当性を有する。

- (1) 提案したパザルジック、ディミトロフグラードおよびスタラ ザゴラにおける下水処理場の技術的効果を下水処理場によるBOD負荷量の削減効果という観点で評価した。

水質シミュレーション結果によると、3 下水処理場直下流における BOD 負荷量は下水処理場が無い場合の 50%~65%に削減され、マリツア本川水質を改善する良い効果がある。

- (2) 経済効果はEIRRで評価される。EIRRが資本の機会費用約8%より高い値となる場合に、計画が経済的に妥当であると判断した。

FIRR の値をローンの金利 1.7%と比較した。EIRR と FIRR の値は許容できる範囲となった。

- (3) 提案した 3 都市の下水処理場の建設および運転による社会および自然環境への悪影響は発生しない。むしろ、近傍の住民や環境に対する好影響を有する。

3.9 事業実施計画

- (1) 事業実施の全体の調整はMOEWが行う。事業の実施の責任機関は中央政府のMORDPW およびパザルジック、ディミトロフグラード、スタラ ザゴラの各地方政府があたる。仮に新水法のもとにマリツア川流域管理組織が設立されれば、流域管理の観点から事業実施の全体の調整にあたる。

- (2) 実施の方針

- 事業の実施には国際経験のあるコンサルタントを活用する。
- 工事の実施は、国際入札で選定されたコントラクターにより行う。
- 事業の実施期間はフェーズー1 (2001 - 2005) とする。

(3) 実施期間はマスタープランのアクションプランにより、準備期間およびフェーズ1に分ける。

1) 準備期間 (1999年 - 2000年)

- 事業実施準備
- 実施機関の人材の強化
- 実施に必要な資金等の準備

2) フェーズ1 (2001年 - 2005年)

下水処理施設の実施期間は概ね3ヶ年：

- 詳細設計、入札書類の準備、施工業者の選定 (12 - 13ヶ月)
- 工事の実施・管理 (約 2 年)
- O&M 作業の準備
- O&M の開始

プロジェクトの実施スケジュールと資金スケジュールについてはそれぞれ表 S.3.4 および 表 S.3.5 に示す。

4 結論と勧告

(1) 提案のマリツア川流域の環境管理マスタープランは、技術、財務、社会および環境上妥当である。マリツア川は水資源および環境上の多くの問題を抱えているので、ブルガリア政府は、提案の対策の実施に向けて速やかな対応が必要である。マスタープランで提案している主な対策は以下の通り。

- 1) 流域の環境と水質を改善するための構造物対策として主要都市の下水処理の実施
- 2) 流域の環境と水資源の改善と維持に必要な非構造物対策の実施
- 3) 提案したマスタープランの実施に必要な組織の設立
- 4) 流域の水資源・環境管理のサポートに必要な開発調査と基礎調査の実施
- 5) 流域の環境状況を改善するための優先プロジェクトの早期実施

- (2) マリッツア川流域のデータベース、数値モデルを含む調査結果の効果的活用が必要である。
- (3) マスタープランで選定した優先プロジェクト、3 都市（パザルジック、ディミトロフグラード および スタラ ザゴラ）の下水処理場計画についてF/Sを実施した結果、提案の計画は、技術、財務、社会および環境上妥当である。計画はマリッツア 川およびサズリカ川の水質改善の効果は極めて高いので、提案の事業の実施に向けて速やかな対応が必要である。
- (4) 提案の下水処理場のO&Mについては、コストリカバリー が限界的になる恐れがあるが、下水処理場のO&Mを継続的に成功裡に進めるためには、十分なコストリカバリーが不可欠となる。現在の料金徴収機構の見直し、施設のオペレーションおよびVIK自身の効率化が必要である。

付表

表 S. 1. 1 マリツア川流域における流域面積および河川長

Number	River	Catchment area (km ²)	River length (km)
1.	MARITZA MAIN STREAM	8323	305
MU	Upstream Basin of the Main Stream	1602	103
MU1	Upper sub-basin	1173	30
MU2	Lower sub-basin	429	73
MM	Mid-stream Basin of the Main Stream	5087	136
MM1	Upper Sub-basin	1518	40
MM2	Middle sub-basin	1993	47
MM3	Lower sub-basin	1576	49
MD	Downstream Basin of the Main Stream	1634	66
2.	MAJOR TRIBUTARIES	12991	873
TOP	Topolnitza River (left tributary)	1857	129
LUD	Luda Yana River (left tributary)	739	73
PYA	Pyassachnik River (left tributary)	419	65
STR	Stryama River (left tributary)	1694	101
CPI	Chepinska River (right tributary)	919	75
STA	Stara River (right tributary)	366	54
VAC	Vacha River (right tributary)	1689	101
CPE	Chepelarska River (right tributary)	979	75
HAR	Harmanliyska River (right tributary)	986	81
SAZ	Sazliyka River (left tributary)	3343	119
	Total	21314	1178

