第6章　環境社会配慮（EIA レベル）

6.1　環境社会配慮（EIA レベル）実施

10 万人以上の処理能力を持つ下水処理場はマケドニアの法制度（6.2.2 参照）により環境影響調査（EIA）実施が義務と規定されている。同時に本調査は JICA 環境社会配慮ガイドラインでカテゴリ A[1]に分類されており、環境社会配慮実施が必須となっている。よって環境社会配慮調査（EIA レベル）を実施する。

環境社会配慮（EIA レベル）実施の目的は、本調査で提案される計画が環境や地域社会に与える影響を回避または最小化し、受入れることのできないような影響をもたらすことがないよう、計画の早い段階から環境・社会面に配慮するためである。そのため、プロジェクトが実施される地域の現在の環境・社会状況を調査し、建設時・運営時の環境・社会への影響を予想、影響を回避・軽減するための緩和策、モニタリング計画を含む環境管理計画の作成を行う。

6.2　マケドニアにおける環境社会配慮制度

6.2.1　環境法

環境法（Law on Environment、Official Gazette No. 53/05、81/05、24/07）は 2005 年 6 月に制定、2005 年及び 2007 年に改正されている。国民の健全な環境を享受する権利のため、環境保護・保全における国・市・スコピエ市・スコピエ市内の区・公共機関・個人の権利・義務を含む環境保全原則について定めている。同法では、環境保護の原則、義務、環境モニタリング、情報システム、研究・環境教育、環境に関する情報へのアクセス、環境保護計画、環境影響評価、総合有害物質管理認可等、幅広い分野を網羅している。

6.2.2　環境影響評価（EIA）

環境影響評価制度は環境法の 76 項から 94 項で定められており、環境影響評価が必要な事業タイプについては”Decree for determining projects for which an environmental impact assessment shall be carried out”で規定されている。10 万人以上の処理能力を持つ下水処理場は EIA が義務であるアネックス I に分類されており、本調査は F/S 時に EIA 実施が必要である。EIA 手続きは下記の通り定められており、それに従い実施した。

(1)　プロジェクト実施意図の届出（Notification）

本調査における EIA の実施主体はスコピエ市[2]である。同市は調査団と協力の上、届出に必要な書

[1] JICA 環境社会配慮ガイドラインでは、概要・規模・立地等を勘案して 3 段階のカテゴリ分類を行っている。カテゴリ A は環境や社会への重大で望ましくない影響のある可能性を持つプロジェクトであり、F/S において EIA レベルの環境社会配慮が求められる。

[2] 本調査における事業者は未定である。2007 年 11 月及び 2008 年 2 月の S/C にて、本調査における環境社会配慮の実施主体はスコピエ市とすることが合意された。よって EIA に関してはスコピエ市が実施主体である。

類を作成し、2008 年 6 月 30 日環境都市計画省にプロジェクト実施意図の届出を行った（Appendix 6.1）。この届出には環境影響評価が必要かどうかの意見ならびにスクリーニングチェックリストを添付する。届出に必要な情報は条例で規定されており、情報が不十分な場合は、環境都市計画省は届出を受理してから 10 日以内にスコピエ市にその旨を連絡する。届出を受理してから 5 日以内に、環境都市計画省はマケドニア国内全域で入手可能な新聞 1 紙以上と環境省のホームページにその届出を掲載しなければならない。

(2)　スクリーニング

環境都市計画省は届出を受けたプロジェクトにおいて EIA 実施が必要かどうかを判断するために、スコピエ市から届出と共に提出されたスクリーニングチェックリストを基にスクリーニングを行う。スクリーニングは届出を受領してから 30 日以内に行われ、スコピエ市に EIA の必要性について通知を行う。その決定は 5 日以内に新聞とホームページに掲載される。スコピエ市及び環境保護のために活動している組織または個人は、その決定に対して 8 日以内に中央政府の二審委員会（Second Instance Commission）へ意見を申し立てることができる。

(3)　スコーピング

スコーピングは環境都市計画省が環境影響評価調査書で評価しなければならない内容と程度を決めるために実施する。スコーピング実施期間を短縮するために、環境都市計画省からの提言を受けスコーピング（案）を届出と共に提出しており、それに基づき環境都市計画省がスコーピングを実施する。なお、スコーピングはスコピエ市の意見及びスクリーニングを発表した後に得られた一般の意見を考慮に入れて決定される。本調査に対するスコーピング結果は 2008 年 10 月 14 日に環境都市計画省よりスコピエ市に提出された（Appendix 6.2）。

(4)　EIA 実施

スコピエ市はスコーピング条件に従って環境影響評価調査書（EIA レポート）を作成しデジタル版とともに環境都市計画省に提出する。同調査書の責任者として 2006 年発効の環境法に基づき環境都市計画省が認証する専門家リストより専門家を選任することが義務付けられているが、専門家リストは 2008 年 6 月 25 日時点では作成されていない。そのため、環境都市計画省と協議の上、前環境法で認証を受けた会社が EIA を実施することとした。EIA 調査期間は 2008 年 6 月～10 月であり、11 月 3 日にスコピエ市は調査書を環境都市計画省に提出した。

調査書の内容がスコーピング条件を満たす内容となっていない場合は、環境都市計画省は事業者に対し修正ないし追記（補正）を要求することができる。その場合、最大 30 日間が補正作業期間として認められている。環境都市計画省は調査書を受領してから 5 日以内に、その内容をマケドニア国内全域で入手可能な新聞 1 紙以上とホームページに掲載しなければならない。公表より 30 日以内に誰でも EIA レポートに関する意見を環境都市計画省に提出することができる。

(5)　EIA レポート審査

受理された調査書に対し、環境都市計画省は審査のために専門家を任命し 60 日以内に意見書の内

容を反映した（適正か否かを判断する）審査報告書（adequacy report）を作成しなければならない。但し、複雑な案件の場合はその期限を 30 日間延長することが可能である。環境都市計画省は審査報告書が完成してから 5 日以内にその内容をスコピエ市へ通知すると同時にマケドニア国内全域で入手可能な新聞 1 紙以上及びホームページに掲載しなければならない。

(6)　公聴会

環境都市計画省は審査報告書を作成中に、計画内容を説明する公聴会（2009 年 1 月 23 日実施）の主催責任を担う。また公聴会の議事録、ビデオ、録音で記録をし、環境都市計画省のホームページで公表しなければならない。特別法により保護される情報については公聴会では議論する必要がない。

(7)　決定

環境都市計画省は EIA レポート、審査報告書、公聴会での意見に基づいて、提案された計画実施における認可ないしは却下するかを決定し、審査報告書提出より 40 日以内に事業者に通知しなければならない。当該計画が認可された場合、許認可期間は認可された日より 2 年間であり、スコピエ市はその期間以内に計画を実施しなければならない。ただし、スコピエ市からの要請を受け、事業対象地域の環境、事業で提案された技術に重大な変化がない場合には、許認可期間の延長が可能である。

6.2.3　情報公開

環境にかかる情報へのアクセスについては環境法の 51 項から 58 項で定められており、誰でも環境活動やサービスを行っている団体に環境にかかる情報を求める権利を有している。情報開示を求める手続きや、情報開示の求めを拒否できる条件についても規定している。

6.2.4　マケドニアにおける環境基準

(1)　水質環境基準

水質環境基準は Regulation for Classification of Water（Official Gazette No. 18/99）で 5 類型に分類されており、Regulation for Categorization of Water Courses and Lakes（Official Gazette No. 18/99）で流域・河川ごとに河川類型を定めている。スコピエ市内のバルダル川の類型は II であり、処理場予定地のすぐ上流の橋から類型 III になっている。類型の詳細については、Part I（B/P）の第 2 章及び Part II (F/S) Appendix 6.3 の 1.6 を参照。

- Lakavishka 川の合流地点からスコピエ市（スコピエ市の下水放流地点）まで：類型 II
- スコピエ市（スコピエ市の下水放流地点）から Pchinja 川合流地点まで：類型 III

(2)　排水基準

マケドニアには現時点で排水基準はない。水法が 2008 年 8 月に可決され、今後 2 次法として排水基準が制定される見込みである。マケドニアでは原則として EU の基準に沿って法令を策定していることから、本調査における放流水基準は EU の数値を使用している（PartII (F/S)第 4 章、表 4.8 及び 4.9）。工場廃水の下水道受け入れ基準はスコピエ上下水道公社が定めている。ただし上述の

通り水法の可決により新しい基準が制定される可能性もある（工場廃水受け入れ基準については PartII (F/S)第 4 章、表 4.12 を参照）。

(3)　大気

大気に関する法令は、Law on Ambient Air Quality (Official Gazette No. 67/04)及び Decree on limit values (Official Gazette No. 50/05)があり、大気に放出する際の制限値を設けている。さらに環境大気質の測定方法や手続きを定めたルールブックが作成され、2008 年 1 月より適用されている。制限値については、Part II (F/S) Appendix 6.3 の 1.6 を参照。

(4)　騒音

騒音に関する法令は、Law on Noise Protection (Official Gazette No. 75/07)があり、制限値については、Rulebook on Noise in working conditions (Official Gazette No. 29/97)及び Decision on terms and conditions for noise annoyance on citizens (Official Gazette No. 64/93)で定められている（Part II (F/S) Appendix 6.3 の 1.6）。

(5)　振動

マケドニアでは振動に関する制限値は定められていない。

(6)　悪臭

マケドニアでは悪臭に関する制限値は定められていない。

(7)　土壌

Law on Agricultural Land において、土壌保護に取組んでいるが、現在土壌に関する制限値は定められていない。

6.2.5　土地収用に関する法律

収用法（Law on Expropriation、Official Gazette No. 33/95, 20/98, 40/99, 31/03, 46/05）において、公共の利益のための施設建設を目的とした個人の所有地・不動産の権利の収用、収用に対する補償について定めている。

公共の目的とは、organization, rational use and special humanization、また都市計画（Spatial Plan）に基づく環境の保全・改善のための施設建設（下水処理場を含む）を意味する。

土地収用の手続きは、土地収用を必要とする機関（事業者）が財務省の土地・財産を所轄する部署（本プロジェクトの場合は Gazi Baba 区にある分局）に土地収用の依頼を届け出ることから開始する。依頼の届出の前に、事業者は収用予定地の不動産・所有者・面積等の情報を土地情報局から入手しておく必要がある。財務省は事業者からの依頼届出を受けて、土地所有者と補償について交渉する。

収用地が国に属する場合、事業者は運輸通信省と貸借契約を結び土地を使用できる（貸借費用はかからず期間は 99 年間）。国所有地に既に民間と貸借契約がある場合、事業者は運輸通信省にその貸借契約の取り消しを依頼することになる。本プロジェクトで土地収用の対象となる処理場予定地の 90%は国有地であるが、非国有化（de-nationalization）の要請が出されている（詳細は 6.4 の(5)参照）。非国有化の要請が出されている土地については、事業者は非国有化について審査をしている委員会に民間に非国有化しない旨を要請する。この場合には要請についての補償が必要となる。民間所有の土地については、土地所有者は公共の目的のための土地収用を拒否することはできず、提案された補償内容に不満がある場合のみ、上告することができる。

土地収用に対する補償は、市場価格に基づき、同等の不動産を提供するか、適切な不動産を提供できない場合には、現金補償で行われる。

6.3　F/S 対象プロジェクト

6.3.1　施設内容

表 6.1　施設内容

	2020	2030
処理区面積 (km^2)	72.8	72.8
計画人口（人）	513,570	555,650
人口当量	660,380	691,350
計画下水量 (日平均) (m^3/d)	166,020 ≒166,000	176,970 ≒177,000
生活汚水	102,720	111,130
工場廃水	32,300	34,840
雨水	31,000	31,000
下水処理場流入水質(mg/l)		
BOD	239 ≒240	234 ≒230
SS	269 ≒270	257 ≒260
処理水水質 (mg/l)		
BOD	25	25
SS	35	35
処理方式	標準活性汚泥法(CASP)	
汚泥処理	濃縮・消化・乾燥床	

