

セルビア・モンテネグロ国
ベオグラード上水道整備計画
基本設計調査報告書

平成 17 年 3 月
(2005年)

独立行政法人国際協力機構
無償資金協力部

無償

J R

05-022

セルビア・モンテネグロ国
ベオグラード上水道整備計画
基本設計調査報告書

平成17年3月
(2005年)

独立行政法人国際協力機構
無償資金協力部

序 文

日本国政府は、セルビア・モンテネグロ国政府の要請に基づき、同国のベオグラード上水道整備計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、独立行政法人国際協力機構がこの調査を実施しました。

当機構は、現地調査において平成 16 年 7 月 14 日から 8 月 12 日まで基本設計調査団を現地に派遣しました。

調査団は、セルビア・モンテネグロ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ました。帰国後の国内作業の後、平成 16 年 12 月 12 日から 12 月 22 日まで実施された基本設計概要書の現地説明を経て、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。

最後に、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 17 年 3 月

独立行政法人国際協力機構

理 事 小 島 誠 二

伝 達 状

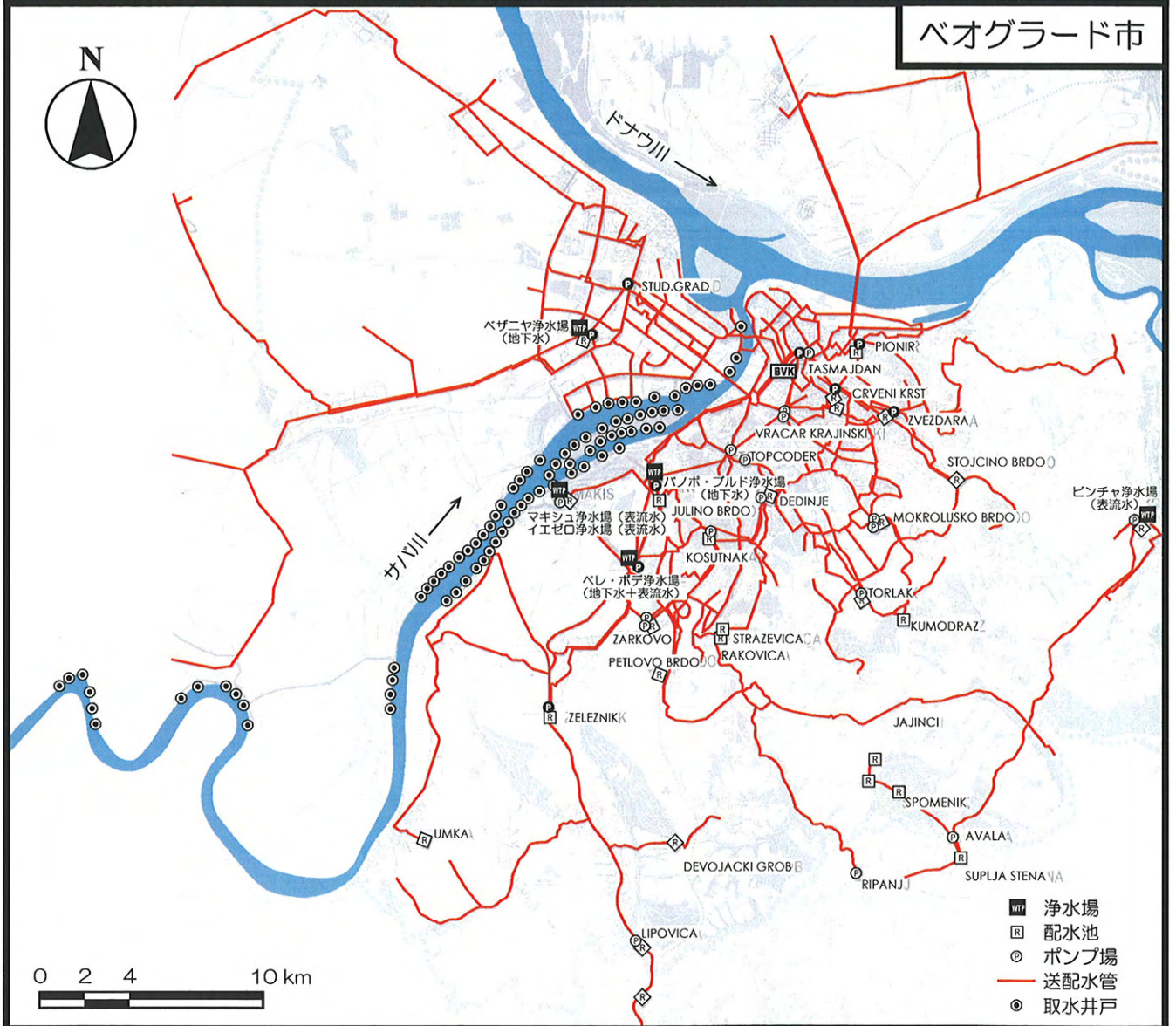
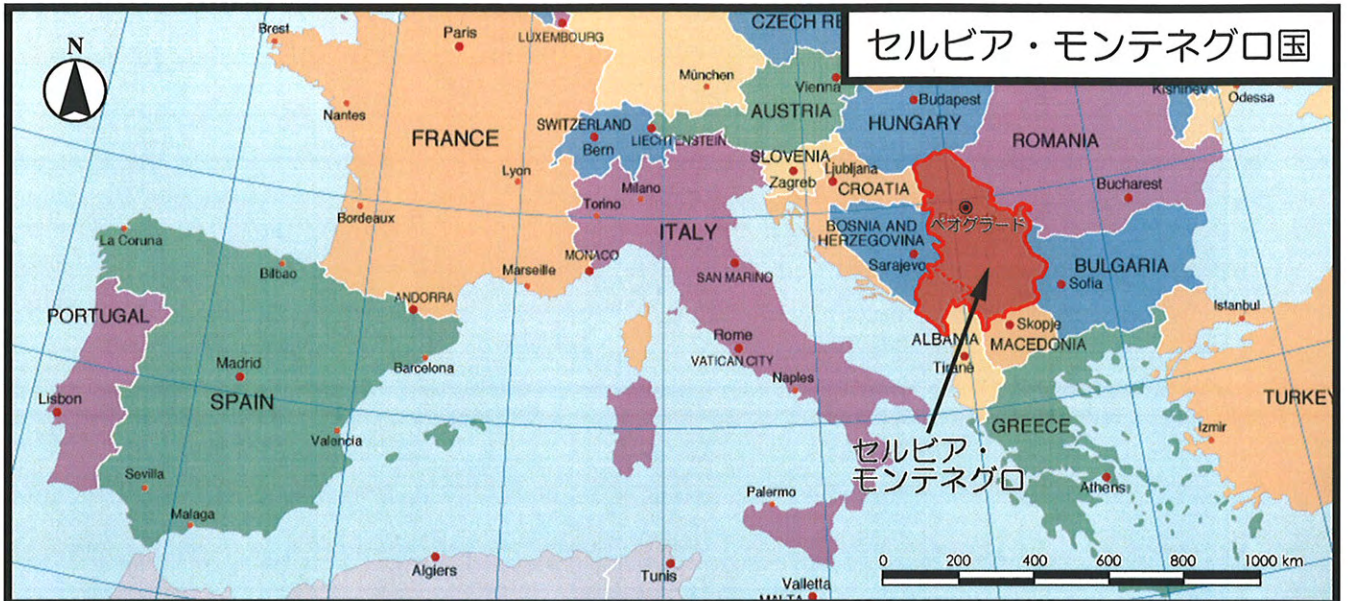
今般、セルビア・モンテネグロ国におけるベオグラード上水道整備計画基本設計調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴機構との契約に基づき弊社が、平成 16 年 7 月より平成 17 年 3 月までの 8.5 ヶ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、セルビア・モンテネグロの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

平成 17 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
セルビア・モンテネグロ国
ベオグラード上水道整備計画基本設計調査団
業務主任 岡 賀 敏 文



調査対象地域図



BVK 本部

本案件により主要施設の一元的な監視・制御が可能となる。



第3ポンプ場

本案件によりポンプの運転データは中央管理室に送信され運転記録として保管される。



第1ポンプ場

ベレボデ浄水場敷地内にある配水ポンプ場。1930年代のポンプを現在も使用している。



資材倉庫

調達された資機材は適切に保管されている。



ベザニア浄水場

地下水を原水とする浄水場。鉄、マンガン濃度が高い。



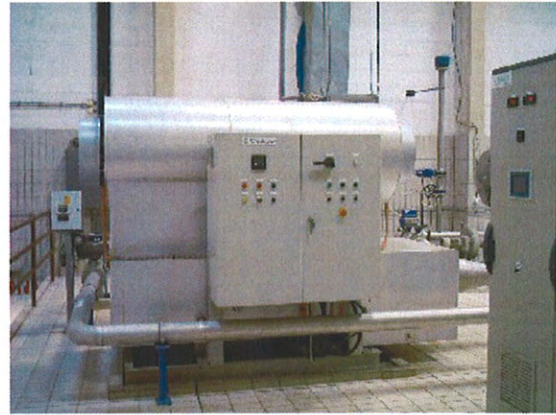
ベレボデ浄水場

地下水とサヴァ川の表流水を原水とする浄水場。マキシユ浄水場の拡張後は表流水の系統は廃止される予定。





パノボブルド浄水場
ベザニア浄水場と同じく地下水を原水とする浄水場。



マキシユ浄水場
サヴァ川の表流水を原水とする浄水場。オゾン処理、活性炭処理など高度処理を行っている。



取水施設
地下水はサヴァ川沿いに建設された 99 本の井戸から取水されている。広範囲に点在するため水中ポンプの運転状況が適時把握できない状況にある。



BVK メンテナンス部ワークショップ
ポンプの補修など設備の補修・維持管理を行っており、補修部品の製作も行っている。

図リスト

ページ

図 1-1	各ゾーン月別配水量	1- 2
図 1-2	ベオグラーダ市の配水システム	1- 3
図 1-3	ベオグラーダ市の送配水システム	1- 3
図 1-4	水不足の地域	1- 5
図 2-1	BVK 組織図	2- 2
図 2-2	BVK 維持管理部	2- 3
図 2-3	水質センター組織図	2- 4
図 2-4	職員の学歴別割合	2- 8
図 2-5	サバ川流域の地質図	2- 9
図 2-6	取水井戸の位置	2-10
図 2-7	取水量の経年変化	2-11
図 2-8	ゾーン別配水管	2-14
図 2-9	既存給水施設概念図	2-16
図 2-10	揚程と水量の変化曲線	2-17
図 2-11	ベオグラーダの地形	2-22
図 2-12	気温と降水量	2-23
図 3-1	監視制御システム対象施設	3-15
図 3-2	横軸ポンプ外形図	3-27
図 3-3	立軸ポンプ外形図	3-28
図 3-4	フラップ弁外形図	3-29
図 3-5	ポンプ場内単線結線図	3-30
図 3-6	SCADA システム概念図	3-31
図 3-7	SCADA システム数量	3-32
図 3-8	SCADA 入出力信号	3-33

