第3章　既存下水道施設の概要

3.1　管渠の現状把握

管渠施設の現状を把握し、課題抽出を行うまでのフローを図 3.1 に示す。

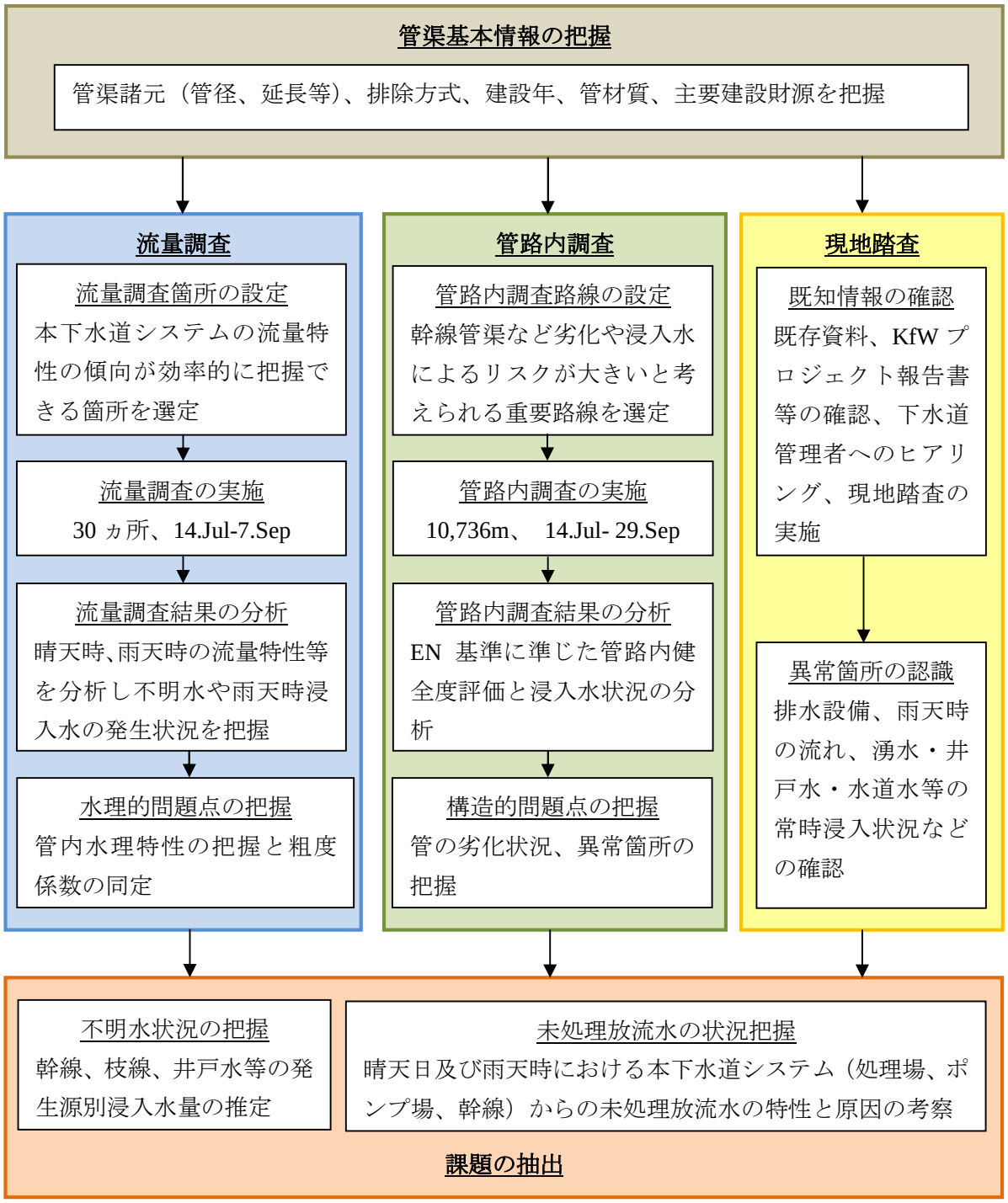


図 3.1　管渠調査及び課題抽出までのフロー

3.1.1　管渠の基本情報

下水管渠のうち、幹線は主にオフリド湖岸に敷設され、住宅地や主要な宿泊観光地とつながっている。現時点で約 40km が整備されている。

表 3.1　幹線管渠の概要

市	湖との位置関係	位置の概要		延長 (m)	管径 (mm)	勾配 (%)	管種
		起点	終点				
Ohrid	右岸	Desaret	Krusa PS	1,717	500	0.18	PVC
Ohrid	右岸	Krusa PS	Elsec PS	1,576	600	0.18	PVC
Ohrid	右岸	Elsec PS	Metropol PS	1,852	600	0.20	PVC
Ohrid	右岸	Metropol PS	Granit PS	1,400	600	0.15	RC
Ohrid	右岸	Granit PS	Orce Nikorov PS	1,550	800	0.15	RC
Ohrid	右岸	Orce Nikorov PS	Ohrid 1 PS	3,000	800	0.10	RC
Ohrid	右岸	Ohrid 1 PS	Ohrid 2 PS	1,045	1,000	0.10	RC
Ohrid	右岸	Ohrid 2 PS	Daljan PS	3,337	1,200	0.15	RC
Ohrid	右岸	Dalian PS	Podmojle PS	5,006	1,200	0.08	RC
Ohrid	右岸	Podmojle PS	Sateska PS	2,404	1,200	0.17	RC
Ohrid	右岸	Sateska PS	Struga 3 PS	4,267	1,200	0.10	RC
Struga	左岸	Elen Kamen	Struga 3 PS	9,899	150 - 600	圧送管含む	PE,PVC
Ohrid/ Struga	Crn Drim 川右岸	Struga 3 PS	Vranista WWTP	3,934	1,200	0.08	RC
計		-	-	40,987	-	-	-

出典：PROAQUA

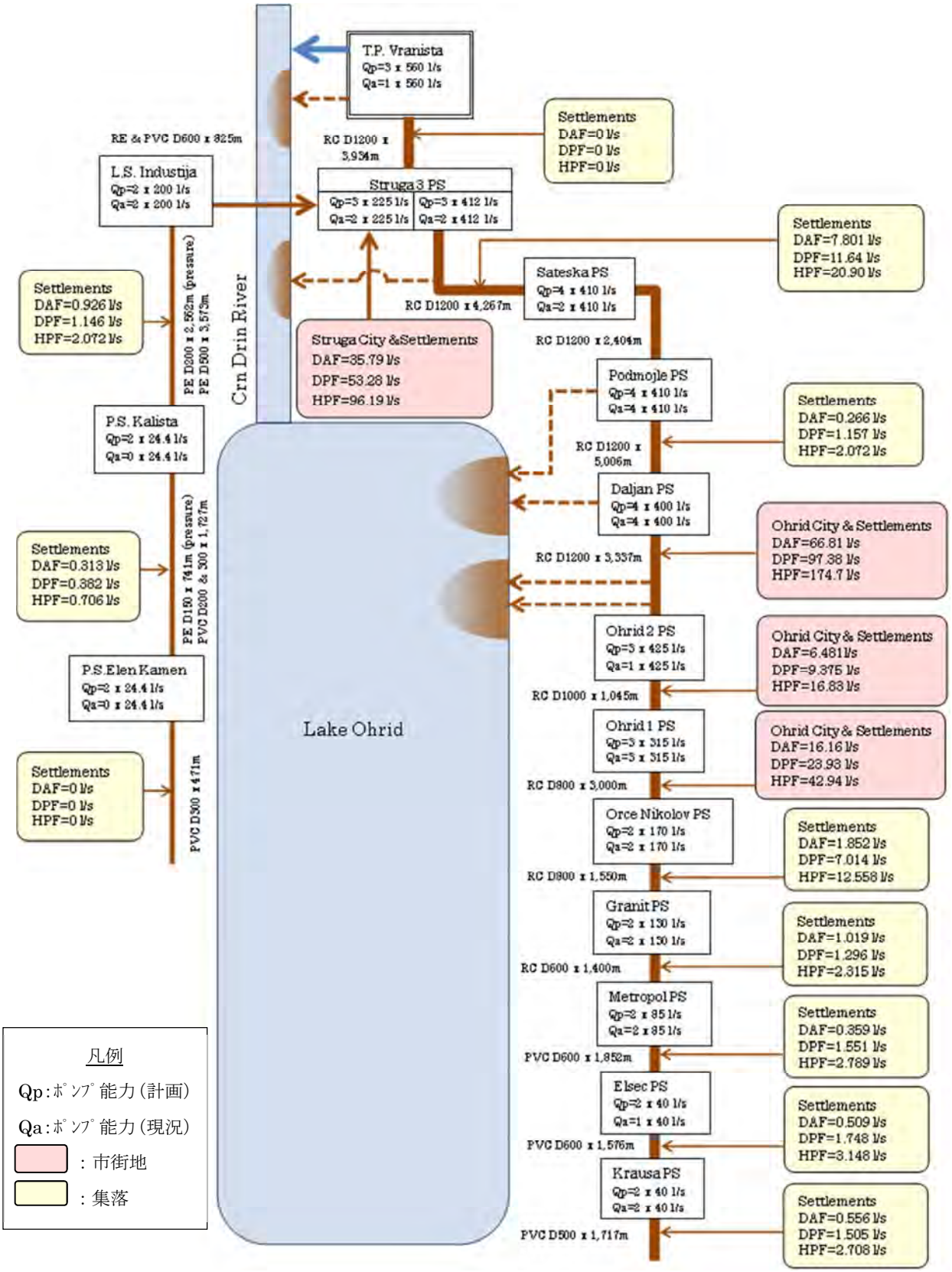
主要枝線管渠網については主に住宅地や観光施設の立地している地域で整備されており、管渠は主に鉄筋コンクリート管、石綿管、塩化ビニル管、ポリエチレン管が用いられている。主要枝線管渠の整備延長は約 141km に達している。

表 3.2　主要枝線管渠網の概要

項目	延長(m)			管径の範囲	管種
	Ohrid	Struga	計		
合流式及び分流式（汚水）の管網	84,238	32,548	116,786	80～ 600mm	石綿管/PVC 管/PE 管/RC 管
分流式（雨水）の管網	17,624	6,836	24,260	150～1,000mm	
計	101,862	39,384	141,046	-	-

出典：PROAQUA

オフリド湖下水道システムの全体系統図を図 3.2 に示す。



出典：JICA 調査団

図 3.2　オフリド湖下水道システムの現況全体系統図

管渠の基本的な情報、すなわち管渠の諸元（管径、延長等）、排除方式、建設年度、材質、主要建設財源は、下水道台帳が整備されていないため、PROAQUA 及び Niskogradba が保管する設計図や竣工図等の既存資料、ヒアリングの実施、現地確認により収集・整理した。概要について以下に述べる。

(1) 排除方式及び建設年

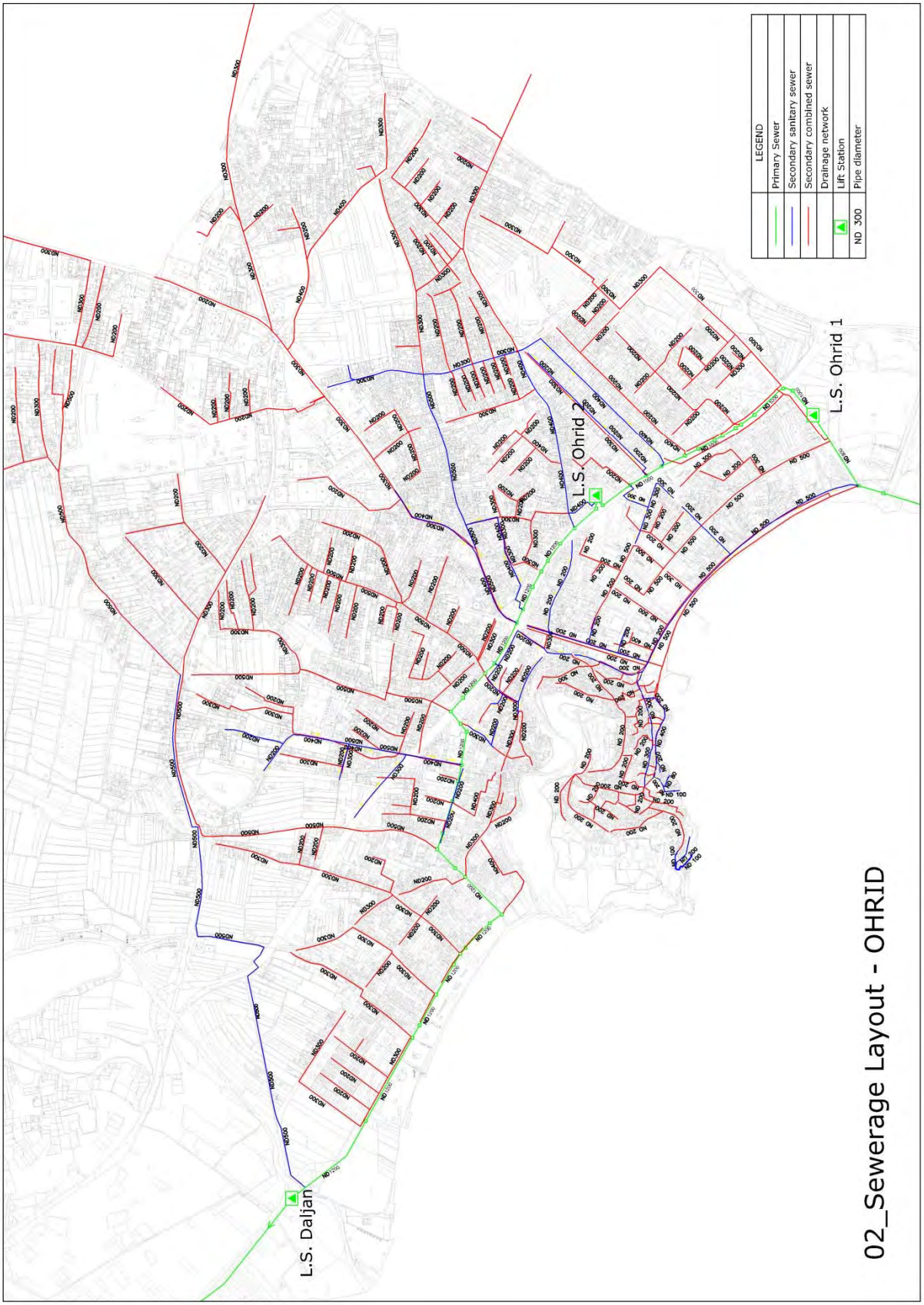
オフリド市街とストゥルーガ市街の多くの主要枝線管渠は、1970～1980 年代に合流式下水道として整備された。2000 年代初頭には限られたエリアで分流式下水道への改善が行われたが、家屋からの排水設備の切換えが進んでいないのが現状である。排除方式について図 3.3～図 3.6 に、建設年について図 3.7～図 3.9 に示す。

(2) 管材質

管渠の材質は、鉄筋コンクリート管（RC 管）、塩化ビニル管（PVC 管）、ポリエチレン管（PE 管）のほか、アスベストセメント管（AC 管）も存在する。管材質について図 3.10～図 3.12 に示す。

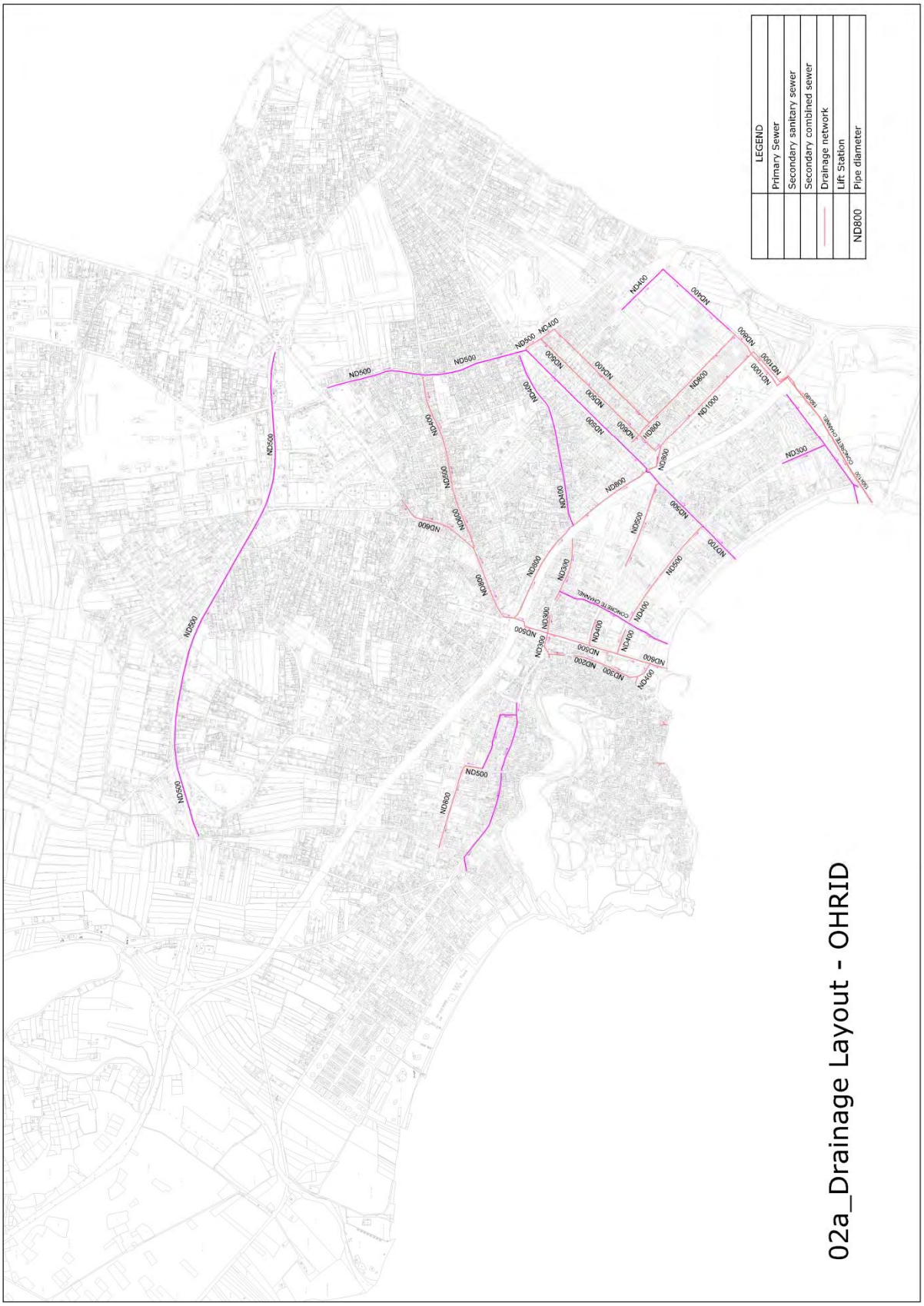
(3) 主要財源

幹線はほとんどの部分が国の財源で建設されたが、オフリド湖西側は KfW の資金で建設された。主要枝線は多くが地方の財源で建設されたが、部分的に KfW 資金で建設されている。主要財源について図 3.13～図 3.15 に示す。



