

上下水道分野

目 次

第1章 上下水道分野の現状	117
1－1 全国の上下水道セクターの現状	117
1－1－1 行政組織・法制度・事業主体	117
1－1－2 当該セクターの国家政策・国家計画	118
1－1－3 都市上下水道の現状	118
1－1－4 村落上下水道の現状	119
1－1－5 河川水質汚濁対策の現状	120
1－2 ベオグラード市の上水道の現状	124
1－2－1 上水道と水需給の現状	124
1－2－2 水源・送水施設の現状	127
1－2－3 浄水施設の現状	133
1－2－4 配水施設の現状	134
1－2－5 上水道の水質と水質管理体制	138
1－2－6 上水道整備計画の概要	142
1－2－7 上下水道公社の組織と維持・管理体制	146
1－2－8 上下水道事業の財務と料金徴収システム	146
1－3 ベオグラード市の下水道の現状	149
1－3－1 水質汚濁の現状と衛生状況	149
1－3－2 下水道施設の現状	151
1－3－3 工場廃水処理の現状	157
1－3－4 下水道整備計画の概要	157
1－3－5 下水道整備事業実施体制と整備手法	162
第2章 他ドナー国際機関の援助動向	163
2－1 援助調整の枠組み	163
2－1－1 援助調整の枠組み	163
2－1－2 上下水道セクターにおける必要投資額とドナー援助表明額	163
2－1－3 ドナー援助プログラム	163
2－2 国際機関・二国間ドナーの協力実績・動向	166
2－2－1 欧州復興開発銀行（EBRD）	166
2－2－2 世界銀行	166

2-2-3	ドイツ (KfW)	167
2-2-4	フランス	167
2-2-5	アメリカ (USAID)	167
2-3	我が国の援助の方向性	167
第3章	課 題	169
3-1	上水道	169
3-1-1	ベオグラード市の上水道の課題	169
3-1-2	その他の都市水道の課題	169
3-1-3	村落水道の課題	170
3-2	下水道	170
3-2-1	連邦政府・共和国政府の課題	170
3-2-2	市町村の課題	171
3-2-3	ベオグラード市の課題	171
第4章	我が国に対する要請	172
4-1	上水道	172
4-1-1	要請案件と案件の絞り込み	172
4-1-2	ベオグラード上水道施設復興整備機材供与プロジェクト	174
4-2	下水道	181
4-2-1	要請案件と案件の絞り込み	181
第5章	我が国の協力の方向性・可能性	183
5-1	我が国の協力の基本方針	183
5-2	形成案件の概要	184
5-3	その他の案件の可能性	185
5-4	援助実施上の留意点	185
図表リスト		
表1-1	上下水道セクターの復興計画	118
表1-2	セルビア中部地域の個人水道の水質試験結果	120
表1-3	トイレ排水方式の統計	120
表1-4	環境基準	123

表 1－ 5	ベオグラード市排水基準	123
表 1－ 6	水道供給人口と水需要の推計	125
表 1－ 7	既設浄水場の設計容量と稼働量：2000 年	125
表 1－ 8	水道水源の比率と水生産量の推移：1939～1999 年	128
表 1－ 9	Reny well 本数と 1 本当たりの平均揚水量の推移：1960～1999 年	128
表 1－10	ベオグラード市の浄水場容量の現状と計画	133
表 1－11	ベオグラードの配水システムの概要	137
表 1－12	マキシユ浄水場の原水（サヴァ川の表流水）と処理水の水質	140
表 1－13	ベレ・ボデ浄水場の原水（サヴァ川右岸 Reny well の地下水）と処理水の水質	141
表 1－14	原水水質・処理水質及び日本の水道水質基準との対比	142
表 1－15	ベオグラード上水道計画と現在の水需要推計の比較	143
表 1－16	上下水道整備プロジェクト支援要請リスト (PROJECT PROPOSALS FOR DONATORS CONFERENCE BRUSSEL)	145
表 1－17	ベオグラード上下水道公社の収支一覧：1997～2000 年	148
表 1－18	ベオグラードの上下水道料金表	148
表 1－19	ベオグラード市内河川の水質 2001 年 3 月／8 月	150
表 1－20	処理区の面積と人口	151
表 1－21	管渠、ポンプ場、下水道普及率	152
表 1－22	計画流入汚水量	161
表 2－ 1	水道公社の必要投資額とドナー援助表明額	163
表 2－ 2	水道・衛生改善に必要なドナー援助額	164
表 4－ 1	上水道分野の要請案件一覧	172
表 4－ 2	プロジェクト見積金額	176
表 4－ 3	ローカル（Mikro Kontrol 社）のコンピューター監視制御装置導入実績	180
表 4－ 4	下水道分野の要請案件一覧	181
図 1－ 1	河川及び観測所位置図	121
図 1－ 2	ドナウ川 BOD 変化	124
図 1－ 3	ドナウ川 SS 変化	124
図 1－ 4	サヴァ川 BOD 変化	124
図 1－ 5	サヴァ川 SS 変化	124
図 1－ 6	ベオグラードの水不足を伝える新聞記事	126
図 1－ 7	ベオグラード市内の水不足地域	127

図 1－8	Reny well 標準断面図	128
図 1－9	Reny well 位置図と送水管（原水及び処理水）の流量監視位置図	129
図 1－10	Reny well ポンプ及び送水管配置図	130
図 1－11	浄水場、配水ポンプ場、貯水タンク位置図	135
図 1－12	配水環状トンネル位置図	138
図 1－13	ベオグラードの上水道普及区域の変遷：1892～1992 年	143
図 1－14	ベオグラード上下水道公社の組織図	146
図 1－15	市内河川位置図	149
図 1－16	下水道整備区域拡大変遷図	151
図 1－17	汚水幹線現状	153
図 1－18	雨水幹線現状	155
図 1－19	計画下水システム	159
図 1－20	CS USCE と遮集管	161
図 2－1	短・中期ドナー援助優先項目の模式図	164
図 4－1	地下水取水・配水ポンプ設備の監視制御システムの概念図	175
写真 1－1	生活雑排水道路放流状況	150

第1章 上下水道分野の現状

1-1 全国の上下水道セクターの現状

1-1-1 行政組織・法制度・事業主体

行政組織は連邦政府の下に2つの共和国、セルビアとモンテネグロがある。各共和国の下にカウンティ（県に相当）があり、セルビア共和国では29のカウンティがある。これと同格でベオグラード市がある。カウンティの下に市町村があり、その下にセツルメント（集落）がある。連邦、共和国、市町村で行政が行われている。セルビア共和国憲法により各市町村は「Local self-government」として自治が強調され、共和国法律内で独自の行政ができる。

セルビア共和国行政組織のなかで上下水道・環境とかかわりをもつ組織は対外経済関係省（Ministry of International Economic Relation）、保健省、農業・森林・水管理省がある。上下水道・環境に係る業務は、対外経済関係省では主に外国援助の窓口であり、保健省では河川、地下水の水質監視を行い、農業・森林・水管理省では灌漑施設、水源確保（ダム建設等）を行っている。共和国レベルでは直接的に上下水道事業には関与しないし、上下水道を統括している中央官庁はない。

上下水道の事業主体は各市町村である。市町村は独自に上下水道事業を展開できるが、一般的に公社（Public Utility Company）を設立する。この公社は市町村議会によって設立される。ベオグラード市では11の公社があり、そのなかの1つがベオグラード上下水道公社である。

市町村は人口規模でCity（市）とMunicipal（町村）とに区別されている。市が行う水道事業を都市水道（City water supply systems）と称し、町村が行うものを中小都市水道（Municipal water supply systems）と称する。

都市部や農村部の水道水質は環境省によりモニタリングされている。また、水道事業者と農業・森林・水管理省との関係は水資源に対し不明確なところがあり、これから調整が行われる模様。

上下水道関連の法律は

- ・ 水基本法（Water Law）
- ・ 水源基本法（Water Source Law）
- ・ 建設法（Construction Law）
- ・ 公共事業法（Utility Services Law）
- ・ 水道水質法（Potable Water Quality Regulation）
- ・ 水道水源保護法（Water Sources Protection Regulation）

がある。水基本法の中で環境基準が設定されている。これは河川を重要度に応じてIからIVまでに類型指定し、各類型ごとに達成すべき水質を定めている。排水基準については各市町村ごとに

定められ、公共水域に放流できる水質の許容限界値を定めている。

1－1－2 当該セクターの国家政策・国家計画

1992年4月のユーゴスラヴィア連邦共和国発足以来、上下水道セクターに係る国家政策・国家計画は内戦による混乱のため策定されなかった。その後、2000年10月の民主化を受けて開催された2001年6月の対ユーゴスラヴィア支援国会合に向けて、緊急復興のための国家計画として、セルビア対外経済関係省を中心に「Reform Agenda of Serbia（セルビアの改革議題）」が策定された。

上記の「Reform Agenda of Serbia（セルビアの改革議題）」のなかで、援助を対象とした上下水道セクターの復興計画は表1－1のように総括されている。

表1－1 上下水道セクターの復興計画

プロジェクト数： 33	プロジェクト名：既存上下水道の復活 (Revitalization of existing water supply and sanitation)	
援助要請年：2001年	調整機関：セルビア農業・ 森林・水管理省	実施機関：上下水道公社 並びに地方自治水道
総必要援助額：1億6,000万ドル		
2001年の必要援助額：4,000万ドル	プロジェクト開始： 2001年9月	プロジェクト期間： 48か月
プロジェクトの優先度：最優先		

出典：Reform Agenda of Serbia - Agriculture, forestry and water management

一方、支援国側では世界銀行と欧州委員会によってERTP（経済復興プログラム：Economic Recovery and Transition Program）が作成され、上記の「Reform Agenda of Serbia（セルビアの改革議題）」を包含したより詳細な行動計画が策定されている（ERTPの詳細については「第2章2－1 援助調整の枠組み」参照）。

1－1－3 都市上下水道の現状

(1) 都市上下水道の概況

ベオグラード、ノヴィ・サド、ニーシュの大規模都市水道においては、夏期に地域的な水不足があるものの、辛うじて必要な水量・水質を維持している。しかしながら、施設の運転稼働率は計画容量を下回り、財政的にも困難な状況にある。中小都市の水道においては一層困難な状況にある。過去10年間の内戦と経済封鎖の状況下で、適切な維持管理と投資がなされなかったことが、現在の危機的な施設の運転稼働率の低下を招いている。

水道供給人口は、セルビア共和国の人口約865万人に対し、約50%の432万人が公共の水道サービスを受けている。そのうち、約200万人が大規模都市水道（ベオグラード、ノヴィ・

サド、ニーシュ）から、残る約 232 万人が中小都市の水道からサービスを受けている。

水道水質に関しては、大規模都市水道では適切な浄水処理施設と定期的なモニタリングにより、適切なレベルに保持されているが、多くの中小都市の水道においては水道水質に問題を抱えている。セルビア共和国内の 153 の中小都市水道のうち、78 の中小都市水道では、水質試験をしたサンプルの 5 %以上が細菌検査不合格となっている。

