

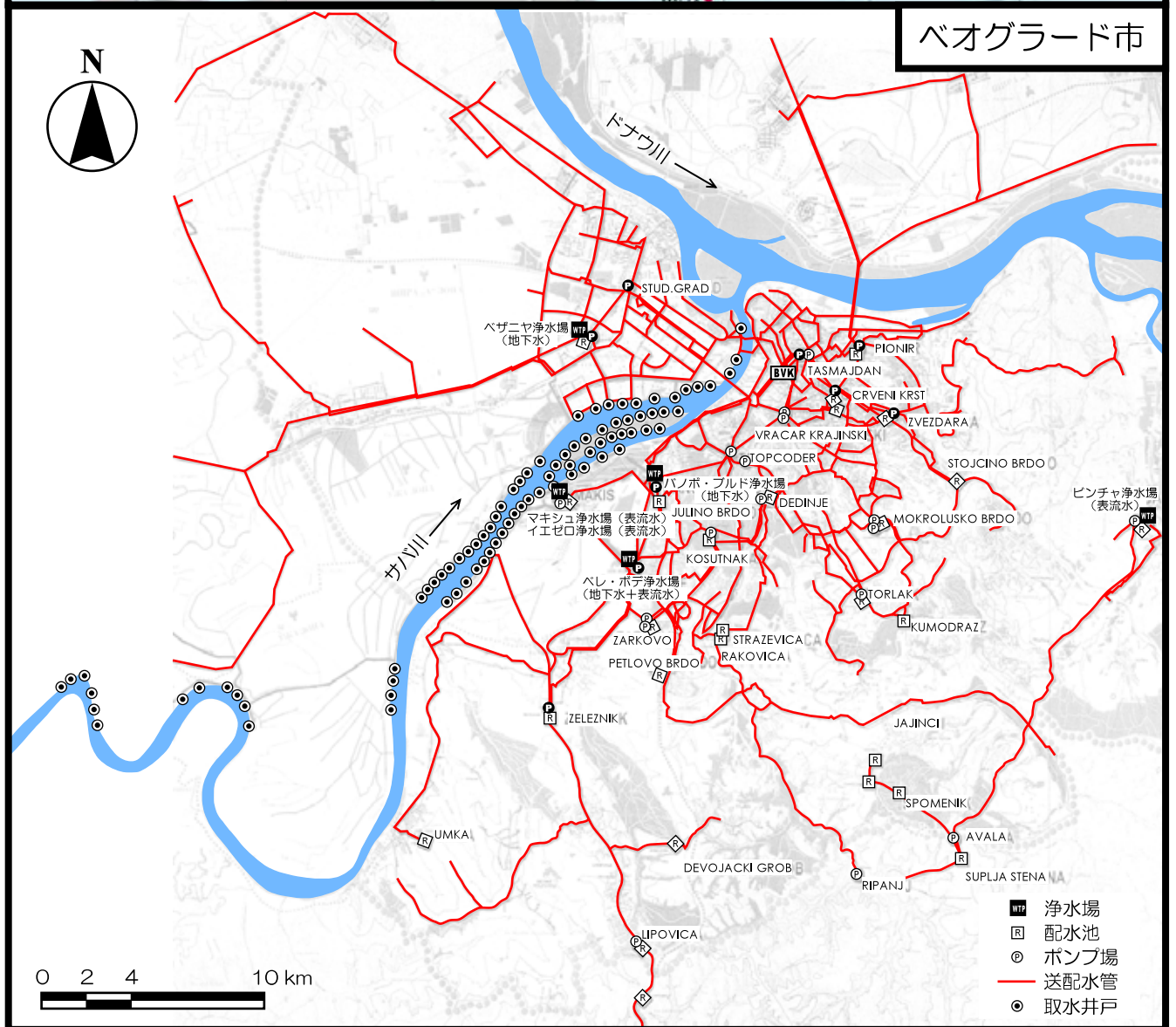
独立行政法人国際協力機構

セルビア・モンテネグロ国
ベオグラード上水道整備計画
事業化調査

報告書

2005年8月

株式会社東京設計事務所



調査対象地域図

セルビア・モンテネグロ国
ベオグラード上水道整備計画
事業化調査

- 目 次 -

第1章 協力実施案件の背景と計画	1
1.1 要請プロジェクトの背景・目的・内容	1
1.2 上位計画と本要請書との係わり	2
1.3 他ドナーの援助動向と本要請との関連	3
1.4 サイトの現状と問題点	4
1.5 基本設計	5
1.5.1 プロジェクトの目的	5
1.5.2 設計方針	5
1.5.3 内容・規模	6
1.6 維持管理計画	8
1.7 調達計画	9
1.7.1 調達方針	9
1.7.2 相手国側分担事業	10
1.7.3 資機材等調達先	10
1.7.4 概算事業費	10
1.7.5 実施工程	11
1.8 問題点の把握	11
第2章 工期短縮に係る実施計画	13
2.1 工期短縮の背景	13
2.2 工期短縮に係る実施計画	14
2.2.1 基本方針	14
2.2.2 工期短縮の検討	15
2.2.3 工期短縮の方策（検討結果）	17
2.2.4 実施工程	19
2.2.5 基本設計図	20
2.3 相手国分担事業	20
2.4 プロジェクトの運営・維持管理計画	20
2.5 プロジェクトの概算事業費	20
2.6 協力対象事業に当たっての留意事項	21

第3章 無償資金協力の妥当性と評価.....	23
3.1 プロジェクト実施により期待される効果	23
3.2 課題・提言.....	23
3.3 協力対象事業の妥当性.....	24
3.4 結 論.....	24

表リスト

表 1. ベオグラード市上水道開発計画と実施状況	2
表 2. BVK 水道整備事業への援助実績	3
表 3. 各施設の設計水量と実際の能力（推計）	4
表 4. 配水ポンプ場調達機材	6
表 5. SCADA システム.....	7
表 6. 水質試験機器	8
表 7. 負担区分.....	10
表 8. 資機材の調達先.....	10
表 9. 調達順序についての比較（参考）	14
表 10. 工期短縮検討の優先順位	15
表 11. 据付工事等に係る工期短縮案の比較.....	16
表 12. 調達期間の短縮（アンケート結果）	17
表 13. 事業実施におけるマイルストーン	21

図リスト

図 1. BVK 組織図	9
図 2. 実施工程表.....	11
図 3. 工期短縮の検討.....	17
図 4. 事業実施工程表.....	19

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)
DNS	Domain Name Server (DN サーバ)
EBRD	European Bank for Reconstruction and Development (欧州復興開発銀行)
GPRS	General Packet Radio Service (汎用パケット無線施設)
HMI	Human Machine Interface (ヒューマンマシーンインターフェイス)
KfW	Kreditanstalt fur Wiederaufbau (ドイツ復興金融公庫)
LCC	Local Control Center (現場制御盤)
MCC	Main Control Center (中央制御盤)
OJT	On the Job Training (現任訓練)
PLC	Programmable Logic Controller (シーケンサー)
PS (PC)	Pump Station (ポンプ場)
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 Layer (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 = JPY134.62