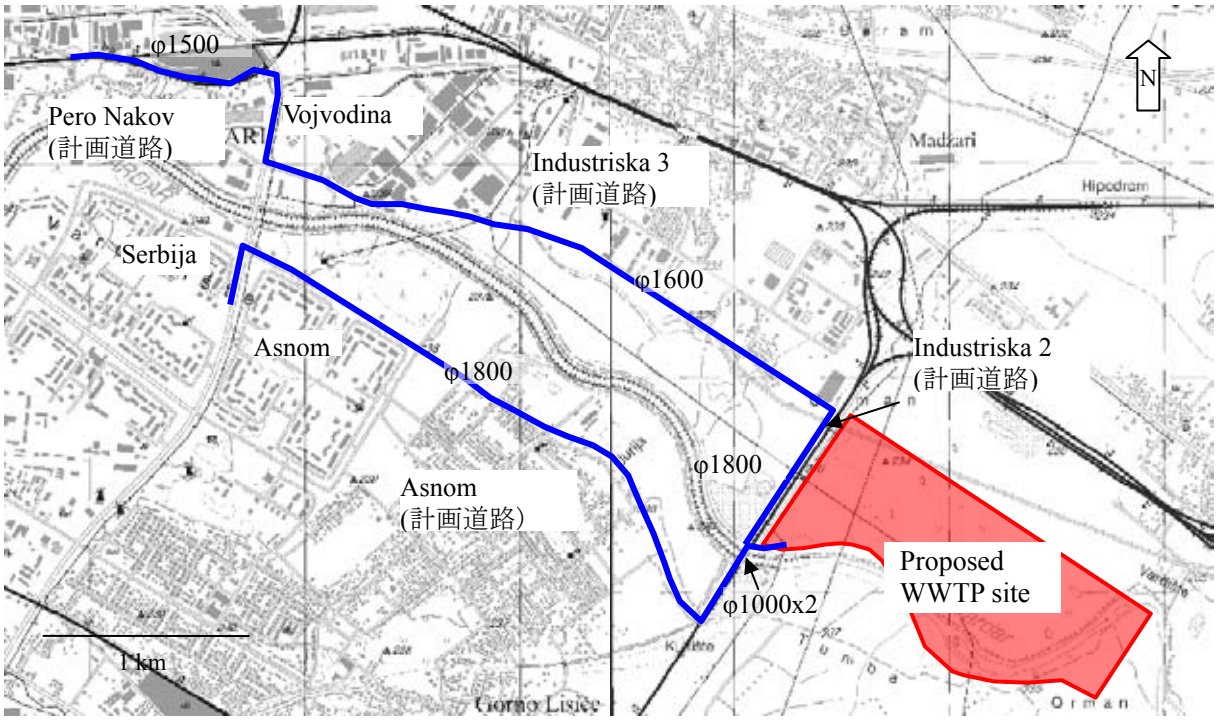


図 6.1　F/S 対象プロジェクト

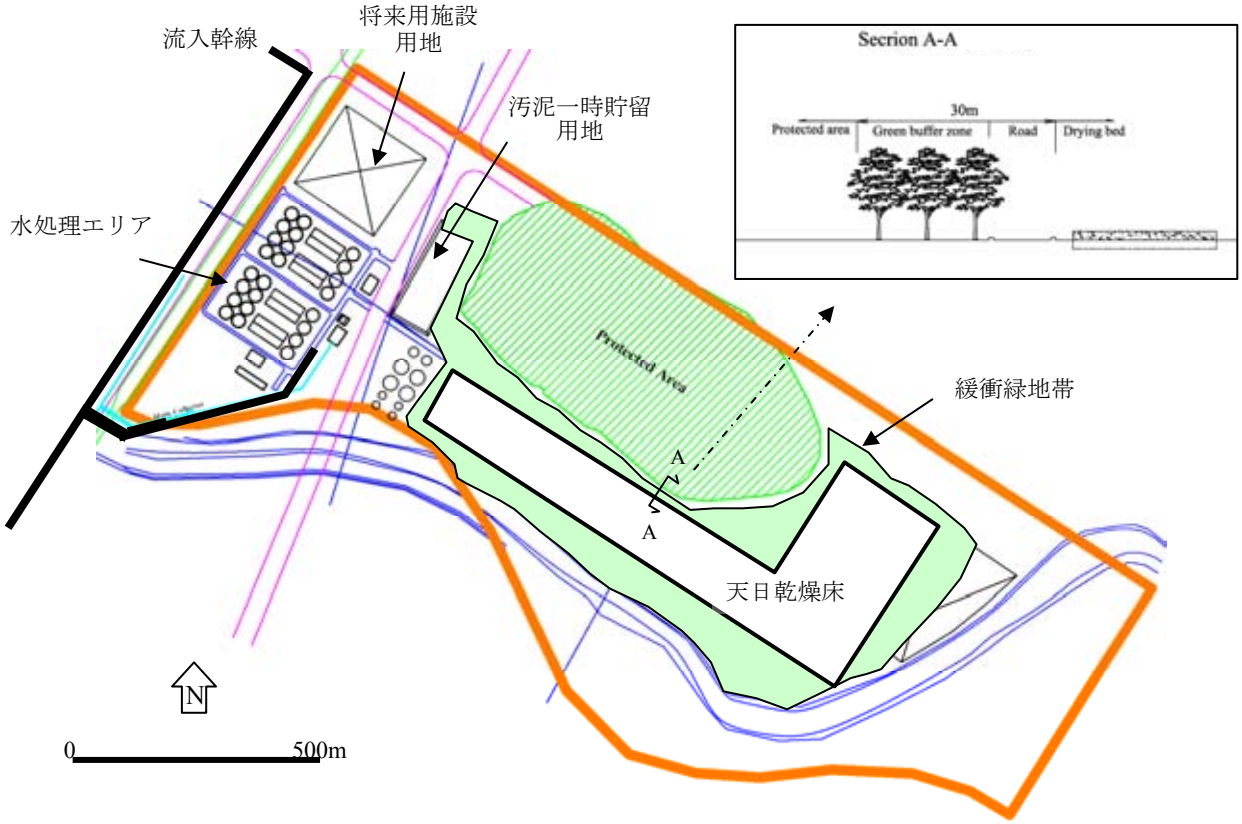


図 6.2　処理場レイアウト

6.3.2　実施スケジュール及びプロジェクト費用

概算事業費を表 6.2 に示す。

表 6.2　概算事業費

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

表 6.3　維持管理費

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

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

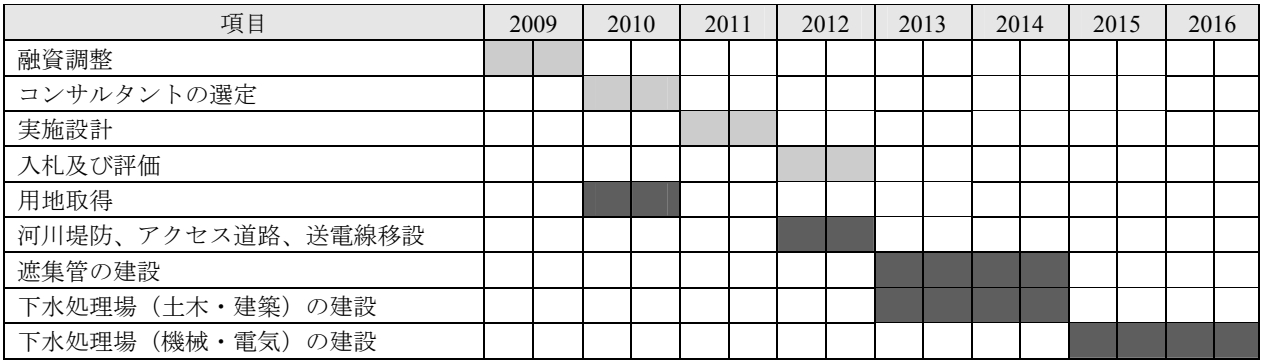


図 6.3　事業の実施工程

6.4　環境ベースラインデータ

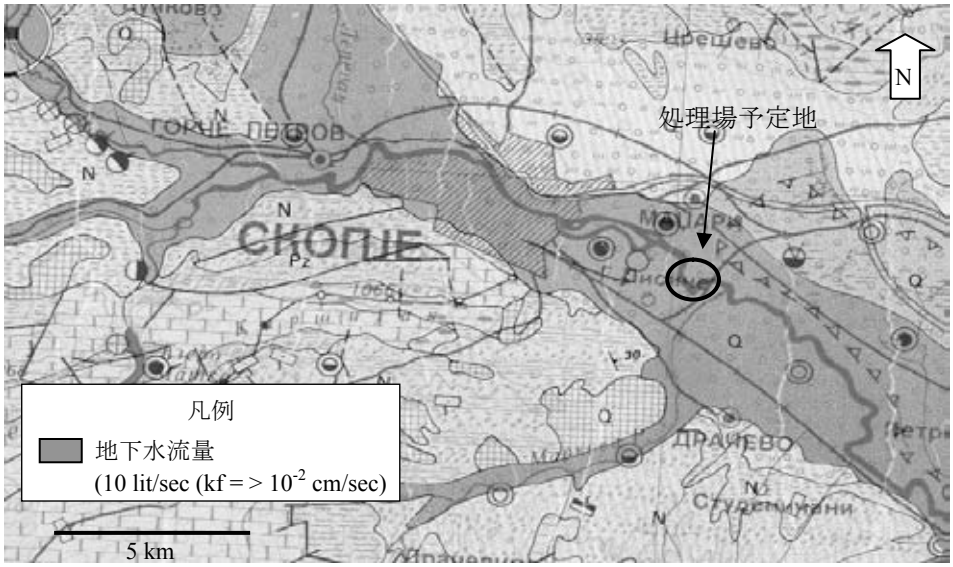
自然環境、生物環境、社会環境にかかるベースラインデータを収集した。詳細なデータは Appendix 6.3 の 3 章に記載しており、ここでは本調査において密接に関係している環境の要約を記す。

(1)　土質

処理場予定地の Trubarevo において、現地の土質状況を把握のするために調査を実施した。12 のボーリング孔が掘削され土質分析が行われた。処理場予定地はスコピエ市郊外のバルダル川沿いに位置しており、礫質地盤が広がっている。表層～2.0m までがシルト質であり、2.0m 以降は礫質土である。N 値は表層から 30 以上という結果が得られており、強固で良質な地盤と言える。

(2)　地下水

スコピエ渓谷には 2 つの地下水脈が走っている。処理場予定地においてボーリング調査を実施し地下水の高さの測定を行ったが、この辺りは元々バルダル川が流れていたところであり、地下水の水位は 4.0m－7.0m となっている。地下水はバルダル川と同じ方向に流れている。



BOREHOLE	UGWL[m]
B-1	-4.6
B-2	-7.0
B-3	-4.2
B-4	-5.7
B-5	-4.4
B-6	-5.0
B-7	-3.8
B-8	-3.9
B-9	-4.2
B-10	-3.5
B-11	-3.8
B-12	-3.5

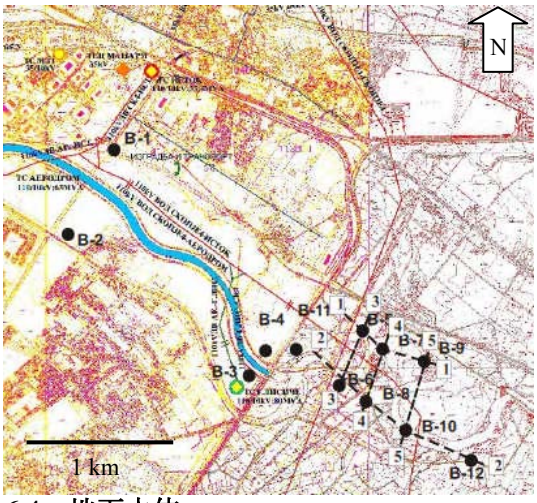


図 6.4　地下水位

(3)　保護区

図 6.5 に示すとおり下水処理場予定地内に保護区（Ostrovo）が 1 つ、予定地近くに 1 つ（Arboretum）存在している。

2004 年制定の自然保護法（Official Gazette No. 67/2004）では、本法が発効する以前に保護区と認定された地域の再評価を 3 年以内に実施し、新たに保護区を制定することになっている。再評価の期限は 3 年から 6 年に延長され（2010 年まで）、上記 2 つの保護区については現在のところ再評価は行われていない。前法で保護区と制定された地域については再評価が行われるまでは、保護区とするよう制定されている。

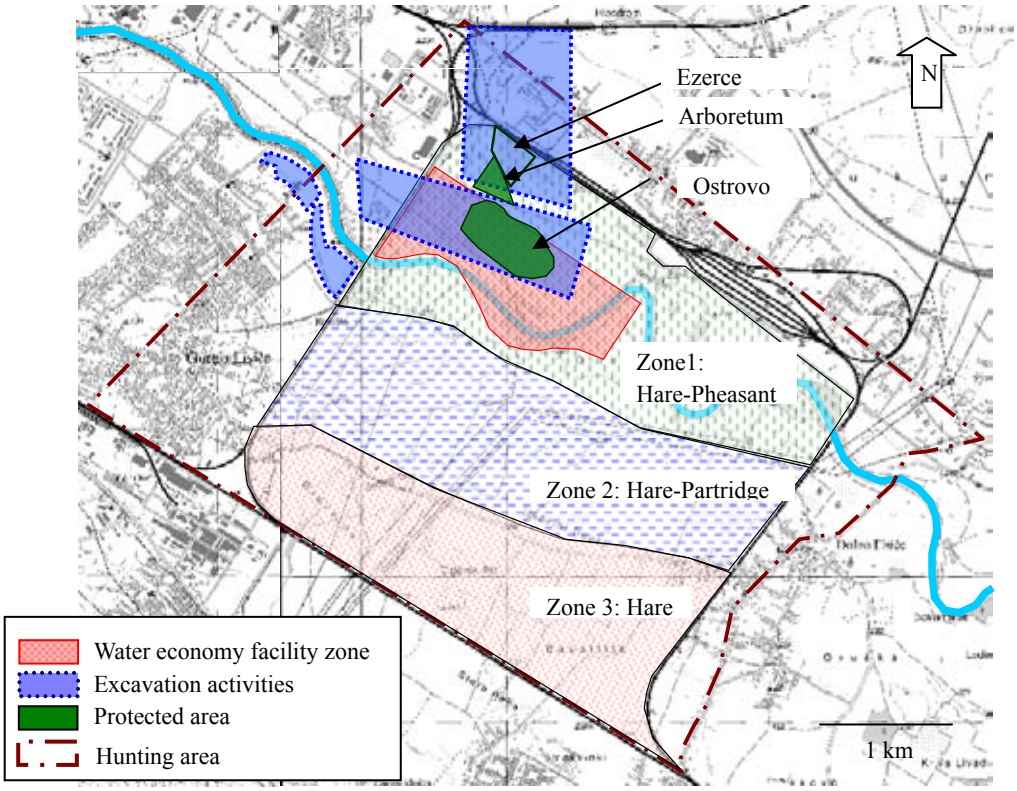


図 6.5　処理場予定地付近の保護区及び土地利用

a)　植物園（Arboretum）

植物園はスコピエ大学の農業科が 1950 年代から運営しており、処理場予定地に隣接している。植物園はスコピエ市により 1965 年に保護区とされ、面積は 3.3ha である。この植物園では、外国からの様々な種類の樹木や植物が研究目的のため栽培されている。

b)　Ostrovo

Ostrovo は鳥、特に渡り鳥が休む場所として 1976 年に保護されており、面積は約 13ha である。この Ostrovo は処理場予定地である Water Economy Facility Zone 内に位置している。

Ostrovo の再評価はされておらず、保護区になるかならないかで施設計画に影響するため、EIA 調査内で Ostrovo の評価を実施し、環境都市計画省に調査結果を報告、結論を待っているところである。調査の結果、Wild Bird Directive、Bern Convention や Bonn Convention で保護されている鳥がいることが判明したため、引き続き保護区とされることが推奨されている。

(4)　土地利用

a)　狩猟地

処理場予定地を含む 1475ha が野うさぎ、ヤマウズラ、キジの狩猟地となっている。これらの種は保護対象ではなく、狩猟地は保護区とはなっていない。商業用の狩猟地ではなく、研究目的のため年に 3、4 回狩猟が行われているとのことである。

b)　掘削

処理場予定地周辺では砂利採取のための掘削が行われている。経済省から Vardar Gradba という会社に 15 年間の掘削の許可が 2002 年に出されており、掘削許可された地域は図 6.5 に示されている。掘削許可の手続きは、(i) 会社が経済省に許可を依頼、 (ii) 経済省は許可に関する意見を運輸通信省・農業森林水経済省・環境都市計画省に求め、(iii) 反対意見がなければ、政府が許可について審議し決定を下す、(iv) 政府が許可の決定をすれば経済省と会社で採掘権にかかる契約を結ぶ。Vardar Gradba に与えられた採掘許可の地域には保護区である植物園（Arboretum）と Ostrovo が含まれているが、環境都市計画省より意見がなかったため、掘削許可が与えられたとのことである。

掘削許可区域の削減や許可の取消しをしたケースがある。本プロジェクトの場合は、スコピエ市が掘削許可を持つ Vardar Gradba と掘削地域について直接交渉するか、政府に依頼し、掘削許可の削減・取消しをすることになる。

c)　農業利用

処理場予定地内の Ostrovo を除く地域は農地として利用されており、大麦・小麦の栽培が行われている。農地に適していない土地については耕されることなく空き地となっている。

d)　湿地帯（Ezerce）

ここはかつてバルダル川の氾濫によりくぼみとなった場所で、地下水位が高く湿地帯を形成していた。地下水位が低下しているものの、葦・ウキクサ・柳等が自生している。特に保護の対象とはされていない。

(5)　土地所有

土地所有状況を図 6.6 に示す。

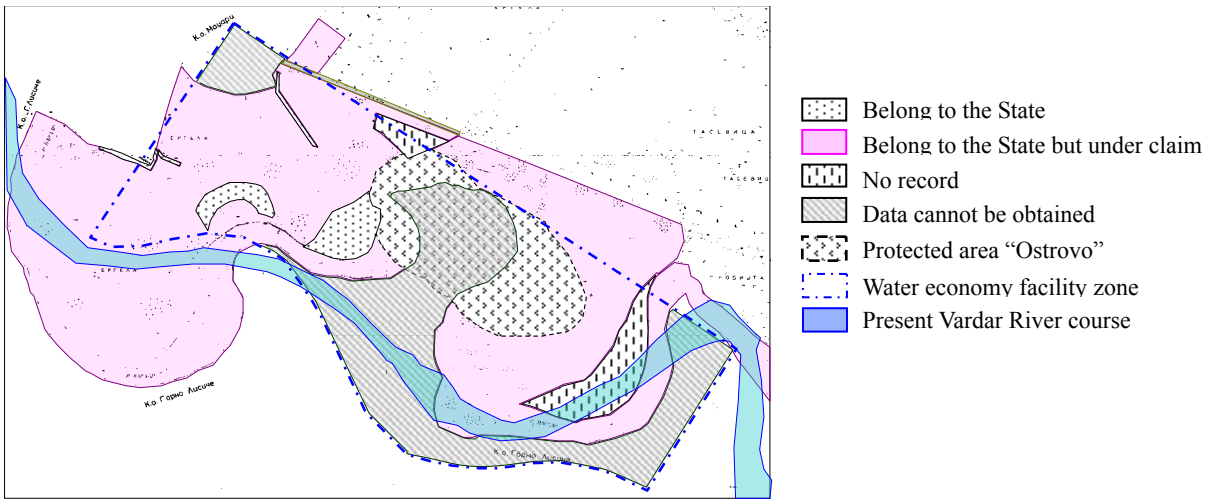


図 6.6　土地所有状況

Water Economy Facility Zone の土地の 99%は国有地であるが、内 90%に対し非国有化の要請が出されている。土地所有と土地利用状況を表 6.4 に示す。

表 6.4　土地所有と土地利用状況

所有者	土地利用	面積 (m^2)	%
国有地	草地	24,305	2.5
(89,041 m^2, 9.1 %)	不毛	28,415	2.9
	道路	17,822	1.8
	水域（川）	18,499	1.9
国有地（非国有化の請求あり）	農地	188,533	19.4
(879,636 m^2, 90.3 %)	草地	397,430	40.8
	道路	5,760	0.6
	水域（川）	287,888	29.6
	建物	25	0.0
私有地	草地	5,373	0.6
(5,373 m^2, 0.6 %))			
		974,050	100

私有地の所有者は、1 区画を 4 分割にして 2 家族で所有している。非国有化の請求は 9 つ出ている。

(6)　動植物

a)　植物

図 6.5 に示す Arboretum、Ostrovo、Ezerce を含むこのエリアは、バルダル川の河道が河川改修により変更される前は、河岸性の植物に富んでいた。Ostrovo の森は渡り鳥にとり重要な休息地であった。しかし河川が移動し、さらに地下水位の減少、火事や不適切な森林伐採等によりこの地域の植物相としての価値は失われた。

b)　動物

バルダル川河岸、Ostrovo、湿地の Ezerce、Arboretum と農地を含むこのエリアは鳥類の多様

性にとって重要であった。河川改修による河川の移動、それに伴う地下水位の減少、火事や不適切な森林伐採等により重要性は以前と比較して低下している。しかし、現在も一年を通じて鳥類が確認されており、特に春・秋には渡り鳥が観察されている。魚類・両生類・爬虫類の保護対象となっているいくつかの種（蛇・トカゲ、亀等の種）も確認されており、動物にとってこのエリアは重要な場所である。詳細は Appendix 6.3 の 3.12 に示す。

6.5　代替案検討

6.5.1　プロジェクト実施とプロジェクトなしの場合

プロジェクトを実施した場合には、目標年次 2020 年において下記のような正の影響が期待できる。

- 現在バルダル川に流入している下水を収集・処理することで、河川水質ならびに河川環境が改善される。
- 適正な下水の処理により地下水・表流水の汚染の可能性が軽減される。
- 下水処理施設により植物相・動物相への被害が減ることで生態上のバランスが維持される。
- EU 指令の基準を満たしていれば、汚泥を農業に利用することができる。
- 下水施設の整備により、EU 加盟の条件の 1 つを満たし、加盟が促進される。

プロジェクトが実施されなかった場合には、2020 年においてバルダル川の水質は未処理の下水の河川への直接排出及び人口増加による下水量の増加によって悪化する。それにより地下水の水質も影響を受け、下流の農業利用や飲料水（地下水を使用している）への影響があり、人々の生活水準を悪化させ、また同時に健康への被害を及ぼすことになる。加えてバルダル川は国際河川であり、ギリシャを経てエーゲ海に注いでいる。そのためバルダル川の水質は両国にとって重要な課題である。2005 年にはマケドニアは EU 加盟の候補国となっており、国内の法制度と EU 指令の整合を取ることが加盟国の義務の 1 つとなっている。EU の水に関連した指令では、ある人口以上の都市の下水処理場の設置が義務付けられており、本プロジェクトを実施しないという代替案は現実的なものではない。

下表と下図はプロジェクトが実施されなかった場合の 2020 年のバルダル川水質を示したものである。

表 6.5　河川水質予測（BOD, 2020）

(mg/l)

	Rasce	主要排出場所							Taor
		Treska	Lepenec	Left-bank Outlet	Right-bank Outlet	Steel Outlet	WWTP	Trubarevo Bridge	
現況	2.5	2.6	2.5	5.7	7.9	9.7	9.3	7.1	5.8
プロジェクトなし*	4.0	4.1	4.1	8.2	11.6	11.9	11.5	8.8	7.5
プロジェクトあり**	4.0	4.1	3.8	3.0	3.0	3.6	4.6	3.4	2.8
Water Quality	Class II				Class III				
	4	4	4	4	7	7	7	7	7