表リスト

ページ

表 1-1	給水人口と給水用途別使用量	1- 1
表 1-2	各施設の設計容量と実績	1- 1
表 1-3	一般無償資金協力の実績	1- 9
表 1-4	上水道分野における国および国際機関別援助	1-10
表 1-5	援助状況	1-11
表 1-6	BVK 水道整備事業の援助案件	1-12
表 1-7	KfW の援助実績	1-12
表 2-1	水質センター	2- 4
表 2-2	上水道の運転経費と料金収入の推移	2- 6
表 2-3	上下水道料金の推移	2- 7
表 2-4	BVK 財務報告書	2- 7
表 2-5	取水井戸数と 1 本当たり揚水量	2- 9
表 2-6	浄水場に連結している取水井戸	2-10
表 2-7	取水ポンプの経年故障回数	2-11
表 2-8	浄水場取水量	2-12
表 2-9	浄水場の概要	2-13
表 2-10	各ゾーンへの配水量 (2003 年)	2-14
表 2-11	既設パイプの経過年	2-17
表 2-12	ゾーン別配水池容量	2-18
表 2-13	飲料水水質試験の分析項目	2-19
表 2-14	既存の水質分析機器の状態	2-20
表 3-1	緊急改善計画と実施状況	3- 1
表 3-2	協力対象事業 (PDM)	3- 2
表 3-3	優先リスト	3- 5
表 3-4	配水ポンプ台数	3- 8
表 3-5	ポンプ軸動力(1 台当たり)	3- 9
表 3-6	数量表 (回転数制御装置、ソフトスターターおよび制御盤)	3-10
表 3-7	数量表 (フラップゲート)	3-12
表 3-8	数量表 (圧力発信器)	3-12
表 3-9	数量表 (残留塩素分析計)	3-14
表 3-10	数量表 (SCADA システム)	3-16

表 3-11	数量表（水質試験機器）	3-24
表 3-12	図面リスト	3-26
表 3-13	調達区分	3-38
表 3-14	配水ポンプ更新工事工程（参考）	3-38
表 3-15	事業実施工程表	3-42
表 3-16	日本側負担金	3-43
表 3-17	「セ」国側負担経費	3-44
表 3-18	配水ポンプ電力消費量の変化	3-45
表 3-19	運転経費	3-46
表 4-1	計画実施による効果	4- 1

略 語 集

AFD	Agency Francaise de Development (フランス開発庁)
BVK	Beogradski Vodovod i Kanalizacija (ベオグラード市上下水道公社)
DBFO	Design, Built, Full Operation (民営化事業方式: 設計・建設・運営)
DNS	Domain Name Server (DN サーバー)
EAR	European Agency for Reconstruction (欧州復興機構)
EBRD	European Bank for Reconstruction and Development (欧州復興開発銀行)
EIA	Environment Impact Assessment (環境影響評価)
EID	European Investment Bank (欧州投資銀行)
GPRS	General Packet Radio Service (汎用パケット無線施設)
HMI	Human Machine Interface (ヒューマンマシンインターフェイス)
IEC	International Electrotechnical Commission (国際電気委員会)
JICA	Japan International Cooperation Agency (国際協力機構)
KfW	Kreditanstalt fur Wiederaufbau (ドイツ復興金融公庫)
LCC	Local Control Center (現場制御室)
MCC	Main Control Center (中央制御室)
NATO	North Atlantic Treaty Organization (北大西洋条約機構)
OJT	On the Job Training (現任訓練)
PDM	Project Design Matrix (プロジェクトデザインマトリックス)
PLC	Programmable Logic Controller (シーケンサー)
PPP	Public Private Partnership (民営化事業方式: 官・民パートナーシップ)
PS (PC)	Pump Station (ポンプ場)
rpm	revolutions per minute (回転数)
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition (監視・制御・データ集積)
SHDSL	Single Pair High-Bit Rate Digital Subscriber Line (有線通信回線)
SQL	Structured Query Language (構造化照会言語)
TFT	Thin Film Transistor (薄膜トランジスター)
UPS	Uninterrupted Power Supply (無停電電源装置)

為替レート (2004.2.1~2004.7.31)

EUR 1.00 = JPY 134.62

CSD 1.00 = JPY 2.06

要 約

要 約

2003年に連合国家として樹立されたセルビア・モンテネグロ国（以下、「セ」国）は東南ヨーロッパにあり、バルカン半島の心臓部に位置する。セルビア共和国の面積は 88,361km² であり、モンテネグロ共和国（13,812km²）を合わせた全体面積の 85%を占める。セルビア・モンテネグロ国は、西はアドリア海に面し、その他周囲を 7ヶ国（アルバニア、ボスニア・ヘルツェゴビナ、クロアチア、ハンガリー、ルーマニア、ブルガリアおよびマケドニア）と国境を接している。国土は 17%が森林に覆われており、耕地は 40%である。国の総人口は 10.65 百万人であり、セルビアとモンテネグロの人口はそれぞれ 10 百万人、0.65 百万人である。

本プロジェクトの対象地域であるベオグラード市はセルビア・モンテネグロの首都である。市の人口は 157 万人（2002 年センサス）、そのうち給水人口は 132 万人（給水普及率 84%）となっている。水需要量（2004 年、日平均水量）は約 646,000m³/d である。

市の上下水道の運営は、ベオグラード市上下水道公社（Beogradski Vodovod i Kanalizacija: BVK）が実施している。既存の上水道施設は老朽化の進行と共に故障が多く、また、地下水からの原水の可能取水量が減少して日最大水量に見合う取水ができないために夏季の水不足を引き起こしている。また、施設数が多いことから各施設の水運用にアンバランスが生じ適切な水配分がされていない。このため、恒常的な水不足に見舞われる地域が多いのが現状である。さらに、水質分析機器は使用不能になっているものが少なくなく、分析精度もきわめて悪いことから水質管理業務に支障をきたしている。

かかる状況において、1995 年ベオグラード市は「ベオグラード市上水道開発計画（Prospective Development Program for Water Supply System for Belgrade）：開発計画」を策定した。開発計画は「需要量にあった安全な飲料水の供給」を目標とし、「水道施設の維持管理の徹底」および「施設の稼動状況および配水状況の把握」を目的とし 2001 年 BVK は緊急改善計画を策定した。同計画とその実施状況を下表に示す。

緊急改善計画と実施状況

No.	改善計画	実施状況
①	水生産能力の増加 2,000L/s の増量によって日最大水量をカバーする。	EBRD 資金によるマキシム II 浄水場の拡張計画（2,000L/s）、2007 年完成予定
②	安定した地下水取水 ポンプの故障を減少させ、また、ポンプを更新して取水量を増量させる（385L/s）。	USAID および自己資金により、井戸スクリーンの清掃、水中ポンプの更新、回転数制御機器の設置、一部 SCADA システム導入

No.	改善計画	実施状況
③	配水能力の増加 老朽化のため効率が低下した配水ポンプを更新して配水量を増加させる。	配水ポンプの更新を日本に要請中 (本プロジェクトの対象)
④	監視・制御のシステム化と一元化 施設全ての運転状況を把握し、リアルタイムでの効率的な取水ポンプの運転を行なうための適切な水運用システムを構築する。	SCADA (監視・制御・データ集積システム) システムの導入を日本へ要請中 (本プロジェクトの対象)
⑤	無収水の改善 無収水の改善を通じて BVK の財務体質を強化する (改善目標は 33% から 28%)	計画は KfW により実施中、2005 年完成。また、自己財源や他ドナーから更新用配管材などの援助がある。
⑥	安全な給水 水源水質の保全と飲料水基準を満たすために水質管理体制を強化する。	水質試験機器の更新を日本へ要請中 (本プロジェクトの対象)

表に示す①から⑥の改善計画を実施することで、恒常的な水不足地域と夏季の水不足が解消でき、住民に安全で十分な飲料水の供給が可能となる。しかしながら、現状、「③配水能力の増加」、「④監視・制御のシステム化と一元化」および「⑥安全な給水」に関しては市側の予算不足によって、未だに実施に至っていない。

2001 年に日本政府によって実施された「ユーゴスラビア連邦共和国基本情報収集プロジェクト形成調査」の結果、要請されている案件の中でベオグラード市の水道改善計画が緊急かつ必要性の高いプロジェクトの 1 つとして挙げられている。

2004 年 4 月、独立行政法人国際協力機構 (JICA) はベオグラード市上水道整備計画について予備調査団を派遣し、上位計画、協力範囲、実施体制などの確認および他ドナーの動向把握について調査を実施した。その結果、計画で挙げられている「③配水能力の増加」、「④監視・制御のシステム化と一元化」および「⑥水質試験機器の更新」に関し未実施であることが確認された。さらに、実施機関である BVK は、本計画で要請のあった機材の据付および維持管理を実施する能力と体制が整っていることが確認された。

予備調査の確認により、日本政府は基本設計調査の実施を決定し、JICA は、2004 年 7 月に現地調査を実施し、配水ポンプの更新、SCADA (監視・制御・データ集積システム) システムの導入、水質試験機器の更新に必要な機材の調達を協力対象事業とすることとした。調査団は帰国後の国内解析の後、基本設計概要書を作成し、2004 年 12 月に現地での説明・協議を行った。その結果を基に本報告書を取りまとめた。

市内に点在する 7 箇所のポンプ場内のポンプの更新は老朽化によって減少した能力を回復・増加させることを目的とする。本プロジェクトの範囲はポンプ場必要機材の設計、製作、工場試験、梱包、輸送とする。機材数量は下表に示すとおりである。

施設の運転については、現在、施設毎に単独で監視・運転をしており、その上、ベオグラード市の水道システムは施設数が多く、水道システム全体の稼働状況を把握する手段がないため、適切な水運用が困難となっている。SCADA は監視・制御・データ集積機能を持つシステムである。

配水ポンプ場調達機材

ポンプ場	ポンプ更新台数	ポンプ場付帯機材	
		機 材	数 量
PS-1a Bele Vode	3 台	回転数制御装置 ソフトスターター 配電盤 フラップゲート 圧力発信機	8 台 16 台 7 面 23 基 75 式
PS-1b Bele Vode	4 台		
PS-18 Trasmajan	4 台		
PS-19 Bezanija	3 台		
PS-23 Studentski Grad	5 台		
PS-17 Zvezdara	3 台		
PS-20 Zeleznik	2 台		
合 計	24 台		

このシステムを導入することで各施設の水圧・水質・運転状況が一元的に把握でき、同時に、リアルタイムでの各施設に対する運転指示が可能となる。このように円滑な上水道の運用が可能となり、水不足の地域が解消されるものである。本プロジェクトでは SCADA システムの第一ステップとして全ての施設の一括・一元監視と取水設備の遠隔操作までを対象とする。将来、第一ステップを基礎にして全ての施設の一括・一元監視と現場の施設が連動し全ての上水道施設の遠隔操作（完全 SCADA システム）が BVK によって実施される。

