

添付資料 5：事業事前評価表（概略設計時）

1. 案件名
モンテネグロ国 ポドゴリツァ市上水道緊急修復計画準備調査
2. 要請の背景（協力の必要性・位置付け）
モンテネグロ国（以下、「モ」国と称す）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（2003 年国勢調査）の小国である。計画対象地域であるポトゴリツァ市は、スカダル湖の北にあり、国の行政機関を有する人口約 17.7 万人（2007 年、国家統計局）の政治・経済の中心都市である。 ポトゴリツァ市の上水道施設の多くは、1950 年代から 1980 年にかけて導入された機材が現在も多く使用されている。これら施設は、1990 年代の民族紛争とそれに伴うユーゴの解体、コソボ紛争、さらには国連による経済制裁を受けたことにより、政治・経済が混乱し、上水道施設・機材の適切な維持管理がされてこなかったため、老朽化が進み、近年の水需要の増加にも対応が遅れている。 ポトゴリツァ市の上下水道を運営するポドゴリツァ市上下水道公社（以下、PWS とする）は、増加する水需要に対応するために、施設整備や維持管理での自助努力を行っているものの、基幹施設を更新する財政上の余力はないため、施設の老朽化が更に進行している。 特にポトゴリツァ市への送・配水量の 45%を担当するマレザ 2 ポンプ場の送・配水ポンプは、老朽化により大幅な性能低下（揚水量、圧力等）が起こっている。加えて、ポンプと据付面との共振により 3 台から 2 台へとポンプ運転台数の制限をせざるを得ない状況である。その結果として、既存施設の送配水能力は水需要量を下回っており、基幹上水道施設を改修し送配水能力を増強させない場合、ポドゴリツァ市民に安定した給水サービスを提供できない危機的な状況にある。 ポトゴリツァ市は、2007 年に都市開発計画に関する社会基盤整備・開発長期計画（2007 年～2017 年）を作成し、同計画を受け PWS は 2007 年に上下水道整備長期計画（2007～2017 年）を策定し、優先度の高い 11 のプロジェクトを選定している。 優先プロジェクトの中で、マレザ 2 のポンプ 4 台の異常振動の改善を含む更新と、中央監視システム（ポンプ及び配管網モニタリングシステム）の調達が本計画として要請された。本計画は、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ことを目的とする。
3. プロジェクトの全体計画概要
（1）プロジェクト全体計画の目標

ポドゴリツァ市において安全な水が安定的に確保される。

裨益対象の範囲及び規模：モンテネグロ国ポドゴリツァ市給水人口約 17.7 万人（於ける計画目標年：2012 年）及び対象地域の計画施設能力 2,051 ㍻/秒（2012 年）

（２）プロジェクト全体計画の成果（下線は本無償資金協力が直接関係する事項）

ア 老朽化した送配水ポンプ設備が更新される。

イ 適正な配水管理ができるシステムが導入される。

（３）プロジェクト全体計画の主要活動（下線は本無償資金協力が直接関係する事項）

ア 新マレザポンプ場（マレザ 2）のポンプ・モータ、制御盤等の更新

イ モニタリングシステムの導入

（４）投入（インプット）（下線は日本側投入）

ア 日本側：無償資金協力 5.74 億円

イ モンテネグロ国側：

①本無償資金協力案件実施に係わる負担額：0.39 億円

②本無償資金協力案件対象施設建設後の維持管理費：年 0.29 億円

（５）実施体制

主管官庁：ポドゴリツァ市

実施機関：ポドゴリツァ市上下水道公社（PWS）

4. 無償資金協力案件の内容

（１）サイト

ポドゴリツァ市

（２）概要

新マレザポンプ場（マレザ 2）機材の更新及びモニタリングシステムの導入

（３）相手国負担事項

①既設モータのケーブル撤去及び既設ポンプ/モータの撤去

②ポンプ井改良

③既設ポンプ制御盤及びケーブルの撤去

④キオスクの調達

⑤中央監視室以外のモニタリングシステム機材の据付

⑥現場計器取り付け用配管資材及びケーブルの調達

⑦通信システムの調達

（４）概算事業費

概算事業費 6.13 億円（日本側負担 5.74 億円、モンテネグロ国側負担 0.39 億円）

（５）工期

詳細設計・入札期間を含め 22 ヶ月（予定）。

（６）貧困、ジェンダー、環境及び社会面の配慮

性能低下したポンプの更新により、最大年間 1.64MW の消費エネルギーが削減可能となり、地球環境の保全に資する。

5. 外部要因リスク

特になし。

6. 過去の類似案件からの教訓の活用

特になし。

7. プロジェクト全体計画の事後評価に係る提案

（１）プロジェクト全体計画の目標達成を示す成果指標

成果指標	現状（2009 年）	計画値（2012 年）
施設能力（6 機場）	1,677 ㍲/秒	2,051 ㍲/秒
安定的な給水の対象人口	101,382 人	177,410 人
断水被害人口	25,370 人	0 人
ポンプのエネルギーロス	1.64 MW／年	0 MW／年

（２）その他の成果指標

特になし。

（３）評価のタイミング

2012 年以降。

添付資料 6 : 計画給水量の算定

表-1 計画給水量の算定

年	[1] 人口	[2] 人口 増加率 %	[3] 普及率 %	[4] 給水人口 人	[5] 需要量 m3/日	[6] 漏水率 %	[7] 施設能力 L/秒	[8] 流入人口 人	[9] 流入人口 需要量 m3/日	[10] 需要量 流入人口含 m3/日	[11] 日最大 流入人口含 m3/日	[12] 時間最大 流入人口含 m3/日	[13] 計画給水量 m3/日	[14] 計画給水量 L/秒
	人				m3/日		L/秒		m3/日	m3/日	m3/日	m3/日	m3/日	L/秒
2003	168,736													
2004	170,876					44.0								
2005	172,626					43.0								
2006	174,401					40.9								
2007	176,569			163,088	54,791	41.7	1.728	29,600	1,776	56,567	70,709	95,457	163,734	1,895
2008	178,335	1.0	92.0	164,068	55,127	40.9	1.728	29,896	1,794	56,921	71,151	96,054	162,528	1,881
2009	180,118	1.0	92.9	167,330	56,223	39.4	1.728	30,195	1,812	58,035	72,544	97,934	161,607	1,870
2010	181,919	1.0	93.8	170,640	57,335	37.9	1.728	30,497	1,830	59,165	73,956	99,841	160,775	1,861
2011	183,738	1.0	94.7	174,000	58,464	36.4	1.728	30,802	1,848	60,312	75,390	101,777	160,027	1,852
2012	185,575	1.0	95.6	177,410	59,610	34.9	2.138	31,110	1,867	61,477	76,846	103,742	159,358	1,844
2013	188,359	1.5	96.5	181,766	61,073	33.4	2.138	31,577	1,895	62,968	78,710	106,259	159,548	1,847
2014	191,184	1.5	97.4	186,213	62,568	31.9	2.138	32,051	1,923	64,491	80,614	108,829	159,808	1,850
2015	194,052	1.5	98.3	190,753	64,093	30.4	2.138	32,532	1,952	66,045	82,556	111,451	160,131	1,853
2016	196,963	1.5	99.2	195,387	65,650	28.9	2.138	33,020	1,981	67,631	84,539	114,128	160,518	1,858
2017	199,917	1.5	100.0	199,917	67,172	27.4	2.138	33,515	2,011	69,183	86,479	116,747	160,809	1,861