表 S.2.1 流域管理に関するマスタープラン (1/2)

Management Plan		Zoning	Countermeasures	Project Cost (US\$ 1000)	
				Structural Measures	Non-structural Measures
1.	Water Quality Management	Priority region including priority towns for pollution control Priority region: 1) Maritza Upstream 2) Maritza Mid-stream 3) Maritza Downstream Priority towns: 1) 1 st priority towns: 7 towns 2) 2 nd priority towns: 10 towns 3) 3 rd priority towns: 19 towns	(1) Construction of Domestic Wastewater Treatment Plants (WWTPs) 1) 1 st Stage Towns: 7 towns 2) 2 nd Stage Towns: 10 towns 3) 3 rd Stage Towns: 19 towns	213,730	-
			(2) Regulation for Reduction of Pollution Load 1) Industry (specially for top 20) 2) Animal breeding farms (3) Strengthening of Monitoring System for Surface Water Quality	122,021 36,437 55,272	
2.	Water Resources Management	Water resources potential conservation and water demand control 1) Zone I: For controlling water resources potential 2) Zone II: Medium of Zone I and Zone III 3) Zone III: For controlling water demand	(1) Strengthening of Monitoring Systems 1) Meteorology and hydrology 2) Water use facilities		360
			(2) Rehabilitation of Water Supply Systems 1) 1 st stage system 2) 2 nd stage system 3) 3 rd stage system	119,815 64,104 20,141 35,570	
3.	Land Use and Environmental Management	Land use categories and environmental sensitive areas 1) Forest area 2) Agricultural area 3) Urban area 4) Conservation area 5) National parks and protection areas	(1) Monitoring of Land Use and Natural Environment 1) Land use 2) Natural environment		-
Sub-total				333,905	360
Grand total				333,905	

表 S.2.1 流域管理に関するマスタープラン (2/2)

Management Plan	Proposed Items
<p>4. Further Development Studies and Investigations</p>	<p>(1) Development Studies</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) Water resources management study in Bulgaria 2) Agricultural development study in the Maritza River Basin 3) Water balance study on hydropower systems 4) Study on groundwater management 5) Post-evaluation of the existing major river facilities <p>(2) Investigations</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) Municipal water supply systems 2) Sewer systems of major urban centers 3) Industrial effluent 4) Mining sites for accidental pollution 5) Solid waste dumping sites 6) Biological monitoring
<p>5. Institutional Structure Plan</p>	<ul style="list-style-type: none"> 1) Establishment of River Basin Management Organization 2) Establishment of Project Implementation Unit (PIU) for supporting the River Basin Management Organization to implement large-scale project(s)
<p>6. Phasing of the Master Plan</p>	<p>Preparation Period : Year 1999 – Year 2000</p> <p>Phase 1 : Year 2001 – 2005</p> <p>Phase 2 : Year 2006 – 2010</p> <p>Phase 3 : Year 2011 - 2015</p>

S - 31

Remarks:

1st stage towns for domestic wastewater treatment plants:

Pazardjik, Plovdiv, Assenovgrad, Haskovo, Dimitrovgrad, Stara Zagora and Velingrad