本プロジェクトで実施される取水の遠隔操作とは、99 台の取水ポンプのデータを浄水場で一括監視するとともに、浄水場の運転状況に併せ取水ポンプの運転・停止を遠隔操作できるシステムである。また、停電復帰には自動復帰することが可能となる。

中央監視室で一括監視できる項目は、取水ポンプ、配水ポンプおよび配水池のポンプ故障、運転、停止、ポンプ吐出量、圧力、残留塩素量やモーターの消費電力データなどである。これらのデータは全て無線、または有線によってポンプ場、浄水場または中央監視室に送られ、データをディスプレイ上で監視できるとともに、データの取込み、保存ができる。保管されたデータは解析用として、ポンプ運転の日、月、年間ベースでの取水量等を帳票やトレンドグラフに表示することが可能となる。

本プロジェクトの実施によって中央監視室では、一元化された監視体制がとれ適切なポンプの運転指示が出来る。この動作によって、空またはオーバーフローする配水池はなくなる。また配水ポンプの吐出圧力または水位によってポンプ台数の制御をすることができるために、配水地域に対し安定した圧力で給水ができることになる。保存されたデータは日、月、年間ベースで帳票やトレンドグラフが作成され、上水道施設の最も合理的かつ経済的な運用が可能となる。また、取水、配水ポンプ場で発生した故障を即時に認識することができるために、

復旧処置が直ちにできる。本プロジェクトで調達される機材の名称・数量を下表に示す。

SCADA システム

SCADA 機器名	主な用途	設置場所と機器数量										
		中央監視室 (Deligradska)	現場監視 (Bezanija)	現場監視 (Banovo Brdo)	現場監視 (Makis)	現場監視 (Bele Bode)	中継局 (Kneza Milosa)	中継局 (Kosutnjak)	ポンプ場 (27 Sites)	取水ポンプ場 (99 Sites)	配水池 (20 Sites)	計 数
WEB Server	保存されたデータのウェブ配信	1										1
SQL Server	中央で収集したデータの保存	2	1	1	1							5
Master SCADA	中央での一括監視および全データ収集	1										1
Local SCADA	現場データの収集および中央への配信					1			14			15
DN Server	ドメイン名と IP アドレスの管理	1	1	1								3
Monitor /HMI	現場データのグラフィック監視	2	1	1	1	1			14			20
50" Display	中央に設置される大型モニタ	4										4
Printer	データの印字	1	1	1	1	1			14			19
UPS	無停電電源装置	1	1	1	1	1			14			19
GPRS Server	GPRS 回線で接続されている施設データの収集	1	1	1	1							4
GPRS Modem	無線受発信装置	1	1	1	1	1			27	97	20	149
SHDSL Router	有線受発信装置	1	1	3	1	2	11		13			32
PLC	現場のデータの収集と伝送								24	50	20	94
Touch Panel	データの取り込みと監視								24			24
TN Server	通信回線異常の検知			1								1

水質試験機器は、安全な水源確保と飲料水確保のために、老朽化した既存機器の更新をする。本プロジェクトによって調達される水質試験機器を下表に示す。

水質試験機器

機器名	数量
化学分析計	
原子吸光分光装置	1 式
全有機体炭素分析装置	1 式
紫外一可視吸収 分光装置	1 式
微生物分析計	
加圧滅菌器	1 式
顕微鏡	1 式

本計画は単年度 2 期分けでの実施を計画する。第 1 期に SCADA システム、第 2 期に配水ポンプ類、水質分析機器を調達する。第 1 期に 20 ヶ月、第 2 期に 17.5 ヶ月を要する。

本プロジェクトを実施する場合に必要な概算事業費は 12.43 億円（日本側総事業費 11.77 億円、セルビア・モンテネグロ国側総事業費 0.66 億円）である。なお、概算事業費はそのまま交換公文上の供与限度額を示すものではない。

本プロジェクトの実施機関は BVK である。配水ポンプの維持管理は BVK の維持管理部が担当している。本事業で調達されるポンプは従来ある既存のポンプより規模はやや大きいタイプなどの違いがないために、維持管理を従来のルーチンどおりできる。SCADA システムは 2001 年に監視・制御システムを導入するために設立された IT 部が中心となり維持管理をすることになる。これまでにテストケースとして導入した機器を維持管理している実績があり技術的には問題がない。本事業で調達される機器は日本側で構築されるソフトウェアが含まれ、日本側技術者との共同作業によって、据付・調整の OJT によって現地職員への技術移転が実施されれば、本事業で調達される施設は十分機能が発揮される。

本プロジェクトを実施した場合の維持管理も含めた運転経費を 2003 年度実績 (2,533 百万 CSD) を基に試算すると、本プロジェクト実施後の運転経費は 2,541 百万 CSD となる。増加するのは電力費のみで、8 百万 CSD の増額となる。約 0.3% と僅かな増額であり、本プロジェクトは実施可能である。

本プロジェクトで調達される機器によって給水システムが改善され給水不足地域の住民 10 万人に対し 24 時間、衛生的な給水が可能となる。

本プロジェクトの目標は上位目標である“需要量にあった安全な飲料水の供給”に合致するとともに、給水対象地域での水不足を解消し、住民が快適な生活環境を持続できることは、住民の BHN に応えるものである。

本プロジェクトが広く住民の衛生環境改善に寄与することから、我が国の無償資金協力を実施することの妥当性は確保される。また、調達される機器は「セ」国では IT 部を設立する等の準備が既に進んでいるもので、日本側の技術指導を得て「セ」国側自身の資金と、人材で運営、維持管理が可能である。しかしながら、本事業をより円滑かつ効果的に実施するためには、機器納入後の維持管理体制の充実および取水水源保護が不可欠であり、以下の「セ」国側の主体的取り組みが期待される。

- 上水道の取水源を確保するための河川の浄化等環境改善
- BVK による SCADA システムの維持・継承
- 遠隔操作、データの活用など SCADA システムの拡大・発展
- SCADA システムの導入に伴う適切な人員配置および財務強化

目 次

序 文

伝達状

位置図／写真

図表リスト／略語集

要 約

ページ

第1章	プロジェクトの背景・経緯	1- 1
1-1	当該セクターの現状と課題	1- 1
1-1-1	現状と課題	1- 1
1-1-2	開発計画	1- 6
1-1-3	社会経済状況	1- 7
1-2	無償資金協力要請の背景・経緯および概要	1- 8
1-3	我が国の援助動向	1- 9
1-4	他ドナーの援助動向	1-10
第2章	プロジェクトを取り巻く状況	2- 1
2-1	プロジェクトの実施体制	2- 1
2-1-1	組織・人員	2- 1
2-1-2	財政・予算	2- 6
2-1-3	技術水準	2- 8
2-1-4	既存の施設・機材	2- 9
2-2	プロジェクト・サイトおよび周辺の状況	2-22
2-2-1	関連インフラの整備状況	2-22
2-2-2	自然条件	2-22
第3章	プロジェクトの内容	3- 1
3-1	プロジェクトの概要	3- 1
3-2	協力対象事業の基本設計	3- 3
3-2-1	設計方針	3- 3
3-2-2	基本計画（機材計画）	3- 4
3-2-3	基本設計図	3-26
3-2-4	調達計画	3-37
3-2-4-1	調達方針	3-37
3-2-4-2	調達上の留意事項	3-37
3-2-4-3	調達・据付区分	3-38

3-2-4-4	調達監理計画	3-39
3-2-4-5	品質管理計画	3-39
3-2-4-6	資機材等調達計画	3-40
3-2-4-7	ソフトコンポーネント計画	3-41
3-2-4-8	実施工程	3-41
3-3	相手国側分担事業の概要	3-42
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画	3-43
3-5	プロジェクトの概算事業費	3-43
3-5-1	協力対象事業の概算事業費	3-43
3-5-2	運営・維持管理費	3-44
3-6	協力対象事業実施に当たっての留意事項	3-46
第4章	プロジェクトの妥当性の検証	4- 1
4-1	プロジェクトの効果	4- 1
4-2	課題・提言	4- 1
4-3	プロジェクトの妥当性	4- 2
4-4	結 論	4- 2

[資 料]

- 資料 1. 調査団員・氏名
- 資料 2. 調査行程
- 資料 3. 関係者（面会者）リスト
- 資料 4. 当該国の社会経済状況
- 資料 5. 討議議事録（M/D）
- 資料 6. 事業事前計画表（基本設計時）
- 資料 7. 取水量について
- 資料 8. 配水量・給水量について
- 資料 9. 資料リスト

第1章 プロジェクトの背景・経緯

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 現状と課題

(1) 水需要量と既存施設

ベオグラード市の人口は 1,570,000 人（2002 年）である。ベオグラード市上下水道公社（Beogradski Vodovod i Kanalizacija : BVK）の資料によると、給水人口は 1,320,000 人、普及率 84%である。給水需要量は約 646,000 m³/d である。表 1-1 に給水用途別需要量を示す。

表 1-1 給水人口と給水用途別使用量

人口 (人)	給水人口 (人)	普及率 (%)	給水量 (m ³ /d)			
			生活用水	業務・営業用水、 工場用水、その他	無収水	合計
1,570,000	1,320,000	84%	320,000	113,000	213,000	646,000
給水用途別割合			50%	17%	33%	100%

（資料：BVK、2002 年、*2003 年 KfW の調査結果による）

生活用水の原単位は約 240 L/c/d であり、日本の東京都の 250 L/c/d（平成 12 年度）に匹敵する。概して旧社会主義諸国の計画経済下では給水量原単位は高く設定される傾向にあった。現在、BVK は市民の水利用実態に合わせ、従来の原単位の下方向修正を検討している。

無収水改善計画は KfW（ドイツの援助機関）の無償資金協力により 2 期にわけて実施しており、現在は PhaseII（完了年：2006 年）の段階である。計画は無収水率を 33% から 28%までに削減する予定である。本計画では BVK 職員に無収水改善の技術移転が行われ、プロジェクト終了以降の無収水改善は BVK が自己資金により継続して実施する予定である。

浄水施設は 1990 年以前の時点で既に 1,000,000 m³/d 近く的设计容量が確保されていた。1990 年以前は計画経済下での設計であり、また旧ユーゴスラビアの首都として、商工業が盛んであり、人口も現状より多かったことによる。表 1-2 に設計容量と 2004 年の稼働実績を示す。

表 1-2 各施設の設計容量と実績

施設	設計容量 (m ³ /d)	最大稼働容量 (m ³ /d)	一日平均給水量 (m ³ /d)	一日最大給水量 (m ³ /d)
取水施設	773,000	749,000 (*1)	646,000	775,200
浄水場	1,000,000	727,000 (*2)		
浄水場から揚水する配水ポンプ場	1,110,000	716,000 (*3)		