都市部の下水集水システムについては、下水管路網あるいは下水排水路網が比較的整備されており、統計によると都市部の 87.5%の家庭のトイレ排水が、下水管路あるいは下水排水路に直接排水されている（表 1－3「トイレ排水方式の統計」参照）。しかしながら、集水された下水のほぼ全量が未処理のままドナウ川及びその支流に放流されており、国際河川の水質汚濁は国境を越えた環境問題となっている。

（2）都市上下水道事業の課題

ユーゴスラヴィアの上下水道サービスは、地方分権化されており地方政府レベルで事業が行われている。事業主体は書類上独立した形態をとっているが、実際には設備投資の決定、水道料金値上げの決定など、事業にかかわる重要な決定は地方政府議会が行っており、独立した権限をもっていない。

水道料金は、ゴミ、熱供給、電気、電灯等の市民サービス料金と一緒に地方政府が徴収して、請求額と関係なく任意の方式で各公社に分配されており、独立採算制には至っていない。したがって、上下水道事業としての経営意識が乏しく、人員過剰、経営の非効率性、近代的な経営システムの欠如が課題となっている。また、2000 年 10 月に水道料金が値上げされたものの、電気代の値上げもあり、結果的に給水原価より低い設定となってしまった水道料金が問題となっている。

1－1－4 村落上下水道の現状

（1）村落の水道及び井戸の概況

現在、村落の水道及び井戸については、管轄する政府組織・法制度がなく真空状態で、すべてを共同体あるいは個人に依存しており、健康被害を及ぼさないための規制もない状況である。

セルビア共和国の約 50%（432 万）の人が村落地域に住んでいる。そのうち約 60%（257 万人）の人が個人井戸を利用しており、約 40%（175 万人）の人が小規模な水道を利用している。2000 年にセルビア中部地域（ベオグラード近郊、Mladenovac、クラグエヴァッツ、Smederevo、Krusevac）で行った個人水道 151 サンプルの水質試験の結果は表 1－2 に示すとおり。

表 1－2 セルビア中部地域の個人水道の水質試験結果

水質試験結果	サンプル数	比 率
1) 水質に問題なし	15	10%
2) 物理化学検査不合格	32	21%
3) 細菌検査不合格	30	20%
4) 物理化学検査及び細菌検査ともに不合格	74	49%

出典：ERTP - Chapter 9. Water, Wastewater and Solid Waste

上記の結果、90%の村落地域の水道水質に問題があり、わずか10%の水道が安全な水質を保持しているにすぎない。水質検査不合格の共通した原因は、許容量を超える硝酸塩、亜硝酸塩、アンモニア、有機物の含有と大腸菌の汚染にあり、水質の改善が課題となっている。

(2) 村落の下水道（衛生）の概況

村落の下水道（衛生）においては、トイレ排水状況から衛生改善状況を見ることができ、表 1－3 にセルビア共和国内の都市と村落のトイレ排水方式の統計を示す。トイレ排水を下水管路網あるいは下水排水路網に直接放流しているのは22.2%で、都市部の87.5%に比べかなり低い値となっている。村落においては浄化槽（septic tank）が一般的なトイレ排水方式として使用されており、55.5%を占めている。次いで下水路に直接放流が22.2%、くみ取り式が21.7%となっている。

表 1－3 トイレ排水方式の統計

(単位：%)

	下水路に 直接放流	浄化槽	くみ取り式	トイレ施設 なし	不 明	合 計
セルビア共和国	57.0	31.3	11.4	0.1	0.2	100
都 市 部	87.5	10.1	2.0	0.0	0.4	100
村 落 部	22.2	55.6	21.7	0.2	0.3	100

出典：ERTP - Chapter 9. Water, Wastewater and Solid Waste

1－1－5 河川水質汚濁対策の現状

セルビア共和国では下水処理場がなく、河川汚濁対策はなされていない。しかし河川水質の測定はセルビア共和国の「Republic Hydrometeorological Service of Serbia」にて行われている。対象河川は64河川で測定水質項目は63項目あり、183か所の観測所で測定されている。代表的河川であるドナウ川、サヴァ川、モラバ川、ドリナ川、ティサ川の観測所位置を図1－1に示す。環境基準を表1－4に、ベオグラードの排水基準を表1－5に示す。



図 1 - 1 河川及び観測所位置図

表 1－4 環境基準

水質項目	I	II	III	IV
DO mg/l	8	6	4	3
BOD mg/l	2	4	7	20
COD mg/l	10	12	20	40
SS mg/l	10	30	80	100
pH	6.8～8.5	6.8～8.5	6.0～9.0	6.0～9.0
色	無	無	若 干	—
臭 気	無	無	若 干	—
大腸菌 MPN	2,000	100,000	200,000	—
毒性物質	検出されないこと	検出されないこと	検出されないこと	検出されないこと

表 1－5 ベオグラード市排水基準

水質項目	単 位	許容限度
BOD	mg/l	300
COD	mg/l	450
pH		6～9
Cl	mg/l	500
SO ₂	mg/l	350
NO ₃	mg/l	50
NO ₂	mg/l	30

「Republic Hydrometeorological Service of Serbia」の2000年水質報告書ではドナウ川の総合水質（各測定項目の数値を環境基準上の類型の基準値と比較して、測定項目のすべてについて総合的に水質を類型（I、II、III、IV）で評価したもの）をアパチンではIII、ノヴィ・サドIII／IV、パンチェボIII、グラジステII／III、ラズイエバツツII／IIIと評価している。サヴァ川の総合水質はミトロビカ、サバック、オスツルツニカの3地点ともII／IIIと評価している。モラバ川の総合水質はIIと、ドリナ川の総合水質はII／IIIと評価している。ティサ川の総合水質はモルトノシュでIV、ノビベチェイIII／IVと評価している。ドナウ川、サヴァ川のベオグラードでの類型指定はIIであるので、この評価によれば環境基準を満たしていない。しかしながらドナウ川のBODについてはノヴィ・サドでのBOD最高値がIIの基準値4 mg/lを超すだけである。ドナウ、サヴァ川の上流観測地点から下流までのBOD、SSの最高値、最低値をみると（図1－2～1－5）、ドナウ川でSSについては減少傾向がみられる。サヴァ川についてはBODで増加傾向がみられる。現状では劣悪な水質状態とはいえない。

国境の都市モルトノシュで基準を超える月が多くなっているのはハンガリーからの影響が考えられ、ユーゴスラヴィアのみならず、国際間での水質対策が必要であることを示している。

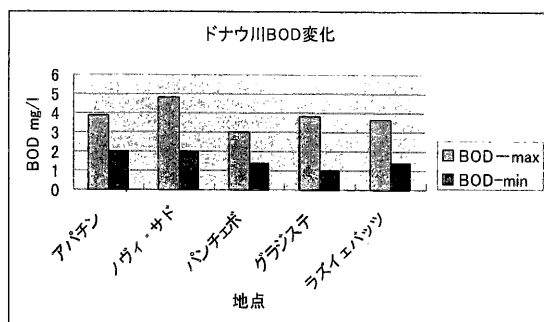


図 1 - 2 ドナウ川 BOD 変化

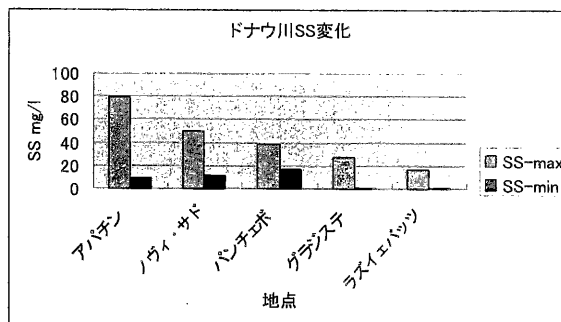


図 1 - 3 ドナウ川 SS 変化

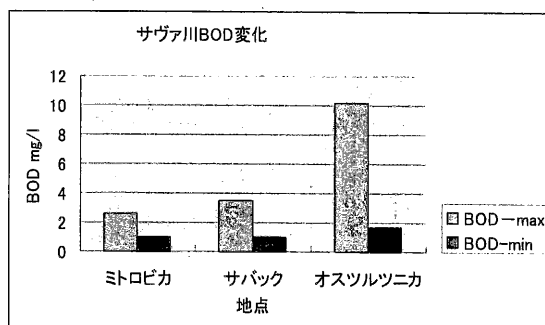


図 1 - 4 サヴァ川 BOD 変化

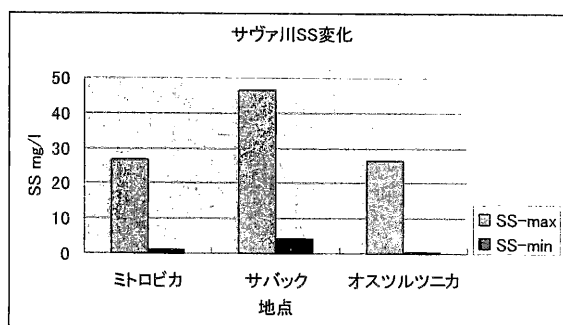


図 1 - 5 サヴァ川 SS 変化

1 - 2 ベオグラード市の上水道の現状

1 - 2 - 1 上水道と水需給の現状

首都ベオグラードの上水道事業は、ベオグラード上下水道公社 (Belgrade Waterworks and Sewerage)が行っている。ベオグラード上下水道公社は1892年にベオグラード水道公社 (Belgrade Waterworks) として設立された歴史ある事業体である。現在、約 150 万人 (2000 年推計) の市民に飲料水の供給を行っている。

ベオグラード上下水道公社では、2020年までの水道供給人口と水需要を表 1 - 6 のように推計している。一方、既設浄水場の設計容量と稼働量を表 1 - 7 に示す。

現在の水需給バランスは、2000 年の日平均水需要量 8,550 l/s に対し、浄水場からの供給量 (稼働量) は 8,710 l/s とほぼ均衡しているが、配水管網における漏水率が 30% といわれており、その分だけ慢性的な水不足状態にある。ベオグラード上下水道公社では、給水率 100% (都市部)、24 時間給水を目指しているが、水需要が大きくなる夏の時期 (日最大) には深刻な水不足となり、早急な水供給改善が必要としている。

図 1 - 6 に 2000 年夏期の水不足の状況を伝える新聞記事を示す。図 1 - 7 にベオグラード市内の水不足地域を示す。

表 1 - 6 水道供給人口と水需要の推計

年	水道供給人口 (人)	日平均水需要原 単位 * (l/人/d)	日平均水需要量 (l/s)	日最大水需要量 (l/s)
1991	1,427,000	400	6,670	7,390
2000	1,505,000	490	8,550	10,110
2010	1,749,000	480	9,720	11,500
2020	1,911,000	500	11,150	13,200

出典：Answer to Questionnaire

注：* 1人当たり水需要原単位は生活用水が75%、工業用水が25%と
ベオグラード上下水道公社では推計している。

表 1 - 7 既設浄水場の設計容量と稼働量：2000 年

浄水場	水道水源	設計容量 (l/s)	稼働量 (l/s)	稼働率 (%)
ベレ・ボデ	地下水	600	600	100
	表流水	580	400	69.0
バノボ・ブルド	地下水	4,200	2,400	57.1
ベザニヤ	地下水	3,200	2,450	76.5
マキシユ	表流水	2,000	1,900	95.0
イエゼロ	表流水	1,000	90	90.0
ビンチャ	表流水	80	60	75.0
計	地下水計	8,000	5,450	68.1
	表流水計	3,660	3,260	89.1
	合 計	11,660	8,710	74.7

出典：Answer to Questionnaire 及び要請書

Режим преработке воде допринео је на нивоу од шест до осе ефикасности функција јединственог система водоопskrбе, која прелази у изузетним условима доприноси уградном снабдевању свих потрошача, како он у јучерашњем саопштењу на "Београда".