CSD 1 = JPY2.06

第 1 章 協力実施案件の背景と計画

1.1 要請プロジェクトの背景・目的・内容

ベオグラード市は、人口 157 万人（2002 年）を抱えるセルビア・モンテネグロ国の首都である。給水人口は 132 万人、水道普及率は 84%であり、水需要は 646,000 m³/d である。市の上下水道事業は、公営企業の 1 つであるベオグラード上下水道公社（Beogradski Vodovod i Kanalizacija: BVK）が担当している。

ベオグラード市の給水事情は、夏季に給水量が不足し、およそ 150,000 人の住民が時間給水や長時間の断水を強いられる状況にある。また、水質分析機器は 1970 年代に購入されたものが多く製造が中止されている機器も少なくないため、交換部品や消耗品の調達が難しく、水質管理業務に大きな支障をきたしている。

2001 年、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」の結果及び予備調査を基に、日本政府は基本設計調査の実施を決定した。国際協力機構は、2004 年 7 月に現地調査を実施し、2005 年 3 月に国内解析を通じ、基本設計報告書を作成した。

基本設計調査では、以下 4 項目の要請内容が確認された。

- ・ 地下水取水設備の改善（49 本の水中ポンプの更新及び監視制御装置の設置）
- ・ 配水ポンプ設備の改善（28 台の配水ポンプの更新及び監視装置の設置）
- ・ 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）

要請内容は優先度に差があるものの、全て必要であることが確認された。無償資金協力事業としての対象とする妥当性については以下の内容の通りである。

地下水取水設備は、BVK の主導で整備が進んでおり、優先度は低い。

配水量の低下は、配水ポンプの老朽化による機能低下と給水地域の拡大によるポンプ揚程の変化が原因であり、その結果、一部の地域において水不足が生じている。ポンプが大型のために、価格も高く、市の予算から捻出できないことから要請されており、優先度は高い。

ベオグラード市内には、水道施設が多数散在し、それぞれが複雑に接続されていることから、配水ポンプの運転が複雑となるうえ、各施設の稼働状況をリアルタイムに把握する手段がなく、このため恒常的に水不足となっている地域がある。この事態を改善す

るため、BVK は 3 年前に部署を新設し SCADA システムを導入すべく検討を始めたが資金的・技術的な課題から、一部の施設に試験的なシステムを導入したものの本格的なシステムの構築は難しい状況にある。要請内容にある SCADA システムの導入は、施設の稼動状況を一元的に把握し、現在の不均衡な給水状況を是正するために必要であることから、優先度は高い。

水質試験機器は 1970 年代に購入されたものが少なからずあり、製造中止などのため交換部品が調達できず修繕すらできない状況にある。このため測定できない分析項目があり、水質管理が満足に行えない状況にあることから、優先度は高い。

これら要請内容の必要性に基づき、事業化調査は、基本設計調査報告書、関連資料をもとに調達計画及び概算事業費をレビューし、本体事業の実施に係る提案、見直し後の実施スケジュール案を作成し本報告書として取りまとめた。

1.2 上位計画と本要請書との係わり

「セ」国政府は水資源開発を含む総合水管理を維持・発展させるべく「国家水計画 (Master Water Plan for the Republic of Serbia)」を 1995 年に策定した。ベオグラード市はこの国家計画の方針に沿って、「ベオグラード市上水道開発計画 (Prospective Development Program for Water Supply System for Belgrade : PDPWSSB)」を策定した。この計画は「需要量にあった安全で十分な飲料水の供給」を目的としており、計画と要請との関連は表 1-1 の通りである。

表 1. ベオグラード市上水道開発計画と実施状況

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給水量をカバーする。	EBRD 資金による Makis II 浄水場の拡張計画 (2,000L/s)、2007 年完成予定
2	地下水取水の安定化 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 及び自己資金により、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
3	配水能力の増加 老朽化して効率の低下した配水ポンプを更新することで、配水能力の増加	配水ポンプの更新、日本へ要請中 (本プロジェクトの対象)
4	モニタリングシステムの構築 施設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することで適切な水運用システムの構築	SCADA 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 有効水量の改善を通じ 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。

No.	改善計画	実施状況
6	水質管理の強化 水源水質の保全と飲料水基準に合致した水質管理体制を強化する。	水質試験器具の更新、日本へ要請中 (本プロジェクトの対象)

BVK は、EBRD、USAID、KfW 等の援助によりベオグラード市上水道計画の各事業を実施しているが、「配水能力の増加」「モニタリングシステムの構築」「水質管理の強化」については、予算不足により実施されていない。これら着手されていない事業が協力対象事業となっている。配水ポンプの更新、監視システムの導入および水質試験機器の更新が実施されれば、ベオグラード市上水道開発計画の目標が達成されることになる。

1.3 他ドナーの援助動向と本要請との関連

2000 年以降、BVK はベオグラード市上水道開発計画を基に、ブラッセル会議の機会をとらえ、事業実施のための資金援助を他国や国際援助機関に広く求めてきた。前項に記載した通り、日本への要請内容もベオグラード市上水道開発計画の主要部分を担うものである。

表 2. BVK 水道整備事業への援助実績

援助国/機関	事業内容	金額 (EUR)
EBRD	浄水場の拡張	20,000,000
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
NGO 及び民間	浄水場の機器供給および配水配管の供与	2,086,000
ノルウェー政府	市南部地域の給水拡張	1,530,000
フランス (AFD)	Makis 浄水場整備による生産水量の増加	1,458,000
オーストリア政府、 ウイーン水道局	配管材の供与による無収水改善及び会計システムの IT 化	665,000
アテネ水道局	薬品注入機器の供与	205,000
合計		34,910,000

(資料: BVK)

1.4 サイトの現状と問題点

ベオグラード市の人口は 1,570 千人 (2002 年) であり、BVK はベオグラード市の公営企業として、同市の上下水道事業を所管している。給水人口は 1,320

千人、水道普及率は 84% である。一日平均給水量及び一日最大給水量はそれぞれ 646,000m³/d と 775,200 m³/d である。

表 1-3 に示すように上水道施設の能力は一日平均給水量を満たすものであるが、一日最大給水量は満たしておらず、夏季に水需要量が増加すると給水量が不足する。夏季に時間給水や断水など十分な給水を受けられない住民は、約 150,000 人である。

表 3. 各施設の設計水量と実際の能力 (推計)

施設	設計水量 [m ³ /d]	実際の能力 [m ³ /d]
取水施設	773,000	749,000
浄水場	1,000,000	727,000
配水ポンプ場	1,110,000	716,000