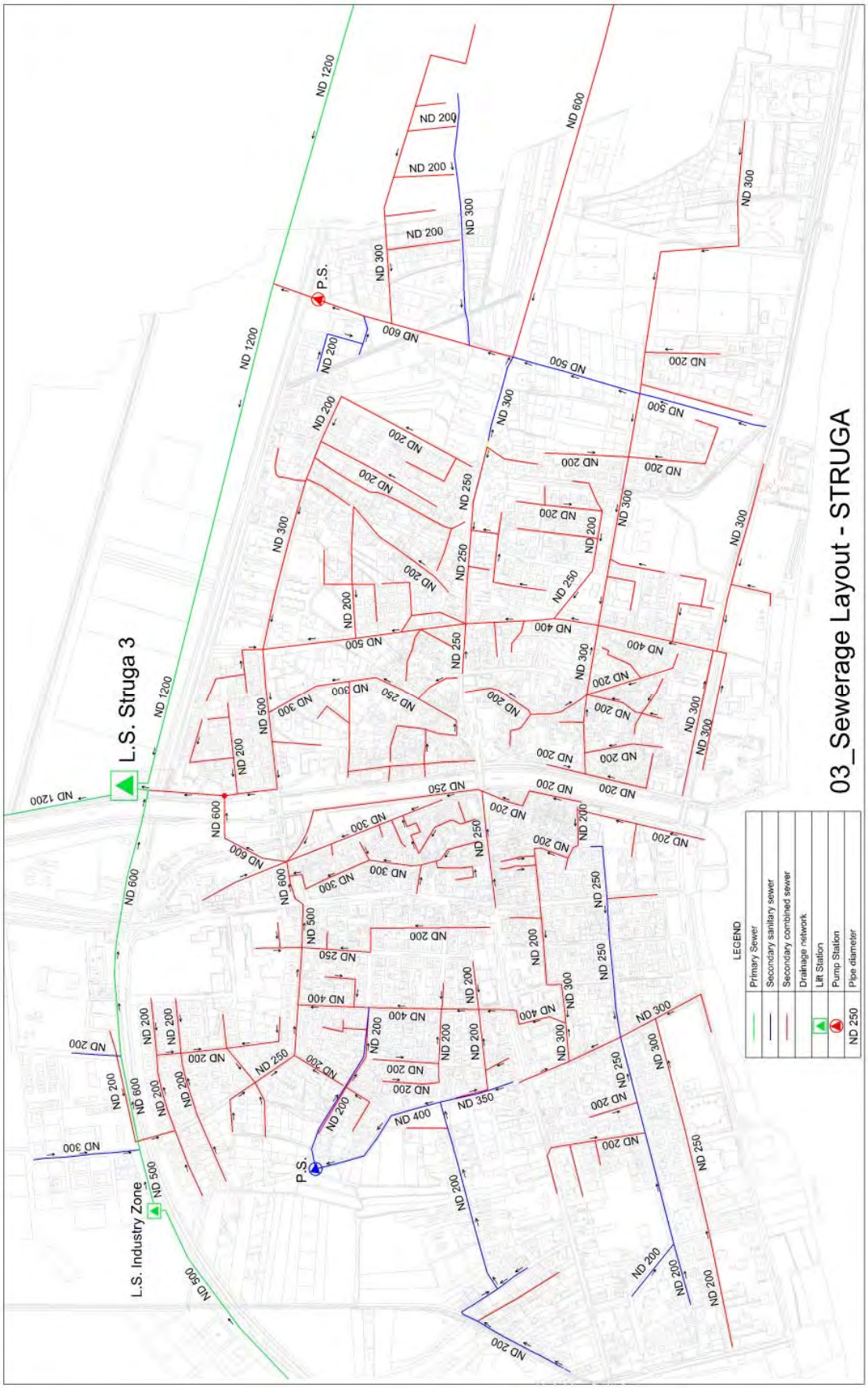
出典: JICA 調査団

図 3.3　合流管及び分流汚水管（オフリド市街主要枝線）



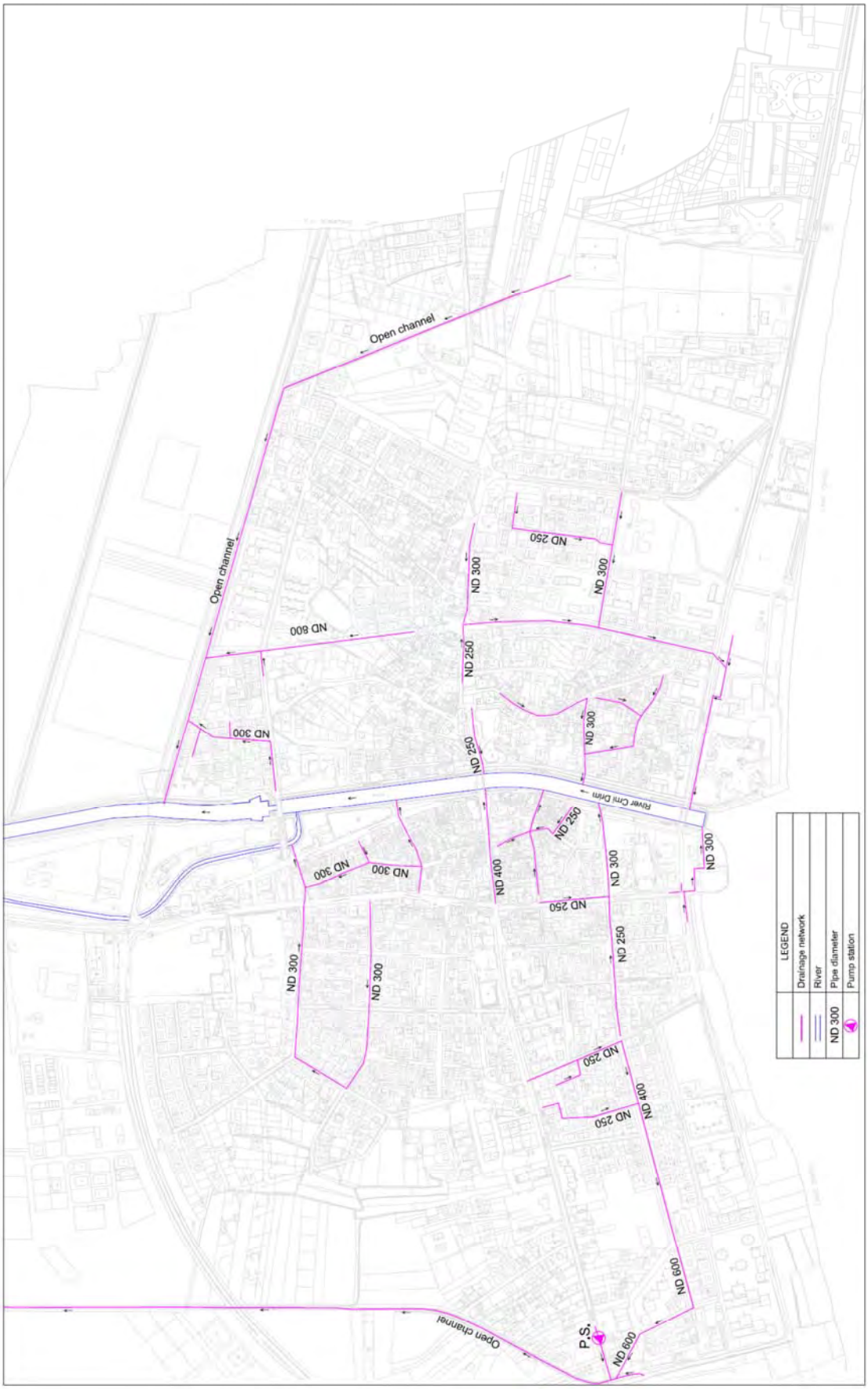
出典: JICA 調査団

図 3.4　雨水管（オフリド市街主要枝線）



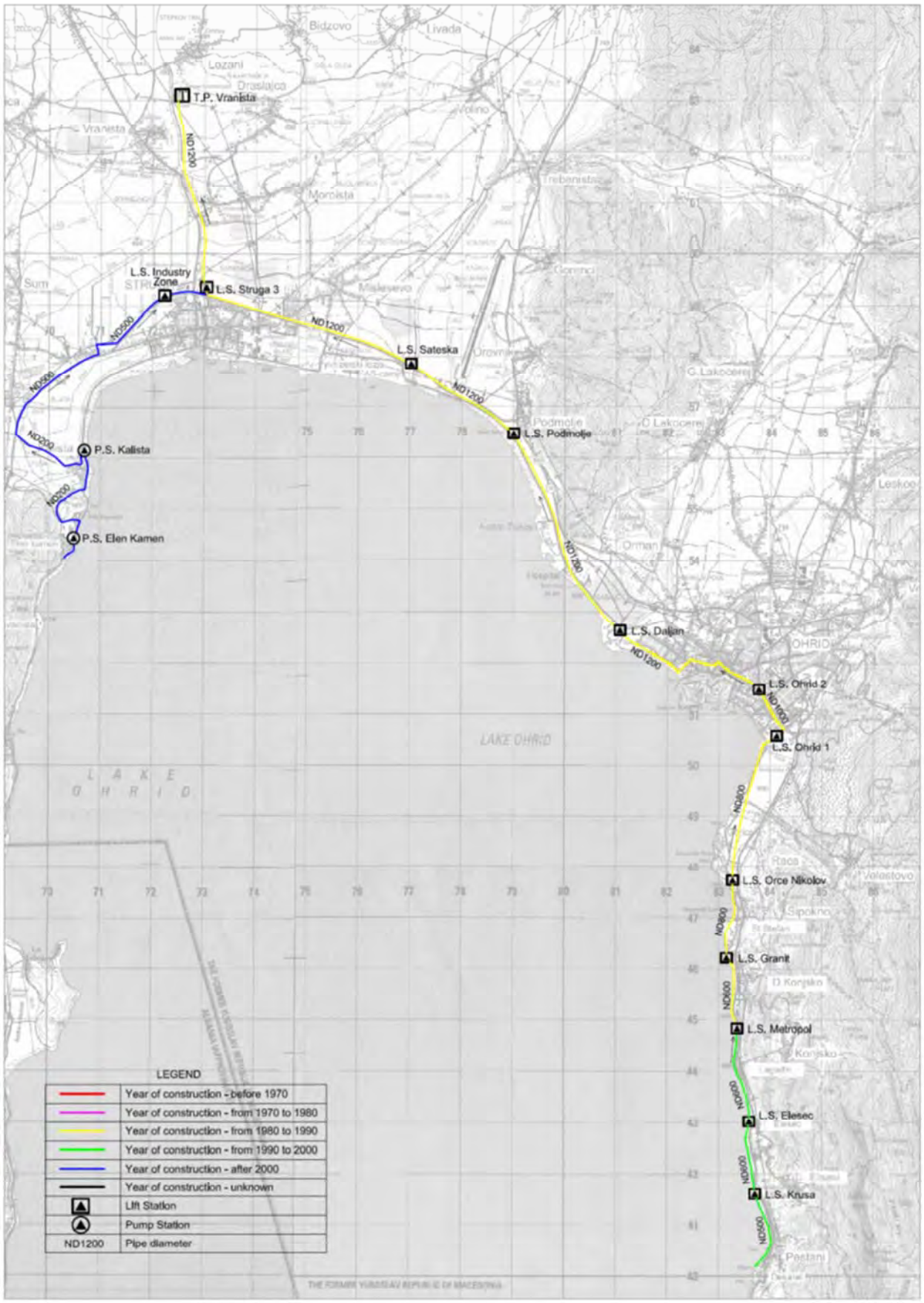
出典: JICA 調査団

図 3.5　合流管及び分流汚水管（ストゥルーガ市街主要枝線）



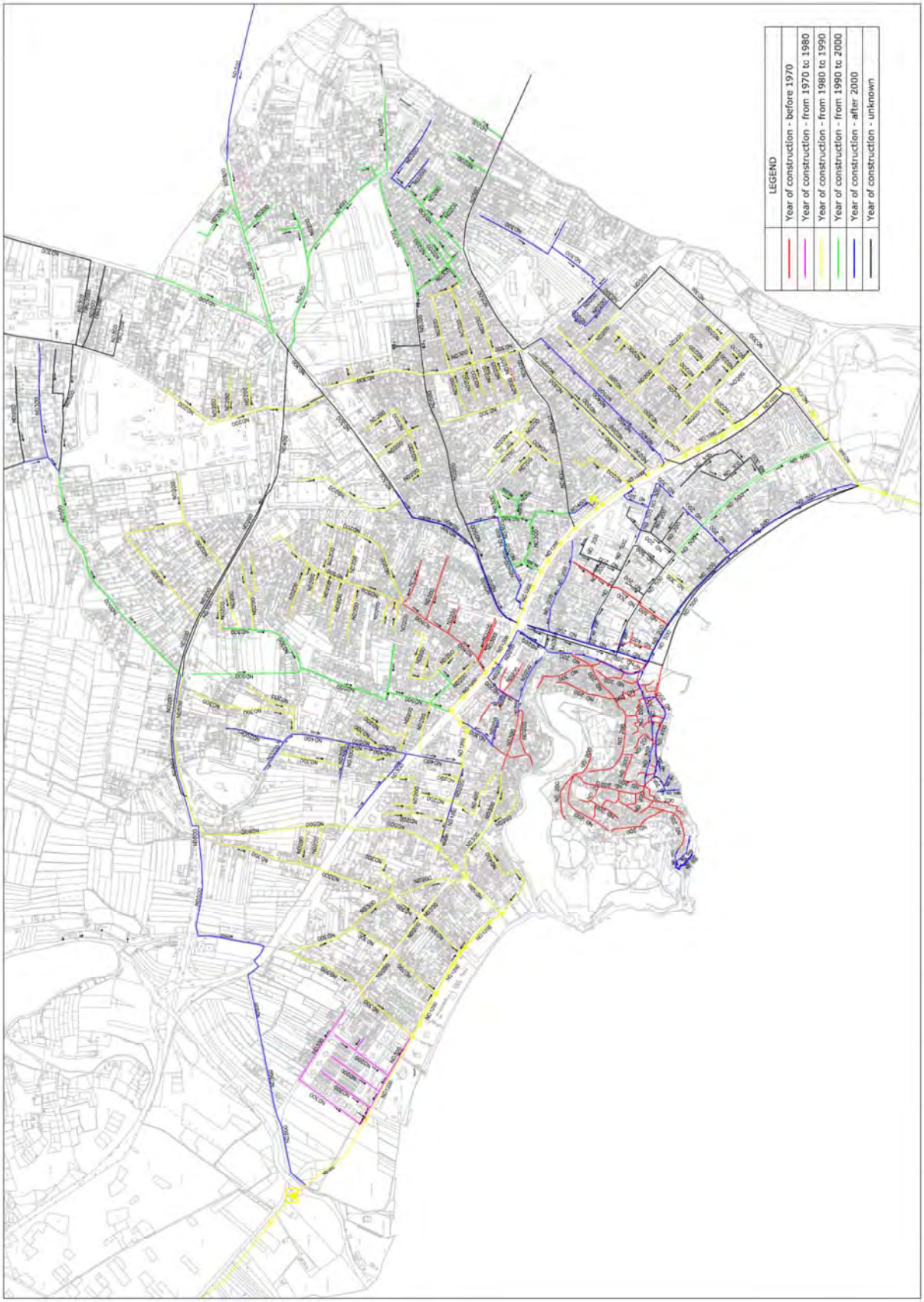
出典: JICA 調査団

図 3.6　雨水管（ストゥルーガ市街主要枝線）



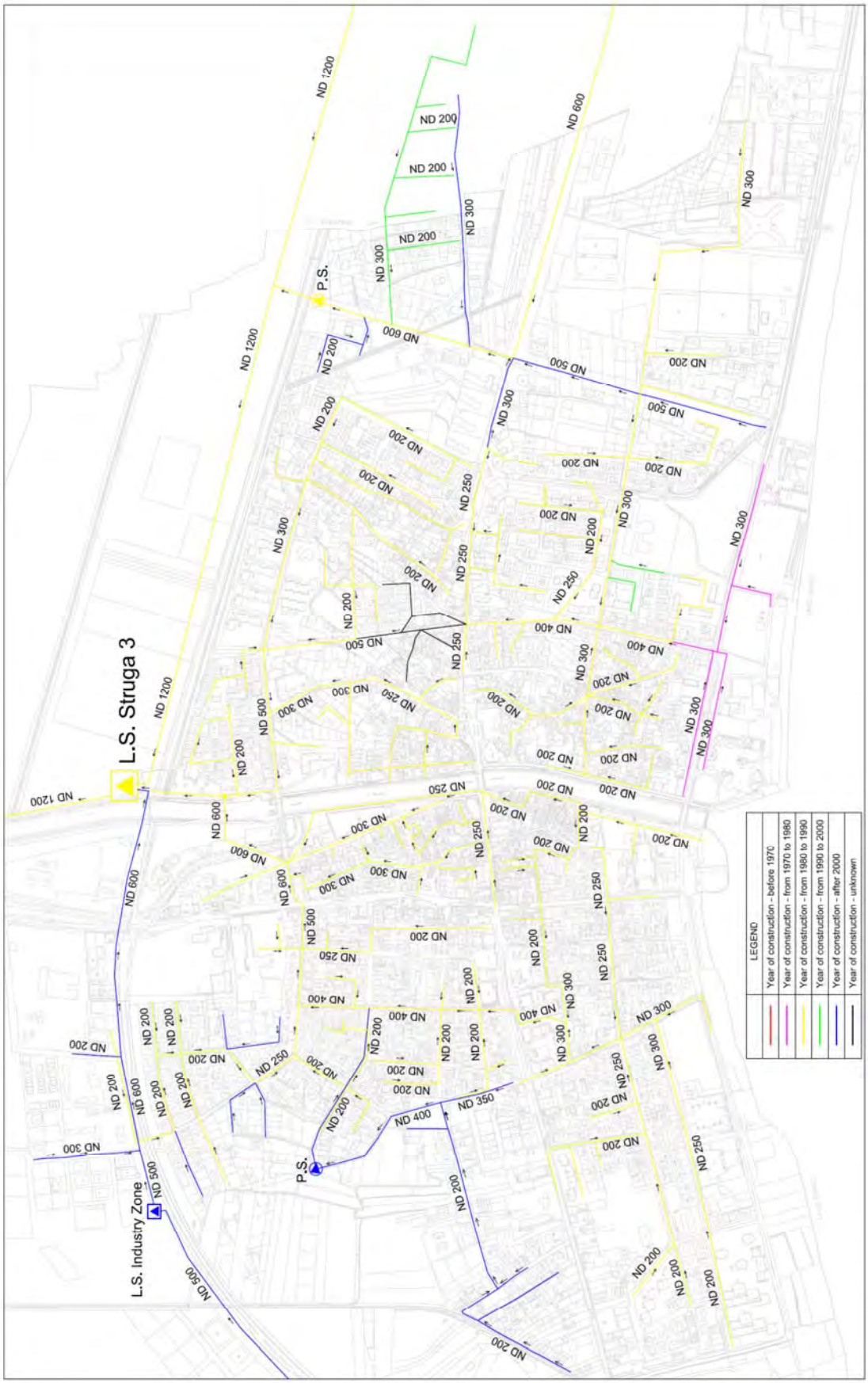
出典: JICA 調査団

図 3.7　建設年（幹線）



出典: JICA 調査団

図 3.8　建設年（オフリド市街主要枝線）

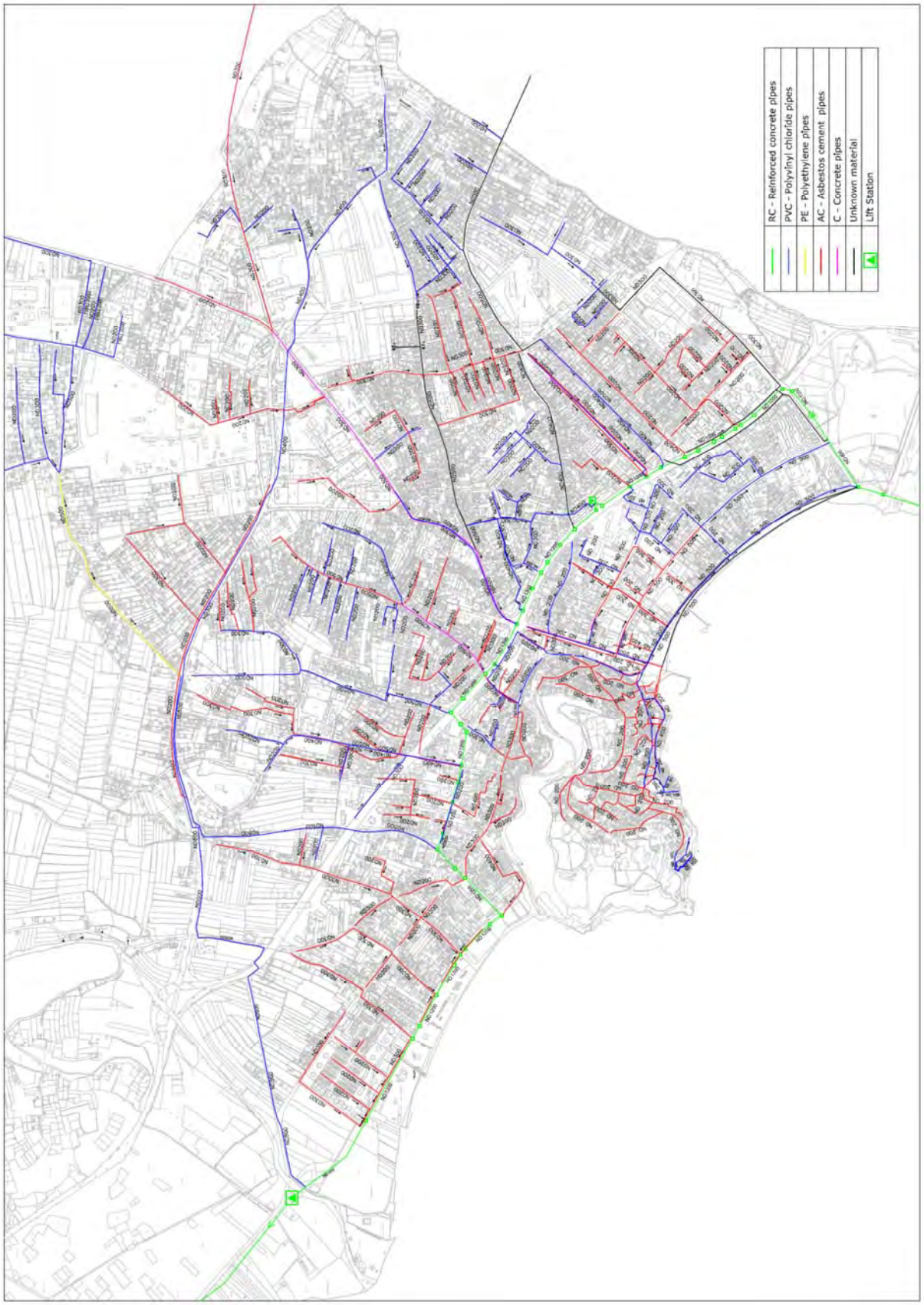


出典: JICA 調査団

図 3.9 建設年（ストゥルーガ市街主要枝線）

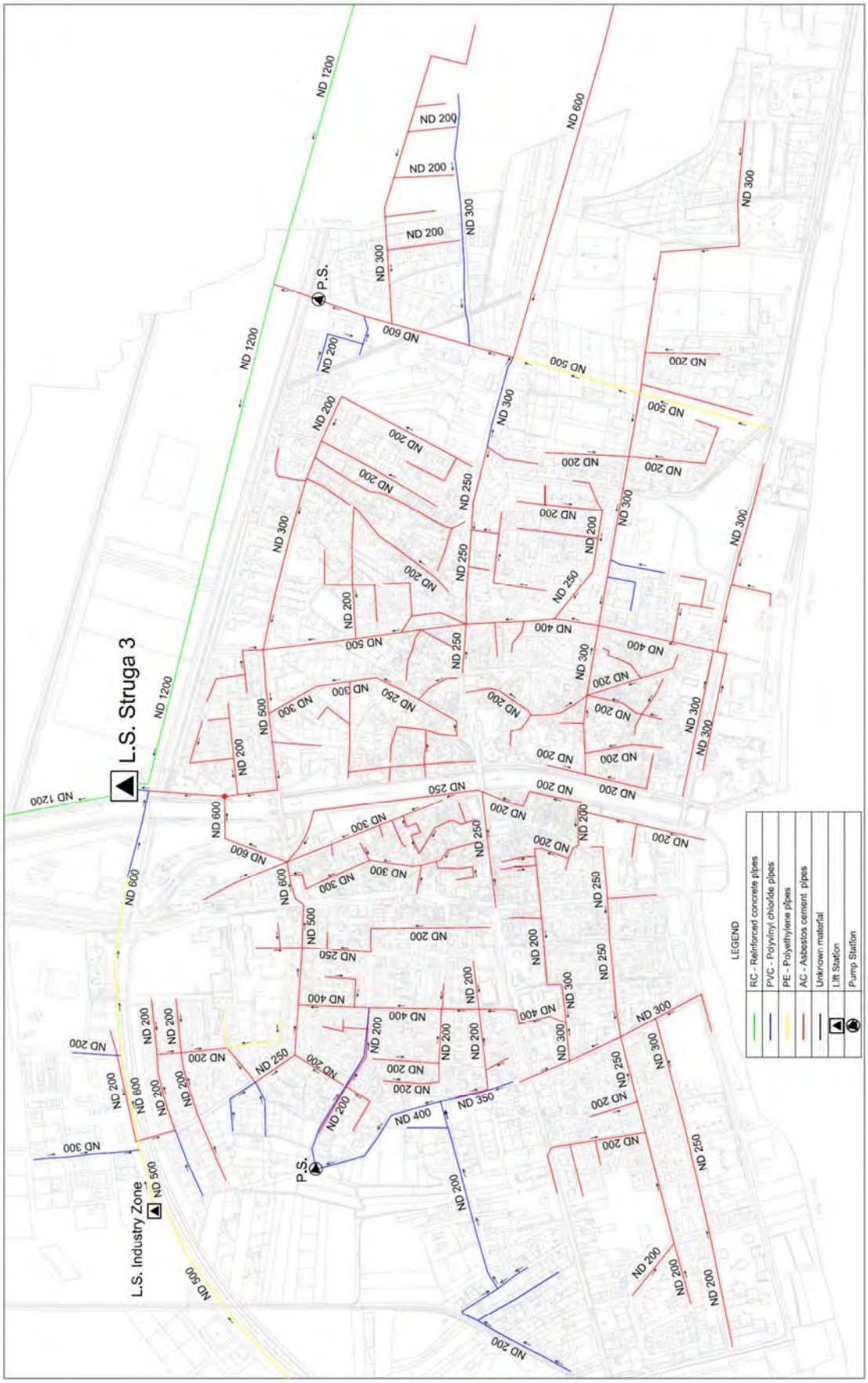
出典: JICA 調査団

図 3.10　管材質（幹線）



出典: JICA 調査団

図 3.11　管材質（オフリド市街主要枝線）



出典: JICA 調査団

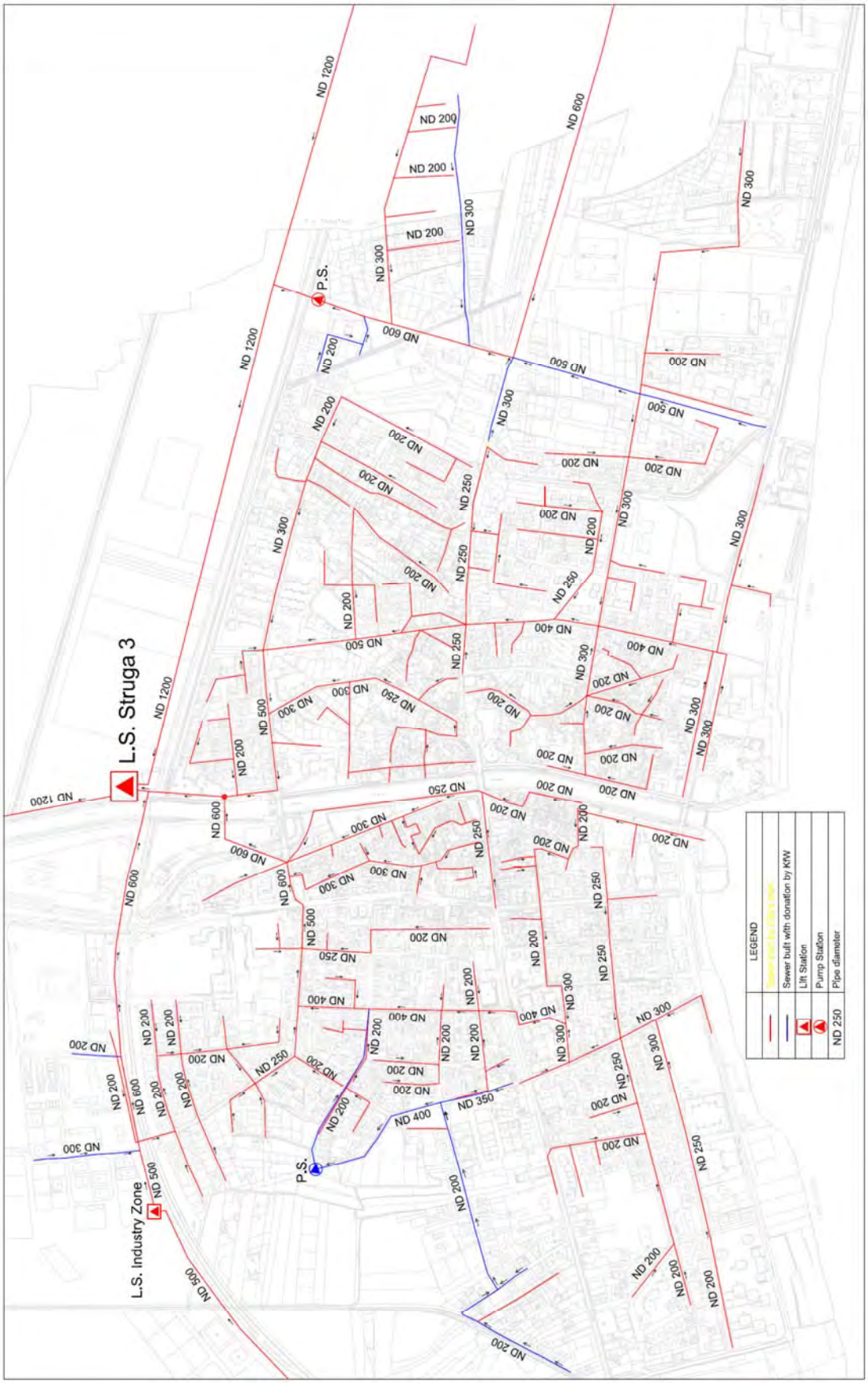
図 3.12　管材質（ストゥルーガ市街主要枝線）

出典: JICA 調査団

図 3.13 主要建設財源（幹線）

出典: JICA 調査団

図 **3.14** 主要建設財源（オフリド市街主要枝線）



出典: JICA 調査団

図 3.15　主要建設財源（ストゥルーガ市街主要枝線）

3.1.2　流量調査

(1) 調査目的

流量調査は、オフリド湖下水道システムの管路内水位を一定期間連続で測定し、実際の水位および流量の実態を調査することで、晴天時及び雨天時の下水量や変動パターン、浸入水等の発生状況等を把握し、下水道システムの能力確認や適切な対策の検討に資することを目的として実施する。

(2) 調査対象範囲

オフリド湖下水道システムのうち、オフリド湖東側に位置する幹線と、オフリド市街及びストゥルーガ市街に位置する主要枝線（合流管または汚水管）を調査の対象範囲とする。

(3) 調査箇所

本下水道システムの総延長は、幹線が約 40km、枝線が約 140km と膨大であり、全ての管渠を調査することは多大な期間と費用を必要とする。したがって、流量調査は本下水道システムの流量特性について、全体的な傾向を効率的に把握できる位置に設定すべきである。流量調査は以下の方針に従い、箇所と期間を設定し実施した。

- 幹線のうち下流部の 4 ヵ所を連続 8 週間測定する。
- 幹線のうち中流部の 4 ヵ所を連続 2 週間測定する。
- 幹線のうち上流部の 3 ヵ所と下流部の 1 ヵ所を連続 1 週間測定する。
- 主要枝線は幹線への主要な接続箇所及び維持管理者へのヒアリングにより不明水の浸入が特に疑われる個所を選抜し、18 ヵ所を連続 1 週間測定する。

調査箇所の番号と調査期間を表 3.3 に、調査位置を図 3.16～図 3.18 に示す。

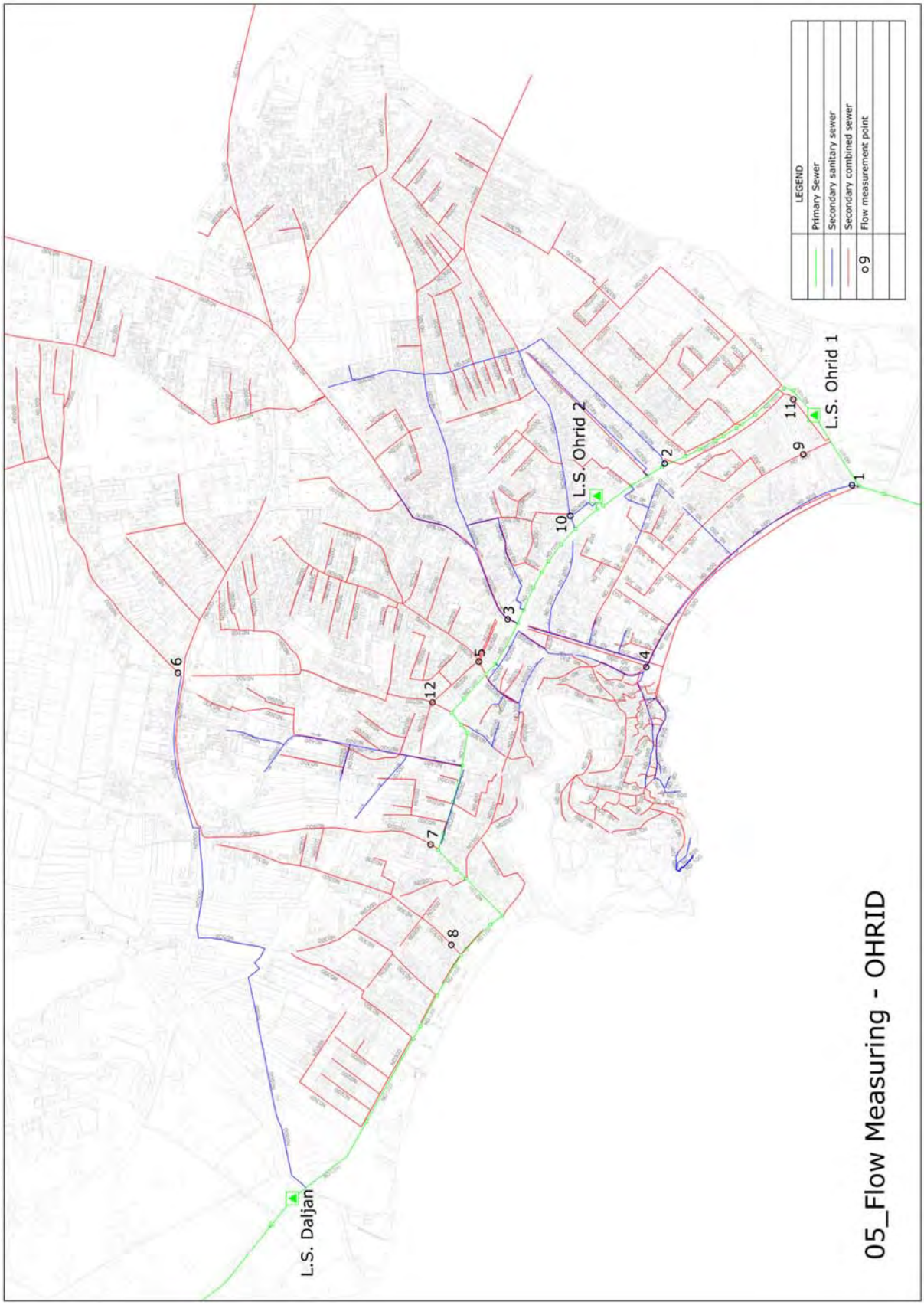
表 3.3　調査箇所番号と調査期間

種別	調査箇所番号	調査期間
幹線	No. 1,2,3,4　の 4 ヵ所	各 8 週間（延べ 32 週間）
	No. 5,6,7,8　の 4 ヵ所	各 2 週間（延べ 8 週間）
	No. 9,10,11,12　の 4 ヵ所	各 1 週間（延べ 4 週間）
オフリド市街主要枝線	No. 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12　の 12 ヵ所	各 1 週間（延べ 12 週間）
ストゥルーガ市街主要枝線	No. 2,3,4,5,6,7　の 6 ヵ所	各 1 週間（延べ 6 週間）
合計	30 ヵ所	延べ 62 週間

出典：JICA 調査団

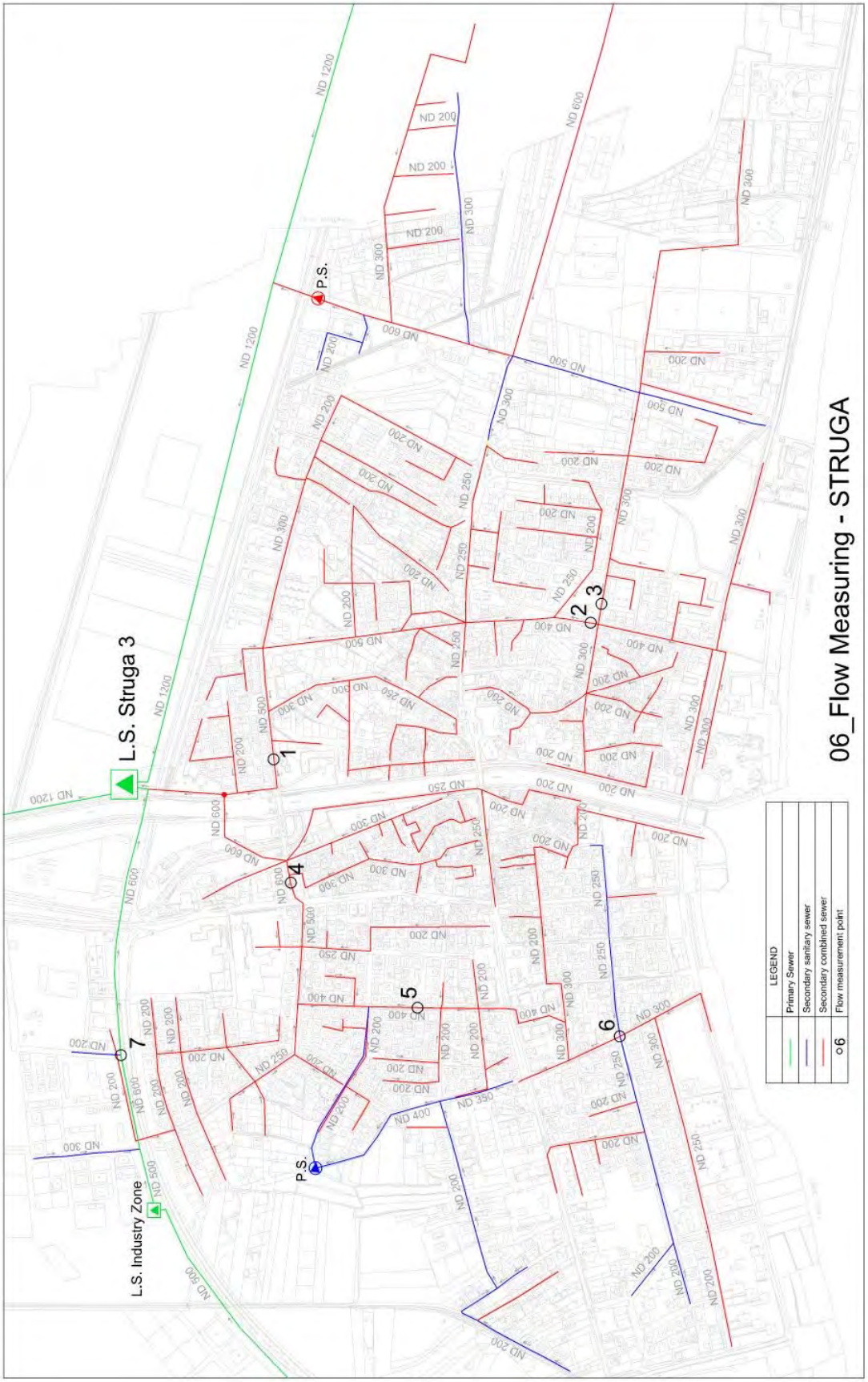
出典: JICA 調査団

図 3.16　流量調査箇所（幹線）



出典: JICA 調査団

図 3.17　流量調査箇所（オフリド市街主要枝線）



出典: JICA 調査団

図 3.18　流量調査箇所（ストゥルーガ市街主要枝線）

(4) 調査方法

水位測定は、データロガーを備えた測定器をマンホール内に設置して、測定期間連続して行った。一方、流速はプロペラ流速計を用いてサンプリング計測した。実測された水位と流速をもとに、マニング公式の逆算によりマニング粗度係数を同定し、計算により流量を算出した。8 週間の測定期間に、8 セットの測定器が使用された。なお、降雨データは、Hydro Meteorological Institute より入手した。