< 計算条件 >

原単位	336 L/人・日
日最大係数	1.25
時間最大係数	1.35
稼働中係数	1.728 L/秒
新設係数	2.138 L/秒
昼間流入人口	29,600 人(2007)
流入人口原単位	60 L/人・日

< 計算方法 >

[1]=前年人口*(1+(2)/100)	[8]=前年人口*(1+(2)/100)
[2]=計画値	[9]=60L*[8]/1000
[3]=実績値及び計画値	[10]=[5]+[9]
[4]=[1]*[3]/100	[11]=[10]*1.25
[5]=[4]*336L/1000	[12]=[11]*1.35
[6]=実績及び計画値	[13]=[12]/(1-(6)/100)
[7]=既存能力及び計画値	[14]=[13]/24/60/60

[3]: 2012年までは2007年と変化なし
2012-17年までは92%から100%へ時系列に増加
[6]: 2008年までは実績値
2009-17年までは毎年1.5%の漏水率改善を見込む。
1.5%は2007-09年までの実績の平均値

表-2 漏水量の実績

年	[1] 送水量 m3/年	[2] m3/日	[3] m3/年	[4] m3/日	[5] m3/年	[6] 有効水量 m3/日	[7] 漏水率 %
2004	38,615,000	105,795	17,002,000	46,581	21,613,000	59,214	44.0
2005	38,319,000	104,984	16,464,000	45,107	21,855,000	59,877	43.0
2006	39,804,000	109,052	16,272,000	44,581	23,532,000	64,471	40.9
2007	41,282,000	113,101	17,221,000	47,181	24,061,000	65,920	41.7
2008	42,874,000	117,463	17,545,000	48,068	25,329,000	69,395	40.9
2009	31,931,000	87,482	12,134,000	33,244	19,797,000	54,238	38.0

2007-09年の漏水削減率平均：1.5%

表-3 漏水対策を実施しなかった場合の計画給水量

年	漏水率 %	時間最大 流入人口含 m3/日	計画給水量	
			m3/日	L/秒
2007	41.7	95,457	163,734	1,895
2008	40.9	96,054	162,528	1,881
2009	40.9	97,934	165,709	1,918
2010	40.9	99,841	168,936	1,955
2011	40.9	101,777	172,212	1,993
2012	40.9	103,742	175,536	2,032
2013	40.9	106,259	179,795	2,081
2014	40.9	108,829	184,144	2,131
2015	40.9	111,451	188,580	2,183
2016	40.9	114,128	193,110	2,235
2017	40.9	116,747	197,541	2,286

表-4-1 断水地域人口実績

年	給水人口 (人)	断水地域人口 (人)	断水人口割合 (%)
2009	167,330	23,911	14.3

表-4-2 2012年断水人口推計値

給水人口：	177,410 人
断水人口：177,410 X 14.3% =	25,370

表-5 既存ポンプ設備の経年劣化を考慮した計画給水量の算定(1)

年	[1] 既存施設 計画能力 L/秒	[2] 既存施設 能力(全体) L/秒	[3] Mareza 2 ポンプ能力		[4] 新設能力 L/秒	[5] 計画施設 能力 L/秒	[6] 計画給水量		[7] 漏水対策有 L/秒
			既存能力 L/秒	Mareza 2 L/秒			漏水対策無 L/秒	漏水対策有 L/秒	
2009	2,093	1,677	544			1,677	1,918	1,870	
2010	0	1,655	536			1,655	1,955	1,861	
2011	0	1,633	528			1,633	1,993	1,852	
2012	0	1,611	520	960	960	2,051	2,032	1,844	
2013	0	1,589	512	960	960	2,037	2,081	1,847	
2014	0	1,567	504	960	960	2,023	2,131	1,850	
2015	0	1,545	496	960	960	2,009	2,183	1,853	
2016	0	1,523	488	960	960	1,995	2,235	1,858	
2017	0	1,500	480	960	960	1,980	2,286	1,861	

<計算方法>

- [2]=前年の値(1677-1500)/8 [2]:1,677は実績値
 [3]=前年の値-(544-480)/8 [3]:544は実績値、480は2017年の想定値
 [4]=Mareza 2 の新設能力合計値 2009-17年の8年間で544から480の能力低下を想定
 [5]=[2] (2009-11年), [2]-[3]+[4] (2012-17年)
 [6]=表3の値を参照
 [7]=表1の[14]を参照

表-6 既存ポンプ設備の経年劣化を考慮した計画給水量の算定(2)

年	[1] 既存ポンプ場 能力 L/秒	[2] Mareza 2		[3] ポンプ施設 新設能力 L/秒	[4] 計画施設 能力 L/秒	[5] 計画給水量		[6] 漏水対策有 L/秒
		既存能力 L/秒	Mareza 2 L/秒			漏水対策無 L/秒	漏水対策有 L/秒	
2009	1,133		544	-	1,677	1,918	1,870	
2010	1,119		536	-	1,655	1,955	1,861	
2011	1,105		528	-	1,633	1,993	1,852	
2012	1,091	-		960	2,051	2,032	1,844	
2013	1,077	-		960	2,037	2,081	1,847	
2014	1,063	-		960	2,023	2,131	1,850	
2015	1,049	-		960	2,009	2,183	1,853	
2016	1,035	-		960	1,995	2,235	1,858	
2017	1,020	-		960	1,980	2,286	1,861	

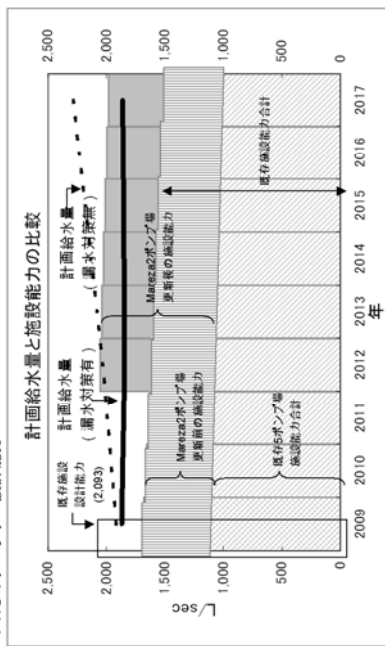
<計算方法>

- [1]=1,677-[2] [4]:1,677は実績値
 [2]=前年の値-(544-480)/8 [2]:表-5[3]を参照
 [3]=Mareza 2 の新設能力合計値 [3]:Mareza2の新設能力合計値
 [4]=[1]+[2] (2009-11年), [1]+[3] (2012-17年)
 [5]=表3の値を参照
 [6]=表1の[14]を参照