SUBURBAN SETTLEMENTS WITHOUT WATER

Due to very high temperatures this summer, there are again shortages in water supply in parts of Belgrade near mountain Avala, in Rusanj, Lestane, Ripanj, Orlovica, and higher parts of Mirijevo. BWS had to send potable water-transporting vehicles to those areas of Belgrade.

[illegible]

NOT ENOUGH POTABLE
WATER-TRANSPORTING VEHICLES FOR
THE 'THURSTY' CITIZENS

The complaints of the citizens, who are often left with no water, that their parts of the city are not covered by water-transporting vehicles are completely justified. In BWS they admit that they do not have enough vehicles for all 'thirsty' consumers. In BWS they have only 6-7 vehicles and together with another 10 that they borrow from 'City Sanitation Department' they have enough vehicles only for priority consumers and for those people who have been left without water for a really long time.

Највише проблема са водоснабдевањем општ имају грађани подвласних насеља и јужног приградског појаса. — Од Јуча, због каврања, затварања вода у улицама З. Новој и Горичиној у Сремички, а тај преносиш воду имају у Улица Димитрија на Умци. — Посебан број каврања и струјних удара који повремено избуцну из система палидне објекте водозабора

Успешно данас радног дана, како је најављено, била то великог одликовања за градски водостановни систем али и за грађане, збогтога они које налазе толико великим муче

било мамм притисак због велика погрешности.

Проблеме у снабдевању водом инале су неке ударила у Срмачки и ме Ударила, али због хаварија. У Срмачки је

иош више мањим дефицата ме водостановни пражли.

— Потрошња је много већа од производа, како реално максималним капацитетима је производама константно

Свои достижения на терку

Самостоятельная работа по теме

— Потребности же массы не являются производными, как раньше считали, а являются производными постоянно

ваши од 2.000 литара у сепу-
дм. Мађутим, узрале због то-
ко напрегнутог непрекидног
раде почели су да нас муче и
кларом - истиче дежурни
диспачер Драган Живано-
вић.

Осим ових проблема, на трозаступној згради утјучу све чешићи струји удара који поједице бунаре и друге објекте подпадају „засућу“ из система до успостављања стабилног напона. Врхунак и преностерећења чине своје, кажу у диспетчерској центру, тако да су стигли удари све чешићи (били је минимални „спада“ и у суботу и у недjelю прикпо ноћ) и одмахинују се на промислову мрежу.

- Знамо да је тешко али
можемо грађане да се суз-
држе од велике потрошње
може још коју дан. Ми смо и
сплатују у каквој сно ситуа-
цији тако да већ знамо доста
забрањених пријана које
грађанин доставаљу хада ак-
да да мањине коншије перу
аутубилов, такмиче, да зам-
неу баште хан на мекм дру

THE HOT WEEKEND INCREASED
THE WATER CONSUMPTION.

MANY BREAK-DOWNS BECAUSE
OF THE INTENSIFIED WORK OF
THE WATER SUPPLY SYSTEM

The great number of break-downs and power failures cause frequent turn-offs of some objects in the waterworks system. The water consumption is greater than the production even though people in BWS work with maximum capacity and produce 8.000 l/s. Beside these problems the water production is reduced by even more frequent power failures which stop the work of pumps in some reny wells and other vital objects.

- 126 -

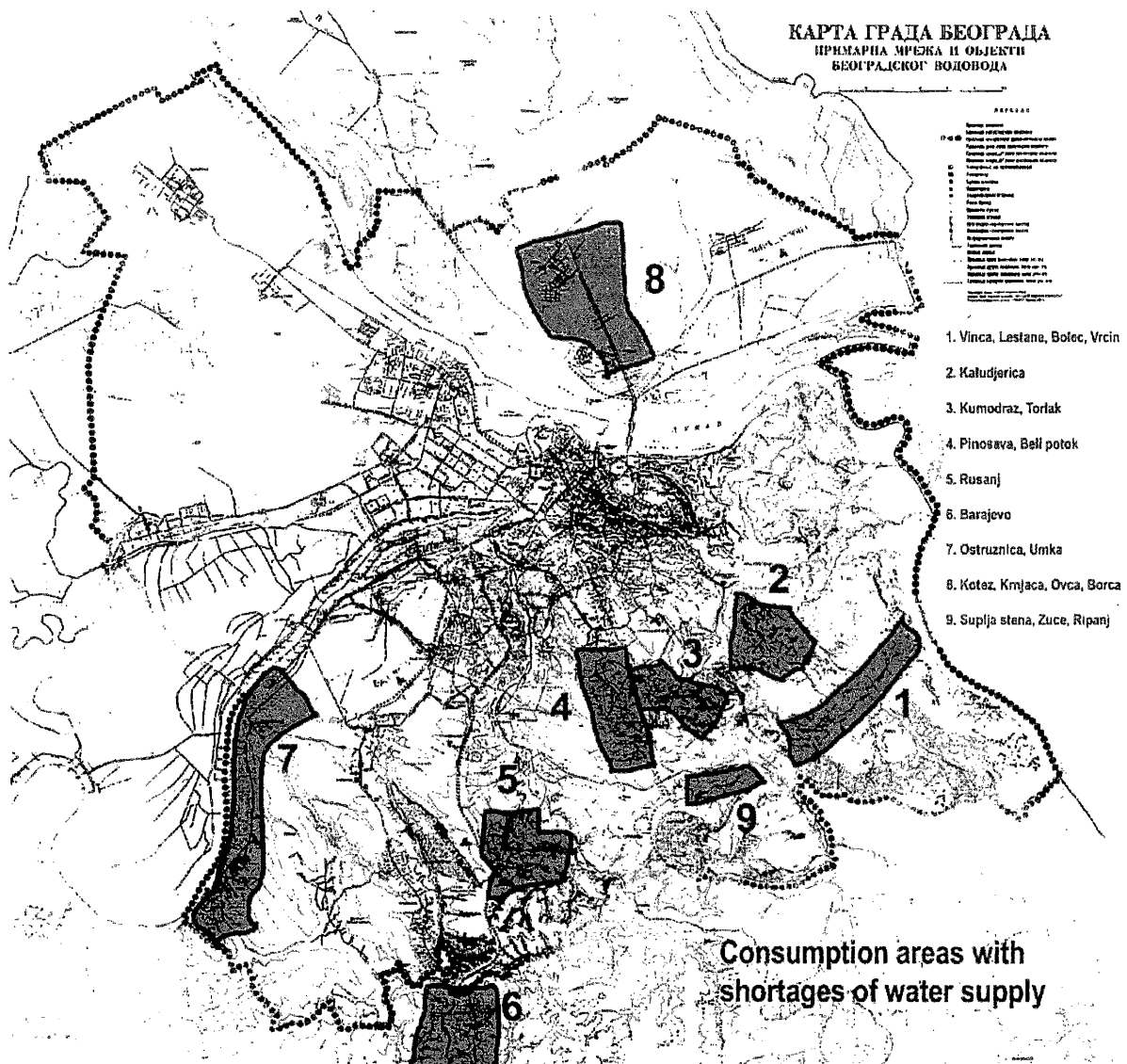


図1-7 ベオグラード市内の水不足地域

ベオグラードは地形が複雑で高低差があるため、高台に位置する配水区では、最大4段階のポンプ場を経由して水が供給されている。高台の配水区には、市全体の25%の水需要があるが、夏期には水供給が十分になされず、時間給水や給水車による水の供給で水不足に対処しており、40万人の市民が水不足の影響を受けている。

一方、以前水需要の25%を占めていた工業用水は、現状では工場の操業率が低くなっているため需要が下がっている。しかし、今後、産業の復興には電力と水が不可欠であり、水需要の増大が見込まれるため、早急な水供給体制の整備が必要である。

1-2-2 水源・送水施設の現状

(1) 水道水源の現状

現在のベオグラードの水道水源は地下水が約60%、サヴァ川とドナウ川の表流水が約40%

を占めている。表 1－8 に 1939～1999 年までの水道水源の比率と生産量の推移を示す。地下水源はサヴァ川の伏流水で、市街地から約 40km 上流までサヴァ川に沿って、水平集水管を備えた 99 本の揚水井（Reny well）があり、そこから取水している。また、市内のサヴァ川沿いには 47 本の浅井戸があり、揚水量の減少した Reny well へ水を補給している。

表 1－8 水道水源の比率と水生産量の推移：1939～1999 年

	1939	1960	1970	1975	1980	1985	1990	1995	1999
地 下 水	50	70	96.2	94.3	89.7	92.1	78.1	69.69	59.47
表 流 水	50	30	3.8	5.7	10.3	7.9	21.9	30.31	40.43
平均水生産量 (l/s)	323	1,567	3,298	4,526	5,642	5,967	6,455	7,208	7,047

出典：「Improvement of water supply system in Belgrade」の要請書

表 1－9 に 1960～1999 年の Reny well の本数と 1 本当たりの平均揚水量の推移を示す。1960 年には 1 本当たりの揚水量が 182 l/s であったものが、1999 年には内戦の長期化による停電等の運転稼働率の低下により 42 l/s にまで減少している。

表 1－9 Reny well 本数と 1 本当たりの平均揚水量の推移：1960～1999 年

	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	1999
Reny well 本数	6	14	26	38	55	83	93	966	99
平均揚水量 (l/s/ 本)	182	158	115	115	92	69	54	52	42

出典：「Improvement of water supply system in Belgrade」の要請書

図 1－8 に Reny well の構造図を示す。標準構造では内径 4.0 m、深さ 25～30 m、水平集水管 6～10 本（長さ 30～50 m、内径 200mm）となっている。

