

### 3-2-4 水質管理状況

1892年のBVK創設と同時に物理的水質分析チームが編成されたことは、当時からBVKが水質管理に高い関心を有していたことを示す。さらに1929年には、化学及び微生物分析試験室が設立された。水質試験室は、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を行っている。

#### (1) 組織

水質試験部(Sanitary Water Control Department)の組織図を図3-12に示す。  
スタッフの専門履歴は以下のとおりである。

工学部修士：1名

自然科学修士：1名

微生物学：2名

生産工学：7名

化学-物理学：1名

化学：1名

生物学：1名

シニア衛生技能士：1名

化学技能士：18名

薬学技能士：12名

水質試験室技能士：4名

総計：49名

#### (2) 役割

水質試験部の役割は、次のとおりである。

- ① ベオグラード上水道供給の飲料水及び原水の水質試験
- ② ベオグラード下水システムの汚水水質試験
- ③ 国内保健衛生検査
- ④ 水供給施設及び配水ネットワークの清掃及び消毒の監視

#### (3) 水質基準

水質基準は、世界保健機構(World Health Organization = WHO)の飲料水水質ガイドラインをベースとして以下の基準が制定されている。

- 飲料水水質基準 (Regulation on Sanitary Requirements for Potable Water) : ユーゴスラビア政府広報、42/98 (Official Gazette of the Federal Republic of Yugoslavia :FRY, 42/98→添付資料-4 参照 )
- 飲料水の追加水質基準 (Regulation on Amendments to the Regulation on Sanitary Requirements for Potable Water : ユーゴスラビア政府公報、44/99 (Official Gazette of the FRY, 44/99 )

水質試験は、2 レベルのシステムが設定されている。第 1 レベルは、浄水場に設置された水質試験室において、浄水プロセスで定められた基準の重要なパラメータを 24 時間体制で化学-物理試験を実施する。第 2 レベルは、マキシユ浄水場に併設された中央水質試験室において、飲料水のサンプリングを行い、毎日、化学-物理試験、微生物試験、生物試験を実施する。サンプリングは、浄水場及び家庭水道栓から毎日採取される。家庭水道栓からは、ベオグラード市を 16 グループ、160 カ所に区分し、2 週間サイクルで毎日採取するプログラムが作成されている。中央水質試験室は 1 日平均 30 サンプルの水質試験を実施している。水質試験は、上記の水質試験に規定された分析方法に従って行う。以下に、中央水質試験室における 1 年間の実績を示す。

化学-物理試験		細菌試験	生物試験
分析タイプ	サンプル数	サンプル数	サンプル数
基礎分析	7000-8000	7000-8000	3500-4000
定期分析	800-900		
特別分析	100-150		

#### (4) 分析項目

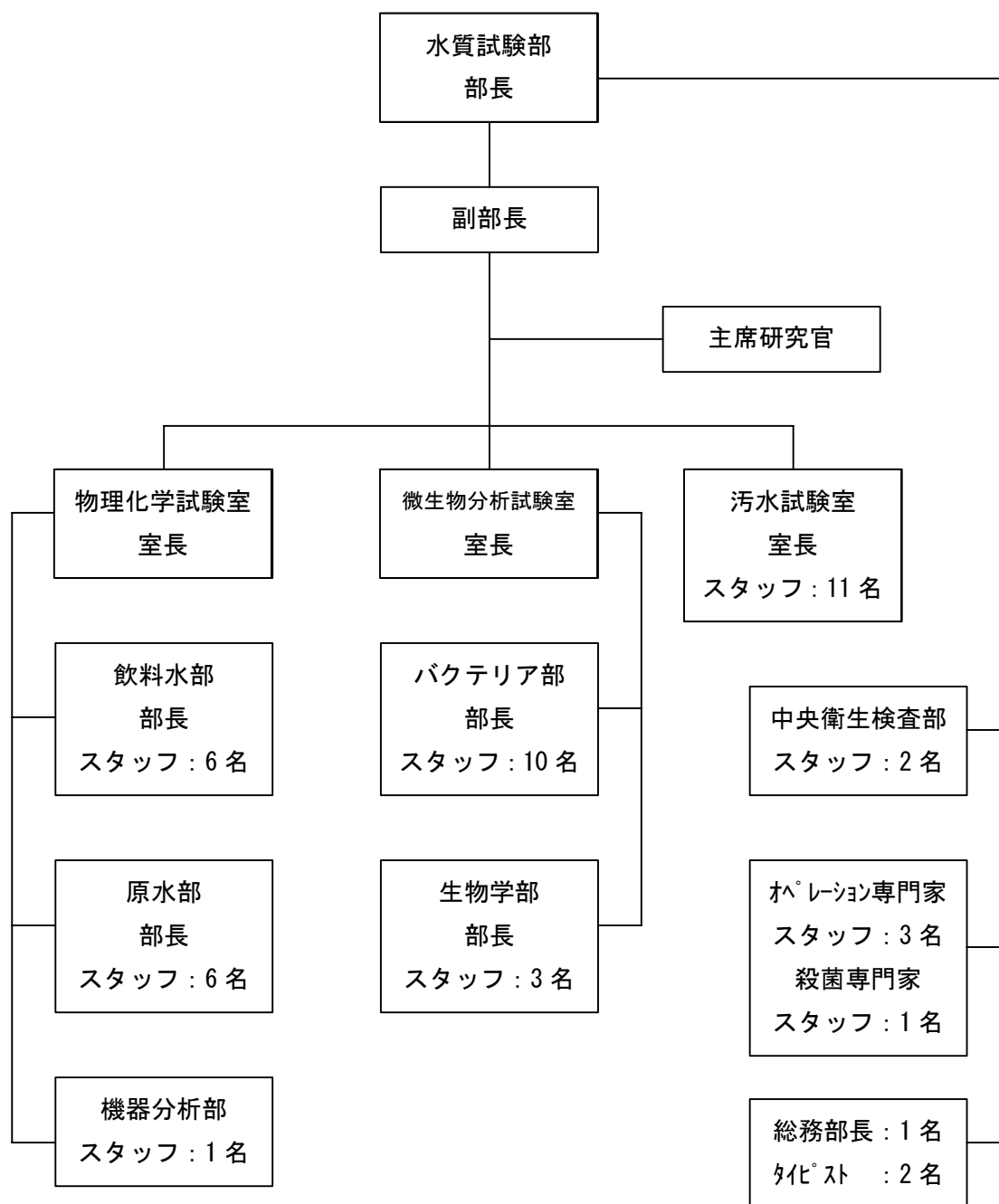
飲料水の水質基準 (Regulation on Sanitary Requirements for Potable Water) : ユーゴスラビア政府広報、42/98 (Official Gazette of the FRY, 42/98) に従った分析項目を表 3-14 に示す。