各施設の設計水量と実際の能力との差は以下に示す理由により発生している。

- ・ 施設の老朽化により故障が頻発し、稼働率が低下している。
- ・ 取水量全体の 60% を依存するサヴァ川の伏流水は、サヴァ川の汚染により増加した河床の堆積物が浸透率を低下させ、また、河床に埋設された集水管は、腐食や目詰まりを起こして取水量の低下を引き起こしている。
- ・ 給水地域の拡大に伴い配水管が延長され使用量も増加した。このため配水管内の摩擦損失が増加し、配水ポンプの運転点が変化 (揚程が増加し吐出量が減少) したことにより配水量が減少した。

100 年以上の歴史を持つベオグラード市の水道施設は、市街地の拡大に対し計画的な拡張や新設を行ってこなかったため、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。ある地域への給水についても複数のポンプと配水池が関係し、制御すべきポンプを特定することも容易ではない。このような複雑なシステムにおいて適切な水圧、水量を確保するためには、市内に点在する施設をリアルタイムで監視、制御することが必要であるが、現在は BVK 職員によるパトロールと電話による情報伝達しか施設の監視・制御手段がなく、施設の稼働状況を把握することも満足に行えない状況にある。各施設は関連施設の稼働状況を考慮することなく個別に運転されており、結果的に不適切なポンプの運転が恒常的な給水不足を引き起こし、約 100,000 人 (給水人口の約 8%) の住民が被害を受けている。

配水管の更新は十分に行われておらず、老朽化した配水管からの漏水が問題となっているが、ドイツの支援を受けて改善事業が実施されている。

水質分析機器は 1970 年代に購入されたものが多い。設備投資は、過去 10 年に亘る紛争のために円滑に行われてこなかった。このため、故障しても機器が既に製造中止となっており交換部品や消耗品が調達できず、水質管理業務に支障をきたしている。

1.5 基本設計

1.5.1 プロジェクトの目的

本無償資金協力案件は配水能力の増加、モニタリングシステムの構築および水質管理の強化の 3 事業にかかわる機材調達が実施範囲である。本案件の実施により、ベオグラード市の配水システムの配水能力が増強され、BVK の施設管理能力が強化される。この他、他ドナーが支援する事業や BVK が独自に実施している事業が計画通りの成果を達成すれば、上位目標である「市内の需要を満たし、衛生的に安全な飲料水を供給する」が達成される。

1.5.2 設計方針

要請内容を基に以下の方針にて計画・設計を行った。

- ・ 要請は 2001 年に提出されたもので、既に BVK では要請した一部の事業を実施している。自己資金および他ドナーによって進められている取水ポンプの更新等は本計画から除外する。
- ・ モニタリングシステムの通信に係わる一部の設備・機材は、「セ」国の法規制の対象となる。許認可の取得等含め BVK 側が実施する。また、要請にある通信ネットワーク設備のうち既存専用回線が使用できるものは除外する。
- ・ モニタリングシステムは、監視を中心としたシステムとする。但し、97 箇所の取水ポンプ施設については、施設がサヴァ川沿いに広範囲にわたり点在しているため、故障や停電などに対する迅速な対応が困難な状況にある。このため、取水ポンプ施設については遠隔操作が可能なシステムとする。
- ・ モニタリングシステムの範囲は取水から配水池までとし、配水管網の水質（残留塩素）の監視は含まないものとする。

- ・ 配水ポンプの回転数制御装置およびソフトスタータは日本側で調達するポンプ/モーターの分だけとし、既存ポンプ分は含めない。

既存の施設を改善するために、一部の追加機器を調達して取り付ける場合、例えば、既存の配水ポンプに対し回転数制御機器を本協力対象として調達する場合等、出荷前の調整・合成試験が不可能であるために施設効率が保障できない場合がある。この場合、要請されている追加機器は本協力対象とはしない。

通信設備については、国独自の規制、法規、慣習などがあり、日本側が計画するためには、限られた期間内にこれら規制、法規、慣習を理解して完了することは困難と判断される。これらの機器はBVK側で実施することとする。

監視・遠隔操作も含めた制御システムは最終的に全ての施設を対象として計画されているが、本計画ではその第1ステップとして監視中心のシステムとする。本計画ではまず、流量・水圧の監視を優先とする。将来、BVKによって拡張等が容易にできるよう互換性を十分考えて設計する。

1.5.3 内容・規模

(1) 配水ポンプの更新

ポンプ場必要機材 の設計、製作、工場試験、梱包、輸送とする。機材数量は表 1-4 に示す通りである。

表 4. 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		
PS-1b Bele Vode	4		
PS-18 Trasmajan	4	回転数制御装置	8
PS-19 Bezanija	3	スロースターター	16
PS-23 Studentski Grad	5	配電盤、フラップゲート	7 23
PS-17 Zvezdara	3	圧力発信機	75
PS-20 Zeleznik	2		
合計	24		

(2) モニタリングシステムの構築

モニタリングシステムとは施設の監視および制御ならびに施設の運転や配水量などのデータ集積を行うシステムである。現在、各々単独で運転されている施設のデータ(水圧・水量・水位・水質等)を一元的に把握することで、複雑に接続した施設群を水道シ

システム全体として管理することが可能となり、最適な水運用、施設の運転が行えるようになる。

浄水場、中央管理室で監視できるデータは、取水ポンプ、配水ポンプおよび配水池のポンプの故障、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量などである。これらのデータは中央管理室に保管され、データを基に、日、月、年単位の取水量や配水量などを帳票やトレンドグラフとして表示することが可能となる。また、配水池の水位を監視しながらポンプの運転が行えるようになり、配水池水位の低下やオーバーフローを予防することができる。また、ポンプの吐出側の流量や圧力によってポンプの運転台数の制御が可能となるため、安定した圧力での給配水が可能となる。表 1-5 に調達される機材の数量および設置先を示す。

表 5. 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 (Bezaniija)	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	中央での一括監視及び全データ収集	1										1
Local SCADA	現場データの収集及び中央への配信					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
Layer 3 SW	同上部品		1	1	1	1						4
Layer 2 SW	同上部品	1							21			22
Media Conv.	光 イーサネット変換装置	1	1		1	1	1	1	8			14
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

(3) 水質試験機器の更新

水質試験機器の調達は、表 1-6 に示す機器が調達される。

表 6. 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 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

1.6 維持管理計画

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。職員数 200 人を有し、維持管理・修理等の実績が十分ある。本計画で調達されるポンプは従来ある既存のポンプと規模はやや大きいタイプなどの違いはないために、維持管理を従来のルーチン通りできる。

監視・制御システムは IT 部が主担当部である。監視・制御システムの導入に向けて 2001 年に設立された。職員数は 8 人である。これまでにコンピューターメーカーの助言を得て、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る。また、ハードウェア関連はメンテナンス部が協力することになる。日本側技術者との共同作業によって、据付が実施され、機器調整を通し日本側調達業者の実施する OJT による現地職員への技術移転が実施されれば、現状の職員の能力から本計画で調達されるシステムが十分会得できる。