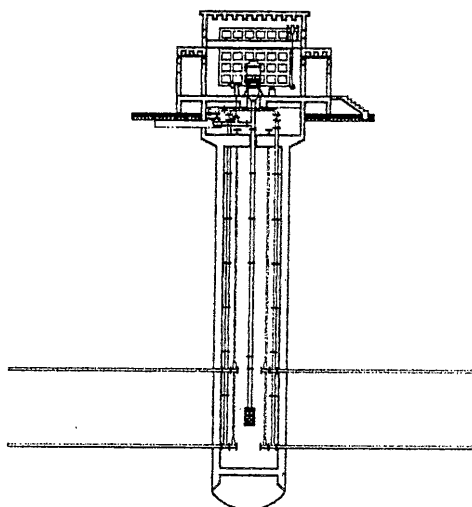


図 1－8 Reny well 標準断面図

図 1-9 Reny well 位置図と送水管（原水及び処理水）の流量監視位置図

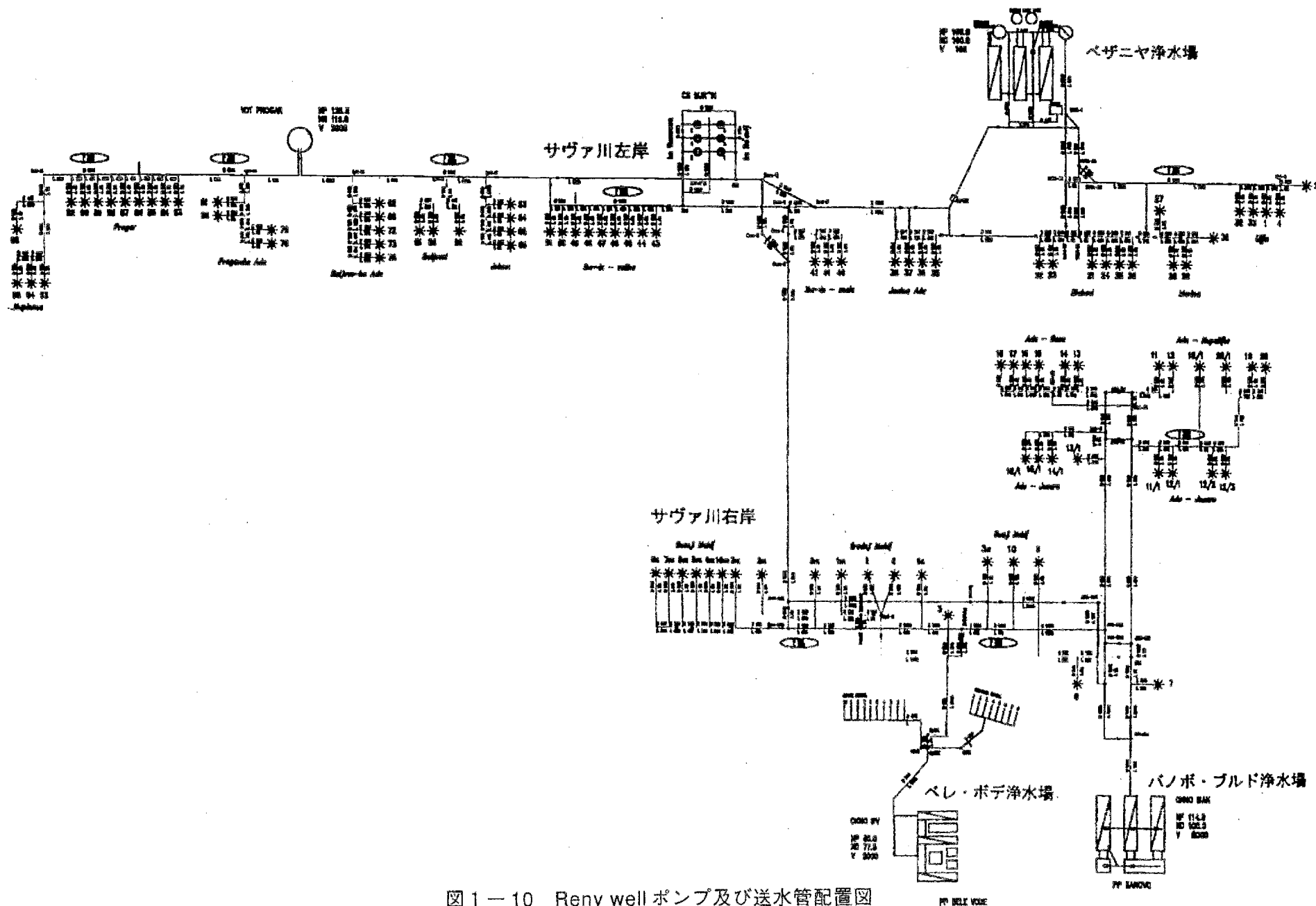


図 1-10 Reny well ポンプ及び送水管配置図

サヴァ川上流部の Reny well から取水した原水は、プロガル（Progar）圧力調整タンクとシュルチン（Surcin）加圧ポンプ場を経由して、ベザニヤ浄水場とバノボ・ブルド浄水場に送水されている。

図 1－9 にサヴァ川両岸の Reny well 位置図と送水管（原水及び処理水）の流量監視位置図を示す。現在、サヴァ川左岸の Reny well 62 本はベザニヤ浄水場で、サヴァ川右岸の Reny well 37 本はバノボ・ブルド浄水場で運転管理されている。図 1－10 に Reny well ポンプ及び送水管配置図を示す。

一方、表流水の取水は、マキシユ浄水場でサヴァ川から取水した源水を、ベレ・ボデ浄水場、並びにマキシユ浄水場に隣接したイエゼロ浄水場にも送水している。ビンチャ浄水場はドナウ川から取水している。ただし、ビンチャ浄水場は、地理的条件から既存の配水システムでは市の南東部への水供給が困難なため、暫定的に建設されたもので、将来は廃止される予定である。

（2）水源と浄水場の稼働状況

一方、水源と浄水場の稼働率との関係を見た場合、表 1－7 に示すように、表流水を水源とした浄水場（マキシユ、イエゼロ、ビンチャ、ベレ・ボデ）の稼働率は 89% で、ほぼ性能どおりの運転をしているが、地下水を水源とした浄水場（バノボ・ブルド、ベザニヤ、ベレ・ボデ）の稼働率は 68% と低い水準にある。稼働率低下の最大の原因は、Reny well からの地下水の供給不足にあるが、その原因として以下の要因があげられる。

- ① ポンプの故障（空運転によるモーターの故障等）
- ② 停電・電圧降下によるポンプ運転の停止及びその後のポンプ運転再起動の遅れ
- ③ Reny well 水平集水管の目詰まり
- ④ 渇水時の Reny well の水位の低下

したがって、現状の浄水場の稼働率を見た場合、上記の阻害要因を改善することにより、十分な原水を浄水場へ供給さえすれば、既存の浄水施設で 7,200 l/s（設計容量 8,000 l/s × 稼働率 90%）まで水供給能力を向上させることができる。

この改善により可能となる水供給量の増加分は 1,750 l/s（7,200 l/s － 5,450 l/s）で、現在の全供給量の 20%（1,750 l/s ÷ 8,710 l/s）に相当する大きな効果が期待できる。ベオグラード上下水道公社では、稼働率改善のために、地下水取水ポンプ設備・制御システムの改善を日本に要請している（案件名：Rehabilitation of water intake and distribution system）。

現在、ベオグラード上下水道公社では、Reny well 水平集水管の目詰まり対策として、米国国際開発庁（USAID）から無償援助で供与された水中テレビカメラを使用して、揚水量の減っている Reny well の水平集水管内部の検査を行い、陥没した箇所の補修、あるいは新た

な水平集水管の設置を行って、揚水量の確保に努めている。

また、夏期の渇水時の Reny well の水位低下の原因は、サヴァ川の水位が夏期に下がるためであるが、水量は相当量を保持しており、Reny well 内への伏流水の補給は十分あるものと考えられる。水位低下時には、ポンプ運転を回転制御することによりコンスタントに取水するようにすれば、空運転によるモーターの故障の発生もなくなると思われる。

ベオグラード上下水道公社では、表流水に比べ水質の良い地下水を今後とも最大限利用したい意向であり、持続可能な更なる将来の地下水利用に向けて、継続的な地下水の観測と賦存量の研究をしていく必要がある。

(3) Reny well ポンプのメカニズムと制御の必要性

Reny well (99 か所) には最大容量の 1 台の縦軸スクリューポンプが設置されているが、回転制御のできない旧式のポンプのため、季節変動等により水量が少ないときに、Reny well 内の水位が急速に下がり、空運転等による故障の原因となっている。これを避けるため、水位を見ながら人力で排出側の仕切弁の開閉調節を行い、ポンプからの排出量を調節しており、水需要に対応した排出量調整もこの方法で行っている。この方法では排出量を絞ってもポンプの出力はいつも最大で、無駄な電気を消費している。

ポンプの管理は 1 人の管理人（実際には 12 時間交代で 24 時間監視体制のため、1 チーム 4 人の管理人）が、5 つのポンプ場を管理しているが、ポンプ場脇の小屋にいるため、数時間おきに見回ったとき以外は水位の変動や異常を感知できず、対応が遅れている。特に、一時的な停電後すぐ電気が復旧しても、自動的にポンプが作動する自動作動装置がないため、管理人が気づかず対応が遅れ、浄水場に水が来ない事態がたびたび発生している。

40km の原水送水管ルート上には 1 か所の加圧ポンプ施設（シュルチンポンプ場）しかなく、ほとんどの区間を Reny well ポンプの圧力で浄水場に送水しており、途中の Reny well のポンプがまとめて止まった場合、原水が浄水場に到達しない仕組みとなっている。

また、逆にどの Reny well からどのくらい送水しているかという情報が浄水場で一元的に把握できないため、水需要が落ちたときには、浄水場で原水を無駄に捨てており、地下水涵養の観点からも電力消費節減の観点からも、制御を必要としている。

ベオグラード上下水道公社では、無駄な電力消費を改善すべくポンプ回転制御装置を既に三十数か所自己資金で設置しているほか、十数セットが発注済みであり、その緊急性が察せられる。したがって、すべての Reny well ポンプ場で、水位と連動したポンプの自動回転制御、水需要に対応したポンプ作動の遠隔操作、停電後のポンプの自動作動装置が導入されれば、確実に安定的かつ効率的な浄水場への原水供給が可能となり、大きな効果の発現が期待できる。

1－2－3 浄水施設の現状

(1) 浄水容量の現状と計画

ベオグラード市の水道は6か所の浄水場（ベレ・ボデ、バノボ・ブルド、ベザニヤ、マキシシュ、イエゼロ、ビンチャ）で浄水されている。表1－10に各浄水場の浄水容量の現状と計画を示す。最終的な浄水場の計画容量は、マキシシュ浄水場拡張工事第2期完了時点で1万3,000 l/s（112万3,200 m³/d）、第3期完了時点で1万5,000 l/s（129万6,000 m³/d）となっている。

表1－6に示す2010年の日最大水需要（1万1,500 l/s）に対し、第3期完了時点において、上水管網の漏水率が23.3%まで下がれば十分水需要に対応できる容量であり、仮に11.5%まで下がれば、第2期までの浄水容量で水需要を賄うことができる容量である。