表-7 2017年でのポンプ能力低下推定値

ポンプ場名	ポンプ番号	ポンプ		モータ		設計能力量 L/秒	現在能力量* L/秒	使用年数	2017年での 予想低下率 %	2017年予想 水量** L/秒
		型式	メーカー	生産国	メーカー					
Mareza 1 (Old)	P3	CP182/3	Jugoturbina	クロアチア	SERVER	セルビア				
	P4	VPN250-2R	Jastrebac	セルビア	SERVER	セルビア				
	P5	VPN250-2R	Jastrebac	セルビア	SERVER	セルビア	375	375	10年以下	10%
	P6	4.8B034-30/4	Jugoturbina	クロアチア	SERVER	セルビア				
Mareza 2 (New)	P1	VO23/20-III	Litostroj	スロベニア	SERVER	セルビア				
	P2	VO23/21-III	Litostroj	スロベニア	SERVER	セルビア				
	P3	VO23/22-III	Litostroj	スロベニア	SERVER	セルビア	960	544	20年以上	25%
	P4	VO23/23-III	Litostroj	スロベニア	SERVER	セルビア				
Zagoric	P1	VO17/16-IV	Litostroj	スロベニア	SERVER	セルビア				
	P2	VO17/17-IV	Litostroj	スロベニア	SERVER	セルビア				
	P3	UPA200B-130/7B	KSB	ドイツ	KSB	ドイツ	300	300	10年以下	10%
	P4	UPA200B-2.5.0.0-SE	KSB	ドイツ	KSB	ドイツ				
Cemovsko polje	P1	E10S55/4K	Caprari	イタリア	Caprari	イタリア				
	P2	E8S64/7A	Caprari	イタリア	Caprari	イタリア				
	P3	TV103-30A RMC75020	Vogel	ドイツ	Vogel	ドイツ	375	375	10年以下	10%
	P4	E145020AR 2.5.0.0-SE	Caprari	イタリア	Caprari	イタリア				
	P5	UPA250B250/5E	KSB	ドイツ	KSB	ドイツ				
Milje	P1	E8S64/7A	Caprari	イタリア	Caprari	イタリア				
	P2	E4X420MCK410	Caprari	イタリア	Caprari	イタリア	70	70	10年以下	10%
	P3	FZ658/12-SD	Lowara	イタリア	Lowara	イタリア				
Tuzi 1										
Tuzi 2										
Tuzi 3	P1	E6S558AMC625	Caprari	イタリア	Caprari	イタリア	13	13	10年以下	10%
Dinosa		NR850	Wilo		Wilo		2,093	1,677		1,500
合計										

* PWSのデータ、**設計能力



添付資料 6：社会条件調査結果

調査対象地区における給水状況や住民の給水サービスへの意識を把握し、プロジェクトの必要性・妥当性及び PDM 指標の検討を行うことを目的として社会条件調査を実施した。調査概要を表-1 に示す。

表-1 調査概要

	内 容
調査対象地区	ポドゴリツァ中心部 (Center Podgorica)、モミシチ (Momisici)、トロシ (Tolosi)、ブレラ・リブニチカ (Vrela Ribnicka)、ダイバベ (Dybabel)
サンプル数	合計 106 サンプル
調査員数	5 名
調査期間	5 月 27 日～6 月 2 日 (調査期間：5 日間)
調査対象者	調査対象地区内在住の家庭
質問項目	「社会条件調査票」に示す。

調査対象地区は、ポドゴリツァ市上水道公社からの情報を基に、給水圧力の低い地域と給水圧力が比較的良いとされる地域を選択した。

1) 家族構成

平均家族数は、4.8 人/世帯（範囲は 1 人から 15 人/世帯）である。

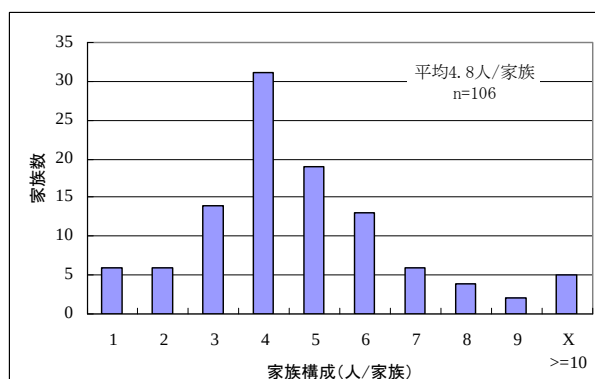


図-1 平均家族数

2) 給水状況

<断水状況>

図-1 及び 2 に示すとおり、断水の頻度は月に 2 回、2 時間以上の断水の起きている地域は 2 箇所である。これらの地域は慢性的な断水地域である。

本調査は 2009 年 6 月に実施されたもので、気温がさらに高くなる夏場の 8 月頃は水消費量が最高となり、供給量不足から、さらに断水人口が増加すると推定される。

図-4 に本調査で確認された断水地域を示す。

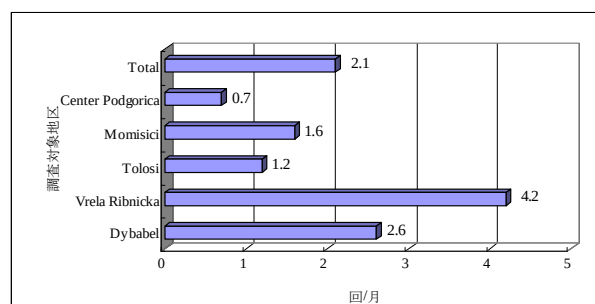


図-2 断水頻度

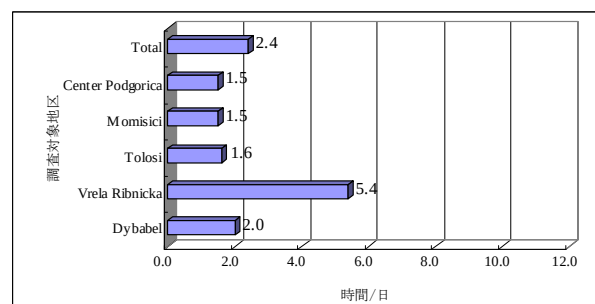


図-3 断水時間

図-5 及び 6 は、断水被害が最も大きな Vrela Ribnicka の断水時における対応（代替水源）と断水による被害を示している。

断水に対する住民の対応は、各家庭で貯水槽等が無いために、2種類しかない。ボトルの水を購入するか、給水されている区域からの貰い水である。これは全て飲料用のもので、トイレは、職場、公園を利用、シャワー、洗濯等は断水時間中には使用出来ない状況である。

<水利用状況>

図-7 に一人一日当り水使用量を示す。断水の多発する地域の水使用量は断水の少ない地域と比較して少ない。また、市平均水需要量である 273L/人・日に達している地域は、調査対象地域の内、1 地域のみであり殆どの地域は平均より 10%から 30%少ない事がわかる。市の平均消費量は近隣都市であるベオグラードの 260L/c/d と比較するとやや高いが、ポトゴリツァ市での通常の生活を送るのに必要な最低水量は 250L/c/d と推定され、3 地区における水使用量は、ある程度制限されていると言える。（図-7 の Total は調査 5 地域の平均値）