#### (5) 課題

中央水質試験室は、マキシユ浄水場の建設と共に移転し新しく比較的設備の整った施設であるが、機器はほとんどが旧式であり、30 年近く使用している機器もあり、スペア・パーツ等が入手困難なため、使用不能になっているものもある。

#### (6) 水質試験機器

表 3-15 に水質試験部が保有する水質試験機器リストを示す。



出所：BVK 水質試験部

図 3-12 水質試験部組織図

表 3-14 飲料水水質試験の分析項目

The parameters for basic and periodic analyses according to the Statute on the Hygienic Safety of Drinking Water (The Official Gazette of the FRY 42/98 )

<b>PHYSICO-CHEMICAL PARAMETERS BASIC ANALYSES</b>	<b>PHYSICO-CHEMICAL PARAMETERS PERIODIC ANALYSES</b>	<b>MICROBIOLOGICAL PARAMETERS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• TEMPERATURE</li> <li>• COLOUR</li> <li>• SMELL</li> <li>• TASTE</li> <li>• TURBIDITY</li> <li>• pH</li> <li>• KMnO<sub>4</sub> CONSUMPTION</li> <li>• FREE CHLORINE</li> <li>• CHLORIDES</li> <li>• AMMONIA</li> <li>• NITRITE</li> <li>• NITRATE</li> <li>• RESIDUE FUMES</li> <li>• ELECTRIC CONDUCTIVITY</li> <li>• IRON</li> <li>• MANGANESE</li> <li>• SPECIFIC EXPECTED MATTERS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TEMPERATURE</li> <li>• COLOUR</li> <li>• SMELL</li> <li>• TASTE</li> <li>• TURBIDITY</li> <li>• pH</li> <li>• KMnO<sub>4</sub> CONSUMPTION</li> <li>• FREE CHLORINE</li> <li>• CHLORIDES</li> <li>• AMMONIA</li> <li>• NITRITE</li> <li>• NITRATE</li> <li>• RESIDUE FUMES</li> <li>• ELECTRIC CONDUCTIVITY</li> <li>• IRON</li> <li>• MANGANESE</li> <li>• SPECIFIC EXPECTED MATTERS</li> <li>• FLUORIDES</li> <li>• DETERGENTS</li> <li>• PHENOLS</li> <li>• COAGULATING AGENTS (Al)</li> <li>• MINERAL OILS</li> <li>• DISINFECTION BY PRODUCTS (THM)</li> <li>• %OXYGEN SATURATION</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TOTAL COLIFORM BACTERIA</li> <li>• COLIFORM BACTERIA OF FAECAL ORIGIN</li> <li>• TOTAL No. OF AEROBIC MESOPHYLIC BACTERIA</li> <li>• STREPTOCOCCI OF FAECAL ORIGIN</li> <li>• SULPHITOREDUCTIVE CLOSTRIDIA</li> <li>• PROTEUS SPECIES</li> <li>• PSEUDOMONAS AERUGINOSA</li> <li>• BOWEL PROTOZOES AND HELMINTHS AND THEIR DEVELOPMENTAL FORMS</li> </ul>

出所：BVK 水質試験部

表 3-15 保有水質試験機器リスト

## 物理化学試験室

機器名 (和)	機器名 (英)	数量	モデル No.	製造年	メーカー	備考	分析項目
濁度計	Turbidimeter	2	2100 A	1989	Hach		濁度
携帯型濁度計	Field Turbidimeter	2	HI93703	1999	Hanna	ICRC gift	
pH 計	pH-meter	1	MA 5740	1989	Iskra	inoperative	
pH 計	pH-meter	1	HI 8417	1994	Hanna		pH
pH 計	pH-meter	1	HI 8417	2003	Hanna		
携帯型 pH 計	Field pH-meter	2	HI 931000	1999	Hanna	ICRC gift	
電気伝導度計	Conductivity meter	1	MA 5964	1989	Iskra	inoperative	
電気伝導度計	Conductivity meter	1	CDM 83	1994	Radiometer		電気伝導度
電気伝導度計	Conductivity meter	1	HI 8820 N	1994	Hanna		
携帯型電気伝導度計	Field Conductivity meter	2	HI 933000	1999	Hanna	ICRC gift	
比色計	Colorimeter	2	MA 9504	1989	Iskra	1 instrument inoperative	鉄
溶存酸素分析器	DO analyzer	1	2110	1980	Delta Scientific	inoperative	溶存酸素
携帯型溶存酸素分析器	Field DO analyzer	2	HI 9142	1999	Hanna	ICRC gift	
紫外・可視分光光度計	UV/VIS Spectrometer	1	Lambda 15	1987	Perkin-Elmer	Servicing required	紫外線-ext.254nm

紫外・可視分光光度計	UV/VIS Spectrometer	1	UV 1601	1997	Shimadzu	Software and connection to a PC required	硝酸、塩素、アンモニア、亜硝酸、フッ化物、硫酸塩、硫化物、リン酸塩、Mn、Fe、Cr <sup>6+</sup> 、Al、洗剤、フェノール
ガスクロマトグラフ	Gas chromatograph	1	3930	1977	Perkin-Elmer	inoperative	THM
ガスクロマトグラフ	Gas chromatograph	1	8700	1990	Perkin-Elmer	inoperative	有機リン酸系殺虫剤、キノール、他有機系化合物
ガスクロマトグラフ	Gas chromatograph	1	6890N	2003	Agilent Technologies		DBPs(THM)、殺虫剤、BTX、PCB、他有機系化合物
赤外線分光光度計	IR Spectrometer	1	197	1978	Perkin-Elmer	inoperative	全炭化水素
フーリエ変換型赤外線分光光度計	FT-IR Spectrometer	1	1600	1990	Perkin-Elmer		全炭化水素、鉱油
原子吸分光光度計	AA Spectrometer	1	460	1977	Perkin-Elmer	inoperative	金属類 (Al、As、Cd、Cu、Ni、Pb、Hg)
全有機態炭素分析器	TOC Analyzer	1	915-B	1986	Beckman	inoperative	全有機態炭素
液体シンチレーションβ線計数器	Liquid scintillating β activity counter	1	LS 1801	1984	Beckman		トリウム、全β線量
培養器	Incubator	1	U 10	1980		Inoperative	
実験用乾燥機	Laboratory dryer	1	ST 05	1986	Instrumentarija		
熱風炉	Hot Air Oven	1		1998	Sutjeska		
熱風炉	Hot Air Oven	1		2003	Memerts		

水槽	Water bath	2		1995	Sutjeska		
蒸留設備	Distilling Appliance			1996	Sutjeska	1 appliance inoperative	
純水装置	Deminerализer	1		1998	Heming		
化学天秤	Analytical balance	1	T 2472	1980	Sartorius		
化学天秤	Analytical balance	1	BP 210S	1998	Sartorius		
工業用天秤	Technical balance	1	T2254	1980	Sartorius		
実験用コンロ	Laboratory hotplate	4					