*　プロジェクトなし : 中央処理場及び周辺処理場建設はないが、工場廃水管理はあり（Part I (B/P)第 4 章の Case-2 に該当）

**　プロジェクトあり：中央処理場建設とともに工場廃水管理あり、ただし周辺処理場はなし（Part I (B/P)第 4 章の Case-4 に該当）

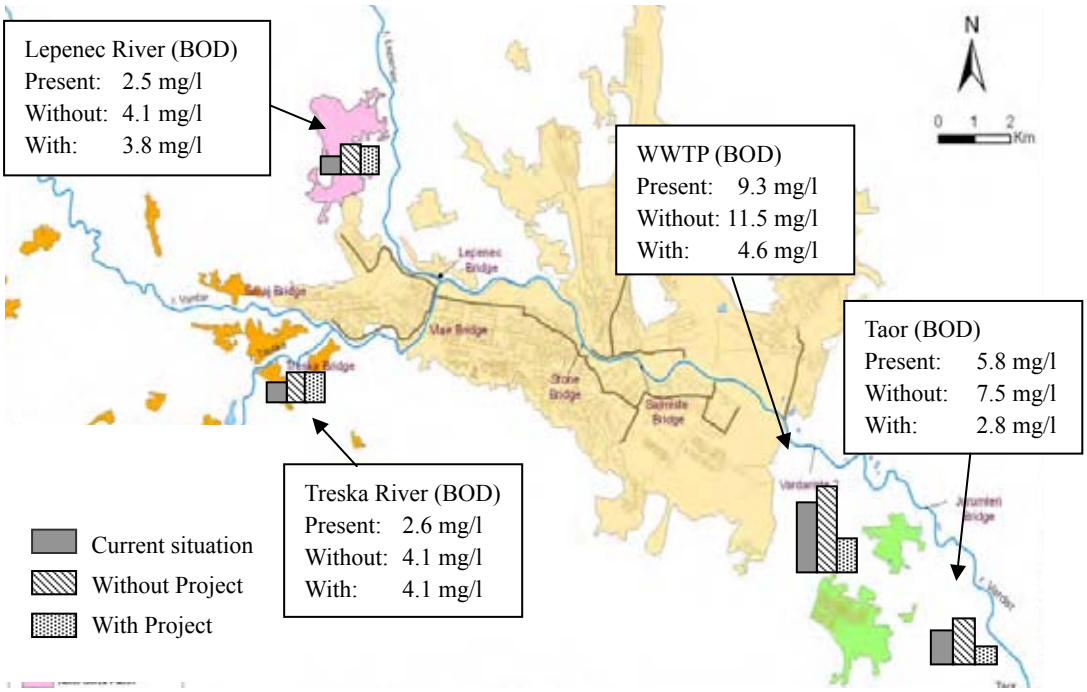


図 6.7　現況・With・Without の河川汚濁

6.5.2　処理場予定地の代替案検討

スコピエ市内の下水は幹線を通じて収集され、バルダル川の下流で放流されている（図 6.8 の矢印が最下流の放流地点）。現在の施設を最大限活用し、省エネルギーで収集された汚水を下水処理場に運ぶことを考慮すると、処理場の位置として、下記の条件を満たすことが重要である。

- スコピエ市内の下水幹線の下流に位置していること、
- 処理水の放流を考慮し、バルダル川沿いであること。

処理場予定地の代替案は上記を考慮して選定された。

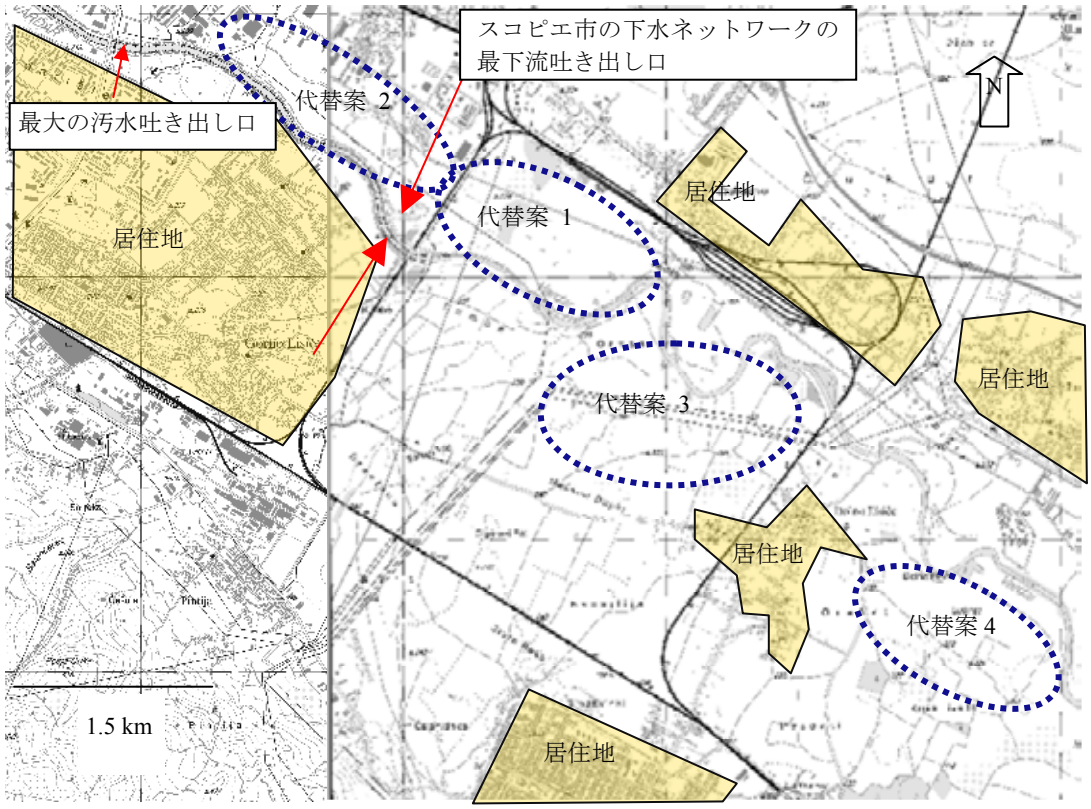


図 6.8　処理場予定地代替案及び集落

(1)　代替案 1：2002 年スコピエ都市計画の水経済施設エリア

代替案 1 として示されているエリアは 2002 年スコピエ都市計画で水経済施設エリアと指定されており、かつ 99 年の下水道 M/P においても処理場予定地とされた場所である。この場所が処理場予定地として指定された背景は、下記の 3 つの条件を満たしているからである。

- バルダル川の下流に位置していること
- スコピエ市街地外に位置していること
- 近辺に居住地が存在していないこと

上記に加えて、代替案 1 には下記の利点が挙げられる。

- スコピエ市の下水ネットワークは、この場所のすぐ上流で終わっており、かつ最大の吐き出し口は 3～4km 上流に位置しており、収集された汚水を処理場に運ぶのが簡単である。
- 予定地はバルダル川沿いに位置しており、処理水を簡単にバルダル川に排出することができる。
- 西風が優勢であり、匂いは川沿いに流れるため、居住区域への影響がほとんどない。
- 予定地内には家屋や建物がなく、非自発的住民移転が発生しない。
- 予定地は 2002 年スコピエ都市計画で水経済施設エリアに指定されており、このエリアを下水処理場用地として使用することは関係機関によって承認されている。

一方で F/S 調査中に、代替案 1 である水経済施設エリア内に Ostrovo という渡り鳥の保護区がある

ことが判明した。代替案 1 が処理場予定地として選定される場合には、この保護区を抜いた区域とすべきである。またこのエリアは農業・土砂掘削活動、狩猟に使用されている。

(2)　代替案 2：元廃棄物処分場

代替案 2 はスコピエ市の下水ネットワークが終わる少し上流に位置している（ただし最大の吐き出し口よりは下流に位置）。最下流の吐き出し口より少し上流に位置しているため、自然流下で汚水を集めることが出来ず、ポンプ場を設置する必要がある。また、この場所は Drisla 廃棄物処分場が出来るまで、廃棄物処分場として使用されていた場所で、2002 年スコピエ都市計画では緑地帯予定地となっているが現時点では何の目的にも使用されておらず空き地となっている。廃棄物処分場として使用されていたことから、地下にはゴミが埋まっており、地盤は強固なものではない。ここを下水処理場として利用する場合は、ポンプ井、沈殿池、反応タンク等の構造物を下に設置する必要があるが、ゴミが埋まっている状況ではそのような施設の建設は難しい。以上より、代替案 2 は処理場予定地として適しているとは言えない。

(3)　代替案 3

代替案 3 はバルダル川沿いで、代替案 1 よりも下流に位置している。現在このエリアは細かい区画に分かれており、農業に利用されている。このエリアもスコピエ市下水ネットワークの下流であり、川沿いに位置していること、非自発的住民移転が発生しないという利点を持つが、すぐ南東方向に居住地区があり悪臭の影響を直接受ける可能性が高く、また管を布設するための道路はなく、新しい道路建設とそれに付随する土地収用が必要となり、代替案 1 に比較して影響が大きくなることが予想される。

(4)　代替案 4

代替案 4 はバルダル川沿いで他の代替案よりも下流に位置する。現在このエリアは細かい区画に分かれており、農業に利用されている。代替案 4 はスコピエ市下水ネットワークの下流、川沿い、居住地が回りにないという利点がある。しかし下水ネットワークの下流から 5km 離れており、口径の大きい管を延長しなければならない。また代替案 3 と同じく管を布設する道路がないため新しい道路建設と付随する土地収用が必要である。

上記を検討した結果、代替案 1 が処理場予定地に最適であるが、保護区 Ostrovo がエリア内に含まれていることから、処理場予定地から保護区を外すこと、また保護区への影響を回避・緩和するための方策が必要である。

6.5.3　幹線経路の代替案検討

幹線布設のルートの検討を行った。現時点では、一部狭い道路が両岸に存在しているが、処理場予定地まで繋がる道路は存在しない。また、バルダル川の堤防内に管を布設することは許されていない。

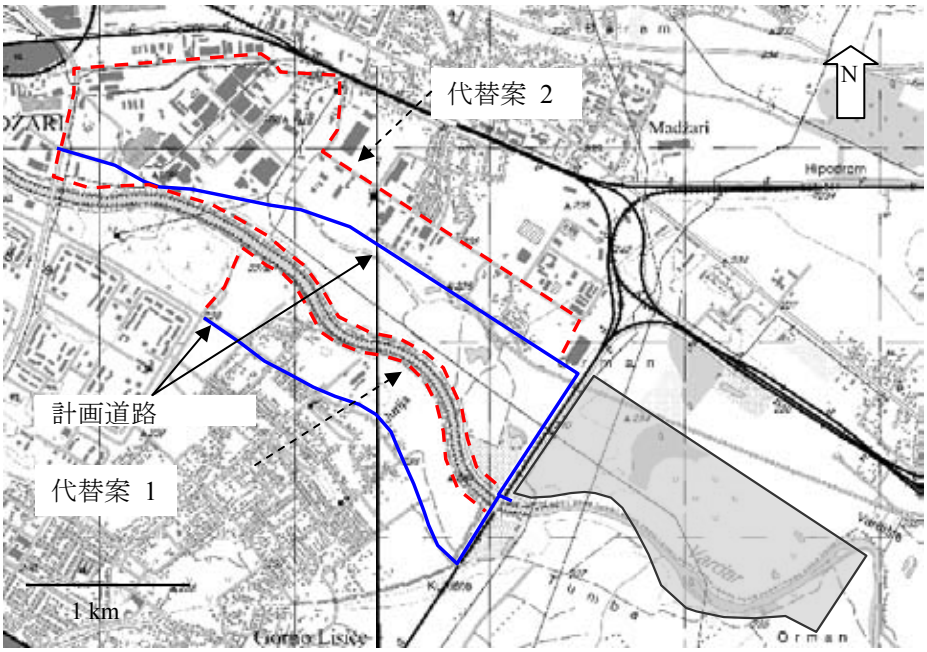


図 6.9　幹線経路の代替案

上図の実線は 2002 年スコピエ都市計画で提案されている計画道路に布設する案である。これら道路の設計予算が 2008 年に認められていることから、計画は進行中である。

- 処理場予定地まで繋がる道路は現在存在していない。
- 河川の堤防内への幹線の布設は許可されていない。
- 代替案 1 の河川沿いへの幹線の布設は、アクセス道路がないことから維持管理の観点から困難であり、推奨されない。
- 左岸には処理場近くまで続く道路がある（代替案 2）。この道路には既存管がすでに布設されている上に、狭く口径の大きい管の布設には困難が伴う。また計画道路に布設するよりも 400m 延長となり、建設費が増加する。
- 他の道路を選択したとしても、道路の拡張・延長が必要となる。

上記を考慮し、計画が進行している 2002 年スコピエ都市計画の計画道路下に布設することが最適といえる。

6.5.4　汚泥処理の代替案検討

処理プロセスからかなりの量の汚泥が発生する。その汚泥の処理方法は重要な課題であり、代替案の検討を行った。

マケドニアにおいては、廃棄物は“List of Types of Waste”において分類されている。

表 6.6　廃棄物タイプ別リスト

番号	カテゴリ
19 08	wastes from waste water treatment plants not otherwise specified
19 08 01	screenings
19 08 02	waste from desanding
19 08 05	sludges from treatment of urban waste water
19 08 06*	saturated or spent ion exchange resins
19 08 07*	solutions and sludges from regeneration of ion exchangers
19 08 08*	membrane system waste containing heavy metals
19 08 09	grease and oil mixture from oil/water separation containing only edible oil and fat
19 08 10*	grease and oil mixture from oil/water separation other than those mentioned in 19 08 09
19 08 11*	sludges containing dangerous substances from biological treatment of industrial waste water
19 08 12	sludges from biological treatment of industrial waste water other than those mentioned in 19 08 11
19 08 13*	sludges containing dangerous substances from other treatment of industrial waste water
19 08 14	sludges from other treatment of industrial waste water other than those mentioned in 19 08 13
19 08 99	wastes not otherwise specified

Note:　Any waste marked with an asterisk (*) is considered as a hazardous waste
Source:　List of Types of Waste, Br.07-4622/1

この分類によると生活汚水処理から発生する汚泥は非有害廃棄物に分類されており、スコピエ市の既存廃棄物処分場で処分できることになる。しかし、工場廃水の一部は処理場で受け入れ処理をする計画である。

環境法の下において、IPPC 制度が発足し、水・大気・土壌への汚染対策として各工場は廃水を排出する際には前処理が義務付けられている。各工場は 2014 年までに対策を義務付けられており、処理場で受入れる工場廃水は前処理をされ、有害物質が汚泥に含まれる可能性は低い。

しかし IPPC 制度の徹底が 2007 年から 2014 年に延期されたこと、環境省の各工場からの審査書類評価の能力に限界があることから、処理場が運営されるまでに完全に工場廃水が前処理されて有害物質が排除されるとは言い切れない。

現時点では、下水汚泥の質の予測は難しく、また処分場で受入れる廃棄物についての基準もないことから、汚泥の最終処分方法について結論付けることは難しい。

そこで、いくつかのシナリオを提案する。

(1)　農業再利用

EU は、汚泥を肥料や土壌改良土としての再利用を推進しており、EU 指令（86/278/EEC）において、汚泥の質・汚泥を再利用する土壌に含まれる重金属の含有率等について定めており、この数値を満たす限りにおいては、汚泥の農業への再利用が可能であり推奨される。詳細な数値については Part I の 3 章の 3.1.7 を参照。

(2)　既存廃棄物処分場（Drisla）での処理

スコピエ市には、一般廃棄物と非有害廃棄物を処理している Drisla 廃棄物処分場（埋立て）があ

り、南に 14km のところに位置している。スコピエ上下水道公社は廃棄物公社と協議を実施し、受入れについて合意している。

マケドニアには有害廃棄物と非有害廃棄物を認定するための重金属の含有率の基準は設定されていない。マケドニアの”Waste Management Strategy (2008-2020)“において、EU 指令とマケドニアの法制度の統合が優先課題となっており、今後 EU 指令に基づき整備することを考慮し、EU の基準を汚泥処理に関し適用することとする。

埋立ての際の廃棄物受入れに関する基準と手順を定めた EU 指令（2003/33/EC）があり、非有害廃棄物処分場での廃棄物受入れ基準、非有害廃棄物処分場での有害廃棄物受入基準が定められている。汚泥がこれらの基準以下であるならば、既存廃棄物処分場での汚泥処理は可能である。

(3)　新規汚泥処分場

汚泥処理のための新しい処分場を建設することは土地収用が必要となり、非自発的住民移転発生の可能性があること、また費用の面からも現実的ではない。

(4)　有害廃棄物用の計画処分場

汚泥が既存処分場で受入れ不可能な場合、有害廃棄物処分場への処理が必要となる。現在マケドニア国内には有害廃棄物用の処分場は存在していない。処分場の建設・運営の責任は国であり環境都市計画省の主管である。2008－2020 年廃棄物管理戦略（Waste Management Strategy 2008-2020）によると、工業有害廃棄物処分場の設計を第 2 年次～第 4 年次（2009～2011 年）に、建設・運営を第 4 年次から第 6 年次（2011～2013 年）に計画している。なお、これに関する F/S の具体化の話は進んでいない（2009 年 1 月末時点）。

表 6.7　廃棄物管理戦略アクションプラン

（工業有害廃棄物に関連する箇所の抜粋）

Measures	Stakeholders	Scope of main tasks and activities	Year of implementation					
			1	2	3	4	5	6
Design of industrial hazardous waste management plants and landfills	MEPP, hazardous waste generators	Application for financing from local and international funds. Preparation of technical, space managing and investment documents for establishment of the industrial hazardous waste management system (collection of segregated fractions at their sources, intermediate storage, recovery, pre-treatment, construction / reconstruction of landfills or other safe final disposal techniques in state or abroad)		×	×	×		
Construction/operation of industrial hazardous waste management plants and landfills	MEPP and/or licensed specialized enterprises	Construction of new common industrial hazardous waste landfill / reconstruction of existing industrial hazardous waste landfills /operation of landfills applying adequate pre-treatment facilities				×	×	×

出典：Waste Management Strategy of the Republic of Macedonia (2008-2020)

汚泥内に有害物質が含まれており既存処分場において処理が不可能な場合は、この工業有害廃棄物用の計画処分場で処理するができる。

(5)　処理場内での一時貯留

処理場内での汚泥の一時貯留は、上記工業有害廃棄物用の処分場の建設が下水処理場の運転開始時までにされず、かつ汚泥が既存処分場において処理できなかった場合、1 つの案となりえる。これはあくまでも一時的な措置であり、可能な限り早く最終処分場で処理することが重要である。またスコピエ上下水道公社は汚泥に有害物質が含まれていると判明した場合には、すみやかに工場の廃水監視・立入り検査の責任・権限を持つ環境都市計画省及びスコピエ市に連絡し、工場への対処を依頼する。

いずれにしても IPPC 制度が施行されれば汚泥に有害物質が含まれる可能性は低く、既存廃棄物処分場での処理が可能と考えられる。本調査において、工場廃水管理にかかる AP と CD 計画（いくつかについては調査内で実施）を策定しており、これらが実施されることで下水処理場の適切な運営への一助となる。