注)：(*1) 取水設備の最大稼働量は、故障と停電により取水されなかった損失水量を設計容量の 5.6%として計算している。

(*2) 浄水場出口での送水量（2004 年、JICA 予備調査収集資料）。

(*3) 設計容量は 1,110,000m³/d である。給水地域の拡張に伴う配水ポンプの吐出水量の低下は平均 25%であり吐出水量の低下分は約 278,000 m³/d である。更に、老朽化による故障のために揚水されなかった水量は実稼働水量に対し 14%（116,000 m³/d）である。

一日平均給水量（需要量、2004年）は646,000 m³/dであり、季節変動を考慮して、日最大係数1.2（BVK資料）を乗ずると一日最大給水量は775,200 m³/dとなる。

上水道施設は浄水場の建設と共に、取水施設、配水施設も拡張されてきた。特に地下水については、井戸当たりの取水量が年々減少し、1980年代前半では90～100 L/secであったものが、約50 L/secと半減している。これに対し、BVKは取水井戸を増設することで取水量を補ってきたが、現在、地下水開発はほぼ限界に達している。BVKの計画では井戸の集水管洗浄などにより取水量は385 L/sec（33,264 m³/d）増加する予定である。その結果、総取水量は約762,000 m³/dまで回復できる。

取水源は表流水と地下水の2種類あり、原水水質が良いことから、地下水取水を優先しており、取水量の約60%を地下水が占めている。表流水は約300,000 m³/dとほぼ設計通り取水できているのに対し、地下水の取水量の減少で浄水量は約700,000 m³/dから400,000 m³/dまで減少している。BVKの計画では、マキシユ2の浄水場2,000 L/sec（172,800 m³/d）の建設（2007年完工予定）によって、表流水を原水としているBele bode浄水場（43,200 m³/d）とVinca浄水場（約50,000 m³/d）を閉鎖しても浄水量が約80,000 m³/d増加されるとしている。

課題

給水地域の拡大に伴い配水管網も拡張された。配水管延長が長くなり管内の摩擦損失が増加し、配水ポンプの全揚程が高くなり、ポンプの運転特性から揚水量が低下したと考えられる。この他、ポンプの老朽化により故障回数が多いことも給水量を低下させている原因である。

現在、施設の稼働状況は一日最大給水量を下回っている。そのため、季節変動、特に、夏季の水需要に対応できない状況であり、夏季の水不足の一因となっている。

給水地域は、地形の高低差を考慮し4つのゾーンに区分されている。各ゾーン別の配水量（資料：BVK、2004年）を図1-1に示す。配水量に季節変動が表れているのは、ゾーンIおよびゾーンIIであり、ゾーンIIIおよびゾーンIVには季節変動があまり表れていない。これはゾーンIIIおよびゾーンIVでは、夏季だけでなく恒常的に配水量が需要を充たしていないことを示している。また、ゾーンIでも管末地域では圧力が十分確保できずに給水量が不足している地域もある。夏季の水不足地域の住民は約300,000人と推計される。

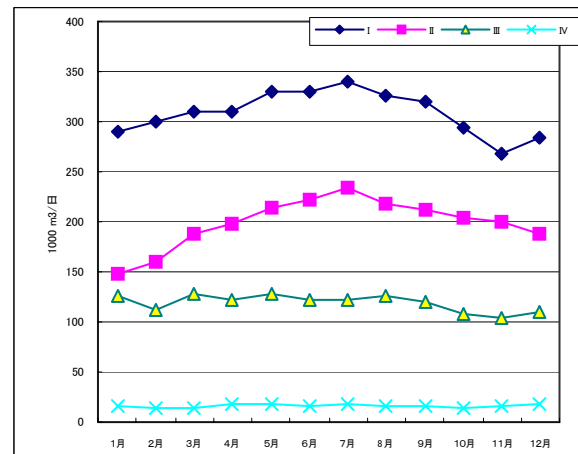


図1-1 各ゾーン月別配水量

(2) 送配水システム

ベオグラード市の送配水施設は、配水管網（2,500 km）、ポンプ場（33 機場）、配水池（大小合わせて 23 池）からなる。市の発展に伴い水道施設が拡張、新設されてきたが、ポンプ場、配水池、配水管が複雑に接続したシステムとなっている。また、送配水システムは日本のように送水と配水とが分離されたシステムとはなっておらず（図 1-2）、ポンプから直接配水管網に水を供給している。ポンプの吐出量は一定であり、実際の水使用量は時間により変動する。このポンプの吐出量と使用量の差は配水池で調節される。夜間など使用量が少ない時間帯は配水池に余剰な水が貯水され、朝夕の使用量が多い時間帯はポンプからの吐出の不足分を配水池が補うシステムとなっている。

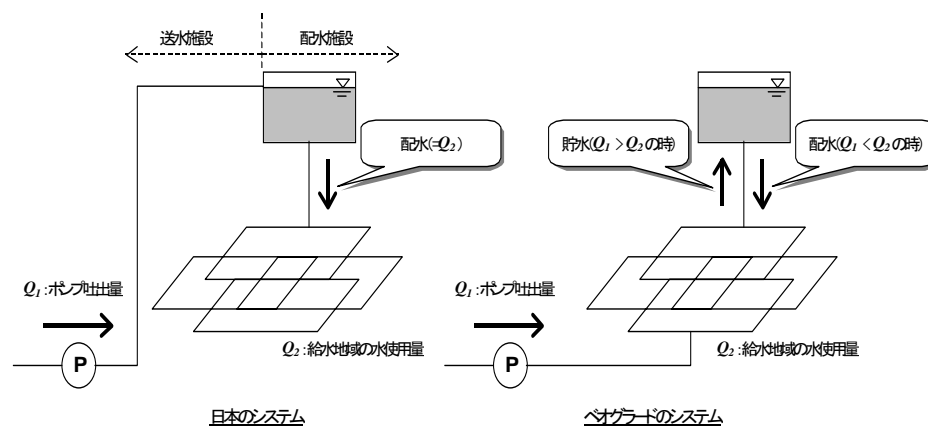


図 1-2 ベオグラード市の配水システム

この送水と配水を区別しないシステムが送配水量の把握・制御を難しいものになっている。給水地域は標高によって 4 つのゾーン（ゾーン I : 標高 75~125m、ゾーン II : 125~175m、ゾーン III : 175~225m、ゾーン IV : 225~275m）に分かれており、標高の低いゾーンから高いゾーンへ順次ポンプで水を送配水している（図 1-3）。各ゾーンに給配水するためのポンプ設備や配水池は数多く、また、浄水場と各ゾーンを結ぶ送・配水管、ゾーン毎の送・配水管が系統的に接続されていないため、制御すべきポンプや配水池を特定することも容易にできない等、ゾーン内での給水状況に即応できるシステムとはなっていない。

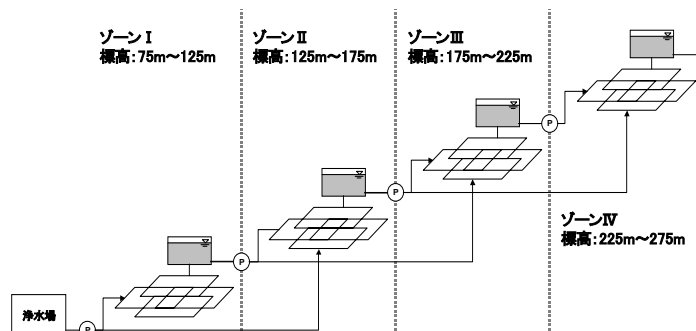


図 1-3 ベオグラード市の送配水システム

課 題

現在ベオグラード市の既存の給水システムは、33 箇所のポンプ場と 23 箇所の配水池がある。それらの施設は複雑に関連して給・配水しているために、配水区域との関連が明確にできないシステムとなっている。また、これらの施設の中には無人のものがあり、職員のパトロールで維持しているが、故障や運転状況の把握が遅れることがある。その結果、適時、監視できない配水池やポンプ場では、配水池が空になる、逆に、配水池が満杯となりオーバーフローを起こしている配水池もある。この結果、恒常的に水不足の地域が生じ、影響を受けている住民は約 100,000 人と推計される。

水不足地域の解消を無くし住民の安定した生活を維持するためには、各配水区域への適切な水圧と水量を確保することが望ましい。各配水区域への適切な水圧・水量を確保するために、常時配水ポンプ出口の水圧・水量と配水池の水位等の監視を中央管理室で一括・一元化し、データを把握する必要がある。一括・一元化することで配水ポンプ場－配水池－配水区域の関連が明確化され、配水ポンプ場への運転指示が可能となり、配水区域への水の分配が円滑にできる。

また、安全な水の供給のためには水質の常時監視も大切である。残留塩素は給・配水される水の水温や水質によって変化する。安定した塩素を水中に残留させるために、常時監視を行い、浄水場に対し適切な塩素注入量の指示をすることが必要である。最低限のシステムとして、各配水池から中央管理室 6 箇所の浄水場に対し残留塩素データを発信することが望まれる。

図 1-4 に水不足地域を示す。

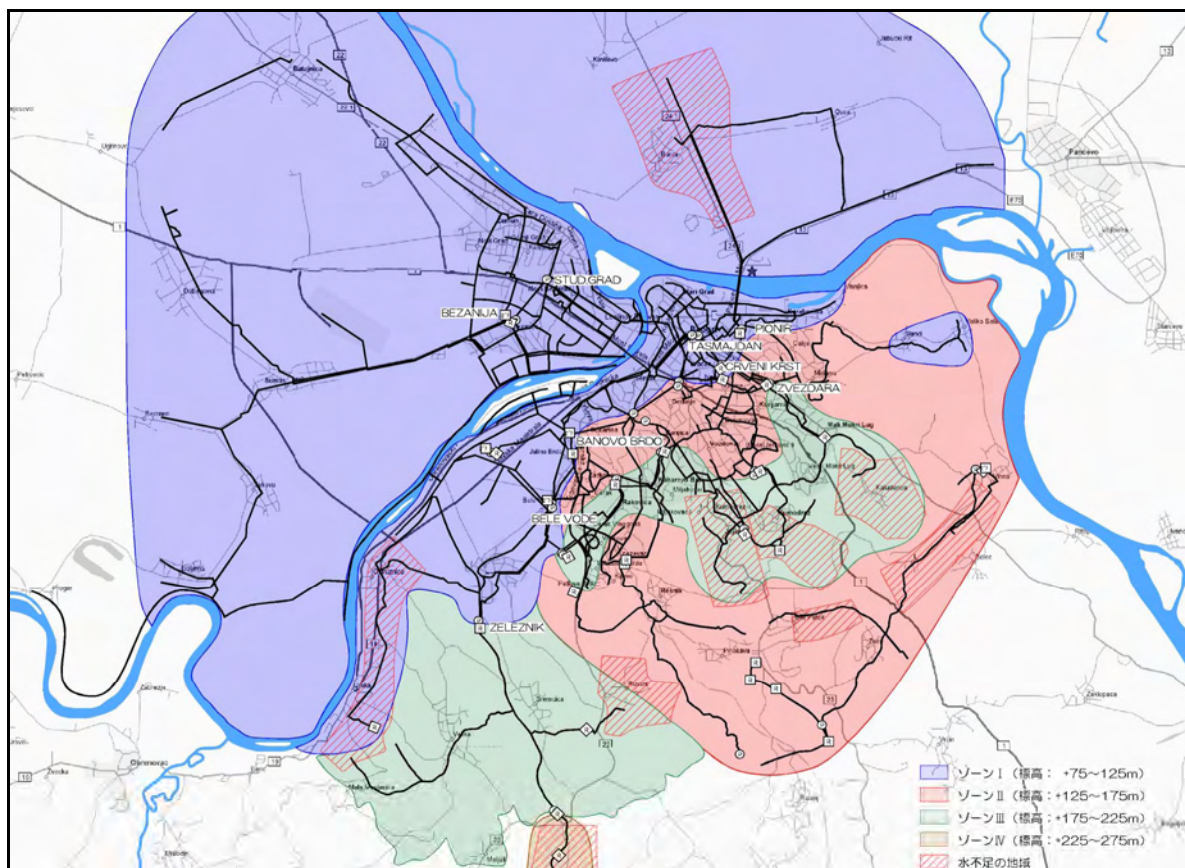


図 1-4 水不足の地域

(3) 水質管理

ベオグラード市の上下水道に係わる水質管理は、BVKの水質センター(Water Quality Center)が担当している。水質管理は、「Regulation on Sanitary Requirement for Potable Water (Official Gazette of FRY, 42/98)」および「Regulation on Amendments to the Regulation on Sanitary Requirements for Potable Water (Official Gazette of the FRY, 44/99)」に従って実施されている。