(5) 調査結果概要

1) 水理的問題点の把握

流量調査により同定された幹線管渠のマニング粗度係数を表 3.4 に示す。

表 3.4 マニング粗度係数

測点	スパン（管径-終点）	材質	粗度係数		
			1 回目測定	2 回目測定	平均
12	500mm - Krusa PS	PVC	0.024	-	0.024
11	600mm – Elsec PS	PVC	0.046	0.012	0.029
10	600mm – Metropol PS	PVC	0.080	0.080	0.080
8	600mm – Granit PS	RC	0.026	0.033	0.030
7	800mm – Orce Nikorov PS	RC	0.025	0.016	0.021
6	800mm – Ohrid 1 PS	RC	0.029	0.029	0.029
-	1000mm – Ohrid 2 PS	RC	0.025*	0.023*	0.024
5	1200mm – Darian PS	RC	0.025	0.023	0.024
4	1200mm – Podmojle PS	RC	0.024	0.017	0.021
9	1200mm – Sateska PS	RC	0.022	0.014	0.018
1	1200mm – Struga 3 PS	RC	0.026	0.013	0.020
2	1200mm – Vranista WWTP	RC	0.019	0.015	0.017

＊測定されていないため測点 5 と同等とした

出典：JICA 調査団

一般に、新築の RC 管と PVC 管の粗度係数はそれぞれ 0.013、0.010 が用いられているが、流量調査で同定された粗度係数は非常に高い値が示されている。この理由として、後述の管路内調査で明らかとなるが、管路内の固着堆積物や樹木根の侵入など正常な流れを阻害する要因が確認されている。

2) 晴天時不明水の状況

晴天日における測点毎の日間最低流量について、表 3.5～表 3.7 に示す。これら最低流量は深夜から未明にかけての水利用がほとんどない時間帯で発生しており、地下水等の不明水量とみなすことができる。したがって、不明水の発生源と流量を推定するための基本的な情報となり得る。

表 3.5 日間最低流量（幹線）

測点	日間最低流量*		考察
	m^3/秒	m^3/日	
P-2	0.3680	31,795	全不明水量は 3 万 m^3/日以上と推察される
P-3	0.0119	1,028	ストゥルーガ系統からの不明水量は 1 千 m^3/

測点	日間最低流量*		考察
	m^3/秒	m^3/日	
			日程度と推察される
P-5	0.3156	27,268	オフリド市街から 2 万 m^3/以上もの不明水流入があると推察される
P-6	0.0679	5,867	Ohrid 1 PS と Elesec PS の間で 2 千 m^3/日程度の不明水流入があると推察される
P-11	0.0440	3,802	Elesec PS より上流から 3 千 m^3/日以上の不明水流入があると推察される

＊各測定期間中における毎日の最低流量を平均化した数値（明らかに降雨の影響を受けていたり異常と判断される測定値は除外している）
出典：JICA 調査団

表 3.6　日間最低流量（オフリド市街主要枝線）

測点	日間最低流量*		備考
	m^3/秒	m^3/日	
O-1	0.0176	1,521	
O-2	0.0109	942	
O-3	0.0035	302	
O-4	0.0038	328	O-5 の上流に位置する
O-5	0.0114	985	
O-6	0.0116	1,002	
O-7	0.0040	346	
O-8	0.0009	78	
O-9	0.0160	1,382	
O-10	0.0155	1,339	
O-11	0.0002	17	
O-12	0.0030	259	
計**	0.0946	8,173	測定されていない主要枝線系統も含めれば、1 万 m^3/日以上の不明水が発生していると推察される

＊各測定期間中における毎日の最低流量を平均化した数値（明らかに降雨の影響を受けていたり異常と判断される測定値は除外している）
**O-4 は O-5 の上流のため合計から除外している
出典：JICA 調査団

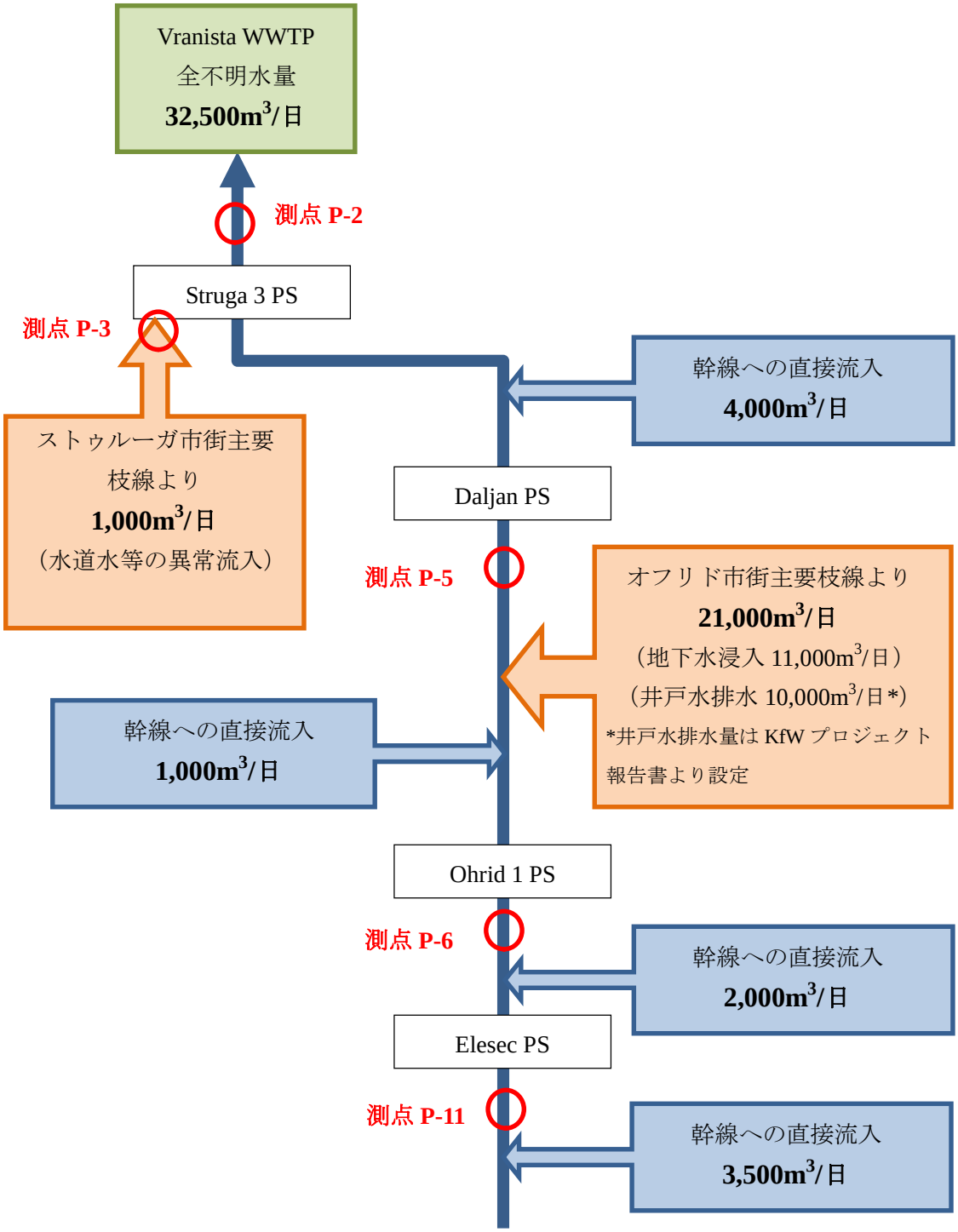
表 3.7　日間最低流量（ストゥルーガ市街主要枝線）

測点	日間最低流量*		備考
	m^3/秒	m^3/日	
S-2	0.0002	17	P-3 の上流に位置する
S-3	0.0001	9	同上
S-4	0.0003	26	同上
S-5	0.0006	52	同上
S-6	0.0020	173	同上