表 S.3.1 下水処理場および関連施設に関する設計基準

Town	Pazardjik	Dimitrovgrad	StaraZagora	Notes
Design Population	97,000	61,000	165,000	
Design PE	97,000	61,000	165,000	
Total daily average flow	29,400 m ³ /day	18,800 m ³ /day	49,400 m ³ /day	250 l/person·day
Peak dry weather flow: Q _{dwf}	45,600 m ³ /day	30,200 m ³ /day	73,800 m ³ /day	
Peak wet weather flow: Q _{wwf} (2*Q _{dwf})	91,200 m ³ /day	60,400 m ³ /day	147,600 m ³ /day	
BOD load	5,240 kg/day	3,300 kg/day	8,890 kg/day	54 g/person·day
SS load	6,310 kg/day	3,980 kg/day	10,700 kg/day	65 g/person·day
Related facilities				
main collector	new ϕ 1.3 L= 2,640	existing ϕ 1.0	existing 2.0*2.0	
over flow chamber	new beginning point of new main collector	existing end of existing main collector	new inside WWTP	
WWTP				
site area	10.8 ha	6.4 ha	11.4 ha	
process	conventional activated sludge process	extended aeration process	conventional activated sludge process	
WWTP main facilities				
screening , grit removal	○	○	○	coarse&fine
oil removal	○	○	○	
primary sedimentation tanks	○		○	hydraulic surface load 50 m ³ /m ² ·day
aeration tanks	○	○	○	HRT 9hrs (CAS) HRT 24hrs (ExA)
final sedimentation tanks	○	○	○	hydraulic surface load 20 m ³ /m ² ·day (CAS) 8 m ³ /m ² ·day (ExA)
disinfection (emergency)	○	○	○	HRT 30 min
sludge gravity thickening	○	○	○	surface loading rate 60 kg-ds/m ² ·day
sludge digestion	○		○	retention period 30 days
gas tanks	○		○	storage for 12 hrs
dewatering equipment (belt press)	○	○	○	sludge loading rate 100 kg-ds/m ² ·hr
sludge drying bed(stand-by)	○	○	○	
control building	○	○	○	
sludge dewatering building	○	○	○	
other buildings	○	○	○	

表 S.3.2 經濟財務分析結果

1. PAZARDJIK WWTP PROJECT

1-1 FINANCIAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF CASES

Case No.	Initial User charge (Lv./m3)	Positive financial balance		FIRR	EIRR	Remarks
		Annual	Cumulative			
Case 1	350	From 15th year	From 35th year	#DIV/0!	#NUM!	Annual increase of user charge
Case 2	400	From 14th year	From 24th year	#NUM!	3.67%	ditto
Case 3	450	From 12th year	From 19th year	3.35%	5.19%	ditto
Case 4	500	From 10th year	From 15th year	4.74%	6.55%	ditto
Case 5	550	From 9th year	From 13th year	5.99%	7.80%	ditto
Case 6	600	From 6th year	From 10th year	7.14%	8.96%	ditto
Case 7	650	From 5th year	From 7th year	8.21%	10.06%	ditto
Case 8	700	From 4th year	From 5th year	9.23%	11.11%	ditto

1-2 SENSITIVITY ANALYSIS

Case No.	Initial User charge (Lv./m3)	Positive financial balance		FIRR	EIRR	Remarks
		Annual	Cumulative			
Case 5-1	550	From 10th year	From 14th year	5.38%	7.09%	Capital cost x 1.1
Case 5-2	550	From 11th year	From 18th year	4.36%	6.29%	O&M cost x 1.2

2. DIMITROVGRAD WWTP PROJECT

2-1 FINANCIAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF CASES

Case No.	Initial User charge (Lv./m3)	Positive financial balance		FIRR	EIRR	Remarks
		Annual	Cumulative			
Case 1	250	From 11th year	From 16th year	1.85%	3.31%	Annual increase of user charge
Case 2	300	From 9th year	From 9th year	3.87%	5.26%	ditto
Case 3	350	From 3rd year	From 4th year	5.55%	6.93%	ditto
Case 4	400	From 3rd year	From 3rd year	7.02%	8.42%	ditto
Case 5	450	From 3rd year	From 3rd year	8.35%	9.79%	ditto
Case 6	500	From 3rd year	From 3rd year	9.58%	11.07%	ditto
Case 7	550	From 3rd year	From 3rd year	10.74%	12.28%	ditto
Case 8	600	From 3rd year	From 3rd year	11.84%	13.44%	ditto

2-2 SENSITIVITY ANALYSIS

Case No.	Initial User charge (Lv./m3)	Positive financial balance		FIRR	EIRR	Remarks
		Annual	Cumulative			
Case 4-1	400	From 3rd year	From 3rd year	6.35%	7.70%	Capital cost x 1.1
Case 4-2	400	From 3rd year	From 4th year	6.20%	7.68%	O&M cost x 1.2

3. STARA ZAGORA WWTP PROJECT

3-1 FINANCIAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF CASES

Case No.	Initial User charge (Lv./m3)	Positive financial balance		FIRR	EIRR	Remarks
		Annual	Cumulative			
Case 1	250	From 15th year	From 29th year	#NUM!	2.44%	Annual increase of user charge
Case 2	300	From 12th year	From 19th year	2.99%	4.91%	ditto
Case 3	350	From 10th year	From 14th year	5.11%	6.97%	ditto
Case 4	400	From 6th year	From 9th year	6.93%	8.81%	ditto
Case 5	450	From 4th year	From 4th year	8.57%	10.49%	ditto
Case 6	500	From 3rd year	From 3rd year	10.09%	12.08%	ditto
Case 7	550	From 3rd year	From 3rd year	11.52%	13.59%	ditto
Case 8	600	From 3rd year	From 3rd year	12.90%	15.04%	ditto