水質分析を担当する部署は 1892 年の BVK 創設と同時に設立された。1929 年には、化学および微生物分析試験室が設立された。1980 年代の紛争中に十分な設備投資がなかったにもかかわらず高い分析技術を維持している。現在は、マキシシュ浄水場内に水質センターがあり、各浄水場にある水質試験室と連携しながら、水質管理を行っている。さらにベオグラード保健研究所の委託により、下水排水・工場排水のモニタリングの実施や保健省の水質関連部署も水質データの提供も行っている。

課題

設備投資が円滑に行われてこなかったため、マキシシュ浄水場内の水質センターにて使用されている主な分析機器の中には使用不能になっているものが少なくなく、水質管

理業務に支障をきたしている。機器は 1970 年代に購入されたものが多く、老朽化による故障や交換部品が入手できないなどのため、測定精度はきわめて悪く、また、使用できない機器もある。

1-1-2 開発計画

セルビア共和国（「セ」国）の国土開発計画として“National Physical Plan of the Republic of Serbia (1990 年)”が上位計画としてあり、それに基づく国家水計画”Master Water Plan of the Republic of Serbia(1995 年)“を、農林・水管理省 (Ministry of Agriculture, Forestry and Water Management) が水資源開発を含む総合水管理を維持・発展させるための戦略として策定した。

ベオグラード市では上記の国家計画を基本として、社会主義体制の崩壊、国際的孤立からの脱却等による社会経済状況の変動に呼応して 2002 年に独自の計画として、“General Urban Plan of Belgrade – 2021”を作成し、そのなかに“Integrated Water Management(「総合的水管理計画」)”を盛り込んだ。水資源、上下水道管理、雨水排除、洪水対策等を含む水問題を法律、組織、経済、技術面から論じ、今後の方針を以下のように唱っている。

- 法的改革を EU 基準に沿って実施する。
- 組織改革として、公営企業の転換、地方分権化を促進する。
- 水関連組織の経済的に持続可能な財務管理体制の確立をあげ、「都市の水管理は社会福祉活動ではない、コストを伴うサービスである。」という方針の下、社会主義経済からの脱却を目指す。
- 既存インフラの再構築、前体制時代からの社会投資の停止、総合的水管理の計画策定、市の体力に沿った計画を実施する。

上記総合的水質管理計画には施設の整備計画がなく、また、人口予測は 1991 年のセンサスに基づいていて結果的には現状と合致してないので、これを補うものとして、新たに“Prospective Development Program for the Water Supply System for Belgrade(「ベオグラード上水道開発計画」)”を策定した。計画内容は以下に述べる問題を指摘している。ただし、この計画は具体性に欠け、マスタープランと言える内容ではない。人口予測、実績調査に基づく一人当たり水使用量、用途別使用量の設定と将来予測等が都市計画に沿って策定される必要がある。

- 水源量が不足している。
- 市の長期給水計画がない。
- 水源汚染の問題がある。
- 地下水を水源とする浄水施設容量は十分であるが、処理水に質的問題がある。
- 水道施設の維持管理が全般にわたって十分になされていない。
- 給水システム（管網、ポンプ場、貯水施設）の老朽化が水量ロスを招いている。

- 市域周辺の居住区に対して給水がなされない。
- 目標は市全域に需要量に見合った安全な水を給水すること。
- 需要の増加量に沿った施設の整備と、水源の開発を平行して進める必要がある。
- 漏水および無収水量の減少
- 地下水処理の既存施設の改良
- 市の開発計画に沿った給水管径の変更、給水域の拡張
- 以上の目的を達成するための財政問題を解決すべきである。

さらに、これら当面する問題を解決すべく、2001年に緊急整備計画を策定しており、日本への要請内容の根拠となっている。

1-1-3 社会経済状況

1992年に旧ユーゴスラビア連邦の一員であったセルビア・モンテネグロ国は、構成員である各共和国の分離独立宣言による連邦崩壊後、新たにセルビアとモンテネグロ 2国だけでユーゴスラビア連邦を結成した。その後諸紛争を経て、1999年のコソボ紛争へのNATOの介入による紛争終結、2000年の社会主義体制崩壊、経済制裁解除をもって国際社会への復帰を果し新たな国造りが始まった。2002年のベオグラード合意により「穏やかな連合国家」の再編に向かい、2003年2月の新憲法公布で「セルビア・モンテネグロ国」が誕生した。

新憲法では両国は平等とし、外交、国防などの重要事項以外は、それぞれが自治権を有している。なお、新憲法では連合国家成立の3年後にあたる2006年には両共和国の独立に関して住民投票が出来ることされており、連合国家体制が盤石でなく、試行期間的な要素を含む実体を示している。2002年のセンサスによると現在セルビア・モンテネグロ国の人口は約8.1百万人(但しコソボおよびメトヒアを除く)、セルビア共和国が750万人、モンテネグロ共和国が64万人である。民族構成は、セルビア人、モンテネグロ人、ハンガリー人、アルバニア人およびその他となっている。

政治的には2000年以降、改革急進派と旧体制派間に確執を生じ、2003年3月に当時の革新派首相が暗殺される事態となったが、これを機に犯罪組織への取締りが強化され、同時に組織と関連のあった旧体制派の表立った抵抗は影を潜めた。同時に一般犯罪も減少したため、国民の好感を買う結果となった。一方改革急進派の勢いは衰えず現在の大統領 ボリス タヂック氏は同じ政党の後継者である。また首相のボリスラヴ コシュトニツァ氏の属する政党も改革を目指すものの、国際化のためには法整備が先決とした着実な路線を推進しており、現在各分野の法整備がEU基準に沿って進められている状況で、国外からの投資促進に強い期待を寄せている。

大きな国内問題であるコソボは、現在国連の管理下にあるが、民族対立の根深い確執は続いており状況は依然流動的となっている。モンテネグロ共和国に独立の動きがあ

るが、歴史的にセルビア共和国との繋がりが強く、現在セルビア共和国に住むモンテネグロ人の数は本国よりも多いという状況にあり、前途は容易ではない。

産業構造は商工業が GDP 総額 359,000 百万 CSD に対して 33%を占め、農業は 21%である*。旧ユーゴスラビア連邦の分裂と崩壊および 1992～2000 年の経済制裁は、セルビア・モンテネグロ国の経済に大きな打撃となった。特に工業生産は大幅に落ち込み生産額は 1990 年を 100 とした場合 1998 年は 0.51 である。GDP も同じ落ち込みで 0.54 である。(1999 年以降は統計値にコソボとメトヒアが含まれないので正確な比較は出来ない) 就業者数は 1990 年を 100 とした場合 2002 年は 79 となっている。一方消費者物価指数は 1998 から 2001 まで毎年 130～189 となっているが、その後やや落ち着きを取り戻している。多くの工場は稼働を停止したままの状態である。このような状況下で、多額の財政赤字と対外債務を抱える結果となっている。今後国際化の進展につれ経済の再建を図るにしても、多大な努力が必要となる。

(* 2002 年 Statistical Yearbook of Yugoslavia)

1-2 無償資金協力要請の背景・経緯および概要

2001 年に JICA によって実施された「ユーゴスラビア連邦共和国基本情報収集プロジェクト形成調査」の結果、既に要請されている取水施設、配水ポンプ、各施設を結び監視体制の一元化するための監視・制御・データ集積 (SCADA) システムおよび水質分析機器の機材供与案件が最も優先度が高いことが確認された。

この要請に対し、2 年半が経過していることから、2004 年 4 月、JICA は予備調査団を派遣し、上位計画、協力範囲、実施体制などの確認および他ドナーの動向把握について調査を実施した。その結果、地下水の取水施設、配水ポンプの老朽化、また、各施設間のコミュニケーションが取れていないために起こる、給水分配方法に問題があり、これらの問題が互いに関連し、給水不足地域と夏季の水不足などが起きていることが確認された。さらに、実施機関である BVK は、本計画で要請のあった、計装機器を除く機材の据付、維持管理を問題なく行う技術および体制が整っていることを確認した。

さらに、2004 年 7 月に実施された基本設計調査では、以下 4 項目の要請内容の詳細について確認をした。

- 地下水取水設備の改善 (49 本の水中ポンプの更新および附帯設備の設置)
- 配水ポンプ設備の改善 (28 台の配水ポンプの更新および附帯設備の設置)
- 監視制御システムの構築 (取水施設、浄水場、ポンプ場、配水池、制御センター間のモニタリングネットワークの構築)
- 水質試験機器の調達 (中央水質試験室の機材の更新)

要請項目は優先順位があるものの、全て必要であることが確認され、必要性についての検討結果は以下の内容の通りである。

地下水取水設備の拡張は、要請書を出した 2001 年では最優先の項目であった。そのために BVK も他のドナーの援助又は自己資金を優先的に投入し、改善に努めている。その結果、当初の整備目標である、ポンプの取替えや回転数制御の導入などある程度の改善が BVK の主導で現在も進んでおり日本に対する要請の優先順位は低い。

配水量の低下は、配水ポンプの老朽化による機能低下と新規給水拡張地域によるポンプ揚程の変化に伴う配水容量低下が原因で一部地域への水不足が生じている。ポンプが大型のために、価格も高く、市の予算から早急に捻出できるものではないことからの要請内容となった経緯がある。

