

モンテネグロ国
ポドゴリツァ市上下水道公社

モンテネグロ国
ポドゴリツァ市上水道システム緊急修復計画
準備調査(その2)報告書

平成21年12月
(2009年)

独立行政法人国際協力機構
(JICA)

株式会社 東京設計事務所

環境
CR(1)
09-124

序 文

独立行政法人国際協力機構は、モンテネグロ国のポドゴリツァ市上水道システム緊急修復計画にかかる協力準備調査を実施し、平成 21 年 5 月 17 日から 6 月 20 日まで調査団を現地に派遣しました。

調査団は、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 21 年 10 月 5 日から 14 日まで実施された概略設計概要書案の現地説明を経て、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。

終わりに、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 21 年 12 月

独立行政法人国際協力機構
地球環境部長 中川 聞夫

伝 達 状

今般、モンテネグロ国におけるポドゴリツァ市上水道システム緊急修復計画準備調査（その2）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21年5月から12月まで約8ヶ月にわたり実施してまいりました。今回の調査に際しましては、モンテネグロ国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します。

平成21年12月

株式会社東京設計事務所
モンテネグロ国ポドゴリツァ市
上水道システム緊急修復計画
準備調査（その2）調査団
業務主任 岡賀敏文

要 約

モンテネグロ国（以下、「モ」国という）はバルカン半島の西中央部に位置し、東はセルビア、コソボ、南はアルバニア、北はクロアチア、ボスニアヘルツェゴビナと国境を接し、西はアドリア海に面している。国土の面積は 13,812km²、人口 62 万人の国である。計画対象地域のポドゴリツァ市はスカダル湖の北 15km に位置し、面積 1,441 km²を有する同国最大の都市である。市は東西及び北部を丘陵に囲まれており、年間 1,357mm の降水量があり、良質な湧水や地下水に恵まれ、それら良質の地下水源が無処理での給水を可能としている。気候は地中海性であるが、夏は乾燥して 30℃を超え、冬は氷点下を記録する寒さとなる。

「モ」国の主要産業は農業及び観光業である。特に、海岸沿いの世界遺産に代表される地域はリゾート観光の中心地域であり、観光収入は GDP の 2 割を占め、外資の導入により成長部門として期待されている。2007 年までは世銀の数値が示すとおりマクロ経済は安定をしていた。しかし、2008 年を境に、高い失業率、外国資本による観光投資の後退等から経済成長率が急激に下降線を辿っており、今後「マ」国の経済は油断を許さない状況である。

ポトゴリツァ市の水道事業は、市の公益事業体である、ポトゴリツァ市上下水道公社（以下、PWS という）が実施しており、水道普及率は 2008 年の実績から全人口 178,000 人に対し 92% である。ポトゴリツァ市への給水は、市内にある 6 箇所地下水または湧水の水源からポンプにより総延長が約 375km の配管で送・配水されている。不法接続及び料金不払い（管理ロス）率は推定約 17% である。また、管路はアスベスト管が全体の 50% を超え、さらに老朽化が進行していることから、漏水率（物理ロス）は約 40.9% と高いことが問題である。

ポトゴリツァ市の上水道システムは取水・送配水ポンプ設備、消毒設備、給・配水設備からなり、システムの心臓部ともいえる主設備は取水・送配水ポンプである。中でも Mareza 2 ポンプ場はポトゴリツァ市内への送配水量の約半分程度を担う施設規模であるが、25 年以上運転している送配水ポンプの老朽化による性能低下と異常振動により、2008 年現在、必要給水量 162,500m³/日 に対し、施設能力は 145,000 m³/日であり、17,500 m³/日の水量が不足している。また、ポンプ・モータの異常振動状態で運転を継続していることから、ポンプ停止事故のリスクが非常に高まっており、水道事業への甚大な被害が懸念されている。

基幹施設の送配水能力に加えて、配水管網内では送配水量と圧力の不足により偏流が起これ、断水地域が現出しているという課題がある。協力準備調査（その 2）にて 2009 年 5 月に実施した「社会条件調査」では、ポトゴリツァ市内での慢性的断水被害は 4 地域で発生していることが判明している。被害戸数は合計 6,000 戸、被害人口は 24,000 人であり、被害住民は全体給水人口 167,330 人の 14% に当たる。水需要が逼迫する夏季（6 月から 9 月）は更に断水地域が拡大していることが予想される。社会条件調査からも、断水は住民の生活環境を悪化させる最大要因であることが明確であり、喫急の対策が必要とされている。

かかる状況において、PWS は 2007 年に上下水道長期整備計画（2007-17 年）を策定し、2017 年までに全市民に対する安全で十分な水供給を実現することを目的として、緊急性の高い

11の上水道施設整備プロジェクトを策定し、2007年8月、このうち3案件が日本国に対し無償資金協力として要請された。本要請に基づき、日本国政府は「ポドゴリツァ市上水道システム緊急修復計画」に係る協力準備調査の実施を決定し、独立行政法人国際協力機構（以下、JICAと称する）は要請の背景、内容の確認及び計画内容策定のため、2008年12月1日から23日まで協力準備調査（その1）現地調査団を「モ」国に派遣した、本調査の主な調査結果は以下のとおりであり、無償資金協力の必要性及び妥当性が高いことが確認された。

- ・ Mareza 2 ポンプ場はポドゴリツァ市水道事業における基幹施設であるが、送配水ポンプは老朽化が進んでおり、設計能力に比して機能の低下が大きい。また、異常振動により2台同時運転が限界であり、設計上の3台運転が不可能である。このため、水需要が逼迫する夏季において水不足が生じており、今後の水需要増加に対応することができない。
- ・ 6箇所の既存ポンプ場において水道システム全体を考慮した効果的なポンプの運転管理がされていないため、水需要の変化に対して適切に対応した送配水が実施されていない。
- ・ 配水地域の配水管網の流量や圧力に関する情報収集や管理が一元的にされていないため、配水量・配水圧力管理や漏水削減対策を効率的に実施することが不可能である。

また、以上の既存水道施設およびその運転管理に係る問題に対して、PWSは自助努力により対策を講じているが、大規模の設備投資は、ECや世界銀行等、他ドナーからの支援を受けているのが実情である。本計画も同様にPWSおよび「モ」国の資金では実施不可能な規模であるため、日本国の無償資金協力事業として実施する妥当性があると判断された。

さらに協力準備調査（その1）の結果を踏まえて、JICAは協力準備調査（その2）として2009年5月17日から6月20日まで概略設計に係る現地調査団を派遣した。帰国後、日本国の無償資金協力事業として適切な事業規模、計画内容、設計方針につき検討を行い、準備調査概要書を作成した。続いて、同準備調査概要書を「モ」国関係者に説明するために、2009年10月5日から14日まで概要説明調査団を派遣し、設計方針、計画内容、「モ」国側負担事項等について協議を行った。

本計画はMareza 2のポンプ4台を更新し、老朽化したポンプ運転能力を復旧させると共に異常振動改善により原設計どおり3台運転を可能とし、計画目標年度の2012年における計画給水量満足する送配水能力を確保する。また、ポンプ設備更新による流量・圧力の改善に加えて、モニタリングシステムの導入によって適切なポンプ運転と配水管理をすることで断水をなくし、住民の生活環境を改善することを目的とする。また、モニタリングシステムを活用して配水管網内の配水量および配水圧を適切に管理する体制が整備されることにより、効果的な管路布設替え計画の策定が可能となり、漏水対策の実施が促進される。現地調査および国内解析の結果を踏まえ、本計画は以下の設計方針に基づいて策定された。

- ・ 計画目標年として設定した2012年において、漏水改善計画を考慮した計画給水量は159,400 m³/日であり、Mareza 2 ポンプ場を除く5 ポンプ場の施設能力は、94,300 m³/日である。Mareza 2 ポンプ場の4 ポンプ設備を更新するとともに、振動対策を講じ3台同時運転を可能にすることによって、不足容量65,100 m³/日（753L/秒）を確保する。

- ・ ポンプ場の運転やポンプ出口の流量・圧力の情報をリアルタイムで中央監視室において把握できる体制を整備し、中央監視室から各ポンプ場への適切な運転指示を可能とする。
- ・ 断水多発地域を中心に全配水地域のうち約 70%の配水区域内の水収支が明確な区域（DMA：District Metering Area）に対して監視システムを設置し、流量・圧力を中央監視室で監視することで偏流を防ぎ、管路システム内の不均一な配水を改善する。さらに、安全な水を担保するために管末端での結合残留塩素の監視体制を整備する。
- ・ 既存ポンプ場の建屋の構造を変えずに、ポンプ及び固定床に対し異常振動の改善策を検討する。また、ポンプ据付床面の振動基準値とポンプ・モータの定格運転時の振動基準の改善目標値は ISO の許容値として、それぞれ 0.6mm/sec. 及び 7.1mm/sec. 以下とする。

本協力対象事業の調達機材は以下のとおりである。

ポンプ/モータ

機材名	型式	仕様	数量
ポンプ	立軸斜流ポンプ	320 L/s x 90 m	4
モータ	立軸モータ	6 kV x 400 kW 以下	4
フィティング		ボルト・ナット、ガスケット等	1 式

ポンプ制御システム

No.	機器名	数量
1	ポンプ制御システム	
	SCADA PC	3
	22 インチモニタ (TFT モニタ)	2
	50 インチモニタ (LCD モニタ)	1
	PLC (プログラムロジックコントローラー)	1
	UPS (無停電電源装置)	1
	コントロールデスク、サーバラック	1 式
	I/O パネル	1
2	現場計測用計器	
	ポンプ井水位計	2
3	非常用電源装置	
	バッテリー	1 式
	バッテリーチャージャー	1

モニタリングシステム

モニタリング機器	主な用途	中央監視室(MCC)	Mareza Old ポンプ場	Mareza New ポンプ場	Zagoric ポンプ場	Cemovsko ポンプ場	Miljes ポンプ場	Dinosa ポンプ場	Vukosavljević ポンプ場	DMA (水圧および流速設置)	DMA (水圧および流量)	配水池	合計	
モニタリングシステム用機器	SQL Server	中央監視室で収集されるデータ保存	2										2	
	SCADA Server	中央監視室での運転データ収集と保存	1										1	
	Communication Server	リアルタイムデータの収集	1										1	
	SCADA HMI	運転状況のディスプレイへの表示	2										2	
	Fire Wall	不正侵入からの防御	1	1	1	1							4	
	TFT Monitor	20インチモニター	2										2	
	50" Display	50 インチモニター	2										2	
	RGB Switch	機械式スイッチ	2										2	
	Layer 2 SW	ネットワークの中継機器	1										1	
	Laser Printer	データの印字	1										1	
	GPRS Router	無線通信システム機器					1	1	1	1	7	23	4	38
	UPS	無停電電源装置	1	1	1	1	1	1	1	1	7	23	4	42
	Touch Panel	指示および監視パネル		1	1	1	1	1	1	1			1	8
	PLC	各監視場所における運転データの収集と保存		1	1	1	1	1	1	1	7	23	4	41
	Server Rack	中央監視室のサーバラック	1											1
	Control Desk	中央監視室のコントロールデスク	1											1
Interface Panel	運転データの収集および保存機器設置用ボックス		1	1	1	1	1	1	1	7	23	4	41	
現場測定機器	Pressure	水圧の計測								7	29		36	
	Flow	流量の計測			1	1	1				22		25	
	Residual Chlorine	残留塩素の計測								7			7	
	Level	水位の計測				1	1	1	1			8	13	

本計画全体の実施工程は22ヶ月であり、実施設計・入札準備に6.5ヶ月、調達、据付け及び引き渡しまで15.5ヶ月を要する。また、本協力対象事業を実施する場合に必要な総事業費は、6.13億円（日本側負担金：5.74億円、「モ」国側負担金：0.39億円）である。

本計画の実施により期待される効果は、計画目標年である2012年までに対象地域の給水人口177,410人に対する給水量が安定的に確保され、さらに慢性的な断水地域住民25,370人に安全な給水が24時間可能となる。給水対象地域での水不足は住民の生活環境の悪化を伴うもので、給水サービスの改善は住民のBHNに応えるものである。さらにモニタリングシステムの導入により、PWSが進めている漏水削減対策の促進が図られ、配水量が増加することが期待される。また、本計画によって送配水ポンプの性能低下の改善をすることにより年間最大1.64MWのエネルギー損失が節減されることは地球環境保全に貢献するものである。

モンテネグロ国
ポドゴリツァ市上水道システム緊急修復計画
準備調査（その2）報告書

序文
伝達状
要約
目次
位置図／現地写真集
図表リスト／略語集

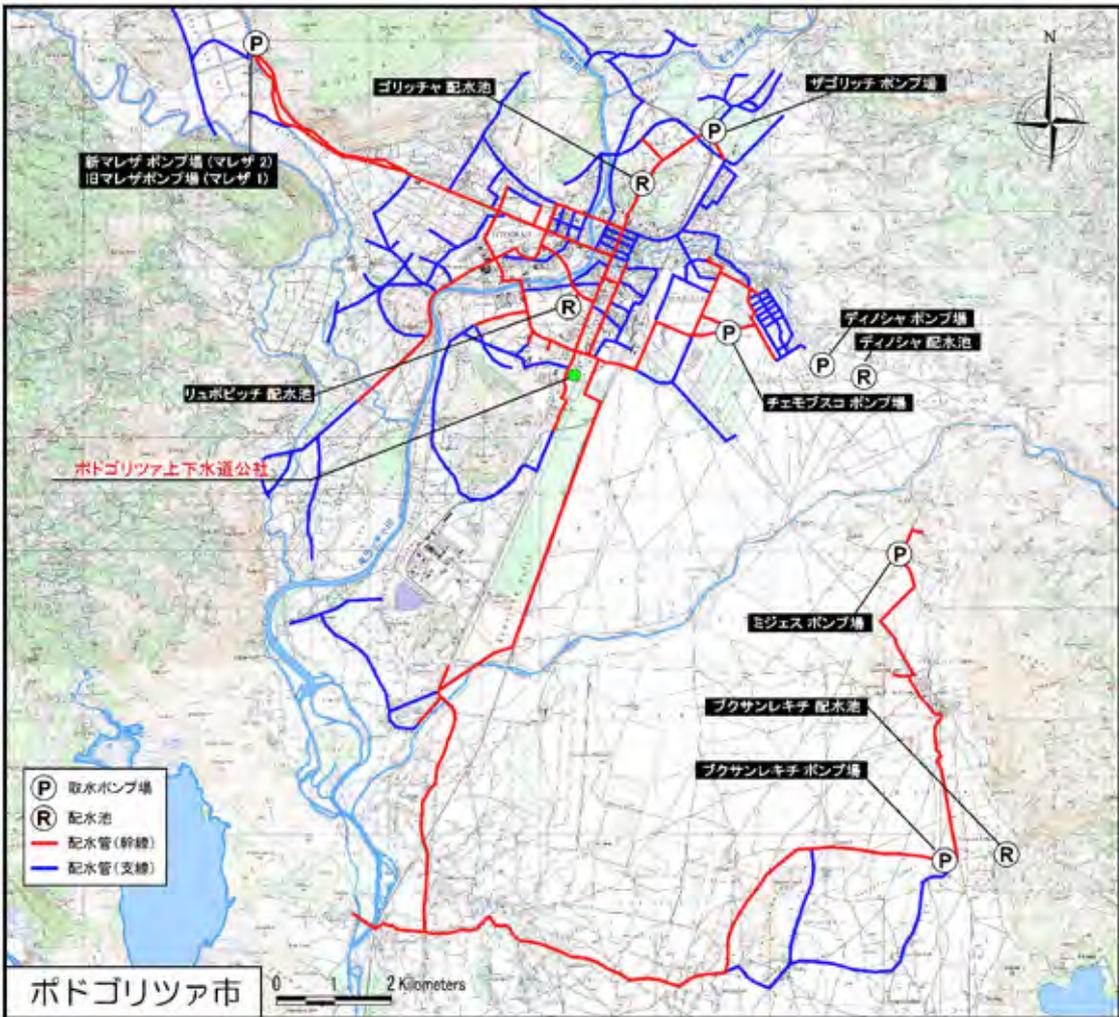
目 次

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	1-10
1-1-3 社会経済状況.....	1-11
1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要.....	1-12
1-3 わが国の援助動向.....	1-14
1-4 他ドナーの動向.....	1-14
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.....	2-4
2-1-3 技術水準	2-7
2-1-4 既存の施設・機材.....	2-10
2-2 プロジェクトサイトおよび周辺の状況.....	2-15
2-2-1 関連インフラの整備状況.....	2-15
2-2-2 自然条件	2-17
2-2-3 環境社会配慮.....	2-18
2-3 その他	2-19
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	3-4

3-2-3 基本設計図.....	3-23
3-2-4 調達計画	3-49
3-2-4-1 調達方針.....	3-49
3-2-4-2 調達上の留意事項.....	3-49
3-2-4-3 調達・据付区分.....	3-49
3-2-4-4 据付監理計画/調達監理計画.....	3-50
3-2-4-5 品質管理計画.....	3-50
3-2-4-6 資機材等調達計画.....	3-51
3-2-4-7 初期操作指導・運用指導計画.....	3-52
3-2-4-8 ソフトコンポーネント計画.....	3-53
3-2-4-9 実施工程.....	3-53
3-3 相手国側負担事業の概要.....	3-54
3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画.....	3-55
3-5 プロジェクトの概算事業費.....	3-56
3-5-1 協力対象事業の概算事業費.....	3-56
3-5-2 運営・維持管理費.....	3-57
3-6 協力対象事業実施に当たっての留意事項.....	3-58
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]

1. 調査団員・氏名
2. 調査工程
3. 関係者（面会者）リスト
4. 討議議事録（M/D）
5. 事業事前評価表（概略設計時）
6. 計画給水量の算定
7. 社会条件調査
8. ウォーターハンマーの検討
9. 配水管網図



プロジェクト対象地域の位置図

現地写真集



ポトゴリツァ市中心部



市南部ツジ地区

計画対象地域である人口約 18 万人のポトゴリツァ市は丘陵地帯に囲まれた盆地の中にあり、国内最大の都市である。市中心部は高層建築がいくつも立ち並ぶ近代都市である。市内から車で約 20 分行くと郊外地区に出る。写真のツジ地区はアルバニアの国境に近いことから、回教徒が多く居住しており、人口は市全体人口の約 10% である。土地はやせており、農家は牧畜で生計を立てている者が多い。

市の北西部に位置するマレザには、全体の 64%（設計容量）を送配水している主力水源池がある。丘陵地帯を雨水の集水地域とし、低地部のマレザ地域に湧き出る水をポンプで送配水している。湧水は良水質であり、塩素消毒を加え飲料水に使用されている。



マレザ取水（湧水）池

奥のコンクリート構造物は湧水を集める取水設備であり、取水池は合計 2 箇所ある。



マレザ接合井

2 箇所の湧水池からの湧水を 1 箇所に集め、自然流下で 2 箇所のポンプ場へ送るための接合井である。



マレザポンプ場

マレザには2つのポンプ場があり、本計画の関連ポンプ場の外観である。ポンプ、ポンプ制御用電気設備、維持管理室等がある。



マレザ2ポンプ高圧受電盤(6kV)

正面にポンプ受電盤、右に動力盤の設置状況を示す。使用可能であるために、最終的に要請機材から除外された。



マレザ2ポンプ操作盤

古いポンプ操作盤であり、機能の多くの部分が欠落している。本計画では中央監視できる新システムに更新する。



マレザ2縦軸ポンプ(上部床)

上部床に設置されているモータ(400kW)。ポンプ・モータの振動と床面が共鳴し異常振動が発生していたため、運転が2台に制限され、送水量不足の原因となっている。



マレザ2縦軸ポンプ(下部床)

床下がポンプ井であり、ポンプ部分がある。揚水された水は右水平方向の配管を通して送水される。設計送水容量は320L/Sec. 揚程90mH. モータと共に更新予定機材。



縦軸ポンプの修理

ザゴリッチポンプ場(送水能力300L/s)のPWS職員による縦軸ポンプ(132kW)中間軸受け交換作業中。職員は運転要員を兼ねて、常時5人常駐している。



水道公社本部建物

2008年に完成した水道公社の本部建物。右最上階中央部（矢印部分）に中央監視室を設置する計画である。



水道公社本部内中央監視室

PWSが準備している中央監視システムが調達・据付けされる部屋。光ケーブル等の敷設は終了している。部屋面積は約30m²。



塩素消毒設備（マレザ1ポンプ場）

各ポンプ場には塩素消毒設備が設置されている。注入は自動流量比例方式で、ポンプ出口側流量にあわせ、注入率を一定に制御している。



塩素自動注入装置計器類

流量比例注入の出来る比率設定器、残留塩素計器及びPLC等である。計器はポンプ場内だけで利用されており、計画では現場信号を中央に送り、管理できるものとする。



ポンプ出口側流量計

現在塩素比例注入用として使用されている。本計画では、圧力計等を組み合わせ中央監視室に信号を発信させる。



ゴリッチャ配水池(1,200m³)

現在水位計が入っていないために、目視による水位観測をしている。本計画により水位計を設置し、中央で水位を管理させる。

表 目 次

表 1-1	給水率 (2008 年)	1-1
表 1-2	送水量と漏水.....	1-2
表 1-3	産業用水量.....	1-2
表 1-4	ポンプ単独運転時のモータ頂部水平方向振動測定値.....	1-3
表 1-5	断水多発地域と住民の日常生活への影響.....	1-8
表 1-6	上水道長期計画の概要.....	1-10
表 1-7	モンテネグロの主要経済指標.....	1-12
表 1-8	わが国の援助実績.....	1-14
表 2-1	上下水道料金徴収内訳 (2008 年)	2-4
表 2-2	上下水道料金.....	2-5
表 2-3	貸借対照表.....	2-6
表 2-4	キャッシュフロー計算書.....	2-7
表 2-5	損益計算書.....	2-7
表 2-6	職員の学卒割合.....	2-8
表 2-7	職員の職能別ランク.....	2-9
表 2-8	送配水ポンプ設備.....	2-11
表 2-9	配水池配水容量.....	2-13
表 2-10	送配水管の概要.....	2-13
表 3-1	ポドゴリツァ市上水道緊急整備プロジェクト.....	3-1
表 3-2	協力対象事業 (PDM)	3-2
表 3-3	確認された要請内容.....	3-3
表 3-4	水需要量と施設能力.....	3-5
表 3-5	振動基準 (許容値)	3-8
表 3-6	ポンプ/モータの型式と数量.....	3-9
表 3-7	数量表 (ポンプ制御システム)	3-10
表 3-8	モニタリングシステム用機器数量表.....	3-16
表 3-9	図面リスト.....	3-23
表 3-10	日本と「モ」国の調達・据付区分.....	3-50
表 3-11	初期操作・運用指導計画.....	3-52
表 3-12	事業実施工程表.....	3-53
表 3-13	相手国側負担事業内容.....	3-54
表 3-14	日本側負担金.....	3-56
表 3-15	「モ」国負担経費.....	3-56
表 3-16	年間維持管理費の対比表.....	3-57
表 4-1	計画実施による効果.....	4-1

目 次

図 1-1	ポンプ場送水量割合.....	1-3
図 1-2	集合井およびポンプ井の運転時水位低下.....	1-4
図 1-3	ポンプの性能低下.....	1-5
図 1-4	ポンプ停止による被害状況.....	1-6
図 1-5	断水の現象概念図.....	1-7
図 1-6	断水地域.....	1-8
図 1-7	断水の被害状況.....	1-9
図 1-8	年間総配水量.....	1-9
図 1-9	漏水改善計画.....	1-11
図 2-1	PWS 組織表.....	2-3
図 2-2	用途別水使用量と料金請求量.....	2-4
図 2-3	水生産コスト内訳.....	2-5
図 2-4	ポトゴリツァ市の上水道施設位置図.....	2-10
図 2-5	消毒設備概要図.....	2-12
図 2-6	ポトゴリツァ市の送配水管概略図.....	2-14
図 2-7	年間気温と降水量.....	2-18
図 3-1	1床式ポンプ・モータ架台.....	3-7
図 3-2	2床式ポンプ据付.....	3-8
図 3-3	ポンプ井詳細図.....	3-8
図 3-4	モニタリング監視対象施設.....	3-15

略 語 集

AC 管	Asbestos Cement 管 (石綿管)
DMA	District Metering Area (ブロック化された配管網の最小単位)
€	Euro (EU 圏の通貨単位)
EC	European Council (欧州理事会)
EIB	European Investment Bank (ヨーロッパ投資銀行)
EN	Exchange Notes (交換公文)
GA	Grant Agreement (贈与契約)
GPRS	General Packet Radio Service (汎用パケット無線システム)
HMI	Human Machine Interface (ヒューマンマシーンインターフェイス)
IEC	International Electrotechnical Commission (国際電気標準会議)
I/O(list)	Input Output (list) (入出力)
ISO	International Organization for Standardization (国際標準化機構)
IT	Information Technology (情報技術)
JICA	Japan International Cooperation Agency (国際協力機構)
LCD	Liquid Crystal Display (液晶表示装置)
MCC	Main Control Center (中央監視室)
NRW	Non-Revenue Water (無収水)
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development (経済協力開発機構)
OJT	On the Job Training (実地訓練)
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)
PWS	Podgorica Water Supply and Sewerage (ポトゴリツァ市上下水道公社)
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition (監視制御装置)
SCADAPC	Supervisory Control and Data Acquisition-Personal Computer (PC 型サーバ付き監視制御装置)
T-Com	The name of private telecommunication company (民間通信会社)
UPS	Uninterrupted Power Supply (無停電電源装置)
USAID	United States Agency for International Development (米国国際開発庁)

為替レート

(2009 年 6 月)

EUR 1.00 = JPY 126.66

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) 給水普及率と不法接続

表 1-1 から、ポトゴリツァ市中心部の給水普及率は 90%であり、近年市郊外の拡張計画が進められている Tuzi、Golubovic 地域を含めると、市全体の普及率は 84%である。しかし、給水人口の中には中心部、郊外を合わせ、約 15,000 人の不法接続者が含まれており、実質給水人口は 164,000 人とする、実際には市の給水普及率は 92%と推計される。合計人口は統計年報上の住民登録者数であり、市外から事務所、商店、工場等に通勤する推定 30,000 人**の昼間需要者は含まれていない。

表 1-1 給水率 (2008 年)

地 域	人 口 (人)	給水人口(人)	普及率 (%)
市中心部 (平野部)	145,000	130,000*	90
Tuzi 地区 (郊外)	14,500	12,000**	83
Golubovic 地区 (郊外)	18,500	7,000**	38
小 計	178,000	149,000	84
不法接続	—	15,000**	—
合 計	178,000***	164,000	92%

注) 出典：* 給水台帳、 ** 水道局推計、***2008 年統計局“統計年報”

不法接続者は全体給水人口の約 9.1%となる。PWS によると、不法接続及び料金不払いの水量は、2008 年で約 20,000 m³/日であり、表 1-2 の送水量 (42,874 千 m³/日 ÷ 365 日 = 117,463m³/日) から計算すると推計値で約 17%にあたる。

無収率の増加は、PWS は支払率の高い工場・商店や事務所等と低い住民との間の水道料金を併せて採算を確保しているため、高料金の工場や事務所と低料金の生活用水等両者の間の極端な単価のアンバランスを生み、需要者、特に工場側にとって不公平感がでてきている。不法接続や不払い者に対する罰則の強化等、公平な料金の徴収と共に PWS の財務収益をあげるための料金制度の改革及び実行が今後の課題である。

(2) 送水量と漏水

ポドゴリツァ市への給水は、市内にある 6 箇所地下水または湧水の水源からポンプにより送・配水されている。各ポンプ場出口側での計測量は表 1-2 の①送水量であり、需要者のメータで検針した値及び PWS で推計した不法接続水量の合計が②有効水量である。①と②の水量差は③の漏水量である。

表 1-2 送水量と漏水

(単位：1000m³/年)

暦年	2004	2005	2006	2007	2008	2009*
① 送水量	38,615	38,319	39,804	41,282	42,874	31,931
② 有効水量	21,613	21,855	23,532	24,061	25,329	19,797
③ 漏水量	17,002	16,464	16,272	17,221	17,545	12,134
④ 漏水率 (%)	44.0	43.0	40.9	41.7	40.9	38.0

注) 2009年：1月—8月の8ヶ月間の実績

(出典：PWS)

表 1-2 から漏水率が非常に高いことがわかる、漏水の最大原因は、直結給水による約 4 Bar. 以上の管内動水圧が送配水本管の全長距離の 50%をしめる老朽化したアスベスト管にはたらくことで亀裂や継ぎ目の緩みを起こし、漏水が生じている。

現状 PWS では 2007 年から本格的にアスベスト管の更新を計画的に進めており、2017 年までには漏水を約 15%削減する計画である。表 1-2 から、2007 年から 2009 年まで年間 1.5%削減した実績があり、PWS が漏水削減対策として老朽管の更新を継続した場合には、2017 年での 15%の削減率はほぼ達成できる。

また、2008 年の漏水率 40.9%と不法接続及び料金不払い率 17%により、PWS の収入源である水道料金収入が大幅に減少しており、財務への負担が大きくなっている。

(3) 給水量の不足と水需要量

表 1-2 から、送水量の伸びは過去 5 年で 2.7%であり、変化は少ない。2008 年度の 1 人当たりの給水原単位 (生活用水+産業用水*) は (日有効水量-昼間人口-ダニロボグラード市給水量) ÷ 給水人口の計算からおおよそ 321L/人/日**である。(*：産業用水とは商業、工業、事務所、公共施設に使用される用水である。**： $\frac{69,495\text{m}^3/\text{d}-16,800\text{m}^3/\text{d}}{164,000\text{人}}=0.321\text{ m}^3/\text{c}/\text{d}$)

表 1-3 産業用水量

単位：1000m³/年

年	2004	2005	2006	2007	2008
商業・事務所	286	355	382	457	560
公共施設・官庁	1726	1630	1747	1636	1381
工業	2476	2181	2209	2181	2162
合計	4488	4166	4338	4274	4103

(出典：PWS)

送水量の中で産業用水は、過去 5 年間の PWS の資料から推計すると表 1-3 のとおりとなる。産業用水の需要は商業・事務所を除き 2004 年から減少傾向が続いている事がわかる。2008 年度での産業用水の給水人口 1 人当たり水量は、 $(4,103 \times 1,000 \times 1,000 \text{ m}^3/\text{d}) / 365 \text{ L}/\text{日}) / 164000 \text{ 人の計算から } 69\text{L}/\text{人}/\text{日}$ となる。

現状給水の内訳を要約すると、2008 年度の給水状況は以下のとおりである。

- ・ 一人当たり給水量 : 321 L/c/d
- ・ 給水人口 1 人当たり産業用水 : 69 L/c/d
- ・ 生活用水 : 252 L/c/d

一方、需要水量は必要十分である生活用給水原単位として、「社会基礎条件調査」によって、市内給水地域の 24 時間給水が実施されている給水条件が最も良い地域の住宅から、273L/c/d が得られた。現状給水されている水量 252L/c/d と比較すると水需要量原単位が 21L/c/d 不足していることになる。