＊各測定期間中における毎日の最低流量を平均化した数値（明らかに降雨の影響を受けていたり異常と判断される測定値は除外している）
出典：JICA 調査団

以上、流量調査地点における日間最低流量の情報と、Vranista 下水処理場で実測された流入水量から推定された不明水量 32,500m^3/日（2.3.2 参照）から、本下水道システムにおける不明水量の収支を図 3.19 のとおり整理した。なお、オフリド市街からの井戸水排水量は、KfW プロジェクトの報告書によれば､湧水や自噴水からの下水道システムに排水される水量は少なくとも 110 l/秒（9,500m^3/日）と述べられており、また当該プロジェクト調査時からは 10 年余り経過している

ものの、Niskogradba への聞き取りによれば、現在まで特に対策は講じていないとのことから、10,000m^3/日に設定した。また、主要枝線由来の不明水量は、後述の管路内調査結果からの分析（3.1.3 (5) 2）参照）により 22,500m^3/日と設定している。

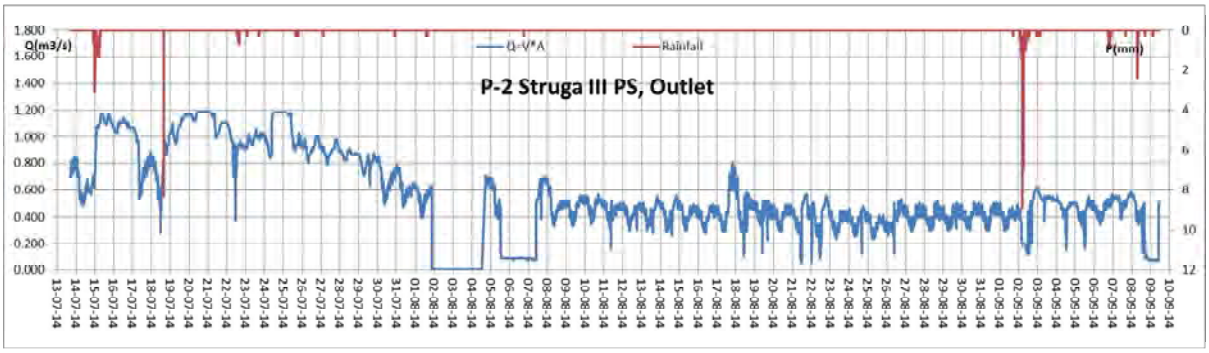


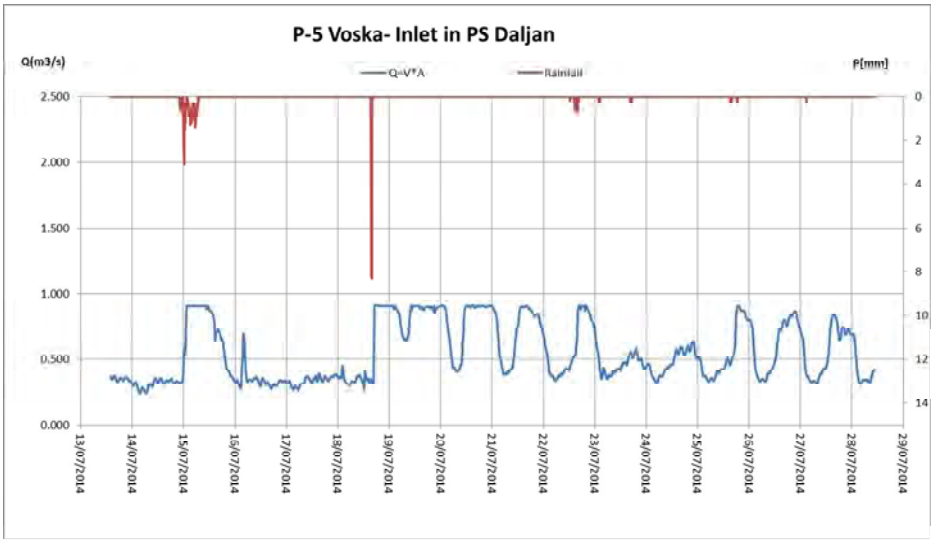
出典：JICA 調査団

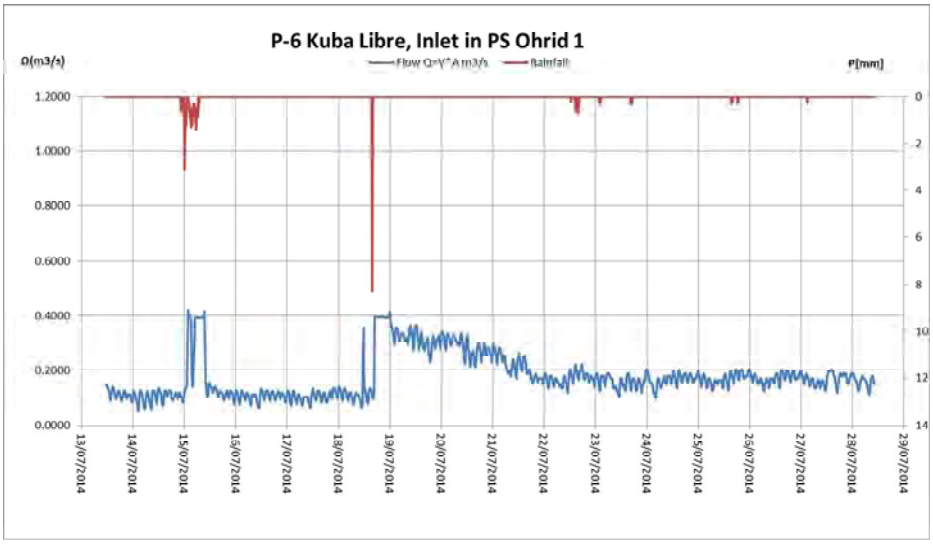
図 3.19　不明水量の収支フロー

3)　雨天時浸入水の状況

幹線においては、降雨発生後の管内水位や流量の増加は大きく、下流に行くほど長時間持続する傾向が見られる。合流式下水道システムや雨天時浸入水による雨水の流入が大きく、下流側ポンプの能力を超過する流量は、雨水吐きよりオフリド湖や Crn Drim 川に未処理放流水として放出されていると考えられる（図 3.20 参照）。



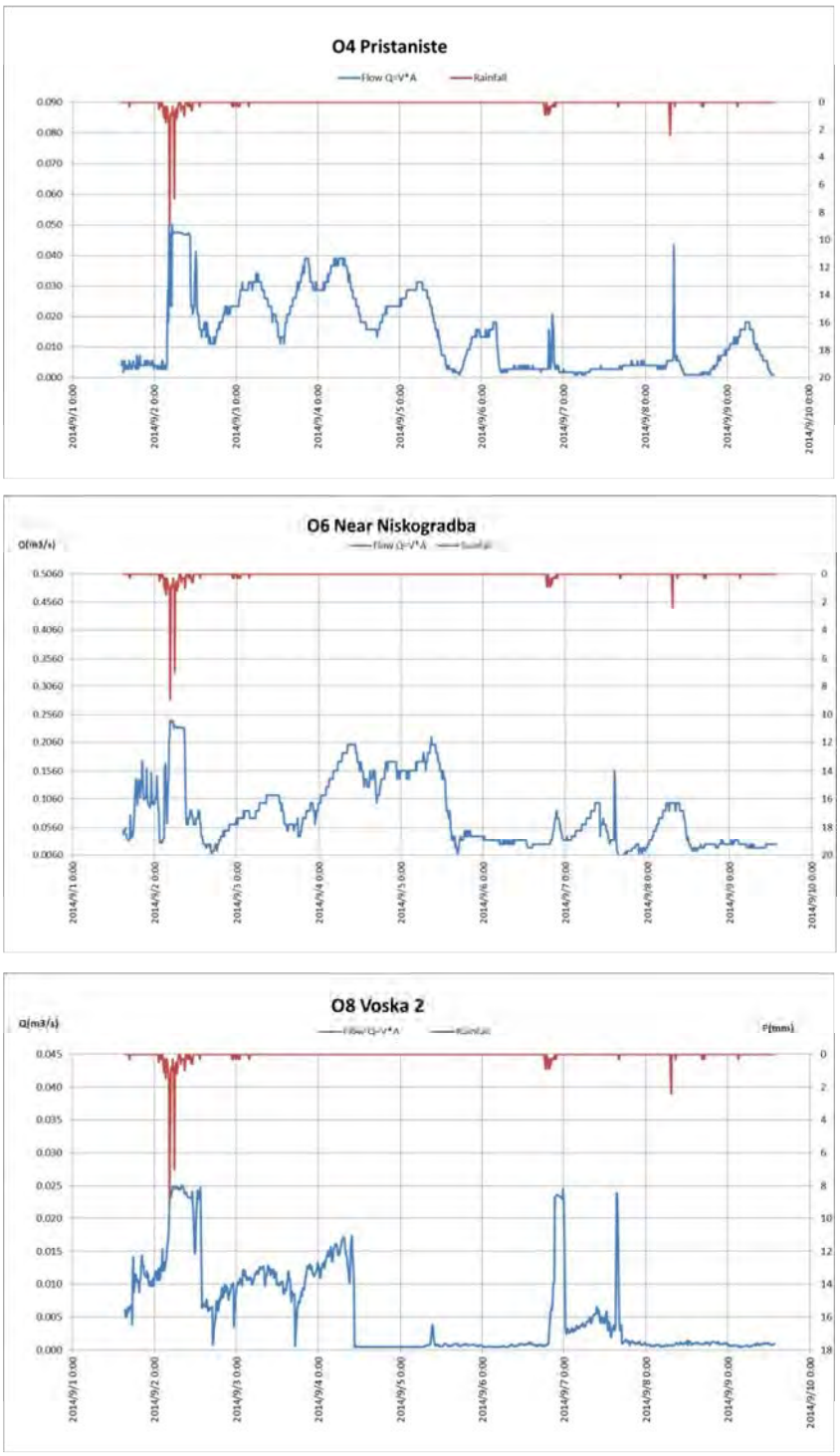




出典：JICA 調査団

図 3.20　流量調査結果（幹線 P-2, P-5, P-6）

一方、主要枝線においても、測定期間中に降雨が発生した全ての測点（オフリド市街）で、雨天時に流量が大きくなっていることが把握できる（図 3.21）。



出典：JICA 調査団

図 3.21　流量調査結果（オフリド市街主要枝線 O-4, O-6, O-8）

3.1.3　管路内調査

(1) 調査目的

管路内調査は、オフリド湖下水道システムの幹線と枝線について、劣化状況や浸入水の状況など既設管路内の不具合を詳細に調査することで、適切な対策の検討に資することを目的として実施する。

(2) 調査対象範囲

オフリド湖下水道システムのうち、オフリド湖東側に位置する幹線と、オフリド市街及びストゥルーガ市街に位置する主要枝線（合流管または汚水管）を調査の対象範囲とする。

(3) 調査路線

本下水道システムの総延長は、幹線が約 40km、枝線が約 140km と膨大であり、全ての管渠を調査することは多大な期間と費用を必要とする。したがって、管路内調査は、劣化や浸入水など不具合の程度や、それに伴うリスクが大きいと考えられる箇所をある程度選別し、サンプル調査的な考えも導入し効率的に実施することが肝要である。以下に今回調査における調査箇所の選定方針を述べる。

- 幹線は各ポンプ場間の区間内でサンプル的に数箇所のマンホールスパンを選定する。
- 主要枝線は、経年度、管種、口径、埋設深、維持管理経験による不具合の状況等を勘案し、崩壊の危険性やそれに伴う影響度、トラブル発生時の回復の困難性、浸入水発生の可能性などリスクの大きさを総合的に勘案し選定する。

調査路線の計画と実際の延長を表 3.8 に示す。

表 3.8　管路内調査延長

単位：ヵ所

種別	計画	実際（出来高）	備考
幹線	6,030m	7,301m	計画していた路線の内、管内堆積物や滞水等が著しく、調査不可能な路線は、調査箇所を変更した。
オフリド市街主要枝線	2,910m	3,236m	
ストゥルーガ市街主要枝線	1,770m	199m	
合計	10,710m	10,736m	

出典：JICA 調査団

(4) 調査方法

調査の手順は、洗浄車による管内清掃の後、自走式の CCTV を挿入しモニター操作で管内状況を記録する。必要に応じ、バルーンを用いて上流側の止水を施す。また、幹線調査においては上流に位置するポンプ場を、PROAQUA に協力してもらい一時的に停止することで調査を円滑に行った。調査は、排水及び下水道システムの調査及びアセスメントに関する基準である EN 13508-1 及び EN 13508-2 に準拠して行われた。

(5) 調査結果概要

1) 構造的問題点の把握

管路内調査結果の総括を表 3.9 に示す。

表 3.9 管路内調査結果の総括

単位：箇所数

調査項目	幹線	オフリド市街 主要枝線	ストゥルーガ 市街主要枝線	合計
浸入水	94	12	6	112
管のクラック、破損、亀裂	23	66	11	100
樹木根侵入	219	2	0	221
管の継手ズレ	44	121	38	203
継ぎ手部目地材の突出し	16	18	0	34
取付け管の突出し	28	149	9	186
固着堆積物	36	22	0	58
計	460	390	64	914
調査延長 （異常の出現頻度）	7,301m （1 ヵ所/15.9m）	3,236m （1 ヵ所/8.3m）	199m （1 ヵ所/3.1m）	10,736m （1 ヵ所/11.7m）

出典：JICA 調査団

調査の結果、幹線は異常の項目として、樹木根侵入が最も多く、次いで浸入水、管の継手ズレが目立った。樹木根侵入は全線に分布しているが、Dalijan PS 手前のように、管がほとんど閉塞されている箇所も見られ、正常な流れを相当妨害していると考えられる。また、浸入水も全線に見られ、特に上流部の湖畔沿いに埋設された路線は継手部分等からの湖水の浸入が多く発生している。

一方、主要枝線については、オフリド市街は、取付け管の突出しが最も多く、次いで管の継手ズレ、管のクラック等の順となり、ストゥルーガ市は調査延長が短いが、管の継手ズレが圧倒的に多い結果となった。調査自体は多くの堆積物による滞水や、清掃に時間を要し難航する傾向があった。管内状況は経年劣化による異常個所も多く見られたが、むしろ施工時の不良による不具合が各所で多く確認された。

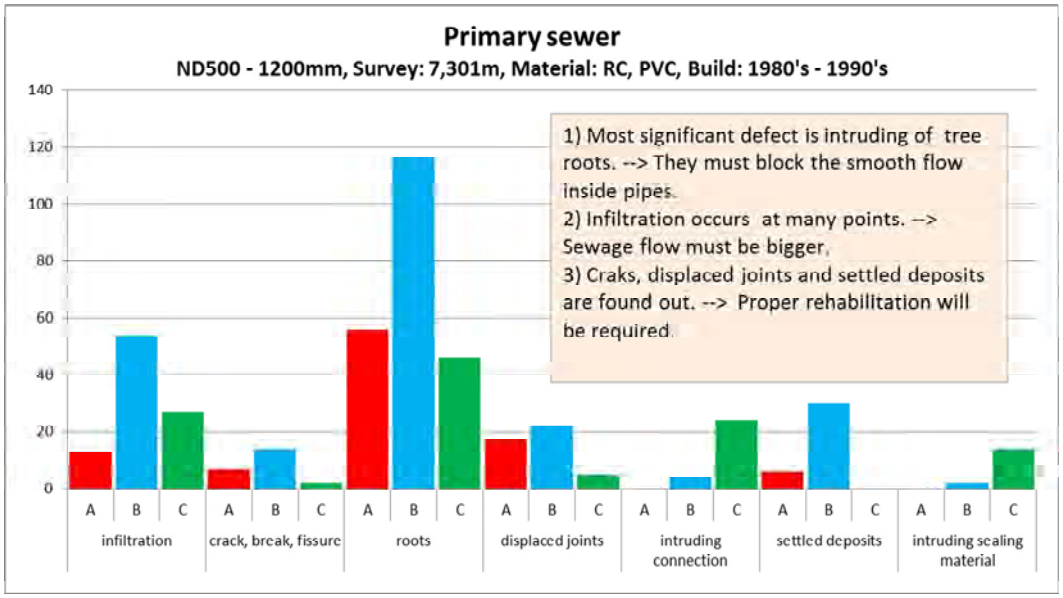
管路内調査による劣化度の評価は、表 3.10 に示すランク分けを基に行われた。ランク分けに基づく管路内調査結果の集計を図 3.22～図 3.24 に、位置図を図 3.25～図 3.30 に示す。

表 3.10 劣化状況のランク分け

調査項目	A ランク	B ランク	C ランク
浸入水 (Infiltration)	噴き出ている	流れている	にじんでいる
管のクラック、破損、亀裂 (Crack, break, fissure)	欠落もしくは深く長い	長い	表面的
樹木根侵入 (Roots)	カーテン状もしくは内径の 40%以上閉塞	内径の 40%未満閉塞	微小
管の継手ズレ (Displaced joints)	脱却/50%以上のズレ	50%未満のズレ	微小なズレ

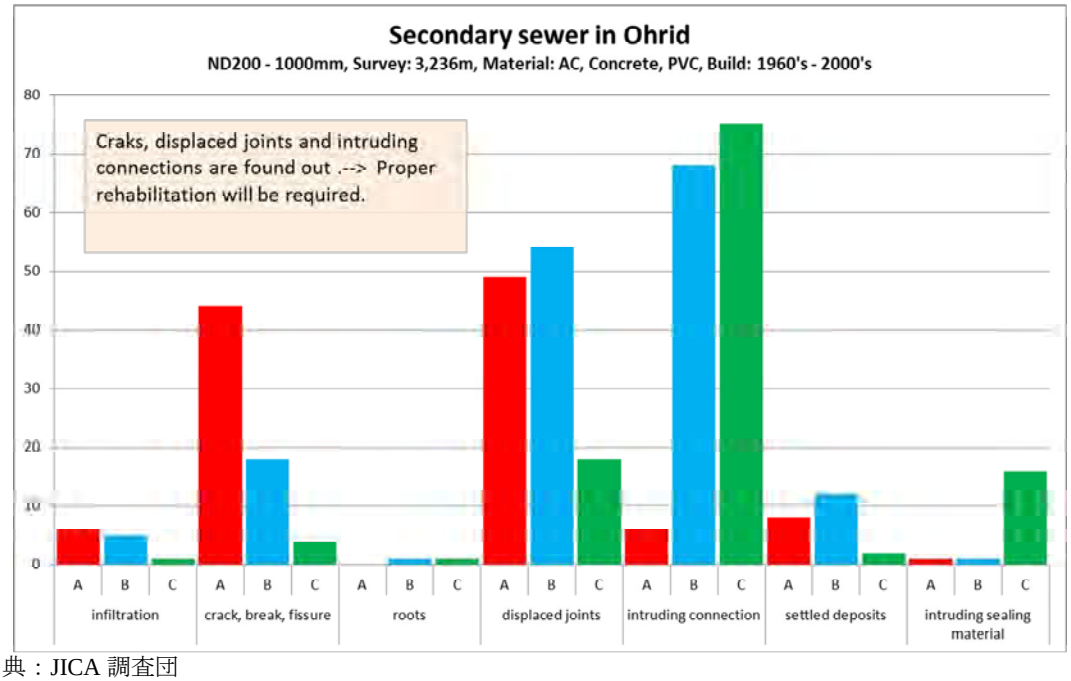
調査項目	A ランク	B ランク	C ランク
継ぎ手部目地材の突出し (Intruding sealing material)	損傷と露出及び突出し	露出及び突出し	露出
取付け管の突出し (Intruding connection)	内径の 50%以上	内径の 50%未満	人孔への突出し
固着堆積物 (Settled deposits)	内径の 50%以上	内径の 50%未満	―