給水システムの施設の箇所数が多いことは、配水ポンプの運転が複雑となり、各施設間のコミュニケーションがリアルタイムにとれず、水不足の地域が恒常的に発生している。この事態の改善のために、BVK は 3 年前より、特別チームを編成し SCADA システムの導入について検討を始めた。現段階は試作過程でありソフトの構築を BVK で実施しハード面をメーカーのアドバイスを受けて開発を進めている。また、予算不足のため全ての機器を導入することが難しく技術的には準備が進んでいるが、資金的な面から SCADA システムの導入に向けた準備段階にとどまっている。本要請内容である SCADA システムの実施は、給水のアンバランスをなくし、公平な水分配を実施できることから、タイムリーな支援といえる。

水質試験機器はかなり老朽化が進み、その上、予算と型式の古さから部品の調達が出来ずに使用しているものであり、測定誤差が大きくデータの正確さに問題が生じ水質管理上問題がある。国の EU の環境基準に準拠させる目的のために、BVK でもデータの精度の向上を目指している。将来上水道だけではなく、環境保護のために、水質センターが中心となって活動する目的も持っていることが確認された。

1-3 我が国の援助動向

2001 年に開催された復興・復旧支援のためのユーゴ支援国会合で日本政府は最大 5 千万ドルの無償資金協力および研修員の受け入れを表明した。日本政府からの無償資金協力（2001 年—2003 年）の概要は表 1-3 の通りである。

表 1-3 一般無償資金協力の実績

プロジェクト名	金額
ノンプロジェクト無償資金協力（肥料、トラクター等）	15 億円
ベオグラード市公共輸送力復旧計画	18.5 億円
バイナ・パシュタ揚水発電所改修計画	13.43 億円
セルビア共和国中核病院医療機材整備計画	13.92 億円
	60.85 億円

（資料：在セルビア・モンテネグロ日本国大使館資料）

その他小額ではあるが、草の根および文化無償の支援を実施している。草の根協力は 15 案件に対し総額約 1 億円を供与している。内容は保健医療案件や学校機材などである。

日本の有償資金協力は 152.27 億円（旧ユーゴ向け商品借款および債務繰り延べ）であるが、2001 年 11 月のパリクラブ合意に基づき、公的債務の削減が実施された。

これらの日本の援助、協力はセルビア・モンテネグロ国からの信頼を得ると共に、国民の評価も高く、親日的である。

上水道分野への協力（無償、有償および技術協力）内容は以下の通りである。

- ① 無償資金協力
無償資金協力での協力の実績はない。
- ② 有償資金協力
有償資金協力での協力の実績はない。
- ③ 技術協力
技術協力での協力の実績はない。

1-4 他ドナーの援助動向

(1) 上水道分野の「セ」国に対する援助動向

2000 年ミロシェビッチ政権の崩壊とともに、民主化が進み、過去の国連の経済封鎖が解けたことによって各国からの援助が開始された。1999 年から 2003 年までの水道分野の「セ」国に対する各国および各機関の援助は総額 94.38 百万ユーロ(122.7 億円、1 ユーロ=130 円)であり、供与形態は、有償が 61 百万ユーロ、無償が 33.38 百万ユーロである。（資料：Ministry of International Economic Relations）1999 年から 2002 年までの無償額が減少し、代わって有償（ソフトローン）が増えてきている。表 1-4 に示す通り、主援助は欧州各機関および国である。

表 1-4 上水道分野における国および国際機関別援助

（単位：百万 EUR）

EBRD	EIB	ドイツ	ノルウェー	フランス	チェコ	英国	その他
40	25	24.77	2.32	1.38	0.38	0.36	0.17

（資料：Ministry of International Economic Relations）

注) EBRD：欧州復興開発銀行（European Bank for Reconstruction and Development）

EIB：欧州投資銀行（European Investment Bank）

EBRD、EIB 等ユーロ圏内の融資が全体の 65%を占めている。EBRD は投資額のほぼ 55%を首都ベオグラードの水道施設に投資している。EIB は EBRD の資金と協調し投資先は Nis および Novi Sad である。その他とはオーストリア、ギリシャ等である。

(2) ベオグラード市に対する援助状況

2001 年ブラッセルで開催された復興開発援助国会議によってベオグラード市の水道緊急整備案件は 22 件要請された。上水道関連案件はその内 16 件であり、実施状況の概要は表 1-5 に示す通りである。

表 1-5 援助状況

援助状況	件数	予算 (EUR)	援助機関
実施完了	6	16,684,000	EBRD, AFD, KfW
建設段階が実施中	1	20,000,000	EBRD
計画中 (設計又は要請段階)	4	13,957,000	自己資金、日本へ要請中
計画が保留されている	5	17,955,000	
合 計	16	68,596,000	

(資料 : BVK)

注) EBRD : 欧州復興開発銀行 (European Bank of Reconstruction Development)

AFD : フランス開発庁 (Agence Française de Développement)

KfW : ドイツ復興金融公庫 (Kreditanstalt für Wiederaufbau)

表 1-5 から、16 件中計画段階までの実施確実案件が 11 件である。また、その内借款案件は 1 件 EBRD からの案件であり、残りは無償資金協力である。これらの実施確実金額からすると、EBRD からの借款が一番多く、EUR 20,000,000 (約 26 億円、1 EUR:130¥) である。残りの EUR 30,641,000 (約 40 億円) が無償資金協力であるがこの中に日本政府に要請中の案件が 2 件 EUR 12,207,000 (約 16 億円)、無償資金協力全体金額に対し 40%含まれている。なおこの日本側への要請内容、金額は 2001 年に BVK によって作成されセルビア・モンテネグロ国より提出されたものであり、現在要請されている内容から大きく変わっている。

BVK は断水、時間給水などの問題に悩まされ、これらの問題を解決するために、2001 年以降、自己資金を含め、上記ブラッセル会議への参加を機に上水道整備の資金調達を、各国、国際援助期間等を対象に広く求めてきた。下表は 2001 年から現在までの各国、各機関などの BVK 水道整備事業にかかわった実績である。

表 1-6 BVK 水道整備事業の援助案件

援助国/機関	事業内容	金額 (EUR)	割合
ドイツ (KfW)	水道メーターや配管更新による無収水量対策	8,909,000	60
NGO および民間	浄水場の機器供給および配水配管の供与	2,086,000	14
ノルウェー政府	市南部地域の給水拡張	1,530,000	10
フランス (AFD)	Makis 浄水場整備による生産水量の増加	1,458,000	10
オーストリア政府、 ウィーン水道局	配管材の供与による無収水改善および会計システムの IT 化	665,000	5
アテネ水道局	薬品注入機器の供与	205,000	1
合 計		14,910,000	100%

(資料 : BVK)

表 1-6 は全て無償協力による援助である。総額は EUR 14,910,000 (約 19 億円) であり最大供与国はドイツによる案件であり、全体援助額の 60% に及ぶ額である。

KfW は 2001 年から援助を開始し、Phase I (2001 - 2003 年) が完了し、引き続き Phase II (2003 - 2005 年) を実施中である。プロジェクトの概要は以下に示す通りである。

Phase 1 : Rehabilitation of Urban Water Supplies and Sanitation in Novi Sad, Nis and Belgrade.

Phase 2 : Rehabilitation of Urban Water Supplies and Sanitation in Nis and Belgrade.

表 1-7 KfW の援助実績

Phase	KfW 負担	「セ」国負担	合計事業費 (EUR)
1	4,518,000	926,000	5,444,000
2	4,391,000	1,903,000	6,294,000
合 計	8,909,000	2,829,000	11,738,000

(資料 : KfW)

表 1-7 から、総事業費に対する「セ」国の負担額率は平均約 24% (約 3.7 億円) である。また、Phase 1 より Phase 2 の方が「セ」国の負担割合が増加している。これは、現在、KfW 側から技術移転された管の更新工事の中心が BVK に移ったためである。

事業の目的は、現在 BVK の無収水率 (漏水、不払い、計器誤差、不明水) は約 33% に達している。本事業を実施することで、2005 年 (Phase 2 の完了) では 28% まで無収水率を削減することである。

無収水の内容は大きく分けて漏水と不払いとに分けられる。KfW 側は主として不払い対策のために家庭接続管の更新とメーターの取替えを開始した。特にメーターは 5 年ごとに取替えるように BVK 側に指導をしている。また、漏水については、Phase 1

では漏水の多い老朽配水本管 44km を対象に実施した。毎年 40km 程度を目処に実施するように BVK を指導した。この目的に沿って、民間 NGO やウイーン水道局が配管資材を供与した。

Phase 2 は引き続き家庭接続管、メーターの取替え作業を実施している。2005 年では市全体の接続個数 155,000 個（2003 年、KfW 資料）のメーターの取り替えが完了をする予定である。また、2002 年では不法接続約 1,700 戸が改善された。

今後の KfW の方針は 2005 年後の同市に対する援助は大幅に削減し、BVK 職員の無収水防止対策に関する、基準や組織の整備面を強化するためのソフト援助を考えている。よって、ハード面での援助は Phase 2 で打ち切られる。今後は地方水道に対し給水改善の援助をしていく方針である。

また、オーストリア政府は料金徴収および経理システムについて、コンピューターの導入をし、会計システムの改善と職員訓練を実施し、事務処理の効率の向上を図った。

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織・人員

(1) 上下水道関連の中央省庁

セルビア・モンテネグロ国はセルビア共和国とモンテネグロ共和国の連立共和国である。セルビア共和国（「セ」国）の上水道に関連する省は以下の2省である。

- **Ministry of Health**（保健省）
保健省は飲料水および原水（水源となる河川および地下水）の水質基準を制定し各地方自治体の水道実施機関に通達・指導している。また、水質保全の観点から、開発規制地域の指定を行っている。
- **Ministry of Agriculture, Forestry and Water Management.**（農業・森林・水管理省）
農業・森林・水資源管理省の中で水道に関連するのは水資源管理局である。同局は2001年に「**Master Water Plan for the Republic of Serbia(1995年)**」を策定し、紛争終結後に公示した。但し、内容はマスタープランではなく、水供給についての原則論を述べたものとなっている。同省では現在「**Water Law**」をEU基準に沿って作成中で2004年末には制定の予定となっている。

現在「セ」国の水道普及率は84%（コンボを除く）である。「セ」国内の水道施設の開発・整備に当たっては水資源管理省の承認が必要となっているが、都市域に対しては地方分権化が進んでいるために自主性に任せ報告を受ける程度としている。一方、財政力の弱い村落等の地方水道には援助が必要とし、整備資金の50%を国から補助をしている。

(2) ベオグラード市

ベオグラード市は人口157万人を擁する大都市であり、旧ユーゴ連邦の首都でもあった歴史ある町である。現在「セ」国の首都としての機能はもとより、経済、文化の中心地ともなっている。同市は110人の議員（councillor）からなる市議会（City Assembly）、15人のメンバーで構成する理事会（Executive Bord）、および行政機関（City Administration）の組織から成っている。

ベオグラード市の水道を管理運営しているのは、ベオグラード上下水道公社（BVK : Beogradski Vodovod i Kanalizacija）である。1897年に設立されたBVKはベオグラード市議会（City Assembly of Belgrade）の傘下にある11の公益法人（Public Utility Company）の一つであり、BVKとベオグラード市の間には管理委員会（Managing