表1－10 ベオグラード市の浄水場容量の現状と計画

浄水場（建設年）	水 源	現 状		浄水システム	計 画	
		設計容量 (l/s)	稼働量 (l/s)		計画容量 (l/s)	援助予定
①ベレ・ボデ (1892年)	地下水・ 表流水	1,180	1,000	(地下水) エアレーション→ 砂ろ過→塩素滅菌	Makis stage2 完成後に表流水 処理を廃止 600	日本への要請を 取り下げ
②バノボ・ブルド (1962～1974年)	地下水	4,200	2,400		4,200	
③ベザニヤ (1965～1985年)	地下水	3,200	2,450		3,200	
④マキシシュ (1985年)	表流水	2,000 (Stage1)	1,900	前塩素→前オゾン 処理→凝集剤添加 →フロック形成→ 沈殿→後オゾン処 理→砂ろ過→活性 炭吸着→塩素滅菌	Stage1 : 2,000 Stage2 : 2,000 Stage3 : 2,000 Total : 6,000	欧州復興開発銀行 (EBRD) ＋ フランス
⑤イエゼロ	表流水	1,000	900		1,000	
⑥ビンチャ	表流水	80	60		Makis stage2 完成後に廃止 0	
合 計		11,660	8,710		15,000	

出典：Answer to Questionnaire 及び要請書

(2) 浄水施設の現状

ベレ・ボデ浄水場は1892年から稼働している最も古い浄水場で、地下水と表流水の両方を浄水している。設備の老朽化が著しいため、EBRDの援助によるマキシシュ浄水場の拡張工事完成後に、表流水処理施設を廃止する予定である。バノボ・ブルド浄水場とベザニヤ浄水場は、地下水の浄水場で1960年代に建設を開始している。地下水には鉄、マンガンの含有量が多くエアレーションを行っている。

マキシュ浄水場は、サヴァ川の表流水を水源とした浄水場で、現在は1期分のみの2,000 l/s が稼働している。最終的には3期までの拡張工事を行い、6,000 l/s の浄水容量を有する最大規模の浄水場となる予定である。第1期工事は、フランスのデグレモン社の設計・施工で1985年に始まり1988年に完成している。

マキシュ浄水場では、現在稼働している1期分のオゾン浄水施設のリハビリを、フランスの無償援助で実施中(2001年8月時点で機器サプライの入札終了)である。無償援助の内容は、既存のデグレモン社製のオゾン浄水設備の更新である。マキシュ浄水場拡張工事(第2期)のEBRDローンについては、2001年7月27日付でEBRDとベオグラード市がローン契約に調印している。EBRDとしては、2002年1月か2月にはプロジェクトを開始したい意向であり、2004年末の工事完成を予定している。

イエゼロ浄水場はマキシュ浄水場に隣接した、サヴァ川の表流水をマキシュ浄水場と同じオゾン処理で浄水している浄水場である。処理水はマキシュ浄水場内の配水ポンプ場から配水されている。

ビンチャ浄水場はドナウ川を水源とする浄水場で、地理的条件から既存の配水システムでは市の南東部への水供給が困難なため、暫定的に建設されたものである。マキシュ浄水場の第2期拡張工事完了後には、この地域へはマキシュ浄水場からの配水を計画しており、ビンチャ浄水場は廃止される予定である。

1-2-4 配水施設の現状

(1) 配水施設の現状

ベオグラードは起伏が大きく地形が複雑で高低差があるため、標高によって配水区が4つに分かれており、4段階のポンプ場を経由して高台の地域に配水する複雑な配水システムとなっている。現在、配水システムには26の配水ポンプ場と27の貯水タンクがある。図1-11に浄水場、配水ポンプ場、貯水タンク位置図を示す。

配水区の標高は70～325 mに位置しており255 mの高低差がある。27か所の貯水タンクの総容量は約22万m³で、その貯水率は、2000年の日平均水需要約74m³(8,550 l/s)に対し29.7%となっている。表1-11にベオグラードの配水システムの概要を示す。

配水管網の漏水率は30～40%といわれている。ベオグラード上下水道公社ではドイツ復興金融公庫(KfW)の援助で漏水対策に取り組んでいる。現在、KfWでは無償援助で4つの配水区の管網水理モデル解析、メーターの供与、漏水管のリハビリを実施している。2001年末からは、漏水管のリハビリ・更新をソフトローンで継続して実施していく予定となっている。

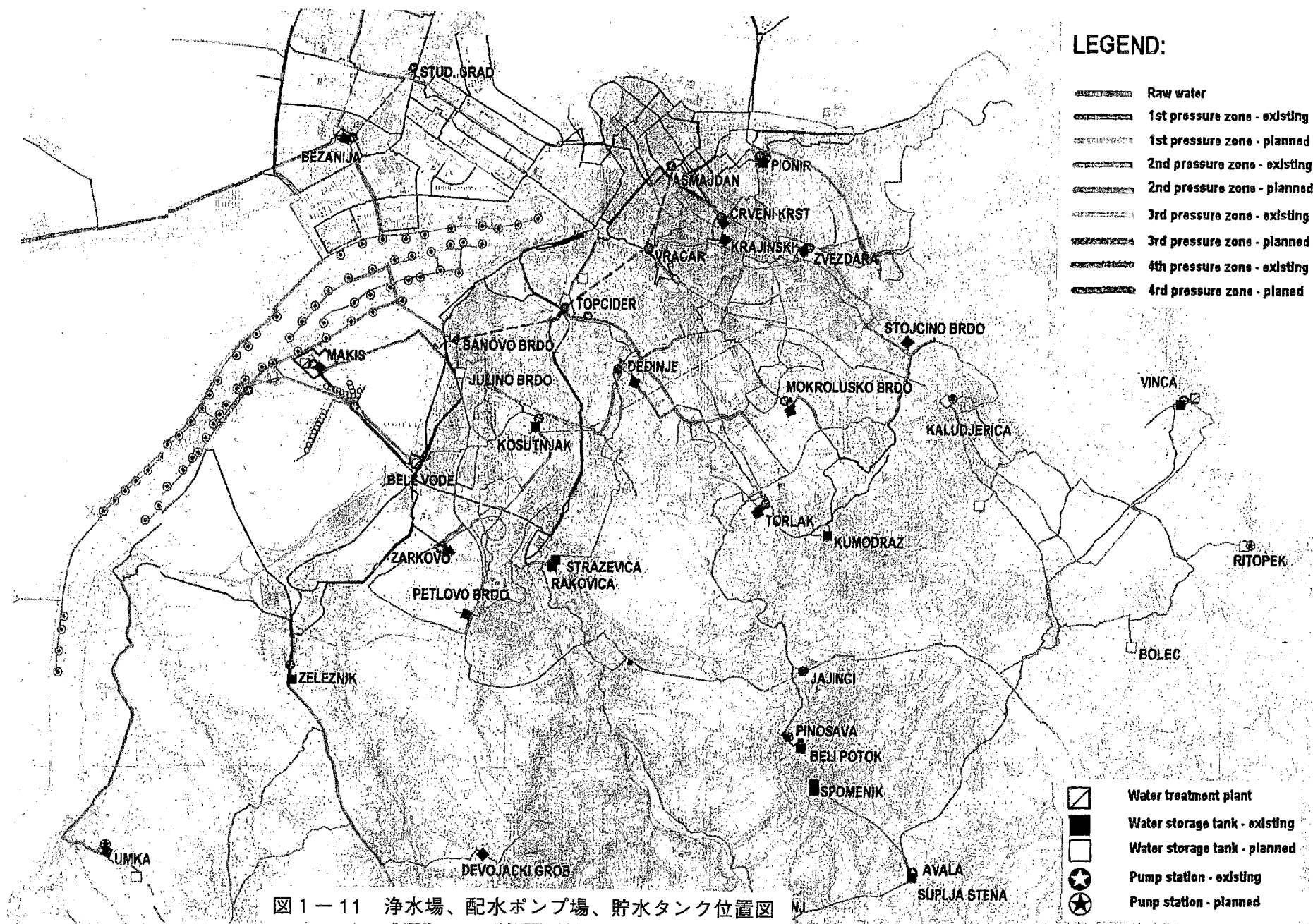


図 1-11 浄水場、配水ポンプ場、貯水タンク位置図

表 1－11 ベオグラードの配水システムの概要

上水道サービス区域	205km ²	配水管の管種別構成	
配水管網総延長	2,500km	铸铁管	63%
接続軒数	106,320 軒	鉄 管	10%
配水施設の概要		亜鉛メッキ管	9%
仕切弁数	11,925	石綿管	8%
消化栓数	14,074	塩ビ管	3%
水道メーター数	108,066	コンクリート管	1%
貯水タンク数	27	配水管の経過年	
配水ポンプ場数	26	25 年以内	66%
		25 年～ 50 年	21%
		50 年以上	13%

出典：Answer to Questionnaire、要請書及びプロジェクト概要書

(2) 配水環状トンネル

配水管網に加え、ベオグラード上下水道公社では、配水の安全性と利便性のために図 1－12 に示す配水環状トンネルを計画している。トンネル 1（内径 1,500～1,800mm、バノボ・ブルド浄水場～Topcider ポンプ場～Vracar ポンプ場～Tasmajdan ポンプ場）は既に使用している既存施設である。トンネル 2（内径 2,500mm、Julino brdo 分岐～Topciderska dolina ポンプ場～Mokroluska dolina ポンプ場～Dimitrije Tucovic ポンプ場）は計画路線となっている。

マキシシュ浄水場～バノボ・ブルド浄水場路線は、内径 1,200/900mm の管が既に 1 本敷設されている。最終的にはマキシシュ浄水場の第 2 期・第 3 期拡張工事に合わせ、Julino brdo 分岐経由で更に 2 本（内径 1,200mm）敷設する予定である。第 2 期分の管敷設工事を日本に要請している（要請案件名：Improvement of water supply system in Belgrade）。

なお、バノボ・ブルド浄水場～Julino brdo 分岐路線のトンネル工事（内径 2,500mm）も上記の要請に含まれているが、既に自己資金で工事を開始している。