図-8 に水圧の状況を示す。ポトゴリツァ市内は盆地であり、高低差は極めて少ない、また、4階までは直結給水を実施しており、地形的な条件やポンプの揚程不足により断水がおきる確立は低い。しかし、水圧が高い Center Podgorica を

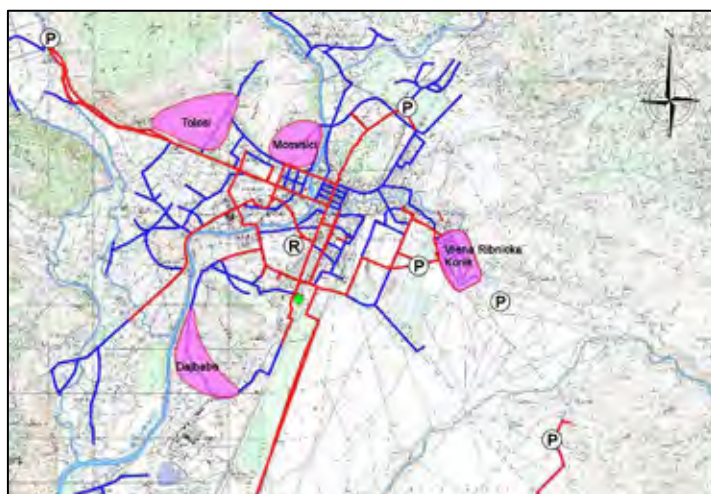


図-4 断水地域

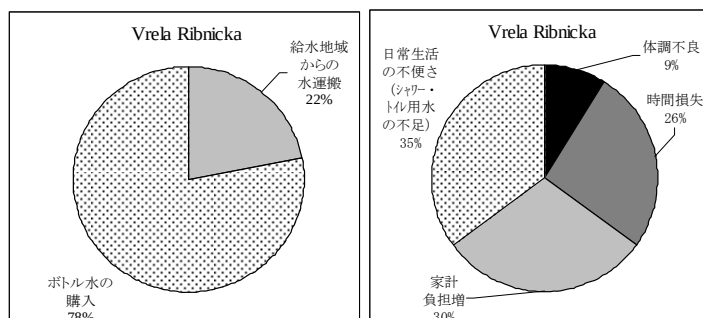


図-5 断水時の代替水源 (左)

図-6 断水による被害 (右)

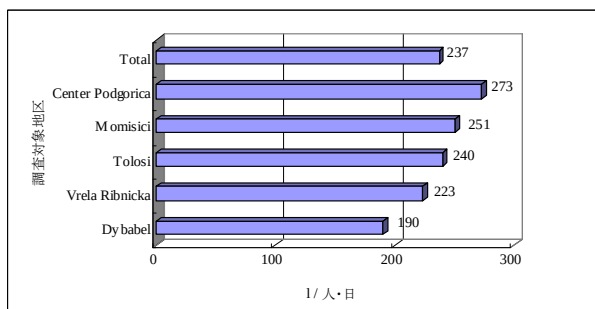


図-7 一人一日当り水使用量

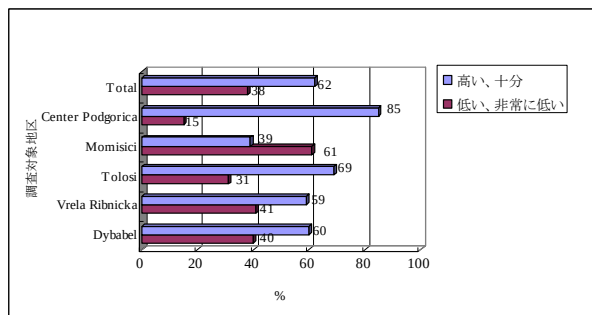


図-8 給水水圧の状況

除く 4 地区では水圧が低い状況にあり、これにより断水が発生している。この原因は、ポンプの運転と仕切弁の位置が適切ではないか、または無いことであり、水の流れ易い地域に多量に給水され、断水地域には十分な給・配水がされていないことである。適切な管網解析に基づいた配水管理を行う必要がある。

図-9 に水利用用途を示す。結果からシャワー・風呂及び洗濯の水使用量が多いことが分かる。断水時には飲料水はボトル水の購入により対処できるが、他の水利用が制限され、生活環境が著しく低下するなど都市水道における断水被害の特徴が見られた。水利用用途の実態を把握するには、各用途の水使用回数及び 1 回当りの水使用量の把握が必要である。

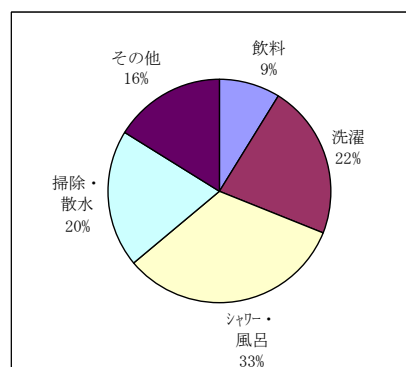


図-9 水利用用途

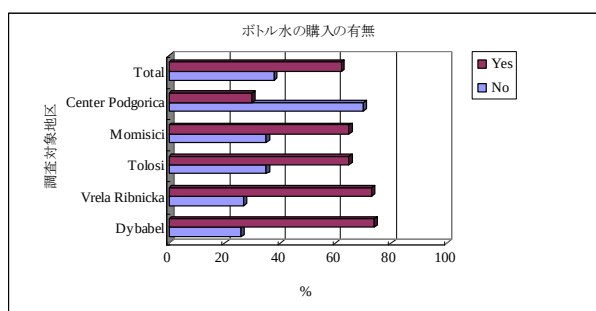


図-10 ボトル水購入の有無

図-10 にボトル水購入の有無を示す。断水の少ない Center Podgorica では、ボトル水の購入者の割合は少なく、それ以外の地域では大きい。断水の発生頻度が月 2 回、2 時間以上発生する Vrela Ribnicka や Dybabel では特にその割合が大きくなっており、断水時にボトル水を頻繁に購入していると考えられる。

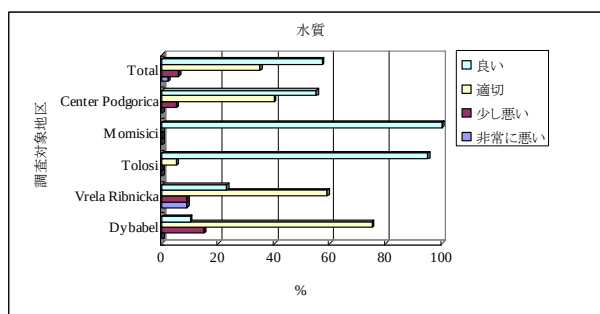


図-11 水質の状況

＜水質＞

図-11 に水質の状況を示す。全対象地区で概ね水質は良好であるとの結果を得た。特にマレザポンプ場に近い Center podgorica, Momisici 及び Tolosi 地区では、水質が良いとの回答が 50%以上であった。