Board)が介在し、BVK 総裁の任命、重要事項の認可、予算案の承認等を行う。管理委員会は 9 名のメンバーから構成され、6 名はベオグラード市から任命され、3 名は BVK の管理職から選出される。

議題の重要性によっては管理委員会を通じて市当局に承認を求める場合もある。現在の委員長は市議会議員の Ivan Andjelkovic 氏（2004 年 7 月）である。

(3) ベオグラード上下水道公社 (BVK : Beogradski Vodovod i Kanalizacija)

BVK の組織は総裁 (General Manager) を上下水道の管理責任者とし、その下に 7 人の局長 (Department General Manager) がおり、更にその下に 19 の部がある。そのうち本計画で直接関係するのは上水道局 が管理する 5 つの部と情報技術局内の IT 部である。2004 年 7 月現在合計 3,125 人の職員を擁しているが、経営の効率化を目指して職員数の削減を行っており、2000 年からの 4 年間で約 16%減の実績がある。今後ともコンピューターの導入等による作業の自動化・軽減化を図ると平行して組織のスリム化を継続して行う計画となっている。組織を図 2-1 に示す。

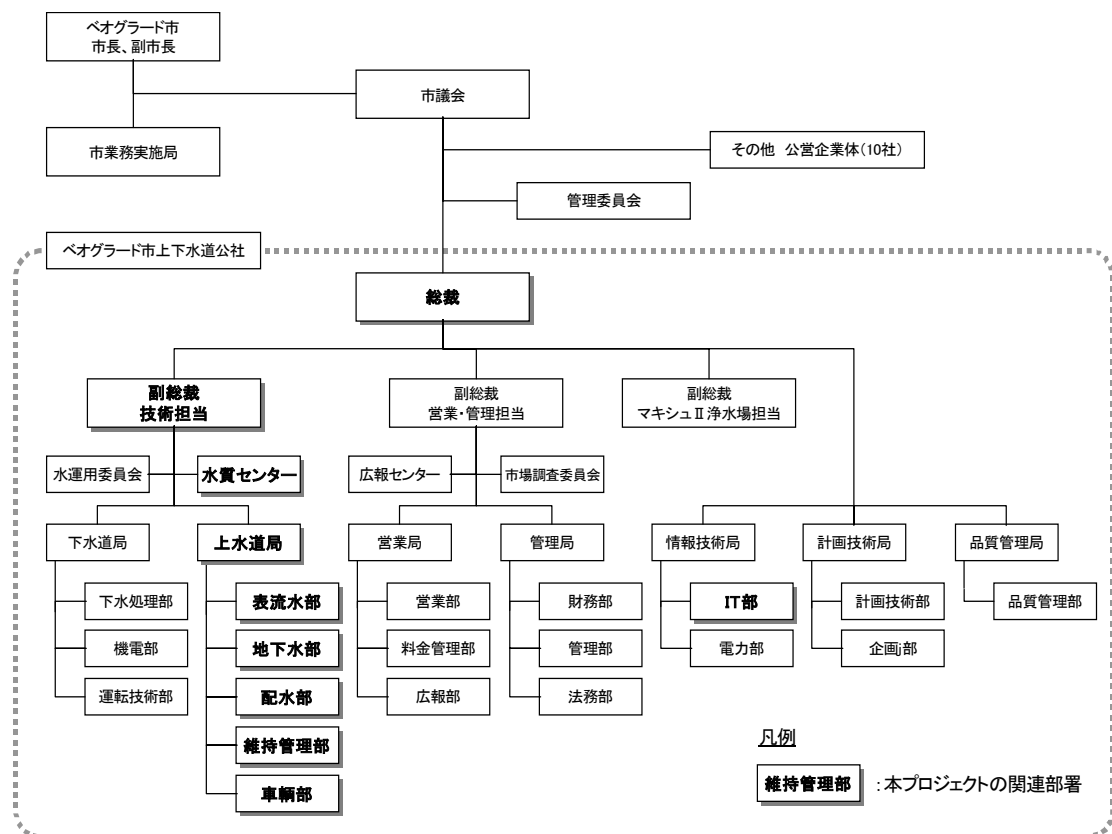


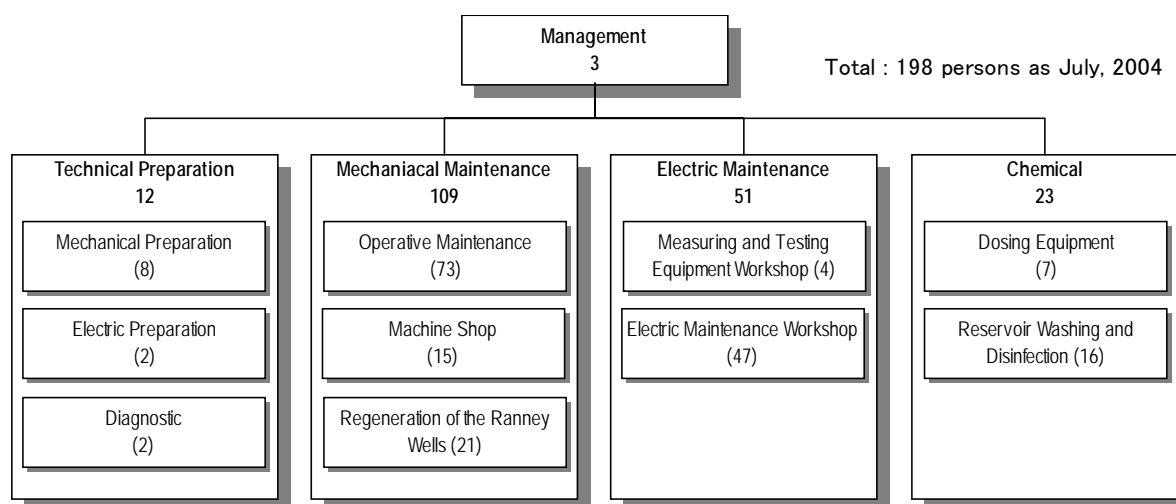
図 2-1 BVK 組織図

上水道局でも最大な組織である維持管理部には約 200 名のスタッフがいて、井戸と取水ポンプ、浄水場、配水ポンプおよび配水タンク、電気機械の運転維持管理を行っている。同部は 5 つの課で構成され、各課は以下の役割を担当している。図 2-2 に維持管理部の組織を示す。

- 維持管理 (Mechanical Maintenance) 100 名 : 取水・配水ポンプ等機器の保守点検、故障への対応修理、機器の据付
- 電気維持管理 (Electric Maintenance) 50 名 : 各施設の電気関連機器の保守点検、モーターの修理、電気機器の据付
- 井戸のリハビリ (Well Repairing) 20 名 : 水中ポンプの保守点検および故障への対応修理、新規井戸の建設
- 配水タンクの維持管理 (Reservoir Maintenance) 20 名 : 配水タンクの保守点検
- 薬品の維持管理 (Chemical Maintenance) 8 名 : 塩素滅菌設備の保守点検、薬品補填

維持管理部以外に以下の部がある。

- 車両部 (Transportation Department) : 各部の車両手配および維持管理の任にあたる。
- 配水部 (Water Distribution Network Department) : 配水・給水管の維持管理を管轄し、敷設換え、補修、漏水対策を実施する。



(出典 : Maintenance Division, BVK)

図 2-2 BVK 維持管理部

BVK 総裁が直轄管理する局の中に情報技術局があり、2001 年に情報技術局の中に IT 部が新設された。監視制御システムの計画・導入・維持管理を担当する。外部からのコンピューター技術者 8 名から成る体制で、メーカーなどの技術支援を受けて SCADA システムの構築を検討している。

水質分析を担当する部署は 1892 年の BVK 創設と同時に設立された。1929 年には、化学および微生物分析試験室が設立された。紛争中に十分な設備投資がなかったにも関わらず高い分析技術を維持している。現在は、マキシユ浄水場内に中央水質試験室があり、各浄水場にある水質試験室と連携しながら、水質管理を行っている。さらに

ベオグラード保健研究所の委託により、下水排水・工場排水のモニタリングや「セ」国保健省の水質関連機関へもデータの提供を行っている。

水質センターの組織図を図 2-3 に示す。職員の専門は表 2-1 の通りである。

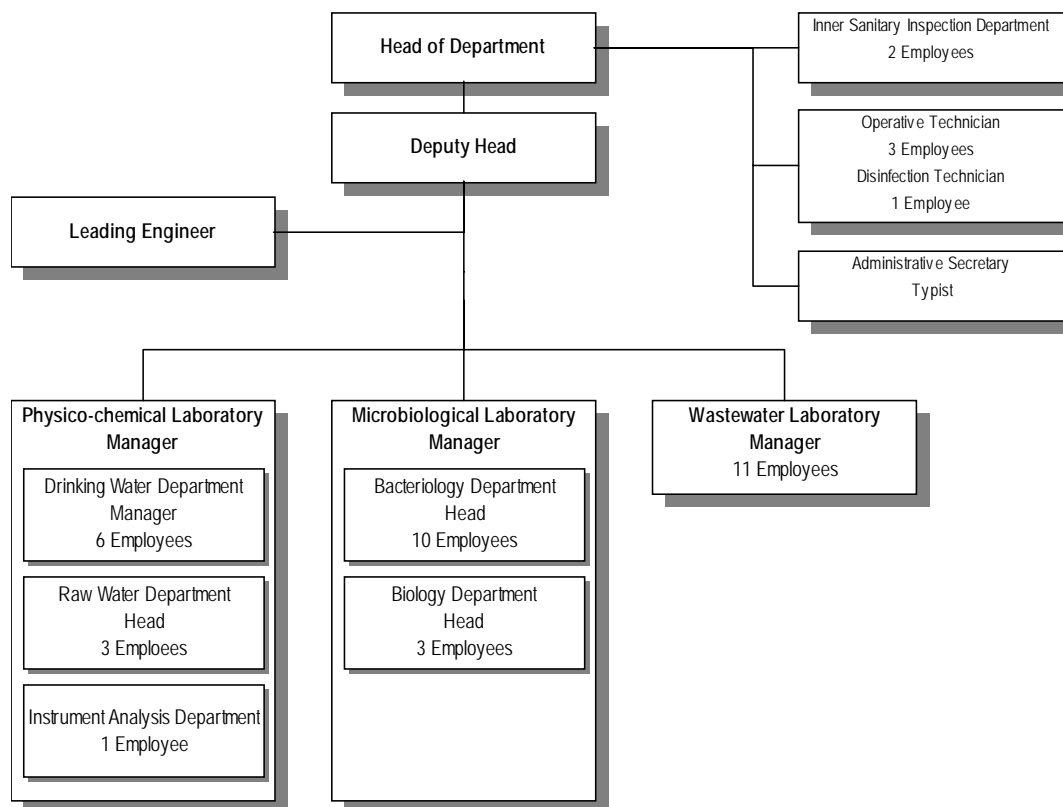


図 2-3 水質センター組織図

表 2-1 水質センター

専門家	人数	専門家	人数
工学修士	1名	生物学	1名
自然科学修士	1名	シニア衛生技能士	1名
微生物学	2名	化学技能士	18名
生産工学	7名	薬学技能士	12名
化学－物理学	1名	水質試験室技能士	4名
化学	1名		