微生物学試験室

機器名 (和)	機器名 (英)	数量	モデル No.	製造年	メーカー	備考
培養器	Incubator	5		1961(2) 1964(2) 1980(1)	Sutjeska	
培養器	Incubator	1		1996	Sutjeska	
加圧滅菌器	Autoclave	1		1974	Sutjeska	修理済み
加圧滅菌器	Autoclave	1		1983	Sutjeska	修理済み
熱風炉	Hot Air Oven	1		1996	Sutjeska	
熱風炉	Hot Air Oven	1		1999	Sutjeska	
顕微鏡	Microscope	1		1963	Carl Zeiss	
顕微鏡	Microscope	1		1978	Carl Zeiss	

膜濾過機器 (單一漏斗)	Membrane filtration instrument (single funnel)	1		1972	Sartorius	
遠心分離器	Centrifuge	1		1997	Sanyo	
工業用天秤	Technical Balance	1		1998	Santorius	
水槽	Water bath	1		1996	Sutjeska	
蒸留設備	Distilling instrument	1		1996	Sutjeska	

出所：BVK 水質試験部



### 3-2-5 財務状況

BVK 作成の財務報告書を次項の表 3-17 に示す。従業員の削減など改善策を実施しているが、財務収支に関しては、1999 年から 2003 年に至るまで赤字運営が続いている。この原因に関しては、依然として低く設定されている水道料金の他に

1. 低い料金徴収率
2. 不法接続による盗水
3. 老朽化した水道メーターによる誤検針、または意図的な改ざん
4. 老朽管からの漏水

などにより、無収水の割合が高く、有収率が低下していることが大きく影響している。BVK では恒常的な赤字体質を克服すべく、毎年上下水道料金を値上げしている。下表 3-16 が示す通り、水道料金は一般家庭 (Household)、公的補助を受けている学校、病院、その他の公的施設 (Beneficiary)、そして産業用 (Industry) と 3 つのカテゴリーに分類されている。中でも、一般家庭は 1999 年の 1.55 ディナール/m<sup>3</sup>から 2004 年の 20 ディナール/m<sup>3</sup>まで 6 年間で約 13 倍値上げされている。

表 3-16 BVK 上下水道料金の変遷

(単位 : Dinar/m<sup>3</sup>)

カテゴリー	1999	2000	2001	2002	2003	2004
<b>上水</b>						
一般家庭	1.14	1.14	4.41	7.35	12.00	16.00
公共機関	2.23	4.46	6.47	11.70	14.60	18.25
産業	5.58	11.16	16.56	23.04	30.00	33.75
<b>下水</b>						
一般家庭	0.41	0.41	1.59	2.65	3.00	4.00
公共機関	0.87	1.74	2.53	4.30	5.40	6.75
工業	2.17	4.34	6.44	8.96	10.00	11.25
<b>上下水合計:</b>						
一般家庭	1.55	1.55	6.00	10.00	15.00	20.00
公共機関	3.10	6.20	9.00	16.00	20.00	25.00
産業	7.75	15.50	23.00	32.00	40.00	45.00

出所 : BVK Financial Department

また、BVK は以前から国際機関などから指摘されている水道事業による独立採算制を目指すべく、ベオグラード市からの補助金を年々減額しており、2004 年度は補助金がなくなる予定である (但し、国際機関からの補助は収入の「他の収入」に計上されている)。

表 3-17 BVK 財務報告書

単位: Dinar (million)

財務報告書	会計年度				
	1999	2000	2001	2002	2003
<b>資産</b>					
固定資産	6,004	12,137	17,697	20,940	21,823
受取勘定	257	281	606	939	1,015
- (公営企業)	11	22	66	57	38
- (私営企業、他)	-	-	-	-	-
- (一般水道消費者、他)	246	259	540	882	977
金融資産	8	18	10	194	19
他の資産	2,274	5,973	8,721	2,194	1,248
<b>資産合計</b>	<b>8,543</b>	<b>18,409</b>	<b>27,035</b>	<b>24,266</b>	<b>24,105</b>
<b>負債</b>					
未払い金	76	268	254	557	300
負債(民間セクター)	21	51	63	56	76
負債(公的セクター)	45	95	168	193	377
他の負債	85	258	188	424	562
株式及び引当金	8,316	17,737	26,361	23,036	22,790
<b>負債合計</b>	<b>8,543</b>	<b>18,409</b>	<b>27,035</b>	<b>24,266</b>	<b>24,105</b>
<b>支出</b>					
従業員数	3,667	3,734	3,593	3,351	3,176
消費電力 (Mill.kWh/year)	221	228	228	226	217
人件費	144	297	614	984	1,348
電気代	64	93	195	333	421
薬品代	88	83	128	190	250
他の運転経費	31	129	161	366	514
<b>運転経費合計</b>	<b>327</b>	<b>602</b>	<b>1,098</b>	<b>1,873</b>	<b>2,533</b>
- (内上水道)	207	381	695	1,186	1,603
- (内下水道)	120	221	403	687	929
減価償却	236	337	931	1,076	1,163
<b>運転コスト合計</b>	<b>563</b>	<b>940</b>	<b>2,029</b>	<b>2,949</b>	<b>3,696</b>
金利及び手数料	3	11	39	13	76
税金	45	9	20	24	22
他のコスト	284	882	298	422	1,115
<b>支出合計</b>	<b>895</b>	<b>1,842</b>	<b>2,386</b>	<b>3,409</b>	<b>4,909</b>
<b>収入</b>					
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
<b>料金収入合計</b>	<b>526</b>	<b>590</b>	<b>1,626</b>	<b>2,643</b>	<b>3,857</b>
運営補助金及び援助	8	46	114	122	126
他の収入	31	28	116	144	187
<b>収入合計</b>	<b>565</b>	<b>664</b>	<b>1,855</b>	<b>2,909</b>	<b>4,170</b>
<b>収支決算</b>	<b>-330</b>	<b>-1,177</b>	<b>-531</b>	<b>-500</b>	<b>-739</b>
<b>キャッシュフロー</b>					
営業活動からのキャッシュフロー (Net)	N/A	19	54	49	N/A
営業活動からのキャッシュフロー (Net)	N/A	-26	-33	-562	N/A
財務活動からのキャッシュフロー (Net)	N/A	11	0	496	N/A
年初におけるキャッシュバランス	N/A	1	5	26	N/A
現金の純増増額	N/A	4	21	-17	N/A
<b>年度末におけるキャッシュバランス</b>	<b>N/A</b>	<b>5</b>	<b>26</b>	<b>9</b>	<b>N/A</b>

出所: BVK Financial Department

### 3-2-6 他ドナー及び NGO の援助動向

#### 1) 欧州復興開発銀行 (EBRD)

EBRD は 2001 年にベオグラード市と “Belgrade Municipal Infrastructure Reconstruction Programme” に対し、6,000 万ユーロの融資契約を結んだ。この計画は交通、上下水道、地域暖房と 3 つの市傘下である公共事業体 (Belgrade Public Transport Company、BVK、Belgrade District Heating Company) にそれぞれ 2,000 万ユーロずつ新規事業に対して供与するものである。