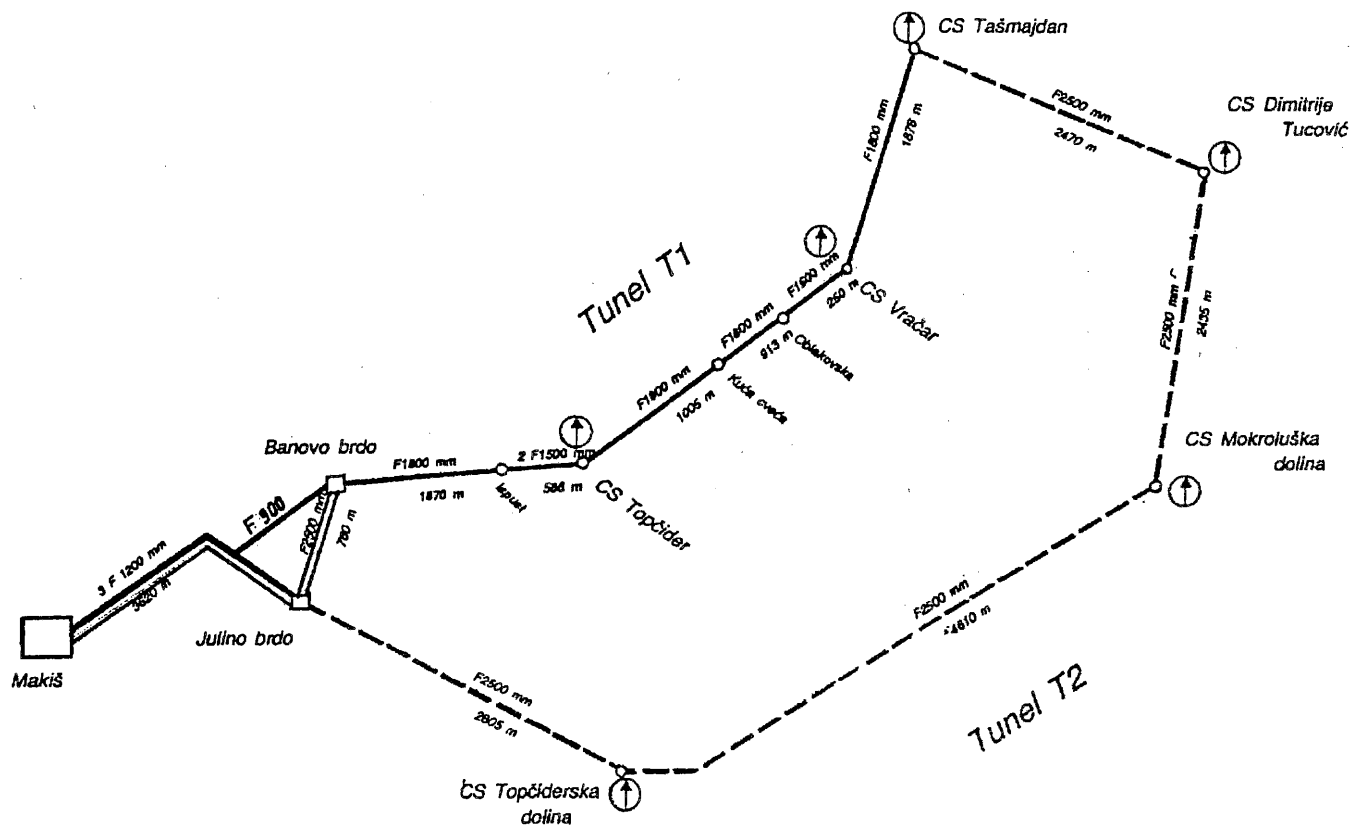


図 1 - 12 配水環状トンネル位置図

(3) 配水制御システム改善の必要性

現在、配水システムには 26 の配水ポンプ場と 27 の貯水タンクがあるが、ポンプ設備の老朽化に加え、施設間の迅速な連絡のための通信設備がないため、貯水タンクへの送水量の調節、配水区間の水供給のアンバランスの調節といった配水システムの制御が迅速にできず、地域による水供給の過不足を生じ、水が有効に配分・利用できない状況にある。

ベオグラード上下水道公社では、配水ポンプ設備・制御システムの改善を日本に要請している（案件名：Rehabilitation of water intake and distribution system）。

したがって、既存の配水ポンプ設備・通信設備を更新し、適切な水配分並びに水運用効率を上げることにより、既存の浄水場施設からの水供給量で、水不足の高台の地域にまで安定的な水供給が可能となる。また、浄水場の拡張工事や管路網の整備に比べ工期が短く廉価で、水不足に対し最も即効性のある改善策と考えられる。

1 - 2 - 5 上水道の水質と水質管理体制

(1) 水質管理体制

ベオグラード上下水道公社の水質管理は、各浄水場にある水質試験室で日常の浄水場の運転並びに飲料水の水質保持に必要な管理を行っている。一方、マキシ浄水場には浄水場の

水質試験室とは別に、独立した中央水質試験室があり、各浄水場から持ち込まれる水質検査サンプルの重金属試験や、下水排水・工場排水のモニタリングをベオグラード保健研究所と連携して行っている。

各浄水場の水質試験室は、水生産部（Water Production Dept.）の各浄水場に属し、中央水質試験室は総裁直轄の独立した組織（図 1－14「ベオグラード上下水道公社の組織図」参照）となっている。中央水質試験室には68人のスタッフがおり、旧式（20～30年前の機器）ではあるが、吸光光度計、原子吸光光度計等の分析機器がそろっている。

（2）上水道の水質

ベオグラード市の水道水源のほとんどは、サヴァ川の表流水と、その伏流水である Reny well からの地下水で賄われている。ドナウ川の表流水もビンチャ浄水場で取水されているが、ごくわずか（60 l/s）で、全体（8,710 l/s）の 0.7% にすぎない。

表 1－12 に 2001 年 3 月 12 日に行われた、マキシユ浄水場の原水（サヴァ川の表流水）と処理水の水質試験結果を、表 1－13 にベレ・ボデ浄水場の原水（サヴァ川右岸 Reny well の地下水）と処理水の水質試験結果を示す。

サヴァ川の表流水の水質は、工場の稼働率が低い水準にあるため、工場廃水による汚染がまだ少なく、現状ではオゾン処理（高度処理）を必要とするほど悪い水質ではない。濁度も 9.6 と低い水準にある。したがって、処理水も飲料水として問題ない水質である。

しかしながら、ベオグラード上下水道公社では冷戦時代の名残からか、国際河川であるサヴァ川の水質の安全性を危惧しており、危機管理意識が非常に強い。現在、サヴァ川の中州と右岸との間を堤防で仕切った人造湖ができており、サヴァ川の水質に異変があったときには、サヴァ川からの取水を止めて、その人造湖からマキシユ浄水場へ取水することになっている。

表 1 - 12 マキシ浄水場の原水（サヴァ川の表流水）と処理水の水質

Water quality data of Sava river (WTP Makis inlet- raw water and after the treatment- potable water)
Samples were taken and analyzed on March, 12, 2001 by Sanitary Control of BVK.

Parameters	River water	Potable water
Date	3/12/2001	3/12/2001
Temperature C°	10.0	10.5
Turbidity NTU	9.6	0.16
Colour (Pt-Co color units)	30	5
pH value	7.8	7.4
Conductivity $\mu\text{S}/\text{cm}$	320	320
Total Solids mg/l	230	214
Fixed Total Solids mg/l	-	-
Suspended Solids mg/l	20.0	-
Settleable Solids mg/l	-	-
KMn O ₄ demand	8.2	3.2
Ammonia mg/l	<0.05	<0.05
Nitrite mg/l	0.02	<0.05
Nitrate as N mg/l	4.4	4.9
Free chlorine mg/l	-	0.45
Total chlorine mg/l	-	0.55
Chlorides mg/l	9.0	10.0
Fluorides mg/l	<0.06	0.17
Alkalinity mE/l	3.2	3.0
Total hardness °dH	10.64	10.19
Carbonate hardness °dH	8.96	8.4
Calcium mg/l	60.0	54.2
Magnesium mg/l	12.13	10.8
Bicarbonates mg/l	195.2	183.0
Sulfates mg/l	17.0	24.0
Phosphorus P ₂ O ₅ mg/l	0.037	<0.01
Silicates SiO ₂	-	5
Oxygen mg/l	9.2	-
Total Iron mg/l	0.09	<0.05
Manganese mg/l	<0.05	<0.05
ABS mg/l	<0.01	-
Phenol mg/l	<0.001	<0.001
Chrome mg/l	<0.01	<0.01
UV extinction	0.069	0.012
Heterotrophic plate count in 1 ml	24000	Ø
MPN of coliforms in 100 ml	96000	Ø
Identified bacteria	E.coli, Citrobacter, Strepto "0"	
Sulfate- reducing Clostridia in 1l		Ø

表 1－13 ベレ・ボデ浄水場の原水（サヴァ川右岸 Reny well の地下水）と処理水の水質

Water quality data of Makis groundwater from tube wells

Samples were taken and analyzed on March, 12, 2001 by Sanitary Control of BVK.

Parameters	Groundwater	Potable treated groundwater WTP Bele vode
Date	3/6/2001	3/12/2001
Temperature C°	14.4	12.1
Turbidity NTU	8	0.51
Colour (Pt-Co color units)	30	5
pH value	7.2	7.7
Conductivity μ S/cm	550	440
KMn O ₄ demand	3.2	3.4
Ammonia mg/l	0.4	<0.05
Nitrite mg/l	0.007	<0.005
Nitrate as N mg/l	3.1	3.5
Free chlorine mg/l	-	0.45
Total chlorine mg/l	-	0.55
Chlorides mg/l	14.0	14.0
Fluorides mg/l	0.16	0.17
Alkalinity mE/l	5.4	4.2
Total hardness °dH	17.58	14.0
Carbonate hardness °dH	15.12	11.76
Calcium mg/l	80.0	72.0
Magnesium mg/l	23.6	7.6
Bicarbonates mg/l	329.0	256.0
Sulfates mg/l	31.6	20.0
Phosphorus P ₂ O ₅ mg/l	0.032	<0.01
Silicates SiO ₂	10.0	7.5
Total Iron mg/l	2.6	<0.05
Manganese mg/l	0.25	<0.05
Phenol mg/l	<0.001	<0.001
Chrome mg/l	<0.01	<0.01
UV extinction	0.029	0.018
Heterotrophic plate count in 1 ml	Ø	Ø
MPN of coliforms in 100 ml	Ø	Ø
Identified bacteria	-	-
Sulfate- reducing Clostridia in 1l	Ø	Ø

表 1－14 に、表流水質、地下水質、及びそれぞれの処理水質と日本の水道水質基準の対比を示す。処理水質は日本の水道水質基準と比較しても問題のない水質となっている。

原水の水質を見てみると、地下水の方が表流水に比べ、COD 値（化学的酸素要求量）、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素値も低く、一般細菌並びに大腸菌群も検出されておらず、汚染源からの影響が少ないことがうかがえる。

一方、地下水の鉄の含有量は 2.6mg/l、マンガンの含有量は 0.25mg/l とやや多いため、浄水場でエアレーションを行い除去している。表流水の鉄、マンガンの含有量はそれぞれ 0.09mg/l、0.05mg/l 以下と少なく、これは Reny well の水源が、サヴァ川からの伏流水のみでなく山側からの地下水も含んでいることをうかがわせる。

表 1－14 原水水質・処理水質及び日本の水道水質基準との対比

項 目	原水水質		処理水質		日本の水道 水質基準
	サヴァ川 表流水	サヴァ川 右岸地下水	サヴァ川 表流水 (マキシ 浄水場)	サヴァ川 右岸地下水 (ベレ・ボデ 浄水場)	
濁度 (Turbidity)	9.6	8	0.16	0.51	< 2
色度 (Color)	30	30	5	5	< 5
pH 値	7.8	7.2	7.4	7.7	5.8～8.6
硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素 (Nitrite and Nitrate as N mg/l)	0.02 + 4.4 = 4.42	0.007 + 3.1 = 3.107	< 0.05 + 4.9 = 4.95	< 0.005 + 3.5 = 3.505	< 10
COD 値 (KMn O ₄ demand)	8.2	3.2	3.2	3.4	< 10
一般細菌 (Heterotrophic plate count in 1ml)	24,000	0	0	0	< 100
大腸菌群 (MPN of coliforms in 100ml)	96,000	0	0	0	検出され ないこと
鉄 (Total Iron mg/l)	0.09	2.6	< 0.05	< 0.05	< 0.3
マンガン (Manganese mg/l)	< 0.05	0.25	< 0.05	< 0.05	< 0.05