(参考 : Water Quality Control Department, BVK)

水質センターの業務内容は以下の通りである。

- ① 飲料水および原水の水質管理
- ② 下水の水質管理
- ③ 保健衛生検査
- ④ 水道施設および配水管網の清掃および消毒の監理

(4) 官民パートナーシップ (PPP)

BVK の上下水道の経営に対し、欧州復興機関 (EAR :European Agency for Reconstruction) は、東欧、バルカン諸国を対象に、EU への加盟を念頭に政治、経済のボトムアップが必要であると考えている。上下水道の運営についても経営体質の強化を求め PPP (Public Private Partnership) を提案している。各国共、老朽化した上水道施設の整備費や下水道の係わる膨大な投資に対し、経営母体の財務が支えきれない背景があるからである。これらの背景から、EAR はベオグラード市に対し上下水道事業の効率化、利潤を生む資本投資、安定した経営を目的として PPP の実施を提案している。

EAR はベオグラード市について、英国コンサルタント (Mott Macdonald) を幹事会社として、法律関係 Gide (仏)、財務会計 KPMG (インターナショナル)、融資関係 ING (英国) のグループで PPP の調査を独自に進めている。調査工程は以下の通りである。

Phase 1 : 現状分析、方針調査および報告書の提出 (2003 年 9 月 - 2004 年 6 月)
Phase 2 : PPP 入札書類案の作成 (2004 年 8 月 - 2004 年 12 月)
Phase 3 : 応札者の資格審査 (2004 年 12 月 - 2005 年 3 月)
Phase 4 : 入札、ネゴ、契約 (2005 年 3 月 - 2006 年 3 月)

現在コンサルタントは Phase 1 まで終了し、報告書の提出と共に今後の方針について「セ」国側に意見を求めている。しかし、「セ」国は 2004 年 9 月の地方選挙後に方針決定する計画であったが、選挙後も市側は態度を保留したままである。

EAR 側の提案は上下水道事業に対し、以下の主要 4 案をベオグラード市側に提案している。

- DBFO (Design, Built, Financial Operation)
市側と民間側との出資会社を設立する。(出資比率、51% : 49%) 一部動産についての新会社に対する資産の移動が生ずることがある。
- FOC (Full Operating Concession)
経営、維持管理を含めた業務の委託 (期間は 25 年程度)
- Management
経営のみ業務委託
- リース契約

維持管理を委託するが、委託された会社はリース料を負担しなくてはならない。

以上の主要 4 案を基本とし、EAR 側では最良の案として、上下水道局の業務をいくつか分割し DBFO と FOC を取り入れる案を推奨している。

EAR の提案に対し、BVK の基本的な考えは、資金調達の一つの案として検討するが、ソフトローンなどについても併せ今後検討する。具体的には建設資金が約 10 億ユーロと見積もられる下水道整備のみ EAR の提案を受け入れる検討を進めるが、上水道に関しては検討の対象外としている。

いずれにしても、EAR および BVK の双方の目論見は異なり、大きな議論を呼ぶ所であり、EAR の策定した日程は大幅に遅れることが予想される。

2-1-2 財政・予算

BVK の財務内容は上下水道一括となっているが上水道については、料金収入に対し、運転経費は過去 5 年間、2000 年を除き料金収入によって賄われている。(表 2-2 参照)

表 2-2 上水道の運転経費と料金収入の推移

(単位：CSD)

年	1999	2000	2001	2002	2003
運転経費	207	381(1.8)	695(3.4)	1,186(5.7)	1,603(7.7)
料金収入	394	365(0.9)	1,143(2.9)	1,776(4.5)	2,621(6.7)

注) () の数字は 1999 を 1.0 とした場合の比率。

しかし上下水道の運営は表 2-4 の財務報告書に示すとおり、過去 5 年間は収入に対して約 180~200%程度の支出超過で推移している。BVK は原因として以下のことを挙げている；

- ① 低い水道料金：表 2-3 に示すとおり社会主義経済下（1999、2000 年）当時は国营であり料金が桁違いに安く当初料金を基準として過去急激な値上げは不可能であった。
- ② 高い無収水率：現状 33%。
- ③ 紛争時に流入した難民・地方からの移住者による不法接続（盗水）
- ④ 水道メーターの老朽化に伴う誤検針

これらの理由により恒常的な赤字体質となっている。表 2-3 にみるとおり、BVK では毎年水道料金を値上げしていて、一般家庭の場合 2003 年には 1999 年の 10.5 倍になっている。表 2-3 に示すとおり、支出は料金徴収の伸びを上回って増加している。

高い物価上昇率に伴い人件費をはじめとした諸経費の増加、債務返済の負担、上下水道を一括した経理システムおよび水道料金徴収を別の公益法人インフォスタン (Infostan) が行い、手数料を支払っていること等経営体制等が赤字体質の要因となっている。

また、運転経費の約 36 %が人件費と相当に高い比率を示しており人員の削減も課題となっている。市では BNK を含め 11 社の公益法人をかかえており、BVK から削減

された人員は他の公益法人に振り向けるとの案もあるが、他の公益法人も職員数に限界があり、労働組合との合意を得て人員整理するには時間がかかる見通しである。

表 2-3 上下水道料金の推移

(単位：CSD/m³)

カテゴリー	1999	2000	2001	2002	2003	2004	
上水							
一般家庭	1.14	1.14	4.41	7.35	12.00	16.00	(14.0)
公共機関	2.23	4.46	6.47	11.70	14.60	18.25	(8.2)
産業	5.58	11.16	16.56	23.04	30.00	33.75	(6.0)
下水							
一般家庭	0.41	0.41	1.59	2.65	3.00	4.00	(9.8)
公共機関	0.87	1.74	2.53	4.30	5.40	6.75	(7.8)
産業	2.17	4.34	6.44	8.96	10.00	11.25	(5.2)
上下水道合計							
一般家庭	1.55	1.55	6.00	10.00	15.00	20.00	(12.9)
公共機関	3.10	6.20	9.00	16.00	20.00	25.00	(8.1)
産業	7.75	15.50	23.00	32.00	40.00	45.00	(5.8)

注) () の数字は 1999 年を 1.0 とした比率

(資料：BVK 財務部)

表 2-4 BVK 財務報告書

(単位：million CSD)

財務報告書	会計年度				
	1999	2000	2001	2002	2003
資産合計	8,543,	18,409	27,035	24,266	24,105
負債					
負債合計	8,543	18,409	27,035	24,266	24,105
支出					
人件費	144	297	614	984	1,348
電気代	64	93	195	333	421
薬品費	88	83	128	190	250
他の運転経費	31	129	161	366	514
運転経費合計	327	602	1,098	1,873	2,533
減価償却	236	337	931	1,076	1,163
運転コスト合計	563	940	2,029	2,949	3,696
金利および手数料	3	11	39	13	76
税金	45	9	20	24	22
他のコスト	284	882	298	422	1,115
支出合計	895	1,841	2,386	3,409	4,909
収入					
水道料金徴収分	394	365	1,143	1,776	2,621
下水料金徴収分	132	126	380	567	697
他サービス収入	-	99	103	300	539
料金収入合計	526	590	1,626	2,643	3,857
運営補助金および援助	8	46	114	122	126
他の収入	31	28	116	144	187
収入合計	565	664	1,855	2,909	4,170
収支決算	-330	-1,177	-531	-500	-739

2-1-3 技術水準

BVK は国営会社としての時代を含め 110 年以上の歴史を有し、水道施設全般の維持管理に携わってきた。その間に維持管理に必要な技術を蓄え市民への水供給サービスを支障なく実施してきた実績を持つ。1990 年代の初頭までは、水不足等の問題はほとんどなく市民の信頼を勝ち得てきたと自負している。ユーゴ連邦崩壊とその後の戦乱および経済封鎖による財政難で新たな投資がなされず、施設の更新についても放置されてきた。しかし、BVK は老朽化した諸施設の維持管理を続けてきており、1999 年の NATO による爆撃の間にも給水は通常通りに続けられた。

1999 年までの約 10 年間、ユーゴスラビアに対する国連の経済封鎖は、通常メンテナンスをする際の海外からの予備品類の輸入が不可能であった。メンテナンス工場では予備品の製作や、予備機を分解し、その部品を予備品として維持管理を実施してきた。よって、ポンプ類の維持管理について、メンテナンス工場の技術力は、日本で言うポンプの製作工場に匹敵するまでになった。井戸ポンプ、配水ポンプの取り外し、据付は日常メンテナンスとして実施されている。遠心、軸流ポンプ類の据え付けは BVK 職員の手で十分にできる。

SCADA の計装品に関しては、一部では実績が有るとはいえ、職員数が 8 名と少なく、メーカーの力を借りてソフトの構築をしている初期の段階である。本事業で計画される SCADA システムは、日本側によるソフトの構築および機器の総合システムのチェック、据付指導、最終調整などの指導を OJT を通しての実施が必要と思える。

職員の能力については、現状技術レベルの向上を図る意味で大卒の割合を増す、経営意識の向上と財政的な自立を目指して財務部職員の質的充実の 2 つの目標をもって運営している。図 2-4 に学歴別の職員構成を示す。

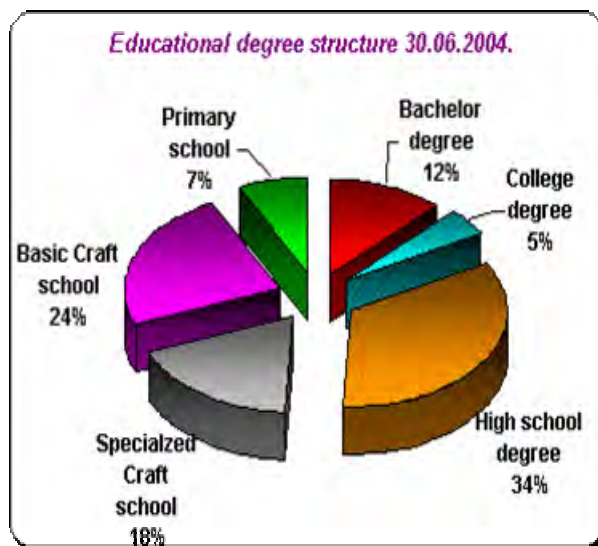


図 2-4 職員の学歴別割合

ポンプの更新も含まれる本プロジェクトの実施体制としては、技術的に確立された組織だけに BVK の維持管理組織を変更する必要は特になく思われる。また、SCADA の導入によって、現場の運転監視員を削減できる部分が出てくる可能性がある。しかし、SCADA の導入による業務の合理化による職員削減は、同じ悩みをもつ電力等の例を見るまでもなく、労働組合との軋轢があり非常に苦しいものがある。