BVK に関しては、マキシシュ浄水場の第二期拡張プロジェクトにこの資金が配分されており、現状の設計容量 2,000 l/s を更に 2,000 l/s 倍増する計画である。同プロジェクトは

- ① コントラクト 1 : 設計、機材供給、及び計画終了までのプロジェクト管理
- ② コントラクト 2 : 施設の建設

に分かれている。コントラクト 1 の入札は既に終了しており、前述の通りイスラエルの THAL CONSULTING ENGINEERING LTD. とイタリアの PIANPIANTI の企業連合 (コンソーシアム) が落札した。現在は詳細設計に入っており 2004 年 9 月には終了する予定である。その後、コントラクト 2 の入札を公示し、スケジュールでは 2006 年 11 月にプロジェクトは完成する予定であったが、現在、BVK と Cukarica Municipality との間で土地収用問題が解決しておらず 2007 年までずれ込む可能性が高い。プロジェクトの内容としてはフランスの無償援助で実施された 1 期工事 (施工者はフランスのデグラモン社) と同じでオゾン、活性炭処理など比較的新しい水処理技術を使った浄水場の増設になる。

また、EBRD の融資の範囲は浄水場内部のみに限定されており、そこから先の配水システムの増設に関しては、ベオグラード市、BVK 側の自己資金、または他ドナーの資金協力に頼ることになる。計画時の予算見積では EBRD の 2,000 万ユーロに加えて、市当局から 2,000 万ユーロ、BVK が 500 万ユーロ、他ドナーから 350 万ユーロとなっており、合計 4,850 万ユーロ計上されている。今回の調査では自己資金部分であるマキシシュから Julino Brdo 配水池につながるコネクション・トンネルの完成は確認できた。また、別の配水ルートになるがノルウェーの無償援助で供与された配管の埋設工事が 2004 年 7 月より開始される予定である。

本件の EBRD の融資はソフトローンではなく、年利が約 9%、返済期間が 15 年 (支払猶予期間 4 年) という商業ベースの融資条件になっている。EBRD としてもデフォルトなどのリスク回避のため、BVK 自体の組織・経営改善もプロジェクトの中に含めており、融資金額の内、50 万ユーロはそのための技術協力費に配分されている。EBRD 担当者によると、融資契約に際しての条件として、

- ① 水道料金の値上げ（2001年には家庭用水道料金を約3倍に値上げした）
- ② 水道料金徴収率の向上（EBRDによると現在80～90%）
- ③ 不法接続の摘発・除去

等を掲げ、それらの目標をBVKがある程度達成したと判断したので融資取り付けに同意したとの事である。EBRD側のBVKに対する評価は総じて高かった。

また、EBRDはBVKのPPP（官民パートナーシップ）事業に関しても積極的に協力していく意向を示している。

## 2) 欧州連合 (EU)

EUは欧州復興機関（European Agency for Reconstruction: EAU）を通じて、“Public Private Partnership in Belgrade Water and Wastewater Sector” F/S 調査を実施している。本調査の総予算は250万ユーロである。詳細は3-3-4で後述する。

## 3) ドイツ復興金融公庫 (KfW)

KfWは既に完了した“Rehabilitation of Urban Water Supplies and Sanitation in Novi Sad, Nis and Belgrade - Phase 1”では、総予算の約40%に当たる130万ユーロをBVKに無償援助した。プロジェクトの内容としては、主に老朽管の敷設替え（機材のみ）、流量計、及び各戸に取り付ける水道メーターの設置などが含まれていた。

今年度1月から実施されているPhase2（対象地域はノヴィ・サドとベオグラード）ではBVKに対しては、490万ユーロの無償援助予算が計上されており（ローカル・ポーションは300万ユーロ：合計790万ユーロ）、今回も配管の敷設替えが中心となっている。内容はPhase1とほぼ同じである。

現在、KfWはこの水道プロジェクトをPhase4まで計画しており、Phase3からはKfWの負担部分（約1,000万ユーロ）は引続き無償援助であるが、欧州投資銀行（EIB）ローンとの協調案件になる予定である。Phase4では上水及び下水処理場に対して、800万ユーロの無償援助とやはり他ドナーとのCo-Financeを計画しているが、PPPの結果次第にはKfWはローンに切り替える可能性もあるとのことである。

上記の主要ドナー以外の援助活動に関しては、本要請プロジェクトが実施された際に、直接・間接的に関係し、良い方向に相乗効果を上げるものと期待される。参考までにこれらの主要ドナーの援助活動とマキシユ浄水場の送水管を機材供与するノルウェーの援助の

現時点での計画スケジュールを下表 3-18 にまとめる。

表 3-18 主要ドナー案件の計画スケジュール

	案件名	2004	2005	2006	2007
1	EBRD マキシム第二期拡張計画	■■■■■ ■■■■■	(コントラクト1) ■■■■■ ■■■■■		(コントラクト2) ■■■■■
2	KfW リハビリ・プロジェクト (Phase2)	■■■■■ ■■■■■	(Phase2) ■■■■■	(Phase3) ? ■■■■■	
3	ノルウェー 新設パイプライン建設	■■■■■ ■■■■■			
4	EU(EAR) PPP F/S	■■■■■ ■■■■■	(Strategy Report) ■■■■■	■■■■■ ■■■■■	(事前審査・入札)

#### 4) その他

その他の援助に関しては、次項の表 3-19 が示すように、基本的に無償で機材供与されている場合が多く、二国間の政府援助だけではなく、納入実績のある製造業者や、近隣諸国の水道局などからの無償援助支援なども見受けられる。内容としては比較的小規模で、浄水に必要な化学薬品や、スペア・パーツの機材供与がほとんどである。二国間政府援助では、昨年度にプレッジが終了したノルウェー政府の無償援助は供与金額が 150 万ユーロと最も大きい。この案件はマキシム浄水場から繋がる送水管の新規建設で、EBRD 融資のマキシム第二期拡張計画の一部である。予定スケジュールとしては 2004 年 7 月に工事を開始して、2005 年 3 月に完成する予定である。案件内容は 1200 ミリ口径（総延長 8km）のダクタイル管の機材供与である。

世界銀行はベオグラード市の上下水道セクターに関連する援助は行っておらず、米国国際開発庁（USAID）は、戦争犯罪人隠匿の問題と、ベオグラード市には各国の援助が集中しており、本当のニーズは地方にあると判断しているため同市には援助を実施していない。