- (4) 送配水ポンプの性能低下
ポトゴリツァ市の上水道システムは取水・送水ポンプ施設、消毒施設、給配水施設からなり、システムの心臓部ともいえる主施設は取水・送配水ポンプである。

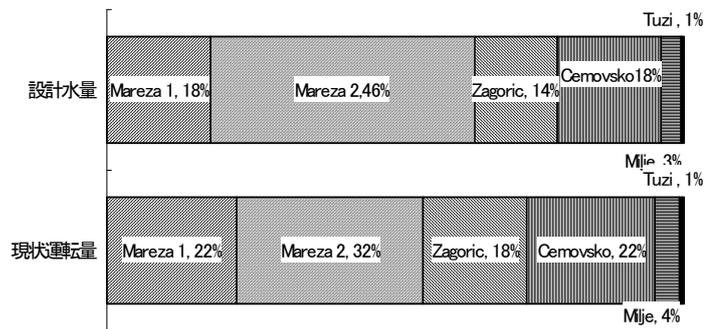


図 1-1 ポンプ場送水量割合

図 1-1 は Mareza 2 ポンプ場の設計時と現状の送水量の比較である。Mareza 2 の送水量はポンプの老朽化による性能低下と異常振動により運転台数が 3 台から 2 台へと制限されているため、現状 32%と原設計時での送水量 (46%) と比較すると大幅に減少している。ポンプの性能低下の原因でもある異常振動について、本調査で実施した調査結果は以下のとおりである。

1) Mareza 2 ポンプの振動調査

ポンプ/モータを据付けている床スラブの固有振動数 (25.375 Hz) がモータの加振周波数 (24.8 Hz) にほぼ一致しており、床スラブが共振状態にあり、そのため振動が大きくなっている。本調査で実施した 4 台のポンプ単独運転で、特に振動の大きいモータ頂部の水平振動値の測定結果は表 1-4 のとおりである。

表 1-4 ポンプ単独運転時のモータ頂部水平方向振動測定値

ポンプ No.	稼動状況	振動加速度測定値		振動速度への換算値 (mm/s)
		ピーク値 (m/s ²)	周波数 (Hz)	
A1	停止 (A2, A4 稼動)	0.5	24.57	3.24
A1	稼動	3	24.84	19.23
A2	稼動	12	24.69	77.39
A3	稼動	3	24.84	19.23
A4	稼動	4.5	24.88	28.80

この振動の原因は、ポンプ室の構造上の問題と老朽化したモータ部分の動的バランスの調整ができないため、不釣り合い力が働いているものと想定される。

また、モータ部鉛直振動の測定結果では、A2 ポンプ/モータの軸方向振動に他のポンプ/モータに見られない約 40ms の周期の加速度変動が現れている。この変動は 25Hz の変動であり、ポンプ回転数に一致している。この原因は A2 ポンプ吸込み口横の衝立状の構造物がポンプへの吸込み流量を変動させ、この変動流が A2 ポンプのインペラの負荷変動に変換され、軸方向の振動加速度変化が生じている。

ポンプ 2 台運転では、運転の組み合わせにより差異はあるが、モータに強いうなり振動が発生している。この振動は、床スラブの固有振動数 (25.375 Hz) とモータ回転次数の 24.8Hz による合成振動による「うなり現象」である。

ポンプ 3 台運転は、概略設計のための現地調査の際に PWS 側の要望を考慮して短時間の試運転を実施した。振動の測定結果としては、ポンプ 2 台運転より、うなり振動の強弱が小さかったが、うなりの最大・最小加速度差は、各ポンプ/モータの ① 回転数のズレ、② 加速度振幅の差、③ 位相差の 3 ファクターの組み合わせにより決まる。よって、長時間運転すれば、機器の老朽化と上述の 3 ファクターの影響が、必ずしも常に振動が小さくなる条件として成立するとは限らない。場合によってはさらに強いうなり振動が発生する可能性がある。

また、流体がポンプに及ぼす振動は、ポンプ井に流入する水量が十分でなければ空気の吸い込み等で異常振動が生ずる場合がある。図 1-2 に本調査でポンプ井のポンプ運転時の水位の状態を調べた結果を示す。

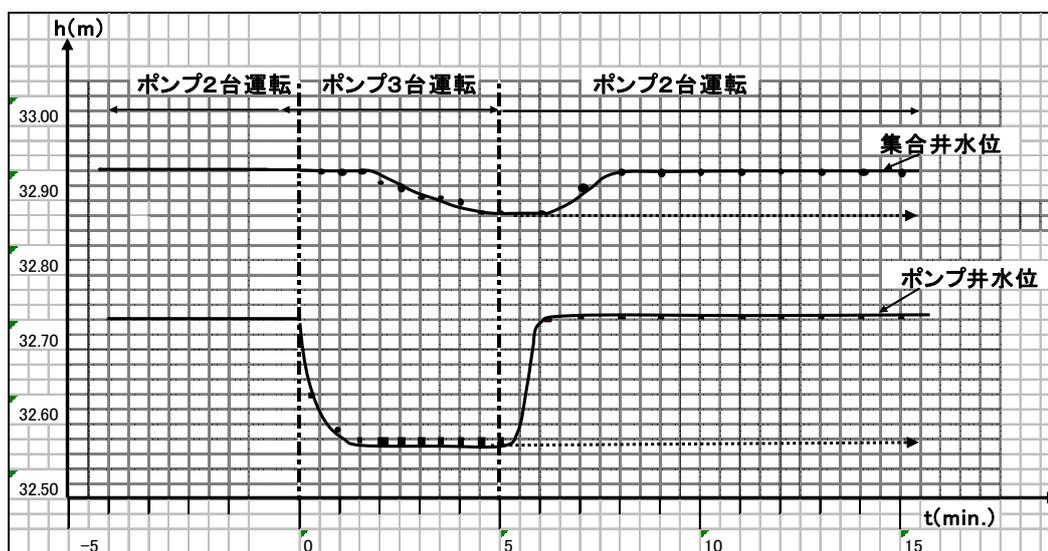


図 1-2 集合井およびポンプ井の運転時水位低下

上の曲線は 2 箇所湧水取水池からの水を集合させる集合井のポンプ運転時の水位を示す。また、下の曲線は、水が集合井からポンプ室下部水槽 (ポンプ井) に流れ込み、ポンプが運転されるときの水の吸い込みに対するポンプ井の水位である。縦

軸に水位高さを示す。横軸には、運転経過時間(分)を示す。各曲線が示すとおり、3台運転開始時に大きな水位低下が認められ、その後2台運転に戻る時の水位回復はかなり短時間である。

また、水位低下後の曲線は水平を保っている。このことから、3台運転を実施した場合にもポンプの吸い込み水量に対して、各湧水取水池に流れ込む水量に問題はないと言える。

2) ポンプの老朽化に伴う性能低下

ポンプの老朽化に伴う性能低下は以下のとおり確認された。

- ・ モータの回転数は定格値を示しているが、回転次数の不釣合いが発生していることからモータが相当老朽化しており、回転次数の不釣合いがポンプ部の揚水量の損失を断続的に起こしている。
- ・ ポンプ軸受けからの異音が発生しておりポンプ(ケーシング)部分の材質の劣化が生じている。それにより、回転するインペラとケーシングライナーのスペースが不均一であり、揚水量が低下していることが推察される。
- ・ ポンプ吐出側圧力の測定値は7~8kg/cm²であり、定格より15~20%低下している。また、流量は15%程度低下が認められた。

以上のことから、Mareza 2のポンプは鋳鉄製のケーシング部分が黒鉛化腐食により経年劣化が起きており、揚水能力は低下し、さらにモータ部の異常振動がポンプ部に伝達され、老朽化が加速されている。

これらを総合すると、設計揚水量最適点は図 1-3 のA点であるが、ポンプ揚水量の性能低下は15%と推定され、現在の運転点はB点である。

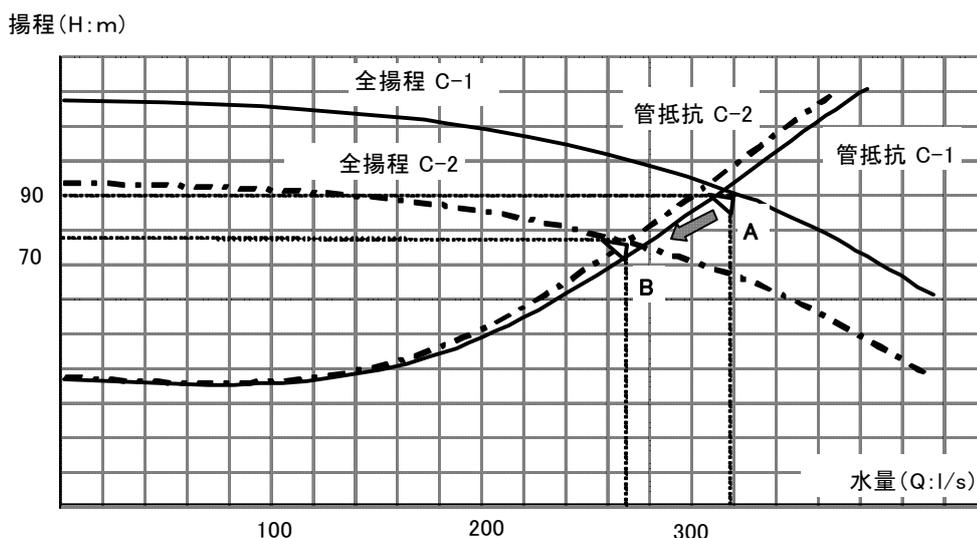


図 1-3 ポンプの性能低下

さらに、耐用年限を越えており、モータ部のうなりを生じた振動などから、モータの異常停止が起き、ポンプの停止に至る等の運転停止リスクがかなり高いと言える。

主力ポンプの性能低下によって 2009 年での必要給水量 1,870L/Sec. に対し、施設能力は 1,677L/Sec. であり、193L/Sec. の水量が不足している。

3) ポンプの老朽化による運転停止のリスク

ポンプは使用し続けて 25 年近く経っていることから相当老朽化が進んでいる。日本の地方公営企業法という原価償却年限である 15 年を大幅に超えており、振動調査からも明らかなようにポンプの停止事故のリスクは大きいと考えられる。他方、水需要は人口増加に伴って年々増加しており、現在でも流量が不足しているが、仮に Mareza2 のポンプが 2009 年において 1 台停止した場合と 2 台（運転台数の全て）停止した場合の被害状況は図 1-4 のグラフで表すとおりである。

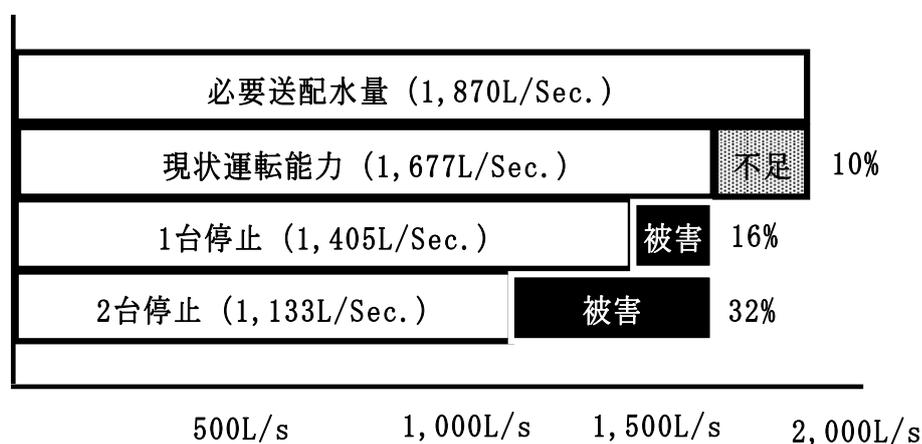


図 1-4 ポンプ停止による被害状況

図から、現状運転能力は 2009 年における 5 ポンプ場のポンプ及び Mareza2 の 2 台のポンプの運転水量合計であり不足水量は 193L/sec. (10%) である。Mareza2 の 2 台の内 1 台のポンプが停止した場合、272 L/sec. (16%) の水が不足する。また、Mareza2 のポンプの全台数が停止した場合には 544L/sec. (32%) 不足する。さらに不足水量が加算されると全体水量の 42%が不足し、現在より、断水地域の広がりや断水時間も長くなり、全市時間給水方式を考慮しなくてはならない事態となるため、全市住民の生活環境の悪化は避けられない状況となる。

(5) 送配水能力と断水

送・配水地区への圧力・流量の不足から、圧力の不均一が生じ、配管の圧力損失が大きい地域への配水ができない現象「断水」が慢性的に起きている地域が給水人口の 14%を占める。図 1-5 に断水の起こる現象の概念図を示す。

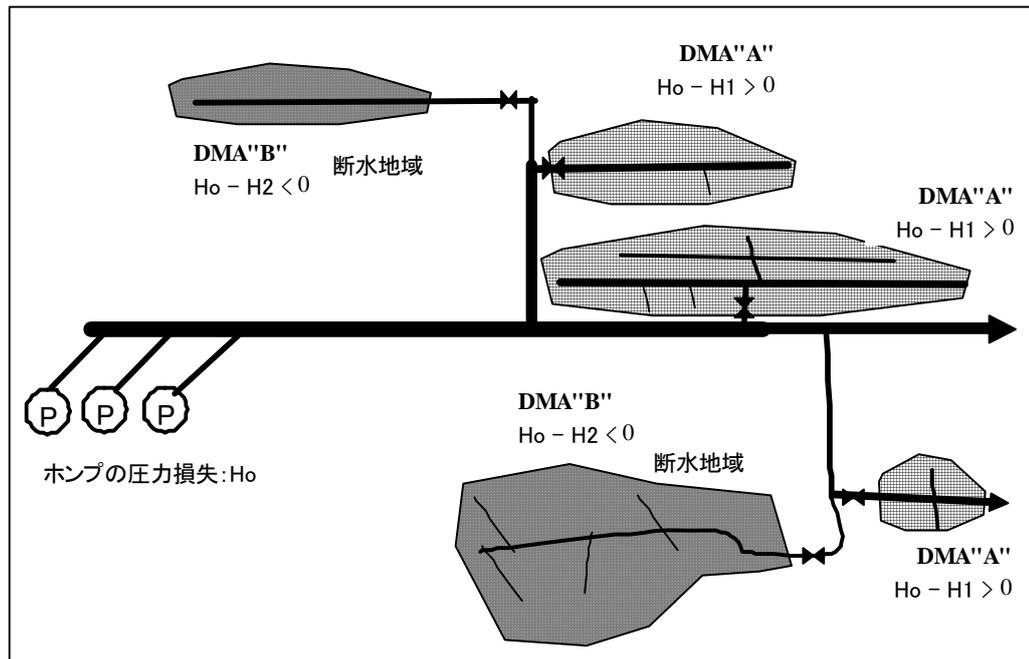


図 1-5 断水の現象概念図

管の圧力損失 H (図の H1 及び H2) はヘーゼンワイラムスの公式から計算される。

$$H = (10.66 \times Q^{1.85} \times L) / (C^{1.85} \times D^{4.87})$$

ここに、

- | | |
|------------------------------|-------------|
| Q: 流量 (m ³ /sec.) | C: 管流速係数 |
| D: 管内径 (m) | L: 配管距離 (m) |

上記公式より、管の老朽化により、流速係数 (C) が小さくなり、それによって各 DMA での圧力損失 (H1, 2) が大きくなる。一方ポンプの圧力損失 (Ho*) は、ポンプの老朽化により小さくなることはポンプの老朽化と運転点の変化で述べたとおりである。それによって、DMA “B” 地域は管の圧力損失がポンプの圧力損失を超えることで管内が負圧となり、水が流れないために断水が起きる (*ここで言うポンプの圧力損失とは、ポンプの全揚程から、実揚程を引いたものであり、ポンプ揚程の一部である)。または、ポンプの老朽化によって、性能低下となり送水量が減少し、配管距離や管内径により損失の大きさが異なるため、損失の大きい地域への配水が停止する場合にも断水は起きる。

ポトゴリツァ市内での断水状況は地域によって差があり、ポンプ場付近では断水が極めて少なく、また、管の末端に近い地域では慢性的に発生している。図 1-6 に 2009 年 5 月に実施した現地調査時点で断水が多発している地域を示す。これら 4 箇所断水地域はおよそ 6,000 戸、住民 24,000 人であり、全体給水人口の 14% に当たる。

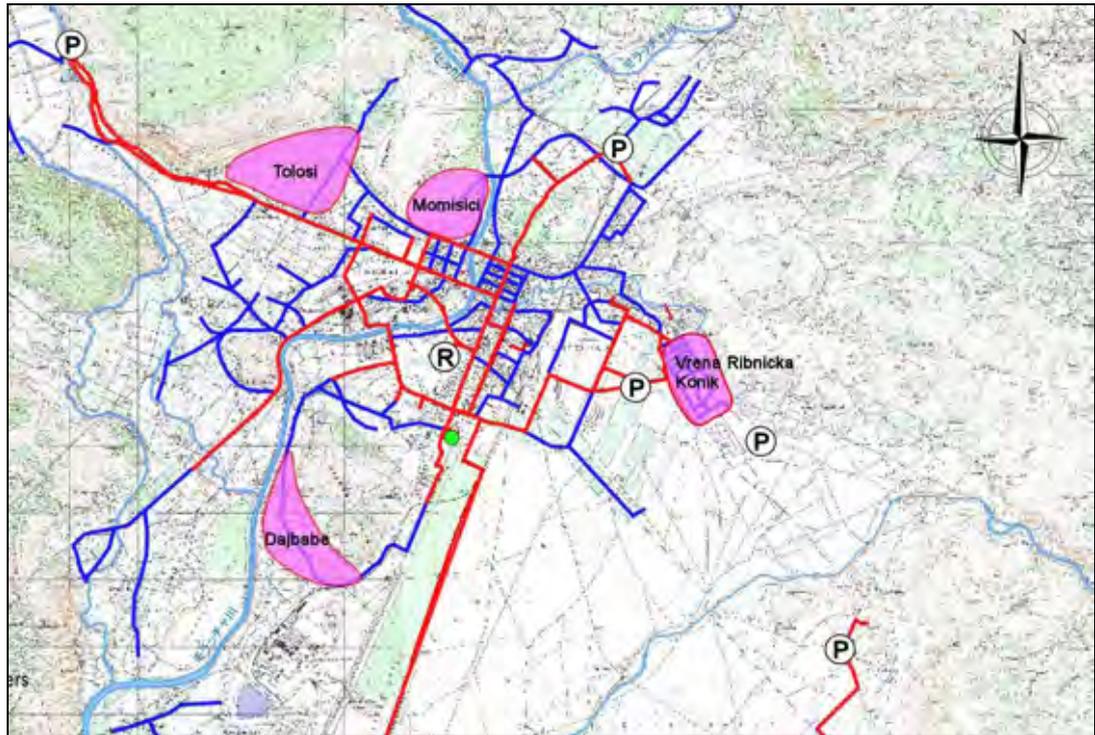


図 1-6 断水地域

社会基礎条件調査によると、断水多発地域の住民で、日常生活に支障が出ていると訴えている者の回答は表 1-5 に示すとおり合計 88%にのぼる。

表 1-5 断水多発地域と住民の日常生活への影響

配水地区	給水人口(人)	日常生活への支障が有る(%)
Momisici	5,874	74
Tolosi	6,364	80
Vrela Ribnicka	10,997	100
Dybabel	676	100
合計	23,911	88

さらに、日常生活に支障があると回答した理由としては、断水は日常の生活リズムが崩れることによる体調不良や衛生状況の悪化を挙げている。また、断水により廉価な水道水が常時得られず、代替水源として、ボトル水を購入しているケースが多く、住民のボトル購入の支出は家計に少なからず影響していることがわかった。

調査は5月に実施されたもので、図 1-8 に示す年間の送配水量（需要量）から、水需要のピーク時期は6月～9月であり、特に8月の需要量は5月の1.4倍となる。このことから、水需要のピーク時期には流量・圧力等送配水の条件悪化から断水人口がさらに広がり、断水の被害を受ける住民はさらに増大することが予想される。

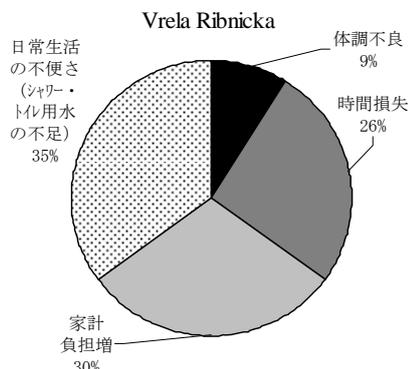


図 1-7 断水の被害状況

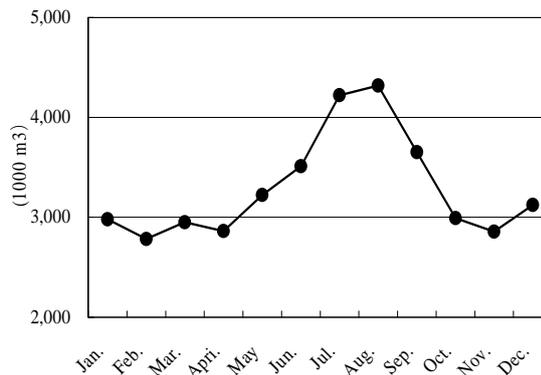


図 1-8 年間総配水量

断水は住民の生活環境を悪化させる要因となっており喫急の対策が必要とされている。また、上水道の行政を担当している市当局でもポトゴリツァ市の水道システムは住民のライフラインであり、システムの断水は、首都機能が集中しているだけに深刻な問題として捉えている。

(6) 水道水質基準

モンテネグロの水道水質監視は国家機関である保健省の傘下の公衆衛生局が直接実施してきた。また、水質基準は独立以前にセルビア・モンテネグロで 1998 年に制定されたものを適用している。公衆衛生局はポドゴリツァの水道水質について、一般家庭、学校、幼稚園及び飲食店等を含む 27 箇所の末端給水点で月に 2 回大腸菌群、pH、化学項目等主要 17 項目、及び雨季に当る秋と冬の大雨の後に年 2 回検査項目 60 についてそれぞれ実施し、結果を保健省と上下水道公社に報告している。検査項目は物理、化学、生物、毒物等の分野から構成される。

2007 年、地方分権化により、「モ」国は各自治体の上下水道公社独自で試験室を整備し試験を実施することになったが、予算面、人材面で直ぐに移行できないために暫定的に現在も衛生局が全国の水道水質の試験をしているのが実態である。しかしながら、水質試験員だけで、55 名を擁する組織であるが、検査の項目および頻度に限界があり、十分な検査とはいえない。これに対し、ポドゴリツァ上下水道公社は、現在水質分析センターを建設中であり、2010 年を目処に衛生局の協力を得て、検査を開始する計画である。これにより公衆衛生局からの業務移行に伴う試験員の移籍等、専門家の確保も可能であるとともに試験回数が増加され、水質管理の充実が期待できる。

水質基準は、近い将来、国は EU への加盟を念頭に、全ての基準類を EU の基準に移項する計画であり、それに伴って、2009 年の末には水質基準も移行手続きを完了する予定である。但し、移行に伴い新たな試験機器を購入する予算的な問題があり、完全実施までにはなお時間を要する状況にある。

1-1-2 開発計画

上下水道に関する国の行政は環境・環境保護省が担当している。2006年独立以来、2007年に制定された水法以外上水道に関する法律、省令はない。水法によって制定された都市上水道の運営に関し、各地方自治体が責任を持つことにより、地方自治体が独自の開発計画を策定している。

ポトゴリツァ市についても、1998年にセルビア・モンテネグロ国時代に策定したマスタープラン（目標年2021年）があるが、水需要予測や技術基準等が独立後の同国のものと合致しない所が多く、現在では利用されていない。そのため、2009年に新規に策定する計画（目標年2030年）がある。

2007年に市が基本インフラ開発長期計画を策定し、PWSが上下水道に関する長期計画（2007-2017年）を策定した。計画ではMareza水源の開発とボトルウォータの生産をPWSが民間会社に対しコンセッション方式で運営する方針を挙げているが、現在計画だけで、具体的な動きはない。上水道システムの長期計画を整理すると表1-6のとおりとなる。

表 1-6 上水道長期計画の概要

長期計画内容		予算（xユーロ1,000,000）
(1)	水源の保護と送配水ポンプの整備	2
(2)	老朽管の更新	15.1
(3)	普及率の向上	17.5
(4)	配水池の整備拡張	23.4
(5)	遠隔操作の導入	2.1
合 計		60.1

表1-6のうち(1)の水源の保護と送配水ポンプの整備、及び(5)遠隔操作の導入が本計画と関連する。水源の整備により需要量（時間最大水量）を満足させるとともに、遠隔操作によりポンプ、弁の適切な操作を行い、流量・圧力の分配を均等にすることで24時間給水を実現する目的である。(2)から(4)の詳細については以下のとおりである。

(2)老朽管の更新：

年々アスベスト配管からポリエチレンまたはPVC配管に更新した場合、PWSの漏水削減目標は2017年では27.4%としている。漏水が15%以上削減された場合、現在の財務状況が維持管理費を賄う程度のプラスの状況から、システムの整備に関する投資費用が捻出され、財務的にかなり安定することになる。図1-9は漏水対策を実施しなかった時と、計画に基づき配管を更新することで漏水を年々改善した場合の曲線である。グラフから長期計画の2008年40.9%の漏水率が目標年（2017年）では、27.4%となり、水量にして2,286L/sec.の給水量から425L/sec.（36,720m³/d）の水が削減できる。この削減量は金額に直すと、水生産コストは現在m³当たり0.124ユーロであることから、年間約1.7百万ユーロとなり、運転コストが約37%節約されることとなる。

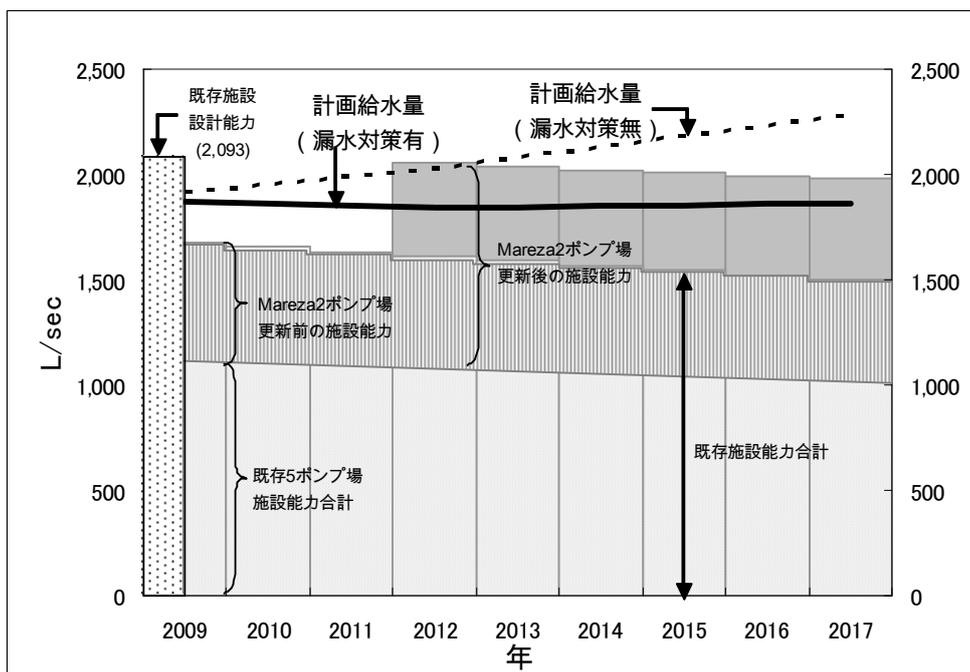


図 1-9 漏水改善計画

(3) 普及率の向上：

未給水地域をなくし 2017 年までに 100%の給水普及率を達成する目標である。

(4) 配水池の整備拡張：

配水池の容量は最低でも必要となる 6 時間～8 時間に比較すると現在およそ 1.6 時間と極端に少なく、配水池の機能を果たしていない。

PWS の 2017 年までの上下水道長期計画によると配水池の容量を現状の 4,200m³ から 24,200m³ に増やす計画があり、計画が実現すれば 8 時間の容量を持つことになる。配水池容量の増量と配水池へ直接水を送る送水管の整備によって、送配水ポンプは送水ポンプとして機能ができ、配水池に送られた水は、配水池から自然流下によって給水されるために、停電、ポンプの故障時にも現在よりも断水が軽減され、住民に対する給水サービスが向上される。また、この場合、設計上、現在の時間最大値によって設計されているポンプ容量が日最大値で設計することができ、ポンプ流量は現在より 35%削減される。

1-1-3 社会経済状況

2008 年国家統計局資料から「モ」国の 2007 年の GDP は約 45 億ユーロ 及び一人当たり GDP は 4,484 ユーロである。GDP に対する産業別内訳は、農業 10 %、工業 17.6 %、その他サービス業は 72.4%である (2007 年世銀資料)。モンテネグロが主要産業として力を入れているのは観光業である。アドリア海沿いは地形による景勝地が多く、温暖な気候と相まって、観光客数は年間 115 万人(2007 年)、観光収入は 4.8 億ユーロ(2007 年)と、GDP の 20%を占めている、また観光産業に対する純外国直接投資額 (Foreign Direct

Investment :FDI) も 2008 年ではおよそ 12 億米ドルと 2004 年と比較して 10 倍と驚異的な伸びを示している。

2008 年での経済指標は、経済成長率は 7.75%、物価上昇率は 7.4%、失業率は 11%、輸出額 4.95 億ユーロ、輸入額 19.5 億ユーロ、貿易収支はマイナス 14.55 億ユーロである。対外債務も 2005 年時点では 513 百万ユーロであり、実質 GDP に占める債務残高の割合は 30%である。

2007 年時点での世銀の経済分析は、順調な経済成長とインフレの抑制が見られ、マクロ経済は良好であるとしているが、右肩上がりの経済成長率のピークは 2007 年までであり、2007 年以降下降線をたどり、2009 年ではマイナス 4.0%との見方もでてきている。

2008 年秋以降、主要輸出品のアルミニウムの価格低下、高失業率、観光業界での FDI の投資額も 2009 年第 1 四半期では 2008 年同月期との比較では 38%の減少を示している。

(「モ」中央銀行予備データ) これらは、アメリカに端を発した経済危機と同国に多額の民間ベースで投資しているロシアのルーブルの下落に始まる 2008 年の財政危機と相まって市場からのロシア資金撤退が大きく影響している。これらの状況下で今後「モ」国の経済は予断をゆるさない状況にあるといえる。表 1-7 に 2003 年から 2009 年までの主要経済指標を示す。

表 1-7 モンテネグロの主要経済指標

主要経済指標	2003	2004	2005	2006	2007
実質 GDP (百万 EUR)	1,433	1,535	1,644	1,971	2,378
一人当たり GDP (EUR)	2,231	2,389	n/a	3,443	4,484
実質 GDP 成長率 (%)	2.3	3.7	4.1	8.6	10.7
消費者物価上昇率 (%)	6.7	4.3	4.3	n/a	7.4%
平均実質月額賃金 (EUR)	174	195	213	433	497
失業率 (%)	21.4	n/a	n/a	n/a	19.4
貿易収支 (百万 EUR)	-248	-291	-174	-855	-2,717
輸出 (百万 EUR)	462	623	268	628	601
輸入 (百万 EUR)	710	914	442	1,483	3,318
対外債務残高 (百万 EUR)	387	500	513	n/a	n/a