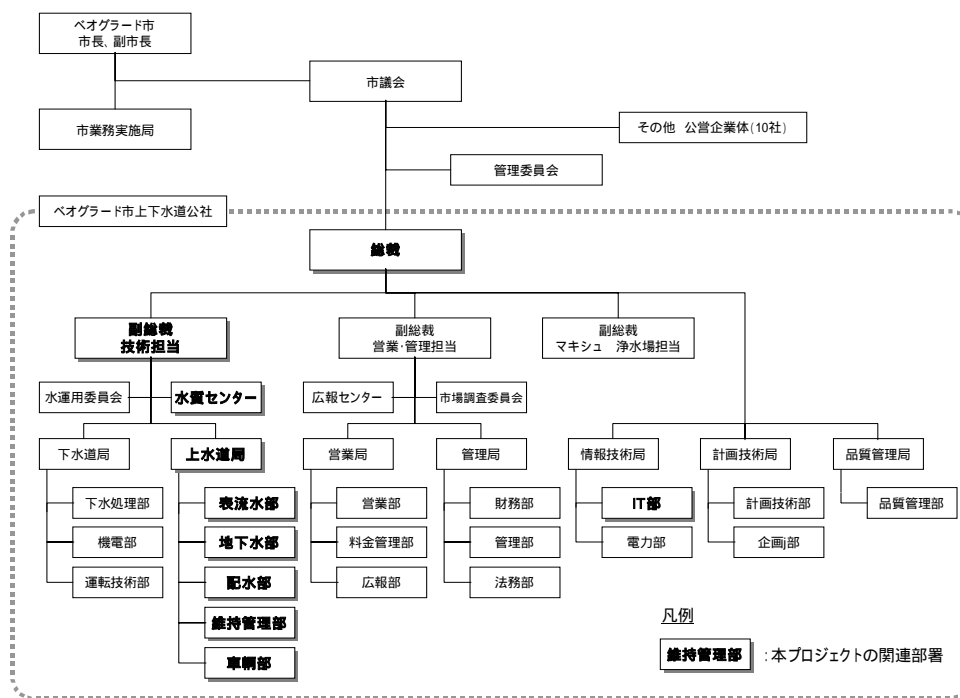


図 1. BVK 組織図

1.7 調達計画

1.7.1 調達方針

コスト縮減、アフターサービスの観点から機材調達については第三国調達を基本に検討する。但し、監視制御システムに関連する機材については、我が国の製品は価格面、調達製の双方において高い国際競争力を有し、EU 諸国においてもかなりのシェアを確立していることから日本調達についても検討する。高度な水質分析機器については、製造業者が日本や米国など一部の先進国に限られていることから、日本調達、第三国調達の双方を検討する。

本計画は単年度 2 期分けでの実施を計画する。第 1 期に監視制御システム機材、第 2 期に配水ポンプ類、水質分析機器を調達するものとする。

協力対象範囲は、無償資金協力事業としての妥当性、BVK 側の優先順位、恒常的な水不足地域の解消、安定した取水・配水システムの構築、各種水質試験の試験装置の更新などの実施効果を考慮し、配水ポンプとその配電盤、回転数制御装置/ソフトスターター、水質試験装置の資機材調達と上水施設全般の監視・制御システムの資機材調達、据付および試運転を実施する。「セ」国側は配水ポンプと配電盤/回転数制御装置、水質試験装置の据付と監視・制御システムに必要な通信設備の資機材調達と据付および監視シグナルの接続工事を行う。

1.7.2 相手国側分担事業

日本側と「セ」国側の負担区分は下表の通り。

表 7. 負担区分

項目	調達	据付
1. 配水ポンプステーション関連		
(1) 配水ポンプ/モーター	日本	「セ」
(2) 配電盤	日本	「セ」
(3) 回転数制御装置/ソフトスターター	日本	「セ」
(4) フラップ(逆止弁)	日本	「セ」
(5) 圧力計	日本	「セ」
(6) 電気/制御配線	「セ」	「セ」
(7) ポンプ配管	「セ」	「セ」
2. モニタリングシステム関連		
(1) モニタリングシステム	日本/「セ」 ^{*1}	日本/「セ」 ^{*3}
(2) PLC/無線モデム(取水ポンプを除く)	日本/「セ」 ^{*2}	日本/「セ」 ^{*4}
(3) PLC/無線モデム(取水ポンプ)	日本/「セ」 ^{*2}	「セ」
(4) 残留塩素分析計	日本/「セ」 ^{*5}	日本/「セ」 ^{*6}
(5) 通信システム	「セ」	「セ」
3. 水質試験機器	日本	「セ」

注： *1 「セ」国側はモニタリングシステムへの動力配線の調達を実施。
 *2 「セ」国側は PLC への動力配線とシグナル接続配線の調達を実施。
 *3 「セ」国側はモニタリングシステムへの動力配線の敷設を実施。
 *4 「セ」国側は PLC への動力配線とシグナル接続配線の敷設を実施。
 *5 「セ」国側は残留塩素分析計へのサンプル配管の調達を実施。
 *6 「セ」国側は残留塩素分析計へのサンプル配管の敷設を実施。

1.7.3 資機材等調達先

調達先は現地、日本、第3国に分けられる。資機材の調達先は表 1-8 に示す。

表 8. 資機材の調達先

資機材名	調達先			備考
	現地	日本	第三国	
ポンプ関連機材				EU 諸国、ブラジル、クロアチア、及びヴェトナム
モニタリングシステム				EU 諸国、アメリカ、クロアチア及びチェコ
水質分析機器				EU 諸国及びアメリカ
割合(%)	0.0	16.9	83.1%	

1.7.4 概算事業費

本協力対象事業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。

予算年度区分は 2 期分け（平成 17 年度、平成 18 年度）としそれぞれに係る事業費は第 1 期 754 百万円及び第 2 期 448 百万円である。

1.7.5 実施工程

本計画は 2 期分けとし工期は第 1 期 20 ヶ月、第 2 期 17 ヶ月が必要である。監視・制御システムの調達、据付、調整が本事業において最も重要な工程となる。監視・制御システムは調達に 9.5 ヶ月、据付に 1.5 ヶ月、調整・試運転に 4 ヶ月かかり、BVK 負担工事との調整に十分な配慮を必要とする。下図に実施工程表を示す。