図-12 に水道水の味・臭いの状況を示す。Vrela Ribnicka や Dybabel ではカルキ臭がするとの回答が多く、適切な残留塩素濃度管理を検討する必要がある。この 2 地区ではカルキ臭が、水質の印象を損ねている原因になっていると考えられる。その他の地区では味・臭いに関する回答はなかった。

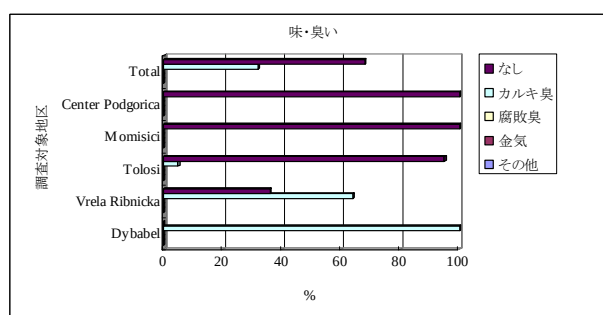


図-12 水道水の味・臭いの状況

＜水道料金＞

図-13 に月当りの水道料金を示す。調査対象地区の水道料金平均は 12.1EUR/月である。

図-14 に月当り支出に占める水道料金の割合を示す。全対象地区では、約 80%以上の住民が全支出の内、5%未満の金額を水道料金として支出している。従い、適切な水道料金が設定されていると考えられる。

しかし、断水時の代替水として 20 リッターボトルを業者と維持管理契約している所が多く、かかる経費は 4－5 人家族の場合、月平均で 20 ユーロの支払いがある。これが住民への家計負担増を招き、都市住民にとって断水によって生ずる物理的、精神的な負担は少なからず生じており、給水の行政上の責任を持つ市としても深刻な問題となっている。

図-15 に水道料金の支払い方法の状況を示す。毎月の水道料金使用明細が各家庭に届き、その請求書を持って殆どの住民は公社支所に行き水道料金を支払っている。

図-16 に住民の水道料金に対する印象を示す。全対象地区では、約 60%以上の住民が水道料金は適当であると回答しているが、断水頻度の多い Vrela Ribnicka や Dybabel では、水道料金が高いとする回答が他の 3 地区と比べて多く見られた。月当りの水道料金は適当であるが、給水サービスが低下しているため、住民の中で不満があることを示している。

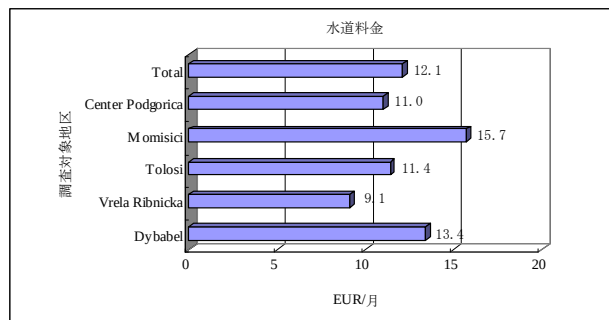


図-13 水道料金（月額）

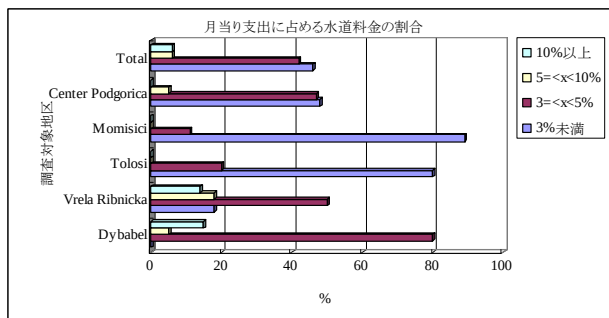


図-14 月支出に占める水道料金の割合

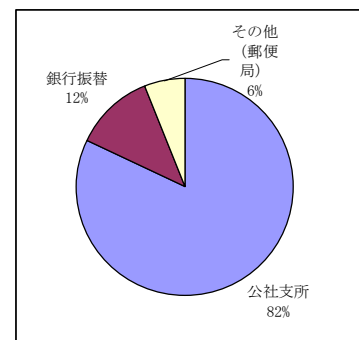


図-15 水道料金の支払い方法

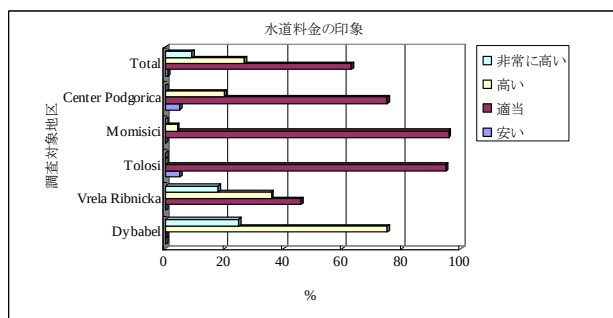


図-16 水道料金の印象

表-2 社会条件調査結果まとめ(1)

Sections	No.	Questions		Unit	Area					Total		
					Dybabel	Vrela Ribnicka	Tolosi	Momisici	Center Podgorica			
Number of Respondents				Persons	20	23	20	23	20	106		
Section 1 Interviewee's Information	1-1	Sex	Male	No.	19	21	13	15	9	77		
				%	95	91	72	83	45	78		
			Female	No.	1	2	5	3	11	22		
				%	5	9	28	17	55	22		
			Total	No.	20	23	18	18	20	99		
				%	100	100	100	100	100	100		
		Age		Average	56.9	55.9	55.1	67.5	51.4	57.6		
		Section 2 Family Structure	2-1	Total number		Persons	4.3	4.9	4.4	5.9	4.4	4.8
Male				Persons	2.4	2.6	2.2	2.9	1.9	2.4		
Female				Persons	1.9	2.3	2.2	3.0	2.5	2.4		
Section 3 Water Availability	3-1	Experience	Yes	No.	20	22	18	23	11	94		
				%	100	96	90	100	55	89		
			No	No.	0	1	2	0	9	12		
				%	0	4	10	0	45	11		
			Total	No.	20	23	20	23	20	106		
				%	100	100	100	100	100	100		
		3-2	Frequency		times/month	2.6	4.2	1.2	1.6	0.7	2.1	
		3-3	Hours		hours/day	2.0	5.4	1.6	1.5	1.5	2.4	
		3-4	Alternative	Water truck	No.	0	0	0	0	0	0	
					%	0	0	0	0	0	0	
	Water tank			No.	0	0	2	1	0	3		
				%	0	0	11	4	0	3		
	Fetching			No.	8	5	4	9	1	27		
				%	40	22	22	39	17	30		
	Purchase			No.	10	18	12	13	5	58		
				%	50	78	67	57	83	64		
	Well			No.	1	0	0	0	0	1		
				%	5	0	0	0	0	1.5		
	Others (Waiting)			No.	1	0	0	0	0	1		
				%	5	0	0	0	0	1.5		
	Total			No.	20	23	18	23	6	90		
				%	100	100	100	100	100	100		
	3-5			Damage	Physical	No.	0	2	0	0	1	3
						%	0	9	0	0	12.5	4
					Time loss	No.	13	6	7	8	1	35
						%	65	26	44	47	12.5	42
		Burden	No.		2	7	9	8	1	27		
			%		10	30	56	47	12.5	32		
Inconvenience		No.	5		8	0	1	4	18			
		%	25		35	0	6	50	21			
Others (Waiting)		No.	0		0	0	0	1	1			
		%	0		0		0	12.5	1			
Total		No.	20		23	16	17	8	84			
		%	100		100	100	100	100	100			