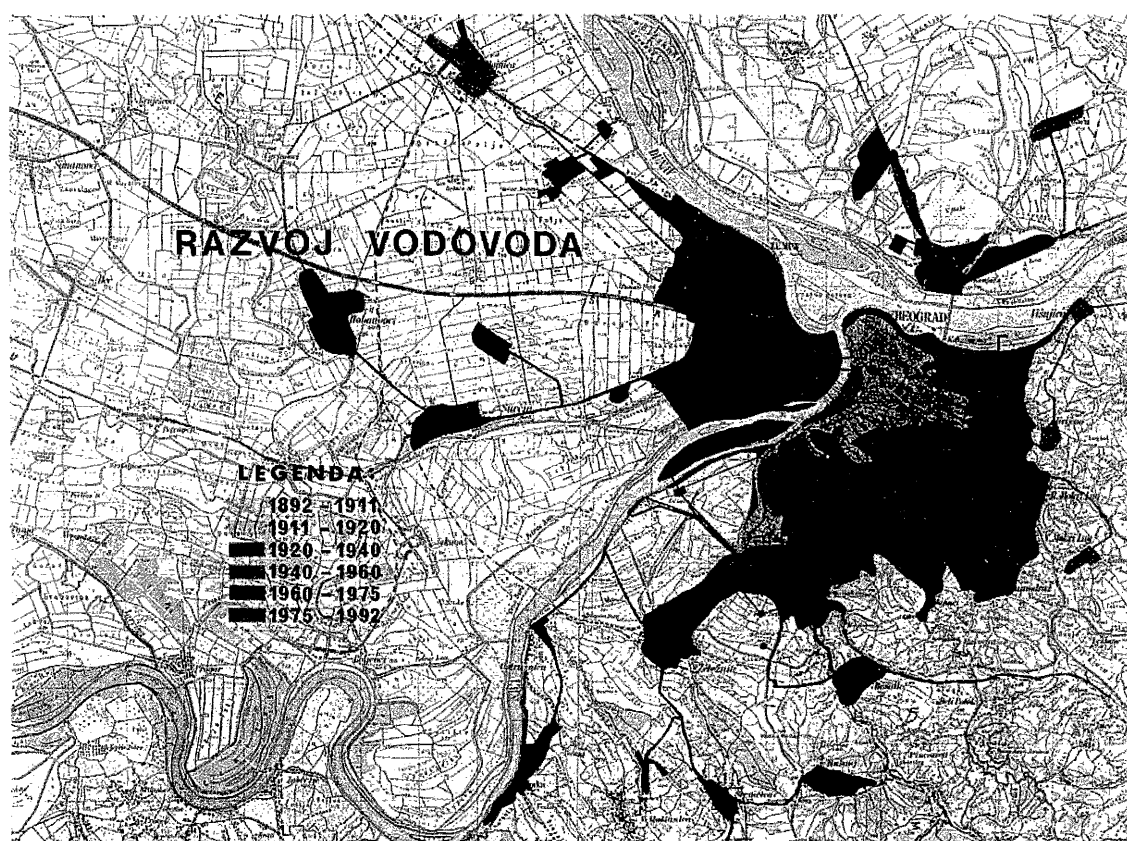
出典：表 1－12 及び表 1－13

1－2－6 上水道整備計画の概要

ベオグラードの上水道サービスは、1892年のベオグラード上下水道公社設立以来、現在までに約150万人の市民に飲料水の供給を行っている。ベオグラードの上水道普及区域の変遷を図1－13に示す。

近年では、1977年に2000年を目標年次とした「ベオグラード上水道計画 (General Plan of Belgrade Water Supply)」が策定され、それによって整備が進められてきたが、1990年代になってからは、内戦と経済制裁により設備投資がされることなく現在に至っている。

1977年の「ベオグラード上水道計画」は、高度成長期に策定された計画であるため、2000年の予測人口157万人に対し、日最大水需要原単位が660 l/p/day (工場用水を含む1人1日当たりの需要量)と非常に高い水準で計画されている。現在のベオグラード上下水道公社の水需要推計と比較したものを表1－15に示す。



Развој Водовода од 1892. до 1992. године

Development of the Waterworks since 1892 till 1992.

図 1 - 13 ベオグラードの上水道普及区域の変遷：1892～1992 年

表 1 - 15 ベオグラード上水道計画と現在の水需要推計の比較

		人 口	日最大水需要原 単位 (l/人/d)	日最大水需要量	
				(m ³ /d)	(l/s)
ベオグラード上水道計画 2000 年 (1977 年策定)		1,572,000	660	1,037,520	12.01
現在の推計	2000 年	1,505,000	580	873,500	10.11
	2010 年	1,749,000	570	993,600	11.50

注：上記の日最大水需要原単位の 75%は生活用水、25%は工業用水と
ベオグラード上下水道公社では推計している。

水需要の面から見ると、1977 年の「ベオグラード上水道計画」策定時から、水需要原単位が下がってきているため、現在の推計では 2010 年まで、1977 年の「ベオグラード上水道計画」の水供給計画で水需要を満たすことができる。

現在、ベオグラード市で新しい都市計画を策定中である。その完成を待って「ベオグラード上水道計画」の見直し、ベオグラード上下水道公社によって行われるものと思われる。現在の上下水道整備の課題は以下のとおり。

- ①「ベオグラード上水道計画」でまだ完成されていない、浄水場の拡張、配水環状トンネル建設等の施設整備計画の実施
- ② 100 年に及ぶ上水道整備の歴史のなかで、漏水率が 30 ～ 40%といわれる老朽管の補修・更新
- ③過去 10 年間の内戦と経済制裁により適切な維持管理ができなかった、設備機器の補修・更新並びに近代化
- ④難民が多く流入している南部郊外地区への水供給のための配水管の整備

ベオグラード上下水道公社では、2001 年 6 月 29 日の対ユーゴスラヴィア支援国会合に向けて、上記の整備課題の解決を含む、上下水道整備プロジェクト支援要請リスト（表 1－16）を作成している。そのなかで、上水道整備計画として 8,400 万ユーロにのぼる 21 のプロジェクトを立案し、ドナーの支援を募り、EBRD、ドイツ（KfW）、フランス、アメリカ（USAID）が支援を決定、あるいは既にプロジェクトを実施している。

表 1-16 上下水道整備プロジェクト支援要請リスト
(PROJECT PROPOSALS FOR DONATORS CONFERENCE BRUSSEL)

Nº	Project title	Value: EUR	支援国・支援機関
1.	Project of the reconstruction, rehabilitation and revitalization	25.600.000	ドイツ (KfW)
2.	Project ozone disinfection plants rehabilitation and reconstruction - spare parts (Trailgaz, Wallas-Teamen)	460.000	フランス
3.	Project Interceptor	下水道整備	
4.	Uniform tariffing measurement of electric power consumption at the PUC Belgrade waterworks	290.000	
5.	Project of the consulting assistance	1.000.000	
6.	Project of the regeneration of wells with horizontal screens	1.750.000	アメリカ (USAID)
7.	Project of the rehabilitation and reconstruction of the electrical equipment (ABB)	2.850.000	
8.	Project of the reconstruction of the measurement system (Danfos)	1.100.000	
9.	Project of the reconstruction of the compressor stations and equipment for emergency power supply	1.380.000	
10.	Project of the reconstruction the pumping station N° 18 – new	1.025.000	
11.	Project of the reconstruction of sewerage pumping stations (Flight)	下水道整備	
12.	Project of the saving of electrical power consumption	475.000	
13.	Rehabilitation and construction of the southern suburban water supply system	14.800.000	
14.	Construction of the second phase of Makis WTP (donation part)	6.000.000	EBRD
15.	Remediation of the distribution systems on the left and right side of the Sava river	10.207.000	日本へ要請
16.	Water distribution network reparation equipment	750.000	
17.	Sewage network reparation equipment	下水道整備	
18.	Tunnel connection mains	9.300.000	日本へ要請
19.	Supply of the set of valves for Makis II WTP	1.050.000	EBRD
20.	Extension of ozone equipment for Makis II WTP	380.000	EBRD
21.	GIS information system for Belgrade Waterworks and sewerage	2.000.000	
22.	SCADA system for Belgrade Waterworks and sewerage	2.000.000	日本へ要請
23.	Extension of pumping stations for Makis II WTP	850.000	EBRD
24.	Supply the GAC for Makis II WTP	705.000	EBRD
	上水道 21 プロジェクトの合計額	83,972,000	

出典：ベオグラード上下水道公社

注：上記支援要請額と実際のドナーの決定支援額は異なる（「第 2 章 2-2 国際機関・二国間ドナーの協力実績・動向」参照）。

1-2-7 上下水道公社の組織と維持・管理体制

ベオグラード上下水道公社の組織は、ベオグラード市長の任命による総裁 (General Manager) 以下、6つの部局から成る現業部門と4つの部局から成るサービス部門、並びに管理部門から成り立っている。図1-14にベオグラード上下水道公社の組織図を示す。

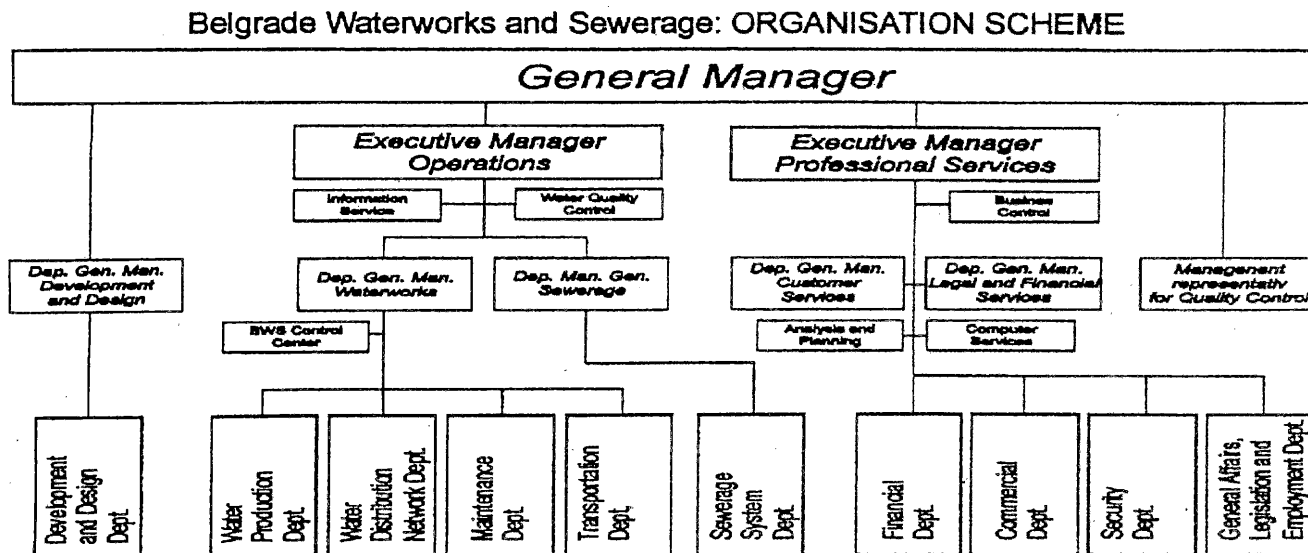


図1-14 ベオグラード上下水道公社の組織図

職員数は2001年8月現在3,685人で、最近5年間(1997～2001年)ほぼ3,700人前後で推移している。上下水道施設の計画、運転、維持管理は、現業部門の以下の6つの部局がそれぞれ行っている。