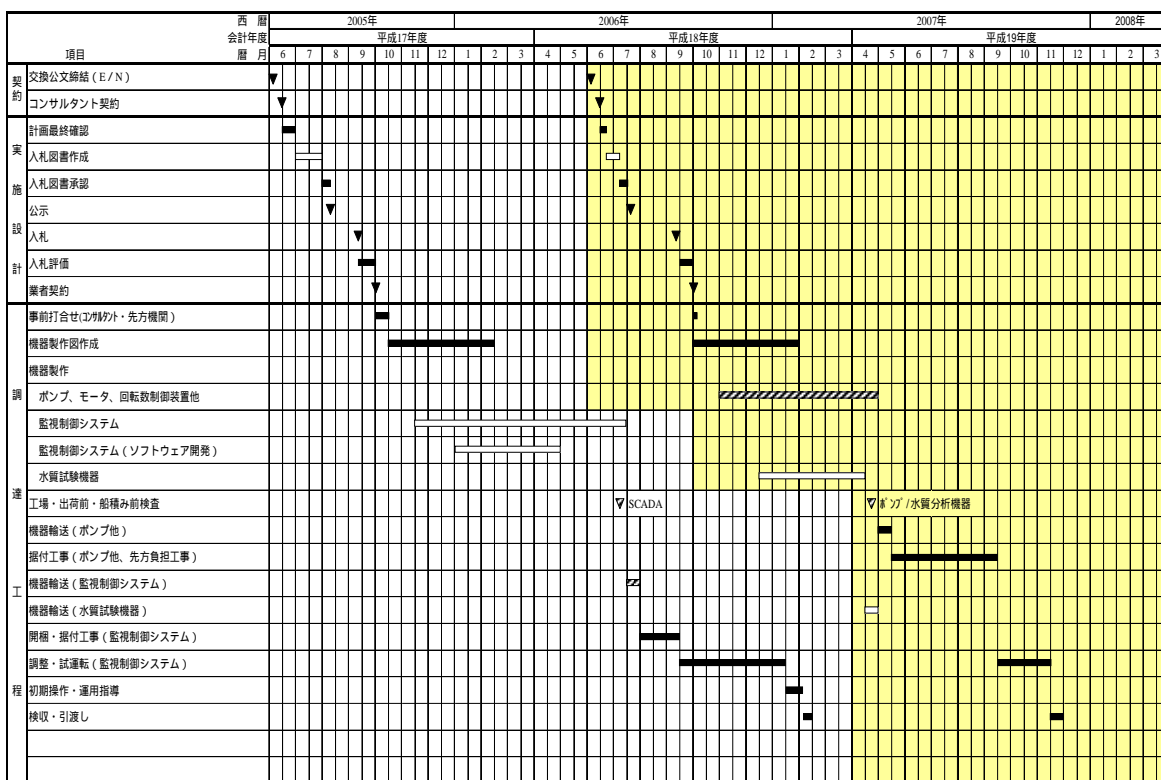


図 2. 実施工程表

1.8 問題点の把握

基本設計調査報告書で設定した工期がコンサルタント契約の約 3 ヶ月の遅れによって、2005 年 9 月に開始（コンサルタント契約）された場合プロジェクトの完了は 2007 年 5 月となり無償資金協力での年度内完了が困難となることが問題である。第 2 期の工期は基本設計調査報告書通り 18 ヶ月であり変更はないために問題はない。

第 1 期の工期が短縮されたとはいえプロジェクトの年度内完了を目的として協力実施範囲と工程について検討し、無償資金協力として、基本設計調査時でのプロジェクト効果を損なうことがないように実施工程及び実施内容を見直し、必要であれば修正を加える。

第 2 章 工期短縮に係る実施計画

2.1 工期短縮の背景

本プロジェクトは、基本設計調査において単年度 2 期分けて実施するよう計画され、調達内容は以下のように計画された。

第 1 期：監視制御システム

第 2 期：配水ポンプ類、水質分析器

工期について、基本設計においては、第 1 期は 20 ヶ月間（2005 年 6 月～2007 年 2 月）で、第 2 期は 18 ヶ月間（2006 年 6 月～2007 年 12 月）と計画された。しかしながら、第 1 期の開始時期がずれ込んだため、基本設計の工程のままでは事業計画年度内に完了せず、第 1 期の工程を 2.5 ヶ月短縮することが必要となった。

基本設計にて計画された事業内容および事業効果を損なうことなく第 1 期の実施工程を 2.5 ヶ月短縮するよう実施計画の見直しを行った。

尚、第 2 期に計画されている配水ポンプ類を第 1 期に実施すれば、事業内容を見直すことなく E/N 期限内に事業が完了するものと考えられるが、下記の現地事情、事業効果の観点から基本設計通り、第 1 期に SCADA システムの調達を実施すべきであると考ええる。

(1) 現地事情：施設の稼働状況を把握する手段がない。

SCADA システム導入の目的は、「複雑な水道システムの管理体制」を確立することである。現在、ベオグラード市では各施設の運転状況を把握しないまま施設が運転されており、このためポンプの故障などが引き起こされている状況である。

SCADA システムの導入前にポンプを供与するということは、施設の監視体制が不在のまま供与したポンプが運転されることとなる。そのため早い段階でポンプが空運転などのために故障するなどのリスクが懸念される。

(2) 事業効果：先行して SCADA システムの調達だけでも一定の事業効果が期待できる。

施設の監視体制がない状況でポンプを供与し配水能力を改善しても案件効果がどの程度発現するのか不明である。ベオグラード市の給水地域内には配水ポンプ場が 33 機場あり、このうち本案件の対象となっているポンプ場は 7 機場である。ベオグラード市の給水上の問題は複雑に接続された水道施設群の監視体制がないことによって引き起こされている。一方、SCADA システムの導入により、既存施設のみでも一定の効果も期待できる。

調達順序についての比較を下表にまとめる。

表 9. 調達順序についての比較（参考）

	A 案【基本設計】	B 案
	第 1 期：SCADA 第 2 期：ポンプ	第 1 期：ポンプ 第 2 期：SCADA
特徴	リスク重視型	作業重視型
メリット	<ul style="list-style-type: none"> 施設の監視体制が確立してからポンプを供与するため、空運転など不適切な運転による供与機材の損傷を回避できる。 取水井戸の監視・制御体制が確立される。 既存施設の運転計画の見直しが行え、給水事情の改善など案件効果の早期発現が期待できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ポンプの確実な据付後に SCADA システムを導入するため A 案の「デメリット」ような再調整は必要ない。
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ポンプ据付後に SCADA システムの再設定および調整を行う必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 監視体制が確立する前にポンプを納品するため、不適切な運転によるポンプの故障などが懸念される。 配水能力はポンプの供与により改善されるが、運転計画の見直しが行えないため、給水事情の改善など案件効果の発現に繋がるか不明である。

2.2 工期短縮に係る実施計画

2.2.1 基本方針

- (1) 基本設計において計画された実施区分（第 1 期：SCADA システム、第 2 期：配水ポンプ類 / 水質分析機器）については現地事情、事業効果の観点から変更は行わない。工期短縮の検討は第 1 期の SCADA システムについてのみ行う。尚、第 2 期において配水ポンプ類を更新した後、配水ポンプ場用機材を中心に SCADA システムの再調整作業が発生する。供与するシステムを最終的に保証する観点からも本作業は第 1 期にて SCADA システムを調達した企業が請け負うことが望ましい。
- (2) 基本設計にて計画された調達機材の内容を基本的とする。監視制御システムはベオグラード市内の主要施設を一元的に監視することを主目的としており、監視対象施設、監視項目を変更すると事業効果を損なうことになる。
- (3) 調達機材の数量、仕様については、基本設計調査において確認された BVK の情報を基にすることとし、基本設計調査以後に発生した変更事項など新たな情報についてはコンサルタント契約時に BVK と確認するものとする。
- (4) 基本設計の調達計画においては、引渡し後の確実な維持管理および瑕疵責任を明確にするため、据付工事、調整・試運転段階において BVK 職員への技術移転が計画され