(出典：モンテネグロ統計局)

1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要

2000 年初頭より、「モ」国に対し、世銀、USAID 等の援助が開始され、上下水道公社は主として給水地域の拡張を実施してきた。2007 年に策定された上下水道長期計画により市郊外の地区への給水拡張の必要性和現状の給水施設整備のために市の財政援助や自己資金で、ポンプ場、配水池の整備を計画しているが、更なる整備のための予算不足が問題となっている。

かかる状況から「モ」国政府は本プロジェクトを日本に対し無償資金協力での実施の要請をした。要請内容は以下のとおりである。

- ① Mareza 2 ポンプのポンプ老朽化と異常振動を改善するためのポンプの更新により給水量の増加。
- ② モニタリングシステムの導入により適切なポンプの運転および水管理をすることで給水区域への適正な水を分配する。
- ③ 安全な給水を維持するための水質試験機器の調達。

2008 年 12 月、JICA は協力準備調査（その 1）を実施し、ポトゴリツァ市の給水に関する現状の技術的問題点を以下のとおり認識した。

- ・ Mareza 2 ポンプ場はポドゴリツァ市水道事業における基幹施設であるが、送配水ポンプは老朽化が進んでおり、設計能力に比して機能の低下が大きい。また、異常振動により 2 台同時運転が限界であり、設計上での 3 台運転が不可能である。このため、水需要が逼迫する夏季において常に水不足が生じており、今後の水需要の増加に対応することができない。
- ・ 6 箇所ポンプ場において水道システム全体を考慮した効果的なポンプの運転管理がされていないため、水需要の変化に適切に対応した送配水が実施されていない。
- ・ 配水管網の流量や圧力に関する情報管理されていないため、配水管理や漏水対策を効果的に実施することができない。

但し、上記③の水質試験機材は自己資金による水質試験室の建設と機器の調達を一括して実施することになり、要請範囲から除外することで双方合意した。

PWS は増加する水需要に対応するために、上水道施設整備および運用管理面で自助努力を行っているものの、数億円規模の大きな設備投資は財務規模からドナーの支援を得る必要がある、世銀や EC 等の支援を受けている。本計画も同様に PWS および「モ」国の資金では実施不可能な規模であるため、日本国の無償資金協力事業として実施する妥当性があると判断された。

PWS は既存の水道システムの維持管理をしており、また、下水道システムにおいては既に SCADA システムを導入している。これらの施設の良好な維持管理の経験を有していることから、本計画が実施された場合の調達機材の運転維持管理については特段の問題はないことが認められた。以上のことから、本要請案件は無償資金協力実施の必要性および妥当性があることが認められた。

以上の調査結果を踏まえて、2009 年 5 月、協力準備調査（その 2）として概略設計に係る現地調査団が派遣され、ポドゴリツァ市及び PWS と協議を行い、以下の内容についての合意を得た。

- ・ 免税措置
- ・ 無償資金協力で実施されるコンポーネントの内容、数量及び基本設計値
- ・ 日本・「モ」国の分担範囲

- ・ 調達適格国
- ・ 概略実施工程
- ・ 技術支援の内容

1-3 わが国の援助動向

モンテネグロ国は2006年6月に、それまでのセルビア・モンテネグロ共和国から完全な独立国家となったばかりである。よって同国への援助実績は少なく、表1-8の3案件援助総額7.45億円が実施されたのみである。

表 1-8 わが国の援助実績

件名	援助額	援助種別	援助年月
中核病院医療機材整備計画	4.41億円	無償資金協力	2006年
国立劇場音響及び視聴覚機材並びに楽器整備計画	0.39億円	無償資金協力 (文化無償)	2009年
地理情報システム策定調査	2.65億円	技術開発調査	2009年
援助額合計	7.45億円		

1-4 他ドナーの動向

モンテネグロの上下水道セクターを支援している国際援助機関として欧州復興機関（EAR）、欧州投資銀行（EIB）、欧州復興開発銀行（EBRD）、世銀、米国国際開発庁（USAID）等がある。EUおよびヨーロッパの関連支援団体はEUの拡充を目指し6カ国（内スロベニアは加盟済み）の旧ユーゴスラビア社会主義連邦共和国を対象に積極的に支援を展開し加盟を促していることが窺われる。以下援助動向の概要を記す。

(1) 欧州復興機関（EAR）

EUの行政執行機関である欧州委員会（EC）によって組織されるEARは加盟候補国に対し構造・制度改革、経済復興を軸に運輸、公共サービス、環境、エネルギー、経済改革・開発、教育、農業、水産、強制移住者対策等幅広い分野にわたって支援し、EU加盟を促進するための行政的な役割をもっている。モンテネグロについては、「西バルカン諸国インフラ整備事業計画」として、ポトゴリツァ市の新規下水道の建設、配水池及び送水管の更新のためのFSを無償資金によって英国コンサルタント WYG International が実施している。今年度（2009年）にFSは完了し、2010年度に資金手当て等を含む実施計画案がEARによって決定される。

(2) 欧州投資銀行（EIB）

バルカン諸国に対し、政治・経済改革、地域間の和解をめざす内容の支援としてインフラ整備を対象に実施している。モンテネグロへの支援は、主として、観光産業が盛んな同国の海岸地方の都市を対象として投資価値の高い上下水道施設及およ

び国際港である Bar とポトゴリツァ間の鉄道のリハビリ等を借款で実施している。

(3) 欧州復興開発銀行 (EBRD)

他の国際金融機関と密接な関係を築き、海岸地方都市 (Budva, Tivat, Kotor, Herceg Novi) の大規模上下水道プロジェクトを計画している。特に世銀との協調融資によるスカルダ湖を水源とし、水道トンネルにより上記都市へのバルク送水事業計画を実施しており、維持管理運営組織の構築について、KfW や USAID の技術支援の有効活用を図り、PFI による運営を計画している。

(4) 世界銀行 (WB)

WB の支援するプロジェクトは環境社会基盤の整備であり、Kotor 市の廃棄物処理施設改善計画及びポトゴリツァ市郊外への給水拡張計画である。ポトゴリツァ市の給水拡張計画はアルミニウム工場の廃液によって汚染された水道水源を使用していた工場の専用水道から、市の公共水道へ切り替えることと付近の住民への給水拡張計画であり、裨益住民は約 3 万人である。

さらに 2009 年からポトゴリツァ市および上下水道公社に対し、民間参入や商業金融による上下水道サービスの向上のための能力開発支援を計画している。計画内容は公共サービスの法規制、経済基盤及び需要分析、上下水道公社の経営・財務の強化等であり、2009 年中に本計画のコンサルタント入札が実施される予定である。

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) 組織

2007年制定の水法により、モンテネグロの都市水道の運営は各地方自治体が上下水道の公共事業体を行政指導することになっている。これを国の立場から MHLSW、MTEP、MED 及び MAWRD、MAFWRM が行政監理しているが、これら機関の常設調整組織は存在しない。以下は各省の担当内容である。

1) 衛生・労働・社会福祉省 (MHLSW)

水質監視や衛生保護地域設定等に関与する。飲料水水質管理に関しては傘下の公衆衛生局が行っているが 2009 年から、各自治体に業務の移管が行なわれている。

2) 観光・環境保護省 (MTEP)

水質監視の方法規定、衛生保護地域設定、飲料水供給マスタープランの策定、水道料金設定に係る調整（実際に料金設定を行うのは上下水道公社と地方自治体であるが、関係機関間で係争が生じた場合に調停を行う。）及び環境影響評価を担当している。なお、本調査対象案件に関しては環境影響評価の対象とはならないと判定している。

3) 経済開発省 (MED)

衛生保護地域設定及び地下水源の調査・保護等について関与している。また、各開発プロジェクトの支援機関や支援国に対する窓口業務の担当もしている。

4) 農林水資源管理省 (MAFWRM)

水関係の法令の草稿を作成し、関係省庁に意見を求めた後、その制定を行っている。なお、法令はすべて EU 指令 (EU Directives) を基本としている。なお地方自治体が給水責任を負わない人口 200 未満極小規模集落への給水は農林水資源管理省が担当している。

(2) 法・規則・基準

現在モンテネグロは EU への統合をめざして、EU 指令 (EU Directives) と整合させるために、多くの法律等を整備中で、現在公布されている給水関係の法律は 2007 年の「水法」のみである。水質基準についてはドラフトを照査中とのことである（現在は旧ユーゴスラビア時代に制定されたものが適用されている）。

水法は水資源、水管理、水利権、水関係法令、組織、罰則等を規定しており、給水については水管理の章に述べられている。以下、給水関連事項についての概要を記す。

- 給水にかかる優先順序は飲料水供給、衛生への利用、家畜給水、国防である。
- 地方自治体はその管轄圏にある人口 200 以上あるいは年 100m³ 以上の水需要のあるすべての集落に対し、給水施設を整備して給水する責任を負う。
- 飲料水質基準の遵守。
- 水法が考慮している給水は、取水・水源保護・水処理・取水量測定・送配水・給水のシステムである。
- 給水は上下水道公社が行う。上下水道公社の要件は関連省庁により規定される。
- 上下水道公社の責務は、取水点における取水量測定と水質分析・飲料水質の確保・設備の技術水準の確保等である。
- 水質監視方法等は衛生及び環境保護を担当する省により採用される
- 水質分析は取水点において認定機関により行う。
- 水源台帳の整備。
- 取水点下流における必要流量の確保。
- 表流水及び地下水水源について調査を行いその合理的使用を証明すること。
- 調査により水源保護の方法を定めること。
- 水源を衛生面から保護する衛生保護地域を設け、水管理計画や地域開発計画にこれを組み込む。

(3) ポトゴリツァ市上下水道公社 (PWS)

ポトゴリツァ市は定住人口約 17 万人 (2007 年国家統計局) であるがそれ以外にも市外から市内へ通勤、通学している人口は 3 万人ほどおり昼間人口と合わせると、約 20 万人の都市である。国際空港、政府機関の官庁街、商店街などがあり、政治経済の中心都市として実質首都*の役割を果たしている。(*憲法で定められている首都は歴史上の重要都市としてのツェティニエ市 (Citinje) である。)

2008 年の市予算は約 92 百万ユーロで主要収入は税金、料金・手数料及び知的所有権の売却によるもので、税収入は総予算の 20%強に過ぎない。また歳出では資本支出が 6 割を占めている。

ポトゴリツァ市上下水道公社 (PWS : Podgorica Water and Sewerage) は市の組織の行政管理者 (City Manager) が監理する公益事業・運輸部傘下の公益事業組織として、独立採算で運営している。PWS は理事会によって監理されており、理事は市から任命された定員 7 名から構成される。PWS の総裁、部長等の幹部の人事はこの理事会によって任命・承認される。また、上下水道料金は公共料金として理事会の答申を経て市議会の承認を必要とする。

PWS の組織は技術部、維持・建設部、経済・財務部、法務・総務部の 4 部からなり、総裁はそれぞれの部長を掌握する。現在理事会は 4 名であり欠員が 3 名である、ま

た、全職員数は総裁以下 339 人であり、2006 年 12 月現在では 412 人、2008 年 12 月 358 人であり年々PWS の合理化案（財務的に支出の半分以上を占める人件費の削減）により職員数を削減し効率的な運営をめざしている事がわかる。削減案は定年退職者の他に準正規雇用者（パートタイマー）を対象としている。以下に PWS の組織図を示す。

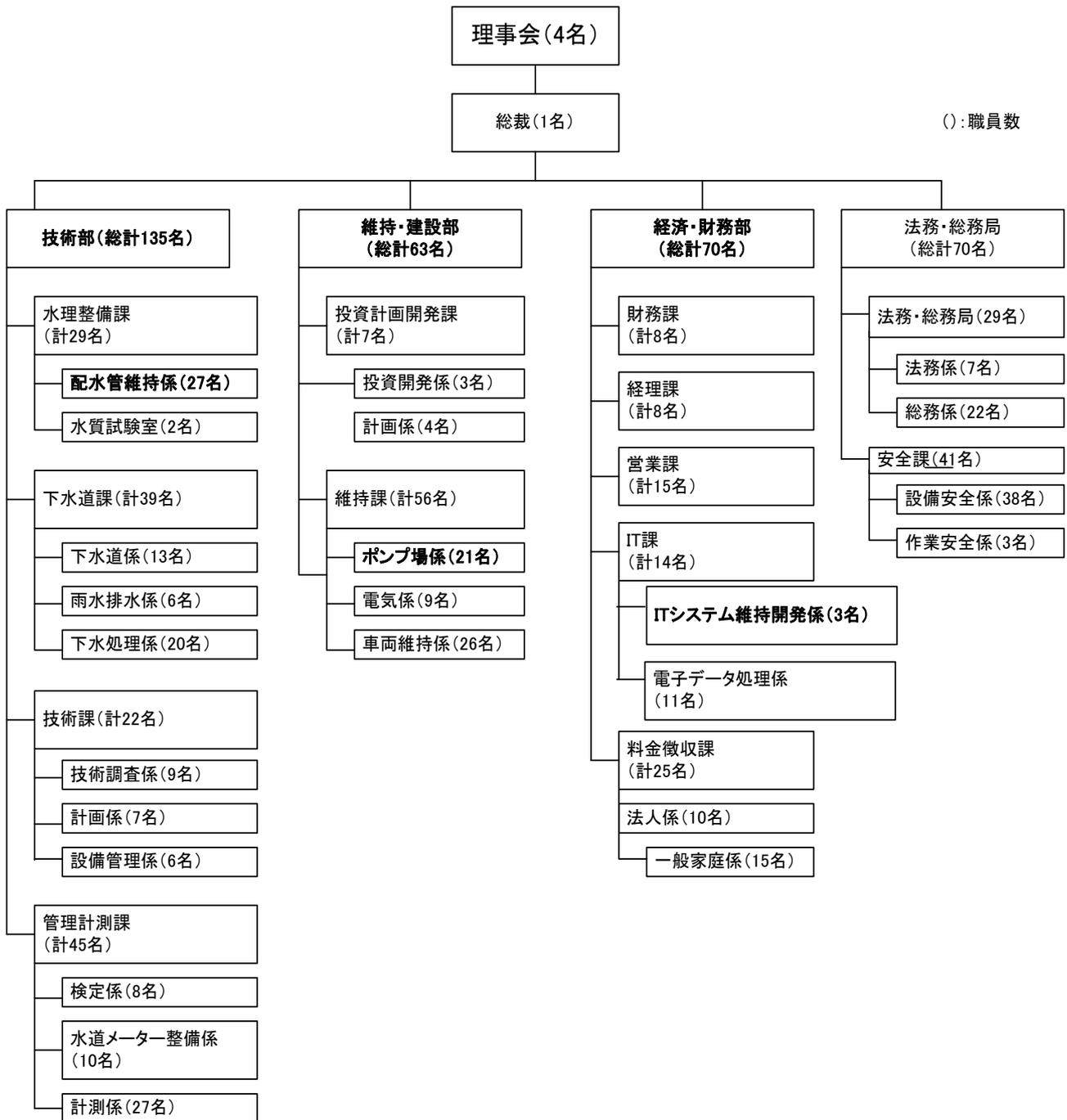


図 2-1 PWS 組織表

2-1-2 財政・予算

(1) 水道料金

図 2-2 の用途別水使用量及び料金請求量から、産業用（工業及び商業）の水使用量は住宅用より少ないが、産業用水の単価が一般家庭の約 5.5 倍と高いことから、請求された料金は全体の 50%を超えている。

徴収率は住宅の平均が 46% と低く、一方産業用水は 89% と高率を示していることから、水道料金収入は産業、公共施設が料金の半分以上を負担していることがわかる。また、住宅用でも一戸建て住宅より集合住宅の徴収率が悪い。集合住宅の場合、各戸にメータが付いていない住宅もあり、棟毎にあるマスターメータの数値を家族数で割ったものを各家庭に請求しているために、実使用量ではないことから住民の不公平感が強く、不払いに結びつく要因ともなっている。対策として、現在 PWS は集合住宅の各戸へのメータ設置を進めている。また、徴収方法は、PWS 職員による直接支払い、PWS 窓口支払い及び口座振替等であるが、口座支払いは大口需要者の利用が多く、一般世帯までは広がっていない。

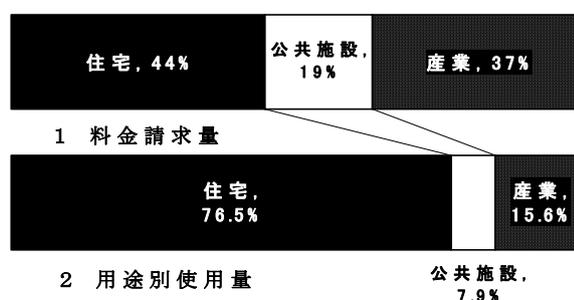


図 2-2 用途別水使用量と料金請求量

表 2-1 上下水道料金徴収内訳（2008 年）

使用者		使用量(m3)		料金 (EUR)			
		上水	下水	上水	下水	支援	計
一般世帯(戸建)	請求	6,956,831	477,865	1,486,347	49,266	-12,101	1,523,511
	支払						784,227
	支払率						51%
一般世帯(集合住宅)	請求	5,238,447	4,834,853	1,121,090	517,957	-5,548	1,633,449
	支払						685,522
	支払率						42%
企業	請求	2,052,777	1,013,865	1,660,414	411,614		2,072,027
小企業	請求	550,511	332,007	445,991	132,627		578,615
公共施設	請求	1,279,480	1,033,793	942,654	380,678		1,323,332
計 (請求)		3,882,768	2,379,665	3,049,059	924,919		3,973,974
企業等支払							3,544,615
支払率							89%
一般世帯及び企業等 合計	請求						7,130,934
	支払						5,014,364
	支払率						70%

(出典：PWS 経済財務部)

表 2-2 上下水道料金

	上水道料金(EUR/m ³)	下水道料金(EUR/m ³)
企業	1.330	0.665
公共施設	1.146	0.573
一般家庭	0.240	0.120

2008 年度の上下水道料金の無支払率の 30%と高いことがわかる。漏水率の低減と料金徴収率の向上が今後の改善すべき課題である。

市及び PWS は水道料金の値上げを 2008 年 11 月決定し、表 2-2 に示すとおり料金とした。値上げの結果、旧料金（2003 年～2008 年 10 月）と比較すると上下水道とも平均 68%の値上げとなった。また、上げ幅の高い順に、企業、公共施設、一般家庭であり、企業と公共施設は約2倍近い値上げ幅であるのに対し、一般家庭は14%と両者に比べ低い率である。家庭用の料金はもともと安すぎたといえる。2008 年の国の統計資料から、労働賃金は 2006 年と 2008 年を比較すると 3 年間で 40%値上げされているが、消費者物価指数も過去 5 ヶ年平均で 5.7%/年上昇している。これらの数字から、水道料金 14%の値上げは一般家庭にとってはその負担となる額とはいえない。

(2) PWS の財務状況

表 2-3, 2-4, 2-5 に上下水道公社の 2008 年における財務諸表として、貸借対照表、キャッシュフロー計算書、損益計算書、を示す。

上下水道公社は資本金 29 百万ユーロに対し売上高 9.2 百万ユーロ、経常利益率 3% と 2007 年度の 0.3%よりは改善しているが、売掛金の 4,6 百万ユーロの殆どが上下水道料金の不払いであることが問題と言える。

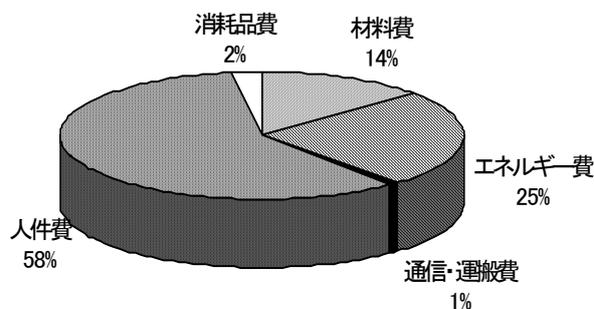


図 2-3 水生産コスト内訳

同市の水道システムは良質の湧水を消毒し、ポンプで送配水するだけの単純なシステムであり、生産コストは極めて安いといえる。図 2-3 に示される水生産コストの内訳からも人件費とエネルギー費（電力費）が 83%と大部分を占める。

上水道生産コストは 2008 年度の実績から生産水量が 39,477 百万 m³/年、運転管理費は 4.896 百万ユーロ/年であり m³当たり 0.124 ユーロである。これに対し表 2-2 から上下水道料金は平均 m³当たりユーロ 1.35 であり、10 倍の料金であり、これらの数字から収益性はかなり高いはずであるが、高い未収率が収益性を低下している

要因である。経営の効率性をみる指標である総収支比率は116%であり、100%を上回っており、現在の所良好といえるが、上述した売掛金の回収率が高くなると総収益が少なくなり、100%を下回る恐れがある。

生産性から見た場合、PWSは2008年度に定年退職者を含め職員を約50人削減した。しかし、人件費（損益計算書中の一般管理費の一部）が対前年度と比較して40%増加しているのは、職員の退職に伴う退職特別慰労金だけではなく、大幅なベースアップ（平均約15%）を実施するとともに、学卒の新規採用等、賃金面では職員の待遇面での向上を図り、質の高い職員確保に努めているからである。

表 2-3 貸借対照表

単位：ユーロ

	2008	2007	2006
資産	25,637,146	24,435,128	25,146,843
固定資産	25,616,892	24,372,809	25,146,843
長期投資	20,254	62,319	2,970
流動資産	5,168,304	5,588,504	6,661,852
資本	510,229	698,691	733,967
売掛金	4,579,193	4,202,075	5,113,052
現金・預金	62,268	626,018	620,699
前払い金	16,614	61,720	66,334
資産計	30,805,450	30,023,632	31,808,695
負債	29,266,200	29,020,123	28,991,230
資本及び資本準備金	29,266,200	29,020,123	28,991,230
登記資本金	28,727,999	287,729	28,727,992
資本準備金	538,208	291,131	263,238
固定負債			10,514
繰り延べ税			10,514
流動負債	1,539,250	1,003,509	2,806,951
買掛金	1,311,804	642,479	2,324,424
短期借入金	155,006	291,052	451,395
未払い税	72,440	69,978	31,132
負債計	30,805,450	30,023,632	31,808,695

表 2-4 キャッシュフロー計算書

単位：ユーロ

	2008	2007	2006
営業によるキャッシュフロー	9,394,597	9,540,299	
営業収入	878,450	1,445,661	7,982,773
仕入れ及び人件費支出	▲ 8,516,147	▲ 8,094,638	▲ 6,762,305
利息及び配当金受取額			1,220,468
利子支払支出			4,191
営業による純キャッシュフロー	878,450	1,445,661	1,224,659
投資によるキャッシュフロー			
有形固定資産売却の収入		618,908	
利息受け取り額	20,024	22,193	
投資資産取得支出	▲ 1,442,200	▲ 2,081,443	▲ 821,478
投資による純キャッシュフロー	▲ 1,442,200	▲ 2,081,443	▲ 821,478
財務活動によるキャッシュフロー			
長期借入金による収入			80,000
自己株式取得による支出			
借入金返済による支出			▲ 40,000
財務活動による純キャッシュフロー			40,000
現金及び現金同等物の純増		5,319	443,180
期首現金及び現金同等物	626,018	620,699	177,519
為替レート変動による効果	▲ 563,750		
期末現金及び現金同等物		626,018	620,699

表 2-5 損益計算書

単位：ユーロ

	2008	2007	2006
営業収益	9,264,259	8,420,221	7,982,773
その他収益		276,417	123,301
販売費	▲ 1,872,583	▲ 1,954,895	▲ 1,889,862
一般管理費	▲ 3,326,291	▲ 2,285,956	▲ 2,012,987
減価償却	▲ 1,033,956	▲ 935,556	▲ 972,788
その他営業費用	▲ 2,805,376	▲ 3,513,083	▲ 3,126,852
営業利益	226,053	7,148	102,585
営業外収益	20,024	21,745	4,002
経常利益	246,077	28,893	106,607

2-1-3 技術水準

PWSの上水道システムは良質な湧水を水源としているために、ポンプ設備、消毒設備及び配水設備からなる単純な施設から構成されている。これらの設備及び下水道を含めた維

持管理と PWS の運営のために現在 339 人の職員がいる。

PWS では技術および経済・法律等の専門知識を有している人の殆どが大学以上の学歴を有しており、運営の指導的部署にいる。下表は各部署別大学卒業以上の職員の割合である。

表 2-6 職員の学卒割合

	大学以上卒業 (人)	合計職員 (人)	学卒以上割合
技術部	17	135	13%
維持・建設部	5	63	8%
経済・財務部	18	71	25%
法務・総務部	6	70	9%
合計 (人)	46	339	14%

全職員に対する学卒の割合は 14%であり、部署によってその割合が違う。経済・財務部に高学歴職員がいる理由は、IT 関連のエンジニアが含まれているからである。IT エンジニアは PWS が進めている、上下水道料金システム、経理の機械化のために、過去 3 年以内に雇用された情報管理システムエンジニアである。

本計画が実施された場合、3 名の IT エンジニアはモニタリングのためのシステムエンジニアとして技術部にシフトされる予定である。

学卒以上の職員は各部の指導的立場にあり、現状の仕事の内容を十分把握しており、施設の運営が円滑に働いている。

施設の維持管理と運営に対する職員の技術は概ね以下のとおりである。

- ① ポンプ施設は技術部と維持・建設部管理部の連携が取れており、ポンプの分解・修理を確実に実行できる体制を整えている。また、モータは重故障として、分解してコイルの巻き変え等は下請け業者に修理を依頼している。しかしながら、ポンプの基本的な技術として振動対策やサクシオンピットの流体解析などは、ベオグラードの研究所等に依頼しており、設計能力に不足な点が認められる。

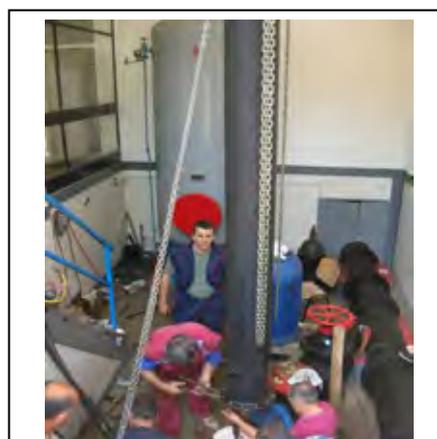


写真 1 Zagoric ポンプ場の PWS 職員によるポンプ修理

- ② 消毒設備は塩素の取扱い、自動化された注入システムの維持管理は十分職員により管理されており、技術的な問題は特に認められない。ただ、漏洩塩素に関する取扱いが塩素ボンベ室の外部への排気するシステム等、低漏洩のみの扱いであり、人体に危険な状態となる高漏洩に対する技術的対処法として中和装置等の技術が必要である。

- ③ 配水施設に関しては、送配水管の漏水が挙げられるが、顕在化した漏水中心に修理し

ているが、修理に対する技術レベルは一応評価できる、また、土中に敷設された管からの低漏水の防止は、顕在化された漏水の修理が優先されほとんど実施していない。しかしながら、DMA による配管網の構成と圧力・流量計の設置を考慮しており、将来の漏水対策に対する意欲と職員の技術的レベルの高さが認められる。

- ④ 配水池の必要性は、送配水ポンプの故障による長時間の断水や十分な配水池の建設によりポンプの吐出量の軽減等経験と技術の裏づけにより十分認識しており、彼等の上下水道長期計画にも配水池の増量と新設計画が盛り込まれているとおりである。
- ⑤ モニタリングの技術は既に部分的に消毒設備の塩素自動注入システムにより現場サイドでは実施されている。しかしながら、中央での一元化及びデータの蓄積と解析方法はこれからの技術的な課題として残されている。
- ⑥ 職員の給与は能力、学歴によって下表のとおりランク付けされ管理されている。職員の能力開発は大学、政府機関の協力を得て実施している。しかし、大学等での学問は基礎的な学問が多く、現場に則した実効ある研修内容を独自に工夫する事が重要であり、それら現場で習得できる技能等も評価するシステムも考えるべきである。

表 2-7 職員の職能別ランク

等級	7	6	5	4
学歴（能力）	博士 （上級エンジニア）	大学 （エンジニア）	大学相当 （準エンジニア）	高校 （上級技能工）
人数	34	12	12	152
等級	3	2	1	
学歴（能力）	高校（技能工）	準技能工	初級職員	
人数	132	1	69	

- ⑦ 財務諸表は国際会計制度による帳票類となっており、また、年度毎に監査をうけており、作表能力はあると言える。ただ、現状では財務体質が余り強くはないため、多額の借款等の場合は市や国の保証が必要であり、財務の更なる強化が今後の課題と言える。
- ⑧ 財収としての水道料金で、漏水低減についてはある程度の実行案があるが、管理ロス（不払い、不法接続）の低減のための規則などの適応が明確ではなく、規則の執行上の制度が今後必要である。