6.6　影響評価の結果及び緩和策

影響評価は環境都市計画省が発行したスコーピング結果に基づき実施された。建設・運営時の下記活動に基づきどのような影響があるか評価した。

(1)　建設時

- アクセス道路と幹線の建設
- バルダル川の伏越し建設
- 処理場予定地の準備工事と掘削
- 掘削土の運搬と処分
- 下水処理場の建設
- 建設廃棄物の処分
- 機器の設置
- 作業員の宿舎建設

(2)　運営時

- 汚水処理施設の運転
- 汚泥処理施設の運転
- 処理場内における汚泥の一時貯留施設

影響は下記のパラメーターごとに評価された。

タイプ：　正（＋）、負（－）
度合：　A－大、B－中、C－低
範囲：　地域限定、広範囲

期間：　　長期、一時的
タイミング：　即時、遅延
不可逆性：　　可逆、不可逆

環境影響の詳細は Appendix 6.3 の 5 章に記載されており、ここでは主な影響について触れる。

6.6.1　建設時

(1)　地形・地質

幹線及び処理場のアクセス道路建設、伏越し建設、掘削活動により地滑りが起きそれにより地形・地質への影響が考えられる。特に処理場予定地は地盤が砂利や粘土質であり、さらに地下水が -4m 付近を流れている。このような土質のため、地耐力は十分であり構造物は直接基礎とする。

(2)　水質（地下水及びバルダル川）

建設場所では地下水位が比較的高いため、伏越し、掘削、幹線布設、処理場建設により、地下水の水質への大きな影響が予測される。掘削作業中の地下水の汲み上げによる地下水位への影響、及び地下水水質の濁りが考えられる。また、重機や建設機械からの燃料やオイル漏れによる汚染の可能性がある。地下水と河川への汚染を防止する緩和策が詳細設計で考慮され、建設時には実行されなければならない。建設現場では、燃料やオイルは不浸透性の地面でのみ取扱う等の規制を行う。

(3)　河川流況

バルダル川右岸の幹線は処理場予定地手前でバルダル川を渡る必要があるため伏越し施設が必要である。伏越し建設のためには、河川の一部を堰きとめて迂回・ダムを建設する必要があり、河川流量と流況に影響をもたらす。伏越しの設計時に河川への影響を最小にする建設方法を考慮し、建設時にはその対策を確実に実施することが重要である。

(4)　保護区／動植物

6.5.2 の処理場予定地の代替案検討で述べた通り、処理場予定地は 2002 年スコピエ都市計画で水経済施設エリアと指定されている場所を選定した。しかしこのエリアには 6.4 環境ベースラインデータの(3)保護区で説明したとおり、Ostrovo という渡り鳥のための保護区が含まれている（図 6.5 参照）。本調査ではこの保護区を外した部分を処理場予定地と選定し（図 6.2 参照）、保護区への多大な直接影響を回避した。

建設活動により処理場予定地、Ostrovo、Ezerce（湿地）、Arboretum への影響が考えられる。Arboretum 内で栽培されている植物への影響は大きくないと想定されるが、工事により地下水の水位が下がる可能性があり、水位低下による負の影響が起こる可能性がある。詳細設計時において、掘削作業中に地下水汲み上げによる地下水位の影響を把握し、水位低下が起こりうる場合には対応策を策定する。

6.4 節で述べたとおり、渡り鳥を含む鳥類、爬虫類、哺乳類がこのエリアに生息しており、騒音・振動や人・車の頻繁な移動により負の影響を受ける。緩和策としては、

- Ostrovo、Ezerce と Arboretum 内では活動をしない、
- 動植物への影響を最小にする建設計画を立てる、
- 影響を最小にするための施設計画を考える（小動物が移動の際に道路を渡らずすむように道路下を横断できるようにする等）、
- Ostrovo に影響を与えないよう適切な配置を考える（資材置場や建設廃棄物の置場の位置等）

(5)　大気汚染

掘削等による粉塵や車輌・重機による燃焼ガスにより大気が汚染される。居住地区での工事については慎重に計画し、建設方法や使用する重機・機械を選択する際には影響を最小にすることを考慮する必要がある。また水を撒くなど粉塵の舞い上がりを抑制する等の手段を取る。

(6)　景観

建設期間中、掘削や掘削残土、処理場予定地の草木の伐採、粉塵、建設廃棄物等により景観が損ねられる。また掘削による道路の掘り返し、捨土により景観が悪化する。施設に対しては景観や周辺と溶け込むような設計をし、建設現場においては捨土や伐採した草木等の処分を速やかに行い、また管布設のための道路寸断や掘り返しは工事終了後すぐに改修することで、影響の緩和を行う。

(7)　土地収用と土地利用

土地収用による土地利用への影響が考えられる。6.4 節に記載の通り、収用される処理場予定地は農業利用、砂利の掘削活動、狩猟場として利用されており、土地の大半は国有地であるものの非国有化の請求が出されているところであり、収用による土地利用への大きな負の影響が予想される。

土地収用は 6.2.5 節に記載の通り関連法に従って実施されなければならない。関連法によると、収用された土地に対しては、代替地か現金による十分な補償を行わなければならない。また、住民にプロジェクトの重要性、便益等に関する啓発活動を実施し、プロジェクトに対する理解を深めることが重要である。

処理場予定地を含む 1,475ha は農業森林水経済省が管轄、スコピエ大学森林科が運営する狩猟地となっており、年に 2、3 回研究目的で狩猟が行われている。内、処理場予定地が占める面積は 57ha である。スコピエ大学森林科の教授、農業森林水経済省の狩猟セクターに使用状況を聞き、一部が処理場予定地となることにつき、協議をしたが、特に問題ないとのことであった。また S/C において 2008 年までとなっている狩猟地域としての使用許可を延長する際には、処理場予定地を除いて申請することになった。

また、この地域の一部に土砂掘削の許可が出ており、処理場建設のためには許可地域を一部縮小する必要がある。事業者であるスコピエ市が詳細設計時に、農業森林水経済省と許可を得ている Vardar Gradba と協議をし、必要に応じて補償する。

(8)　社会インフラストラクチャーとサービス

建設時には既存の社会インフラストラクチャーとサービスに交通の迂回・阻害や歩行者やバイクの通行の妨げ等により負の影響が予想される。また資材等を運ぶトラックの増加により交通量や交通事故の増加も起こりうる。

影響の緩和のために、下記の緩和策を採る。

- 工事と交通の迂回ルートを示す標識を設置する。
- 重機やトラック等による交通により損傷した道路の改修を行う。
- 大気汚染や騒音・振動に対する予防手段を講じる。

(9)　騒音と振動

建設期間中、資材運搬、重機・機械の運転により騒音・振動が発生する。想定される騒音レベルは 65 から 70db と考えられるが、一時的に 90db までレベルが上昇することがあると予想される。対策としては、

- 騒音を最小にするために適切な工事計画を策定する。
- 90db を超える騒音を出す重機・機器は使用しない。
- 居住地では工事時間に留意する。
- 住民への影響を最小にするために、警笛の使用は避ける。

(10)　廃棄物

建設期間中には、掘削した残土・建設場所の草木等の除去、建設活動による一般廃棄物や商業廃棄物の発生が考えられる。詳細設計時に廃棄物管理計画を策定し、収集・運搬・処分について検討し、適切な最終処分場所を決定する。

6.6.2　運営時

(1)　水質（地下水及びバルダル川）

処理場運営により、今まで未処理のまま河川に放流されていた汚水が処理されることになりバルダル川の水質は改善される。また地下水はバルダル川で涵養されていることから、バルダル川汚染により地下水が汚染されているが、地下水の水質改善も予測される。

一方で、処理場運営時には、処理システムや乾燥床、汚泥の一時貯留所からの浸透による汚染の可能性がある。これら施設からの地下水・河川への影響を防ぐために不浸透性の機能をつけ、浸出水の排水路を設置すると共に、バルダル川からの洪水を防ぐため堤防を設置する必要がある。具体的な方策としては、底にコンクリートを張り、その上に砂利等の浸透性材料を入れ排水管を

設置することが考えられる。また、処理場へは工場廃水を受入れることから、工場廃水に重金属等の有害物質が含まれている場合には、処理水にも有害物質が含まれる可能性があり、排出先であるバルダル川の水質に影響を及ぼす危険性がある。環境法に基づき廃水管理を含む IPPC 制度が発足、工場廃水の前処理は各工場の責任となっているため、汚染の危険性は低いと考えられる。適正に前処理されていない廃水が処理場に入った場合には、工場監督の責任と立入り検査の権限を持つ環境都市計画省もしくはスコピエ市に通報し同省あるいはスコピエ市が、あるいはスコピエ上下水道公社にもその権限を付与し同公社が、工場の前処理を徹底させる。

(2)　保護区／動植物

処理場運営によりバルダル川の水質が改善されることで水生動物相の改善・回復につながる。

保護区への処理場運営による影響として、汚泥乾燥床・汚泥の一時貯留施設からの地下水・土壌汚染が考えられる。汚泥処理施設からの浸透による地下水汚染への対策は上述にあるとおりである。土壌に対しては、重金属を含む汚泥が風により拡散した場合にありえる影響である。一般的に風による飛散は起こりにくいと考えられるが、保護区域と天日乾燥床・一時貯留施設の間に緑地帯を設けることを提案する（図 6.2）。緑地帯は狭いところでも 30m を確保している。また過剰乾燥による飛散の可能性もあることから、これを防ぐため定期的に乾燥度合いをモニターし適宜汚泥を処分場へ運搬する等の対策が必要である。一時貯留する汚泥は、貯留期間が長く乾燥が進む可能性が高く飛散の恐れがあるため、汚泥をシート等で覆う対策を取る。

また、運営時には人間や車輌移動により人間の接近に敏感な鳥や哺乳類に負の影響を与える。さらに小動物の道路横断などによる衝突死の可能性がある。ただし頻繁な人間・車輌移動ではないことから影響は低いと想定される。

緩和策として、処理水を Ostrovo の周囲にある旧河川跡に流して処理場との間に境界を作ることが推奨される。鳥は水による境界で隔離されることによって人の接近により寛大になるため、影響が緩和される。また水の境界は鳥・哺乳類の水飲み場ともなり、正の影響を与えることになる。さらに、小動物の移動の際の車輌との衝突死を避けるために、道路下に小動物が移動できる施設によっても、動物への影響を緩和できる。また保護区との境界に設ける緑地帯により動物への影響は緩和される。

処理場運営による Arboretum の植物への影響はないと想定される。一方で、第 2 回ステークホルダー協議の際に、Arboretum を運営するスコピエ大学森林科より河道改修や過去の地震により地下水位が低下しており、処理場運営によるさらなる地下水への影響に関する懸念が表明された。処理場施設はポンプ場を除き、地下水位より上に建設されることから、運営による地下水位への影響はない。ただし万が一地下水位への影響が起こった際には、処理水を Arboretum での植物栽培に再利用することを提案する。

(3)　雇用や生計手段等の地域経済

地域経済への影響としては、処理場運営による水道・下水道料金の値上げが考えられる。財務分析の結果によると、増加する維持管理費を賄うためには現在の料金から約 20%の値上げが必要となる（詳細については 7.1 章を参照）。これらの影響は避けようがないものであるが、事前にプロジェクトに関する啓発活動を行い、プロジェクトの目的・必要性や重要性を住民に理解してもらい、料金値上げに関する理解を深めることが重要である。

(4)　廃棄物（汚泥）

汚水処理の過程において汚泥が約 80m^3/日発生する。汚泥処分については 6.5.4 で代替案検討したとおり、基本的には既存廃棄物処分場で処理を行う。また基準を満たしていれば農業に再利用することもできる。汚泥に重金属が含まれている等有害廃棄物にあたると判明した場合には、環境都市計画省が計画する有害廃棄物処分場での汚泥処理が必要となる。

(5)　悪臭

処理場の運営により、周辺住民に不快に感じる悪臭が発生することが考えられる。悪臭が発生しそうなのは、未処理汚水が処理場へ流入する箇所、沈殿地、汚泥処理の過程である。

悪臭の広がりをシミュレーションし、悪臭レベルと到達範囲の予想を行った（Appendix 6.3 の Annex 20 に詳細あり）。シミュレーションの結果、何も対策を取らない場合では周辺住民に臭気が拡散し問題になりそうである。3.0 Ou m^{-3}[3]がアイルランド（EU の統一数値がないことからアイルランドの数値を採用）の定める限界値であるが、北西に位置する処理場施設より 450m ほど離れている一部居住地が 1.5～3.0 Ou m^{-3} の範囲に位置している。不愉快な臭いと感知する可能性が高く、苦情が発生する恐れがある。そのため、下記の緩和策を取る必要がある。

- 臭気を発生させる施設はなるべく居住地区から離れた場所に設置する。
- 嫌気状況や腐敗状況を作らないように適切に維持管理を行う。
- 詳細設計時に悪臭管理計画を策定する。
- 汚水が処理場へ流入する箇所（流入、スクリーン、沈砂池等）はふたをする。
- 汚泥乾燥床の周囲に緑地帯を設け、悪臭の拡散を防ぐ。

これら緩和策を取ることにより、下図右のように悪臭の拡散エリアが減少し、住宅地への悪臭の影響は発生しないと言える。

[3] Ou m^{-3}: 臭気単位

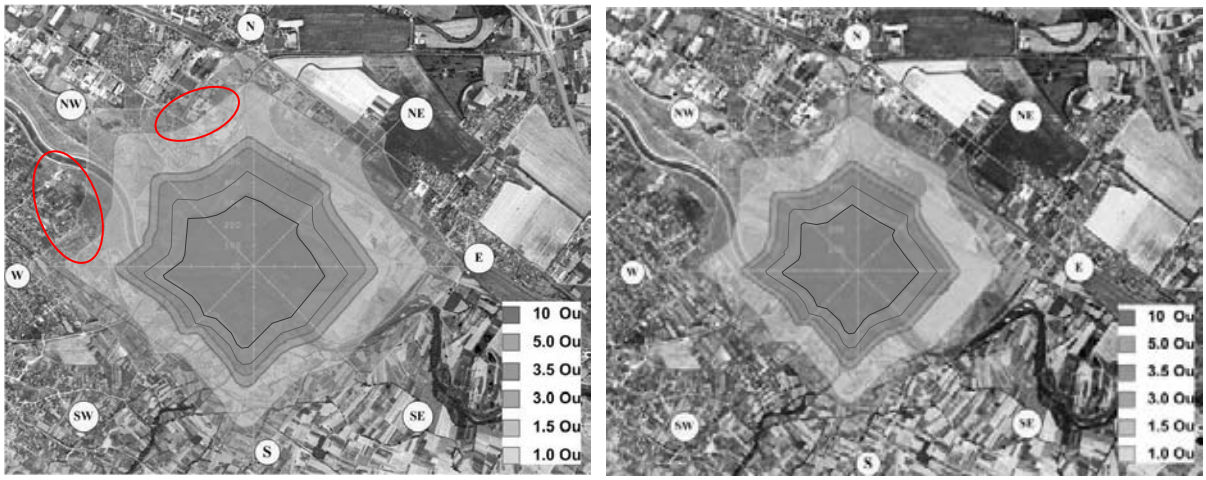


図 6.10　シミュレーション結果（左：緩和策なし、右：緩和策あり）

6.7　モニタリング計画

モニタリング計画は下記を目的として策定される。

- プロジェクト実施許可の際の条件が実行されているかの確認
- 影響が許容限度内になっているかの確認
- 予測できない影響や変化への対処
- 環境への便益が実践によって最大限引き出されたかの確認

建設期間中は、表流水、地下水、大気、騒音及び振動を観測し、運営時には先の項目に加え、流入汚水、処理水、汚泥、悪臭、バイオガスに関する観測を実施する。

表流水と地下水の管理は、ローカル・モニタリング・ネットワークの一部として、スコピエ市が責任を負う。建設期間中の大気・騒音及び振動に関する監視は請負業者/事業者の義務であり、運営中の大気・騒音及び振動、悪臭、流入汚水、処理水、汚泥、バイオガスに関しては処理場運営者の責任において監視を行う。監視結果については、スコピエ市、請負業者/事業者から環境都市計画省へ報告する。詳細なモニタリング計画については Appendix 6.3 の 6.2 に記載してある。

表 6.8　モニタリング計画（建設時）

項目	パラメーター	場所	頻度	担当機関
バルダル川（表流水）	- 水量 - 水質（BOD, COD, SS, pH）	- 処理場予定地上流 - 処理場予定地下流	- 水量：月 1 回 - 水質：月 1 回	スコピエ市（建設会社）
地下水	- 水量 - 水質（BOD, COD, SS, pH）	- 処理場内観測井（5 箇所ほど）	- 水位：月 1 回 - 水質：月 1 回	スコピエ市（建設会社）
大気		処理場内及び周辺	- 月 1 回	建設会社
騒音・振動		処理場内及び周辺	- 月 1 回	建設会社

表 6.9　モニタリング計画（運営時）

項目	パラメーター	場所	頻度*	担当機関
バルダル川（表流水）	- 水量 - 水質（BOD, COD, SS, pH, NH_4-N, NO_2-N, NO_3-N, T-N, T-P, colour, turbidity）	- 処理場予定地上流 - 処理水流入後の処理場予定地下流	- 水量：週 1 回 - 水質：週 1 回	スコピエ市 環境都市計画省
地下水	- 水量 - 水質（BOD, COD, SS, pH）	- 処理場内観察井（乾燥床付近を含む）	- 水位：月 1 回 - 水質：週 1 回	スコピエ市 運営者（Vodovod）
大気		処理場内	- 大気質：年 4 回 - 排出大気：年 4 回	運営者（Vodovod）
騒音・振動		処理場予定地及び周辺	- 年 2 回	運営者（Vodovod）
悪臭		処理場内及び周辺エリア	- 月 1 回(処理場境界にて) - 必要に応じて周辺エリア	運営者（Vodovod）
流入汚水	- 水量 - 水質**	汚水流入施設	- 月 2 回	運営者（Vodovod）
処理水	- 水量 - 水質**	バルダル川への放流箇所	- 月 2 回	運営者（Vodovod）
汚泥	- 量 - 質（固形分、重金属、pH）	乾燥床（最終段階）	- 月 1 回	運営者（Vodovod）