出典：JICA 調査団



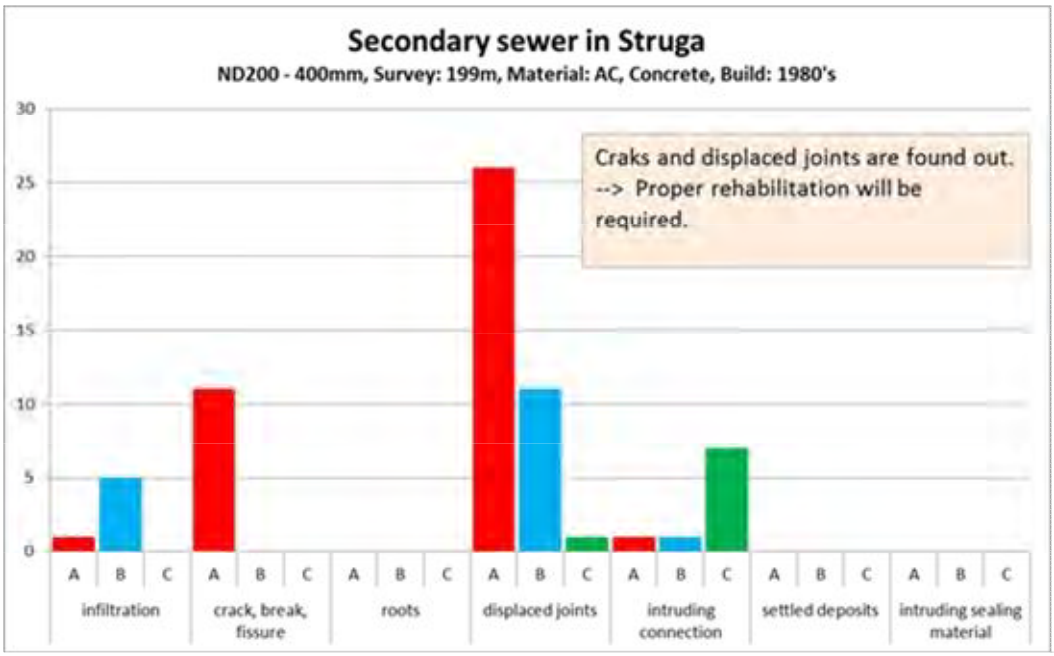
出典：JICA 調査団

図 3.22　管路内調査結果の集計（幹線）



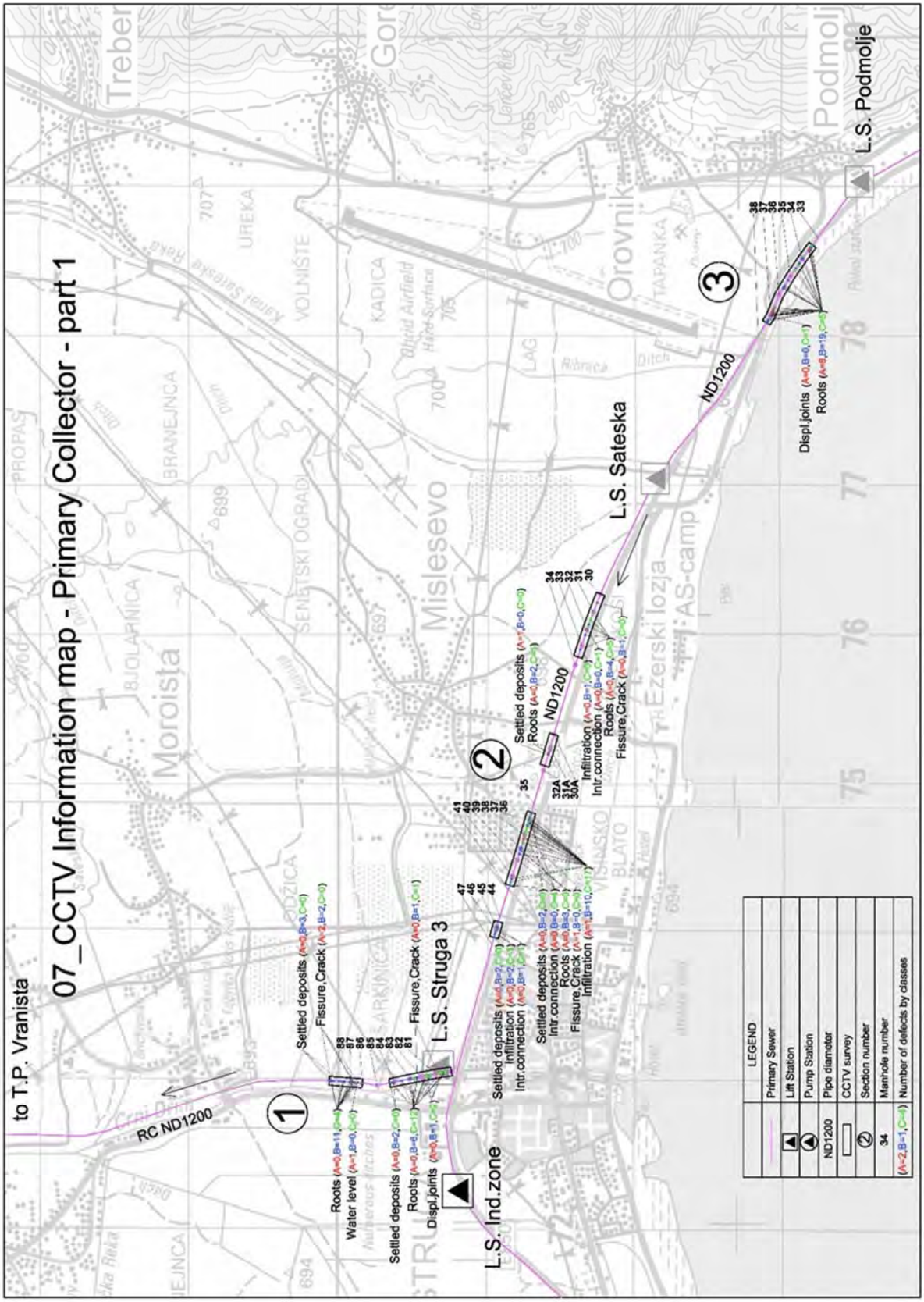
出典：JICA 調査団

図 3.23　管路内調査結果の集計（オフリド市街主要枝線）



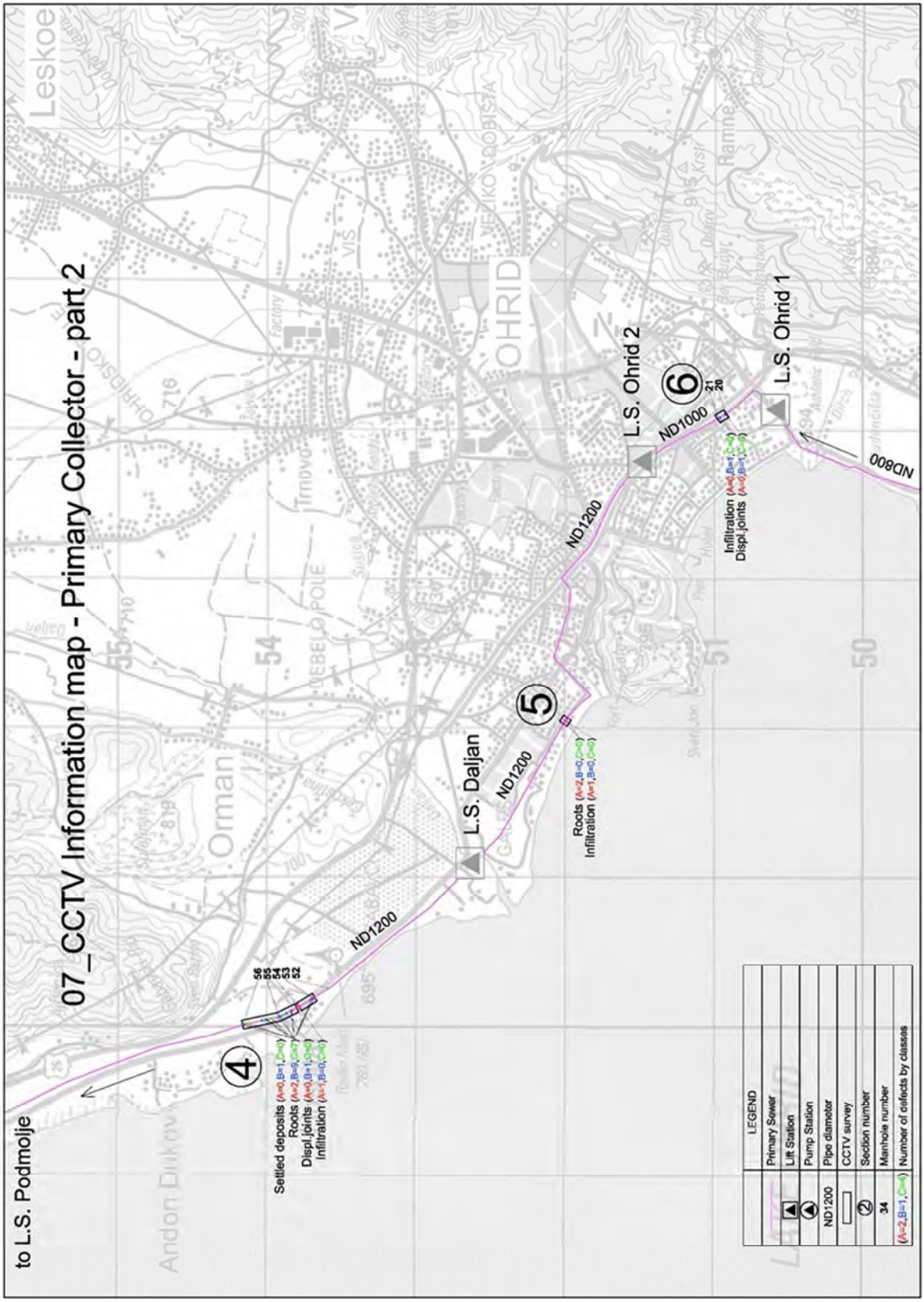
出典：JICA 調査団

図 **3.24**　管路内調査結果の集計（ストゥルーガ市街主要枝線）



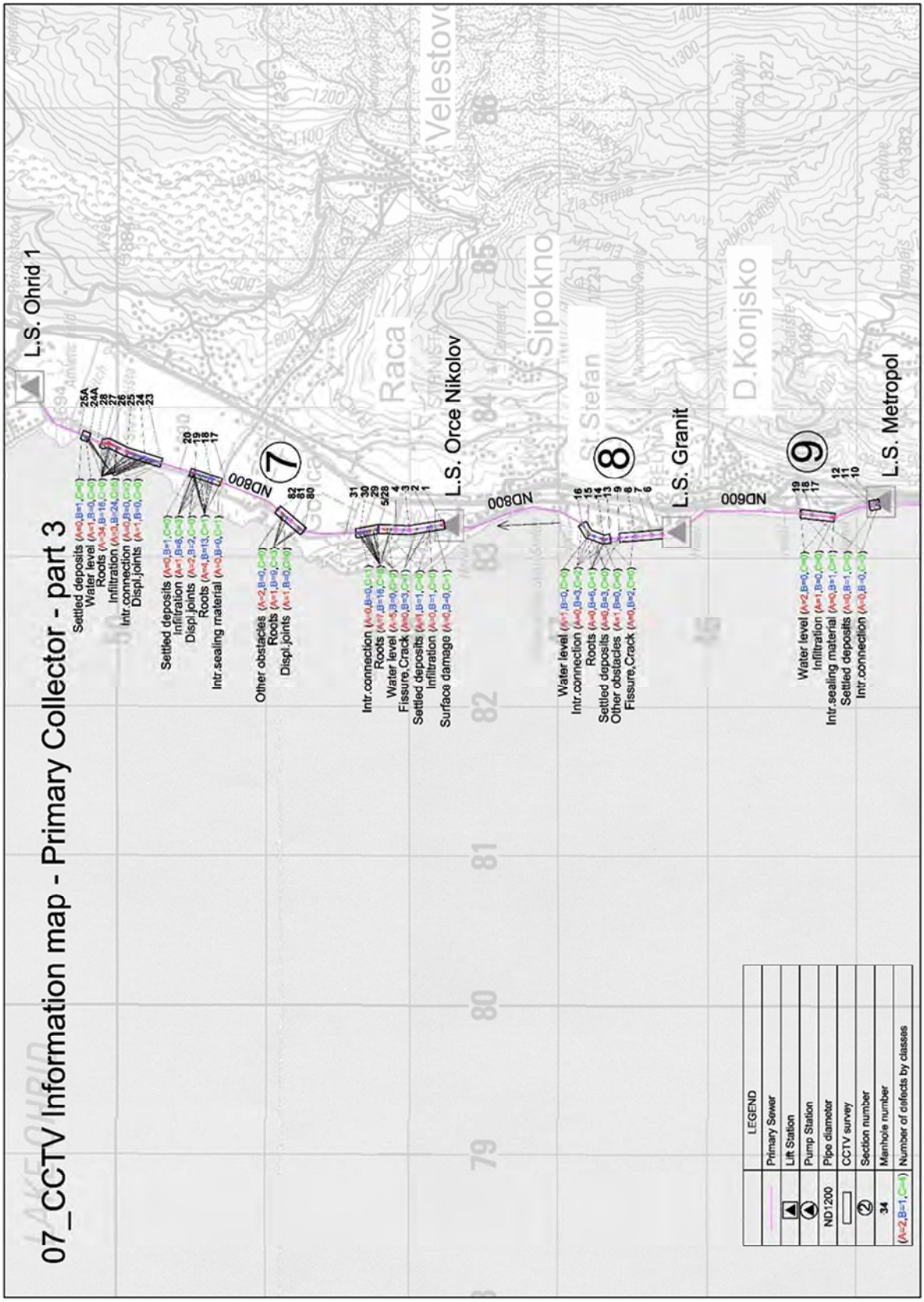
出典：JICA 調査団

図 3.25　管路内調査結果位置図（幹線）



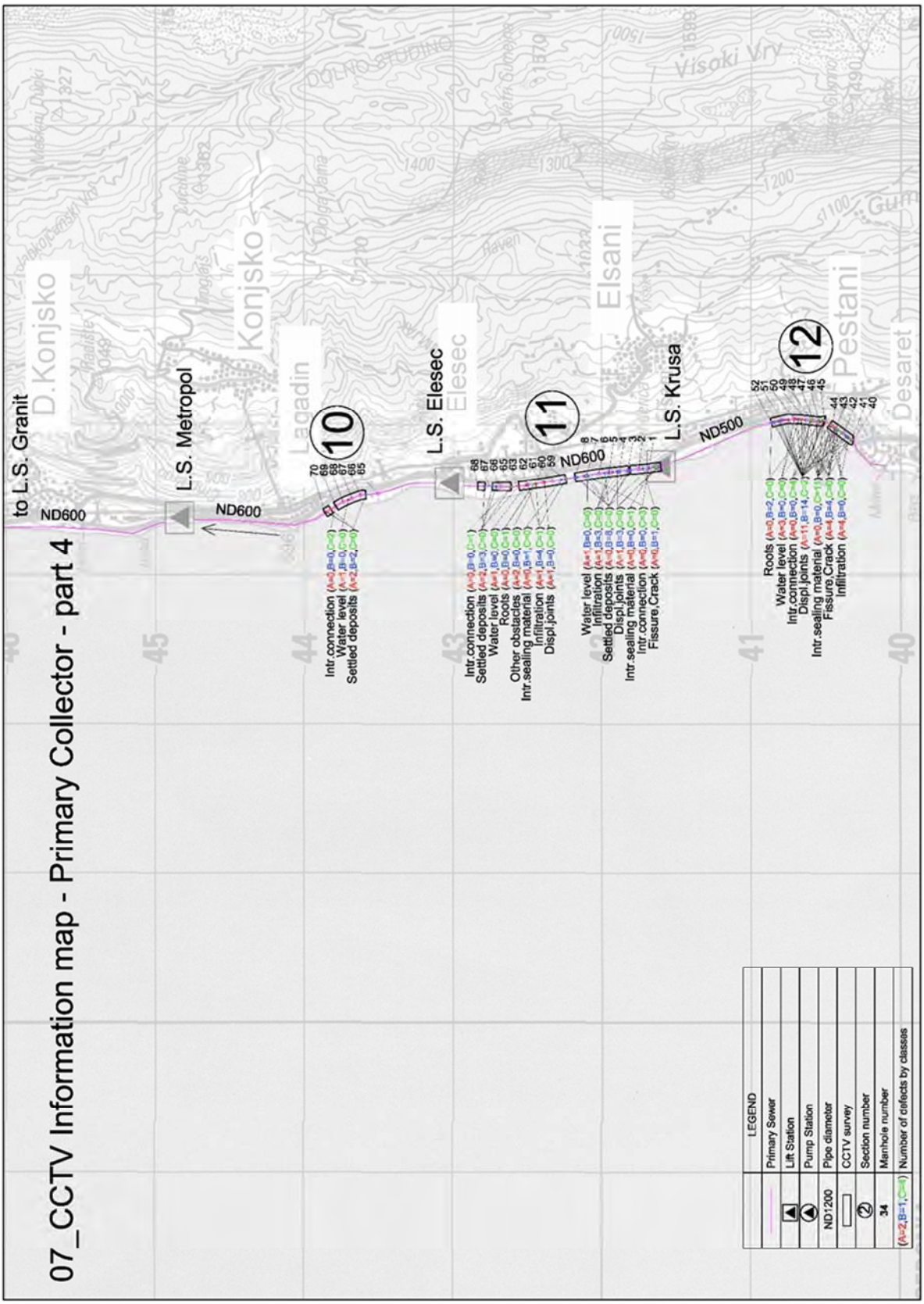
出典：JICA 調査団

図 3.26　管路内調査結果位置図（幹線）



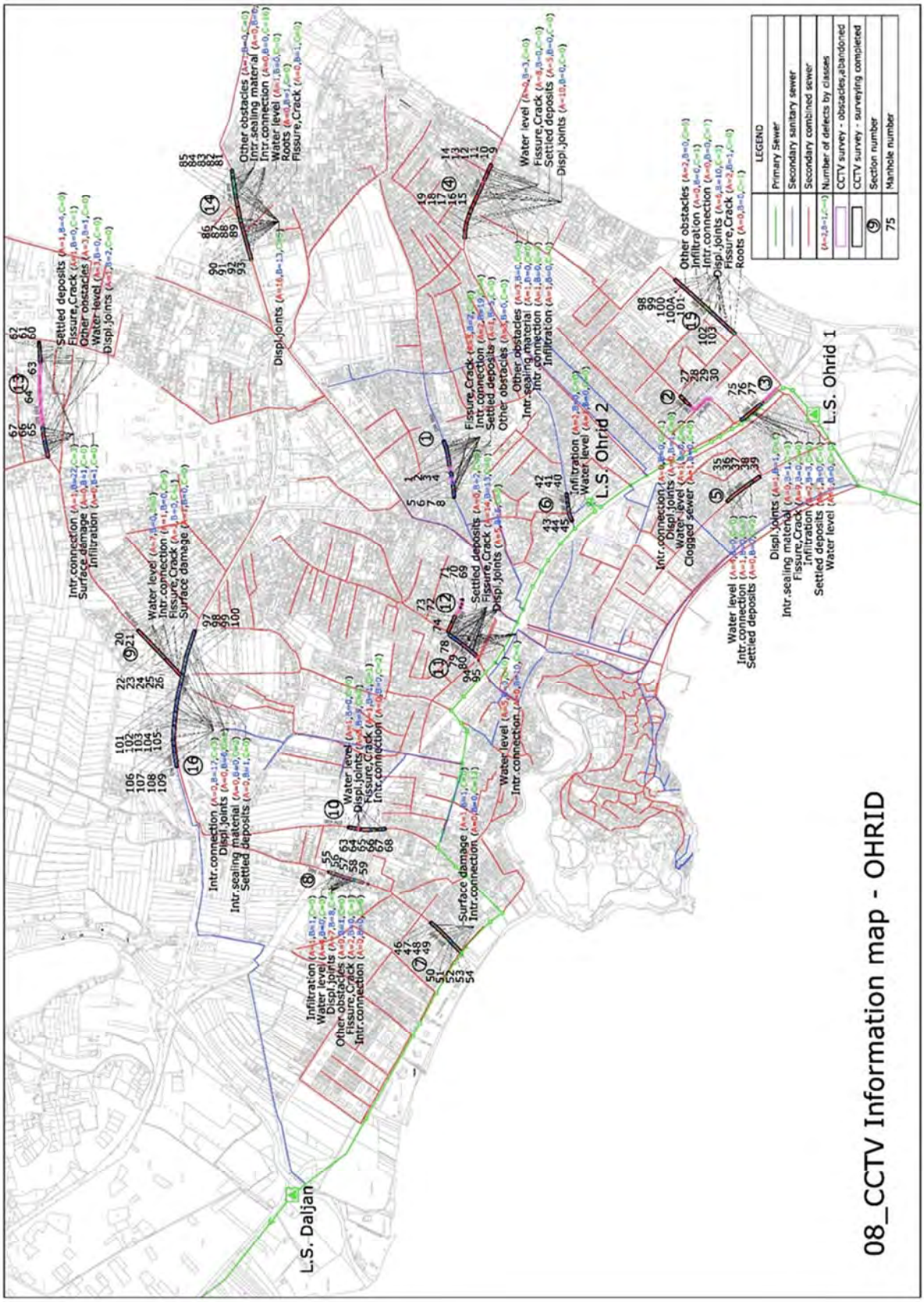
出典：JICA 調査団

図 3.27　管路内調査結果位置図（幹線）



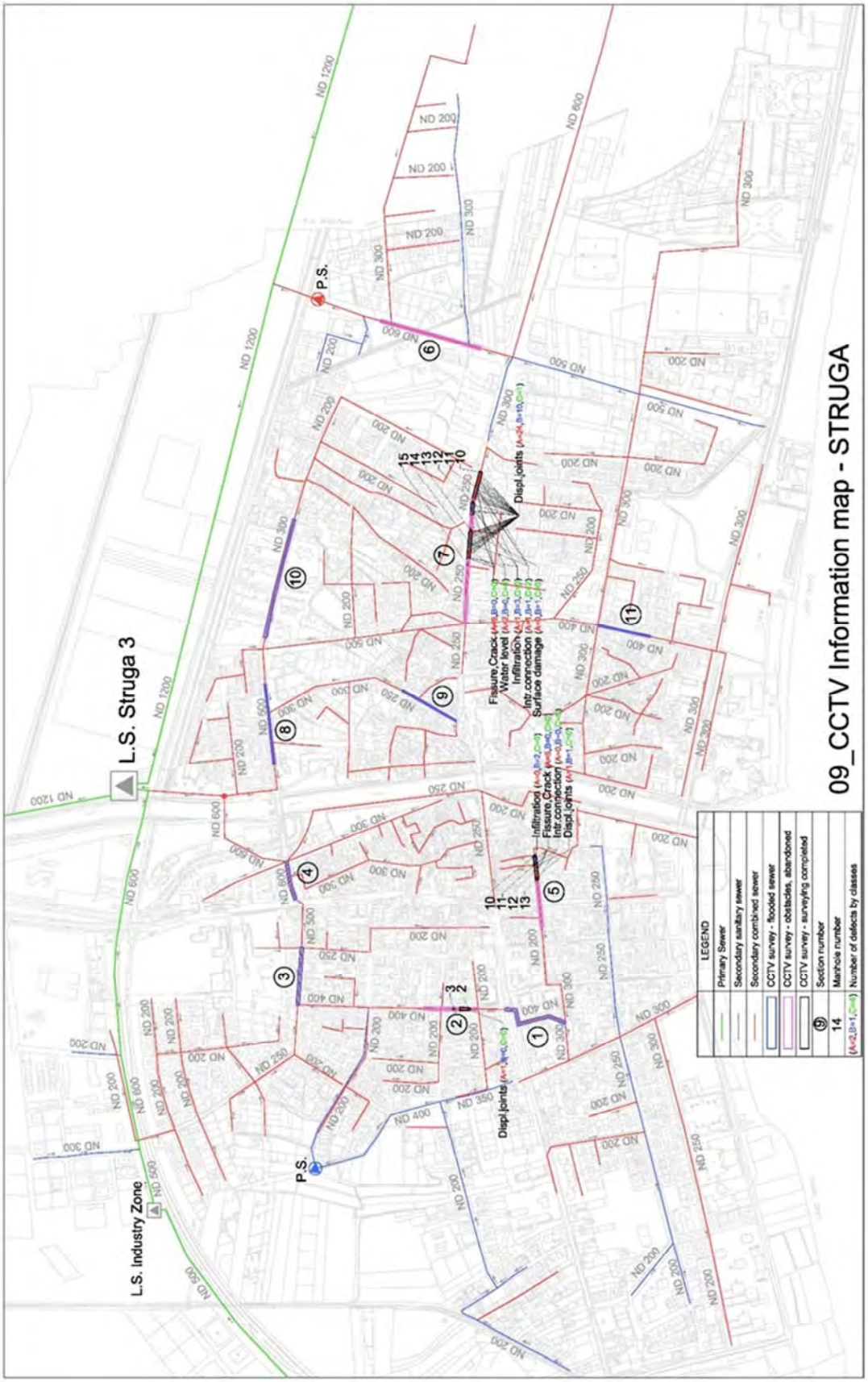
出典：JICA 調査団

図 3.28　管路内調査結果位置図（幹線）



出典：JICA 調査団

図 3.29　管路内調査結果位置図（オフリド市街主要枝線）



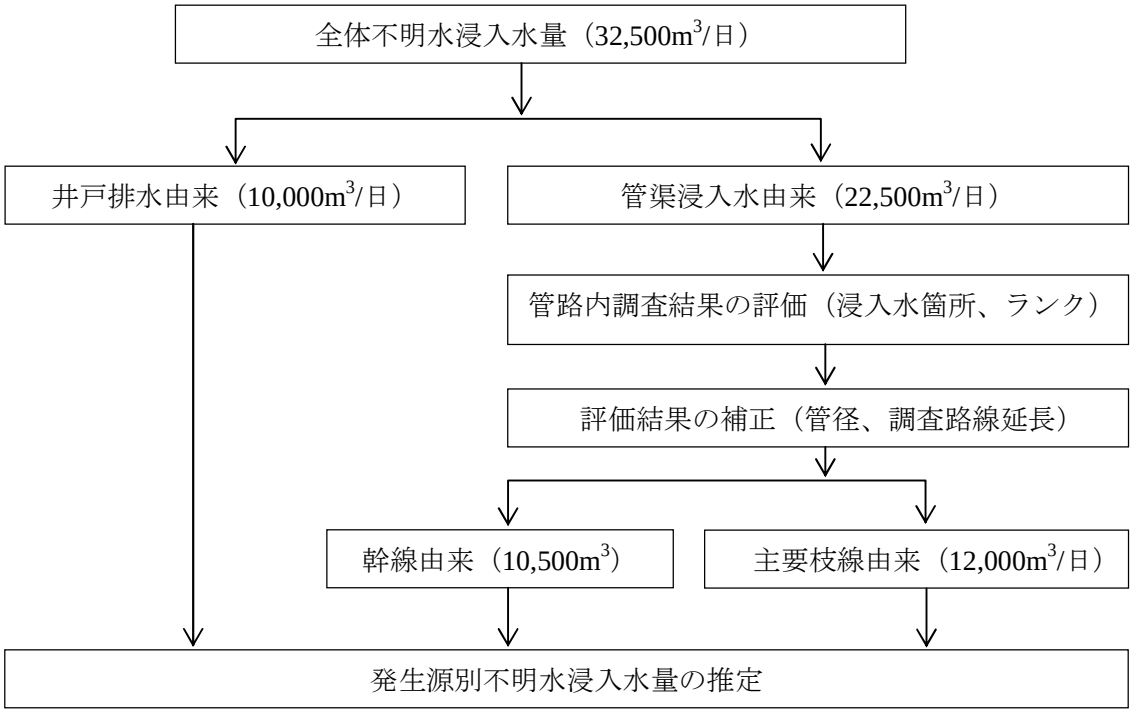
出典：JICA 調査団

図 3.30　管路内調査結果位置図（ストゥルーガ市街主要枝線）

2)　不明水浸入量の推定

流量調査結果から発生源別浸入水量の整理を行ったが（図 3.31 参照）、管路内調査により得られた浸入水発生状況からも簡便な方法で浸入水量の推定を行い、妥当性の確認を行う。

発生源別不明水浸入水量は、図 3.31 に示す作業により設定した。



出典：JICA 調査団

図 3.31　発生源別不明水浸入水量の推定フロー

幹線と主要枝線の管路内調査結果を基に、浸入水の箇所数とランクによる重み付けを考慮した得点を算定する。さらに管径の大小が浸入水量に影響を及ぼすことは明白であり、管径に応じた補正を行う。ランク別の重み付け係数は、A ランク 10 点、B ランク 3 点、C ランク 1 点とする。幹線と主要枝線の調査路線に対する不明水浸入水量評価を、それぞれ表 3.11、表 3.12 に示す。

表 3.11　不明水浸入水量評価結果（幹線）

管径(mm) a)	調査延長 (m)	浸入水箇所数（ランク別）			重み付け係数を乗じた得点			合計得点 b)	管径補正後得点 a)/1000×b)
		A	B	C	A(10)	B(3)	C(1)		
1200	3,020	2	13	18	20	39	18	77	92.4
1000	70	0	1	0	0	3	0	3	3.0
800	2,050	4	33	8	40	99	8	147	117.6
600	1,613	3	7	1	30	21	1	52	31.2
500	548	6	7	1	40	0	0	40	20.0
合計	7,301	13	54	27	130	162	27	319	264.2

出典：JICA 調査団

表 3.12　不明水浸入水量評価結果（主要枝線）

管径(mm) a)	調査延長 (m)	浸入水箇所数（ランク別）			重み付け係数を乗じた得点			合計得点 b)	管径補正後得点 a)/1000×b)
		A	B	C	A(10)	B(3)	C(1)		
1000	546	0	0	0	0	0	0	0	0.0
500	763	0	1	0	0	3	0	3	1.5
400	923	2	0	1	20	0	1	21	8.4
300	994	4	6	0	40	18	0	58	17.4
200	209	1	3	0	10	9	0	19	3.8
合計	3,435	7	10	1	70	30	1	101	31.1

出典：JICA 調査団

さらに、管内調査路線は全体路線の一部であることから、路線延長による補正を行い最終的な得点とする。

幹線：　264.2 点 × 31,088m（全体延長）/7,301m（調査延長）= 1,125 点
主要枝線：31.1 点 × 141,046m（全体延長）/3,435m（調査延長）= 1,277 点

不明水量 32,500m^3/日から、井戸排水由来の 10,000m^3/日を差し引いた 22,500m^3/日について、上記の得点により幹線由来及び主要枝線由来の不明水量の按分を行うと、それぞれ 10,500m^3/日、12,000m^3/日と計算できる。

幹線由来浸入水量：　22,500m^3/日　×　1,125 点/（1,125 点＋1,277 点）≒10,500m^3/日
主要枝線由来浸入水量：22,500m^3/日　×　1,277 点/（1,125 点＋1,277 点）≒12,000m^3/日

以上の検討により、幹線由来 10,500m^3/日、主要枝線由来（井戸水排水除く）12,000m^3/日となり、流量調査結果から整理された不明水浸入量（図 3.19）と等しくなり、妥当な水量割合であることが確認できる。なお、主要枝線由来の 12,000m^3/日の市別内訳は、図 3.19 で示されたとおり、オフリド市より 11,000m^3/日、ストゥルーガ市より 1,000m^3/日とする。

不明水の発生量を、幹線の延長比で按分調整し、区間別に整理した結果を表 3.13 に示す。

表 3.13　各区間別不明水発生量

位置の概要		延長	不明水量（m^3/日）			
起点	終点	(m)	幹線	枝線	井戸水	合計
Desaret	Krusa	1,717	1,814	0	0	1,814
Krusa	Elsec	1,576	1,686	0	0	1,686
Elsec	Metropol	1,852	492	0	0	492
Metropol	Granit	1,400	354	0	0	354
Granit	Orce Nikorov	1,550	389	0	0	389
Orce Nikorov	Ohrid 1	3,000	765	0	0	765
Ohrid 1	Ohrid 2	1,045	250	2,750	2,500	5,500
Ohrid 2	Dalian	3,337	750	8,250	7,500	16,500