2-1-4 既存の施設・機材

図 2-5 にポトゴリツァ市の上水道施設の位置、施設内容を示す。

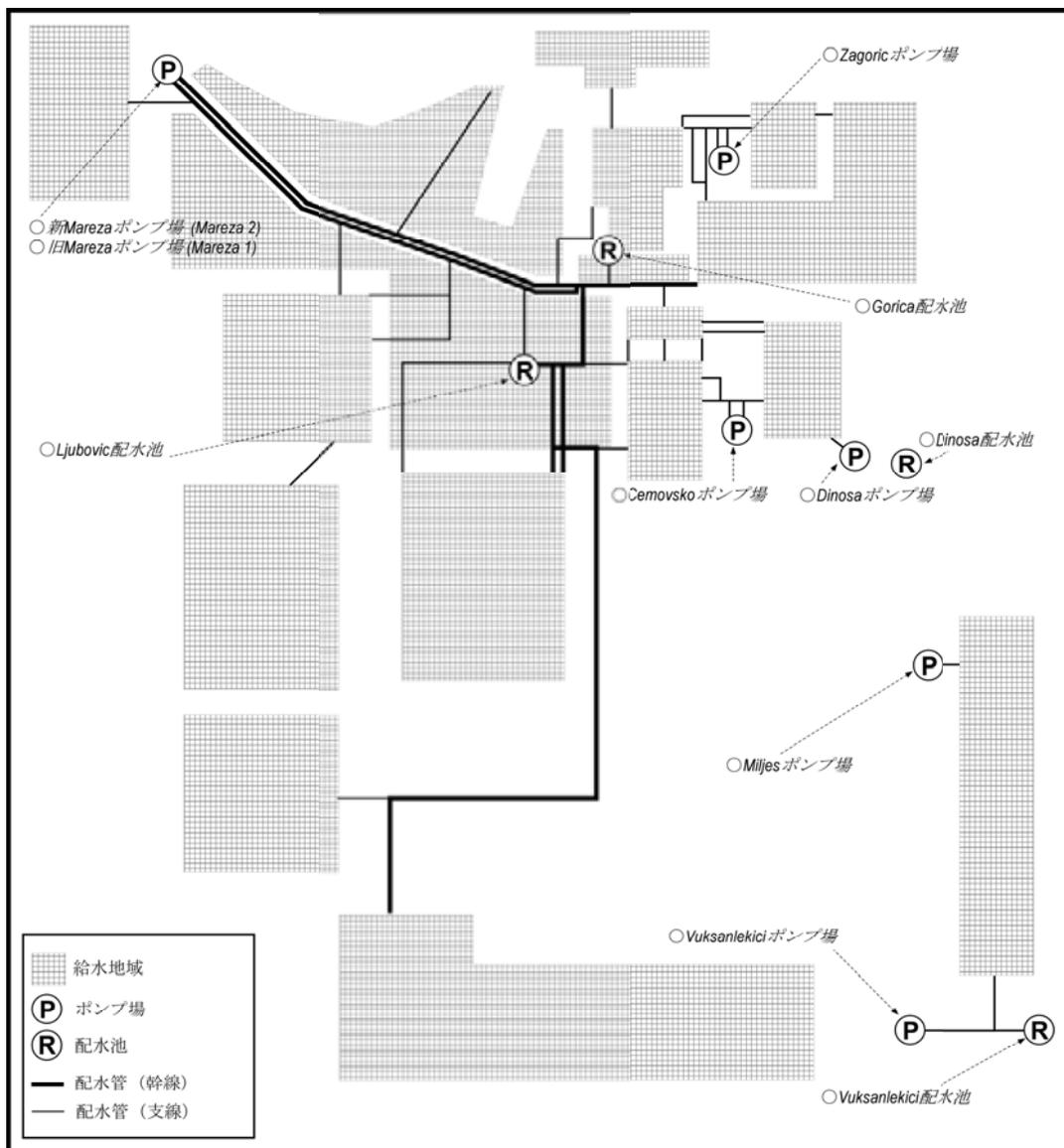


図 2-4 ポトゴリツァ市の上水道施設位置図

- (1) ポンプ場施設
 - 1) ポンプ設備

送配水ポンプ設備内容は表 2-8 のとおりである。現在運転中のポンプ場は表 2-8 から 6 箇所である。Tuzi 1 及び 2 のポンプは現在運転をしていない。Dinoso のポンプ場は現在運転休止中であり、将来端廃止される予定である。また、Mareza 1 のポンプは現在更新計画中であり、更新後のポンプ仕様を記述した。現在のポンプ能力は 1,677L/Sec. であり、設計容量であるポンプ容量に対し約 20%減でありそのほとんどが Mareza 2 ポンプ場の老朽化とポンプの異常振動に起因している。

表 2-8 送配水ポンプ設備

No.	ポンプ場	ポンプ 番号	ポンプ設計仕様					井戸仕様 ポンプ位置 (GLからm)	設計能力量 (l/s)	現在能力量 (l/s)
			型式	吐出量 (l/sec.)	揚程(m)	モータ出 力 (kW)	電源 (kV)			
1	Mareza 1(Old)	P3	HS	100	110	182	10/0.4	0.5	375	375*
		P4	HS	75	100	132				
		P5	HS	(75)**	100	132				
		P6	VS	200	100	315				
2	Mareza 2(New)	P1	VS	320	90	400	10/6	1	960	544
		P2	VS	320						
		P3	VS	320						
		P4	VS	320						
3	Zagoric	P1	VS	100	100	132	10/0.4	26.5	300	300
		P2	VS	100	100	132				
		P3	SMP	50	50	55				
		P4	SMP	50	50	55				
4	Cemovsko polije	P1	SMP	60	80	55	10/0.4	33.4	375	375
		P2	SMP	45	80	51				
		P3	SMP	60	80	75				
		P4	SMP	105	80	110				
		P5	SMP	105	80	110				
5	Milje	P1	SMP	40	100	51	10/0.4	70	70	70
		P2	SMP	20	100	30				
		P3	SMP	10	100	22				
6	Tuzi 1									
	Tuzi 2									
	Tuzi 3	P1	SMP	13	80	18	10/0.4	60	13	13
7	Dinosa		SMP	25	110	53	10/0.4	75		
Total									2,093	1,677
注 HS:水平軸ポンプ、VS:垂直軸ポンプ、SMP:水中ポンプ										
	*	ポンプは更新後とする								
	**	ダニドボグラード給水								

既存のポンプの型式は、縦軸、横軸、水中ポンプの3種類あり、それぞれ、吸い込み揚程やポンプ据付けスペースにあわせ最適なポンプの使い分けをしている。



写真2 Mareza 1 横軸ポンプ



写真3 Mareza2 縦軸ポンプ・モータ部

2) 消毒設備

消毒設備は全てのポンプ場に設置され、塩素で消毒された水を送配水している。消毒には液体塩素を自然気化した塩素ガスが使用されている。また、注入方法は流量との自動比例方式であり、残留塩素が注入点以降一定濃度となるように運転されている。また、ポンプ場内で、残留塩素の監視が出来るように、モニタリングシステムが採用されている。図 2-5 に消毒設備の概要図を示す。

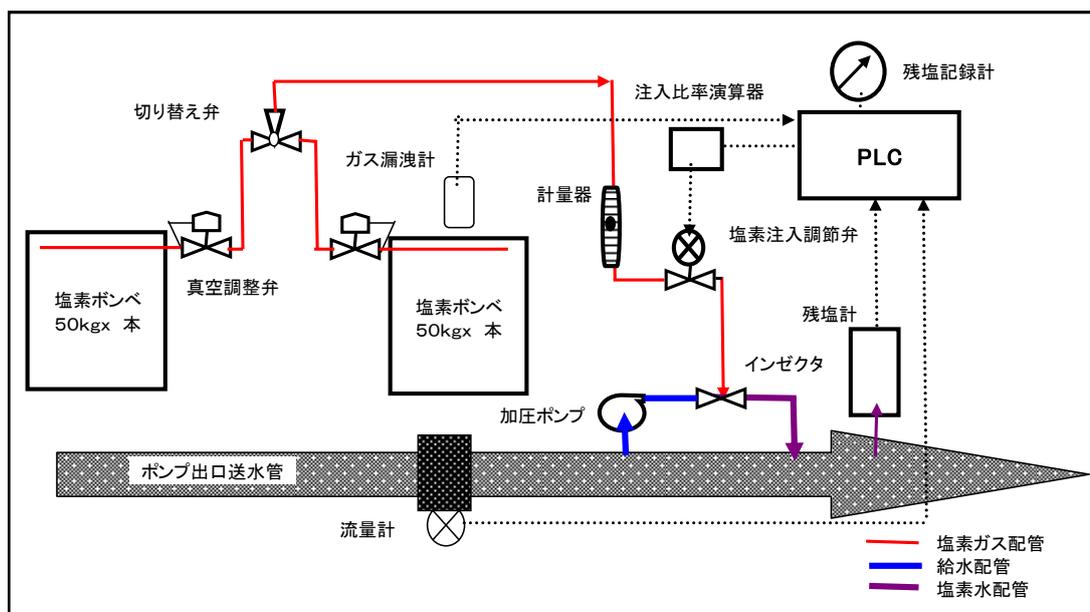


図 2-5 消毒設備概要図

また、漏洩塩素を漏洩計で検知し、漏洩が検知された場合、ポンベ室に設置した換気扇により外部に放出し、大気拡散により中和する方式を採用している。

塩素ガスは催涙性の毒ガスであり、0.5ppm を超えて漏洩した場合には除外する装置が必要である。塩素ガスの比重は空気より重いために、換気扇によってマスキングできる範囲は限られて

おり、特にポンプ場が民家に隣接している 6 箇所中 2 箇所のポンプ場周辺住民に及ぼす被害が考えられるために高濃度漏洩に対する中和装置等適切な除外装置が必要である。



写真 4 塩素注入装置

(2) 配水設備

1) 配水池

配水池は市内に 3 箇所あり、それぞれの容量は以下表 2-9 のとおりである。

表 2-9 配水池配水容量

配水池名称	容量 (m ³)
Ljubovic	3,000
Gorica	1,200
Vuksanlekici	800
合計	5,000

配水池の使用方法は、ポンプによって直接配水された水が余剰の場合配水池に導かれる。給水量の比較的低い夜間等にはポンプを停止し、配水池からの水を給水するシステムである。現状、配水量が不足しており、配水池まで届く余剰の水がないために、火災などの緊急用の水として、強制的に配水池に水が導かれている。

合計配水池容量は 5,000m³ であり、日最大水量 73,925m³/d (=3,080m³/hr) に対し 1.6 時間分貯水能力であり、少なくとも 6 時間以上は必要である。

送配水ポンプの故障、停電等によるポンプの停止を考えると、送水ポンプで配水池に直送し、一旦配水池にて貯留された水を配水するのが、断水を少なくする良策と考える。また、送水ポンプ容量は時間最大水量（日最大水量の 35% 増し）ではなく日最大水量が適応され、ポンプ容量も現在より小さくなる事が可能である。

2) 送配水配管

ポドゴリツァ市の送配水管の概要を表 2-10 に示す。

表 2-10 送配水管の概要

管種	口径別延長 (m)						合計	割合 (%)
	40mm 以下	50-90mm	100-280mm	300-450mm	500mm 以上	不明		
アスベスト管	0	35,736	94,868	31,489	3,479	0	165,572	44.2
亜鉛めっき鋼管	26,853	52,950	0	0	0	0	79,803	21.3
硬質ポリエチレン管	23,413	13,673	45,548	17,733	0	0	100,367	26.8
ポリ塩化ビニル管	0	7,842	2,916	1,827	0	0	12,586	3.4
鋳鉄管	0	547	701	7,437	0	0	8,685	2.3
鋼管	0	0	248	0	6,659	0	6,907	1.8
不明	692	0	0	23	0	0	715	0.2
合計	50,958	110,748	144,280	58,509	10,138	0	374,634	100.0
割合 (%)	13.6	29.6	38.5	15.6	2.7	0	100.0	

現在の送配水はポンプ場からの直接給水と配水池からの給水に分けられるため、ポンプ場からの配管は送配水の機能を有している。しかし、計画給水量に比べ配水池の容量が 1.6 時間であることから、給水の殆どはポンプ場からの直接給水である。

PWS が管轄する送配水管総延長は、約 375km である。その内、管種別主配管はアス

ベスト管が約 44%、硬質ポリエチレン管が約 27%及び亜鉛めっき鋼管が 21%である。口径別では、100～280mm が約 39%、50～90mm が約 30%となっている。

送配水管の問題の一つとして老朽化したアスベスト管からの漏水が挙げられ、漏水の多い配管から順次更新するための効率的な方法が求められている。現在、地理情報システム（GIS：Geographic Information System）により送配水管の位置及び属性を把握できることから、地上漏水及び給水管の弁室内の漏水対策は実施できる。しかし、漏水対策の中心となる地中での漏水検知は、各配水区域（DMA：District Metering Area）における配水量及び有収水量が最初に把握できない状況にあり漏水検知に困難を極めている。よって、モニタリングシステムの結果から配水量分析を行い、計画的に漏水対策を実施する必要がある。

現在、図 2-6 の配水区域へ 6 つのポンプ場から送配水している状況である。上下水道公社はポドゴリツァ市において DMA を検討しているが、配管の敷設状況については無数の口径の配管が錯綜しており、これが DMA の設定を難しくしている。また、送配水管網には仕切弁が多数設置されているものの、全ての弁が開かれた状態でさび付いており、閉止することができない。送配水管網へのモニタリングシステム導入は、DMA 設定が必須であり、小口径管の弁による閉止及び送配水管網の配水時の流向及び流量等の詳細把握が必要である。

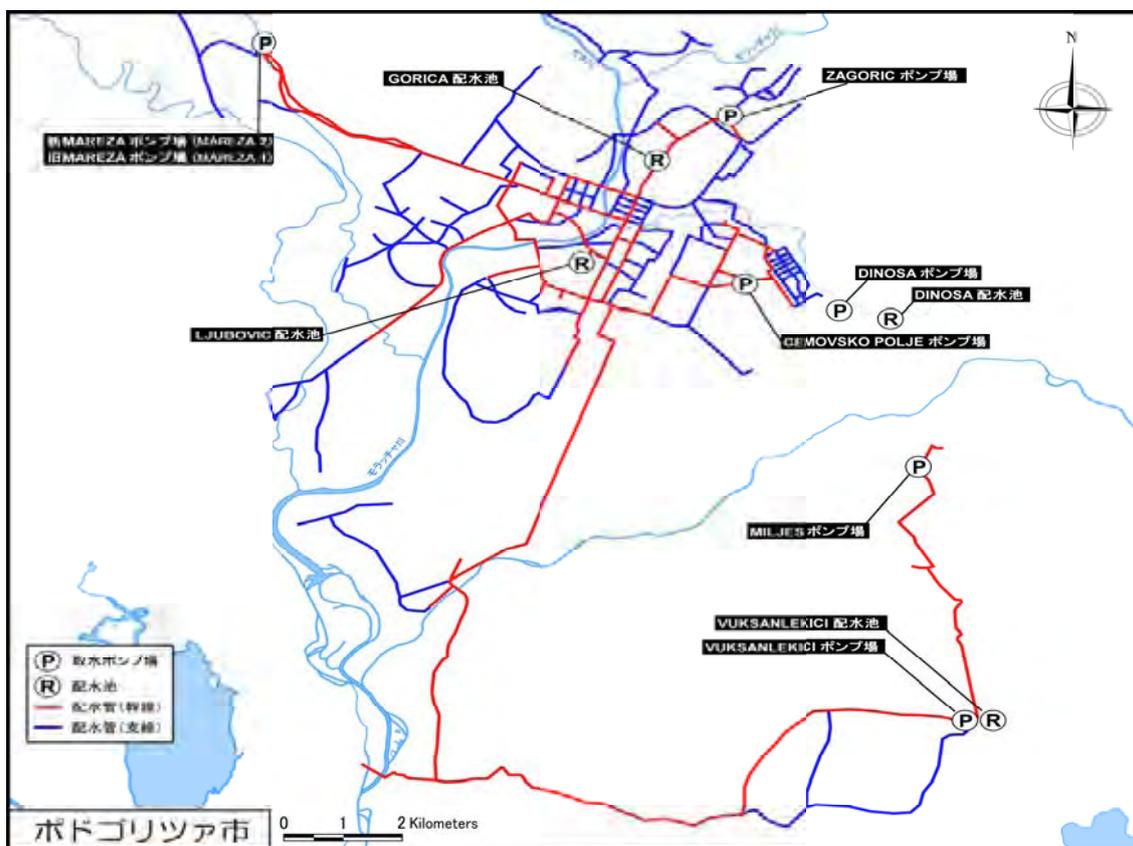


図 2-6 ポドゴリツァ市の送配水管概略図

2-2 プロジェクトサイトおよび周辺の状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

モンテネグロ国の上下水道分野に関連した、社会インフラの概況は以下のとおりである。

(1) 上水道

モンテネグロ国の公共給水施設による給水普及率は全国平均で 75% であり、都市部の状況は更に良く約 90% 以上である。また、公共水道の配管敷設距離は 1993 年では 2,856 km に対し、2005 年では 3,949 km とおよそ 40% の整備の伸びが見られる。2008 年の統計年報によると、上水道の水源は地下水と湧水が圧倒的に多く、全体の 89% (年間 90,866 千 m^3 / 101,866 千 m^3) を占める。残りの 11% は表流水等が使用されている。地下水と湧水の場合、原水水質が非常に良く、地形的特色と相まって自然流下の施設も多く、総じて水道システムとしての維持管理費が廉価である。

(2) 下水道

モンテネグロの下水道整備は 2004 年に策定された「国家下水道整備戦略」に従って各市が策定したマスタープランに従って整備されつつある。全国の下水道施設状況は 65% が下水道施設を持っており、下水道管の敷設距離は 926,000 km である。しかし、処理設備に接続されている割合は 15% である。35% はセプテックタンクでの単独処理か又は直接、河川、湖沼、沼地に放流されている。処理場はポトゴリツァ市をはじめ、ブドバ市 (Budva)、バール市 (Bar) 等主要都市に限られ、また処理規模も小さい。



写真5 ポトゴリツァ市下水処理場、最終沈殿池

ポトゴリツァ市下水処理場は、1978年に建設され、翌年1979年から処理を開始した。また、2007年に大幅な修理を実施している。処理人口は55,000人で市の人口の約30%にあたる。処理水量は全体量として約32,000 m^3 /日、そのうち生物処理を通して処理されている量は17,000 m^3 /日、残りの15,000 m^3 /日は最初沈殿池からバイパスで放流されている。

当初は汚泥消化を省く形で脱水処理していたが、その後消化槽を設け、汚泥処理消化脱水プロセスである。流入下水はスクリーンを通し、曝気沈砂池の前にスパイラル方式のポンプを設け搬送している。スクリーンは粗目、細目ともドラムタイプである。最初沈殿池にミーダー式かき寄せ機による汚泥除去方式を備えている。

処理法は標準活性汚泥法であるが、特徴的なのは秋季にワイナリー廃水を含む流入汚水の流入があることで、そのため下水道への流入水質基準はBOD500mg/l、SS300mg/lと高めに設定してある。処理水質は水質基準に従ってBOD40mg/lで敷地横を流れる河川に放流している。工場廃水対策のためプロセスでは最初沈殿池の前で凝集剤（塩化第二鉄）を投入している。またスカムの除去が不十分のためかなりの量が、最終沈殿池のオーバーフローノッチから流出している。場内の水処理の維持管理は、SCADAシステムを用いた遠隔操作によるが、汚泥処理は手動操作でおこなっている。

課題として、工場廃水に対する適切な対策が重要なポイントである。また、将来EU環境基準に合致することを目的としており、処理水質等更に改善が必要となる。

以上の状況から、下水の普及率と処理水水質の向上を目指し、既存施設を閉鎖し、新たに市の南部に350,000人処理のための新下水処理場の建設を計画している。また、市は建設予算についてPWSまたは市自身では賄えない額であるため、EU圏内の銀行又は世銀等のソフトローンを考えている。一方、現在FS実施機関であるEC（European Council）は借款返済のリスク軽減として、新下水処理場は国家プロジェクトとして実施することを提言している。

新下水処理場計画の実施方法は以下のとおりである。

- Phase 1： FSの実施（2009年）
- Phase 2： 資金準備、入札書類作成及び入札
- Phase 3： 建設工事

現在、ECがEARの資金により無償資金でPhase 1及び2を実施し、2009年10月にはPhase 1が完了する。

(3) 廃棄物

モンテネグロの廃棄物処理に関する法律は2006年に策定された、国家廃棄物処理戦略マスタープランのもとに各地方自治体（21の自治体）が公営事業として公社が組織されて運営維持管理をしている。処理方法は100%埋め立てであり、其の殆どが有料のために、不法な埋め立てもあり、規制・法制度等細かい取扱いが問題となっている。

ポトゴリツァ市では、公営事業としてJ.P. CISTOCAがあり廃棄物処理を独立採算で運営している、料金は家族の人数割となっており、毎月1家庭ユーロ1.0～3.0を支払っている。支払い方法は原則として公社に直接支払う方法であるが、銀行又は郵便局を通しての支払い方法も認められている。ゴミは毎晩CISTOCAによって回収される。

(4) 電力・通信

モンテネグロの電力供給は国が統括し、各地方支所によって供給事業を実施している。2008年の統計年報によると、2007年度のモンテネグロ国内電力需要量の約35%

が自給できず、年間 1,176GWH の電力量が近隣諸国からの輸入に頼っている。国内では大小併せて 9 箇所の水力発電、1 箇所の石炭火力によって年間 2,144GWH が発電され残りの 67%の電力を維持している。

年間 3,938GWHの消費電力の内訳はおよそ 62%が工業用であり家庭用は 29、残りは鉄道、農業その他となっている。なお「モ」国の電化率は 100%である。

送電線網は必要な需要箇所に対応できる体制である。輸入量の約 10%の電力は「モ」国を通過しアルバニア、ボスニア・ヘルツゴビナに向けて再輸出されている。

電気通信事業は、2001 年に制定された電気通信方により電気通信機関が統制している。さらに 2005 年国営会社 T-Cmogorski Telekom (T-CG)は Hungary' s Matav に売却され、民営化された。

移動通信セクターは T-Mobile Montenegro (T-CG)、ProMonte, Mtel の 3 社があり、2007 年にそれぞれ固定無線免許が発行された。100 人当たりの通信回線数は 100%を超える。

(5) 道路

2008 年の統計年報によると、国内の道路総延長は 7,402km であり国内の道路ネットワークはほぼ完成されている。最近、海岸と内陸とを結ぶ幹線上にトンネルが出来、外国からの貨物の荷揚げ港である、バルからポトゴリツァ市までの区間がこのトンネルによってさらに距離が短縮された。

コンクリート、アスファルト等で完全舗装された道路の延長割合は 66%であり幹線道路の舗装率は 100%である。砂利等で整備されている道路は 1,806km、村落部分未整備の道路は全体のおよそ 10%である。

2-2-2 自然条件

(1) 位置・面積

ポドゴリツァ市はバルカン半島最大の湖であるスカダル湖の北 15km、北緯 42° 26' 28" , 東経 19° 15' 45" に位置する。日本の緯度でみると、青森県の北部付近にあたる。市の面積は 1,441 km²である。

(2) 地形

ポドゴリツァ市はゼタ平野の北部に位置し、モンテネグロの他都市と違って、市域の大部が平坦な地形となっている。東西及び北部を丘陵や山に囲まれており、市のほぼ中央部をモラチャ (Moraca) 川が北から南に流れている。モラチャ川は全長 99km で、モンテネグロ域内を流域としていて、流域面積は 3,257 km²である。その支流としてリブニチャ (Ribnica) 川があるが、市の表層土壌には多くの丸みを帯びた小石・玉石が見られることから、市の平地が河川の氾濫原であったことか分かる。

平地の標高は 44m で、周辺の丘陵・山地のうち例えばゴリチャ (Gorica hill) の標高は 107m となっている。他にマロブルド (Malobrd), リュボビチャ (rjubovic), チャルダク (Cardak) 等の丘陵がある。これらの丘陵は比較的急峻で開発を阻み、特に北部では市街地の拡大を阻止している。丘陵の外側には、石灰岩の特徴である奇形の山容が見られる。丘陵・山地を背景とする、ポドゴリツァの平坦地は、良質な湧水に恵まれ無処理で給水を可能としている。



写真6 ポドゴリツァ市中心地域

(3) 気候

気候は地中海性で、夏・秋は乾燥して暑く、冬は寒い。ポドゴリツァ市の 2007 年の年間平均気温は、17.0° C であるが 8 月での最高気温は、44.8° C、12 月での最低気温は -4.3° C と寒暖の差があり、特に夏季の暑さによって水需要は一気に上昇するとされる。年間の平均湿度は 60.4%、最高 1 月の 75%、最低 7 月の 34% である。降水量は年間で 1357mm、最高は 2 月の 228mm、最低は 7 月の 0.2mm である。図 2-7 に年間気温と降水量の推移を示す。

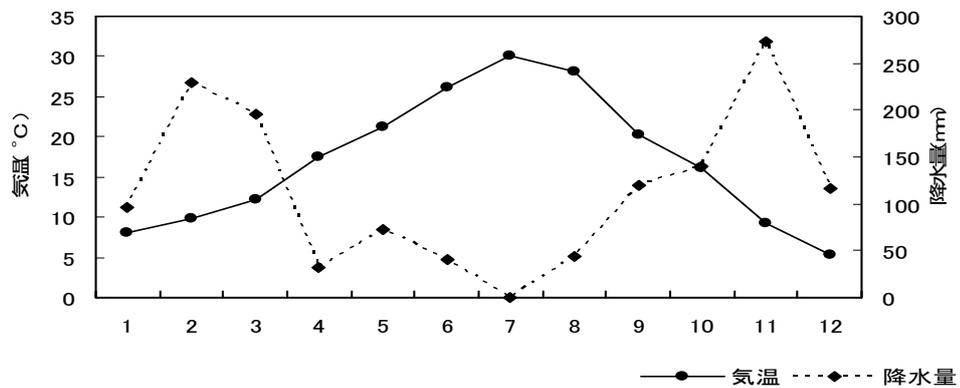


図 2-7 年間気温と降水量

2-2-3 環境社会配慮

環境行政は、国の環境省が担当し、新規開発事業に対し環境影響評価 (EIA) の実施を促している。「モ」国には 2008 年 1 月 1 日より施行された環境法がある。それに沿って EIA の必要性に関するリストが作成されている。リスト (1) : EIA が不可欠として義務付けられる事業、リスト (2) : 義務ではないものの場合によっては必用とされる事業。その

中で、水道関連のものとしては、リスト(1)の“第10項 社会基盤事業”に関する中で「地下水を新規揚水するかもしくは地下水量の揚水を増加させる事業で、その水量が100万 m³/年 以上となるもの」が挙げられている。

また、リスト(2)に於いても、“第12項 社会基盤整備事業”の中で同じ内容が記載されている。

PWSとの協議により、本計画は、既存の設計水量まで機能を回復するものであり、地下水量に関して変化をもたらす内容のものでなく、環境社会配慮の項目に該当しない。また、全て屋内作業で行われる本計画は EIA の必要はないと確認された。但し、事業内容について「モ」国では PWS から本計画概略内容について環境省に報告する必要がある。

2-3 その他

ポンプの性能改善と地球環境保全

老朽化した Mareza 2 のポンプの流量の性能低下はおよそ 15% であり、現在能力が低下したまま、定格容量 400 kW/1 台の電力消費を続けている。設計とおり、3 台の同時運転された場合、1,200 kWh となる。現状 15% の性能低下とは、流量 272L/Sec. 及び揚程約 80m で、ポンプ、モータのロスを抱え運転していることである*。新しいポンプでこれらの仕様を満足するポンプのモータ出力は、325kW**である。

*：第1章図 1-3 ポンプの性能低下参照

**：計算式は、

$$W=0.163x(Q \times \gamma \times H) / \eta \times A$$

W:モータ出力(kW)

Q:ポンプ吐き出し量(m³/min.)

γ :液の単位当たり質量(1kg/L)

H:ポンプの全揚程(m)

η ポンプ効率(%)

A:モータ直結損失係数(1.15)

$$=0.163x \{ (16.32x1x85) / 0.8 \} x 1.15 = 325 \text{ kW}$$

ポンプを更新せずに運転し続けると1台当たりの電力消費損失は72kWであり、3台運転の場合225kWの損失が生じる。1日20時間ポンプを運転すれば、4,500kW、年間約1.64MWの電力損失となる。本計画でポンプを更新することで電力エネルギーの損失が改善され地球環境保全が担保されることになる。

第3章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

(1) 上位計画とプロジェクト目標

モンテネグロ国内の上下水道整備は、国が実施を進める地方分権化と 2007 年に制定された水法に基づき、各地方自治体が行うことを定めている。

ポトゴリツァ市は 2007 年に都市開発計画のために公共事業長期整備計画（2007-17 年）を作成した。その計画を受けて、上下水道公社（PWS）は 2007 年に上下水道長期整備計画（2007-17 年）を策定し、2017 年までに全市民が安全で十分な水の供給を受けられることを目的として、緊急性の高い 11 の整備プロジェクトを策定した。プロジェクトに必要な総額は 10 年間で 60 百万ユーロ（約 78 億円）を見込んでいる。2008 年のポトゴリツァ市の歳入が約 100 百万ユーロである現状から、市及び公社にとってこれらの予算確保は大変困難であり、3 案件が日本国に対し無償資金協力として要請された。

表 3-1 ポトゴリツァ市上水道緊急整備プロジェクト

金額単位：ユーロ

整備の目的	No	整備の概要	資金	工期
給・配水量	1	旧 Mareza (Mareza 1) ポンプ場改修計画 ・ポンプ場構造物の新設 ・ポンプの更新 (5 台)	1,500,000 市から借款（市は Dexia 銀行*から借款） **	2007 年設計完了 2009 年入札予定 建設工期 9 ヶ月
	2	新 Mareza (Mareza 2) ポンプの更新 ・ポンプの更新 (4 台)	日本に無償資金協力の要請中	
	3	漏水防止計画 ・AC 配管の更新等 ・給水メータ更新 (1,500 個/年)	年間平均 1,400,000 自己資金	2017 年
給・配水圧力	4	モニタリングシステム設置 (流量・圧力・送配水ポンプ情報)	日本に無償資金協力の要請中	
	5	Ljubovic 配水池の増築 (20,000m ³)	FS : 300,000 実施 : EU 等銀行借入 及び自己資金	FS : EC 無償資金 2009 年 10 月 FS 完了
	6	Golubovic 及び Tuzi の配水池増築 (2,000m ³)	1,850,000 自己資金	2009-2011
水質	7	モニタリングシステムの設置 (残留塩素)	日本に無償資金協力の要請中	
	8	水質試験室の新築及び器具の調達	試験器具 : 550,000 自己資金	2009-2010

注) *: Communal Development Bank, **: 銀行はローンの額と水道公社の現状財務状況を評価し、直接ローンはリスクがあると判断した場合、ローンは市が一旦借りて、市から公社が借り入れる 2 ステップローンの形を取っている。

表 3-1 から、要請された内容は緊急プロジェクトの中でも特に核をなすもので、他の関連プロジェクトに波及効果をもたらし、2017 年までに、上下水道長期整備計画

を達成するためにも重要なプロジェクトである。

本計画は Mareza 2 のポンプ 4 台を更新し老朽化したポンプの運転能力を回復させると共に、異常振動の改善対策により原設計とおり 3 台運転を可能とし、ポンプの異常停止事故のリスクが回避されることにより、本計画目標年度の 2012 年における計画給水量を満足するポンプの送配水能力が確保でき、水不足が解消される。また、モニタリングシステムの導入によって適切なポンプ運転と配水管網内の水量・水圧管理ができ、慢性的となっている断水の改善が可能となり、被害住民の生活環境悪化が改善される。本計画により期待される成果、プロジェクト目標、上位目標を表 3-2 に PDM として示す。

表 3-2 協力対象事業 (PDM)