*　モニタリング頻度は最低限必要とされる回数

**　BOD, COD, TSS, pH, coliform, n-hexane extract, Phenol, Cupper, Zinc, Iron, Manganese, Total chromium, Cadmium, Organic phosphorus, Lead, Hexavelent chromium, Arsenic, Total mercury, Alkyl-Hg, Poly biphenyl Chloride (PBC), Tri-chloroethylene, Tetrachloroethylen, Di-chloromethane, Butyl chloride carbon (CCl4), 1.2-dichloroethane, 1.1-dichloroethylen, cis-1.2-dichloroethylene, 1.1.1-trichroroethane, 1.1.2-trichroroethane, 1.3-dichloropropene, Thriuram, Simazine, Thiobencarb, Benzene, Selenium, Boric acid, Fluorine （Part II (F/S)第 4 章、表 4.10 のパラメーターと同じ）

6.8　危険分析及び危機管理計画

危機管理計画は、環境に重大な影響を及ぼす危険が起こるような非常事態における行動計画について規定したものである。計画には、

- 環境に影響を及ぼすような運転停止（整備・保守、故障、修理等）
- 幹線布設・処理場建設中に起こりうる事故
- 運営時に起こりうる事故（基準に満たない処理水の排出、幹線の破損、重金属等を含む工場廃水の流入等）

上記 3 つに関し、起こりうる危険を分析、その度合を予測し取るべき対策及び責任機関について提案をしている。詳細な計画については Appendix 6.3 の 7 に記載してある。

6.9　ステークホルダー協議

6.9.1　開催及び目的

ステークホルダー協議は下記の通りに開催され、F/S 調査時には第 3 回目のステークホルダー協議が開催された。第 1 回及び第 2 回の詳細については、Part I (B/P) 7 章及び Appendix 7 に記載がある。

表 6.10　ステークホルダー協議開催時期及び目的

回	開催時期	目的
第 1 回	2007 年 11 月 9 日	• JICA 調査の紹介（目的・内容・スケジュール等） • 環境社会配慮調査の方法・内容等 • スコーピング案の紹介
第 2 回	2008 年 2 月 22 日	• 基本計画の内容及び初期環境影響評価調査の結果 • F/S での優先プロジェクトとスコーピング案の紹介
第 3 回	2008 年 10 月 16 日	• F/S 調査結果 • 環境影響評価の結果

ステークホルダー協議の開催者はスコピエ市であり、運輸通信省、環境都市計画省、JICA 調査団と協力して開催した。

6.9.2　ステークホルダーの選択

ステークホルダーの選択は JICA 調査団と協力し、スコピエ市が行った。

- 調査地域に居住する人、プロジェクトにより影響を受ける人（PAPs）
- 中央政府ならびに関係政府機関（運輸通信省、環境都市計画省、農業森林水経済省等）
- スコピエ市ならびに 10 区
- 研究機関・大学（水文気象研究所、衛生研究所等）
- 環境分野で活動している NGO
- 国際援助機関
- 工場関係者

6.9.3　第 3 回ステークホルダー協議

第 3 回ステークホルダー協議がスコピエ市主催により 2008 年 10 月 16 日に開催され、47 名が参加した。

表 6.11　第 3 回ステークホルダー協議参加者

中央政府、関係政府機関	3	NGO	1
スコピエ市、区	16	国際援助機関	2
研究機関・大学（公社含む）	13	工場関係者	3
その他	9	合計	47

参加者より下記のような質問・コメントがあった。

- なぜ Saraj と Dracevo は中央処理区から分離して別処理なのか。中央処理区に入れるべきではないか。
- 汚泥処理に乾燥床が採用されているが、原始的な手法である。汚泥が野外で乾燥されると

いうことで環境面にも負の影響があるわけだから、スコピエ市にはこの処理方法は適していないと考える。

- この下水処理はバルダル川沿いの他の都市にもモデルとして適用できる。また、処理水と汚泥は有害でないならば農業に再利用されるべきである。

詳細については Appendix 6.4 の議事録を参照。

6.10　公聴会

マケドニア国の環境影響評価制度において、環境都市計画省による公聴会の開催が義務付けられている。2008 年 12 月に環境都市計画省ならびにスコピエ市のウェブサイトにて開催が掲載、2009 年 1 月 23 日に開催された。まず環境都市計画省による挨拶、環境影響評価制度の説明、スコピエ市による挨拶、及びプロジェクト説明（一部調査団が実施）の後、質疑応答が実施された。参加者は環境都市計画省・スコピエ市、調査団関係者以外では約 10 名ほどであった。

第7章　優先プロジェクトの評価

7.1　財務評価

7.1.1　財務評価の方法

本事業で建設される汚水処理施設と幹線遮集管は、スコピエ上下水道公社の下水道施設の大きな部分を占めることになる。また、他の部分が完全に機能しなければこれら施設も機能を発揮できない。一方公社は財務的及び人的資源を水道・下水道に分離することなく使い、また水道と下水道の経理を一緒にして行っている。公社はこれを水道と下水道に分割する意図がないし、分けることにメリットを見ていない。実際に一つの経費項目、例えば維持管理の人件費を水道用・下水道用に分離することはほとんど不可能である。従って財務評価は公社全体として行う。

財務評価とは一つのプロジェクトにおける投資に対する財務的利益（損失）を推し量ることである。公社は事業体として発生する収益と経費を記録する損益計算書と貸借対照表を作成しているが、資金運用表は作っていない。プロジェクトの財務評価のためには (1)予測損益計算書および (2) 予測資金運用表を作成する必要がある。前者はプロジェクトの寿命（運用期間）中の利益（損失）を予見するものであり、後者は投下資本（初期投資、再投資を含む）及び借入金の返済の額に対して資本の源泉が十分にあるかどうかを検証する。

7.1.2　財務的費用

プロジェクトの財務的費用は(1)プロジェクトの寿命期間中にその運営で発生する経費及び(2)同期間で要する初期投資、機器の更新のための追加投資及び借入金返済資金からなる資本的経費に分けられる。

(1)　運営費

運営費には次のような項目がある。

a)　直接的（運営）経費
b)　償却費
c)　間接的経費
d)　給与及び報酬
e)　サービス購入費
f)　不良債権除却費（回収不能受取勘定）
g)　支払い利子
h)　税金

a) 直接的(運営)経費は原材料費、電力・エネルギー費、部品等である。

c) 間接的経費には職員手当、旅費、交通費、支給品費（食糧、衣服等）、休暇補助、年金補助、職員健康保険料、広告宣伝費、保険料、税金（スコピエ上下水道公社として払う VAT および事業所得税含まず）、銀行手数料、研修費等が含まれる。

e) サービス購入費は運輸・コミュニケーションサービス、通常保守管理（道路掘削後の修復

等)、レンタル料等。

h) 水道料金請求高の 5%の VAT および 純益の 10%の事業所得税

(2)　資本的費用

資本的費用には以下の項目がある。

a)　プロジェクトの初期費

b)　借入金償還費

c)　（機器更新のための）再投資

a)　キャッシュ・フローの観点から見て、プロジェクトの資本とする政府の無償投資資金も外国借入金による資本同様資本収入を形成する。

b)　借入金の償還は資本的支出に該当。

c)　再投資には借入金を充てる場合も累積償却費を充てる場合もある。

資本的費用はキャッシュ・フロー表において長期的に資本的収入と同額かそれ以下である必要がある。

7.1.3　財務的便益

基本的に財務的便益は事業体の運営によってもたらされる。財務的便益は事業運営によるプロジェクト寿命期間中の収益と定義できる。政府や市の補助金があればそれも便益の一部となる。プロジェクトの建設資金としては借入金が重要な資本の収入源となる。

財務評価におけるプロジェクト運営の純益はプロジェクトの寿命期間（30 年）の長期的損益計算書によって算出され、資本的収入と資本的支出は資金運用表によって示される。

プロジェクト初期投資の 80%が JICA によって、また同 20%が政府ないしは IPA 資金（Instrument for Pre-Accession [IPA] fund）によって資金手当てされると想定した場合における予測損益計算書および予測資金運用表を表 7.1 及び表 7.2 に掲出する。（同表は非常に長いのでここには 2011 年～2017 年の値のみ示されている。）

表 7.1 予測損益計算書

PE Income Statements 2007-46 ('000) Variable Rate hike %: 20 (Scenario-3: JICA80%; IPA10%; EU0%; Gov.10%; +20% Tariff; 100% Dpr.)
Depreciation accounted % 100 O&M cost change % 0

No	Description	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
	Water demand 1000 m^3/yr	39,419	39928	40444	40968	41499	42038	42585	43140	43673	44079	44489
	Av. Water rate MKD/m^3	32.11	32.03	31.96	31.88	31.80	31.72	31.64	31.56	37.77	37.78	37.79
1	Total revenue	**1,219,396**	1,319,271	1,333,063	1,346,999	1,361,082	1,375,312	1,389,692	1,404,223	1,688,278	1,703,909	1,719,689
1.1	Revenue from selling services 1)	1,265,804	1,279,054	1,292,444	1,305,975	1,319,647	1,333,463	1,347,425	1,361,533	1,649,705	1,665,336	1,681,116
1.2	Revenue from financing - interest 2)	5,781	5,839	5,897	5,956	6,016	6,076	6,137	6,198	1,716	1,716	1,716
1.3	Other income 3)	34,037	34,377	34,721	35,068	35,419	35,773	36,131	36,492	36,857	36,857	36,857
2	Total expenses	**1,169,777**	1,146,433	1,195,741	1,199,345	1,202,805	1,206,397	1,210,130	1,214,009	1,291,889	1,289,560	1,566,835
2.1	Total material expenses 4)	133,476	140,150	147,157	151,572	156,119	160,803	165,627	170,596	174,008	177,488	228,388
2.2	Depreciation 5)	168,485	173,540	178,746	182,321	185,967	189,686	193,480	197,350	201,297	205,323	426,452
2.3	Non-material expenses 6)	159,384	167,353	175,721	180,992	186,422	192,015	197,775	203,709	207,783	211,938	231,458
2.4	Gross payment of salaries 7)	346,955	381,651	419,816	419,816	419,816	419,816	419,816	419,816	461,797	461,797	461,797
2.5	Procured value of goods 8)	26,145	26,929	27,737	28,569	29,141	29,724	30,318	30,924	31,543	32,174	32,817
2.6	Dismissal of uncollectible receivable accounts (non-paid bills) 9)	334,332	255,811	245,564	235,075	224,340	213,354	202,114	190,615	214,462	199,840	184,923
2.7	Expenses from interest rates	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
3.2	Gross income	49,619	172,837	137,321	147,654	158,277	168,915	179,563	190,215	396,389	414,349	152,854
4	Income tax	43,857	81,236	78,354	80,064	81,810	83,565	85,328	87,098	122,124	124,702	99,341
3.2	Income after tax (Retained earnings)	**5,762**	**91,601**	**58,967**	**67,590**	**76,467**	**85,350**	**94,235**	**103,116**	**274,265**	**289,648**	**53,513**
Tax	VAT (%)	5	Income Tax	10								

表 7.2 予測資金運用表

Cash Flow Statements - 2007-2045 (Scenario-3: Drying bed: JICA80%; EU0%;IPA10; Gov.10%; 20% tariff Increase; 100% Dpreciation)
(Rate increase %:)

Sources of funds	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Depreciation	168,485	173,540	178,746	182,321	185,967	189,686	193,480	197,350	201,297	205,323	426,452
Retained earnings	5,762	91,601	58,967	67,590	76,467	85,350	94,235	103,116	274,265	289,648	53,513
Loan					321737	321737	1286947	1608684	1608683.8	1286947.1	
Total sources	174,247	265,140	237,713	249,910	584,171	596,774	1,574,662	1,909,150	2,084,246	1,781,917	479,965
Application of funds						1	2	3	4	5	6
Construction					321737	321737	1286947	1608684	1608683.8	1286947.1	
Loan repayment 1						0	0	0	0	0	0
Loan repayment 2											
Total uses	0	0	0	0	321737	321737	1286947	1608684	1608684	1286947	0
Balance	174,247	265,140	237,713	249,910	262,434	275,037	287,715	300,466	475,562	494,970	479,965
Accumulated balance	174,247	439,387	677,100	927,010	1,189,445	1,464,481	1,752,197	2,052,663	2,528,225	3,023,195	3,503,160

7.1.4　支払い可能額評価

支払い可能額とは一般家庭がその可処分所得の中から水道（及び下水道）料金として支払い可能な限度額をいう。

(1)　水道及び下水道料金

スコピエ上下水道公社の現行水道及び下水道料金単価は以下の表のとおりである。

表 7.3　現行の水道及び下水道料金単価

	家庭 (MKD/m^3)	営業 (MKD/m^3)
水道料金	17.25	46.63
下水道料金	12.12	19.17
合　計	29.39	65.80

本調査の下で行われた住民意識調査（403 世帯を対象、AppendixI.10.1 参照）によれば、平均的収入の世帯では月平均 17.5 m^3/月の水を消費する（図 7.1 参照）。低所得層（下位 25%帯所得レベル）ではこれが 8.0 m^3/月となる。従って水道及び下水道料金は表 7.4 のように計算される。

表 7.4　収入グループごとの水道と下水道料金

所得分類	使用量 (m^3)	水道 (MKD/ m^3)		下水道 (MKD/ m^3)		合計 (MKD)
		単価	料金	単価	料金	
低所得層	8.0	17.25	138	12.12	97	235
中所得層	17.5	17.25	302	12.12	212	514

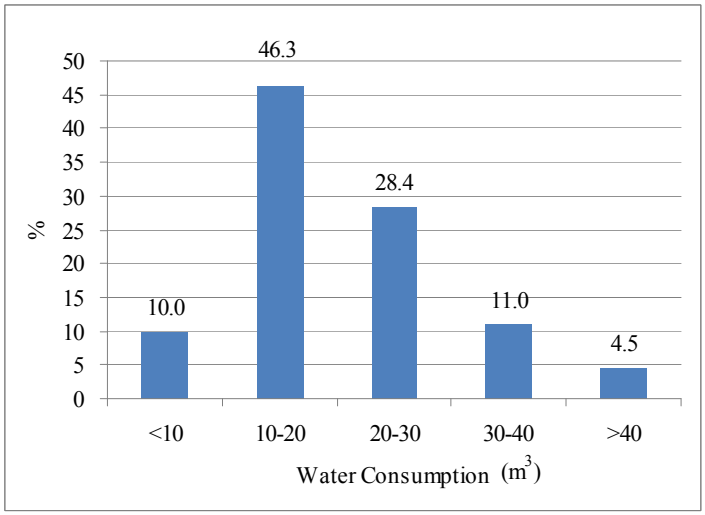


図 7.1　世帯の月間水消費量分布

(2)　世帯所得

上記住民意識調査によれば、スコピエ市において平均的世帯（50%帯）の収入は月 16,000/MKD、低所得層の月収入は 8,000 MKD であった（図 7.2 参照）。

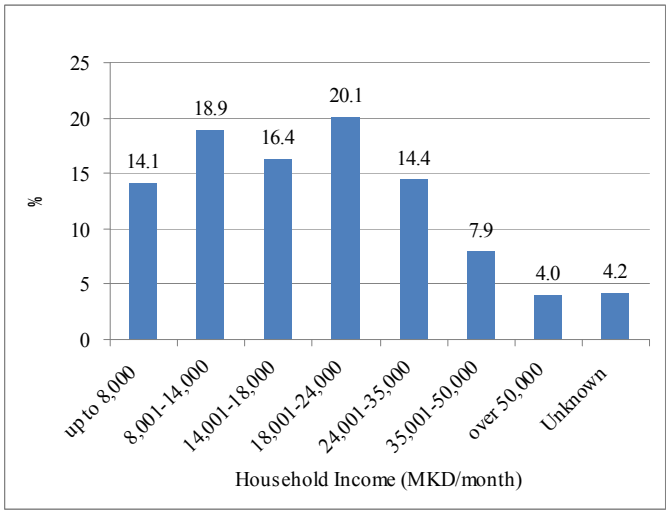


図 7.2　月間世帯収入分布

(3)　支払い可能額

上記のように平均的所得世帯の上下水道料金は 514 MKD/月であり、これは可処分所得 16,000 MKD の 3.2 %に相当する。低所得世帯ではこれが 2.9%になる。統計年報（2007）によればマケドニアの平均的世帯の年間所得は 267,523 MKD であったが、消費支出は 379,378 MKD もあり、その差は 42 % もある。つまりマケドニアの世帯は公式に把握される所得よりはるかに多い支出を行っている（いわゆる unofficial economy 貢献度が大きい）。それを見れば実際の支払い可能額は上記よりかなり高いものとみなすことができよう。

WHO 及び国際金融機関等援助機関のガイドラインによれば上下水道料金に関する支払い可能額は可処分世帯所得額の 4%である。これに従えば、マケドニアの平均的所得世帯の支払い可能額は 640 MKD/m^3、低所得世帯層のそれは 320 MKD/m^3 となる。

7.1.5　支払い意志額評価

上記社会影響調査によれば、改善された下水道サービスに対する現行料金に追加してよい支払意志額は図 7.3 になる。

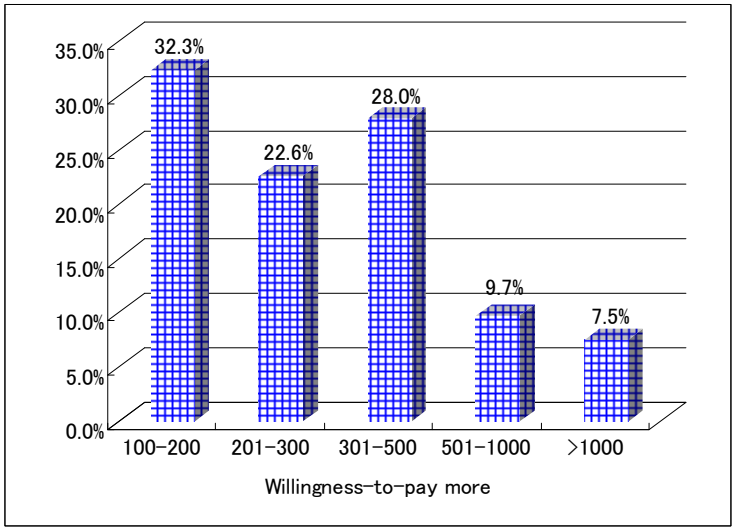


図 7.3　改善された下水道サービスに対する支払意思額

現行料金に追加してよい平均的支払い意志額は世帯当たり 432 MKD/月となった。低所得世帯層のそれは 220 MKD/月となった。従って現行料金との合計額は表 7.5 のようになった。