Dalian	Podmojle	5,006	1,702	0	0	1,702
Podmojle	Sateska	2,404	821	0	0	821
Sateska	Struga 3	4,267	1,477	0	0	1,477
Struga 3	Vranista	3,934	0	1,000	0	1,000
計			10,500	12,000	10,000	32,500

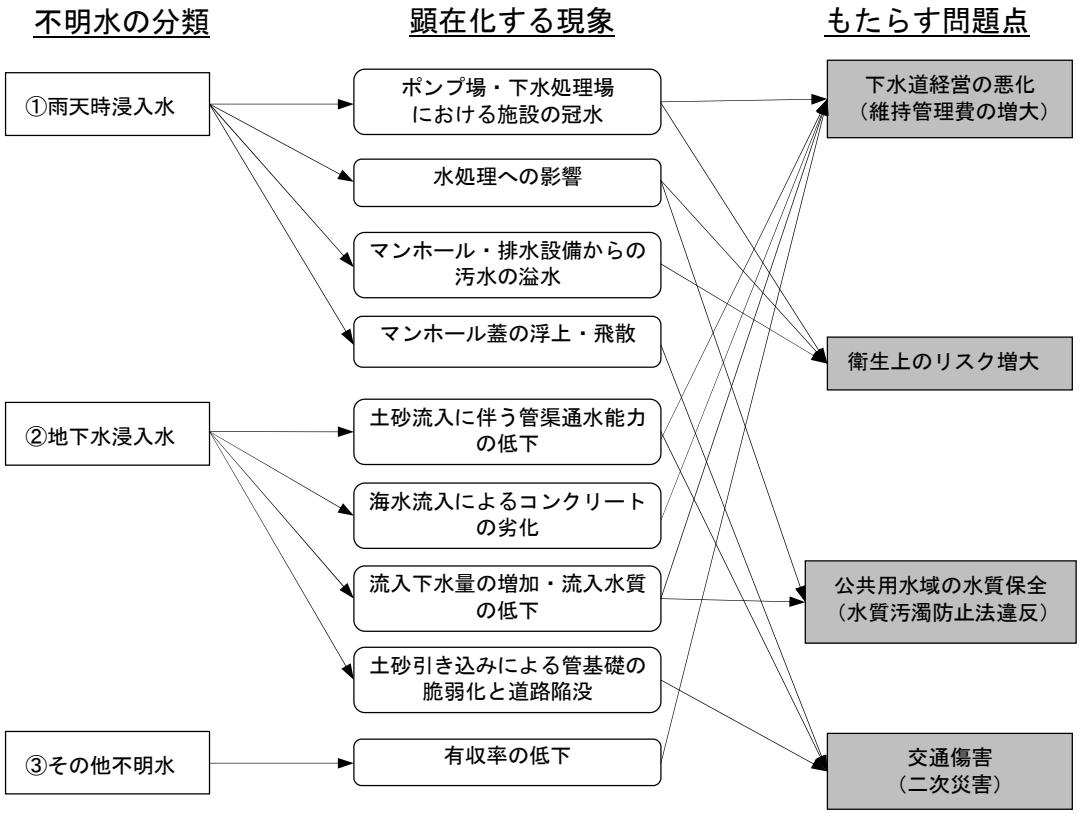
出典：JICA 調査団

3.2　既存下水道施設の概要及び課題の抽出

3.2.1　下水管渠

(1) 不明水

一般に、不明水の原因は、大別して雨水と地下水があり、このほか無届での事業場排水や井戸水、湧水などがある。不明水がもたらす問題点としては図 3.32 に示すとおり、多岐に及ぶことが知られている。



出典：不明水対策の手引き

図 3.32　不明水がもたらす問題点

オフリド湖下水道システムでは、幹線、枝線の各所において、管渠に常時浸入する不明水が発生しており、処理場流入部での晴天時オーバーフローの発生や、ポンプ場等における雨天時オーバーフローの頻度を高める結果を招いている。これらは、Crn Drim 川やオフリド湖への環境負荷を増大させているだけでなく、多量の下水を輸送するための無駄な運転コストを増大させており、早期の改善が求められる。不明水の原因と程度は、現地踏査やヒアリングのほか、先述の管内調査及び流量調査を踏まえて、表 3.14 のとおり整理できる。

表 3.14　不明水の原因と程度

不明水の原因	内容	程度	発生地域
a)地下水の浸入	・管接続部、破損部分、木根侵入部分等からの地下水浸入	線的、面的に分布しており、総量として大量の浸入水が発生している。	オフリド及びストゥルーガ市内の幹線、枝線の各所で発生
b)雨天時浸入水（合流式下水道区域以外）	・マンホール蓋、不完全分流による屋根排水、誤接	降雨の程度により大量の浸入水が発生している。	オフリド及びストゥルーガ市内の各所で発生
c)湧水、井戸水の浸入	・公共用の深井戸（60～80m 程度）による自噴水の排水 私有地内の浅井戸（10m 程度）による揚水の排水	公共用の自噴水は常時垂れ流されており、多量の水が下水道に流れている。 私有地内の井戸も多くが常時垂れ流され、多量の水が下水道に流れている。	主にオフリド市内で、公共用の自噴井（飲料水、生活用水に利用）、私有地内の井戸（菜園等に利用）が多数存在
d)水道水の浸入	・水道管の下水マンホールへの誤接 水道漏水箇所での溢水から下水マンホールへの流入	限られた箇所ではあるが、点的に多量の水道水が下水道に排水されている。	ストゥルーガ市内において数箇所確認

出典：JICA 調査団

a）　地下水の浸入

3.1.3 管路内調査参照とする。

b）　雨天時浸入水

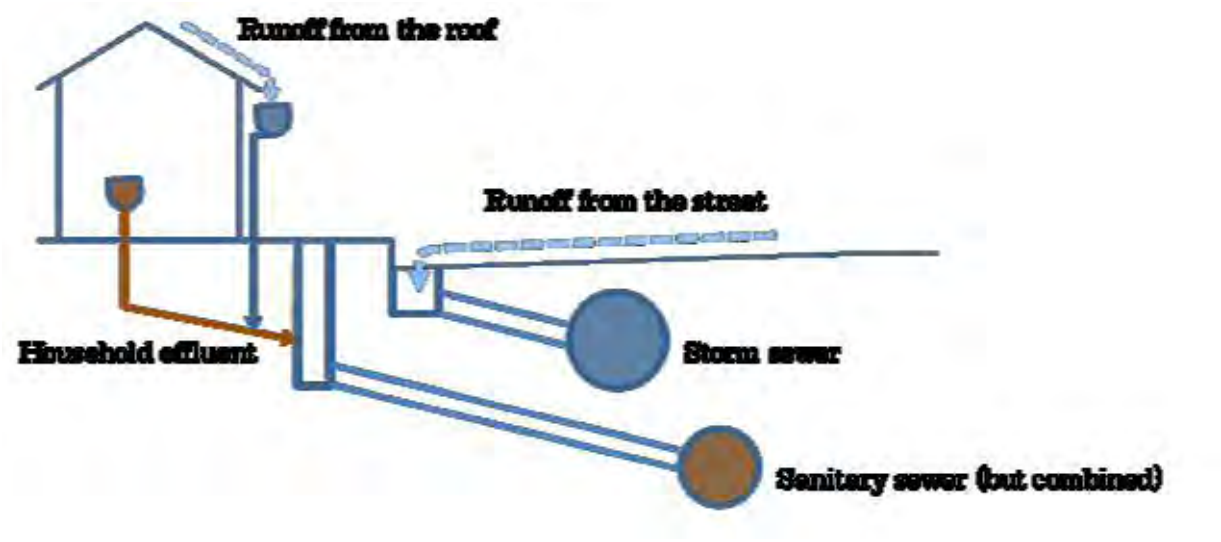
一般に、雨天時浸入水は表 3.15 に示すとおり大きく 2 つの現象からなる。

表 3.15　不明水の原因と程度

顕在化する現象	不明水発生箇所
雨量と流入水量の時間的な相関性が高い	・マンホール蓋 ・誤接続ます
雨終了後においても不明水量の増加傾向がみられる	・マンホールブロック継ぎ目 ・マンホールと本管継ぎ手 ・本管と取付管継ぎ手

出典：不明水対策の手引き

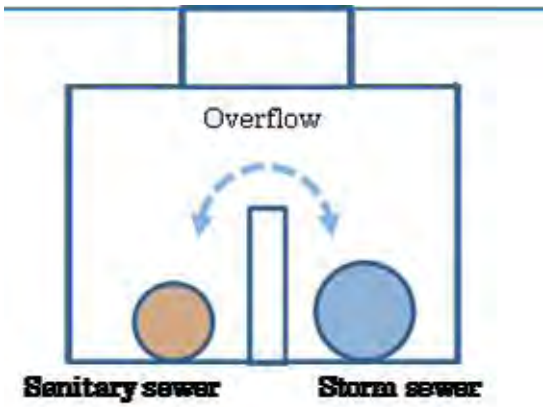
オフリド市とストゥルーガ市の下水道は、当初は合流式下水道として整備された。2000 年代初頭、KfW プロジェクトにより一部のエリアは分流化を図るべく雨水管が敷設されたが、家屋からの排水設備は依然として雨水排水も含め既存の合流管に接続されており、完全な分流式下水道システムとして機能していない。（図 3.33 参照）



出典：JICA 調査団

図 3.33　不完全な分流式下水道システムの概念図

特殊な例として、オフリド市 PITU GULI 通りのように、当初から汚水管と雨水管が併設された路線もあるが、お互いの能力を超過する流量が発生した場合、共有されたマンホール内でオーバーフローする構造を有しており、完全な分流式とは言えない。(図 3.34)。このような構造の場合、豪雨発生時に雨水が汚水系統にオーバーフローするだけでなく、汚水管が堆積物等により閉塞した場合には汚水が雨水系統にオーバーフローし、ROYAL VIEW ホテル前の雨水放流管などからオフリド湖に流出し大きな問題となる。このような状況を避けるため、汚水管渠の流れを頻繁に監視する必要がある。



出典：JICA 調査団

図 3.34　汚水管と雨水管の共有マンホール概念図

一方、オフリド市 SEDMI NOEMVRI 通りのように、KfW プロジェクトで汚水管と雨水管の両方を敷設した路線もあるが、同一路線に存在する既存の合流管が依然として使われており、排水設備の接続替えが進んでいない例もある。

以上のように、汚水管と雨水管が両方敷設されていても、排水設備の改造及び取付管に要する費用は利用者負担であるため、分流化が遅々として進んでいないのが現状である。したがって、

雨天時浸入水というよりは、むしろ不完全な分流化に起因する雨水の直接流入であり、合流式下水道が継続された状態といえる。

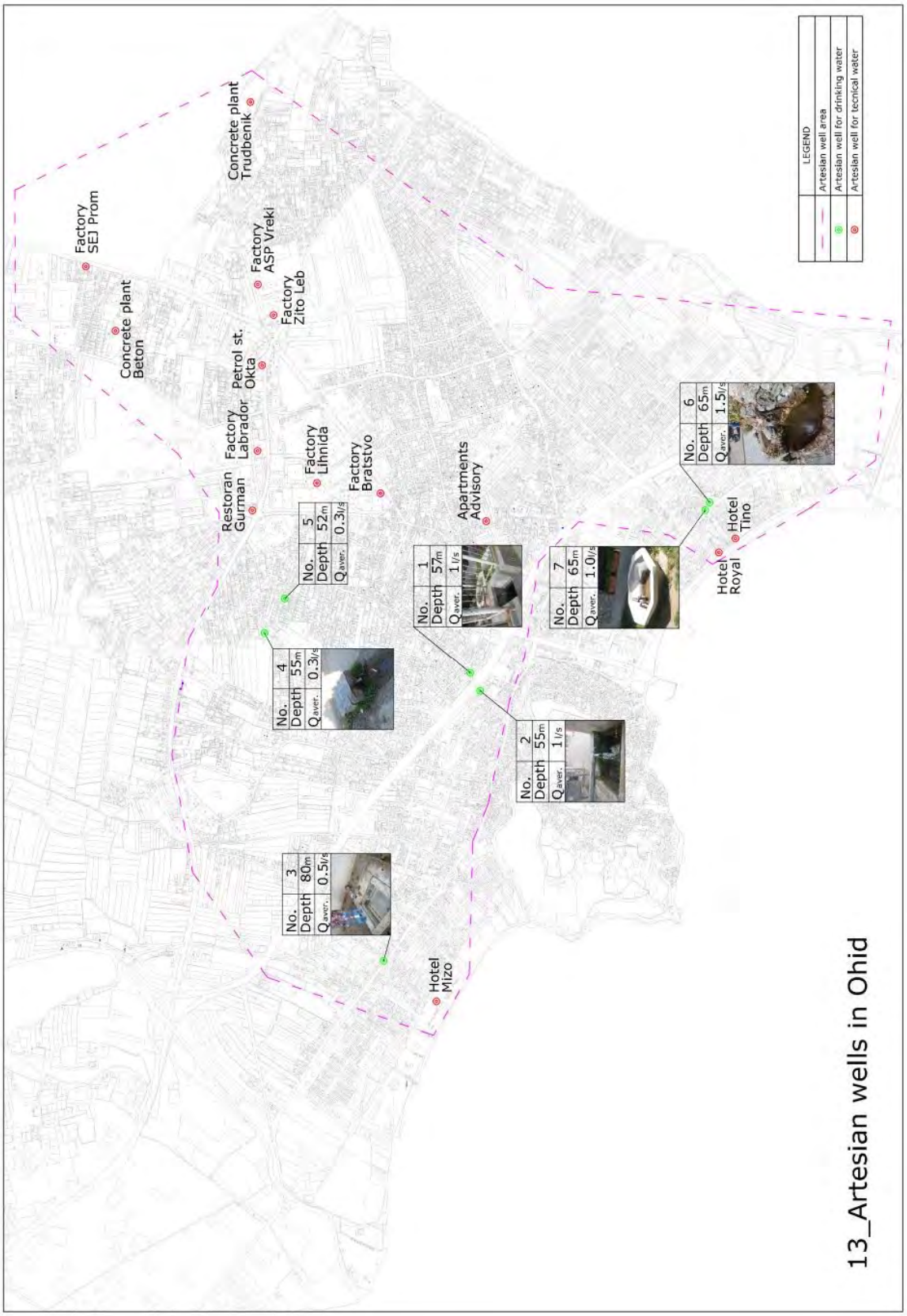
一方、表 3.14 の b の事象による不明水、すなわち降雨が継続し地下水面の上昇等に伴う管継手等からの間接的な雨天時浸入水は、本下水道システムにおいても相当量が存在すると考えられるが、総量としては合流式もしくは不完全分流式による直接的な雨水流入量が支配的であると考えられる。

c） 湧水、井戸水の浸入

本調査区域は、豊富な湧水と井戸水を有している。特にオフリド市においては、オフリド湖の水源でもある大プレスパ湖からの伏流水が各地で湧水となって出現しており、古くから飲み水等に利用されている。現在でも公共用の自噴井が多く市内に点在しており、市民に利用されている。この自噴井は地下約 60m もしくは 80m の深さの被圧地下水を水源としており、常時流れている水は下水道へと垂れ流されている。KfW プロジェクトの報告書によれば、オフリド市内の湧水や自噴井から下水道システムに排水されている水量は少なくとも 110ℓ/秒としており、9,500m^3/日もの多量の水が流れていることになる。