プロジェクトの要約	指標	指標データ入手手段	外部条件
上位目標 ポドゴリツァ市の給水サービスが向上し、住民に安全で十分な水が供給される。	2017 年までに市人口 199,917 人に対し、安全で安定した給水が可能となる。	事業年報 施設の運転記録 検針記録	・ポドゴリツァ上下水道公社が事業改善に向けた自助努力を継続する。
プロジェクト目標 1. 施設稼動状況・配水状況が的確に把握でき、適切な施設運転・維持管理が可能となる。 2. 給水不足地域の給水事情が改善する。 3. 性能が 15%減少したポンプエネルギーが改善できる。	1-1. 2012 年までに対象地域の計画給水能力 (2,051L/sec) が確保される。 1-2. 2012 年までに対象地域の給水人口 177,410 人に対し安全で安定した給水が実施される。 2. 2012 年までに断水地域住民 25,370 人に 24 時間給水が可能となる。 3. 年間 1.64MW の電力消費量が改善できる。	1-1. 施設のモニタリング記録 1-2. 検針記録、事業年報及びモニタリング記録 2. 検針記録、社会条件調査 3. 送水量記録及び電力消費量記録	・ポドゴリツァ市公共事業長期計画が計画とおり実施される。
成果 ① 老朽化した送配水ポンプ設備が更新される。 ② 適正な配水管理ができるシステムが導入される。	① 2012 年度までに Mareza 2 ポンプ場のポンプ設備 4 台が更新される。 ② 2012 年度までにモニタリングシステムが整備される。 ③ 2012 年度までに 7 箇所のポンプ設備、7 箇所の残留塩素濃度計、25 箇所の流量計、4 箇所の配水池に監視システムが、整備される。	① 竣工図書 ② 竣工図書 ③ 竣工図書	・水道施設の運営・維持管理が監視・制御システムの活用により適切に実施される。
活動	投 入		・相手国側負担工事が計画とおり実施される。 前提条件 ・E/N が締結される。
1. Mareza 2 のポンプの更新 2. モニタリングシステムの導入	日本側 【資機材】 送配水ポンプ、監視・制御システム機器、振動対策設備、据付工事資機材 【人 材】 技術者、技術指導員 【事業費】 資機材調達費、据付工事費、設計監理・調達監理	モンテネグロ国側 【資機材】 据付及び撤去工事資機材、通信機器・配線資材、キオスク、配管資材 【人 材】 技術者、技能者、労務者 【事業費】 据付・撤去工事費、資機材調達費、運転管理費、許認可申請手続き費用	

3-2 協力対象事業の基本設計

3-2-1 設計方針

(1) 基本方針

2007年8月の「モ」国の要請に応じて、2008年12月に協力準備調査(その1)、2009年5月に協力準備調査(その2)が実施された。各調査で確認された要請内容は表3-3に示すとおりである。

表 3-3 確認された要請内容

要請コンポーネント	協力準備調査 (その1)	協力準備調査 (その2)
1) 要請機材		
・「Mareza 2 ポンプ場」の取水ポンプ 4台	320L/sx90m 6kV、400kW以内	同左、ポンプ回転数は1500RPM以下とする。
・「Mareza 2 ポンプ場」の配管・弁類 1式	逆止弁等設置	既設配管弁類を利用、ポンプは吐出管第1Fまでの調達。
・「Mareza 2」の振動対策設備 1式	以下の内容が提案された ・ポンプ固有振動数を変える ・モータ床版の改造 ・2床式ポンプの採用 ・インバータ制御の検討	・同左 ・同左 ・同左*1 ・インバータ制御としない*2
・「Mareza 2」の制御盤 1式	高圧配電盤は使用できるため除外し低圧以降を範囲とする。	同左
・モニタリングシステム (ポンプ場、配管網 1式)	同左	同左
・水質分析機器 1式	「モ」国側での調達	同左
2) 据付と技術援助	同左	モニタリングシステムのみ据付け時のOJTによる職員訓練を実施

*1: ポンプ部を支える床面の強度が十分ではないため、2床式ポンプの採用には床面の補強又はポンプを直接床面で支えない、特殊な架台が必要である。

*2: 高電圧用インバータの設置面積が既存の建屋内で確保できない。

上記表をもとに本計画の基本設計を以下に示す方針によって計画する。

(2) 自然条件に対する方針

本計画対象地域は盆地であり、気候は冬場マイナスとなる日もあり寒く、夏は30度を超え暑く寒暖の差が大きいために、モニタリングシステム機器は気象条件に対応できる基準を採用する。また、降水量も雨季に集中するために、屋外に設置予定の圧力・流量の発信器等は、計器を格納する盤の保護基準について特に防水対策の設計を考慮する。

(3) 建設事情、現地業者、現地資機材活用に対する方針

ポンプ設備

本計画はポンプの更新及び振動対策の実施である。振動対策に関し、日本メーカーと第三国メーカーとは、違いがある。日本メーカーはメーカー独自の振動解析、対策がとれる組織・体制であるが、第三国メーカーは標準化したポンプの製作だけのメーカーが多く、振動分析等はメーカーの外部の研究機関や大学に依頼をしている。この形態は設計・製作責任と振動対策責任とが不明確となる場合がある。本計画では振動対策が最も重要であることから、技術責任について、製作メーカーが設計・製作・振動対策まで一括して責任をとる組織・体制を検討する。

モニタリングシステム

モニタリングシステムに使用される通信回線の利用許可はPWSが実施することになる。日本側で調達するモニタリングシステムと通信システムのインターフェイスについて両方で十分検討し、日本側システムのデータの送受信が円滑に運用できることとする。

(4) 実施機関の運営・維持管理能力に対する方針

ポンプ、モータに関しては、PWSはポンプやモータのオーバーホールの実績経験からメンテナンスの技術力を有しており、維持管理能力には問題がない。

モニタリングシステムについては本計画が初めての経験となるため、ハードウェア、ソフトウェアとも取り扱い説明や維持管理の指導が必要である。調整・試運転段階における技術移転やアフターセルフサービス契約の締結などPWS職員を支援できる計画とする。

(5) 工法/調達方法、工期に関する方針

本計画工期は単年度（最大 24 ヶ月）での実施を計画する。特にポンプの更新計画は「モ」国側によって既存ポンプの撤去工事が含まれる。この工事は、ポンプの完全停止を避けるために、2台ずつの撤去工事とする。撤去工事日程は日本側の製作、据付工期とあわせ、ポンプの停止期間を最小限とする工程を立案する。

3-2-2 基本計画

(1) 協力対象事業のコンポーネント

本協力対象事業の機材調達・据付けのコンポーネントは以下の4項目の内容である。

1) 流量・圧力の確保のためのポンプの更新

本計画は水供給能力を設計能力（2012年計画給水量）に戻すためにMareza 2のポンプを更新すると共に、現状の問題である異常振動改善対策を講じることで計画年度である2012年での流量・圧力が改善され安定的な水供給が確保されることが期待される。表3-4は2012年までの計画給水量と現有施設能力を示すものである。

表 3-4 水需要量と施設能力

年	a	b	c	d	e	f		g	h		i
	給水人口 人	需要量 m ³ /日	日最大 m ³ /日	時間最大 m ³ /日	漏水率 %	計画給水量		既存5ポンプ場 1/秒	施設能力		全ポンプ場 1/秒
						m ³ /日	l/秒		Mareza2 1/秒	1/秒	
2009	167,330	58,035	72,544	97,934	39.8	161,568	1,870	1,133	544	1,677	
2010	170,640	59,165	73,956	99,841	37.9	171,902	1,861	1,119	536	1,655	
2011	174,000	60,312	75,390	101,777	36.4	173,619	1,852	1,105	528	1,633	
2012	177,410	61,477	76,846	103,742	34.9	175,358	1,844	1,091	520	1,611	

表中、各項目の詳細説明は以下のとおりである。

- a：給水普及率は現在92%であり、年0.9%の増加率とした。2012年の普及率は95.6%とした。
- b：人口（定住者+昼間流入者）に対する水需要量であり、定住人口は現状の原単位である（工場、商業を含む）336 L/c/d, 流入人口は60L/c/dを適用した。
- c：日最大水量は「モ」国設計基準の季節変動値1.25を需要量に乗じて算出した。
- d：時間最大水量はピークファクターとして1.35を使用した。
- e：2009年39.8%を基準として過去の削減実績率を用い年1.5%の削減率とした。
- f：計画給水量は需要量に漏水を加えた水量である。
- g：Mareza2を除く5ポンプ場の施設能力は年1.25%性能低下が進むものと仮定した。
- h：Mareza2のポンプの運転は既存状況とおり2台運転とし、各ポンプの能力低下は現状15%減であり、年々1.25%性能低下が進むと仮定した。

表 3-3 から、本計画の計画年度である 2012 年において、本計画を実施しない場合、既存 6 ポンプ場の運転可能ポンプの合計水量は水需要量と比較すると 233 L/sec. 不足することになる。Mareza 2 ポンプ場の運転ポンプ台数は振動の問題から 2 台同時運転に制限されており、更に老朽化による性能低下から 2012 年でのポンプの吐出量は 544 L/Sec. から 520L/Sec. まで落ち込むことが予測される。

一方、漏水等を含む、①：計画給水量（必要給水量）は 1,844L/sec. であり、②：2012 年での Mareza2 を除く 5 ポンプ場の施設（供給）能力は、1,091L/sec. である。Mareza 2 ポンプ場の担当すべき合計供給量は上記①-②であり、③：Mareza2 が運転すべき水量は 753L/sec. である。

Mareza 2 の更新されるポンプは既存ポンプ仕様と同じであり、④：1 台当たりの容量は 320L/sec. とする。必要運転台数は③÷④で 2.35 台となる。したがって、①の計画給水量を満たすために、Mareza2 のポンプの運転は 3 台の運転が必要である。

2) 送配水ポンプ監視システムの導入

現在運転されているポンプ場は 6 箇所あり、時間、日単位で変化する水需要に追従するために運転している。しかし、各ポンプ場が独立して運転しており、水道システム全体を考慮した運転の最適化がなされていない。そのため、ポンプの故障の原

因となるベアリングの加熱や過負荷運転について、適切な対応が遅れることや、また、ポンプ運転台数が適切ではない等の問題が起きている。これらの問題が配水地域にアンバランスな給水となり、断水を引き起こしている要因である。

本計画は、全ポンプ場（7箇所）のポンプ運転情報やポンプ出口側での流量・圧力の情報をリアルタイムで中央監視室において把握できる体制を整備し、中央監視室から各ポンプ場への適切な運転指示を可能とするものである。その結果として各ポンプ場間の迅速な運転連携（応援給水等）が取れ、各配水地域へ最適圧力や水量の送配水ができる。

3) 配水区域への監視システムの導入

1950年代に開始されたポトゴリツァ市中心部への給水は年々増え続ける人口に対応しつつ拡張をつづけ、現在では給水普及率が92%に達した。つまり、これら配水管網の拡張は計画的に実施されたものではなく、水需要拡大に応じて既存管からその都度延長されてきた。そのため、管の老朽化による流出係数の低下に加えて、母管の口径が送配水量・圧力に比して適合していない配管が多いため、各配水区の配管損失が異常に大きい地区がある。これらの配管損失の大きい地域では偏流が起き、流量が十分な場合であっても給水されない地域が生じる現象、「断水」が起きている。

本計画では、特に断水多発地域を中心に全DMA（District Metering Area）の約70%に対して監視システムを設置し、これら各DMAの入り口の流量・圧力を中央監視室で監視することで、配水区域の仕切り弁を迅速に調節することが可能となり、偏流を防ぎ不均一な配水を改善することを目的としている。

また、管内で消費される塩素量が水温、管材質等で配管網内の残留塩素は異なるにもかかわらず、水質検査は月2回実施されているだけであるため、監視システムにより管末での残留塩素をリアルタイムで測定できることは、無消毒状態を予防できる。さらに、漏水及び断水が頻繁に発生していることから、配管内の水がなくなり、破損箇所から管内へ泥水とともに大腸菌等の細菌類の侵入も考えられ、残留塩素の監視は安全な水を供給するために必須である。

4) ポンプ・モータの異常振動の改善

ポンプ・モータの運転時に発生する異常振動は、機器の老朽化に伴う回転不釣合い力と回転機器の基本加振周波数が建屋床スラブの固有振動数とほぼ一致しているために共振が生じている。本計画では既存のポンプ場の建屋構造を変えずに、ポンプ及び固定床の検討を加え異常振動の改善をするものである。設計方針は以下のとおりとする。

a. ポンプの型式

- 既存ポンプ場の構造から、ポンプの型式は縦軸、斜流ポンプとする。

b. ポンプの構造・形状

- ポンプ場の構造が2床式となっているが、下段の床はスラブ厚が200mmでありポンプの荷重を受けるための十分な強度を有していない。よって、基本的には既存のポンプ同様300mmの厚さを持つ上段の床でポンプ、モータの荷重を受ける1床式ポンプを優先させる。
- 2床式ポンプを使用する場合には、直接下段床にポンプの加重がかからないようにポンプ架台を考慮する。
- ポンプの固有振動数はインペラの数、インペラ段数、モータ架台の構造等製作メーカーの仕様やポンプ固定床の形状・寸法等によって異なるために、ポンプ据付け面（床）の固定振動数を25Hzとする条件で、各製作メーカーが振動のシミュレーションを行いポンプの構造を決定する。
- ポンプの軸が通る下段床の孔径は $\phi 550\text{mm}$ であることを考慮した形状・寸法のポンプを設計する。

c. モータ架台、据付基礎

- モータ部の振動が大きいので既存ポンプよりもモータ架台の剛性を上げ、振動を低減する据付基礎を検討し、併せて、各メーカーは調達されるポンプの振動シミュレーションを行いポンプの設計をする。

モータの据付及び特殊なモータ架台については以下の参考例を示す。これらの参考例は、絶対的な案ではなく、あくまで、各メーカーのポンプ特性に合わせた最適な改善策の設計をするものとする。

<参考例1>

ポンプ・モータ側での対策の一例として、図3-1のようにポンプ・モータベースはポンプ据付け面とは直に接しない方法で据付け床面の剛性を変える方法がある。この方法はモータ・ポンプの振動が直接床に伝わらないために床の固有振動数との共鳴が少なく、異常振動が無くなると考える。ポンプ・モータ架台はI又はH型钢で製作しその上に鋼板を溶接またはボルト・ナットで固定する方法である。

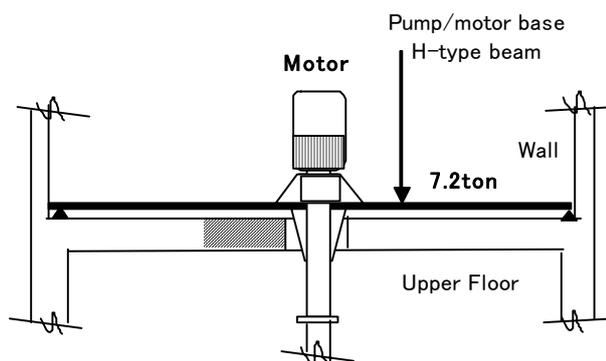


図 3-1 1床式ポンプ・モータ架台

<参考例 2>

2床式のポンプを使用することで、ポンプ・モータの振動を上段床と下段床に分散させた場合、上段の床はモータから床への加振力が小さくなり床面の振動速度が 0.6mm/sec. 以下となる可能性は増す。但し、下段床はポンプの荷重を受けるために十分な強度を有していない。ポンプ架台を直接床面に接しないよう水槽の壁や梁部などで直接支持する設計をすることで 2床式ポンプの採用は可能と思われる。(荷重は既存ポンプの重量を採用した。) 図 3-2 参照。

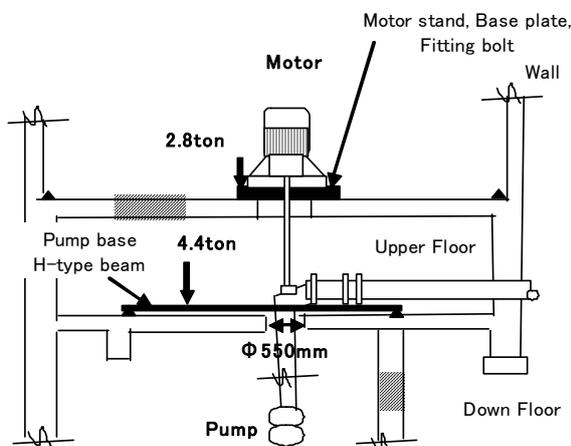


図 3-2 2床式ポンプ据付

d. 流体により生ずる振動

- 図 3-3 はポンプ井である。A2 ポンプの横にある側壁が、ポンプへの正常な水の流れを阻害している要因と考えられる。

A2 ポンプの吸い込み流れを改善するために、流入シミュレーション等で分析した結果、必要であれば、「モ」国側負担事項として PWS はポンプサククション井の A2 ポンプ横の側壁を撤去する用意がある。

本対策も含め、製作メーカーはポンプ井の形状、水の流れに関して流体解析を行い、流体面でのポンプへの異常振動の発生防止策を検討する。

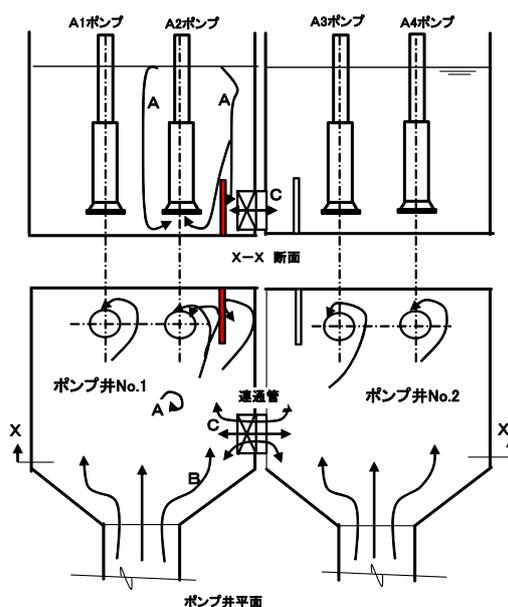


図 3-3 ポンプ井詳細図

e. 振動基準値

ポンプ据付床面の振動基準とポンプ・モータの定格運転時の振動値は表 3-5 のとおりとする。

表 3-5 振動基準 (許容値)

ポンプ据付け面の振動基準	ポンプ・モータの定格運転時の振動値
0.6mm/sec. 以下*	7.1mm/sec. 以下**

*: 振動試験の実測値から、A3 の単独運転時に振動値が 7.1mm/sec. 以下の時モータ架台下部の振動値が 0.6mm/sec. である。

** : IS010816-1 による許容値

ポンプの据付面の振動基準は既存ポンプの運転時の測定値であり、本計画により新しいポンプに更新した場合、ポンプ据付面の振動基準は 0.6mm/sec. を下回ると予測される。ISO の振動基準では据付け面の振動が 0.6mm/sec. 以下の場合のポンプ・モータ側の振動許容値は 7.1mm/sec. 以下であることから、ポンプ/モータの振動基準値は 7.1mm/sec. 以下とする。

(2) 機材計画

1) ポンプ/モータの仕様・台数

更新される配水ポンプ/モータの仕様・台数は表 3-6 のとおりである。ポンプ用モータの電源は、10kV で送電された電圧を既設トランスで 6kV に降圧して使用される。

表 3-6 ポンプ/モータの型式と数量

機材名	型式	仕様	数量
ポンプ	立軸斜流ポンプ	320 l/s x 90 m	4
モータ	立軸モータ	6 kV x 400 kW 以下	4
フィティング		ボルト・ナット、ガスケット等	1 式

a. ポンプ特記仕様

適用規格 : ISO
 ポンプ型式 : 立軸斜流ポンプ
 モーターとの接続方式 : 直結
 回転数 : 1500RPM 以下
 軸受温度計 : 2 個 x Pt 100 Ohm at 0 °C
 主要部材材質 : ケーシング - 鋳鉄
 : 羽根車 - 青銅鋳物
 : 主軸 - 炭素鋼
 : スリーブ - 青銅鋳物

B. モータ特記仕様

適用規格 : IEC
 モータ型式 : 全閉外扇三相かご形立型誘導電動機
 定格電圧 : 6,000V
 周波数 : 50 Hz
 出力 : 400kW 以下
 絶縁種類 : F 種
 巻線温度計 : 3 個 x Pt 100 Ohm at 0 °C
 軸受温度計 : 2 個 x Pt 100 Ohm at 0 °C

2) ポンプ制御システム

Mareza 2 ポンプ場の 4 台の新規ポンプに対するポンプ制御システムについて、本計画では主として以下の動作ができるものとする。なお、ポンプ場単線結線図を別添図 3 に示す。

- ポンプ用モータ電源として使われる既設の 10kV の受電設備、10kV/6kV の変圧器、6kV の受配電設備及びポンプ起動盤の主要遮断機/開閉器の操作とその監視
- ポンプ用モータの起動/停止
- ポンプ用モータの電力消費量、電圧、電流が監視
- ポンプ用モータのコイル温度、軸受温度の監視と異常温度上昇に対して警報とインターロック回路を使ってのポンプ停止
- ポンプの軸受温度の監視と異常温度上昇に対して警報とインターロック回路を使ってのポンプ停止
- ポンプ井の水位の監視と水位低下に対して警報とインターロック回路を使ってのポンプ停止
- ポンプ吐出管の圧力と流量の監視
- 塩素注入設備の運転監視と残留塩素濃度の監視
- ウォーターハンマー防止装置用圧力タンクの水位と空気圧の監視

ポンプ制御システムの調達数量は表 3-7 に示すとおりである。

a. 数量

表 3-7 数量表 (ポンプ制御システム)

No.	機器名	数量
1	ポンプ制御システム	
	SCADA PC	3
	22 インチモニタ (TFT モニタ)	2
	50 インチモニタ (LCD モニタ)	1
	PLC (プログラムロジックコントローラー)	1
	UPS (無停電電源装置)	1
	コントロールデスク、サーバラック	1 式
	I/O パネル	1
2	現場計測用計器	
	ポンプ井水位計	2
3	非常用電源装置	
	バッテリー	1 式
	バッテリーチャージャー	1

b. 仕様

システム構成

ポンプ制御盤のシステム構成の概念図は別添図 4 に示す。ポンプ制御盤はマレザ 2 ポンプ場のポンプ運転室に設置される。

システムの機能

ポンプ監視制御装置は以下の機能を持つ。

- ・データ収集及び監視

各種接点データは、受配電設備や各機側よりを収集され、測温抵抗体や電圧/電流

信号等は、信号変換器により適切なデータへ変換して PLC へ入力される。収集されたデータは、SCADA PC で編集・加工されモニタ上でグラフィック監視する。

グラフィック監視は、以下の機能を有するものとする。

- 受配電設備の模擬母線監視
- ポンプ場全体の状態監視
- ポンプ個別の状態監視
- ポンプ付帯設備の状態監視
- 各種故障状態監視
- 流量、圧力、温度等、各種プロセス計測値の監視
- 各種プロセス計測値のリアルタイムトレンドグラフ

・ポンプ設備制御

ポンプ運転に必要な起動条件やインターロック制御を組み込み、マウスによるモニタ上での操作により配水ポンプの運転／停止及び受配電設備の主要遮断機の入／切を行う。これらの操作はバックアップのために、二重化 PLC (Duplex PLC) を用いる。ポンプ監視制御装置より操作可能な機器は以下のとおりである。

10kV 受配電盤 受電遮断機 x 2 台 及び 分電用遮断機 x 2 台
6kV 受配電盤 受電遮断機 x 2 台 及び ポンプ用遮断機 x 4 台

コンピュータと PLC の機能

本システムに使用されるコンピュータと PLC は以下の機能を持つ。

・ SCADA PC

PLC を介し、データの収集を行い施設の監視データを保持する。収集されたデータを基に各機器の運転状態・警報等をグラフィック画面に表示する。また、受配電設備の遮断機及び開閉器の操作、主ポンプの起動／停止操作信号を二挙動操作にて出力する。

・ PLC

機場のプロセスデータを収集し SCADA PC へ伝送する。又、受電設備及びポンプ起動盤へ運転／停止信号を出力する。入出力を確実なものとするため、二重化 (Duplex) した PLC を用いる。

監視操作機器

全ての機器、装置及び盤は、高性能且つ長期間の使用に耐え得る製品とする。本システムは、現在生産中の最新の製品・装置を使用し、システムの整合性及びメンテナンスの容易さも加味して可能な限り同一製造業者の製品を使用する。

- コントロールデスク (PC-01)
 - 数量 : 1 式
 - タイプ : 屋内用, 0A デスクタイプ
 - 付属品 : 椅子 (2 脚)
- サーバラック
 - 数量 : 1 台
 - タイプ : 屋内用, コンピュータラックタイプ
 - 付属品 : テーブルタップ
- SCADA PC (PC-02)
 - 数量 : 3 台
 - CPU : Intel Xeon Processors 2.4GHz (Quad Core)
 - メモリ : 4GB (with ECC)
 - HDD : 450GBx2 個 (with RAID 1)
 - オプティカル ドライブ : 24xCD-ROM/RW, 8xDVD-R, 6xDVD-RW
 - ネットワークインターフェイス : 100Base-TX/1000Base-TX
 - オペレーティングシステム : Windows 2003 Server Standard
- モニタ (PC-03)
 - 数量 : 2 台
 - タイプ : TFT
 - サイズ : 22 インチワイドサイズ
 - 解像度 : 1,680 x 1,050 ドット
- LCD モニタ (PC-04)
 - 数量 : 1 台
 - タイプ : LCD
 - サイズ : 50 インチ
 - 解像度 : 1,920 x 1080 ドット
- PLC (PC-05)
 - 数量 : 1 台
 - CPU : 64k ステップ以上
 - 機能 : デュプレックス機能
 - I/O ユニット : デジタル/アナログ
 - 入出力点数 : I/O リスト参照 (図 5)
 - インターフェイス : 100Base-TX
- I/O パネル (PC-06)
 - 数量 : 1 面
 - タイプ : 屋内閉鎖自立型
 - 主部品 : MCCB
アイソレータ
RTD 変換器 (Pt100 / 電流)
電源分配器
電流変換器
Duplex PLC (“vi”) に記載)
 - パネル保護構造 : IP 43 以上
- UPS (PC-07)
 - 数量 : 1 台
 - タイプ : 常時商用インバータ給電方式
 - 出力容量 : 5kVA

交流入力	: AC230V, 50Hz
交流出力	: AC230V, 50Hz
バックアップ時間	: 120 分
インターフェイス	: イーサネット

計測機器

・水位計 (PC=08)

数量	: 2 台
型式	: 超音波式水位計
測定レンジ	: 0 - 5m
最小不感帯	: 0.6m 以下
精度	: +/-1cm 以内
電源	: AC230V, 50Hz 又は DC24C
出力	: DC4-20mA

バッテリー及びバッテリー充電装置

バッテリーは、10kV、6kV 受配電設備遮断機操作及び制御回路電源として用いられる。バッテリー充電装置は電気室に設置され、バッテリーはバッテリー室に据え付けられる。

・バッテリー仕様

数量	: 1 セット
仕様	: ベント型鉛蓄電池、高率放電ペースト式、HS 型
容量	: 135Ah / 5 時間
公称電圧	: 48.0V
セル数	: 24 セル
付属品	: バッテリーセル架台 液位低下アラーム用電極 セル連結ケーブル

・バッテリー充電器仕様 (PC-09)

数量	: 1 台
型式	: 屋内鋼板製閉鎖自立型
電源	: 3 相 3 線 400V, 50Hz
冷却方式	: 自然冷却
定格の種類	: 連続
電圧調整方式	: サイリスタ方式自動定電圧
充電方式	: 自動 (浮動及び均等充電) 及び手動
シリコンドロップ	: 10A 以上
外部出力信号	: 充電電流/電圧、充電方式選択、故障

3) モニタリングシステム

現在運転されているポンプ場は 6 箇所であるが、各ポンプ場は独立してそれぞれ運転されており、時間・日単位で変化する水需要に応じて水道システム全体を考慮した運転の最適化がなされていない。そのため、ポンプの故障の原因となるベアリングの加熱、過負荷運転に対する適切な対応の遅れ、ポンプ運転台数の不適切な選択等の問題が生じている。また、ポンプの故障や停止の際に他のポンプ場との連携が悪く、給・配水が円滑に実施されていない。

ポンプ場に対する本システムの構築は、全ポンプ場のポンプ運転情報やポンプ出口

側での流量・圧力の情報をリアルタイムで中央監視室において把握できる体制を整備し、中央監視室から各ポンプ場への適切な運転指示を可能とするものである。その結果、各ポンプ場間の運転連携（応援給水等）を取ることができるようになるため、各配水地域へ最適量の配水ができ、安定的な給水が期待できる。

また、配管網に対する本システムの構築は、各配水ブロック（DMA）の入り口の流量・圧力を中央監視室で監視することで、配水区域の仕切り弁開閉が容易となる。その結果偏流を防ぎ、不均一な配水の改善を目的としている。更に、配管網内の残留塩素を自動測定することで無塩素状態を防ぎ、安全な水質をより確実に確保することが可能となる。これらの目的に沿って、本モニタリングシステムは以下の動作ができるものとする。

- ・各ポンプ場のポンプ吐出主管の流量、圧力を監視するとともに、ポンプの運転状況を把握した上で、各ポンプ場のポンプ運転員を介して配水ポンプの適切な制御を行う。
- ・各配水ブロック（DMA）への流入量と圧力を監視し、各配水ブロックが適切な流入量になるよう手動バルブの制御を行う。
- ・配水管末端での残留塩素濃度を監視し、塩素注入率の設定を行う。
- ・配水池の水位を監視し、配水池の手動バルブによって水位の制御を行う。
- ・中央監視室でのデータの集積と分析を行う。

a. モニタリングシステムの対象施設

モニタリングシステムで監視する対象施設は、7ヶ所の配水ポンプ場、4ヶ所の配水池、現段階で配水ブロック（DMA）として仕切ることが出来る23ヶ所と7ヶ所の残留塩素測定のための配水管末端である。