3-2 SENSITIVITY ANALYSIS

Case No.	Initial User charge (Lv./m3)	Positive financial balance		FIRR	EIRR	Remarks
		Annual	Cumulative			
Case 4-1	400	From 6th year	From 9th year	6.35%	8.15%	Capital cost x 1.1
Case 4-2	400	From 10th year	From 14th year	5.40%	7.41%	O&M cost x 1.2

表 S.3.3 優先プロジェクトに関する評価

Item	Pazardjik WWTP Project	Dimitrograd WWTP Project	Stara Zagora WWTP Project
1. Project Features			
1) Treatment for	Domestic wastewater	Domestic wastewater	Domestic wastewater
2) Design population (Year 2015)	97,000 person	61,000 person	165,000 person
3) Total daily average flow	29,400 m ³ /day	18,800 m ³ /day	49,100 m ³ /day
4) BOD load	5,240 kg/day	3,300 kg/day	8,890 kg/day
5) SS load	6,310 kg/day	3,980 kg/day	10,700 kg/day
6) Treatment process	Conventional activated sludge	Extended aeration process	Conventional activated sludge
7) Space for future treatment	TN and TP	TN and TP	TN and TP
2. Project Cost	US\$ 25,662,000	US\$ 15,370,000	US\$ 29,760,000
3. Technical Evaluation			
1) Reduction of domestic load (BOD)	Priority Town: 90 % Priority Region: 29 %	Priority Town: 90 % Priority Region: 32 %	Priority Town: 90 % Priority Region: 61 %
2) Water quality improvement (BOD)	Very high improvement effect in the Upstream Maritza. (Class III to Class I)	High improvement effect in the Downstream Maritza. (Middle level to higher level of Class I)	High improvement effect from Stara Zagora Town to middle stream of Sazliyka River. Very high improvement effect in the Downstream Maritza. (Beyond Class III to Class III)
3) Technical viability	Very high	Very High	Very high
4. Financial and Economic Evaluation			
1) Marginal condition			
- Initial user charge	Lv. 450/m ³	Lv. 300/m ³	Lv. 300/m ³
- Positive financial balance	Annual from 12th year Cumulative from 19th year	Annual from 9th year Cumulative from 9th year	Annual from 12th year Cumulative from 19th year
- FIRR	3.35 %	3.87 %	2.99 %
- EIRR	5.19 %	5.26 %	4.91 %
2) Appropriate condition			
- Initial user charge	Lv. 550/m ³	Lv. 400/m ³	Lv. 400/m ³
- Positive annual financial balance	Annual from 9th year Cumulative from 13th year	Annual from 3rd year Cumulative from 3rd year	Annual from 6th year Cumulative from 9th year
- FIRR	5.99 %	7.02 %	6.93 %
- EIRR	7.80 %	8.42 %	8.81 %
3) Evaluation	Acceptable to preferable range	Acceptable to preferable range	Acceptable to preferable range
5. Social Impact	1) Very high impact for improving living environment 2) Very high impact for realizing municipal responsibility to the people and river basin 3) Increasing employment opportunity	1) Very high impact for improving living environment 2) Very high impact for realizing municipal responsibility to the people and river basin 3) Increasing employment opportunity	1) Very high impact for improving living environment 2) Very high impact for realizing municipal responsibility to the people and river basin 3) Increasing employment opportunity
6. Environmental Impact	1) Very high impact for improving river water quality in the basin 2) No adverse impacts to natural environment	1) Very high impact for improving river water quality in the basin 2) No adverse impacts to natural environment	1) Very high impact for improving river water quality in the basin 2) No adverse impacts to natural environment
7. Summary of Project Viability	Very high viability	Very high viability	Very high viability

表 S.3.5 下水処理場に関する投資スケジュール (1/2)