非政府組織（NGO）に関しては、表中 4 にあるように 2000 年に浄水場で使用する化学薬品を英国の OXFAM が無償供与している以外は目立った動きはない。

表 3-19 最近の対 BVK 無償援助動向

No.	ドナー	製造業者	明細	量	金額	契約日
1	Lyonnaise Des Eaux	CIBA	Polyelectolyte	10 tons	25.000	June, 2000
2	Lyonnaise Des Eaux	SEWERIN	Equipment detecting sewer system network failure		33.508	
3	Lyonnaise Des Eaux	KSB	Borehole pumps 110l /s		21.732	November, 2000
4	OXFAM	CHEMIVIRON	Activated carbon	522 tons	1,566.000	November, 2000
5	HAWLLE	HAWLLE	638 valves 570 instalation sets 30 intervening joints			
6	CUES INC	CUES INC	Robotized system of cameras and screenes for pipework monitoring	1	213.212	February, 2001
7	EYDAP, Athens Waterworks and Sewerage		polyelectolyte aluminium-sulphate chlorine	5 tons 600 tons 100 tons	204.520	February, 2001
8	ADF, Agence Francaise de Development	SNF Floerger	Polyelectolyte	20 tons	49.700	March, 2001
9	Enres + Hauser	Enres + Hauser	Flow meter	1	1.882	July, 2001
10	Wienna Waterworks		Waterwork system fittings and 115 overhead hydrants		365.068	July, 2001
11	TRM	TRM	Waterwork pipes f 100-f 400, 4 tugs	1.780 m	255.650	July, 2001
12	Trailigaz	Trailigaz	Spare parts for ozone production in Makis		51.130	July, 2001
13	ADF, Agence Francaise de Development	Ozonia Degremont	Equipment set for the ozone line in Makis		1,035.434	August, 2001
14	ADF, Agence Francaise de Development	STERAU, KSB	Borehole pumps	19	293.269	September, 2001
15	EYDAP, Athens Waterworks and Sewerage		polyelectolyte aluminium-sulphate chlorine	20 tons 250 tons 200 tons	187.500	November, 2001
16	Government of the Republic of Austria		Computer equipment, Software support, training		300.000	December, 2001
17	Government of the Kingdom of Norway		Pipeline for Kaludjerica, Beli Potok tunnel		1,530.000	April, 2002
			<b>合計</b>		<b>6,352.495</b>	

### 3-2-7 今後の計画

2003年、ベオグラード市都市整備計画（General Urban Plan for Belgrade）が策定された。このなかに上下水道管理計画（Integrated Water Management：添付資料-3）が含まれている。これは同時期に BVK によって作成されたベオグラード上下水道整備計画（Prospective Development Program for the Water Supply System for Belgrade：添付資料-2）がベースとなっており、内容は全く一致する。以下、この開発計画による。

#### （1）開発の概念

- 1) 衛生的な安全な水の供給
- 2) 長期的な水供給システムの確立
- 3) 水需要の増加に対応した新しい水源の確保
- 4) 漏水対策（老朽化した配水ネットワークのリハビリ、圧力及び流量規制の設定）
- 5) 既存地下水浄化施設の浄化システム改善
- 6) 市の都市整備計画に対応した配水ネットワークのリハビリ及び新規建設、近代的な維持管理システムの構築
- 7) 財政問題の解決

#### （2）水需要予測

本計画における水需要予測<sup>1</sup>は次のとおりである。

年度	日最大水需要量 (m <sup>3</sup> /s)
1995	8.5
1995-2000	10.0
2000-2005	11.0
2005-2010	12.0
2010-2020	14.0
2050 まで	17.0

#### （3）開発計画

##### 1) 新しい水源の確保

計画は、取水量の増加及び安定的な取水を目指すものであるが、将来にわたる良好な原水の確保の観点から、さらに水質の悪化が進み、また国際河川としてのリスクを絶えず有しているサバ川の表流水からの取水よりは、地下水を優先的に確保するという方針で

<sup>1</sup> 本水需要予測は 1991 年に実施された国勢調査の人口増加予測に基づいているが、2002 年に実施された同調査による人口とは大きな差が確認されている。BVK は実質値として、2006 年 8.2m<sup>3</sup>/s、2021 年 9.0m<sup>3</sup>/s と予測している。

ある。

計画されている新たな地下水水源を、図 3-13 に示す。

地下水ポテンシャルは以下のように見込まれている。

- ・ Great War Island ( 800 l/s )
- ・ 人工砂濾過 (Zidine 等サバ川河岸) ( 1,500 l/s )
- ・ Kupinski Kut ( 3,500 l/s )
- ・ ドナウ川左岸 ( 3,000 l/s )
- ・ Godomin ( 1,500 l/s )
- ・ Macva ( 5,000 l/s )
- 合計 : 15,300 l/s

また表流水のポテンシャルは、

- ・ マキシユ II ( 2,000 l/s )
- ・ マキシユ III ( 2,000 l/s )
- ・ Starovlaske 山脈 ( 9,500 l/s )
- ・ Drina 川 ( 10,000 l/s )
- ・ Mlava ( 3,000 l/s )
- 合計 : 26,500 l/s

などが予測される。さらに、既存水源のリハビリ (取水ポンプの交換、河床の再生、集水管の改修、接続井戸の建設等) による取水能力の増加も計画されており、そのポテンシャルは 1,200 l/s と見込まれている。

## 2) 浄水場

浄水場のシステムは、水源が地下水か、あるいは表流水かによって構造が違う。設計処理容量は十分であるが、施設は老朽化しており、またシステムも近代的な設備に更新する必要がある。

## 3) 配水システム

主要な水供給施設の大半が過去 30 年の間に建設されている。これらの施設も老朽化しており、施設のリハビリが必要となっている。

①配水メインパイプライン : 年 50 km の管路更新が必要。

②配水ポンプ場 : すべてのポンプ場の早急な改修が必要



- ③環状配水トンネル：安定した水供給を目的として 1970 年代に計画されたものであり、複数の市内配水システムを環状配水トンネル (T2 トンネル) によって接続する。この開発コンセプトにしたがって、マキシユ浄水場からは 2 つの地域に送水される。一方は市の中央部の送水に当てられ、他方はベオグラード市都市近郊地域に送水するものである。またマキシユ浄水場とバノボ・ブルド浄水場からの送水はこの環状トンネルによって合流し、同じシステムによって都市部地域に配水される。さらに将来はベザニヤ浄水場からの送水システムも接続する計画である。
- ④配水タンク：既存配水タンクは、現時点では、1 日需要量の約 30%の容量を有している。計画では、1 日需要量の 50%まで増加する。新しいタンクの建設が必要となっている。
- ⑤新規配水システムの建設：市内都市部の配水システム開発の一方、都市近郊の配水システムの建設も計画されている。Mladenovac 方面 23 村落の給水をカバーするパイプライン、延長 52 km、口径 800~1200 mm の建設がすでに開始されている。またサバ川左岸では、ベオグラード市に隣接する他の市の管轄地域まで計画は拡大されている。またベオグラード市南部は、Cukarica 地区及び Barajevo 地区の管轄であるが、ベオグラード市の配水システムと接続することになった。これにより、南部へパイプラインが延長されることが計画されている。さらに東部地域である Srem 地区にも拡大する計画である。これは、セ国水資源管理 (The Basis of Water Resource management in Public of Serbia) の水供給開発戦略に基づくものである。