表-3 社会条件調査結果まとめ(2)

Sections	No.	Questions		Unit	Area					Total
					Dybabel	Vrela Ribnicka	Tolosi	Momisici	Center Podgorica	
Section 4 Water consumption and Water use	4-1	Consumption		m ³ / capita	190	223	240	251	273	237
	4-2	Pressure	High	No.	1	0	2	0	9	12
				%	5	0	11	0	45	12
			Just enough	No.	11	13	11	9	8	52
				%	55	59	58	39	40	50
			Low	No.	7	6	6	14	2	35
				%	35	27	31	61	10	34
			Very low	No.	1	3	0	0	1	5
				%	5	14	0	0	5	4
		Total		No.	20	22	19	23	20	104
				%	100	100	100	100	100	100
	4-3	Water use	Drinking	%	8	12	6	6	14	9
			Washing	%	18	29	15	17	31	22
			Bathing	%	44	36	20	21	47	33
			Cleaning	%	10	13	37	30	8	20
			Others (Cleaning)	%	20	10	22	26	0	16
			Total	%	100	100	100	100	100	100
		Water tank	Yes	No.	14	16	13	15	6	64
				%	74	73	65	65	30	62
			No	No.	5	6	7	8	14	40
				%	26	27	35	35	70	38
			Total	No.	19	22	20	23	20	104
				%	100	100	100	100	100	100
Section 5 Water quality	5-1	Quality	Good	No.	2	5	19	23	11	60
				%	10	23	95	100	55	57
			Acceptable	No.	15	13	1	0	8	37
				%	75	59	5	0	40	35
			Not good	No.	3	2	0	0	1	6
				%	15	9	0	0	5	6
			Very bad	No.	0	2	0	0	0	2
				%	0	9	0	0	0	2
			Total	No.	20	22	20	23	20	105
				%	100	100	100	100	100	100
	5-2	Taste	None	No.	0	8	19	23	23	73
				%	0	36	95	100	100	68
			Chlorination	No.	20	14	1	0	0	35
				%	100	64	5	0	0	32
			Septic odor	No.	0	0	0	0	0	0
				%	0	0	0	0	0	0
			Metallic odor	No.	0	0	0	0	0	0
				%	0	0	0	0	0	0
			Others	No.	0	0	0	0	0	0
				%	0	0	0	0	0	0
			Total	No.	20	22	20	23	23	108
				%	100	100	100	100	100	100
	5-3	Color	None	No.	20	17	20	23	18	98
				%	100	77	100	100	90	93
			Red	No.	0	0	0	0	0	0
				%	0	0	0	0	0	0
			Turbidity	No.	0	5	0	0	2	7
				%	0	23	0	0	10	7
			Others	No.	0	0	0	0	0	0
				%	0	0	0	0	0	0
			Total	No.	20	22	20	23	20	105
				%	100	100	100	100	100	100

表-4 社会条件調査結果まとめ(3)

Sections	No.	Questions		Unit	Area					Total
					Dybabel	Vrela Ribnicka	Tolosi	Momisici	Center Podgorica	
Section 6 Water charge	6-1	Water charge	Water charge	EUR/month	13.4	9.1	11.4	15.7	11.0	12.1
	6-2	Method	Branch office	No.	19	10	18	23	13	83
				%	100	45	100	100	68	82
			Bank account	No.	0	9	0	0	3	12
				%	0	41	0	0	16	12
			Others (Post office)	No.	0	3	0	0	3	6
				%	0	14	0	0	16	6
			Total	No.	19	22	18	23	19	101
				%	100	100	100	100	100	100
	6-3	Rate	More than 10%	No.	3	3	0	0	0	6
				%	15	14	0	0	0	6
			5=<x<10%	No.	1	4	0	0	1	6
				%	5	18	0	0	5	6
			3=<x<5%	No.	16	11	4	2	9	42
				%	80	50	20	11	47	42
			Less than 3%	No.	0	4	16	17	9	46
				%	0	18	80	89	48	46
			Total	No.	20	22	20	19	19	100
				%	100	100	100	100	100	100
	6-4	Feel	Very expensive	No.	5	4	0	0	0	9
				%	25	18	0	0	0	9
			Expensive	No.	15	8	0	1	4	28
				%	75	36	0	4	20	27
			Reasonable	No.	0	10	19	22	15	66
				%	0	46	95	96	75	63
			Cheap	No.	0	0	1	0	1	2
				%	0	0	5	0	5	1
			Total	No.	20	22	20	23	20	105
				%	100	100	100	100	100	100

SOCIO-CONDITION SURVEY

Survey No.: _____

Questionnaire



Interviewer: _____, Interviewed date: _____ / _____, 2009

Town: _____

1. Botum
2. Daybabel
3. Tolosi
4. Momisici
5. Center Podgorica

SECTION 1 Interviewee's Information

1-1 Name of Interviewee _____
Sex: M / F Age: _____

SECTION 2 Family Structure

2-1 Total number of household member _____ persons
(Male: _____ persons, Female: _____ persons)

SECTION 3 Water Availability

3-1 Experiences of interruption in supply

Has your family ever experienced interruption in supply? _____

Code for answer: 1. Yes
2. No

3-2 Frequency of interruption in supply

How often does your family experience interruption in supply in a month ?

_____ Times

3-3 Average hours of interruption in supply

_____ Hours

3-4 Alternative water source

When it is interruption in supply, where does your family get drinking water from ? _____

Code for answer: 1. Water truck from corporation
2. Individual water tank for storage of water supply
3. Fetching water from supply area
4. Purchase of bottled water
5. Own well
6. Others _____

3-5 Damages caused by interruption in water supply

When it is interruption in supply and you get water from where you answered in "3-4", what kind

of damage did you have at that time ? _____

- Code for answer: 1. Physical condition defectiveness (diarrhea)
2. Time loss by fetching water
3. Increase of burden for domestic account by purchase of drinking water
4. Inconvenience of daily life (Shortage of shower water, washing water)
5. Others _____

SECTION 4 Water consumption and Water use

4-1 Water consumption (Please check invoice from Podgorica Water and Sewerage Corporation)

How much water does your family use last month? Please see the invoice from corporation.