ている。工期短縮の検討に当たっては、円滑で確実な事業実施のみならずこの BVK 職員への技術移転に支障がでないよう留意する。

2.2.2 工期短縮の検討

(1) 工期短縮検討の優先順位

前述の基本方針の下、第 1 期の実施工程を短縮すべく実施工程の見直しを行った。基本設計の実施工程は大きく分けて以下の 3 期間に区分される。

入札	: 3.5 ヶ月
調達（製作、輸送）	: 10.0 ヶ月
据付（据付工事、調整・試運転、初期操作・運用指導）	: 6.5 ヶ月

各段階の計画内容を精査した結果、各段階における期間短縮を検討する優先順位を以下のようにした。この優先順位に従って 2.5 ヶ月の工期短縮を検討する。

表 10. 工期短縮検討の優先順位

段階	検討結果	優先順位
入札	SCADA システムのソフトウェア部分、引渡し後のアフターセールスに係る契約内容、などの打合せに必要な期間を考慮すると現在の工程を短縮することは難しい。	3
調達	SCADA システムを構成する各機材にインストールするソフトウェア開発を前倒しにする、機材の調達期間を精査するなどにより工期短縮が可能と考えられる。	1
据付	作業班を増やすなどにより工期短縮が可能となるか調査する必要がある。但し、基本設計にて企画されている BVK 職員への技術移転を考慮すると大々的な短縮は避けるべきである。	2

(2) 工期短縮の検討

工期短縮の方策として、以下の検討を行う。

調達期間（優先順位：第 1 位）

概算事業費積算資料の調達計画、実施工程を精査し、調達期間（製作、輸送）の見直しを行う。期間の短縮については、見積を提出している企業へアンケート調査を行い、短縮可能な期間を確認する。

据付期間（優先順位：第 2 位）

第 1 期にて調達される SCADA システムは、第 2 期にて更新される配水ポンプ場も監視対象に含んでおり、配水ポンプ場用の機材も含む。現在の実施工程は、配水ポンプ場の更新を前提に SCADA システムを調達し、第 2 期でポンプが更新された際にシステムの再調整を行う工程となっている。具体的な工期短縮の方策として以下の代案について検討する。

- 代案 A： 実施内容は変更せず作業班を増やすなどして作業期間の短縮を図る。
- 代案 B： 配水ポンプ類（第 2 期調達）に係る SCADA 機材（14 機場分）の調達及び据付を第 2 期に実施する。
- 代案 C： 配水ポンプ類（第 2 期調達）に係る SCADA 機材（14 機場分）の据付を第 2 期に実施する。（調達は第 1 期に行う）

上記 3 案の効果と問題点は下表の通り。

表 11. 据付工事等に係る工期短縮案の比較

代案	配水ポンプ場用 SCADA 機材		事業費		問題点
	調達	据付	第 1 期	第 2 期	
A	第 1 期	第 1 期	減	増減無し	調整・試運転作業の短縮には限界がある。
B	第 2 期	第 2 期	減	増	ソフトウェアは配水ポンプ場関連機材も含めて製作されるため、第 1 期の製作会社が第 2 期の機材も調達しなければならない。
C	第 1 期	第 2 期	減	増	調達した機材の保管、瑕疵責任に留意しなければならない。据付、調整作業は第 1 期の製作会社が行う。

代案 A は、第 1 期にて SCADA システムを一括で調達するため、調達上の不都合は発生しないが、調整すべき監視対象施設の数が変わらない（作業量が変わらない）こと、また、各施設から中央管理室へのデータ伝送を確認するため作業班を増やし各施設の作業を同時並行で行っても同時にできる施設数に限りがあるため、大幅な工期短縮は難しい。

代案 B は、配水ポンプ場関連機材の調達を第 2 期に移す案であり工期短縮が期待できるが、ソフトウェアは計画されているシステム全体を対象に開発されるため、個別に開発することは難しく、第 2 期に調達する機材は事実上第 1 期の製作会社しか供給できない。

代案 C は、第 1 期に機材を全て調達し、配水ポンプ場関連機材だけ第 2 期に据付を行う案である。これも工期短縮が期待できるが、第 2 期の据付まで機材の保管と瑕疵責任に問題があることと、調整作業はソフトウェアを開発した会社が行うことが望ましい。