一方、私有地内においても井戸水が広く利用されており、ホテルや工場等での用水や一般家庭での菜園利用等、必ずしも下水処理の必要のない水が、常時または一定時間排水されているとみられる。

これら湧水、井戸水による多量の排水は、下水道システムの機能に大きな影響を与えるとともに、有収率の低下により下水道経営にも悪影響を与えている。



出典：JICA 調査団

図 3.35　主要な湧水及び井戸水利用の位置図

d)　水道水の浸入

ストゥルーガ市内の現地調査で水道管の下水マンホールへの誤接、水道漏水の下水マンホールへの流入といった 2 つの事象が確認された。

大量の不明水が流れ込むマンホール内の状況。清澄な水が勢いよく流れ込んでいる。 （不明水の原因については決定的な証拠は得られていない）	水道の漏水が原因で地表面に溢れた水道水が、下水道のマンホール蓋や排水ますから下水道システムに流れ込んでいる。

写真 3.1　水道水侵入状況

上記の不具合は、水道と下水道双方に大きな悪影響を与えているが、長期間放置され修理されていない。

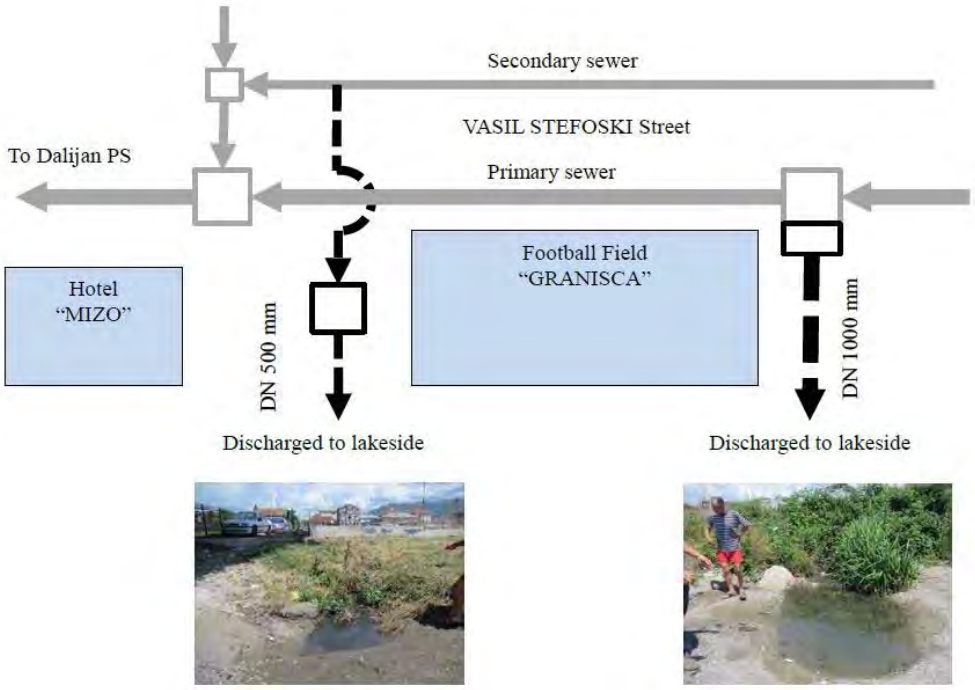
(2) 未処理放流水

本下水道システムからの未処理放流水は、表 3.16 に示すとおり大きく 3 つの特性がある。

表 3.16　未処理放流水の特性

発生箇所	特性
a.処理場流入部	処理場能力を超える流入量が定常的に発生しているため、処理場の流入井において能力超過分の流入下水が未処理放流として常に Crn Drim 川に放流されている。
b.ポンプ場流入部	Struga3、Podmojle、Dalian の各ポンプ場から、能力超過分の流入下水が雨天時に Crn Drim 川（Struga3）もしくはオフリド湖（その他ポンプ場）に放流されている。
c.幹線マンホール	VOSKA 地区の VASIL STEFOSKI 通りに位置する 2 ヵ所のマンホールでは、未処理放流水をオフリド湖へ放出するためのオーバーフロー管が設置されており、小降雨時においてもマンホールからの溢水が頻繁に発生している。この地点は、大規模なリゾートホテルで遊泳場を有する HOTEL MIZO に隣接しており、未処理放流水による衛生上のリスクが懸念される（図 3.36 参照）。

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 3.36　VOSKA 地区における下水道管網とオーバーフローの状況

3.2.2　ポンプ場

(1) 施設概要

本下水システムはオフリド湖周辺のオフリド市及びストゥルーガ市を対象とする平坦な地域であり、幹線管渠は自然流下による送水を前提としていることから、に示す様に Vranista 下水処理場まで数ヵ所の中継ポンプ場が建設されている。ポンプの型式は、表 3.18 の各線単位の現況水量に示す様に下水システムの末端部など送水量が少ない地域では水中ポンプを採用し、流量が多い Granit 下水ポンプ場以降の地域に対しては異物が閉塞し難いスクリューポンプを採用している。

尚、老朽化したポンプ施設の一部は数年前にスイス政府の援助及びドイツ政府の資金により更新されたが、ポンプ場に対するシステム設計の欠如（例えば、ゴミの流入を想定した保護装置の未設置）から、ポンプ全体では表 3.17 に示す様に現在運転出来るポンプは 30 台（70%）である。例えば、Vranista 下水処理場の揚水ポンプは 3 台中稼働出来るポンプは 1 台だけで予備機が無いことから、もしこの 1 台のポンプが故障すると、全量が未処理で河川に流出し、環境悪化は必至でありクリティカルな状況である。また、表 3.19 に幹線管渠毎の送水可能水量、下水ポンプの吐出量及び実送水量の関係を示す。

表 3.17　主要ポンプ施設の概要（2014 年 10 月時点）

No.	City	Pump Station	Pump Type		Q'ty (Planned) (Unit)	Q'ty (Available) (Unit)	Unit Capacity (L/sec)	Remarks
1	Ohrid	Krusa	Submersible		2	2	40.0	
2	Ohrid	Elsec	Submersible		2	1	40.0	
3	Ohrid	Metropol	Submersible		2	2	85.0	
4	Ohrid	Granit	Screw		2	2	130.0	
5	Ohrid	Orce Nikorov	Screw		2	2	170.0	
6	Ohrid	Ohrid 1	Screw		3	3	315.0	
7	Ohrid	Ohrid 2	Screw		3	1	425.0	
8	Ohrid	Dalian	Screw		4	4	400.0	
9	Ohrid	Podmojle	Screw		4	4	410.0	
10	Ohrid	Sateska	Screw		4	2	410.0	
11	Ohrid/ Struga	Struga 3	Screw	Ohrid	3	2	412.0	
			Screw	Struga	3	2	225.0	
12	Ohrid/ Struga	Vranista WWTP	Screw	Intake	3(*1)	1	560.0	
13	Struga	Industrial Zone	Submersible		2	2	200.0	
14	Struga	Kalista	Submersible		2	0	24.4	Stop by trouble
15	Struga	Elen Kamen	Mono pump		2	0	24.4	Dismantled
	Total	15 stations	-		43	30	-	-

*1 : 4 places are prepared and 3 pumps are planned.
出典：JICA 調査団

表 3.18　各線単位の現況水量 (2013 年, 時間最大)

Unit: m^3/日

Category	ID	Municipality	Section	Existing (2013) HPF					
				Domestic	Industrial	Public	Tourist	Total	Ground Total
Sewerage Connected Area	SC-01	Ohrid	Desaret - Krusa PS	40	12	4	178	234	234
	SC-02	Ohrid	Krusa PS - Elesec PS	20	6	2	244	272	506
	SC-03	Ohrid	Elesec PS - Metropol PS	0	0	0	241	241	747
	SC-04	Ohrid	Metropol PS - Granit PS	143	43	14	0	200	947
	SC-05	Ohrid	Granit PS - Orce Nikorov PS	51	15	5	1,014	1,085	2,032
	SC-06	Ohrid	Orce Nikorov PS - Ohrid 1 PS	2,095	629	210	776	3,710	5,742
	SC-07	Ohrid	Ohrid 1 PS - Ohrid 2 PS	850	255	85	264	1,454	7,196
	SC-08	Ohrid	Ohrid 2 PS - Daljan PS	8,729	2,619	873	2,873	15,094	22,290
	SC-09	Ohrid	Daljan PS - Podmojle PS	0	0	0	179	179	22,469
	SC-10	Ohrid	Podmojle PS - Sateska PS	0	0	0	0	0	22,469
	SC-11	Struga	Sateska PS - Struga 3 PS	1,006	302	101	397	1,806	24,275
	SC-12	Struga	Elen Kamen - Elen Kamen PS	0	0	0	0	0	0
	SC-13	Struga	Elen Kamen PS - Kalista PS	45	14	5	0	64	64
	SC-14	Struga	Kalista PS - Industrija PS	131	39	13	0	183	247
	SC-15	Struga	Industrija PS - Struga 3 PS	0	0	0	0	0	247
	SC-16	Struga	Downtown Struga - Struga 3 PS	4,692	1,408	469	2,908	9,477	9,477
	SC-17	Struga	Struga 3 PS - Vranista WWTP	0	0	0	0	0	33,999
	Sub Total			17,802	5,342	1,781	9,074	33,999	-

DAF: 日平均水量,　DPF: 日最大水量,　HPF: 時間最大水量
出典：JICA 調査団

表 **3.19** 幹線管渠・ポンプ場能力（既存）

	Sewer capacity (m^3/s)						PS capacity (m^3/s)			Flow (m^3/s)										
	ND	I	n	A	V	Sewer capacity	Unit capacity	Available number	PS capacity	DPF (m^3/d)	HPF (m^3/d)	HPF (m^3/s)	HPF + UIW (m^3/s)	Drainage area (ha)	Drainage area (accumulated) (m^3/s)	Runoff C	1mm RW (m^3/s)	HPF + UIW + 1mmRW (m^3/s)	2mm RW (m^3/s)	HPF + UIW + 2mmRW (m^3/s)
PVC 500 x 1,717 & Krusa PS	500	0.0018	0.024	0.196	0.442	0.087	0.040	2	0.080	130	234	0.0027	0.0237					0.0237		0.0237
PVC 600 x 1,576 & Elesec PS	600	0.0018	0.046	0.283	0.260	0.074	0.040	1	0.040	281	506	0.0059	0.0464					0.0464		0.0464
PVC 600 x 1,852 & Metropol PS	600	0.0020	0.080	0.283	0.158	0.045	0.085	2	0.170	415	747	0.0086	0.0548					0.0548		0.0548
RC 600 x 1,400 & Granit PS	600	0.0015	0.026	0.283	0.421	0.119	0.130	2	0.260	527	947	0.0110	0.0613					0.0613		0.0613
RC 800 x 1,550 & Orce Nikolov PS	800	0.0015	0.025	0.503	0.530	0.266	0.170	2	0.340	1,133	2,032	0.0235	0.0783					0.0783		0.0783
RC 800 x 3,000 & Ohrid 1 PS	800	0.0010	0.029	0.503	0.373	0.187	0.315	3	0.945	3,200	5,742	0.0665	0.1301	105.75	105.75	0.35	0.103	0.2329	0.206	0.3357
RC 1000 x 1,045 & Ohrid 2 PS	1000	0.0010	0.029	0.785	0.433	0.340	0.425	1	0.425	4,010	7,196	0.0833	0.2106	109.27	215.02	0.30	0.194	0.4045	0.388	0.5983
RC 1200 x 3,337 & Dalijan PS	1200	0.0015	0.025	1.131	0.694	0.785	0.400	2	0.800	12,424	22,290	0.2580	0.5763	434.30	649.32	0.30	0.556	1.1321	1.112	1.6878
RC 1200 x 5,006 & Podmoije PS	1200	0.0008	0.024	1.131	0.528	0.597	0.410	2	0.820	12,524	22,469	0.2601	0.5980		649.32	0.30	0.556	1.1538	1.112	1.7096
RC 1200 x 2,404 & Sateska PS	1200	0.0017	0.022	1.131	0.820	0.950	0.410	2	0.820	12,524	22,469	0.2601	0.6075		649.32	0.30	0.556	1.1633	1.112	1.7191
RC 1200 x 4,267 & Struga 3 PS	1200	0.0010	0.026	1.131	0.545	0.616	0.412	2	0.824	13,530	24,275	0.2810	0.6455		649.32	0.30	0.556	1.2013	1.112	1.7571
RC 1200 x 3,934 & Vranista PS	1200	0.0008	0.019	1.131	0.667	0.754	0.560	1	0.560	18,295	32,826	0.3799	0.7561	19.73	669.05	0.32	0.573	1.3294	1.147	1.9027
PVC 300 x 471 & Elen Kamen PS	300	0.0090	0.010	0.071	1.687	0.119	0.0244	0	0.000	0	0	0.0000	0.0000					0.0000		0.0000
PVC 200, 300 x 1727 & Kalista PS	300	0.0036	0.010	0.071	1.067	0.075	0.0244	0	0.000	33	61	0.0007	0.0014					0.0014		0.0014
PE 500 x 3573 & Industry PS	500	0.0025	0.010	0.196	1.250	0.245	0.200	2	0.400	132	240	0.0028	0.0055					0.0055		0.0055
PE 600 x 825 & Struga 3 PS	600	0.0022	0.010	0.283	1.324	0.374	0.225	2	0.450	4,735	8,551	0.0990	0.1970	19.73	19.73	0.32	0.018	0.2145	0.035	0.2320

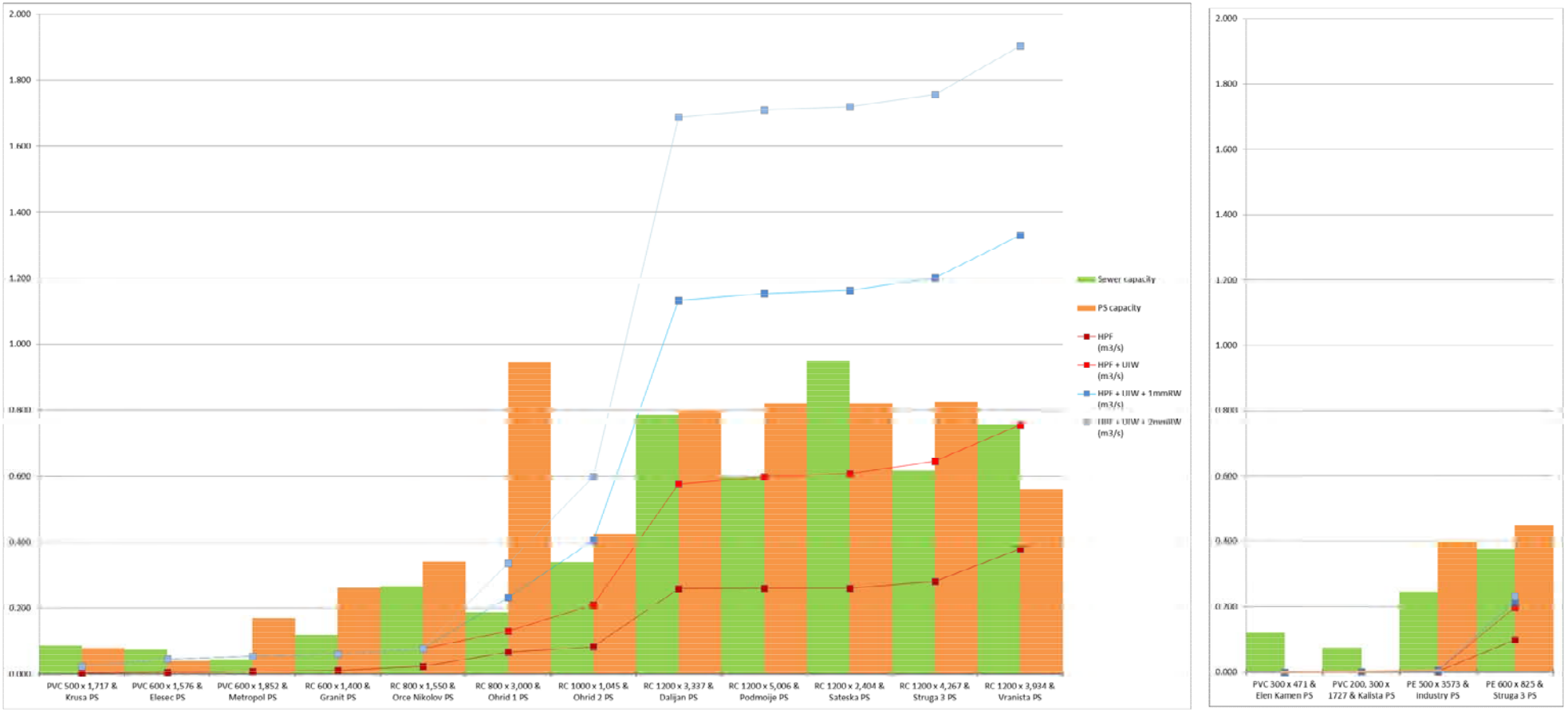


図 3.37　幹線管渠・ポンプ場能力（既存）

1)　スクリューポンプ場

本下水道システムの異物処理の方針は、市内の各下水ポンプ場で異物の除去をせずに下水をそのまま処理場まで移送し、そこで一括して異物の除去を行っている。従って、各下水ポンプ場ではゴミが閉塞し難いスクリューポンプが多く採用されている。しかし、一般的にスクリューポンプはポンプ効率が悪く、電力費増大の原因になっていると思われ、Vranista 処理場に採用されているスクリューポンプの効率を計測して具体的な電力費の損失分を算出した。

その結果、スクリューポンプのポンプ及び電動機の総合効率は 37%であり、この値は相当悪く電力費の増大の要因になっていると思われる。その低い効率は低水位運転が原因で、基準吸込水面以上で運転されていれば経年劣化を考えても総合効率は 50%程度に改善されると思われる。又、スクリューポンプを下水用水中ポンプに交換した場合、総合効率は 75%程度に改善されることから、比較のためポンプ 1 台当たりの年間電力費を表 3.20 の様に算出した。尚、電力単価を 18.4 円/kWh(= 8 MKD/kWh)とした。

ケース 1：吸込水位を下部軸受当たりで運転した場合（現状）
ケース 2：吸込水位を常に基準吸込水面以上で運転した場合
ケース 3：スクリューポンプを水中ポンプに更新した場合

表 3.20　ケーススタディー

ケース	総合効率	入力電力	年間電力量	年間電力費	年間削減電力費
1	37%	59.2 kW	518,592 kWh	9,542,093 円 (4,148,736 MKD)	－
2	50%	43.8 kW	383,688 kWh	7,059,859 円 (3,069,504 MKD)	2,482,234 円 (1,079,232 MKD)
3	75%	29.2 kW	255,792 kWh	4,706,573 円 (2,046,336 MKD)	4,835,520 円 (2,102,400 MKD)

出典：JICA 調査団

以上の試算より、運転吸込水位の見直しで年間約 2.5 百万円の電力費の削減が出来、ポンプ効率の良い水中ポンプに交換すると、年間約 4.8 百万円の電力費の削減が期待出来る。ここで、上記計算はポンプ 1 台のみであり、処理場内の返送汚泥ポンプも含めスクリューポンプが採用されているポンプ場は全システムで 10 ヵ所あるので、それらの合計削減電力費は非常に大きい。しかし、水中ポンプはスクリューポンプに比べてゴミの閉塞の問題がある為、水中ポンプに改造するには、流入ピットに自動スクリーンが必要であり、水中ポンプを引き上げるメンテナンスステージの新設が必要になる。又、電動機出力や運転制御方式が異なることから、電気設備を一新する必要があり、これらの更新費用をポンプ効率の違いによる電力費の改善でカバーするには 10 年以上掛かり現実的では無い。従って、現状では水中ポンプへの更新は難しいと考える。

2)　水中ポンプ場

本下水道システムの末端付近及び水量が少ない地域の下水ポンプ場では水中ポンプが採用されている。水中ポンプはスクリューポンプと同様に異物の除去作業を省略するため、ポンプの上流側にスクリーンを設置せず、流入した異物を全て水中ポンプで圧送する設計思想であるが、異物

による閉塞の問題が解決されていない。

ストゥルーガ市内の Elen Kamen ポンプ場では、異物の閉塞を考えて縦軸のモノポンプ（スクリュータイプ）が設置されたが、やはり異物の閉塞の問題は解決されなかった。　又、Kalista ポンプ場でもポンプの閉塞を考えてノンクロッグタイプの水中ポンプが採用されたが、異物の閉塞で現在停止中である。

そこで、一部の水中ポンプ場では流入側にスクリーン専用ピットが設置され、水中ポンプの閉塞の問題は解消された機場もあるが、簡易型のスクリーンバスケットを設置した機場では異物が直ぐに堆積するとのことで外されている機場もあり、根本的な解決策は実施されていない。

(2) 課題の整理・解決の方向性

1) 不明水対策に関連する対策案

下水ポンプ場の信頼性向上の為に、各機場に予備機を設置することが必須であるが、本項の冒頭で述べた様に現在故障のポンプが多く稼働できるポンプが少ない。特にイタリア、スイス、ドイツなどの欧州製のポンプ設備が主に採用されているが、納入後間もなくスイス製機器の故障が頻発している。ただ、ポンプの修理が放置されている訳では無く、Orce Nikorov ポンプ場では 2014 年 7 月から 10 月の間にポンプ 1 台の修理が実施されている。しかし、ポンプの修理よりも故障の発生頻度が高く、修理が間に合わない状況である。その理由は欧州製の部品調達の納期が長いことと修理方針が部品交換による現状復帰のため故障が再発していることによる。従って、故障を繰り返さないために再発防止策が急務である。そこで、故障発生原因になっているゴミの流入防止のためにスクリーンを設置し、保守管理改善のために流入ピットにメンテナンスゲートを設置予定である。これらの対策で下水ポンプ場の信頼性は大幅に向上し、ポンプが故障した時に予備機に切替えることで下水の送水システムの機能が維持できる。また、予備機も追加運転することで送水量を倍増出来るが、それを実現する為には処理場の能力も倍増する必要がある。

そこで、処理場の能力が倍増されるまでは、中継ポンプ場の送水量を倍増することで Crn Drim 川への放流量を増やし、オフリド湖への放流量を削減する。その結果、オフリド湖の下水による環境汚染が軽減できることになる。これらの対策案を整理すると以下の様になる。