モニタリングシステムにて監視する対象施設を図 3-4 に示す。

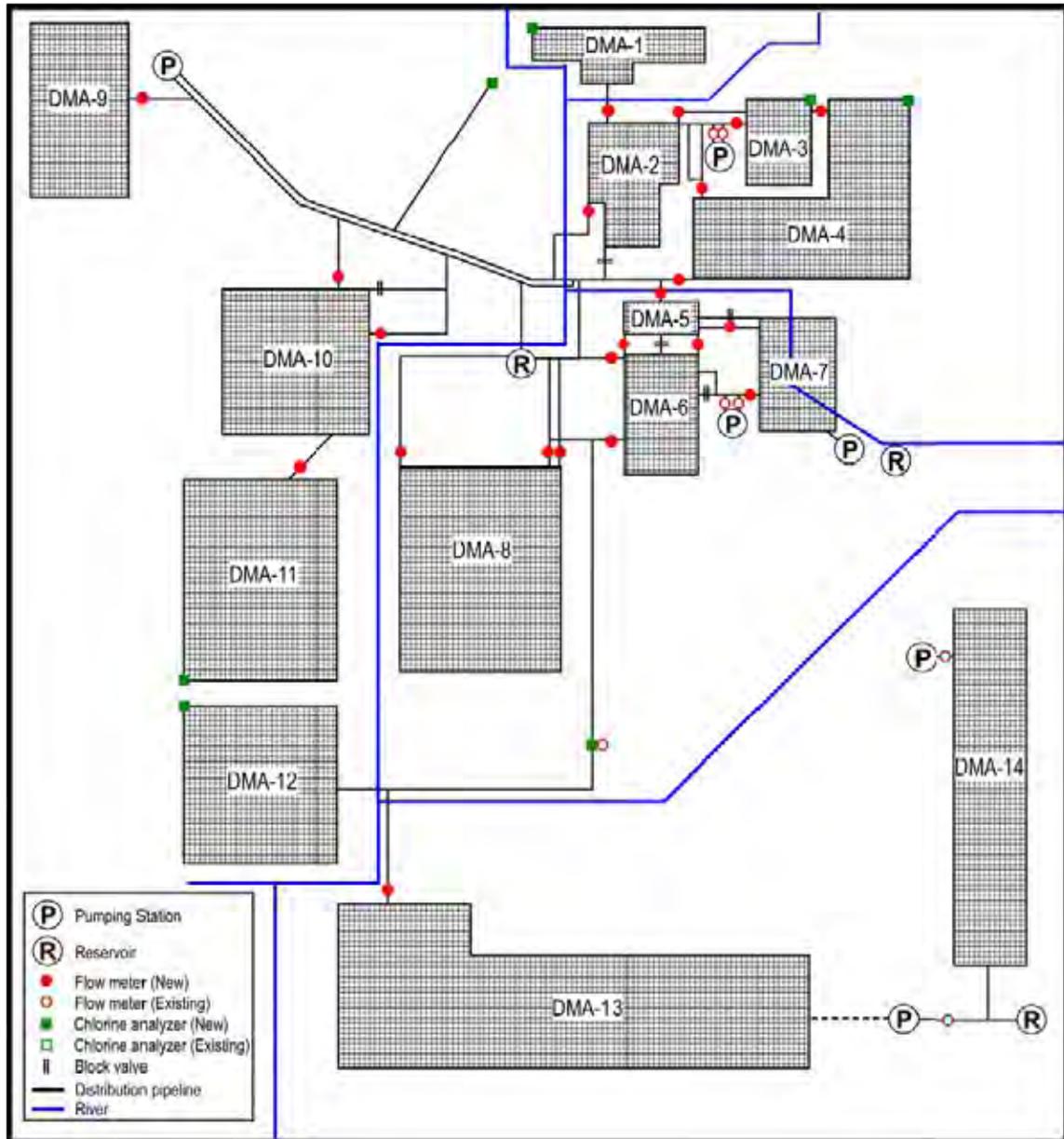


図 3-4 モニタリング監視対象施設

b. モニタリングシステム用機器の数量

表 3-8 モニタリングシステム用機器数量表

モニタリング機器	主な用途	中央監視室 (MCC)	Mareza Old ポンプ場	Mareza New ポンプ場	Zagoric ポンプ場	Cemovsko ポンプ場	Miljes ポンプ場	Dinosa ポンプ場	Vuksanlekici ポンプ場	DMA (水圧および残留塩素)	DMA (水圧および流量)	配水池	合計	
モニタリングシステム用機器	SQL Server	中央監視室で収集されるデータ保存	2										2	
	SCADA Server	中央監視室での運転データ収集と保存	1										1	
	Communication Server	リアルタイムデータの収集	1										1	
	SCADA HMI	運転状況のディスプレイへの表示	2										2	
	Fire Wall	不正侵入からの防御	1	1	1	1							4	
	TFT Monitor	20インチモニター	2										2	
	50" Display	50 インチモニター	2										2	
	RGB Switch	機械式スイッチ	2										2	
	Layer 2 SW	ネットワークの中継機器	1										1	
	Laser Printer	データの印字	1										1	
	GPRS Router	無線通信システム機器					1	1	1	1	7	23	4	38
	UPS	無停電電源装置	1	1	1	1	1	1	1	1	7	23	4	42
	Touch Panel	指示および監視パネル		1	1	1	1	1	1	1			1	8
	PLC	各監視場所における運転データの収集と保存		1	1	1	1	1	1	1	7	23	4	41
	Server Rack	中央監視室のサーバラック	1											1
	Control Desk	中央監視室のコントロールデスク	1											1
Interface Panel	運転データの収集および保存機器設置用ボックス		1	1	1	1	1	1	1	7	23	4	41	
現場測定機器	Pressure	水圧の計測								7	29		36	
	Flow	流量の計測			1	1	1				22		25	
	Residual Chlorine	残留塩素の計測								7			7	
	Level	水位の計測				1	1	1	1	1		8	13	

上記に加えて、以下の機材を調達する。

- ・各 DMA に設置される固定の流量計を調整するためにポータブル型の超音波流量計を 1 台調達する。
- ・配水ブロック (DMA) を仕切るための手動閉止バルブとして 2 台調達する。

c. モニタリングシステムの仕様

システム構成

モニタリングシステム設置場所

- ・中央監視室 (メインコントロールセンター) : 1 ヶ所
- ・配水ポンプ場* : 7 ヶ所
- ・配水池** : 1 カ所

注：*配水ポンプ場では自身のポンプ場のみ監視する。

**配水池では自身の配水池のみ監視する。

データ収集が行われる場所

- ・配水ポンプ場 : 7 ヶ所
- ・配水池 : 4 カ所
- ・配水ブロック (DMA) : 23 ヶ所
- ・配水管末端 (残留塩素測定用) : 7 ヶ所

データの伝送方法

データの伝送は以下の 2 つの通信システムである。

- ・無線システム - GPRS (General Packet Radio Service)
- ・有線システム - MIP Net (Montenegrin IP Network: Optical Fiber Network)

d. SCADA システムの機能

モニタリングシステムは以下の機能を持つ。

SCADA HMI (ヒューマン・マシン・インターフェイス)

Windows システム及びグラフィック機能を搭載し、オペレータとコンピュータ間のインターフェイス機能を持つ。マウス、キーボードを使用して、Windows のツールバー、ダイアログボックス及びアイコン等の操作を行う。グラフィック監視は以下の機能を有するものとする。

- ・施設の運転状況の監視
- ・プロセスデータの広域監視
- ・プロセスデータの施設毎の監視

データの収集及び保管

各施設からの計測値、接点データを収集する。施設の運転監視やトレンドグラフ、帳票作成、データ解析用にデータベースに格納される。また、運転・故障履歴として、日付・時間付の時系列フォーマットにて表示される。

履歴データの閲覧システム

ヒストリカルトレンド、帳票（日報、月報、年報）の作成を行う。ヒストリカルトレンドは、月や日時により水使用量の変化や過去のトレンド分析を行うことにより施設運転の最適化を図る。帳票は効率的で使いやすいアプリケーションにより作成・印字されるものとする。

e. サーバと PLC (programmable Logic Controller) の機能
SCADA システムに使用されるサーバと PLC は以下の機能を持つ。

Communication サーバ

GPRS 又は光回線で接続される施設の PLC に対して順次データの収集を行う。また、将来、配水ポンプ場への遠隔操作コマンドの発行を行うことができる。

GPRS 通信とイーサネット通信のリレーサーバの役割をし、収集したデータは、上位の SCADA サーバへ中継される。

- ・監視データ更新周期：1分毎以上（1施設あたり）
- ・通信方式（PLC-Communication サーバ）：GPRS 回線（64Kbps 程度）
- ・通信方式（Communication サーバ-SCADA サーバ）：TCP/IP Socket 通信

SCADA サーバ

Communication サーバを介し、各施設の PLC よりデータの収集を行い全施設の監視データを保持する。収集された監視データを基に、日/月/年毎の帳票を自動作成する。

- ・監視データ更新周期 : 10 秒毎
- ・通信方式 : TCP/IP ソケット通信
- ・帳票データ形式 : Microsoft EXCEL XP 以上

SQL サーバ

SCADA サーバが収集した全施設の監視データを過去一年間分保存し、履歴データを各 SCADA HMI へ公開する機能を持つ。

- ・ロセスデータ保存期間 : 1 年程度
- ・履歴データ保存期間 : 1 年程度
- ・帳票データ保存期間 : 10 年
- ・基本サーバソフトウェア : Microsoft SQL Server 2000

Fire Wall

本システムへの外部からの不正侵入を防ぐため外部との通信を監視し、コンピュータネットワークのセキュリティを強化する。本システムは有線（光通信）にて構成されるネットワークに適用される。

PLC

PLC は、配水ポンプ場、貯水池、DMA の各種プロセスデータを収集し、ネットワーク上（MCC）の Communication サーバへデータの発生時刻（タイムスタンプ）を付加して伝送を行う。

f. モニタリング機器仕様

全ての機器は、高性能且つ長期間の使用に耐え得る工業用製品とする。本システムは、現在生産中の製品を使用し、メンテナンスの容易さも加味して可能な限り同一製造業者の製品を使用する。

- コントロールデスク
 - 数量 : 1 式
 - タイプ : 屋内用, OA デスクタイプ
 - 付属品 : 椅子 (2 脚)
- サーバラック
 - 数量 : 1 台
 - タイプ : 屋内用, コンピュータラックタイプ
 - メンテナンス用コンソール : TFT 15 インチ
 - 付属品 : テーブルタップ
- Communication サーバ
 - 数量 : 1 台
 - CPU : Intel Xeon Processors 2.4GHz (Quad Core)
 - メモリ : 4GB (with ECC)
 - HDD : 450GBx2 個 (with RAID 1)
 - オプティカル ドライブ : 24xCD-ROM/RW, 8xDVD-R, 6xDVD-RW
 - ネットワークインターフェイス : 100Base-TX/1000Base-TX
 - オペレーティングシステム : Windows 2003 Server Standard
- SCADA サーバ
 - 数量 : 1 台
 - CPU : Intel Xeon Processors 2.4GHz (Quad Core)
 - メモリ : 4GB (with ECC)
 - HDD : 450GBx2 個 (with RAID 1)
 - オプティカル ドライブ : 24xCD-ROM/RW, 8xDVD-R, 6xDVD-RW
 - ネットワークインターフェイス : 100Base-TX/1000Base-TX
 - オペレーティングシステム : Windows 2003 Server Standard
- SQL サーバ
 - 数量 : 2 台
 - CPU : Intel Xeon Processors 2.4GHz (Quad Core)
 - メモリ : 4GB (with ECC)
 - HDD : 450GBx2 個 (with RAID 1)

オプティカル ドライブ	: 24xCD-ROM/RW, 8xDVD-R, 6xDVD-RW
ネットワークインターフェイス	: 100Base-TX/1000Base-TX
オペレーティングシステム	: Windows 2003 Server Standard
• Fire Wall	
数量	: 1 台 (MCC) 3 台 (端末)
ファイヤーウォールの最大スループット	: 300Mbps (MCC) 150Mbps (端末)
V P N最大セッション数	: 250 セッション (MCC) 25 セッション (端末)
機能	: V P N (I P Sec) 機能 パケットフィルタリング機能 侵入防御機能
ネットワークインターフェイス	: WAN 側 100Base-TX, L A N側 100Base-TX
• SCADA HMI	
数量	: 2 台
CPU	: Intel Core2 Duo E4500 Processor (2.2GHz, 2MB L2 cache, 800MHz)
メモリ	: 2GB
HDD	: 250GB
オプティカル ドライブ	: 24xCD-ROM/RW, 8xDVD-R, 6xDVD-RW
ネットワークインターフェイス	: 100Base-TX/1000Base-TX
オペレーティングシステム	: Windows XP Professional
アプリケーション	: Office 2007
• TFT モニタ	
数量	: 2 台
タイプ	: TFT
サイズ	: 22 インチワイドサイズ
解像度	: 1,680 x 1,050 ドット
• LCD モニタ	
数量	: 2 台
タイプ	: LCD
サイズ	: 50 インチ
解像度	: 1,920 x 1080 ドット
• レーザプリンタ	
数量	: 1 台
タイプ	: カラー/半導体レーザ+電子写真方式
RAM サイズ	: 96MB
用紙サイズ	: A3, A4
ネットワークインターフェイス	: 100Base-TX/1000Base-TX
• RGB スイッチ	
数量	: 2 台
タイプ	: 機械式スイッチ
ポート数	: 入力 3 ポート以上
付属	: 2 ポート RGB 分配器 3 台
• インターフェイスパネル	
数量	: 41 面

タイプ	: 屋内閉鎖自立又は壁掛型
主部品	: MCCB アイソレータ GPRS ルータ(“o”)参照 PLC(“n”)参照 UPS(“p”)参照 タッチパネル(“m”)参照(施設による)
パネル 保護構造	: IP 43 以上
• タッチパネル	
数量	: 8 台
タイプ	: TFT、カラー
解像度	: 800 x 600 ドット
• PLC	
数量	: 41 台
CPU	: 64k ステップ以上
I/O ユニット	: デジタル/アナログ
入出力点数	: I/O リスト参照(図7)
インターフェイス	: 100Base-TX
• GPRS ルータ	
数量	: 38 台
タイプ	: 産業用 GPRS ルータ
インターフェイス	: イーサネット
• UPS	
タイプ	: 常時商用インバータ給電方式
数量/出力容量	: 1 台 5kVA (MCC) 3 台 1.5kVA (FW 付端末) 38 台 750VA (FW 無端末)
交流入力	: AC230V, 50Hz
交流出力	: AC230V, 50Hz
バックアップ時間	: 120 分
インターフェイス	: イーサネット又はシリアルポート
• レイヤー2 スイッチ	
数量	: 1 台
タイプ	: レイヤー2 (データリンク層)
ネットワークインターフェイス	: 100Base-T
ポート数	: 8 以上

g. 計測機器仕様

• 圧力計	
数量	: 36 台
型式	: 防水型
取付方法	: ステム支持
ケース材質	: ステンレススチール又はアルミニウム合金
電源	: DC 24V
出力シグナル	: 4- 20mA DC, 2-wires
精度	: +/- 1 % 以内
圧力レンジ	: 0-1.6 Mpa

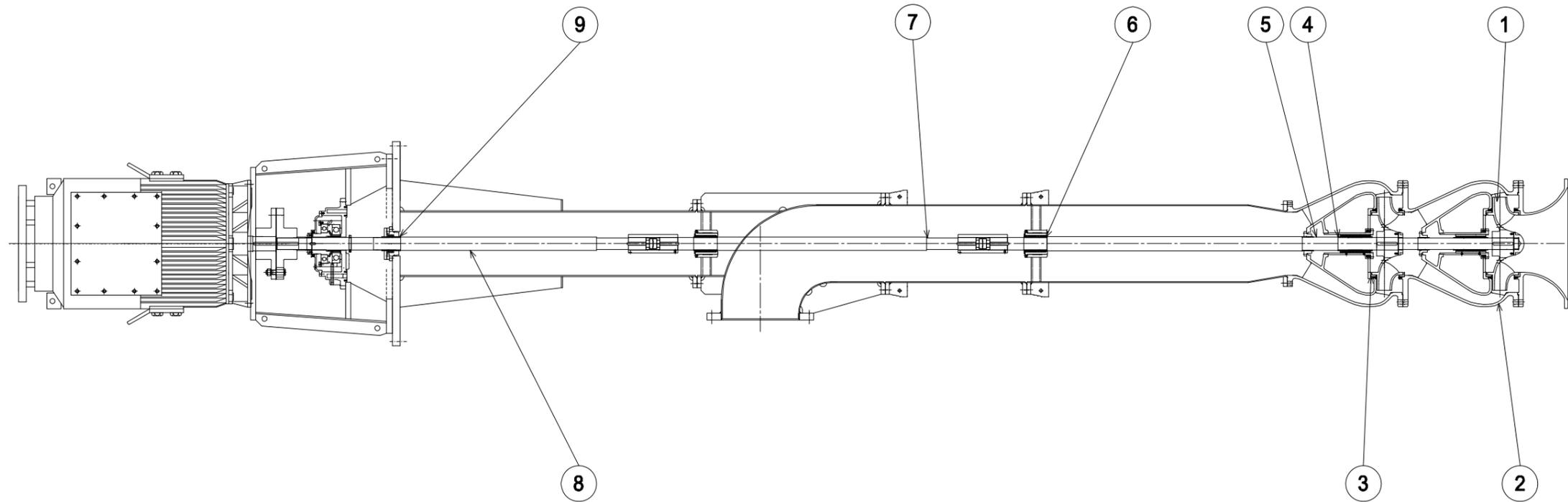
- 流量計
 - 数量 : 25 台
 - 型式 : 超音波流量計、クランプオン方式
双方向計測
 - 流速レンジ : 0.5 - 20m/s 程度
 - 精度 : 最大流量に対して+/-1%
 - 電源 : AC230V, 50Hz
 - 表示器 : LC ディスプレイ
 - アナログ出力 : 4-20mA
 - 接点出力 : 1 点以上
 - パネル保護構造 : IP65 以上
- 流量計 (ポータブル型)
 - 数量 : 1 台
 - 型式 : 超音波流量計、クランプオン方式、双方向
計測
 - 精度 : +/- 1.0%
 - 電源 : AC230V, 50Hz 及びバッテリー
 - 表示器 : LC ディスプレイ
 - アナログ出力 : 4-20mA
 - インターフェイス : RS232C
 - 適用配管口径 : 25 - 800mm
- 残留塩素計
 - 数量 : 7 台
 - 分析方法 : ポーラドグラフ方式
 - 測定濃度範囲 : 0 - 3mg/L 以上
 - 最低下限値 : 0.05 mg/L 以下
 - 最小検出流量 : 350ml/min 以下
 - サンプル流量 : 200-500 mL/min. 程度
 - 検水入口圧力 : 0.2Mpa 以下
 - 電源 : AC230V, 50Hz
 - 出力 : 4-20 mA
- 水位計 (配水池分)
 - 数量 : 8 台
 - 型式 : 超音波式水位計
 - 測定レンジ : 0 - 5m
 - 最小不感帯 : 0.6m 以下
 - 精度 : +/-1cm 以内
 - 電源 : AC230V, 50Hz 又は DC24C
 - 出力 : DC4-20mA
- 水位計 (ポンプ場 (Mareza 2 ポンプ場除く既設 5 ポンプ場))
 - 数量 : 5 台
 - 型式 : 圧力波式水位計
 - 測定レンジ : 0 - 20m
 - 精度 : 0.3%
- 配水ブロック (DMA) 用閉止バルブ
 - 数量 : ND80mm 1 台及びND150mm 1 台
 - 型式 : フランジ型手動スルース弁
 - 主要材質 : ダクタイル鋳鉄

3-2-3 基本設計図

基本設計に従って表 3-9 に示される図面を作成した。

表 3-9 図面リスト

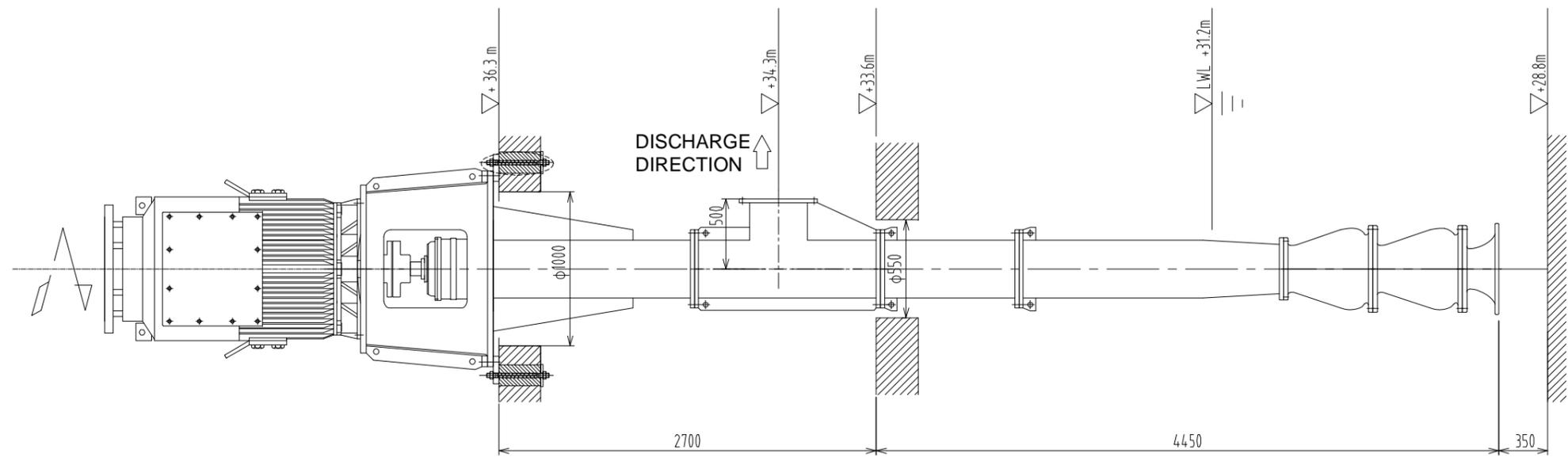
図名称	図番
立軸ポンプ外形・断面図 (Vertical Pump Outline & Sectional Drawing)	1
立軸ポンプ/モータ据付図 (Vertical Pump/Motor Installation Drawing)	2
ポンプ場内単線結線図 (Electrical Single Line Diagram for Pump Station)	3
ポンプ制御システム概念図 (Pump Control System Configuration Drawing)	4
ポンプ制御システム入出力信号 (Pump Control System Input/Output List)	5
モニタリングシステム概念図 (Monitoring System Configuration Drawing)	6
モニタリングシステム入出力信号 (Monitoring System Input/Output List)	7



1	IMPELLER	BRONZE CASTING		2	
2	DISCHARGE BOWL	CAST IRON		2	
3	CASING RING	BRONZE CASTING		4	
4	UPPER BUSH SLEEVE	BRONZE CASTING		2	
5	LOWER SHAFT	CARBON STEEL		1	
6	INTERMEDIATE BEARING SLEEVE	BRONZE CASTING		2	
7	INTERMEDIATE SHAFT	CARBON STEEL		1	
8	UPPER SHAFT	CARBON STEEL		1	
9	UPPER BUSH SLEEVE	BRONZE CASTING		1	
NO.	NAME OF PART	NAME		QUANT. FOR SET	REMARKS
			MATERIAL NO.		

NO.	DATE	APPROVED	REVISION

NOTE:



NO.	DATE	APPROVED	REVISION

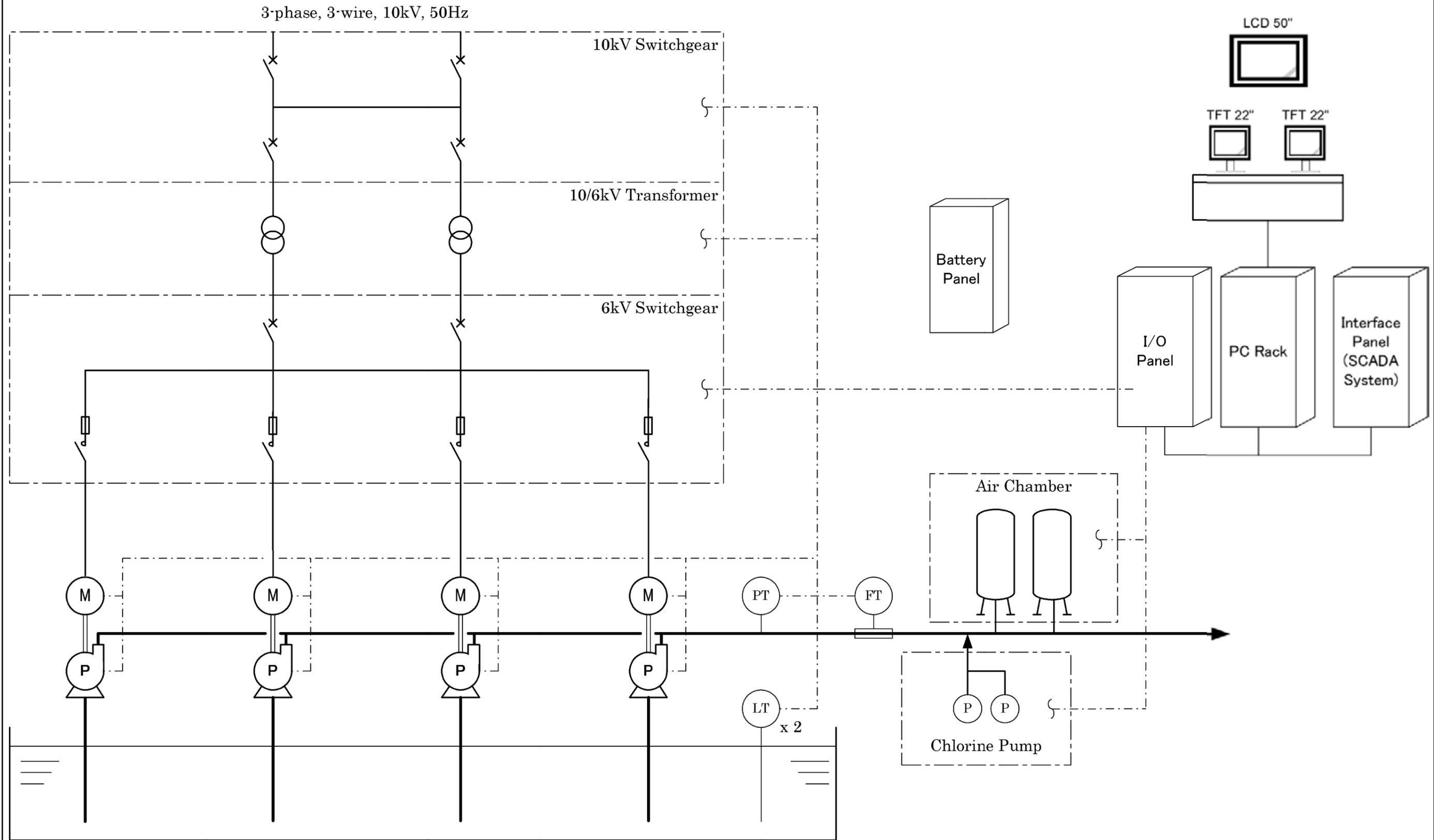
NOTE:



モンテネグロ国ポドゴリツァ市上水道システム緊急修復計画準備調査 (その2)
立軸ポンプ/モータ据付図

DATE	APPROVED
	CHECKED
	DRAWN
SCALE	DWG. NO.
	(2) 3-27◇

Electrical System in Mareza New Pump Station



NO.	DATE	APPROVED	REVISION

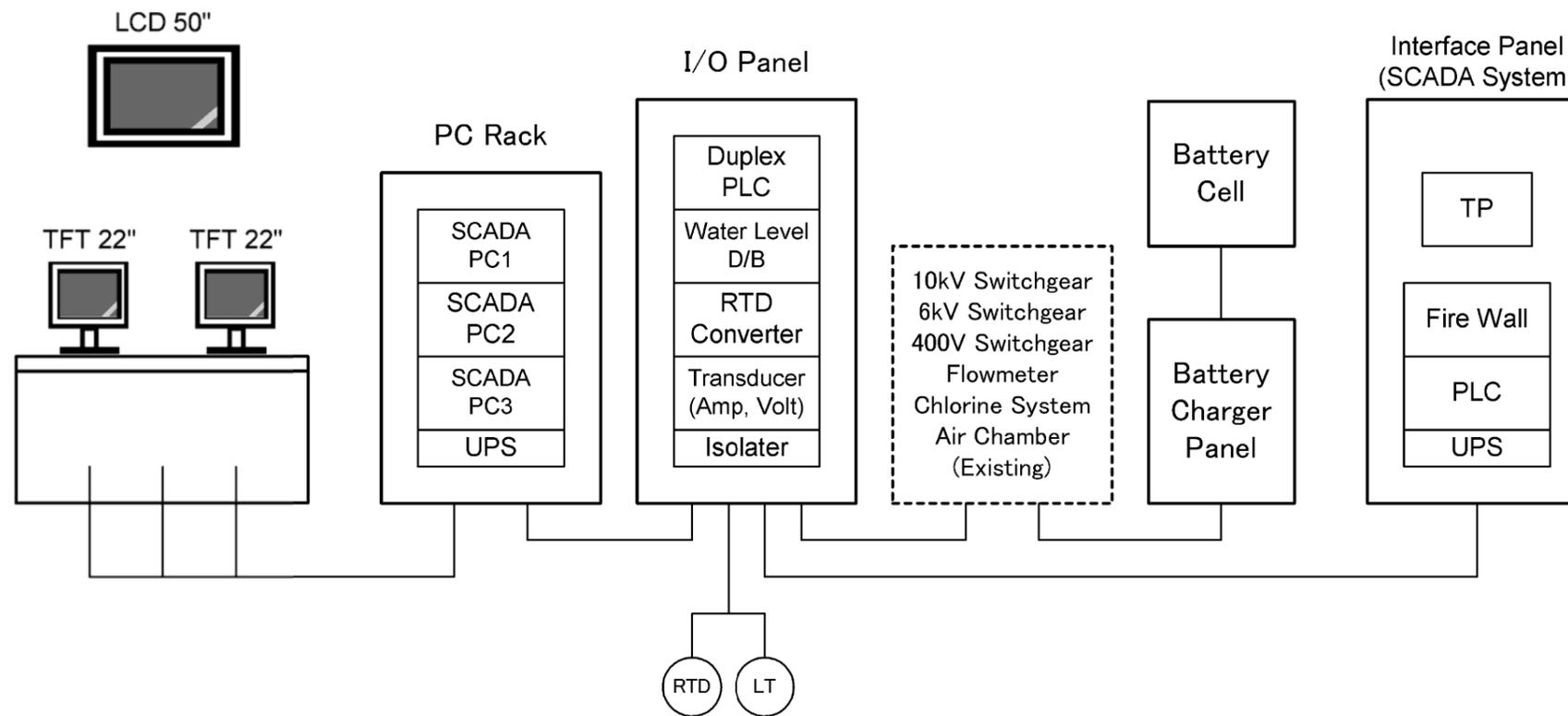
NOTE:



モンテネグロ国ポドゴリツァ市上水道システム緊急修復計画準備調査 (その2)

ポンプ場内単線結線図

DATE	APPROVED
SCALE	CHECKED
	DRAWN
	DWG. NO.
	(3) 3-29◇



NO.	DATE	APPROVED	REVISION

NOTE:

DATE	APPROVED
	CHECKED
	DRAWN
SCALE	DWG. NO.
	(4) 3-31◇

I/O List for Pump Monitoring and Operation Device (1/2)

No.	Item	Input		Output	Remarks
		Digital	Analog	Digital	
Mareza New PS					
<u>Electrical System</u>					
1	10kV Incoming voltage			1	0 - 110V
2	10kV Incoming Current			2	0 - 5A
3	10kV Outgoing Current			2	0 - 5A
4	10kV Incoming Overcurrent	2			
5	10kV Oovertoltage	1			
6	10kV Outgoing Overcurrent	2			
7	Incoming frequency			1	4 - 20mA
8	Power factor			1	4 - 20mA
9	Electric power (kW)			1	4 - 20mA
10	Electric energy (kWh)	1			
11	10kV Incoming CB ON	2		2	
12	10kV Incoming ES ON	2			
13	10kV Incoming LBS	4			
14	10kV GPT DS ON	1			
15	10kV Outgoing CB ON	2		2	
16	10kV Outgoing LBS ON	2			
17	Transformer Overcurrent Alarm	2			
18	Transformer Overcurrent Trip	2			
19	Transformer Buchholtz Alarm	2			
20	Transformer BuchholtzTrip	2			
21	Transformer Temperature Alarm	2			
22	Transformer Temperature Trip	2			
23	6kV Incoming Current			2	0 - 5A
24	6kV Voltage			1	0 - 110V
25	6kV Incoming Overcurrent	2			
26	6kV Undervoltage	1			
27	6kV Incoming CB ON	2		2	
28	6kV Motor Feeder ES ON	4			
29	6kV Motor CB ON			4	
30	Battery Voltage			2	4 - 20mA
31	Battery Current			1	4 - 20mA
32	Battery Fault	2			
<u>Pump Signal/Measurement</u>					
1	Suction water level			2	4 - 20mA
2	Suction water level low alarm	2			
3	Suction water level low low trip	2			
4	Motor current			4	0 - 5A
5	Motor winding temperature			12	RTD
6	Motor winding temperature high	12			
7	Motor winding temperature trip	12			
8	Motor upper bearing temperature			4	RTD
9	Motor upper bearing temperature high	4			
10	Motor upper bearing temperature trip	4			
11	Motor lower bearing temperature			4	RTD
12	Motor lower bearing temperature high	4			
13	Motor lower bearing temperature trip	4			
14	Pump bearing temperature			4	RTD
15	Pump bearing temperature high	4			
16	Pump bearing temperature trip	4			
17	Pump stop	4			
18	Pump running	4			
19	Pump fault	4			



JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

モンテネグロ国ポドゴリツァ市上水道システム緊急修復計画準備調査（その2）

ポンプ制御システム入出力信号（1/2）

DATE

DWG. NO.