表 7.5　上下水道サービスに対する支払意思額の合計

所得分類	現行の水道サービスに対する支払額 (MKD)	現行の下水道サービスに対する支払額 (MKD)	改善された下水道サービスに対する支払意思額 (MKD)	合計 (MKD)
低所得層	138	97	220	455
中所得層	302	212	432	946

合計支払い意志は中位所得、低位所得両階層でかなり高い。946MKD および 455MKD はそれぞれの階層の可処分所得の 5.9% 及び 5.7%に相当する。支払い意志額と支払い可能額とは通常一致しないが、この結果は居住環境の改善に対するコストを負担する意志はかなり高いものとみなすことができる。

7.1.6　財務評価のシナリオ

(1)　一般

事業の収支を改善するには二つの方向がある。(1)収入を増加させる、あるいは(2)支出を削減する。収入を増加させるには、

1-1)　給水量（したがって汚水量も）を増加させる

1-2)　給水件数を増加させる

1-3)　料金回収率を増加させる（回収不能受取勘定を減少させる）

1-4)　水道料金及び下水道料金を増額する

支出を削減するには、

2-1) 人件費を削減する

2-2) 直接的経費を削減する
2-3) 間接的経費を削減する
2-4) 回収不能受取勘定の除却を少なくする
2-5) 資本費を減少させる

給水量の増加は、需要の満たされない人口が相当数あり、しかも水源容量に余裕がある場合、配水管を新設するなどして給水量を増加させられる。しかし公社の場合普及率はほぼ 100%であり、急に給水量を増加させられる状況ではない。ただ、人口の増加分については給水量の増加が見込める。また現在市民の生活が豊かになりつつあると認められ、風呂、食洗機、自動洗濯機のような多量水消費型家庭用機器の普及が進めば給水量の増加につながる。

現在料金回収率は、公社の努力にもかかわらず、80%にとどまっている。これを増加させることは可能であろう。回収率をせめて 90%程度まで伸ばす努力が必要である。

給水・下水道料金増額は、最後に取るべき手段ではあるが、最も有効な施策である。しかしその範囲は需要者の支払い能力及び支払い意志を超えない程度でなければならない。前述のように公社の需要者一般については改善された下水道サービスに対してまだ料金値上げを容認できる余地が残されている。

人件費の削減について一般には人員が過剰であれば人員そして人件費削減は可能である。しかし、他の企業同様、公社の場合も人員削減はデリケートな問題である。公社はその職員数が比較的多いことは認めている。しかし機械化・自動化が十分に進まず、労働集約的な（たとえば保安警備要員）現場が多い現状で大幅な人員削減は難しいと考えている。

直接的経費つまりエネルギー費、燃料費、薬品費、修繕費、部品代金等の削減は状況に応じ可能である。たとえば、現在総経費の 7.2% を占めるエネルギー費は古いポンプのランナーの取り換え等でその効率を上げることでかなり削減できよう。

間接的経費つまり旅費、手当、社会保険料、（職員に付随する）税金等は公社のサービスの量と必ずしも連動せず、削減が可能かどうか不明である。

償却費及び支払い利息について、公社が計上している既存の資産に対する償却費はむしろ常識的な線より少なめである。しかし今後の新しい施設については、将来とも施設の新設・更新が政府の無償資金で行われるのであれば、償却費の削減は可能である。

回収不能受取勘定の除却は 2006 年には給水収益の 17.9%に及んだ。この削減は可能であり、そうするよう努力する必要がある。

(2)　シナリオ

本プロジェクトの財務的存続性はいかに述べるようなシナリオを想定して検討する。それらシナ

リオには資金源、その借款条件、料金値上げの程度、償却費という形での資本コスト回収の程度が織り込まれる。

1) 資金源の要素[1]

表 7.6　資金源の要素

		返済期間	据置期間	利率
EU 資金：EIB	融資	20 年	0 年	4.00 %
国際協力機構（JICA）	融資	40 年	10 年	0.75 %[2]
EU 資金：IPA	無償	-	-	-
政府資金	無償	-	-	-

2) 資金源組み合わせの要素

(a) EIB 資金：プロジェクトコストの 90%、50%または 0%

(b) JICA 資金：80%、50%または 0%

(c) IPA 資金：10%または 0%

(d) 政府無償資金：100%、10%または 0%

3) コスト回収程度の要素

(a) 維持管理費（O&M）コスト回収程度の要素：100%

- 公社の財務状況を見るに、100%の O&M コストをいずれの場合でも回収できるので、それ以下の O&M コスト回収率は考慮しない。

(b) 資本費回収程度（償却費として）の要素：100%

4) 料金値上げの要素：20%

選定されたシナリオを表 7.7 に掲げる。各要素は%で示されている。

表 7.7　財務評価のシナリオ

(単位：%)

シナリオ	EIB	JICA	IPA	政府	料金値上げ	償却
1	90	0	0	10	20	100
2	50	50	0	0	20	100
3	0	80	10	10	20	100
4*	0	0	0	100	20	100

* JICA からの資金は受けるが、返済は政府が肩代わりし、施設は無償で公社に引き渡される。

(3)　プロジェクトの財務評価

プロジェクトの財務評価にあっては、プロジェクト寿命期間の全部にわたる損益計算書および資金運用表を作成する。損益計算書（経常収支）の収益サイドには給水（下水道）収入、その他の収入、支出サイドには直接的費用、間接的費用、償却費、給与費、サービス購入費、回収不能受取勘定除却費、その他費用が計上される。資金運用表（資本収支）にあっては、資金的収入とし

[1] 各融資機関の融資条件は 2007 年末現在適用されていたものである。
[2] 利率は借入国の国民所得水準によって異なる。本件では中所得国における環境案件を想定。

て経常会計剰余金、償却費、借入・無償資金が、資本的使途（支出）としてプロジェクト初期投資、同機器等更新用再投資、借入金償還を計上する。長期的な観点からは、損益計算書ではプロジェクト寿命の全期間にわたって収支が均衡し、一時的にせよあまり大きな欠損が生じてはならない。一方資金運用表にあっては、原則として同前の期間にわたって資本的収入が資本的支出を下回ってはならない。

基本計画（B/P）の需要予測に従い以下を仮定した。(1) 家庭需要は、2008 年から 2015 年は 1%/年増加、2016 年から 2020 年は 0.9%/年増加、それ以降を同じとした。(2) 工場需要は、2008 年から 2015 年は 1.1%/年増加、2016 年から 2020 年は 1%/年増加、それ以降を同じとした。また、支出は 2008 年から 2009 年を 3%から 5%増加、2010 年から 2015 年を 2%から 3%増加とした。建設されるプロジェクト資産の償却費は、運用の開始が予定されている 2015 年から計上する。

（シナリオ 0）ベース・ケース（プロジェクトがない場合を想定）; 仮定：料金値上げなし
プロジェクトの財務的評価に先立ち、プロジェクトがない状態での公社の財務的評価を行った。

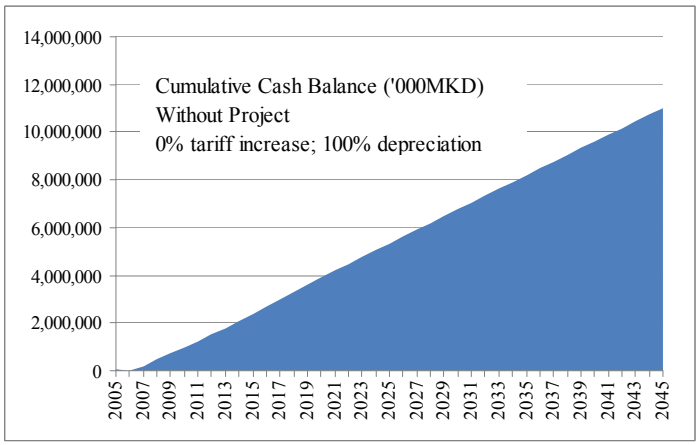


図 7.4　キャッシュ・フロー（シナリオ 0）

結果として、公社は全期間にわたり経常収支は最初の 1、2 年を除いて常にプラスであり、資本収支も同様に健全である。

上記各シナリオに従ってプロジェクトの財務的評価を以下に行う。

表 7.8　シナリオ 1

シナリオ 1				
資金源	EU (EIB) 資金	IPA 資金 (無償)	JICA 資金	政府資金 (無償)
融資割合(%)	90	0	0	10
利率(%) / 返済期間(年) / 返済猶予期間(年)	4.00/20/0	-	0.75/40/10	-
財務評価条件	料金値上げ(%)		20	
	償却割合(%)		100	

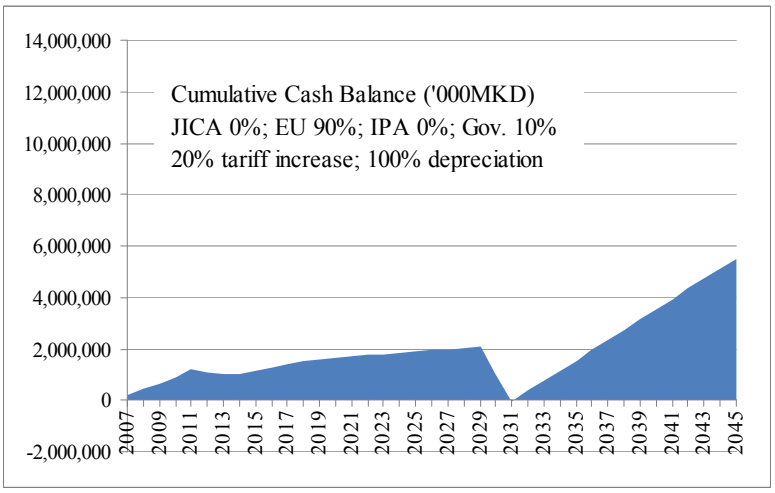


図 7.5　キャッシュ・フロー（シナリオ 1）

表 7.9　シナリオ 2

シナリオ 2				
資金源	EU (EIB) 資金	IPA 資金 (無償)	JICA 資金	政府資金 (無償)
融資割合(%)	50	0	50	10
利率(%) / 返済期間(年) / 返済猶予期間(年)	4.00/20/0	-	0.75/40/10	-
財務評価条件	料金値上げ(%)		20	
	償却割合(%)		100	

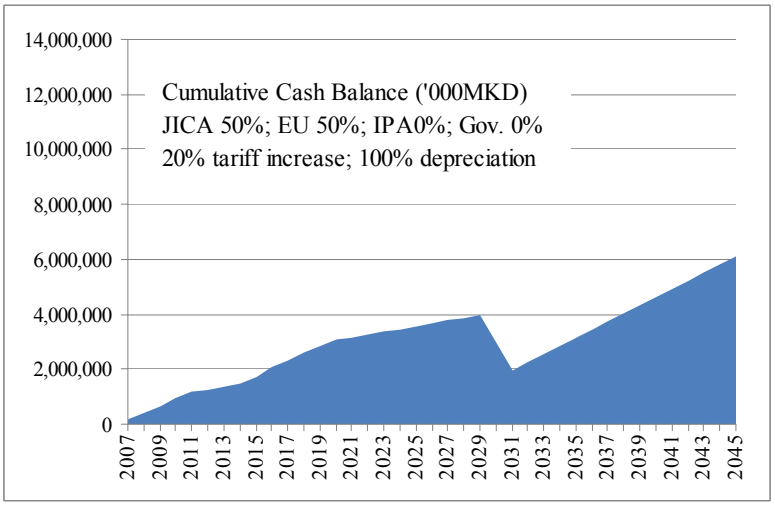


図 7.6　キャッシュ・フロー（シナリオ 2）

表 7.10　シナリオ 3

シナリオ 3				
資金源	EU (EIB) 資金	IPA 資金 (無償)	JICA 資金	政府資金 (無償)
融資割合(%)	0	10	80	10
利率(%) / 返済期間(年) / 返済猶予期間(年)	4.00/20/0	-	0.75/40/10	-
財務評価条件	料金値上げ(%)		20	
	償却割合(%)		100	

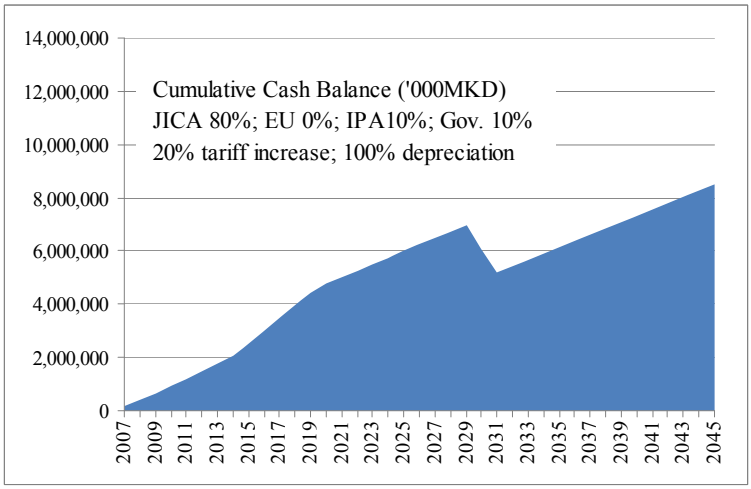


図 7.7　キャッシュ・フロー（シナリオ 3）

表 7.11　シナリオ 4

シナリオ 4				
資金源	EU (EIB) 資金	IPA 資金 (無償)	JICA 資金	政府資金 (無償)
融資割合(%)	0	0	0	100
利率(%) / 返済期間(年) / 返済猶予期間(年)	4.00/20/0	-	0.75/40/10	-
財務評価条件	料金値上げ(%)		20	
	償却割合(%)		100	

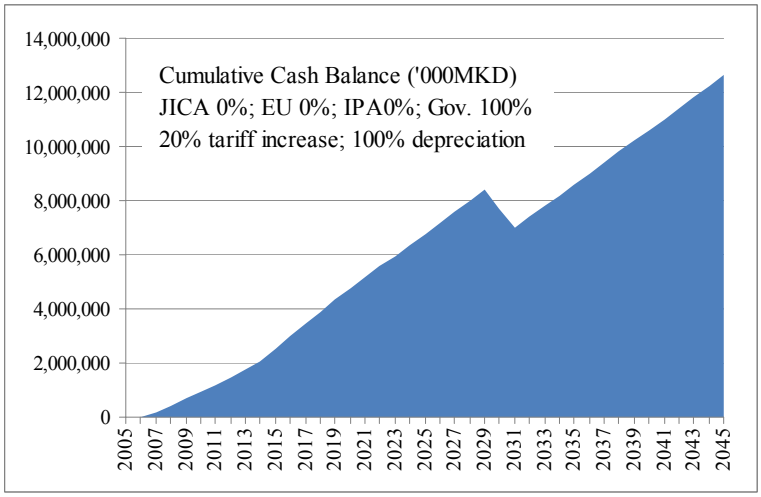


図 7.8　キャッシュ・フロー（シナリオ 4）

上記の結果、どのシナリオによっても 20%の料金値上げで経常収支に欠損は生じない。また、資本収支もシナリオ 1 で一時（機器更新のための再投資時）わずかな資金不足が生じるが、他のシナリオでは低い時期で 2,000 百万 MKD～7,000 百万 MKD、最終的には 5,500 百万 MKD～12,600 百万 MKD の資金蓄積が見込める。

料金値上げを 15%にすると、いずれのシナリオでも経常収支は 2027 年ころから赤字になり、最終的には 1,2000 百万 MKD の累積赤字となる。経常収支が早い時期に赤字となるのでプロジェク

トは持続性が保てない。

料金については、現在平均的所得世帯では月 17.5 m^3 の水を消費し、514 MKD 支出している。低所得世帯ではこれが 8 m^3 及び 235MKD である。可処分所得に対する比率はそれぞれ 3.2%、2.9%である。20%の料金値上げはこれらをそれぞれ 3.8%、3.5%に押し上げるが、まだ支払意志額及び支払い可能額の範囲内と考えてよい。

(4)　実質借入金返済額

プロジェクトのために同じ額の資金を借款しても、融資の条件によってその返済額の実質負担は大きく異なる。以下にシナリオ 1、シナリオ 2、シナリオ 3 の場合の返済額の現在価値（PV）を 10%及び 8%の割引率を使って算出した。（図 7.9 および図 7.10）

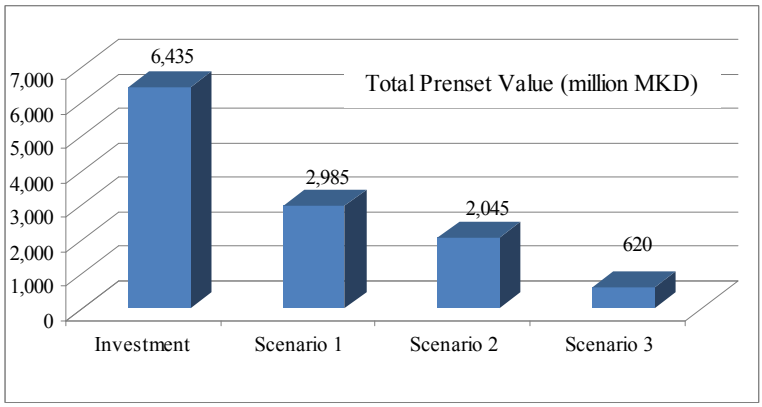


図 7.9　返済額の現在価値（割引率 10%）

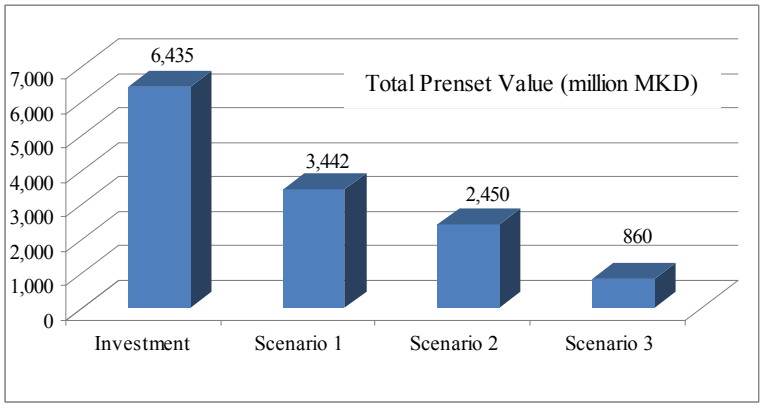


図 7.10　返済額の現在価値（割引率 8%）

割引率を 10%とした場合の返済金の合計現在価値は、シナリオ 1 は 2,985 百万 MKD、シナリオ 2 は 2,045 百万 MKD、シナリオ 3 は 620 百万 MKD となる。一方、割引率を 8%とした場合の返済金の合計現在価値は、シナリオ 1 は 3,442 百万 MKD、シナリオ 2 は 2,450 百万 MKD、シナリオ 3 は 860 百万 MKD となる。