_____ m³/month

4-2 Pressure of water supply

How does your family feel the pressure of water supply in your house connection? _____

- Code for answer: 1. High
2. Just enough
3. Low
4. Very low

4-3 Water use

What is rate of each water consumption by water use ?

Drinking and Cooking	_____ %
Washing	_____ %
Bathing and Shower	_____ %
Cleaning and Watering	_____ %
Others _____	_____ %
Total	<u>100</u> %

4-4 Water tank

Do you buy water bottle for drinking?

- Code for answer: 1. Yes (Capacity _____ L/month)
2. No

SECTION 5 Water quality

5-1 How do you feel water quality for domestic use?

- Code for answer: 1. Good quality
2. Not perfect, but basically acceptable
3. Not good
4. Very bad

5-2 Taste and smell

How is taste and smell of water supply ?

- Code for answer: 1. None
2. Smelling of chlorination
3. Septic odor
4. Metallic odor
5. Others_____

5-3 Color

How is color of water supply ?

- Code for answer: 1. None
2. Red water
3. Turbidity
4. Others_____

SECTION 6 Water charge

6-1 Water charge

How much is your family spending for water use ?

_____EUR/month

6-2 Method of payment of water charge

How does your family pay for water charge ?

- Code for answer: 1. Payment at branch of Podgorica Water and Sewerage Corporation
2. Pulling down from bank account
3. Others_____

6-3 Rate of water charge in monthly expenditure

How much is your family spending on water for domestic use in a month?

- Code for answer: 1. More than 10%
2. $5 \leq x < 10\%$
3. $3 \leq x < 5\%$
4. Less than 3%

6-4 How do you feel water charge?

- Code for answer: 1. Very expensive
2. Expensive
3. Reasonable
4. Cheap

添付資料 7：ウォーターハンマーの検討

マレザ新ポンプ場からリュボヴィッチ配水池（20,000m³）までの新設予定の送水管（800mmφ）についてのウォーターハンマー解析

本計画でマレザ新ポンプ場の配水ポンプ/モータが更新される。一方、PWS は EC 関連の資金を使って、リュボヴィッチに 20,000m³ の配水池を新設し、マレザポンプ場からリュボヴィッチ配水池まで 800 mm φ の送水管を将来敷設する予定である。

これらの事業が完成すると、マレザ新ポンプ場からこの送水管を通してリュボヴィッチ配水池に送水システムが切換る。

現在マレザ新ポンプ場には、ウォーターハンマー防止装置として、2 基のエアチャンバーと 1 台のエアコンプレッサーが設置されているが、送水機能同時に配水機能の両方を持っている為、使用されていない。もしシステムが切り直送する場合、送水中に停電や誤操作により全ポンプの停止が起これば、送水管内にウォーターハンマーが発生する恐れがある。従って、前述したエアチャンバーやエアコンプレッサーを復旧させ、この送水管を利用した場合のウォーターハンマー防止についての解析を参考として行った。

この解析は、ウォーターハンマー防止装置を使用しない場合とウォーターハンマー装置を使用した場合のそれぞれのケースについて、全ポンプ停止時に送水管内に生ずる最高上昇圧力と最低降下圧力を算出し、①最高上昇圧力が送水管の最高使用圧力を上回らないかどうか、②最低降下圧力時に水柱分離が起こらないかどうか判定したものである。

解析の結果は下表の通りである。この結果、既設のウォーターハンマー防止装置は新設の送水管に適用できることがわかった。解析結果の詳細は添付データに示される。

表-1 ウォーターハンマーの解析結果

	ウォーターハンマー防止装置を使わない場合	ウォーターハンマー防止装置を使う場合
1. ウォーターハンマー時に生ずる圧力		
送水管内の最高上昇圧力	1.1739 MPa (11.97 kgf/cm ²)	0.9379 MPa (9.564 kgf/cm ²)
送水管内の最低降下圧力	-0.4436 MPa (-4.523 kgf/cm ²)	-0.0419 MPa (-0.428 kgf/cm ²)
2. 送水管の最高使用圧力	0.9807 MPa (10 kgf/cm ²)	左記に同じ
3. 水柱分離発生の有無	有	無
4. 送水管の使用適否	最高上昇圧力が最高使用圧力を上回り、水柱分離が発生するので不適	適

ウォーターハンマー検討書

1. 検討目的：ポンプ停電時に生じる水撃作用の検討。
2. 検討方法：特性曲線法を用いた流体過渡現象解析プログラムを使用する。

3. 基本条件

(1) ポンプ

ポンプ番号	:	1
ポンプ名称	:	送水ポンプ
ポンプ機名	:	400 VY2M
設置台数	:	4 台
運転台数	:	3 台
定格吐出量	:	19.2 m ³ /min
定格全揚程	:	90 m
定格回転数	:	1470 min ⁻¹
定格ポンプ効率	:	77%
ポンプ特性番号	:	G0003

(2) 電動機およびGD2 値

電動機出力	:	400 kW
電動機型式	:	かご形
電動機電圧	:	6000 v
電動機周波数	:	50 Hz
電動機極数	:	4 P
電動機 GD2 値	:	15.3 kg m ²
ポンプ GD2 値	:	15.9 kg m ²

(3) 逆止弁

弁番号	:	6
逆止弁口径	:	400 mm
対策前逆止弁型式	:	普通逆止弁

(4) 管路

1) 吐出管路

管路番号	:	1
管路系統	:	N1(2) - N2(1)
送水管管種	:	鋼管
送水管口径	:	800 mm
送水管管厚	:	8 mm
K/E 値	:	0.01
圧力伝搬速度	:	1007.63 m/sec
区間管路長さ	:	8910 m
損失係数C 値	:	160
区間損失水頭	:	21.85 m
送水管許容圧力	:	0.9807 MPa (10.000 kgf/cm ²)
送水管最高圧力	:	
<対策前>		1.1739 MPa (11.970 kgf/cm ²)
<対策後>		0.9379 MPa

(9.564 kgf/cm²)

(5) 運転状態における諸条件の値

送水条件	:	計画水量	
送水量	:	57.6 m ³ /min	
吸込井水位	:	NWL 32.5 EL m	
吐出井水位	:	NWL 99 EL m	
実揚程	:	66.5 m	
管路損失水頭	:	21.848 m	
場内損失水頭	:	1.652 m	
ポンプ流量比	:	100 %	
全揚程比	:	100 %	
110%QのH	:		
120%QのH	:		
等価管路流速 V	:	1.91 m/sec	
等価圧力伝搬速度 a	:	1007.63 m/sec	
管路定数 2ρ	:	2.18	
波動往復時間 μ	:	17.69 秒	
損失水頭比 H_I / H_P	:	26.11 %	
		対策前	対策後
定格効率使用 K_μ 値	:	35.05	35.05
計算時間間隔	:	0.442	0.01
計算終了時間	:	353.7	353.7
管路分割数	:	20	884