(5-1)

I/O List for Pump Monitoring and Operation Device (2/2)

No.	Item	Input		Output	Remarks
		Digital	Analog	Digital	
20	Chlorine pump discharge pressure		1		4 - 20mA
21	Chlorine pump stop	2			
22	Chlorine pump running	2			
23	Chlorine pump fault	2			
	Station Signal/Measurement				
1	Pump discharge header pressure		1		4 - 20mA
2	Compressor running	1			
3	Compressor stop	1			
4	Compressor fault	1			
5	Pump discharge header flow		1		4 - 20mA
6	Residual chlorine contents		1		4 - 20mA
7	Chlorine gas leakage alarm	1			
8	Air chamber pressure		2		4 - 20mA
9	Air chamber pressure low	2			
10	Air chamber water level		2		4 - 20mA
	TOTAL:	118	52	10	



JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

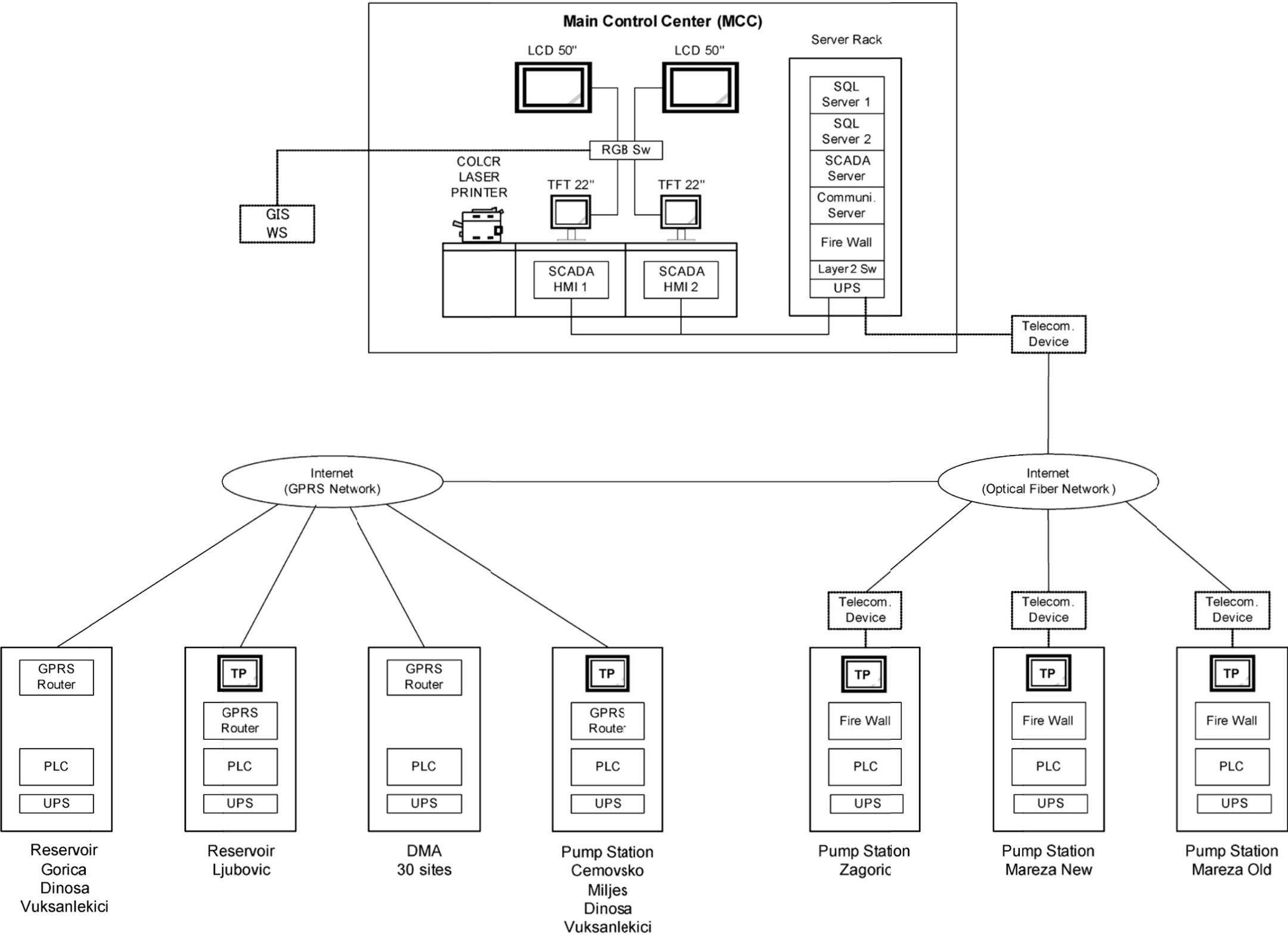
モンテネグロ国ポドゴリツァ市上水道システム緊急修復計画準備調査 (その2)

ポンプ制御システム入出力信号 (2/2)

DATE

DWG. NO.
(5-2)

SCADA System Configuration



NO.	DATE	APPROVED	REVISION

NOTE:



モンテネグロ国ポドゴリツァ市上水道システム緊急修復計画準備調査 (その2)
 モニタリングシステム概念図

DATE	APPROVED
SCALE	CHECKED
	DRAWN
	DWG. NO.
	(6) 3-35

I/O List for SCADA System in Mijes P/S (1/2)

No.	Item	Input		Output	Remarks
		Digital	Analog	Digital	
Milješ PS					
<u>Electrical System</u>					
1	Incoming voltage	1	1		4-20mA
2	Incoming current (A)	1	1		4-20mA
3	Incoming frequency	1	1		4-20mA
4	Power factor	1	1		4-20mA
5	Electric power (kW)	1	1		4-20mA
6	Electric energy (kWh)	1			
7	Overcurrent	1			
8	Overvoltage	1			
9	Undervoltage	1			
10	Earth fault	1			
11	Circuit breaker ON	1			
12	Load break switch ON	1			
13	Disconnecting switch ON	1			
<u>Pump Signal/Measurement</u>					
1	Pump stop	3			
2	Pump running	3			
3	Pump fault	3			
4	Motor current		3		4-20mA
5	Motor power	3	3		4-20mA
6	Motor winding temperature		3		RTD
7	Motor winding temperature high	3			
8	Motor winding temperature trip	3			
9	Well water level		3		4-20mA
10	Well water level low alarm	3			
11	Well water level low low trip	3			
12	Chlorine pump discharge pressure		1		4-20mA
13	Chlorine pump stop	2			
14	Chlorine pump running	2			
15	Chlorine pump fault	2			
<u>Station Signal/Measurement</u>					
1	Pump discharge header pressure		2		4-20mA
2	Pump discharge header flow		2		4-20mA
3	Residual chlorine contents		2		4-20mA
4	Chlorine gas leakage alarm	1			
<u>Frequency converter (1 set)</u>					
1	FC start	1			
2	FC stop	1			
3	Runing mode local	1			RS 485
4	Runing mode remote	1			RS 485
5	Level set point (m)	1			RS 485
6	Pressure set point (bar)	1			RS 485
7	Flow set point (l/s)	1			RS 485
8	Actual setup	4			RS 485
9	Frequency converter running	1			RS 485
10	Frequency converter sleep mode	1			RS 485
11	Frequency converter stoped	1			RS 485
12	Frequency converter failure	1			RS 485
13	Frequency (Hz)	1			RS 485
14	Frequency converter warning	1			RS 485
15	Frequency converter alarm	1			RS 485
<u>Soft starter (2 set)</u>					
1	SS start	2			
2	SS stop	2			



JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

モンテネグロ国ポドゴリツァ市上水道システム緊急修復計画準備調査 (その2)

モニタリングシステム入出力信号 (1/12)

DATE

DWG. NO.
(7-1)

I/O List for SCADA System in Mijes P/S (2/2)

No.	Item	Input		Output	Remarks
		Digital	Analog	Digital	
3	Runing mode local	2			RS 485
4	Runing mode remote	2			RS 485
5	Soft starter starting	2			RS 485
6	Soft starter by passed	2			RS 485
7	Soft starter ready	2			RS 485
8	Soft starter failure	2			RS 485
TOTAL:		78	19		



JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

モンテネグロ国ポドゴリツァ市上水道システム緊急修復計画準備調査 (その2)

モニタリングシステム入出力信号 (2/12)

DATE

DWG. NO.
(7-2)

I/O List for SCADA System in Cemovsko P/S (1/2)

No.	Item	Input		Output	Napomene
		Digital	Analog	Digital	
Cemovsko Polje PS					
Electrical System (Električni sistem)					
1	Incoming voltage	1	1		4-20mA
2	Voltage	1	1		4-20mA
3	Incoming frequency	1	1		4-20mA
4	Power factor	1	1		4-20mA
5	Electric power (kW)	1	1		4-20mA
6	Electric energy (kWh)	1			
7	Overcurrent	1			
8	Overvoltage	1			
9	Undervoltage	1			
10	Earth fault	1			
11	Circuit breaker ON	1			
12	Load break switch ON	1			
13	Disconnecting switch ON	1			
14	Transformer winding temperature high	1			
15	Transformer buchholtz relay operated	1			
Pump Signal/Measurement					
1	Well water level		5		4-20mA
2	Well water level low alarm	5			
3	Well water level low low trip	5			
4	Motor current		5		4-20mA
5	Motor power	5	5		4-20mA
6	Motor winding temperature		5		
7	Motor winding temperature high	5			
8	Motor winding temperature trip	5			
12	Pump stop	5			
13	Pump running	5			
14	Pump fault	5			
15	Chlorine pump discharge pressure		1		4-20mA
16	Chlorine pump stop	3			
17	Chlorine pump running	3			
18	Chlorine pump fault	3			
Station Signal/Measurement (Signal stanice/mjerenja)					
1	Pump discharge header pressure		2		4-20mA
2	Pump discharge header flow		2		4-20mA
3	Residual chlorine contents		2		4-20mA
4	Chlorine gas leakage alarm	1			
Frequency converter (1 set)					
1	FC start	1			
2	FC stop	1			
3	Runing mode local	1			RS 485
4	Runing mode remote	1			RS 485
5	Level set point (m)	1			RS 485
6	Pressure set point (bar)	1			RS 485
7	Flow set point (l/s)	1			RS 485
8	Actual setup	4			RS 485
9	Frequency converter running	1			RS 485
10	Frequency converter sleep mode	1			RS 485
11	Frequency converter stoped	1			RS 485
12	Frequency converter failure	1			RS 485
13	Frequency (Hz)	1			RS 485
14	Frequency converter warning	1			RS 485
15	Frequency converter alarm	1			RS 485
Soft starter (1 set)					
1	SS start	1			



JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

モンテネグロ国ポドゴリツァ市上水道システム緊急修復計画準備調査 (その2)

モニタリングシステム入出力信号 (3/12)

DATE

DWG. NO.
(7-3)

I/O List for SCADA System in Cemovsko P/S (2/2)

No.	Item	Input		Output	Napomene
		Digital	Analog	Digital	
2	SS stop	1			
3	Runing mode local	1			RS 485
4	Runing mode remote	1			RS 485
5	Soft starter starting	1			RS 485
6	Soft starter by passed	1			RS 485
7	Soft starter ready	1			RS 485
8	Soft starter failure	1			RS 485
	TOTAL:	91	27		



JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

モンテネグロ国ポドゴリツァ市上水道システム緊急修復計画準備調査（その2）

モニタリングシステム入出力信号（4/12）

DATE

DWG. NO.
(7-4)

I/O List for SCADA System in Mareza Old P/S (1/2)

No.	Item	Input		Output	Napomene
		Digital	Analog	Digital	
Mareza Old PS					
Electrical System					
1	Incoming voltage (10 KV)	2	1		4-20mA
2	Voltage (0,4 KV)	2	1		4-20mA
3	Incoming frequency	1	1		4-20mA
4	Power factor	1	1		4-20mA
5	Electric power (kW)	1	1		4-20mA
6	Electric energy (kWh)	1			
7	Overcurrent	1			
8	Overvoltage	1			
9	Undervoltage	1			
10	Earth fault	1			
11	Circuit breaker ON	1			
12	Load break switch ON	1			
13	Disconnecting switch ON	1			
14	Transformer winding temperature high	1			
15	Transformer buchholtz relay operated	1			
Pump Signal/Measurement					
1	Pool water level		1		4-20mA
2	Pool water level low alarm	1			
3	Pool water level low low trip	1			
4	Motor current		5		4-20mA
5	Motor power	5	5		4-20mA
6	Motor winding temperature	15			
7	Motor winding temperature high	15			
8	Motor winding temperature trip	15			
9	Motor bearing temperature		10		RTD
10	Motor bearing temperature high	10			
11	Motor bearing temperature trip	10			
12	Pump bearing temperature		5		RTD
13	Pump bearing temperature high	5			
14	Pump bearing temperature trip	5			
15	Pump stop	5			
16	Pump running	5			
17	Pump fault	5			
18	Chlorine pump discharge pressure		1		4-20mA
19	Chlorine pump stop	4			
20	Chlorine pump running	4			
21	Chlorine pump fault	4			
Station Signal/Measurement					
1	Pump discharge header pressure		3		4-20mA
2	Pump discharge header flow		3		4-20mA
3	Residual chlorine contents		3		4-20mA
4	Chlorine gas leakage alarm	1			
Frequency converter (2 set)					
1	FC start	2			
2	FC stop	2			
3	Runing mode local	2			RS 485
4	Runing mode remote	2			RS 485
5	Level set point (m)	2			RS 485
6	Pressure set point (bar)	2			RS 485
7	Flow set point (l/s)	2			RS 485
8	Actual setup	8			RS 485
9	Frequency converter running	2			RS 485



JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

モンテネグロ国ボドゴリツァ市上水道システム緊急修復計画準備調査 (その2)

モニタリングシステム入出力信号 (5/12)

DATE

DWG. NO.
(7-5)

I/O List for SCADA System in Mareza Old P/S (2/2)

No.	Item	Input		Output	Napomene
		Digital	Analog	Digital	
10	Frequency converter sleep mode	2			RS 485
11	Frequency converter stoped	2			RS 485
12	Frequency converter failure	2			RS 485
13	Frequency (Hz)	2			RS 485
14	Frequency converter warning	2			RS 485
15	Frequency converter alarm	2			RS 485
	Soft starter (3 set)				
1	SS start	3			
2	SS stop	3			
3	Runing mode local	3			RS 485
4	Runing mode remote	3			RS 485
5	Soft starter starting	3			RS 485
6	Soft starter by passed	3			RS 485
7	Soft starter ready	3			RS 485
8	Soft starter failure	3			RS 485
	TOTAL:	187	41		



JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

モンテネグロ国ポドゴリツァ市上水道システム緊急修復計画準備調査 (その2)

モニタリングシステム入出力信号 (6/12)

DATE

DWG. NO.
(7-6)

I/O List for SCADA System in Marezza New P/S (1/1)

No.	Item	Input		Output	Remarks
		Digital	Analog	Digital	
Marezza New PS					
<u>Electrical System</u>					
1	Incoming voltage (10 KV)	2	1		PLC Network
2	Voltage (6 KV)	2	1		PLC Network
3	Incoming frequency	1	1		PLC Network
4	Power factor	1	1		PLC Network
5	Electric power (kW)	1	1		PLC Network
6	Electric energy (kWh)	1			PLC Network
7	Overcurrent	1			PLC Network
8	Overvoltage	1			PLC Network
9	Undervoltage	1			PLC Network
10	Earth fault	1			PLC Network
11	Circuit breaker ON	1			PLC Network
12	Load break switch ON	1			PLC Network
13	Disconnecting switch ON	1			PLC Network
14	Transformer winding temperature high	1			PLC Network
15	Transformer buchholtz relay operated	1			PLC Network
<u>Pump Signal/Measurement</u>					
1	Pool water level			2	PLC Network
2	Pool water level low alarm	2			PLC Network
3	Pool water level low low trip	2			PLC Network
4	Motor current			4	PLC Network
5	Motor winding temperature			12	PLC Network
6	Motor winding temperature high	12			PLC Network
7	Motor winding temperature trip	12			PLC Network
8	Motor upper bearing temperature			4	PLC Network
9	Motor upper bearing temperature high	4			PLC Network
10	Motor upper bearing temperature trip	4			PLC Network
11	Motor lower bearing temperature			4	PLC Network
12	Motor lower bearing temperature high	4			PLC Network
13	Motor lower bearing temperature trip	4			PLC Network
14	Pump bearing temperature			4	PLC Network
15	Pump bearing temperature high	4			PLC Network
16	Pump bearing temperature trip	4			PLC Network
17	Pump stop	4			PLC Network
18	Pump running	4			PLC Network
19	Pump fault	4			PLC Network
20	Chlorine pump discharge pressure			1	PLC Network
21	Chlorine pump stop	2			PLC Network
22	Chlorine pump running	2			PLC Network
23	Chlorine pump fault	2			PLC Network
<u>Station Signal/Measurement</u>					
1	Pump discharge header pressure			1	PLC Network
2	Compressor running	1			PLC Network
3	Compressor stop	1			PLC Network
4	Compressor fault	1			PLC Network
5	Pump discharge header flow			1	PLC Network
6	Residual chlorine contents			1	PLC Network
7	Chlorine gas leakage alarm	1			PLC Network
8	Air chamber pressure			2	PLC Network
9	Air chamber pressure low	2			PLC Network
10	Air chamber water level			2	PLC Network
TOTAL:		93	43		



JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

モンテネグロ国ポドゴリツァ市上水道システム緊急修復計画準備調査 (その2)

モニタリングシステム入出力信号 (7/12)

DATE

DWG. NO.
(7-7)

I/O List for SCADA System in Zagoric P/S (1/2)

No.	Item	Input		Output	Napomene
		Digital	Analog	Digital	
Zagorič PS					
Electrical System					
1	Incoming voltage (10 KV)	2	2		4-20mA
2	Voltage	2	2		4-20mA
3	Incoming frequency	1	1		4-20mA
4	Power factor	1	1		4-20mA
5	Electric power (kW)	1	1		4-20mA
6	Electric energy (kWh)	1			
7	Overcurrent	1			
8	Overvoltage	1			
9	Undervoltage	1			
10	Earth fault	1			
11	Circuit breaker ON	1			
12	Load break switch ON	1			
13	Disconnecting switch ON	1			
14	Transformer winding temperature high	1			
15	Transformer buchholtz relay operated	1			
Pump Signal/Measurement					
1	Well water level		5		4-20mA
2	Well water level low alarm	5			
3	Well water level low low trip	5			
4	Motor current		5		4-20mA
5	Motor power	5	5		4-20mA
6	Motor winding temperature		9		RTD
7	Motor winding temperature high	9			
8	Motor winding temperature trip	9			
9	Motor bearing temperature		4		RTD
10	Motor bearing temperature high	4			
11	Motor bearing temperature trip	4			
12	Pump stop	5			
13	Pump running	5			
14	Pump fault	5			
15	Chlorine pump discharge pressure		1		4-20mA
16	Chlorine pump stop	2			
17	Chlorine pump running	2			
18	Chlorine pump fault	2			
Station Signal/Measurement					
1	Pump discharge header pressure		1		4-20mA
2	Compressor running	1			
3	Compressor stop	1			
4	Compressor fault	1			
5	Pump discharge header flow		2		4-20mA
6	Residual chlorine contents		2		4-20mA
7	Chlorine gas leakage alarm	1			
8	Air chamber pressure		1		4-20mA
9	Air chamber pressure low	1			
10	Air chamber water level		1		4-20mA
Frequency converter (1 set)					
1	FC start	1			
2	FC stop	1			
3	Running mode local	1			RS 485
4	Running mode remote	1			RS 485
5	Level set point (m)	1			RS 485
6	Pressure set point (bar)	1			RS 485
7	Flow set point (l/s)	1			RS 485



JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

モンテネグロ国ポドゴリツァ市上水道システム緊急修復計画準備調査 (その2)

モニタリングシステム入出力信号 (8/12)

DATE

DWG. NO.
(7-8)

I/O List for SCADA System in Zagoric P/S (2/2)

No.	Item	Input		Output	Napomene
		Digital	Analog	Digital	
8	Actual setup	4			RS 485
9	Frequency converter running	1			RS 485
10	Frequency converter sleep mode	1			RS 485
11	Frequency converter stoped	1			RS 485
12	Frequency converter failure	1			RS 485
13	Frequency (Hz)	1			RS 485
14	Frequency converter warning	1			RS 485
15	Frequency converter alarm	1			RS 485
	Soft starter (4 set)				
1	SS start	4			
2	SS stop	4			
3	Runing mode local	4			RS 485
4	Runing mode remote	4			RS 485
5	Soft starter starting	4			RS 485
6	Soft starter by passed	4			RS 485
7	Soft starter ready	4			RS 485
8	Soft starter failure	4			RS 485
	TOTAL:	134	43		

I/O List for SCADA System in Dinosa P/S (1/1)

No.	Item	Input		Output	Napomene
		Digital	Analog	Digital	
Dinoša PS					
<u>Electrical System</u>					
1	Incoming voltage	1	1		4-20mA
2	Incoming current (A)	1	1		4-20mA
3	Incoming frequency	1	1		4-20mA
4	Power factor	1	1		4-20mA
5	Electric power (kW)	1	1		4-20mA
6	Electric energy (kWh)	1			
7	Overcurrent	1			
8	Overvoltage	1			
9	Undervoltage	1			
10	Earth fault	1			
11	Circuit breaker ON	1			
12	Load break switch ON	1			
13	Disconnecting switch ON	1			
14	Transformer winding temperature high	1			
15	Transformer buchholtz relay operated	1			
<u>Pump Signal/Measurement</u>					
1	Pump running mode auto	1			
2	Pump running mode manual	1			
3	Pump stop	2			
4	Pump running	2			
5	Pump fault	2			
6	Motor current		2		4-20mA
7	Motor power	2	2		4-20mA
8	Motor winding temperature		2		RTD
9	Motor winding temperature high	2			
10	Motor winding temperature trip	2			
11	Well water level		2		4-20mA
12	Well water level low alarm	2			
13	Well water level low low trip	2			
14	Chlorine pump discharge pressure		1		4-20mA
15	Chlorine pump stop	2			
16	Chlorine pump running	2			
17	Chlorine pump fault	2			
<u>Station Signal/Measurement</u>					
1	Pump discharge header pressure		2		4-20mA
2	Pump discharge header flow		2		4-20mA
3	Residual chlorine contents		2		4-20mA
4	Chlorine gas leakage alarm	1			
5	Water level reservoir		1		4-20mA
6	Water level reservoir high	1			
7	Water level reservoir low	1			
<u>Soft starter (2 set)</u>					
1	SS start	2			
2	SS stop	2			
5	Soft starter starting	2			RS 485
6	Soft starter by passed	2			RS 485
7	Soft starter ready	2			RS 485
8	Soft starter failure	2			RS 485
TOTAL:		54	21		



JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

モンテネグロ国ポドゴリツァ市上水道システム緊急修復計画準備調査 (その2)

モニタリングシステム入出力信号 (10/12)

DATE

DWG. NO.
(7-10)

I/O List for SCADA System in Vuksanlekici P/S (1/1)

No.	Item	Input		Output	Napomene
		Digital	Analog	Digital	
Vuksanlekici PS					
<u>Electrical System</u>					
1	Incoming voltage	1	1		4-20mA
2	Incoming current (A)	1	1		4-20mA
3	Incoming frequency	1	1		4-20mA
4	Power factor	1	1		4-20mA
5	Electric power (kW)	1	1		4-20mA
6	Electric energy (kWh)	1			
7	Overcurrent	1			
8	Overvoltage	1			
9	Undervoltage	1			
10	Earth fault	1			
11	Circuit breaker ON	1			
12	Load break switch ON	1			
13	Disconnecting switch ON	1			
14	Transformer winding temperature high	1			
15	Transformer buchholtz relay operated	1			
<u>Pump Signal/Measurement</u>					
1	Pump stop	2			
2	Pump running	2			
3	Pump fault	2			
4	Motor current		2		4-20mA
5	Motor power	2			4-20mA
6	Motor winding temperature		2		RTD
7	Motor winding temperature high	2			
8	Motor winding temperature trip	2			
9	Well water level		2		4-20mA
10	Well water level low alarm	2			
11	Well water level low low trip	2			
12	Chlorine pump discharge pressure		2		4-20mA
13	Chlorine pump stop	2			
14	Chlorine pump running	2			
15	Chlorine pump fault	2			
<u>Station Signal/Measurement (</u>					
1	Pump discharge header pressure		2		4-20mA
2	Pump discharge header flow		2		4-20mA
3	Residual chlorine contents		2		4-20mA
4	Chlorine gas leakage alarm	1			
TOTAL:		38	19		

3-2-4 調達計画

3-2-4-1 調達方針

本計画は「モ」国と日本政府との間で交換される交換公文（E/N）、及び国際協力機構との間で締結される贈与契約（G/A）に記載された条件によって実施される。本計画の「モ」国側実施機関はポトゴリツァ市傘下のPWS（ポトゴリツァ上下水道公社）である。事業実施後の機材の維持管理・運営はPWSが引き続き実施する。PWSは実施に際し詳細設計、入札図書の作成、入札にかかる補佐、機材調達の監理といったサービスを受けるためにコンサルタントを雇用する。機材据付の際には現地地下請け業者の活用をはかる。

3-2-4-2 調達上の留意事項

- ポンプの据付工程は、PWS側の既設ポンプ運転計画を配慮して策定する。現在PWSは既設ポンプ4台中2台同時運転しているため、新規ポンプの据付工事は2台ずつ行い、据付期間中もポンプ2台は常時運転できるようにする。
- モニタリングシステムの導入に際しては、PWSがT-Com（民間の通信会社）の携帯電話網や光ケーブルを使用する契約を締結し、通信環境を整備する必要がある。この契約は、T-Com側の調達期間を考慮して日本側及びPWS側が据付工事を開始する2～3月前に行う必要がある。
- PWS側が行うポンプ場、配水池、配水ブロックでのインターフェイスパネルの据付や配線工事、配水ブロックでの現場計器/発信器（流量計、圧力発信器、残留塩素濃度計）の据付は対象機材の数量が多いため、十分な据付期間を設けた工程を作成する。
- 調達機材は現地の技術水準、計画実施後の維持管理、交換部品やアフターセールスサービスの調達の可能性を踏まえ、現地製品、第三国製品、日本製品からPWSにとって最も有利な製品を選択する。
- 調達する機材の引渡し窓口機関はPWSとする。
- 「モ」国政府は、負担区分の工事実施、輸入許可、免税手続き、通関手配、その他免税業務一般について滞りなく行われるよう留意する。
- 日本側調達業者は、機材の輸送の確認、通関や貨物の受領、据付が迅速に行われるよう留意する。また、調達機材の据付工事、試運転、取扱説明、維持管理説明及び引渡しまで遅滞なく行われるよう留意する。

3-2-4-3 調達・据付区分

日本側と「モ」国側の調達及び据付の実施区分は表 3-10 のとおりである。

表 3-10 日本と「モ」国の調達・据付区分

項目	調達	据付
1. マレザ新ポンプ場関連		
(1) 配水ポンプ/モータとフィッティング	日本	日本/「モ」* ¹
(2) ポンプ振動防止対策（必要な場合）		
-ポンプ/モータ振動防止	日本	日本
-ポンプ井改良	-	「モ」
(3) ポンプ制御システムと現場計器	日本	日本/「モ」* ²
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/「モ」* ³	日本* ⁴ /「モ」* ⁴
(2) 現場計器（流量計、圧力計、残留塩素計）	日本/「モ」* ⁵	「モ」
(3) 通信システム	「モ」	「モ」

注) : *¹ 「モ」国側は既設モータのケーブル撤去と、既設ポンプ/モータの撤去を行う。
*² 「モ」国側は既設のポンプ制御盤とケーブルの撤去を行う。
*³ 「モ」国側は電源ケーブル、信号ケーブル、配水ブロック用インターフェイスパネルを収容するキオスクの調達を行う。
*⁴ 日本側は中央監視室の据付を行い、「モ」国側はそれ以外の全ての据付を行う。
*⁵ 「モ」国側は現場計器取付け用の配管資材、ケーブルの調達を行う。

3-2-4-4 据付監理計画/調達監理計画

本計画は日本国の無償資金協力として実施され、コンサルタントは以下の業務を行なう。

- (1) 実施設計
詳細設計を実施し入札図書等の事業実施に必要な書類の作成を行なう。
- (2) 入札
コンサルタントはPWSを補佐し入札を行なう。入札後締結される契約は、国際協力機構（JICA）の認証後発効する。
- (3) 調達・据付監督
コンサルタントはPWSを補佐し、着工前打合せ、工場出荷前検査を行うとともに、調達業者が行う技術指導・保守マニュアル等の引渡しが確実に行われるよう監理し、E/Nに定められた期間内に機材の調達と据付を完了するよう手配する。

3-2-4-5 品質管理計画

調達機材の品質を確保するため出荷前に工場検査を行う。ポンプ/モータについては、据付・試運転後振動値が規定値以下であることを確認する。

モニタリングシステムについては、工場検査（Factory Acceptance Test）のほか、納品、据付を行った後、現場検査（Site Acceptance Test）を行い、システムが完全に作動することを確認する。

なお、検査の規格基準は ISO などの国際規格に準拠するものとする。

3-2-4-6 資機材等調達計画

ポンプの振動対策を含めた調達、モニタリングシステムのハードウェア・ソフトウェアの供給能力、アフターセールスサービスの提供等の観点から、機材調達については日本、OECD 加盟国、セルビアを想定する。

ポンプ・モータについては、日本のメーカーに限り海外自社工場または出資比率が 51%以上のインドネシア、ベトナム、中国、ブラジル等、海外子会社の工場で製造した製品は適格とする。

また、モニタリング機器については、日本及び OECD 加盟国のメーカーが海外自社工場または出資比率が 51%以上の中国、インド、マレーシア、インドネシア、タイ等海外子会社の工場で製造した製品は原産国として適格とする。

(1) ポンプの振動対策を含めた調達について

新規ポンプの調達は国際的に使われている ISO10816-7:2009 に示される振動許容値：7.1 mm/s (r. m. s) を担保するために、日本側の調達範囲は据付と試運転も含めたものとする。