1. Disbursement Schedule of Pazardjik WWTP Project

No.	Item	Unit		Cost			Total
				Year 2001	Year 2002	after Y 2003	
1.	Construction Cost						
1-1	Direct Cost	US\$ 1000	Sub-total	9,870	9,870		19,740
		US\$ 1000	FC	6,764	6,764		13,527
		US\$ 1000	LC	3,107	3,107		6,213
1-2	Engineering	US\$ 1000	Sub-total	987	987		1,974
		US\$ 1000	FC	790	790		1,579
		US\$ 1000	LC	197	197		395
1-3	Administration	US\$ 1000	Sub-total	494	494		987
		US\$ 1000	FC	0	0		0
		US\$ 1000	LC	494	494		987
1-4	Physical Contingency	US\$ 1000	Sub-total	1,481	1,481		2,961
		US\$ 1000	FC	1,015	1,015		2,029
		US\$ 1000	LC	466	466		932
1-5	Grand Total	US\$ 1000	Total	12,831	12,831		25,662
		US\$ 1000	FC	8,568	8,568		17,135
		US\$ 1000	LC	4,263	4,263		8,527
2.	O&M (15 % of 1-1)	US\$ 1000/year	Total	0	0	2,961	
		US\$ 1000/year	FC	0	0	0	
		US\$ 1000/year	LC	0	0	2,961	

2. Disbursement Schedule of Dimitrovgrad WWTP Project

No.	Item	Unit		Cost			Total
				Year 2001	Year 2002	after Y 2003	
1.	Construction Cost						
1-1	Direct Cost	US\$ 1000	Sub-total	5,912	5,912		11,823
		US\$ 1000	FC	4,052	4,052		8,103
		US\$ 1000	LC	1,860	1,860		3,720
1-2	Engineering	US\$ 1000	Sub-total	591	591		1,182
		US\$ 1000	FC	473	473		946
		US\$ 1000	LC	118	118		236
1-3	Administration	US\$ 1000	Sub-total	296	296		591
		US\$ 1000	FC	0	0		0
		US\$ 1000	LC	296	296		591
1-4	Physical Contingency	US\$ 1000	Sub-total	887	887		1,773
		US\$ 1000	FC	608	608		1,215
		US\$ 1000	LC	279	279		558
1-5	Grand Total	US\$ 1000	Total	7,685	7,685		15,370
		US\$ 1000	FC	5,132	5,132		10,264
		US\$ 1000	LC	2,553	2,553		5,106
2.	O&M (7 % of 1-1)	US\$ 1000/year	Total	0	0	828	
		US\$ 1000/year	FC	0	0	0	
		US\$ 1000/year	LC	0	0	828	

表 S.3.5 下水処理場に関する投資スケジュール (2/2)

3. Disbursement Schedule of Stara Zagora WWTP Project

No.	Item	Unit		Cost			Total
				Year 2001	Year 2002	after Y 2003	
1.	Construction Cost						
1-1	Direct Cost	US\$ 1000	Sub-total	11,446	11,446		22,892
		US\$ 1000	FC	8,095	8,095		16,189
		US\$ 1000	LC	3,352	3,352		6,703
1-2	Engineering	US\$ 1000	Sub-total	1,145	1,145		2,289
		US\$ 1000	FC	916	916		1,831
		US\$ 1000	LC	229	229		458
1-3	Administration	US\$ 1000	Sub-total	572	572		1,145
		US\$ 1000	FC	0	0		0
		US\$ 1000	LC	572	572		1,145
1-4	Physical Contingency	US\$ 1000	Sub-total	1,717	1,717		3,434
		US\$ 1000	FC	1,214	1,214		2,428
		US\$ 1000	LC	503	503		1,005
1-5	Grand Total	US\$ 1000	Total	14,880	14,880		29,760
		US\$ 1000	FC	10,224	10,224		20,449
		US\$ 1000	LC	4,655	4,655		9,311
2.	O&M (15 % of 1-1)	US\$ 1000/year	Total	0	0	3,434	
		US\$ 1000/year	FC	0	0	0	
		US\$ 1000/year	LC	0	0	3,434	

Note:

1. Replacement of machine and electrical equipments shall be conducted in every 15 years after commencement of operation (Year 2017, Year 2032)

Replacement cost is as follows:

1)	Pazardjik WWTP	FC	7,155 (US\$ 1000/time)
		LC	795 (US\$ 1000/time)
		Total	7,950 (US\$ 1000/time)
2)	Dimitrovgrad WWTP	FC	5,262 (US\$ 1000/time)
		LC	585 (US\$ 1000/time)
		Total	5,847 (US\$ 1000/time)
3)	Stara Zagora WWTP	FC	9,701 (US\$ 1000/time)
		LC	1,078 (US\$ 1000/time)
		Total	10,779 (US\$ 1000/time)