#### 4) 監視制御システム

ベオグラード上水道供給システムは、非常に複雑である。それは施設が広い範囲に散在しており、各システムが独立していることより、最適なオペレーションのためには、すべての施設の情報を 1 つのシステムで把握し、制御できるようにすることである。上水道供給施設とは、取水施設 (Reny Well 等)、導水管、浄水場、配水ポンプ場、配水タンク及び配水ネットワークなどであり、安定した上水道供給のためには、これらの施設を連携し、効率的なオペレーションを実施できる水運用システムを構築する必要がある。この 1 つのシステムに統合するという構想は、1960 年代にすでに計画がつくられていた。その後、機器の技術的進歩はあるが、基本的なコンセプトは変化していない。システムの構成は以下のとおりである。

- a) 中央コントロールセンターによる、ローカル施設機器の自動制御
- b) 無線による通信施設の整備
- c) 中央コントロールセンターからのバルブの遠隔開閉操作
- d) 中央コントロールセンターにおける全施設の監視システム
- e) 最新機器に対応した施設とサービスの質の向上

(4) 開発スケジュール

取水量増加のための施設建設スケジュールは次表 3-20 の通り計画されている。

表 3-20 BVK 施設建設計画スケジュール

期間	処理容量 (m <sup>3</sup> /s)			新たな水源開発
	水需要	既存	新規	
1995-2000	8.5	7.5	1.0	イエゼロ浄水場 (1 m <sup>3</sup> /s) (表流水)
2000-2005	10.0	8.0	2.0	マキシユ II (2 m <sup>3</sup> /s) (表流水)
2005-2010	12.0	9.5	2.5	Zidine 濾過 (1.5 m <sup>3</sup> /s) (地下水) Great War Island (1 m <sup>3</sup> /s) (地下水)
2010-2020	14.0	11.5	3.5	ドナウ川左岸 (1.5 m <sup>3</sup> /s) (地下水) Macva-Jarak (2 m <sup>3</sup> /s) (地下水)
2020-2050	17.0	13.5	3.5	Kupinski Kut (3.5 m <sup>3</sup> /s) (地下水)

出所: BVK

(補足) 2050 年以降は、Godmin、Starovlaske 山脈、Drina 川からの水源開発が計画されている。







图3-13 地下水開発計画地図





### 3-3 現状の課題

#### 3-3-1 施設の老朽化

ベオグラード市上水道セクターの課題は、既存水道施設の老朽化と財政問題である。BVKはユーゴ紛争が勃発した1990年から10年間に新規の設備投資が十分でなく、必要な設備の更新も水需要を満たすものではなかった。このため、ほとんどの施設は老朽化している。これらの2つの主要な問題が要因となって、以下の諸問題を引き起こしている。

- ・ 高い漏水率
- ・ 夏期の水不足
- ・ 水供給能力の不足
- ・ 適切なオペレーション（監視制御システム）及び維持管理（取水・配水ポンプの補修、更新、スペア・パーツの補給等）の不備
- ・ 水源の水質保全計画の欠如
- ・ 都市近郊地域の発展に伴う水供給システム整備の遅れ
- ・ サバ川の水質悪化への対応

このなかで、今回の要請の理由の一つにもなっている「夏期の水不足」について記述する。

BVKでは、給水率100%、24時間給水を目標としているが、夏期におけるピーク時には、図3-14に示すように、高台の配水ゾーンⅢ、Ⅳおよび配水末端区域において、水不足（断水、圧力不足、間欠給水）が生じている。図3-14において、1～5地域は高台に位置し、6～9地域は、新興開発及び都市近郊地域であり、十分な上水道整備が行われていない地域である。水不足の原因は、以下の要因が考えられる。

#### ①漏水：

上水道供給システム最大の課題は漏水であり、漏水率が約30%に達している。夏期の水不足も漏水が縮小できれば解決できるともいわれている。現在、KfWの無償援助により、老朽管の更新など漏水対策が実施されている。

#### ②供給量の不足：

表流水からの取水はほぼ浄水場の計画容量と一致しているが、地下水からの取水は計画容量の約60%を満たすのみであり、地下水供給量の不足が指摘されている。なぜ、計画どおりの取水が出来ないかという理由について、BVK顧問のベオグラード大学水理地質学 Milenko Pusic 教授は以下の要因を指摘している。 a)絶対供給量の減少（地下水涵養は、サバ川か

らの浸透によるものが約 95%であるが、堆積物による河床面閉塞の結果、浸透量が減少し、地下水位が下がってきている) b) 水平多孔集水管の目詰まり c) 水平多孔集水管の腐食などである。また BVK からは、地下水の取水に際しては、停電時の取水ポンプの停止から再起動まで 5 時間程度の遅れが生じること、取水ポンプの空運転、老朽化によるポンプの故障などが供給量の減少の一因になっているとの説明を受けた。

### ③施設の老朽化：

配水ポンプが老朽化しているために設計機能を果たせていない。また、故障が多いために予備ポンプまでフル稼働させている状況であり、夏期に故障が生じた場合、水不足に直結してしまう。

### ④配水システムの問題：

ベオグラード市は、標高 70m から 325m という高低差をもった地形であり、配水システムは、この標高によって、4つの配水ゾーンに区分している。しかし、当初から独立した4つのゾーンとして計画的にシステムを構築してきたわけではなく、都市部の発展に伴い、送水管から直接に各戸に給水したり、枝線を延長するような工事を繰り返してきたために、送水管末端地区では十分な圧力が確保できない所がある。また高台の配水タンクへの送水途中からも各家庭へ配水が行われており、特に水需要の増加する夏場には十分な水量が高台の配水タンクに供給されないといった現象も生じている。加えて、第Ⅱゾーンには多くの高層ビルが建設されてきたが、高層ビルに対してブースター・ポンプの設置が義務化されておらず、配水ポンプ場からダイレクトに給水されている。そのため、他の住民に対しては不必要な圧力で送水されており、その結果として消費の増加、さらに漏水の増大を招いている。このような配水ポンプの不適正な運転は、全体の配水システムのバランスを崩している。また第Ⅲ、Ⅳゾーンには、3-2-2 で記述したとおり、適正規模の配水タンクが設置されておらず貯水率が低いため、停電などによる送水停止の場合、即座に断水につながってしまう。以上のような不適切な配水システム状況のために、計画的な配水システムができなくなっており、これが夏場の水不足の原因ともなっている。