- ① 上下水道施設の計画・設計：Development and design dept. (231人)
- ② 浄水場の運転管理：Water production dept. (679人)
- ③ ポンプ場等配水施設の運転管理：Water distribution network dept. (544人)
- ④ 上水道施設の維持管理・補修・更新：Maintenance dept. (309人)
- ⑤ 車両・特殊設備の整備・維持管理：Transportation dept. (330人)
- ⑥ 下水管・下水ポンプ場の運転・維持管理：Sewerage system dept. (452人)

日本政府に要請 (Rehabilitation of water intake and distribution system) が出ている、ポンプ設備の遠隔監視制御を含む通信・監視制御システムの近代化を担当する部署は、管理部門にあるBWS Control CenterをTelematics dept.に改組して強化を図っていく計画である。

1-2-8 上下水道事業の財務と料金徴収システム

(1) 料金徴収システム

水道料金は、ゴミ、熱供給、電気、電灯等の市民サービス料金と一緒に、料金徴収のためのベオグラード市の公社が徴収している。徴収した料金の各サービス公社への分配は、市議

会によって決定された方式で行われるため、事実上、ベオグラード上下水道公社は財務的に独立採算制に至ることができない。したがって、EBRDの融資もベオグラード市への融資であり、ベオグラード市が返済義務を負っており、ベオグラード上下水道公社はEBRDに対して直接的な返済義務を負っていない。

水道メーターの検針は3か月ごとに行われるが、市民への請求は毎月前回の水使用量で請求し、メーター検針のある3か月目で請求額の調整を行っている。したがって、市民は毎月支払いを行っている。支払いをする市民の側に見れば、各公共サービス料金を1回の支払いで済ませることができるため、便利なシステムではある。

一方、官公庁、学校、病院等の公共施設では予算がなく、公共料金の支払いが滞っている。また、一般家庭においても、20～30%の家庭が財政的困窮から支払いが滞っており、料金徴収率は全体で50～60%程度となっている。

(2) ベオグラード上下水道公社の財務

ベオグラード上下水道公社の財務は、上記のように完全な独立採算制に至っておらず、ベオグラード市の財政と一体の関係にある。表1-17に1997年から2000年までのベオグラード上下水道公社の収支結果を示す。

営業収支はこの4年間毎年赤字である。2000年の水道・下水道料金収入は、接続件数の増加にもかかわらず1999年の収入を下回っている。この原因は、料金徴収率が低下しているか、徴収された料金が市の財政にストックされたまま、公社へ適切な配分が行われていないかのどちらかと考えられる。

2000年の支出の部において、設備投資と思われる「その他コスト」が大幅に増加している。それを埋める形で収入の部の「その他収入」が増加しており、ドナーの援助資金が直接あるいは市を経由して投入されているものと思われる。

ベオグラード上下水道公社では、財務の赤字体質を改善すべく、上下水道料金の値上げをベオグラード市議会に提出し認可されている。認可された上下水道料金表を表1-18に示す。上下水道料金体系は、一般家庭(Households)、公共施設あるいは補助を受けている施設(Subsidized)、会社その他(Other)の3つに分類されており、一般家庭の料金が一番安く設定されている。上下水道料金の値上げは段階的に行われ、一般家庭の料金は、1998年1月の1ディナール(上水道:0.73+下水道:0.27=1.00)から、2001年1月には6ディナール(上水道:4.41+下水道:1.59=6.00)まで6倍に値上げされた。したがって、2001年の収支は改善に向かうことが期待されるが、料金の値上げによる徴収率の低下が懸念される。

表1-17 ベオグラード上下水道公社の収支一覧：1997～2000年

(単位：百万ディナール)

	1997年	1998年	1999年	2000年
支出の部				
人件費	119	128	144	205
電気代	46	54	64	93
薬品代	6	11	17	72
その他運転経費	76	103	134	205
運転経費の合計	247	296	359	575
減価償却費	153	158	236	337
運転コストの合計	400	454	595	912
金利及び手数料	2	6	3	11
税金	34	37	45	74
その他コスト	48	1,699	2,275	7,307
支出合計	484	2,196	2,918	8,304
収入の部				
水道料金収入	243	373	394	365
下水道料金収入	82	124	132	127
その他顧客サービス収入	2			98
料金収入の合計	327	497	526	590
運営補助金	37	99	8	46
その他収入	22	1,531	2,055	6,491
収入合計	386	2,127	2,589	7,127
収支決算	▲98	▲69	▲329	▲1,177
平均通貨換算レート(DIN/DEM)	4.08	6.42	12.42	25.00

出典：「Improvement of water supply system in Belgrade」の要請書及びQNの回答

表1-18 ベオグラードの上下水道料金表

(単位：ディナール/m³)

Consumer Category	Valid from January 1, 1998	August 1, 1998	December 16, 2000	January 1, 2001
a) Households				
- water	0.73	1.14	1.14	4.41
- waste water	0.27	0.14	0.41	1.59
b) Subsidized				
- water	1.44	2.23	4.46	6.47
- waste water	0.56	0.87	1.74	2.53
c) Other				
- water	3.60	5.58	11.16	16.56
- waste water	1.40	2.17	4.34	6.44

出典：Belgrade Waterworks and Sewerage Emergency Program, April 2001

1-3 ベオグラード市の下水道の現状

1-3-1 水質汚濁の現状と衛生状況

ベオグラード市内を流下する河川のうち、汚染がひどい河川が3つある。図1-15に示すようにTopciderske、Zeleznicke、Galovicaで前者2川はサヴァ川の南側の旧市街地よりサヴァに合流し、後者は北側の新市街地よりサヴァ川に合流する。2001年3月と8月の水質を表1-19に示す。これらの値はサヴァ川のオスツルツニカ観測所のBODと比較して大きな値を示す。特にGalovicaは下水整備されていない周辺部を流下するため他の2川と比較しても大きなBODを示している。また、Topciderske、Zeleznickeの流下する上流部には未接続地域があり、河川汚濁に影響を与えている。人口密集地区に下水管の整備が望まれている。当然污水处理は望まれるが、これら河川がサヴァ川に与える影響は、流量比の違いが大きいため相対的に低いと想定される。

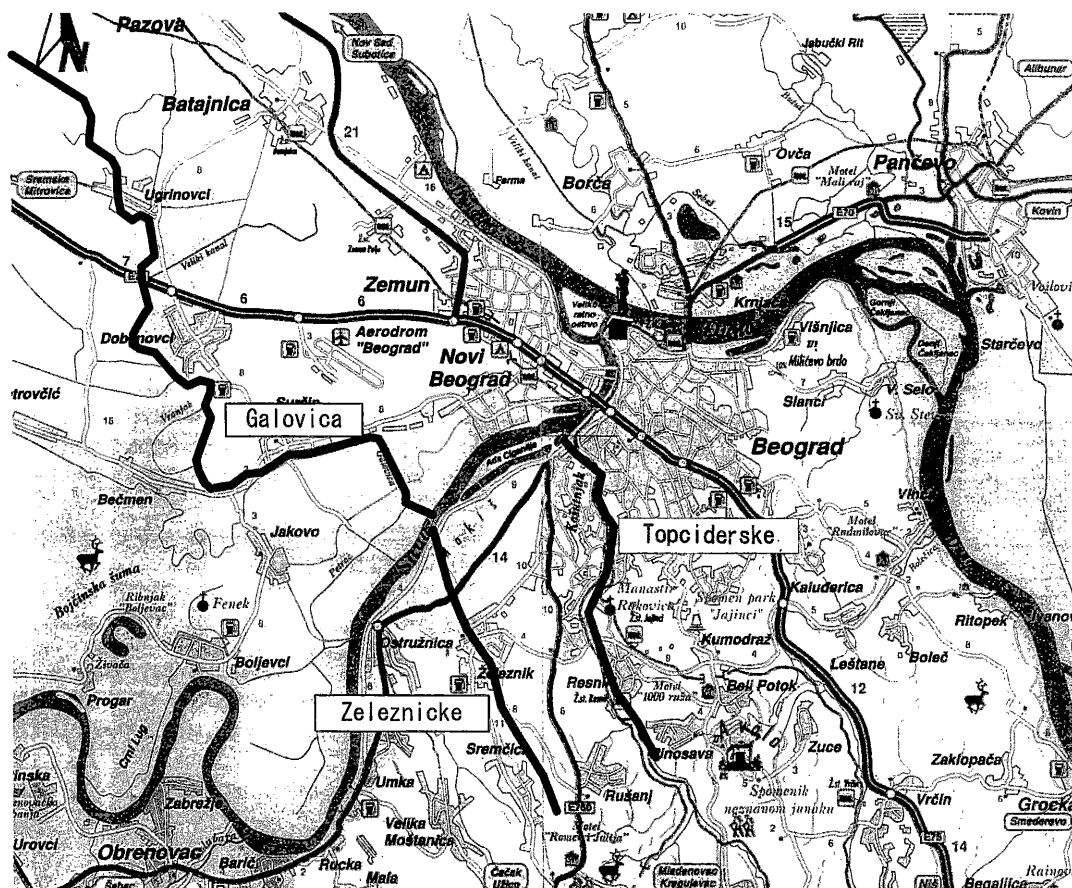


図1-15 市内河川位置図

表 1－19 ベオグラード市内河川の水質 2001 年 3 月／8 月

河 川		pH	BOD	SS
Topciderske	3 月	8.1	15.8	23
	8 月	8.1	6.4	23
Zeleznicke	3 月	8.1	10.3	20
	8 月	7.8	7.8	21
Galovica	3 月	8.0	14.8	61
	8 月	9.0	58	100

衛生状況について、浄化槽使用区域では水系伝染病が発生するほど衛生状態は悪くはない。しかし、市街地の浄化槽は容量が小さいため、し尿は処理されるが、生活雑排水は処理されず路上に放流されている（写真 1－1 参照）ため衛生に悪影響を与えている。また、旧市街地区内に既存幹線があるのにもかかわらず枝線が未整備のため浄化槽を使用している地域もある。この地域では浄化槽は平均月 2 回ほどバキュームカーでくみ取りが行われている。また、くみ取られたし尿はドナウ川に捨てられている。



写真 1－1 生活雑排水道路放流状況