(2) モニタリングシステムの調達について

中央監視室のモニタリングシステムは、主要部のハードウェアとソフトウェアの構築を含んでいる。また、据付後ポンプ場、配水池、DMA に設置されたインターフェイスパネルと総合試験を行い、システムの機能・性能を実証する必要がある。よって、モニタリングシステムの中央監視室の据付と総合調整・試験は日本側調達範囲とする。

(3) アフターセールスサービスについて

ポンプとモータ

定期修理及び軽故障による軸受やパッキン等の交換は、必要なスペアパーツがあれば、PWS の維持管理技術で十分対応可能である。スペアパーツの供給についてはポンプ及びモータの製造業者の代理店を通して購入可能とするため、入札時に全ての応札者に対して、ポンプ及びモータのスペアパーツの納入代理店がモンテネグロかセルビアにあることを応札条件とすることを検討する。

重故障によるポンプのインペラやシャフト、モータ等の修理は、製造業者が指定した工場に持ち込むか、製造業者から派遣されたスーパーバイザーの立会のもとで行うことが考えられる。入札時に全ての応札者に対して、重故障の修理体制表を提出させ、修理工場までの輸送距離やスーパーバイザー派遣元の居所を確認する。

モニタリングシステム

「モ」国には、モニタリング機器を供給できる機器メーカーの代理店は存在するが、システム構築・調整や運用指導を行うことができない。

隣国のセルビア国ベオグラード市には、大手システム機器メーカーの支店や代理店が存在する。各社とも機材供給にとどまらずシステム構築・調整、運用指導のほかアフターセールスサービスを行うことは可能である。但し、システム構築・調整については、EU圏にある本支社からの技術者の派遣が必要とされる。また、入札時に全ての応札業者からアフターセールスサービスに関して、組織、コンタクト先、修理体制表等を提出させて、可能であれば、PWS とアフターセールスサービス契約を結ぶなど、引渡し後の維持管理体制を強化する。

3-2-4-7 初期操作指導・運用指導計画

調達業者による初期操作指導及び運用指導は、調達する機材の全てについて実施することを原則とする。操作指導は機材の引渡し時に、取扱い説明書及びトラブルシューティングに基づき実施する。各機材の指導内容は表 3-11 のとおりである。

表 3-11 初期操作・運用指導計画

番号	機材	指導内容	期間
1	配水ポンプ及びポンプ制御システム	<ul style="list-style-type: none"> - 配水ポンプ/モータの操作方法 - ポンプ軸受温度検出器の取扱い方 - モータコイル・軸受温度検出器の取扱い方 - 配水ポンプ/モータの日常点検及び修理方法 - 水位計、圧力計、バルブ等の付帯設備の取扱い方 - ポンプ制御システムの操作方法 - 緊急時におけるポンプ制御システムの操作方法 - ポンプ制御システムの機能に関わる説明・指導 - ポンプ制御システムのソフトウェアの構造と改良に関する説明・指導 - ポンプ制御システムのトラブルシューティングについての説明・指導 	15日
2	モニタリングシステム	<ul style="list-style-type: none"> - モニタリングシステムの操作方法 - モニタリングシステムの機能に関わる説明・指導 - モニタリングシステムのソフトウェアの構造と改良に関する説明・指導 - モニタリングシステムのトラブルシューティングについての説明・指導 - 超音波流量計の取扱い方 - 水位計の取扱い方 - 残留塩素分析計の取扱い方 - 圧力伝送器の取扱い方 	15日

据付指導、取扱い説明、維持管理指導を表 3-11 のとおり納入業者が実施し、コンサルタントは据付から引き渡しの期間に合わせ、以下内容の職員研修（案）を業者の実施する取扱い説明、維持管理指導と併せて OJT により実施するものとする。

- 水システムの開発とソフトの拡張
- 水質及び上水道システムの監視
- PWS がアフターセールスサービス契約する場合の現地 IT 会社との対応

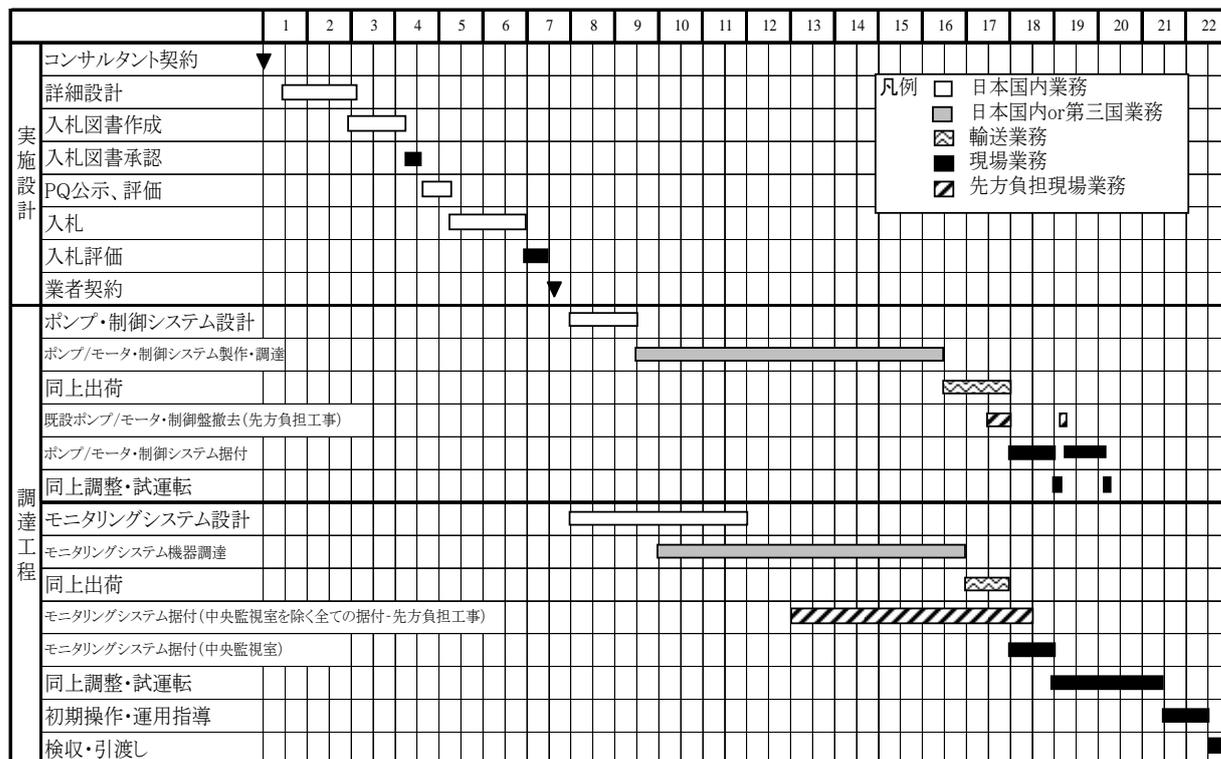
3-2-4-8 ソフトコンポーネント計画

本計画では職員研修は納入業者の協力が必要であり、初期操作指導・運用指導として実施される。よって、ソフトコンポーネントでの実施は適用しない。

3-2-4-9 実施工程

実施工程の詳細を表 3-12 に示す。

表 3-12 事業実施工程表



実施設計・入札準備に 6.5 ヶ月、調達、据付け及び引き渡しまで 15.5 ヶ月が必要とされる。最長工期はポンプの製作・据付であり、ポンプの据付後、監視装置側の調整に入り、ポンプからの信号を取り込んだ総合調整を実施する。また、ポンプサクシオン井は 2 槽に分離しているために 1 槽（ポンプ 2 台）ずつの据付が可能であるため、4 台の内 2 台ずつ据付工事を行う。なお、2 台据付完了後、電気結線し現場運転が可能である。4 台全て据付完了後モニタリングシステムとの調整を行なう。

ポンプの振動対策は、業者が振動解析及びポンプサクシオン井の流体解析を含む承認図書を設計期間中にコンサルタントに提出し、コンサルタントの承認を得た後、製作にかかるものとする。また、据付後にコンサルタントは振動試験を実施し、振動が改善されていることを確認した上で引渡しを完了するものとする。

「モ」国側の実施範囲である、ポンプの撤去、配管網内の監視装置の調達・据付けは日本側の据付開始前までに完了することを前提とする。

OJTによるPWSの職員訓練は据付開始後1～4ヶ月の間に実施するものとする。

3-3 相手国側負担事業の概要

相手国側負担事業内容は表 3-13 のとおりである。

表 3-13 相手国側負担事業内容

項目	事業内容	
	調達	据付
Mareza2 ポンプ場関連（配水ポンプ/モータ、制御システム）	なし	<ul style="list-style-type: none"> - 既設モータに接続しているケーブルの撤去工事 - 既設ポンプ/モータの撤去工事 - 既設制御盤と接続ケーブルの撤去工事
モニタリングシステム	<ul style="list-style-type: none"> - 電源ケーブル、信号ケーブル、接地ケーブル、RGB ケーブル - キオスク - 圧力発信器取付用配管資材 - 残留塩素分析計用配管資材 - 通信システムに関する契約 (with T-Com) - 通信システム用機材 (by T-Com) 	<ul style="list-style-type: none"> - 中央監視室の電源ケーブル、接地ケーブル、RGB ケーブルの接続工事 - キオスクの建設工事 - 中央監視室以外の全てのモニタリング機材の据付、配線工事 - 通信システム用機材の据付、配線工事 (by T-Com) - 現場計器（流量計検出器、圧力発信器）や計器取付用フィッティング/バルブを収容するコンクリートピットの建設工事 - 圧力発信器と残留塩素分析計取付用フィッティング/バルブの配水管への取付工事 - 現場計器の据付、配管/配線工事 - 既存の現場計器からインターフェイスパネルへの信号ケーブル敷設/接続工事

注)：ウオーターハンマー防止装置は現在使われていない。PWS は将来、この装置のリハビリテーション工事を行い送水管がポンプ場—配水池を直結した場合、装置を復旧させる予定である。従ってこの装置の圧力タンクの水位計や空気圧力計の信号は、装置復旧後 PWS によりポンプ制御システムに接続される。直結された場合の送水管路のウオーターハンマー検討結果は参考として添付資料参照。

ポンプ・モータの撤去工事は PWS の維持・建設部維持課が実施するが、同課はポンプ場係（25 名）と電気係（13 名）で構成され、今までポンプの定期修理や緊急修理の際の撤去作業の経験が豊富であり、実務経験と人数は十分であると考ええる。

モニタリングシステムにおける PWS 側の調達資材は、ケーブル、キオスク、配管資材である。これらの資材はモンテネグロ国内又はセルビアで調達可能である。

通信システム用機材については、PWS が T-Com（通信会社）と契約を締結し、T-Com が全ての調達・据付を行うことを想定する。

モニタリングシステムの据付工事は、①キオスクとコンクリートピットの製作、②フィティング・バルブ取付の配管工事、③モニタリングシステム機材の据付工事、④各種ケーブルの配線工事に分類できる。①と②については、技術部水理設備課配水管維持係（31 名）が主体となって行い、必要ならば、コンクリート製ピットの製作は外部の業者を起用する。③と④については、IT 課システム維持開発係（4 名）と維持課電気係（13 名）の監督のもと、外部の業者を使って行われる。電気工事についても、PWS の担当係はマネジメント能力を有しているため、円滑に実施できる。

3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

本プロジェクトの実施機関は PWS である。ポンプ・モータの維持管理は PWS の維持・建設部維持課が担当している。職員数 38 名を有し、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・モータは、従来ある既存のポンプ・モータと同規模で同型式であるため、維持管理を従来の作業と同様に実施可能である。

また、ポンプ制御システムは従来のポンプ制御盤（Mimic Panel）からコンピュータシステムに変更されるため、調達業者の OJT を通じてポンプ運転員に対して技術移転を行う。ただし、既設ポンプ制御盤の運転機能と新設のポンプ制御システムの運転機能は同一であり、実質的にはミミックパネルを見て運転スイッチを操作するか、モニターを見てマウスをクリックして操作するかの違いだけであるため、試運転期間中にポンプ運転員が運転操作を習得するのは可能である。

ポンプ制御システムの維持管理については、IT 課システム維持開発係のサポートを必要とする。現在同係にはわずか 4 名のシステムエンジニアで構成されているため、モニタリングシステムの維持管理と合わせて、PWS はシステムエンジニアの増員を計画している。システムエンジニアに対して、調達業者は据付・試運転期間を通じて OJT によるシステムのハードウェアとソフトウェアの技術移転を行う。

モニタリングシステムは、PWS は中央監視室に専任の監視運転員を配置することを計画している。維持管理は、上述したように、IT 課システム維持開発係が担当し、専任のシステムエンジニアがシステムのハードウェアとソフトウェアの維持管理を行う。

現在 IT 課に所属しているシステムエンジニアは SCADA システムを知識として熟知しているため、調達業者の技術者との共同作業による据付・調整・試運転を通して、モニタリングシステムの技術移転を行うことは可能である。また、監視運転員に対しては、調達業者が据付・試運転期間中に OJT による運転操作を実施する。

3-5 プロジェクトの概算事業費

3-5-1 協力対象事業の概算事業費

本協力対象事業を実施する場合に必要な事業費総額は、6.13 億円となり、先に述べた日本とモンテネグロ共和国との負担区分に基づく双方の経費内訳は、下記の積算条件に従って、次のとおり見積もられる。但し、概算事業費がそのまま交換公文上の供与限度額を示すものではない。

(1) 日本側負担経費

ポンプ/モータ、ポンプ制御システム、モニタリングシステム調達・据付：

約 574 百万円

表 3-14 日本側負担金

費目		概算事業費 (百万円)
機材	配水ポンプ/モータ、ポンプ制御システム、 モニタリングシステム	512.6
実施設計・施工監理		61.8
合計		574.4

(2) ポドゴリツァ上下水道公社側負担経費

本プロジェクトを実施する上でのポドゴリツァ市上下水道公社側の負担経費は下表のとおりである。

表 3-15 「モ」国負担経費

No.	ポドゴリツァ市上下水道公社負担項目	数量	金額
1	既設モータからケーブル撤去	1 式	0*
2	既設ポンプ/モータの撤去	1 式	0*
3	新設ポンプ/モータの試運転人件費	1 式	0*
4	ポンプ井の振動対策用改造工事（必要とされる場合）	1 式	10,000
5	既設ポンプ制御盤の撤去	1 式	5,000
6	モニタリングシステム資材調達・据付工事費（キオスク、 ケーブル、配管資材、発信器用コンクリートピット）	1 式	289,500
7	銀行取極めにかかる手数料等	1 式	6,000
合計			310,500

注：*これらの作業は PWS の作業員によって行われるため新たな経費の発生はない。

ポドゴリツァ市上下水道公社の 2008 年度の財務諸表から、総資産は 26,000,000 ユーロであり、新規投資としての 310,500 ユーロは年間売上高（表 2-5）に対し 3.4% に過ぎない。また、減価償却費が約 1,000,000 ユーロ留保されている。また、過去自己資金で 1,000,000 ユーロ以上の投資実績もあることから自己資金での支払い可

能範囲であると判断される。

(3) 積算条件

積算時点：平成 21 年 6 月 末日

- 為替交換レート：1 ユーロ (EUR) = 126.66 円
- 施工期間：詳細設計、工事期間は実工程に示したとおり
- その他：本プロジェクトは日本国政府の無償資金協力の制度に従い、実施されるものとする。

3-5-2 運営・維持管理費

2008 年度ポドゴリツァ市上下水道公社の財務諸表を基に本事業実施前と実施後の年間維持管理費は以下の表に示される。

表 3-16 年間維持管理費の対比表

単位：x1000 ユーロ

費目	事業実施前 (2008 年度)	事業実施後	増減項目	増減
支出				
1. 材料費	663	663	-	0
2. エネルギー費	1,209	1,530	ポンプ 1 台、20 時間運転	321
3. 通信運搬費	45	78	・ 光ケーブル (512Kbyte) ・ 光ケーブル (1Mbyte) ・ GPRS (2.5Gbyte)	33
4. 人件費	2,863	2,897	エンジニア 4 名新規雇用	34
5. 消耗品費	116	116	-	0
支出合計	4,896	5,284	-	388
営業利益合計	9,264	9,814	料金徴収 (配水量の増加)	550
合計	-	-	-	162

表 3-16 では、完了後 1 年のものであり、材料費、消耗費は発生しないことから計上を 0 ユーロとしている。また、人件費はモニタリングシステムにより、人力で監視していた部門の人材の削減ができるが、PWS の人事、労働組合の問題が関係してくるため本計算上では考慮していない。エネルギー費は、現在 2 台のポンプが運転されており、1 台のポンプが追加され、3 台運転となることを想定した。

事業実施後に PWS の経費は約 388,000 ユーロ増加すると算出されるが、以下の事由から本経費増は PWS にとって十分に対応が可能であると考えられる。

- 損益計算書では計上差益が 2006 年度は約 100,000 ユーロ、2007 年度は約 30,000 ユーロ、

- 2008年度は約250,000ユーロと過去3年間でプラス計上されている。また、これらの計上差益は減価償却費（約1,000,000ユーロ）が差し引かれた数字である。
- 2008年度の維持管理費が約5,000,000ユーロに比して7.9%の負担増である

また、送配水量の増加に伴う水道料金収入の増加を考慮すると、162千ユーロの経営改善が見込まれる。

3-6 協力対象事業実施に当たっての留意事項

本事業の実施に当たっては、調達業者の調達・工事工程、PWS側の資機材調達・工事工程を十分に確認・調整し、工期の遵守を期する必要がある。また、本事業は日本側、PWS側双方の作業が密接に関連した協同作業であることから、負担区分、責任の所在を明確にし、リスクマネジメントを十分に行う必要がある。

本事業のマレザ2ポンプ場配水ポンプ/モータの更新工事で、既設ポンプ制御盤の撤去はPWS側で行われるが、既設制御ケーブルの撤去の際に、調達業者が立会し、全ての既設電気盤、現場計器等との接点を確認・記録する。

モニタリングシステムに関して、PWS側は下記の点に留意する必要がある。

- キオスク、コンクリートピットの建設工事と計器取付用配管工事を調達業者の機材搬入前に終わらせる。
- T-Com（通信会社）との契約を調達業者の機材搬入の2～3カ月前までに終わらせる。
- システムエンジニアの増強をできるだけ早く行い、これらのシステムエンジニアが調達業者との据付・調整・試運転の協同作業に遅滞なく参加できるようにする。
- 引渡し後のPWS側の維持管理で、故障した場合の故障箇所の発見、原因究明、復旧を速やかに行うため、PWS側と調達業者との間で年間メンテナンス契約が結ばれるよう検討する。

第4章 プロジェクトの妥当性の検証

第4章 プロジェクトの妥当性の検証

4-1 プロジェクトの効果

本計画の現状と問題点および計画の実施により期待される直接および間接効果は表 4-1 のように整理される。

表 4-1 計画実施による効果

No.	現状と問題点	本計画での対策	本計画の効果
直接効果			
1	既存送配水ポンプの能力が老朽化により低下し必要送配水量が不足している。 （*必要総配水量：1,844L/sec.） （*既存ポンプ設備能力：1,677L/sec）	Mareza 2 ポンプ場 ポンプ設備の更新	2012 年までに対象地域の給水人口 177,410 人に対する給水量が安定的に確保できる。 （改善後既存ポンプ設備能力：2,051L/sec）
2	慢性的な断水地域が発生している。 断水地域給水人口：23,911 人（2009 年 5 月の実績値）	ポンプの更新 モニタリングシステムの導入	2012 年までに慢性的な断水地域住民 25,370 人に 24 時間給水が可能となる。
3	給水地域住民に対する給水の安全性が確保されない。 （安全性：残留塩素量）	モニタリングシステムの導入	2012 年までに対象地域の給水人口 177,410 人に対し安全な給水が実施される。
4	送配水ポンプの性能低下により 15%のエネルギー損失が生じている。	ポンプ設備の更新	年間最大 1.64MW のエネルギー損失が改善される。
間接効果			
1	市が独自に漏水削減対策として進めている老朽化した配水管（主にアスベスト管）の効率的な更新には、配管網内（DMA）の流量・圧力の監視による各 DMA の漏水量の把握が必須である。	モニタリングシステムの導入	モニタリングシステムの導入により更新対象配水区に優先順位をつけ、効率的な配管更新が実施可能となり、市の上下水道長期計画目標年の 2017 年には給水地域住民 199,917 人の水需要量を確保することが可能となる。
2	老朽化した配水管（主にアスベスト管）の破損等により、漏水が発生している。2008 年の漏水率は 40.9% である。	モニタリングシステムの導入	漏水削減計画の実施によって、2017 年では約 15%の漏水が改善される。金額にすると現行水道料金から年間約 3.8 百万ユーロ分の水が有収水量となる。それによって財務面が改善されプロジェクトの持続性が高まることが期待される。

4-2 課題・提言

プロジェクト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断水や水不足の解消が達成されるためには、以下に示す事項についての「モ」国側の主体的な取り組みが求められる。

(1) 機材の有効活用

配水地域の流量・圧力の監視のためのモニタリングシステムは、現状 40.9%と高い漏水率を削減するために PWS が進めている計画に有効活用できるものである。漏水計画は将来の水需要と供給のバランスを左右するものであり、年々、計画とおりに実施すべきである。

(2) プロジェクトの持続性

モニタリングシステムの構築から調整まで、日本・モンテネグロが共同作業をする。OJT によって日本側から技術移転をする際に技術を習得すると共に、習得した技術を組織内で継承していく必要がある。

(3) プロジェクトの発展性

本家計画は中央監視とデータの蓄積が目的のモニタリングシステムの導入であり、SCADA システム（中央監視、制御、データ蓄積）導入の第 1 歩である。将来、PWS は本計画を基礎として遠隔操作、データの活用等完全な SCADA システムの構築に向けて拡大することが必要である。

(4) 財務の強化

現状無収率は約 60%であり、モニタリングシステムの導入に伴い問題の主要因である漏水、不法接続の削減をすると共に、適切な人員配置による人件費の削減により財務の強化を図るべきである。

4-3 プロジェクトの妥当性

本計画は以下の点から、わが国の無償資金協力として妥当性を有する。

- (1) 給水対象地域での水不足は住民に対し、生活環境の悪化を伴うもので、本計画によって、生活環境の改善が出来ることは住民の BHN に応えるものである。
- (2) 調達される機器は PWS 側では既に基幹となるエンジニア、設置場所等準備が完了しており、据付け期間を通じ日本側の指導を受けることで PWS の運営、維持管理が可能である。
- (3) 計画目標は上位計画である上下水道長期計画に合致したものである。

4-4 結論

本計画は、前述のように多大な効果が期待されると同時に、本計画が広く住民の生活環境の改善に寄与することから、計画の一部に対し、わ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、事業の運営・維持管理について運営実績と財務内容から PWS の技術・資金ともに問題ないと考えられる。さらにモニタリングシステムの導入により、PWS が進めている無収水の改善の促進が図れることで配水量の増量となり、プロジェクトの持続性が担保され、本計画が、より効果的に実施しうると考えられる。また、ポンプの効率改善は地球環境保全に貢献する。

添 付 資 料

- 添付資料-1：調査団員・氏名
- 添付資料-2：調査工程
- 添付資料-3：関係者（面会者）リスト
- 添付資料-4：討議議事録（M/D）
- 添付資料-5：事業事前評価表（概略設計時）
- 添付資料-6：計画給水量の算定
- 添付資料-7：社会条件調査
- 添付資料-8：ウォーターハンマーの検討
- 添付資料-9：配水管網図

添付資料 1 : 調査団員・氏名

協力準備調査団名簿

No.	氏名	担当分野	所属	派遣期間
1	沖浦 文彦	総括	国際協力機構 地球環境部 水資源・ 防災グループ 水資源第一課 課長	5月17日～ 5月24日
2	川瀬 友裕	調査企画	国際協力機構 地球環境部 水資源・ 防災グループ 水資源第一課	5月17日～ 5月24日
3	岡賀 敏文	業務主任/上水道計画	株式会社東京設計事務所	5月17日～ 6月20日
4	中武 俊一	機械整備計画	株式会社東京設計事務所 (株式会社アクアテックコンサルタント)	5月17日～ 6月20日
5	増井 勲	電気設備/システム計 画	株式会社東京設計事務所	5月17日～ 6月20日
6	岡田 健	振動測定・解析	株式会社東京設計事務所 (株式会社エス・アイ・テクノロジー)	5月17日～ 6月15日
7	小林 博	調達計画/積算	株式会社東京設計事務所	5月17日～ 6月20日
8	河村 正士	送配水計画/ モニタリングデータ活用	株式会社東京設計事務所	5月17日～ 6月20日

概略設計概要説明調査団名簿

No.	氏名	担当分野	所属	派遣期間
1	山田 健	総括	国際協力機構 バルカン事務所 次長	10月8日～ 10月9日、 13日
2	神田 美紀	調査企画	国際協力機構 地球環境部 計画・調 整課	10月5日～ 10月11日
3	岡賀 敏文	業務主任/上水道計画	株式会社東京設計事務所	10月5日～ 10月14日
4	増井 勲	電気設備/システム計 画	株式会社東京設計事務所	10月5日～ 10月14日
5	河村 正士	送配水計画/ モニタリングデータ活用	株式会社東京設計事務所	10月5日～ 10月14日

添付資料 2 : 調査工程

< 協力準備調査 >

日付	調査団							
	官団員	上水道計画	機械設備計画	電気設備/システム計画	送配水計画 モニタリングデータ活用	調達計画/積算	振動測定・解析	
5月17日	日	沖浦、川瀬	岡賀	中武	増井	河村	小林	岡田
18	月	東京→ベオグラード						
19	火	JICA打合せ、日本大使館表敬、ベオグラード→ポドゴリツァ						
20	水	ポドゴリツァ市庁表敬、上下水道公社訪問及びインセプションレポート説明					経済省表敬、上下水道公社ミニツ協議	
21	木	CPとの協議					既存施設調査	
22	金	振動測定調査準備					ミニツ締結	
23	土	ポドゴリツァ→ ウイーン	団内打合せ					
24	日	→東京						
25	月	MP及び質問票調査	SCADA基本計画	社会条件調査	GISデータ収集・確認	振動測定調査		
26	火							
27	水							
28	木		水需要及び給水量調査	SCADA設備計画	GISデータ収集・確認	調達状況調査	既存ポンプ設備調査及び振動測定調査結果分析	
29	金							
30	土							
31	日							
6月1日	月	団内打合せ						
2	火	既存水道施設調査	SCADA設備計画	GISデータ収集・確認	調達状況調査	既存ポンプ設備調査及び振動測定調査結果分析		
3	水	財務状況調査	Input/Outputリストの検討	図面データの収集・確認	ポンプ維持管理状況調査、下水道施設調査			
4	木	既存水道施設に係る協議						
5	金							
6	土	団内打合せ						
7	日							
8	月	水道施設設計指針の確認及び協議	通信システム状況調査	DMAの検討	情報関連会社、輸入状況及び輸送状況の調査、ポンプ及びSCADA据付方法の検討	振動測定調査結果分析		
9	火		モニタリングパネル及びポンプ制御盤の検討					配水管網解析方法の確認
10	水							
11	木							
12	金	設計条件及び振動調査結果の協議	SCADAシステム設計の協議・検討	第3国調達方法の検討及びベンダー調査	設計条件及び振動調査結果の協議			
13	土	団内打合せ						
14	日							
15	月	テクニカルノート協議						ポドゴリツァ→ベオグラード→ミュンヘン
16	火	テクニカルノート協議						→東京
17	水	テクニカルノート締結、ポドゴリツァ→ベオグラード						
18	木	JICA及び日本大使館報告						
19	金	ベオグラード→ミュンヘン						
20	土	→東京						

<概略設計概要説明調査>

No.	日付		調査団					
			総括	調査企画	業務主任/ 上水道計画	電気設備/ システム計画	送配水計画/ モニタリングデータ 活用	
			(山田)	(神田)	(岡賀)	(増井)	(河村)	
1	10月5日	月	-	成田(12:20) → ミュンヘン(17:40/19:25) → ベオグラード(20:50)				
2	10月6日	火		ベオグラード(07:50/08:30) → ボドゴリツァ(08:50/9:20) 上下水道公社へのDBD説明				
3	10月7日	水		サイト調査(Marezaポンプ場他5箇所)				
4	10月8日	木	ベオグラード→ ボドゴリツァ	ミニッツ協議(モンテネグロ語への翻訳作業を含む)				
5	10月9日	金		ミニッツ協議・署名 Marezaポンプ場視察(山田団長現場確認) ボドゴリツァ市役所/経済開発省へのDBD説明 ボドゴリツァ市長表敬				
6	10月10日	土	-	ボドゴリツァ (8:35)→ウィーン (9:55/14:00)	補足調査			
7	10月11日	日	-	→成田(8:10)				
8	10月12日	月	-		ボドゴリツァ(17:40/19:30)→ベオグラード (18:30/20:30)			
9	10月13日	火	JICAバルカン 事務所報告 在セルビア国日 本大使館報告		JICAバルカン事務所報告 在セルビア国日本大使館報告 ベオグラード(14:25)→フランクフルト(16:25)			
10	10月14日	水	-		フランクフルト(20:45)→東京(15:00)			

添付資料 3 : 関係者（面談者）リスト

(1) 経済開発省

Ms. Ivana Gardašević, 国際経済関係部、アドバイザー

(2) 統計局

Mr. Radomir Durović, 局長

(3) 保健省公共衛生研究所

Mrs. Nada Mališić 所長

(4) ポドゴリツァ市

Dr. Miomir Mugoša, 市長

Mr. Pavle Radulović, 市政担当官【M/D 署名者】【ポドゴリツァ市 C/P】

(5) ポドゴリツァ上下水道公社

Mr. Mladen Brajović, 総裁【M/D 署名者】

Mr. Filip Makrid, 技術部長【水道公社メイン C/P】

Ms. Dijana Pejovic, 建設・維持管理部長（投資・開発部）

Mr. Božo Jukić, カウンターパート（振動調査・機械グループ）

Mr. Jovo Božović, カウンターパート（振動調査・機械グループ）

Mrs. Željka Jakovljević, カウンターパート（上水道計画グループ）

Ms. Darinka Radojičić, カウンターパート（上水道計画グループ）

Mr. Nikola Lazarević, カウンターパート（SCADA システムグループ）

Ms. Dragana Popović, カウンターパート（SCADA システムグループ）

Mrs. Ljiljana Mićanović, カウンターパート（管網・マッピンググループ）

Ms. Irena Raonić, カウンターパート（管網・マッピンググループ）

(6) EC（欧州理事会）Infrastructure Projects Facility in the Western Balkans

Mr. Veljko Karadžić WYG International カントリーマネージャー

Mr. Sohail Hassan WYG International 環境部門専門家

(7) 在セルビア兼在モンテネグロ日本大使館

角崎 利夫 大使

品田 光彦 参事官

山下 博之 二等書記官

(8) JICA バルカン事務所

鹿野 正雄 所長

黒澤 哲 所長

山田 健 次長

高橋 洋平 所員