いずれの割引率でも返済金の負担は、EIB 融資割合の高いシナリオ 1 およびシナリオ 2 が JICA 融

資割合の高いシナリオ 3 と比較して格段に重い。

7.1.7　推奨シナリオと料金値上げの提案

上記各シナリオを比較すると、プロジェクトコストが JICA ローン 80%（残り 20%は政府あるいは IPA 無償資金）で賄われた場合に最も有利な条件を得ることができ、また上下水道合わせ 20%の料金値上げで存続可能である。

したがって、推奨されるシナリオは、シナリオ 3（JICA ローン 80%、 IPA 資金 10%(無償) 及び政府資金(無償) 10%、料金値上げ 20%）である。

7.1.8　FIRR

プロジェクトの寿命期間（稼働から 30 年）の全体にわたる基準年（2010）の経常収入（受取利息除く）と各年の経常収入との差、償却費、ローンを資本的収入としてキャッシュ・フローが作成された。また、同期間の基準年（2010）の経常経費（受取利息除く）と各年の経常経費との差、初期投資、再投資、ローンの償還を資本的支出としてもう一つのキャッシュ・フローが作成された。FIRR はこれら二つのキャッシュ・フローの現在価値を等しくする割引率として計算される。

計算の結果推奨シナリオによるプロジェクトの FIRR は 5.2%となった。

以下のようにパラメーター値を変化させて感度分析を行った。

(1) プロジェクトコスト：±10%
(2) 料金値上げ幅（ベース・ケース：+20%からの増減）：20%±2.5%
(3) 汚泥処理方式変更：天日乾燥床→機械脱水方式

表 7.12　感度分析結果

パラメーター	変動幅	FIRR	汚泥処理方式
ベース・ケース	-	5.2%	天日乾燥
プロジェクトコスト	+10%	4.2%	(同)
(同)	-10%	6.3%	(同)
料金値上げ	20%+ 2.5%	6.1%	(同)
(同)	20% - 2.5%	4.2%	(同)
汚泥脱水方式	天日乾燥→機械脱水	3.1%	機械脱水

プロジェクトコストの変更±10%と料金値上げ幅 20%±2.5%の感度は同程度であり、汚泥脱水方式の変更の感度はかなり高い。

7.2　経済評価

7.2.1　経済評価の方法

(1)　プロジェクトの経済的理論的根拠

下水道プロジェクトは住民の居住環境の改善並びに自然（水）環境の改善を目的として実施され

る。現在スコピエ市では下水管きょ網はあるが崩壊ないしは閉塞個所が多く、よく機能していない。さらに深刻な問題は下水処理場がなく、未処理下水がそのままバルダル川に放流されていることである。マケドニアは EU 加盟を熱心に目指しているが、下水処理を含む環境改善のような問題の解決が加盟に先立つ要件となっている。下水処理場の建設は住民の生活をより快適で健康的なものにし、バルダル川の環境を改善し、結果的に EU 加盟を実現させ、経済活動がさらに盛んなることも期待される。

本プロジェクトは下水幹線(遮集管)と下水処理場を建設することによってスコピエの下水道を改善する。プロジェクトは 2020 年に 7,280 ha のサービスエリアと 514,000 人の裨益人口を網羅する計画となっている。プロジェクトコストは 7,230 百万 MKD（内内資分 5,240 百万 MKD、外資分 1,990 百万 MKD）となっている。

スコピエ市水道公社が収益源とする上下水道料金のうち家庭用水道料金は、17.25 MKD/m^3、同下水道料金は 12.12 MKD/m^3、業務用水道料金は 46.63 MKD/m^3、同下水道料金は 19.17 MKD/m^3 となっている。プロジェクトコストを回収するため公社は水道及び下水道料金を値上げする必要がある。本調査の下で行われた社会影響調査によれば、現在平均的所得の世帯は月 17.5 m^3 水を消費して 302 MKD、下水道料金を 214 MKD 計 516 MKD 支払っている（VAT は別）。低所得層（低位 25%帯）世帯ではこれがそれぞれ月 8m^3、138 MKD 、97 MKD、計 235MKD となっている。平均的世帯の月可処分所得は 16,000 MKD 、低所得層世帯のそれは月 8,000MKD であり、上記料金はそれぞれの可処分所得の 3.2%および 2.9%に相当する。WHO や国際開発融資機関のガイドラインによれば上下水道料金の支払い可能額は可処分所得の 4 %であり、上記の比率から見るとスコピエの世帯の支払い可能額にはかなり余裕がある。また、住民意識調査によっても下水処理場の建設によって改善された下水道に対しては 4%を超える支払い意志が示されている。

プロジェクトの計画はより広い開発目標に基づいて作られるべきものであるが、その環境改善の開発目標は国家開発基本計画の中で明示され、さらに公共投資プログラムにも記載されている。また、改正された水法の主要開発目標にも下水道プロジェクトのなすべき貢献がうたわれている。

(2)　マクロエコノミー及びセクター開発に対する考慮

政府は現在まで上下水道の建設については国家予算でその費用を賄い、また今回も交通通信省が本調査のステアリング・コミティを主催するなど水セクターの開発に深く関わってきた。

本調査において、セクター開発のフレームワークは以下のように概説されている。

- 将来需要が設定されている：(1)現在（2006 年）排水人口 447,000 人が 2020 年に 514,000 人に増加する。(2)現在家庭用汚水流量 89,500 m^3/日が同年に 102,700 m^3/日に増加する。(3)同じく工場排水は 24,300 m^3/日から 32,300 m^3/日に増加する。
- 既存水源容量 450,000 m^3/日は将来需要を十分に満たせる。
- 本プロジェクトに関し、下水処理場容量は 2020 年まで、幹線遮集管容量は 2030 年までの需要に対応できる。

プロジェクトコストの資金調達に関しては、暫定的に 80%を 2 国間金融機関（JICA または European Investment Bank[EIB]）からの借款、10%または 0%を IPA fund からの無償資金、10%ないし 20%を政府資金で賄うと想定する。

(3)　経済評価の方法

そのアウトプットが競争原理の働かない環境にあるプロジェクトにあっては、同じ目的を達成するための異なる手段から一つを選択することになる。経済評価は、与えられた命題(アウトプット)を得るために、最も少ない資源を使う手段の選定をするために行われる。本調査にあっては汚水処理方式について他の方式との経済比較の上で標準活性汚泥法が選定された（Part I, (B/P), 6.3.4 参照）。

(4)　プロジェクトの枠組み

プロジェクトの構想として、本プロジェクトは一連の手段―目的連携で構想されている。遮集管を建造することで下水管網からの下水排水を効率化し、汚水処理場を建設することで下水の処理を行っている。さらに、汚水排水の効率化は市民に快適な居住環境を与え、下水処理場はバルダル川の水環境改善に貢献している。このプロジェクトの枠組みは一方でプロジェクト評価の手段であり、他方で下記のようにプロジェクトをモニターする道具である。

- プロジェクト実施効率--- インプット―アウトプット連鎖検証
- プロジェクト運営効果--- インプット―アウトプット―目的関連検証
- インパクトの重要性--- インプット―アウトプット―目的－達成度連係検証

(5)　財務評価と経済評価

投資に対する利益を推し量る点で、財務評価と経済評価はその手法が類似している。財務評価はプロジェクト主体あるいは裨益者に発生する利益を計量するが、経済評価はプロジェクトの国家経済への貢献を推し量る。経済的に存立可能なプロジェクトは財務的にも存立可能なはずである。財務評価にあってはプロジェクトに由来するすべての費用および収益が考慮される。したがって必要なのは、

- プロジェクトが負うべき財務的な責務を果たすに十分な収益を上げられるかどうか、
- 生産者、この場合公社、に与える動機があるかどうか、
- 財務評価が根拠にする需要予測が財務的費用、あるいは利用可能な資源と調和しているかどうか。

これに対し、経済評価は国の市民の経済的福祉向上に対するプロジェクトのインパクトを計量しようとしている。経済評価はプロジェクトの正の及び負のインパクトを実際の支払金額でなく支払い意志及び（プロジェクトによって）犠牲となった消費に対する補償によって推し量る。なぜならば、

- 経済評価に算入すべき多くのプロジェクトのインパクトは市場で売買できない（たとえば生物学的多様性保存)、あるいは水道や衛生プロジェクトの便益のように不完全な意味でしか市場性がない（(競争原理が働かない)。
- 市場に出る場合でも、多くは政府の価格規制があるあるいは、競争が不完全である市場で売買される。

不完全な市場における支払い意志を推し量る際にはシャドウ価格を使ってもよい。マケドニアはそのシャドウ・エコノミーの存在でよく知られるが、マケドニアのシャドウ・レートに関する調査・報告はない。

プロジェクトの経済的純便益は、プロジェクトの with および without 状態での社会の所得の変化の合計に反映されている。

7.2.2　経済的費用

(1)　費用と便益の同定と計量

既設の下水道施設のままで運営した場合と、それに本プロジェクトの施設が加わって運営された場合の財務的費用の差が経済的費用となる。ただし、費用要素の中で未熟練労働者賃金を割引いたり、政府の規制で低く抑えられている電力料金などはある換算率を使って割増したりする。本プロジェクト施設の稼働（に伴う下水道普及率の増加）によって汚水流量が増加し、結果的に給水量も増加するのでその分の運転費用の増加も勘定する。

バルダル川の環境改善がマケドニアの EU 加盟に貢献し、強いては経済が活性化する、あるいは環境産業を裨益するなどの間接的便益は情報不足で計量できない。

プロジェクトの便益は一定の消費者剰余を包含する。下水処理に関し、現在下水管に接続されていない消費者が自らその手段（浄化槽）を用意し、支払っている費用（建設費と維持管理費）と下水処理場が完備された後の状態で示す支払い意志との差は財務的便益には反映されない。そのコストはたぶん下水道に接続して払う下水道料金よりも高い。経済評価にあっては、その差は消費者剰余として算入可能である。

システムコスト

本プロジェクトはスコピエの大きな下水道の一部を構成する。本プロジェクトの主要要素である下水処理場は他の要素（管きょ及びポンプ場）が良好に稼働してこそ機能する。したがって、処理場を含めて全体が適正に機能するなら、本プロジェクトも存立できるとみなしてよい。従って処理場以外の要素の運営コストも経済評価の勘定に加える。

埋没費用

一度途中まで建設されたが完成せず、長期にわたって放棄され、修復不可能な既往施設は埋没費用であり、経済評価では考慮しない。

移転費用
本プロジェクトに関連しては税金や支払い・受け取り利息等が移転費用であり、コストの算定から除外される。

償却費
償却費は将来の再投資や借款の償還に必要なもので、経理上は経費として処理される。しかし、それは本来収益の一部であり、経済評価では便益側に戻して計算する。

限外費用
本プロジェクトに関し、経済的コストとして算入すべき限外費用（external cost）は発生しないとみなされる。

(2)　経済的コストと便益の算定
経済評価で用いるコストと便益は国家の経済的観点から算定される。あるコスト・価格が国家経済的見地からして歪曲しているならそれを補正しなければならない。マケドニアの物価は一部を除き一般的に比較的よく機会費用を反映していると考えられる（労務費とエネルギー費については下記(3)参照）。

コストと便益はインフレーションを考慮することなくプロジェクト評価の基準年の価格に設定されねばならない。マケドニアの物価は近年ゆるやかに上昇しているが、経済評価で、将来の値上がりは無視される。

下水道料金は非貿易サービスであり、それに国際価格の適用は行わない。

(3)　換算係数
換算係数とはプロジェクトの費用と便益の値に関し、経済的価格と財務的価格の比である。マケドニアには国際市場と比較した労賃や物資の価格レベルの調査の報告が見当たらない。したがって基準換算係数を算定するのは困難である。しかし、たとえば労賃については失業率が 30%以上と高いことを考慮し、限定された調査の結果に基づいて換算係数を定め、経済評価に用いた。

本プロジェクトの建設契約は国際競争入札で行われる。したがって、主要費用項目の価格レベルは国際価格のそれにごく近く設定されているとみなすことができる。しかしその中でも、プロジェクト建設において現地で雇われる未熟練労働者賃金は、失業率の高さを考えれば、シャドウ・レートがかかっているとみなせる。限られた面接調査結果ではあるが、シャドウ・レートを 1.33 と設定する（換算係数にして 0.75）。

プロジェクト運営費については個々のカテゴリーごとに係数は異なる。給与・報酬の約 60%（全体経費の 24%）を占める熟練労働者・技術者の換算率は 1.0、同じく 40%（全体経費の 16%）を占める未熟練労働者のそれは 0.8 となる。エネルギーコスト（特に電力）は政府の規制があり、ヨーロッパの平均より 2 割ほど安いとみなされるので換算係数を 1.2 とする。ポンプやコンピュ

ーターのような輸入物資は国際価格で購入されると考えてよい（換算係数＝1.0）。その他の物品も競争原理の働いている国内市場で買われるので同係数は 1.0 とする。費用項目と換算係数を表 7.13 に一覧する。

表 7.13　プロジェクト運営費に係る換算係数

項目	全体中の構成率 (%)	換算係数
熟練労働者・技術者	24	1.0
未熟練労働者	16	0.8
エネルギーコスト	20	1.2
材料費・物品費	25	1.0
その他費用	10	1.0
税金	5	0.0
計（平均）	100	0.942

7.2.3　経済的便益

(1)　一般

経済評価ではプロジェクトの財務的収益は税金・受け取り利息等移転費用（収入）を除けば基本的に経済的収益となる。前述のように償却費は収益に加えられる。

(2)　消費者剰余

現在下水道普及区域の外で、プロジェクト・サービスエリアに包含される地域の住民はプロジェクト完成に前後して下水管に接続し、下水道料金を払う。しかし、その金額は彼らが現在自前の汚水処理施設つまり浄化槽の建設と維持管理に払う経費より安いとみなせる。その差は消費者剰余と考えられ、経済評価で取り入れるべきである。

その消費者剰余の年額は 1 戸あたり 5,450 MKD と計算される（Appendix 7.1, Part II (F/S) 参照）。この便益は消費者が新しく下水道網に接続した時点で発生する。現在スコピエで約 20% の世帯が下水道サービスを受けていない。それらはプロジェクト完成に前後して次々と下水道に接続する。それら接続の全体を接続するのに 10 年を要するものと仮定し、単純のため、接続工事がプロジェクト完成の 5 年後に行われ、各世帯はそこから 10 年の間上記消費者剰余を受け取るものと仮定する。

次節では上記財務的便益及び消費者剰余を使って経済的内部収益率（EIRR）を計算した。算出された EIRR はこの種のプロジェクトとしては中庸である。しかし、その他に考えられる経済的便益をさらに算入できれば EIRR は相当程度増加するものと考えられる。

その他の経済的便益については以下のように考察する。

(1) 水資源の水質向上による上水道処理費の削減

スコピエ市水道水源は、本プロジェクト対象のバルダル 川上流で、しかも山麓の湧水である。本プロジェクトによる水質改善は水源水質に影響しない。

(2) 農業、漁業生産性の増加

農業の生産性に影響するとすれば灌漑であるが、現在下水放流点である市域東端近くから下流を見ても、灌漑設備は見当たらない。それらしきものを一つ見たがすでに朽ちはて、20～30 年は使われていないと思われる。また、現状でも、灌漑に使われていたとしても、水質は灌漑用としてはそんなに悪くないとみなせる。灌漑用として生産性だけを見るなら、多少下水の混入のある方が（N、P 成分を含む方が）生産性は良くなる可能性がある（インドやパキスタンの例）。またスコピエ周辺の野菜農家では、元来通年多少の降雨があり灌漑の必要性は高くないし、水やりが必要な場合は地下水を汲み上げて使っている。

漁業については、バルダル川に漁船はもちろん網で漁をする漁夫をも見かけない。漁業への影響はあったとしても無視できると考えられる。

(3) 内水停滞による水被害額の回避

過去に記録的な強度の降雨時には冠水する箇所があったが、相当程度の降雨でも毎回各所で冠水被害があるというほどではない。実際に被害額を算出するには、降雨強度確率だけでなく、冠水域推定、その程度算出、人的被害事例と被害（死亡、負傷、疾病）額（保険金支払額、治療費等）推定、個々の影響資産（土地、家屋、家財・家具、流動資産等）推定、その被害程度推定、公共サービス（道路・橋梁、電力、交通、電話、インターネット回線）、資産被害推定、（市街地にある）農産物被害推定、道路冠水による生産活動阻害額推定等膨大な、しかも信頼のおけるデータと原因・結果関数が得られていなければ内水停滞による水被害額の回避の数量化はできない。残念ながらマケドニアにそれらはない。

(4) 疾病の発生防止による人の健康被害の軽減効果（死亡率の低下、医療費の削減、病欠による被害回避）

下水処理場ができた結果疾病の発生を防止できる効果は無視してよいと考える。なぜなら現在でもほぼ 100%の家庭で水洗便所が普及し、下水道に接続されていなくてもトイレ排水は浄化槽につながっている。処理場完成の前後でトイレの形式に変化はない。あと、河川が浄化されて水泳・水遊びする際病気感染の機会が減少する、とは言える。しかし、水のきれいな下水放流点上流（市街の大部分）でさえ、酷暑の夏でも川に入って遊んでいる人は見られない。みなスイミングプールを利用する。したがって「死亡率の低下、医療費の削減、病欠による被害回避」効果は勘定に入れられない。

(5) 資源の節減効果(処理水の再利用)

上記のように農家は灌漑に不便はしていない。水を取るとしても川から直接である。処理場から別個に用水路を引くコストの方がはるかに高いと考えられる。処理水の他の用途（工場等）への再利用も非現実的である。

(6) 資源汚染物質の削減効果

下水放流によって汚染されている資源は河川水であるが、下水処理によって削減できるのは濁質(SS)、BOD、N、P その他であるが、それがどれくらい削減できるかについては Part I (B/D)第 4 章

を参照されたい。それらの減少で便益を得られるとすれば水道事業であるが、下水処理場予定地下流にバルダル川を水源とする水道はない。

(7) 観光リクリエーション事業促進効果
マケドニアに観光客は少しずつ増えているといわれるが、彼らの目的地はスコピエでなくほとんど世界遺産のある Ohrid である。処理場整備による（河川に関する）観光リクリエーション事業促進効果はほとんどないと考えられる。

(8) 地域産業の振興
地域産業の振興は少なくとも実施期間中に労務者の雇用や砂・礫、木材など原料資材の調達などで一時的なものはある。ただし、それらに支払われる報酬はプロジェクトコストとして算入済みである。

したがって上記（2）以外に数量化できる経済的便益は見当たらない。

7.2.4　EIRR

EIRR を計算するには二つのキャッシュ・フローを用意する。つまり、(1) 便益キャッシュ・フロー、(2) 費用キャッシュ・フローである。「便益キャッシュ・フロー」は基準年（2010）収益と比較したプロジェクト寿命期間全体にわたる各年の収益（の差)、「費用キャッシュ・フロー」は同じく基準年と各年の費用の差と定義する。収益は水需要の増加と下水流量の増加に応じて増加するものとする。消費者剰余は便益キャッシュ・フローに加えられる。

さらに、初期投資額及び機器更新のための再投資額をそれぞれの時点ごとに費用キャッシュ・フローに加える。初期投資は 2011 年から 6 年間にわたって行われ、全投資額のそれぞれ 5%、5%、20%、25%、25%、20%を各年に配分する。EIRR は上記二つのキャッシュ・フローの現在価値を等しくするような割引率であると定義する。

EIRR 算出用の予測損益計算書は表 7.14 のように算出される。(同表は非常に長いのでここには 2011 年～2020 年の値のみ示されている。)

増加収益と経費は予測損益計算書から得られる情報から算出される。

表 7.14 EIRR 用予測損益計算書

PE Income Statements 06-46 ('000) - Economic — Rate hike % 20 — Depreciation accounted % 100 — (Scenario-3: JICA80%; IPA10%; EU0%; Gov.10%; +20% Tariff; 100% Dpr.)