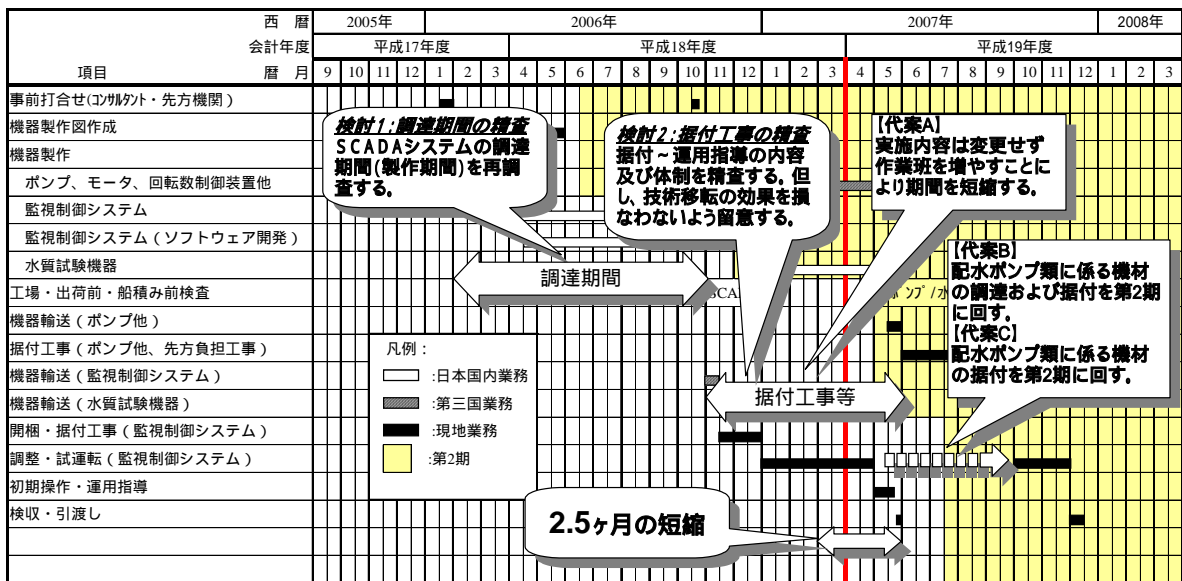


図 3. 工期短縮の検討

2.2.3 工期短縮の方策（検討結果）

基本設計において見積りを提出した各企業へアンケート調査を行った結果、調達期間を2.5ヶ月短縮することは可能であることが確認された。

表 12. 調達期間の短縮

区分	内容	基本設計	各社提案（アンケート結果）			工程修正案
			荏原	クボタ	三菱重工	
調達	事前打合せ	0.33	0.33	0.40	0.45	0.33
	製作図作成	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50*
	製作	8.00	5.00	6.00	6.00	6.00
	輸送	0.50	0.40	0.50	0.55	0.50
据付	据付工事	1.50	1.40	1.50	1.50	1.50
	調整・試運転	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
	初期操作・運用指導	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
	検収・引渡し	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
合計		16.58	13.38	14.65	14.75	14.08
		16.50	13.50	14.50	14.50	14.00

*：ソフトウェア開発の早期実施を図ることで短縮可能と判断される。

但し、短縮された工程内で確実に事業を実施するため、以下の2点について配慮する必要がある。

- ソフトウェア開発工程の早期実施
- 相手国側負担事業の早期実施

ソフトウェア開発工程の早期実施

調達する SCADA システムの各機材にインストールされるソフトウェアの開発を速やかに行うため、BVK とソフトウェアについて入札期間中に十分協議を行い、業者契約後速やかにソフトウェア開発を行う事によって確実な工期短縮を図る必要がある。スクリーンやモニターに表示されるシステム画面や記録画面について、BVK 側の要望を確認し、契約業者が速やかに作成作業に入れるようサンプル（表示例）を作成する。

【参考】サンプル作成項目

- 広域監視画面（全体概観図）
- 運転監視画面
 - ・ 運転中機器表示（機場別監視）
 - ・ 状態表示（接点情報一覧）
 - ・ 計測量の表示（計測値一覧）
 - ・ 計測量のトレンド表示（リアルタイムトレンドとヒストリカルトレンド）
- 遠隔操作画面
 - ・ 取水ポンプ遠隔操作（機場別監視 + ポンプ操作ウィンドウ）
- 故障発生表示画面
 - ・ 故障メッセージ表示（全体概観図 + アラームサマリ）
- 記録画面
 - ・ 運転日報
 - ・ 運転月報
 - ・ 運転年報
 - ・ 運転履歴
 - ・ 故障履歴
 - ・ データ保存

相手国側負担事業の早期実施

本事業において BVK 側が行う作業に必要な機材（PLC、GPRS Modem、Router、Layer Switch、Media Converter 等）を早期納入し、日本側の据付工事以降の作業が工程通り実施できるよう監理する。

2.2.4 実施工程

見直しの結果、実施工程は以下の通りとなる。

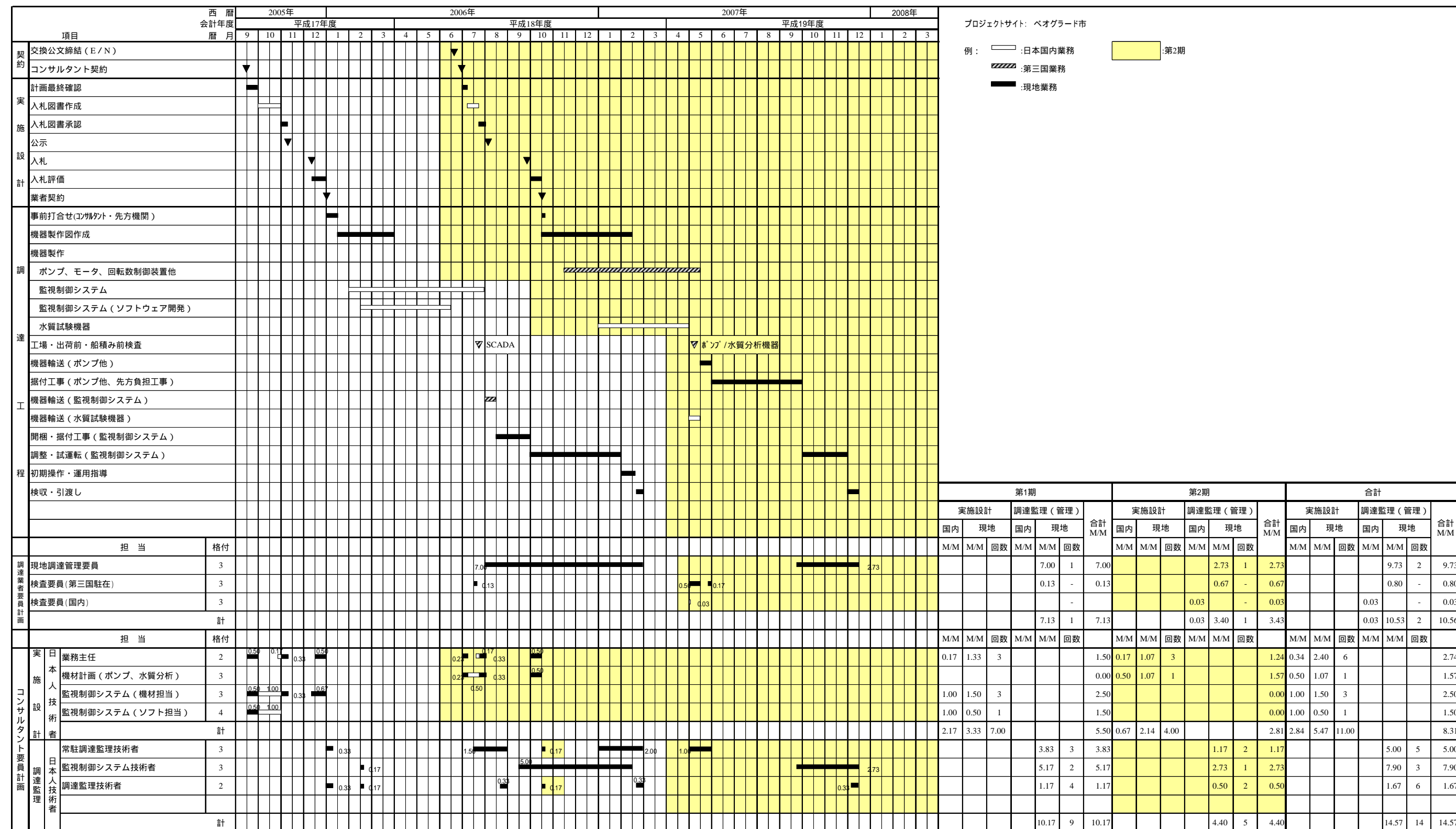


図 4. 事業実施工程表

2.2.5 基本設計図

見直しの結果、基本設計調査報告書に添付される図面及びリストについて変更は発生しない。

2.3 相手国分担事業

BVK 側が実施する作業内容については、基本設計調査報告書に書かれているものと何ら変更はないが、第 1 期目に実施する SCADA システムについては、実施工程を 20 ヶ月から 17.5 ヶ月に短縮される。従って、第 1 期で BVK が実施する作業のうち、下記作業については、早期に着工できるように BVK に要求する。