⑤不正接続と不正使用：KfW のコンサルタントが調査しているが、問題の箇所数が多く実態はよくわかっていない。





### 3-3-2 監視制御体制

ベオグラード上水道供給システムは、前述の通り、非常に複雑であり、また施設も多く、広範囲に位置している。施設間の迅速な連絡のための通信設備がないために、配水タンクへの適切な送水量の調整、配水ゾーンへの水供給のアンバランスの調整といった配水制御が迅速に行われず、水の有効配分・利用ができない状況にある。最適なオペレーションを行うためには、すべての施設の稼働状況を 1 カ所で監視（モニタリング）出来るシステムが必要であり、さらに制御（コントロール）できるシステムの構築が望まれている。

上水道供給システムに関連する施設は次のとおりである。

- ・取水施設（Reny Well）及び導水管
- ・浄水場
- ・配水ポンプ場
- ・配水ネットワーク（配水管きょ）
- ・配水タンク

現在は、地下水の取水施設は、浄水場が管理している。4～5 箇所の Reny Well に 1 人管理人を配置し（実際には 12 時間交代 24 時間 2 日に一回勤務、合計 1 チーム 4 人）、定期見回りを行っている。故障や停電による取水ポンプの停止が確認された場合は、管理人は浄水場に連絡する。管理人は取水ポンプ作動権限を有しておらず、浄水場からポンプ作動担当者が駆けつけることになる。また 3 月から 4 月には、サバ川の水量が増えて、取水施設の見回りのためにボートを使用せざるを得ない。このように連絡が取りにくい、あるいは確認が遅れた場合には取水ポンプの再起動までに最大 5 時間ほどの遅れが生じることがある。また BVK の自己資金により、ポンプの交換と共に、既に回転数制御装置、自動再起動装置（コンピューター制御装置-Programmable Logic Controller : PLC-にプログラミングされている）が設置されている Reny Well もあり、これには水位、周波数、回転数、流量などのデータが Global System for Mobile Communication (GSM = 携帯電話) システムを通じて浄水場に自動的に送られている。しかし、ベザニヤ、バノボ・ブルド、及びマキシユ浄水場では既にそれぞれの監視システム（別々のソフト・プログラム）が構築されている。それらのデータは、各浄水場から BVK 本局の中央コントロールセンターに報告され、中央コントロールセンターから浄水場には、必要な流量、圧力の指示が与えられる。

配水ポンプ場には、運転責任者が配置されており、中央コントロールセンターの指示を受けて、圧力及び流量調整を行っている。配水タンクにも管理人は配置されており、タンクの水位を中央コントロールセンターに報告している。しかしながら、中央コントロールセンターはまだ設立されたばかりであり、すべての施設にコンピューターやネットワークに接続する観測機器が設置されているわけではなく、すべての施設の状況を把握して水需

要に対応した迅速なコントロールがとれる体制には至っていない。また各浄水場でも監視システムが構築されつつあるが、連携して水需要に対応できるレベルではない。

BVK では、99 の Remy Well、6 つの浄水場、26 の配水ポンプ場、28 の配水タンク、70 カ所以上の観測ポイントをコンピューター・ネットワークで接続し、中央コントロールセンターにおいて、水位、圧力、ポンプデータ、モーター回転数、流量、残留塩素、故障などをリアルタイムで把握する監視システムを構築すること、さらに全ての Remy Well と配水ポンプ場で水位と連動した回転数制御装置の導入、水需要に対応した配水ポンプの制御、停電対策に取水・配水ポンプ自動再起動装置の導入などを計画している。

### 3-3-3 財政事情

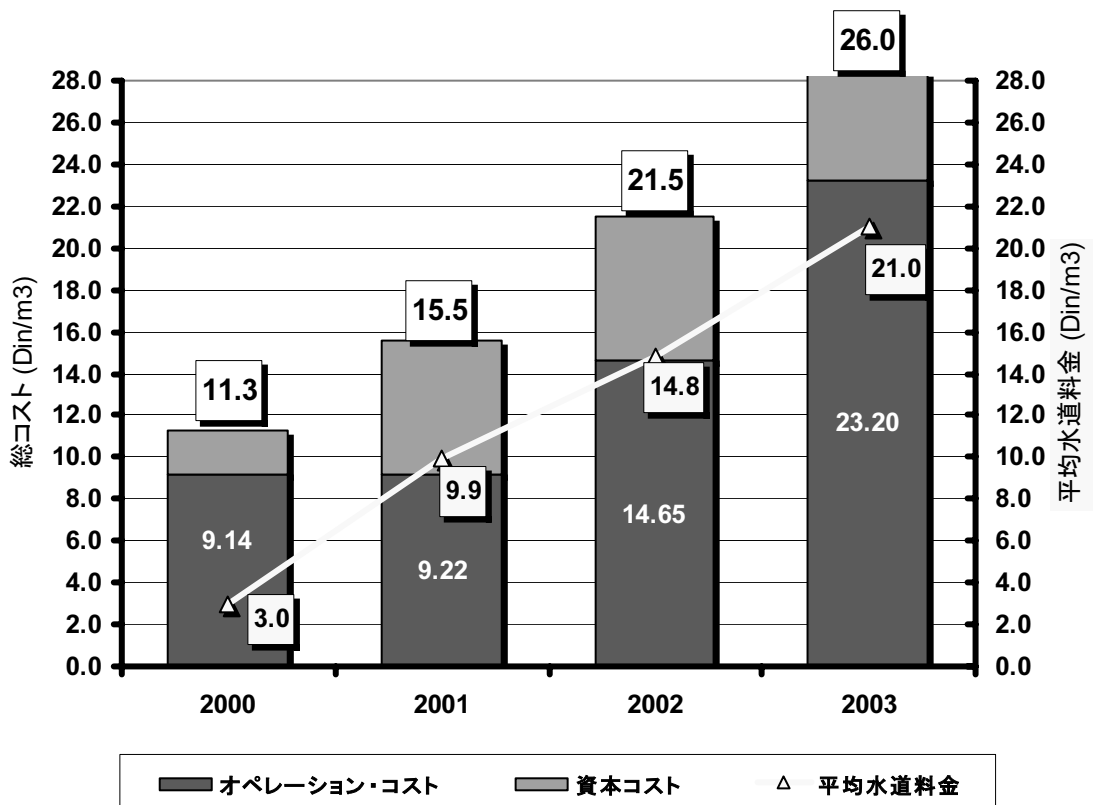
BVK の財政に関する問題点としては下記の 2 点が挙げられる。

- ① 水道料金が依然としてオペレーション費用に対して安すぎる。
- ② 外部委託による非効率な水道料金徴収システム。
- ③

まず、第一に水道料金に関しては、3-2-5 で述べたように恒常的な赤字体質が続いており、下のグラフが示すように、徴収した水道料金だけでは維持管理が出来ない状態にある。