No	Description	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
	Water demand 1000 m3/yr	39,419	39928	40444	40968	41499	42038	42585	43140	43673	44079	44489
	Av. Water rate MKD/m3	32.11	32.03	31.96	31.88	31.80	31.72	31.64	31.56	37.77	37.78	37.79
1	Total revenue	**1,219,396**	1,313,432	1,327,165	1,341,043	1,355,066	1,369,237	1,383,556	1,398,025	1,686,562	1,702,193	1,717,973
1.1	Revenue from selling services 1)	1,265,804	1,279,054	1,292,444	1,305,975	1,319,647	1,333,463	1,347,425	1,361,533	1,649,705	1,665,336	1,681,116
1.2	Revenue from financing - interest											
1.3	Other income 3)	34,037	34,377	34,721	35,068	35,419	35,773	36,131	36,492	36,857	36,857	36,857
2	Total expenses	**1,064,719**	1,035,053	1,077,616	1,078,453	1,079,062	1,079,718	1,080,425	1,081,189	1,237,211	1,256,377	1,504,310
2.1	Total material expenses 4)	115,406	121,176	127,235	131,052	134,983	139,033	143,204	147,500	197,803	224,488	251,234
2.2	Depreciation 5)	168,485	173,540	178,746	182,321	185,967	189,686	193,480	197,350	201,297	205,323	426,452
2.3	Non-material expenses 6)	93,771	98,459	103,382	106,484	109,678	112,969	116,358	119,848	157,760	160,205	174,537
2.4	Gross payment of salaries 7)	325,580	358,138	393,952	393,952	393,952	393,952	393,952	393,952	433,347	433,347	433,347
2.5	Procured value of goods 8)	26,145	26,929	27,737	28,569	29,141	29,724	30,318	30,924	31,543	32,174	32,817
2.6	Dismissal of uncollectible receivable accounts (non-paid bills) 9)	334,332	255,811	245,564	235,075	224,340	213,354	202,114	190,615	214,462	199,840	184,923
2.7	Expenses from interest rates	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
3.2	Gross income	154,677	278,379	249,549	262,590	276,005	289,519	303,130	316,836	449,350	445,816	213,663
4	Taxes	43,857	91,791	89,577	91,558	93,583	95,625	97,684	99,760	127,420	127,848	105,422
3.2	Income after tax (Retained earnings)	**110,820**	**186,588**	**159,972**	**171,032**	**182,422**	**193,894**	**205,446**	**217,076**	**321,930**	**317,967**	**108,241**

Tax	VAT (%)	5	Income Tax	10

Project assets(Eu/MKD):'000				5,455,496		Deprciat.
Civil works	56%	3055077.5	Depr. Rate		0.02	61102
Mech/elec.	44%	2400418.04	Depr. Rate		0.06666667	160028
Total depre. p.a.						221129
Composite depreciation rate:					0.03726667	
Reinvestment-Elec/Mec (MKD'000)				2,208,235		147,216
New depreciation=168000+71783+176142						405,667
Inc cost'13	3,086					1.1

1)-1 See Sheet "Revenue"
2) 1% increase/yr from 2008 to 2015, flat thereafter
3) +1% each in '08 - '15, flat thereafter
4)-1 Conversion factors applied (See Sheet "Convert")
4)-2 5% increase for '08-'09; 3% increase from '10-'14, +2% in '14-'20 See below:
4)-3 In addition, O&M cost of the Project is added from 2015 onward
5)-1 +3% each in '08-'09; 2% for '10-'14; +depreciation on new assets in '15 onward
5)-2 Depreciation on reinvestment from 2032 for 15-year life, but not affecting cash balance
6)-1 5% increase in '08; 3% increase in '09-'14; 2% increase in '15-'20, See below:
6)-2 In addition, 50% of O&M cost under the Project in 2015, 2016 and 2017, flat onward
7)-1 +10% in '08-'09, another +10% in '15 and '20
8) +3% for '08-'10, +2% for '11-'20
9) 20% of Water sales revenue for '08, decreasing by 1% for each of '09-'16, 10% thereafter

EIRR は 2011 年以降 2046 年まで各年の増加収益、増加経費、消費者剰余、初期投資額、再投資額を使って表 7.15 のように計算される。(同表は非常に長いのでここには 2011 年～2020 年の値のみ示されている。)

表 7.15 EIRR 計算

ECONOMIC INTERNAL RATE OF RETURN CALCULATIONS ('000 MKD)

No.		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	Calculation of Net Incremental Revenue										
1	Incremental Revenue	17,670	35,559	53,672	72,011	364,495	384,152	621,061	636,991	653,073	669,307
2	Consumer's surplus	0	0	0	0	0	31,962	31,962	31,962	31,962	31,962
3	Incremental Operating Cost [a)]	-3,038	-6,101	-9,187	-12,293	139,782	154,922	181,726	172,838	180,904	232,448
4	Net Incremental Benefits	20,708	41,661	62,859	84,304	224,713	261,192	471,297	496,115	504,131	468,821
5	Project Investment	258,564	258,564	1,034,254	1,292,818	1,292,818	1,034,254	0	0	0	0
6	Balance	-237,856	-216,903	-971,395	-1,208,513	-1,068,105	-773,062	471,297	496,115	504,131	468,821
7	EIRR	6.21%									
	Revenue from sales 2010	1,488,295	(Depreciation added)		(Depreciation added)						
	Other income 2010	35,068									
	Revenue from sales 2011-46	1,319,647	1,333,463	1,347,425	1,361,533	1,649,705	1,665,336	1,681,116	1,697,046	1,713,127	1,729,361
	Depreciation added back	185,967	189,686	193,480	197,350	201,297	205,323	426,452	426,452	426,452	426,452
	Other income 2011-46	35,419	35,773	36,131	36,492	36,857	36,857	36,857	36,857	36,857	36,857
	Total revenue 2011-46	1,541,033	1,558,923	1,577,036	1,595,375	1,887,859	1,907,516	2,144,425	2,160,355	2,176,436	2,192,671
'1	Total incremental revenue	17,670	35,559	53,672	72,011	364,495	384,152	621,061	636,991	653,073	669,307
	Total expenses 2010	896,132	(Depreciation deducted)								
	Interest paid 2010	1,000									
	Expenses from operation '11-46	893,094	890,031	886,945	883,839	1,035,915	1,051,055	1,077,858	1,068,971	1,077,036	1,128,580
	Interest paid '11-46	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
'2	Total Incremental op. expenses	-3,038	-6,101	-9,187	-12,293	139,782	154,922	181,726	172,838	180,904	232,448

計算された EIRR は 6.2%である。この値はこの種のプロジェクトとしては中庸の値であるが、住環境改善・健康増進による労働生産性の向上などを算入すればもっと大きくなる。しかし関連情報が得られないのでその参入はできない。

以下のようにパラメーター値を変化させて感度分析を行った。

(1)　プロジェクトコストの増減：±10%

(2)　ベース・ケース（+20%）からの料金値上げ幅増減: 20%±2.5%

(3)　汚泥処理方式の変更：天日乾燥方式から機械脱水方式へ

表 7.16　感度分析結果

パラメーター	変動幅	EIRR	汚泥処理方式
ベース・ケース	-	6.2%	天日乾燥
プロジェクトコスト	+10%	5.3%	(同)
(同)	-10%	7.3%	(同)
料金値上げ	20%+ 2.5%	7.1%	(同)
(同)	20% - 2.5%	5.3%	(同)
汚泥脱水方式	天日乾燥→機械脱水	4.3%	機械脱水

これを見ると、プロジェクトコストの±10%増減は EIRR を 1%程度上下させる。料金値上げ幅の±2.5%変更も同程度の影響を与える。料金の変更の EIRR に対する感度は高い。汚泥処理方式の変更は EIRR を大きく変化させる。

EIRR は、現在はデータや費用関数の欠如から算入できないプロジェクトの効果として疾病や健康阻害の減少等の経済的便益を将来算入することができれば、かなり増加するであろう。

7.3　環境社会面からの評価

プロジェクト実施により、バルダル川及び地下水の水質改善に寄与する一方で、負の影響も予測される。環境・社会に対するプロジェクト（下水処理場及び幹線）の建設時・運営時の影響について EIA 調査の中で評価を行った。

(1)　建設時における影響

建設時における比較的大きな負の影響は下記のものが予測される。

- 地形・地質：処理場予定地・幹線布設エリアの土質は砂利や粘土質であり、かつ地下水が G.L. - 4m 付近を流れているため、建設中の掘削活動等による地滑りにより地形・地質への影響が考えられる。
- 水質（地下水及びバルダル川）：雨水による河川への土砂流出・土壌浸出、燃料やオイルの漏出による水質汚染が考えられる。
- 河川流況：伏越し施設建設による河川の堰きとめ、迂回、ダム建設により河川流量と流況に影響をもたらす。
- 動植物：人間の生息地への接近、車の移動、重機運転による騒音・振動による鳥・爬虫類・哺乳類への影響が考えられる。

- 大気汚染：掘削等による粉塵や車輌・重機による燃焼ガスにより大気が汚染される。
- 土地収用と土地利用：土地収用により現在の土地利用を妨げる。
- 社会インフラストラクチャーとサービス：交通量増加による交通渋滞・通行止めによる迂回等の影響が出る。
- 廃棄物：建設中には掘削した残土・建設場所の草木等の除去、建設活動による一般廃棄物等が発生する。

(2)　運営時における影響

運営時における比較的大きな負の影響は下記のものが予測される。

- 水質（地下水及びバルダル川）：処理システムや乾燥床、汚泥の一時貯留所からの浸透による汚染の可能性がある
- 動植物：運営時には人間や車輌移動により人間の接近に敏感な鳥や哺乳類に負の影響を与える。
- 廃棄物（汚泥）：下水処理工程においてかなりの量の汚泥が発生する。工場廃水の前処理状況によっては有害物質が含まれる可能性もあり、影響は大きい。
- 悪臭：処理場施設運営により悪臭の発生が考えられる。

上記のような負の影響が見込まれるが、適切な緩和策を取ることでこの影響を緩和・防止・減少させることができる。同時に提案したモニタリング計画を実施することで、環境・社会への影響を適切に把握し、必要に応じて緩和策を実行することが必要である。

7.4　技術面からの評価

スコピエ上下水道公社は多くの下水管（伏越しを含む）の建設を手がけて来た。その面で、優先プロジェクトに含まれる遮集管（伏越しを含む）の建設は問題なく建設可能である。一方で、同公社にとり処理場の建設･運営は初めてのことである。近年マケドニアの多くの都市において処理場の建設･運営が始まった。調査団はいくつかの処理場を視察した。マケドニアで最も古い歴史を持ち約 20 年間の運転実績を持つ Ohrid 市と Struga 市の共同処理場では、需要の増大に施設規模が追いつかず過負荷運転を強いられていたが、職員はこれに対応する能力を身に着けていた。2008 年初めに運転を開始した人口規模 12 万人、処理水量 18,000m^3/日の Kumanovo 市の処理場では 10 人以下の少人数の職員で運転を行い、その処理水は基準を満たしていた（3 回の視察と収集した 2008 年 2 月から 8 月の毎日の水質データによる）。

処理方式は両者とも、滞留時間が長くそのため流量の変動に対し処理水質が左右されないという利点を持つオキシデーションディッチ法を採用していた。スコピエ市では規模が大きなため、この方式ではなく、滞留時間が短く従い運転には若干の技量を必要とする標準活性汚泥法を提案した。しかしながら、スコピエ上下水道公社は 1907 年の創業以来 100 年を越す歴史の蓄積があり、1,000 人を超す職員を有している。従い、必要なトレーニングを受ければ処理場の建設、運転が可能な要素を備えている。

調査期間中、いくつかの分野に関する能力開発セミナーを行ったほか、2008 年 12 月には日本で講義も行った。今後は、例えば Kumanovo 市 の例のように、1 年にわたるトレーニングを行えば処理場の建設、運転が可能となる。

汚泥処理方式は、天日乾燥方式を提案した。ステークホルダー協議では、同方式では悪臭が発生し機械式脱水装置の導入を望む声も出たが、天日乾燥方式でも周辺に対する悪臭は軽減されること及び維持管理費は機械脱水方式の半分以下であることを説明した。

以上の通り、提案した方式はスコピエ市の技術水準に合っているものと判断する。

7.5　プロジェクト効果指標

プロジェクトの少なくとも一部は借款で賄われる。この場合、貸主はプロジェクト完成後、プロジェクトの評価を行うのが通例である。このプロジェクトは、通常と異なりサービスエリア、サービス人口の普及を目指したものではなく、無処理で放流されている下水を処理するプロジェクトである。従い、効果指標として、人口、エリアの増加は適当ではない。このプロジェクトにふさわしい指標は、下記に示すとおり処理水量（処理人口でもよいが間接的な計量となる）、目標水質に対する下水処理水質（BOD を代表とする）及びプロジェクトそのものの目標であるバルダル川の水質（処理場下流の水質観測点である Taor の BOD）である。

表 7.17　プロジェクト効果指標

プロジェクト効果指標	現在値	目標値
・ 処理水量 ・ 目標水質に対する処理水質 ・ バルダル川の Taor 水質観測点における水質	・ 0 m^3/day ・ - ・ 平均して BOD 7 mg/l を超えている（4～10mg/l、2006 年）	・ 166,000 m^3/day ・ BOD 25 mg/l ・ BOD 7 mg/l を下回る（少なくとも 75%値で）

7.6　総合評価及び提言

これまで述べてきたように、プロジェクトを賄うための上下水道料金の値上げ、プロジェクトによる動植物への影響、廃棄物・悪臭の発生等、プロジェクトを運営するための技術的課題、工場廃水規制の堅実な実施に対する課題等、プロジェクトはいくつかの課題を抱えている。しかしながら、これらの課題は本調査で提案する広報活動、緩和策あるいはキャパシティ・ディベロップメントを通じて克服すべきものと思料する。その上で、EU 加盟の必須条件である本プロジェクトを実施し以てバルダル川の水質環境を改善することは有意義であると判断する。

人口 52 万人を擁する首都スコピエ市は、マケドニアの政治面のみならず経済・産業の牽引役を果たしてきた。反面、これに伴い多量の生活排水、工場廃水が発生した。スコピエの都市部の下水道普及率は 80%と高いが、その下水は、Saraj 区の一部の例外を除き、処理することなくバルダル川に放流されている。同川はマケドニア最大の河川であり、ギリシャを経てエーゲ海に流れる国

際河川でもある。無処理放流後のバルダル川の水質は水質環境基準値を超えている。さらに、今後の人口増加、工業発展に伴う処理量の増加により、河川水質はますます悪化するものと推定される。

マケドニアは EU 加盟に向けて、EU 関連法に準拠させるべく環境面の法令を改定してきた。2008 年の水法の改定によりすべての環境関連の法律が EU に準拠するものとなった。引き続き関連条例の改定と共に、下水を含む事業実施面に移行しつつある。バルダル川の水質改善効果事業の象徴であるスコピエ下水処理場の建設は EU 加盟促進に向けた重要なステップとなることが期待される。言うまでもないことであるが、プロジェクトの実施により、バルダル川の水質改善効果が期待できる。

有害廃棄物処分場も、事業実施の必要性は認識されている。同処分場は 2014 年に建設される計画である（2008 年 10 月時点で F/S 調査に関するドナーを探索中）。処分場が万が一に備えた施設である一方、有害物質を公共用水域及び下水に排水しない施策である統合的汚染防止管理（IPPC）制度も 2014 年には本格運用される計画である。これらの目標年は、いずれも 2015 年頃に設定されている。これらの実施により、安全な下水処理が図れ、バルダル川の水質改善が図れ、処理水・発生汚泥の有効活用が図れ、引いては EU 加盟の条件を満たすことになる。

従い、下水処理場の建設に際して、バルダル川の水質に大きな影響をもたらす工場廃水処理の動向、特に IPPC 制度の実施状況、有害廃棄物処分場の建設状況、下水道へ排出する工場廃水の排除基準、工場廃水に関する監視･是正権限のスコピエ上下水道公社への付与等に留意する必要がある。