- SCADA システムで使われる通信回線の認可取得と通信システムの構築作業
- SCADA システムで使われるシステム画面及び記録画面のサンプルおよび I/O リストの作成
- SCADA システムへの現場からのシグナル配線の敷設・接続工事

尚、上記作業に必要な機材（PLC、GPRS Modem、Router、Layer Switch、Media Converter 等）は、タイムリーに現地に納入されるように工程を組むものとする。

2.4 プロジェクトの運営・維持管理計画

プロジェクトの運営・維持管理計画に関しては、基本設計調査報告書と変わることはないが、SCADA システムのハードウェアとソフトウェアに関する BVK 職員に対するトレーニングは、SCADA システムの現場据付前に終わらせるようにし、日本側技術者との共同作業による据付・調整・試運転がスムーズに行くようにすると同時に、工期の短縮を図るようにする。

また、調整・試運転時の OJT による技術移転も十分行い、SCADA システム運転後の維持管理及び修理等に支障を来たさないようにする。

2.5 プロジェクトの概算事業費

見直しの結果、概算事業費について基本設計からの増減は発生しない。

2.6 協力対象事業に当たっての留意事項

本事業の第1期で実施するSCADAシステムの構築は最も重要な工事で、工期の短縮により17.5ヶ月で完成するように計画されている。これを計画通りに実施するためには、下記のマイルストーンを確実に実行して行くことが重要である。

表 13. 事業実施におけるマイルストーン

第1期工事 開始からの 月数	マイルストーンの項目	重要な実施項目
4ヶ月	調達業者との契約	契約書作成と署名
4.5ヶ月	BVK,コンサル、業者との キックオフミーティング	ソフトウェア製作に必要なシステム画面、記録画面 等のサンプルを業者へ提出。
9.5ヶ月	PLC、モデム等の出荷	通信システム構築及び現場からのシグナル接続工 事に必要な機材の納入。
11.5ヶ月	SCADAシステムの出荷	SCADAシステムのハードウェア/ソフトウェアに関 する工場試験の完了。
12ヶ月	SCADAシステムの現場 調整試験の開始	SCADAシステムの据付及び配線工事を完了し、現 場調整試験・試運転を開始。
16ヶ月	SCADAシステムの試運転完 了、運用指導の開始	SCADAシステムの現場試験・試運転の完了と既設 SCADAとの切り替え、初期操作及び運用指導。
17.5ヶ月	SCADAシステムの検収・引 渡し	SCADAシステムの検収とBVKへの引渡し。

(1) SCADAソフトウェア製作の早期着工と製作期間の短縮

ソフトウェア製作開始日を早めるために、スクリーンやモニターに表示されるシステム画面や記録画面について、BVK側の要望を確認し、契約業者が速やかに作成作業に入れるようサンプル(表示例)を作成する。

尚、サンプルはI/O(Input/Output)リストと共に入札期間中に作成するものとし、

業者との契約後、キックオフミーティングで提示できるようにし、ソフトウェア製作の早期着工が出来るようにする。

(2) 相手国負担事業への配慮

本事業において BVK 側が行う作業に必要な機材（PLC、GPRS Modem、Router、Layer Switch、Media Converter 等）を適時納入し、日本側の据付工事以降の作業が工程通り実施できるよう監理する。

第3章 無償資金協力の妥当性と評価

工期の短縮に伴い、協力対象事業の内容、工期の見直しを行った結果、無償資金協力の妥当性と評価は以下の通り、基本設計からの変更は発生しないことが確認された。

3.1 プロジェクト実施により期待される効果

(1) 直接効果

モニタリングシステムの導入により、BVK の施設の運転管理能力が強化され、水道施設の運用が改善される。また、配水ポンプの更新により、施設の配水能力が改善する。これらより、給水事情が改善され、給水不足地域の住民 100,000 人に対し 24 時間給水が可能となる。

また、水質分析機器の調達により、BVK の水質管理能力が向上し、飲料水基準に適合した安全な給水が市の給水人口 1,300,000 人に対し可能となる。

(2) 間接効果

BVK は「セ」国における水道事業の主導的役割を担っている。国内には砒素、アンモニア、重金属類により原水が汚染された地域がある。本協力事業である水質試験機器の調達により水質管理が強化されれば、他の水道事業体の浄水処理システムについても助言が行え、他地域の水質改善にも貢献できるものと考えられる。

3.2 課題・提言

協力対象事業により調達される機材が有効に使用され、プロジェクト目標である水不足地域を解消することが達成されるためには、以下に示す事項についてのセルビア・モンテネグロ国側の主体的な取り組みが求められる。

日本側で調達した機材の据付は「セ」国側の実施範囲である。日本側で実施される監視・制御システムの調整までには必ず据付が完了していなくてはならない。特に、電源の供給、通信施設建設、配水ポンプの据え付けの完了は重要である。監視・制御システムの構築から調整まで、日本・「セ」国が共同作業する。日本側から技術移転をする際に内容を習得すると共に、組織内で継承していく必要がある。

本計画は監視・制御システムの第 1 歩である。将来、BVK 側はこれを基礎として、遠隔操作、データの活用等にシステムを拡大することが必要である。

財務的観点から、監視・制御システムを導入した時におこる不要な人員の削減をし、人件費の削減について検討すべきである。

協力対象事業によって給水施設が整備されることで必然的に排水量も増加する。本事業と並行して EU 基準に準拠するように下水道の整備に対する実施を「セ」国側により促進すべきである。

3.3 協力対象事業の妥当性

協力対象事業は以下の点から、我が国の無償資金協力として妥当性を有する。

給水対象地域での水不足は住民に対し、不便な生活環境を強いるもので、本事業によって、快適な生活環境が持続できることは、住民の BHN に応えるものである。調達される機器は「セ」国ではすでに IT チームを立ち上げ、既に準備段階が完了しているもので、日本側の指導を得て「セ」国側自身の資金と、人材で運営、維持管理が可能である。

プロジェクト目標は上位計画である“General Urban Plan of Belgrade 2021”に合致したものである。

3.4 結 論

協力対象事業は、前述のように多大な効果が期待されると同時に、本協力対象事業が広く住民の衛生環境改善に寄与することから、協力対象事業の一部に対し、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、本事業の運営・維持管理についても歴史のあるベオグラード上下水道公社を有する「セ」国体制は技術・資金共に問題ないと考えられる。さらに、監視・制御システム導入により人件費の削減と無収水の改善の促進が図れたらさらに運営面での強化ともなり本事業はより効果的に実施しうると考えられる。