同じく前述の通り、BVK はベオグラード市の承認を得て、毎年水道料金の値上げを継続し、悪化が続く財務体質の改善に努めているが、依然としてその効果が出るまでには至っていない。BVK はまだ現在の水道料金は正当な価格ではない（＝安価すぎる）という認識を持っている。ベオグラード市民の平均月収を 400 ユーロと仮定し、4 人家族で推計した水道料金をその月収と比較してみると、概算で水道料金は月収の 2%程度に当たる。ベオグラード市の方針としては、月収の 4%まで水道料金を引き上げる意向である（ちなみに世銀は途上国での水道料金は月収の 5%を越えないことが望ましいとしている）。

次に問題とされるのが、現在の水道料金徴収システムである。ベオグラード市の場合、水道料金は電気や他の公共サービスの代金が合算されて、インフォスタン（Infostan）という BVK と同様の市傘下の公益法人が一括で徴収する。水道の場合、BVK は基本的に水道メーター等で検針後、各戸・企業宛の請求金額を算出し、それを Infostan に送る（非常に限られた一部地域のみ BVK が直接水道料金を徴収するケースもある）。Infostan は水道料金とその他の公共サービスの請求金額と合算し、各戸へ請求書を送付する。納付者からの入金後、Infostan は、徴収分から自動的に 5%の手数料を差引き、BVK の口座に直接振り込むというシステムである。この公共料金徴収システムにおいて、BVK は請求、及び納付に関する一切の権限を持たない。



出所：BVK Financial Department

図 3-15 オペレーション・コストと水道料金の比較

また、Infostan からは未徴収分に関する一切のデータの提出がなく、BVK は未納者を全く把握出来ないために給水停止など何の対応や指導も出来ないといった問題が生じている。BVK 経理担当者によると、未納に関しては Inforstan が一切の責任を取るとのことであるが、現状として未納に対して何の対策も講じられていないとのことである。次項の表 3-21 の通り、2003 年度の水道料金徴収率は一般家庭が 68% と最近で最も低調であった。この低下は水道料金の値上げの影響が大きいと思われる。

BVK としても、この非効率な徴収システムの現状に問題視しているが、現状として Infostan はベオグラード市の公的サービスの一部として機能しているため、民間活力導入でもされない限り変更することは不可能であるとしている。

表 3-21 水道料金徴収率の変遷

	1998.	1999	2000.	2001.	2002.	2003.
<b>A. 請求額(000 Din.)</b>	<b>447,759</b>	<b>477,173</b>	<b>491,027</b>	<b>1,523,101</b>	<b>2,342,594</b>	<b>3,317,745</b>
1. 一般家庭	193,741	196,337	160,389	619,887	1,048,226	1,724,223
2. 公的施設及び産業	254,018	280,836	330,638	903,214	1,294,368	1,593,522
<b>B. 徴収額 (000 Din.)</b>	<b>363,620</b>	<b>409,660</b>	<b>477,479</b>	<b>1,168,656</b>	<b>1,963,202</b>	<b>2,747,352</b>
1. 一般家庭	135,889	156,362	135,941	454,319	856,163	1,178,008
2. 公的施設及び産業	227,731	253,298	341,538	714,337	1,107,039	1,569,344
<b>水道料金徴収率 (B./A.) (%)</b>	<b>81.2%</b>	<b>85.9%</b>	<b>97.2%</b>	<b>76.7%</b>	<b>83.8%</b>	<b>82.8%</b>
1. 一般家庭	70.1%	79.6%	84.8%	73.3%	81.7%	68.3%
2. 公的施設及び産業	89.7%	90.2%	103.3%	79.1%	85.5%	98.5%
Infostan 手数料+優遇割引*	N/A	N/A	9,944	59,781	98,741	136,933
<b>水道料金徴収率 (上記含む)</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>	<b>99.3%</b>	<b>80.7%</b>	<b>88.0%</b>	<b>86.9%</b>

(出所：BVK)

(備考)

- 2000年の2.の徴収額が請求額より多いのは、前年度の売掛金が入金されたため。
- 優遇割引\*とは低所得者、高齢者などに対してBVKが負担して、通常の水道料金より割引いたもの。

### 3-3-4 官民パートナーシップ (PPP) 事業

BVKは2005末を目途に官民パートナーシップ (PPP=Public Private Partnership) の導入を検討している。既に公営企業法等の関連法規の改定が施行され、公的サービスに民間資本を投入できる法整備は完了している。現在は、EU資金によりEAUがF/S調査 “Public Private Partnership in Belgrade Water and Wastewater Sector” を実施している。契約コンサルタントは英国の Mott MacDonald である。

BVKによると同公社は全ての面においてEU基準を満たすべく事業革新を推進している。ただ現状を分析すると、EU基準に達するには、

- ① 不十分な投資金額
- ② 財政上の自立が出来ていない
- ③ 低い効率性
- ④ 老朽化の進んだインフラ
- ⑤ 人員過剰
- ⑥ 柔軟性ない経営手法

等の問題があると内観している。そして、その問題点を克服するには民間の資本、経営手法を導入した方が効率的に改善出来るという判断である。特に、上水道に比べて大きく立ち遅れている下水道整備に対する投資を増加したい意向であり、仮に PPP 導入が決定した場合は上下水道事業の両方がパッケージになる可能性が高い。

2001 年 4 月に BVK 主催の第一回の PPP 国際会議（“Proceedings of the Conference Privatization within the Sector of Water Supply and Sanitation”）が開かれ、今回の調査団滞在中にも第二回の同国際会議（“2<sup>nd</sup> International Conference on Public Private Partnership in Water Sector”）が開催された。第二回会議では、世銀、EBRD を始めとする国際機関の PPP の説明、英仏の水道会社のプレゼンテーション、オーストリア、ギリシャ、ブルガリアなど近隣諸国の首都圏水道事業体の PPP に関する成功・失敗例などが紹介された。

BVK 内部では PPP 導入に関しては、賛否両論であるが、ベオグラード市本体は市議会の議長を始め、他の有力議員も PPP 導入に積極的な姿勢を見せている。コンサルタントの Mott MacDonald によるとこの PPP の目的は、

- ① 上下水道サービスのレベル向上
- ② 水道事業の効率化
- ③ 利潤を生む資本投資
- ④ 長期に渡る水道システムの財政、技術、環境的安定の確保

の 4 つを挙げている。この F/S 調査のスケジュールによると、

- Phase 1 : 現状分析、及び Strategy Report の完成（2003 年 9 月～2004 年 6 月）
- Phase 2 : PPP 契約の準備（2004 年 8 月～2004 年 12 月）
- Phase 3 : 応札業者の事前審査（P/Q）（2004 年 12 月～2005 年 3 月）
- Phase 4 : 入札（2005 年 3 月～2006 年 3 月）

と、なっており、Phase 1 終了後、Strategy Report で挙げられたいくつかの選択肢から適した PPP の形態をベオグラード市が一つ選ぶことになる。そして、その PPP 導入が 12 月に市議会閣議で承認されれば、最も早いスケジュールでは 2006 年の 3 月には何らかの PPP が実現することになる。