4. 検討結果

	ポンプ場からの距離	管路高さ
最低圧力: -0.4436 MPa (-4.523 kgf/cm ²)	8464.5 m	64.0 EL m
最高圧力: 1.1739 MPa (11.970 kgf/cm ²)	0.0 m	32.0 EL m
逆流開始時刻: 18.12 秒	逆止弁 DV/DT 値:	0.14 < 1.5

水柱分離の恐れがある為対策を行う必要がある。
最高圧力については管路許容圧力の確認が必要である。
添付図に最高最低圧力線図を示す。

5. ウォーターハンマー対策機器仕様

(1) フライホイールの設置	不採用		
(2) 逆止弁の仕様変更	不採用		
(3) サージタンクの設置	不採用		
(4) エアチャンバーの設置			
ポンプ機場からの設置場所	:	0 m	0 m
機器番号	:	1	1
設置レベル	:	32.5 EL m	32.5 EL m
初期水位	:	36.0 EL m	36.0 EL m
直径	:	2.2 m	2.2 m
初期空気量	:	2.5 m	2.5 m
エアーチャンバー容量	:	16.0 m	16.0 m

分岐管口径	:	400 mm	400 mm
分岐管等価長さ	:	30 m	30 m
流出抵抗損失係数	:	7.72388	7.72388
流入抵抗損失係数	:	1000	1000

(5) 空気弁の設置 不採用

6. 対策後の検討結果

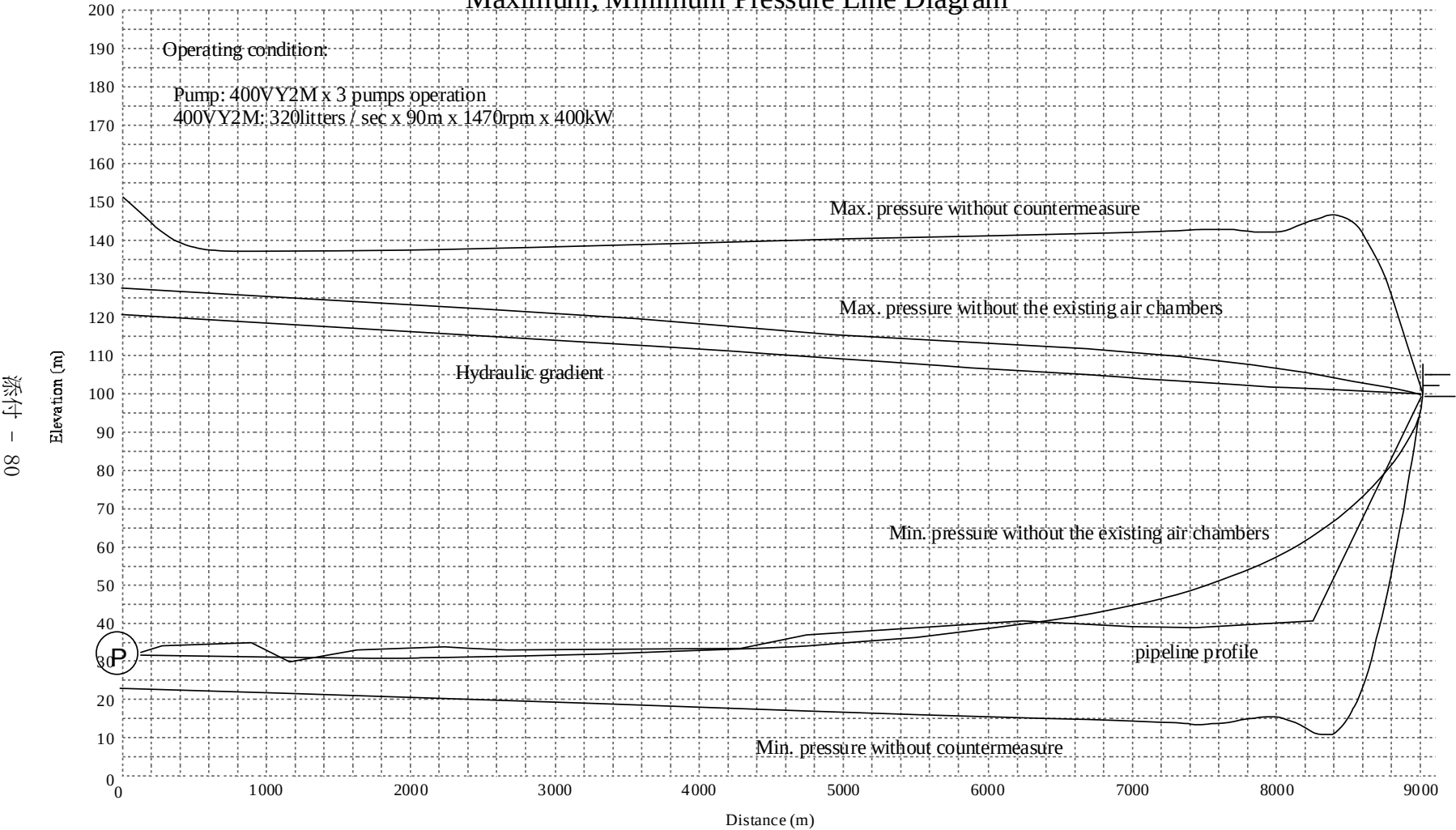
	ポンプ場からの距離	管路高さ
最低圧力: -0.0419 MPa (-0.428 kgf/cm ²)	8869.6 m	95.8 EL m
最高圧力: 0.9379 MPa (9.564 kgf/cm ²)	0.0 m	32.0 EL m
節点番号: 1 機器番号: 2		
エアチャンバーの最大空気量:	14.157 m ³	
最小空気量:	2.372 m ³	
節点番号: 1 機器番号: 2		
エアチャンバーの最大空気量:	14.157 m ³	
最小空気量:	2.372 m ³	

負圧が発生するが水柱分離の恐れは無い。
最高圧力については管路許容圧力以内と想定される。
添付図に最高最低圧力線図を示す。

7. 管路横断データ

番号	接点	距離 m	標高 ELm	揚程 m
1	1	0	32	120.848
2		260	34	120.21
3		890	35	118.67
4		1160	30	118
5		1660	33	116.78
6		2310	34	115.18
7		2570	33	114.55
8		4090	33	110.82
9		4220	33	110.5
10		4720	37	109.27
11		5020	37	108.54
12		5820	40	106.58
13		6320	40	105.35
14		7220	38	103.14
15		8160	40	100.84
16	2	8910	99	99

Maximum, Minimum Pressure Line Diagram



添付資料 8 : 配水管網図

表-1 図面リスト

図面番号	図面名称
1	配水管網見取り図
2	配水管網図 (Map-1)
3	配水管網図 (Map-2)
4	配水管網図 (Map-3)
6	配水管網図 (Map-4)
7	配水管網図 (Map-5)
8	配水管網図 (Map-6)

Map-1

Map-3

Map-5



Map-2

Map-4

Map-6

NO.	DATE	APPROVED	REVISION

NOTES



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）

配水管網図見取り図

DATE

SCALE

1:8000

APPROVED
CHECKED
DRAWN

DWG. NO.

(1)