- 現在各機場 1 台以下しか稼働出来ない機場は、信頼性向上を目的に予備機を含めて少なくとも 2 台以上運転出来る様に改善する。
- 通常は各機場 1 台運転を基本とし、Vranista 下水処理場の取水ポンプはオフリド市及びストゥルーガ市の合計流量を扱う為、1 台と 2 台の交互運転を行う。
- 雨天時など流量が増加した際は各機場 2 台運転を行い、Vranista 下水処理場の取水ポンプはオフリド市及びストゥルーガ市の合計流量を扱う為､2 台と 3 台の交互運転を行う。尚、Ohrid 1 下水ポンプ場以降は 3 台運転を実施する場合もある。

2) その他の対策案

① スクリューポンプ場の改造提案

ポンプ効率が悪く電力費増大の原因になっているスクリューポンプを効率の良い水中

ポンプに更新する案は更新費の問題のみならず、異物の閉塞の問題から難しい。そこで、スクリューポンプの基準吸込水位以上で常に運転することを推奨する。つまり、図 3.38 に示す様に、既設の水位計からの水位信号に基づき吸込水位が設定吸込水位以上に上昇したらスクリューポンプを起動し、基準吸込水位以下に低下したら停止する間欠運転を推奨する。具体的には既設の電気盤の改造を行うことになるが、SCADA システムの導入時にポンプの既設盤の改造が必要になるので、その改造時に合わせて実施すれば良い。

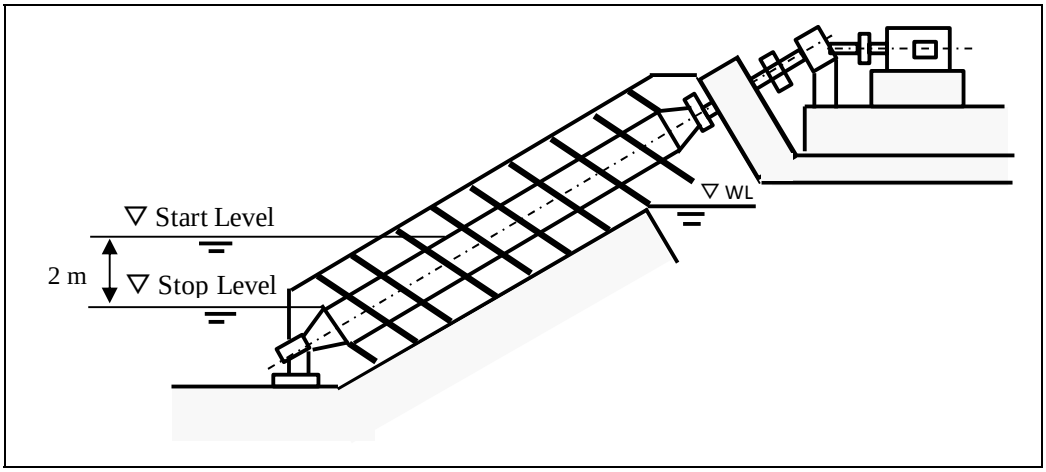


図 3.38　間欠運転の設定水位

② ポンプ場の流入ゲートの設置

現在、スクリューポンプ場は Vranista 処理場の Intake を除いて流入側に止水ゲートが設置されていない。従って、スクリューポンプの下部軸受のメンテナンスを行う際に吸込ピットの水を抜く作業が大変である。最近、Struga 3 のスクリューポンプが故障したが、その修理のため流入路に土、木等を詰めて止水したとのことである。そこで、吸込ピットの流入路に止水ゲートを設置することを推奨する。具体的には、各ポンプの吸込ピットを切り替えるゲートと流入下水を止めるゲートを機場によって使い分ける。

③ SCADA システムの導入

維持管理改善を目的に SCADA システムの導入を検討する。つまり、各下水ポンプ場は無人機場で、ポンプの運転停止を行う場合は、下水処理場から電話にてポンプ場近くに住む運転員に指示をしている。従って、急な雨水流入時にポンプの運転開始遅れによるオフリド湖への越流があり、逆に、水量減にも関わらず運転継続による電力費増大の原因になっている為、中央から適切な運転監視制御を行うことは環境改善及び省エネの面で意義がある。

具体的には Vranishata 処理場内の監視室に既設の監視盤があるが、これらは使用せず新規監視制御盤を導入する。又、各下水ポンプ場では、既設のポンプ起動盤から吸込水位及びポンプの運転信号などを新規設置するテレメータ盤に取り込み、処理場内の新規監視制御盤から監視制御を行う。一方、PROAQUA は単信回線の無線による伝送方式を希望しているが、地形や距離によって電波が到達しない場合があり、中継局の要否の事前調査が必要となる。そこで、現在主流になっている携帯電話網を利用した伝送方式を推奨する。携帯電話が利用可能な地域であれば SCADA システムの導入は可能である。

その設計思想のアウトラインは概略下記の内容とする。

① 親局(Remote)を Vranista 下水処理場内の管理棟に設置し、同処理場内の揚水ポンプ場 1 ヵ所及び 14 ヵ所の各下水中継ポンプ場に子局(Local)を設置する。
② 通信手段は信頼性と維持費を考え、無線や有線では無く携帯電話の伝送方式を採用する。
③ 親局での各子局に対する監視項目は、各ポンプの運転・停止・故障、吸込水位程度とする。
④ “Remote・Local”の切り替えスイッチを各下水中継ポンプ場に設置して現場優先とする。つまり、安全を考え Vranista 処理場からの運転は各下水中継ポンプ場の意向に基づいて行うこととする。

④ 水中ポンプ場の改造提案

本下水システムのポンプ場は異物の除去作業を省略することを優先し、オフリド市南部の水中ポンプ場を除いて殆どのポンプ場はスクリーンを設置せず、異物も含めてポンプで送水する設計思想である。その為、水中ポンプの型式をノンクロッグポンプとしているが、異物の詰まりの問題が解消されていない。

従って、水中ポンプの上流側にスクリーンを設置せざるを得ないと考える。実際、スクリーンが設置されている水中ポンプ場は特に問題が発生していないと運転管理者に確認した。そこで、既存のマンホールタイプの水中ポンプ場に対し、図 3.39 に示す改造案を提案する。

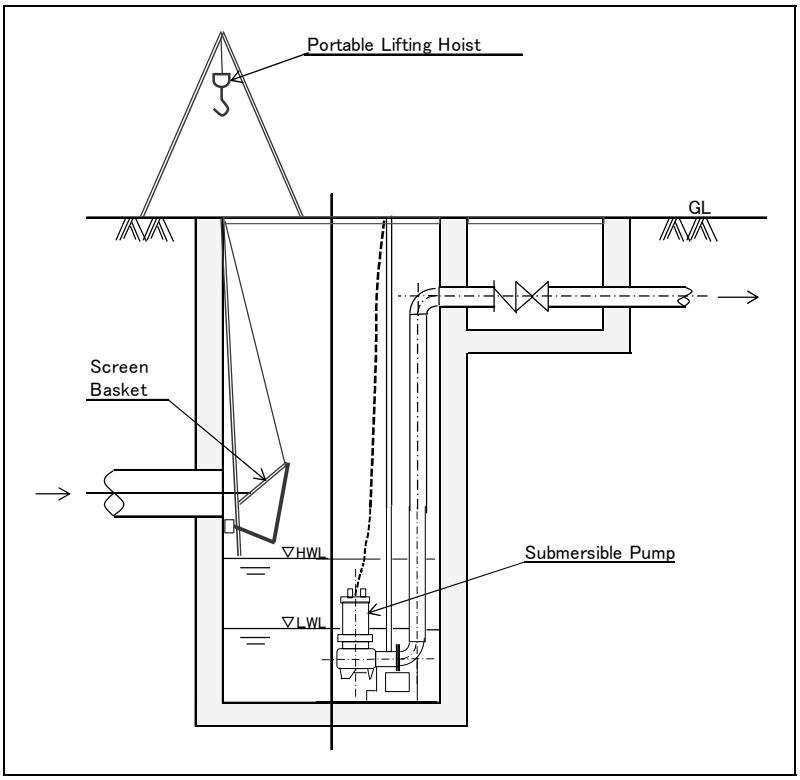


図 3.39 既設水中ポンプ場の改造図

⑤　水中ポンプの選定

上記に述べた様にマンホール流入部にスクリーンの設置を提案したが、スクリーンを通過した異物によるポンプの閉塞を避ける為に、更に安全を考えて閉塞し難い異物通過性能の良いポンプを選定する。

ここで、本下水システムで採用されている水中ポンプの単体容量は、1.3m^3/min ～ 10m^3/min と幅広いことから、1.3m^3/min ～ 3m^3/min 程度の小容量ポンプは、無閉塞を最優先して異物が羽根車内を通過しないボルテックスポンプを採用する。一方、3m^3/min ～ 10m^3/min の範囲の中・大容量ポンプは、羽根車のサイズが大きくなり異物通過性が改善されることとポンプ効率の向上を考慮してノンクロッグポンプを採用する。

(3) 結論（課題の抽出）

1) 下水ポンプ場は建設から約 30 年が経過し、老朽化したポンプ施設の一部は、数年前にスイス政府の援助及びドイツ政府の資金により更新されたが、約 3 割のポンプが現在故障などで運転出来ない。特に、運転可能なポンプが 1 台しか無いポンプ場が 3 機場あり、このポンプが故障すると下水ポンプ全体に影響を及ぼすことから、早急に予備ポンプを設置、復旧する必要がある。
2) 下水ポンプ場に多く採用されているスクリューポンプはゴミが閉塞し難いメリットがあるものの、基本点にポンプ効率が低く、特に低水位運転を行うと大幅にポンプ効率が低下して電力費の増大に繋がるデメリットがある。従って、吸込水位を検知して低水位運転を行わない様な制御方式を採用すべきである。
3) 下水ポンプシステムにおいて水量が少ない上流側に多く設置されている水中ポンプは、ポンプの構造上ゴミが閉塞し易く故障の原因になっている。従って、ポンプ吸込ピットの流入部にスクリーンを設置し、ゴミが閉塞し難いボルテックスポンプ等の対策が必要である。
4) 各下水ポンプ場は基本手動運転であり、Vranista 下水処理場から電話連絡で各ポンプの運転停止指示を行っている。従って雨天の緊急時などポンプ場間の連携が必要な時に下水ポンプシステム全体の最適な運転管理が出来ていない。そこで、下水システム全体を監視制御する SCADA システムの導入が必要である。

3.2.3　Vranista 下水処理場

(1) Vranista 下水処理場の概要

Vranista 下水処理場（以降、下水処理場）は 1984 年から 1986 年にかけてドイツの援助により建設された。本下水処理場はオフリドとストゥルーガ地区を対象に、複数の揚水ポンプ場を経由し流入してくる汚水を高級処理している。下水処理場の概要を表 3.21 に、下水処理場の衛星写真を図 3.40 に、処理フロー図を図 3.41 に示す。

表 3.21　下水処理場の概要

項　目	概　要
汚水収集方法	分流式 (部分合流)
放流先	Crn Drim 川
汚水処理プロセス	流入ポンプ → スクリーン → 沈砂池 → 反応タンク → 最終沈殿池 → 塩素注入→ 放流
汚泥処理プロセス	汚泥安定槽 → 汚泥濃縮槽 → 汚泥脱水機(ベルトプレス) 又は汚泥天日乾燥床

出典：JICA 調査団

図 3.40　下水処理場の衛星写真

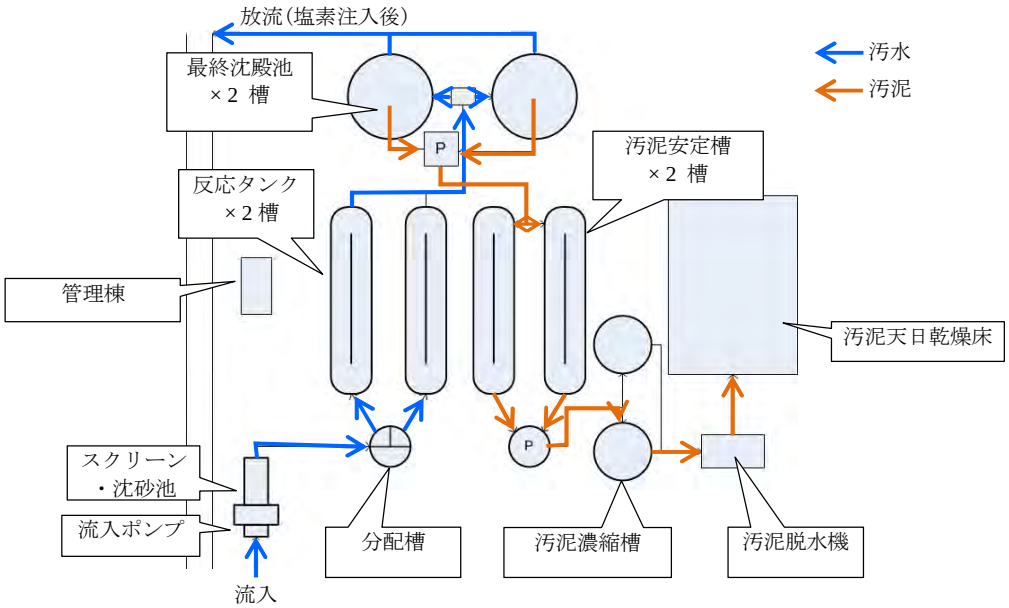


図 3.41　処理フロー図（現況）

下水処理場の設計時に採用された主要な設計基準値及び施設規模の概要を表 3.22 に示す。

表 3.22　施設設計基準及び施設規模

項　目		施設概要	
施設規模（日最大／日平均）		120,000 / 70,000　（人口当量）	
流入汚水量		日平均 ：　40,000 m^3/日 時間最大 ：144,300 m^3/日　(1,670 L/秒)	
反応タンク	施設容量	3,200 m^3 × 2槽 (幅17.5m x 長さ60.0 m × 深さ3.0 m)	
	MLSS	4,000 mg/L	
最終沈殿池	施設容量	4,400 m^3 × 2池 (直径40 m × 深さ3.5 m)	
	水面積負荷	池面積 ：1,260m^2/槽	
汚泥安定槽	施設容量	3,200 m^3 × 2池 (幅17.5m x 長さ60.0 m × 深さ3.0 m)	
	滞留時間	10- 15 日	
汚泥濃縮槽	施設容量	850 m^3 (直径16m × 約 4.25m)	
	水面積負荷	< 018 m^3/m^2/日	
	滞留時間	0.5 - 1.0 日	
汚泥脱水機	処理容量	ベルトプレス式 (8 -16 m^3/日) × 1台	
	固形物濃度	20 - 25 %（脱水後）	
計画水質		流　入	放　流
S　S		記述無し	30 mg/L
BOD_5		100 mg/L	20 mg/L
CODcr		記述無し	記述無し

出典：PROAQUA

(2)　維持管理データ

下水処理場では、流入水量は計測されていないため、維持管理データとして流入水質（処理水量）、及び放流水量と水質を示す。

1)　流入水量

日平均流入水量（処理場流入幹線の流下水量）を図 3.42 に示す。これは本調査の再委託にて 2014 年 7 月 13 日から 9 月 9 日までの約 2 ヶ月間連続して流量計測した結果である。これによると、晴天時には約 40,000m^3/日の汚水が流下している。また雨天時は、降雨の性質や降雨頻度によるが、計測期間における日平均の最大水量は約 100,000m^3/日であった。

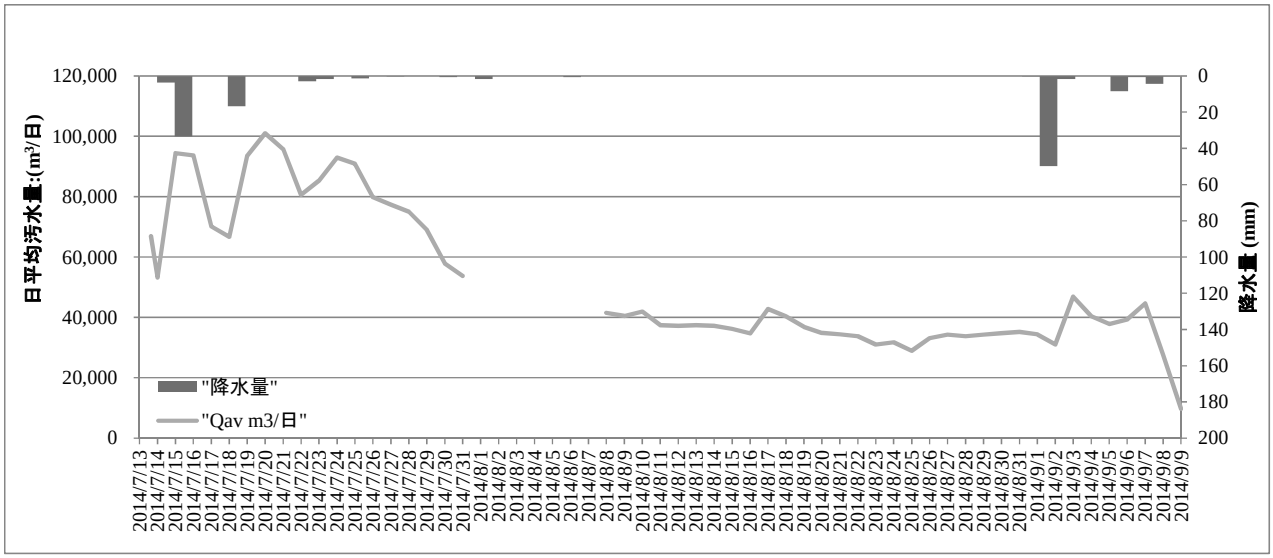


図 3.42　流入水量の変動

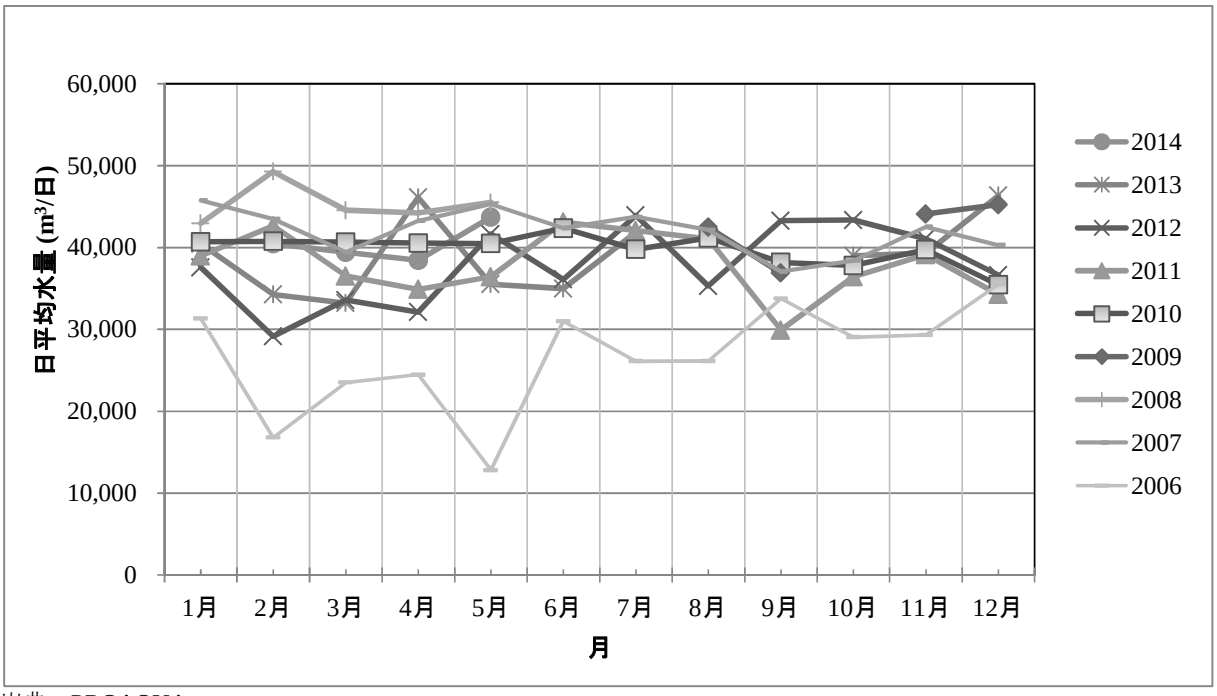
2)　放流水量（処理水量）

日平均放流水量（処理水量）を表 3.23 及び図 3.43 に示す。処理場に流入している日平均水量は 40,000m^3/日程度であり、2007 年以降は顕著な流入水量の年変動や季節変動は認められない。

表 3.23　日平均放流水量（処理水量）

単位: m^3/日

	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年
1 月	31,336	45,760	42,962	N.A	40,699	38,978	37,567	40,458	N.A
2 月	16,793	43,498	49,284	N.A	40,745	42,650	29,167	34,285	40,470
3 月	23,514	39,426	44,564	N.A	40,665	36,544	33,599	33,221	39,439
4 月	24,462	43,251	44,215	N.A	40,546	34,889	32,138	46,132	38,424
5 月	12,803	45,308	45,530	N.A	40,499	36,415	41,660	35,512	43,697
6 月	30,994	42,374	N.A	N.A	42,361	43,121	36,116	35,000	-
7 月	26,118	43,731	N.A	N.A	39,782	42,077	43,939	41,900	-
8 月	26,139	42,153	N.A	42,504	41,180	41,090	35,313	N.A	-
9 月	33,760	37,058	N.A	36,882	38,197	29,919	43,296	N.A	-
10 月	29,058	38,400	N.A	N.A	37,802	36,427	43,365	39,005	-
11 月	29,329	42,542	N.A	44,112	39,753	39,132	41,087	39,338	-
12 月	35,513	40,306	N.A	45,221	35,440	34,296	36,650	46,367	-
平均	26,652	41,984	45,311	42,180	39,806	37,962	37,825	39,122	40,508
最大	35,513	45,760	49,284	45,221	42,361	43,121	43,939	46,367	43,697
最小	12,803	37,058	42,962	36,882	35,440	29,919	29,167	33,221	38,424



出典：PROAQUA

図 3.43　放流水量の変動

3)　水質

Vranista 下水処理場の排水基準は、EU 指令（91/271/EEC）の排水基準の範囲内で、当該処理場の設計計画値に基づき、PROAQUA によって以下のように設定されている。

表 3.24　下水処理場の排水基準値

水質項目	排水基準
TSS	30 mg/L 以下
BOD_5	25 mg/L 以下
COD_{Cr}	125 mg/L 以下

出典：PROAQUA

下水処理場の流入及び放流水質は PROAQUA が定期的に計測している。主要な計測項目は、pH、水温、溶存酸素(DO)、浮遊物量(TSS)、化学的酸素要求量(COD_{Cr})、及び生物化学的酸素要求量(BOD_5)であるが、予算不足から実験用の試薬が購入できなかった場合は水質データが欠損している。流入水質及び放流水質を図 3.44～ 図 3.47 に示す。

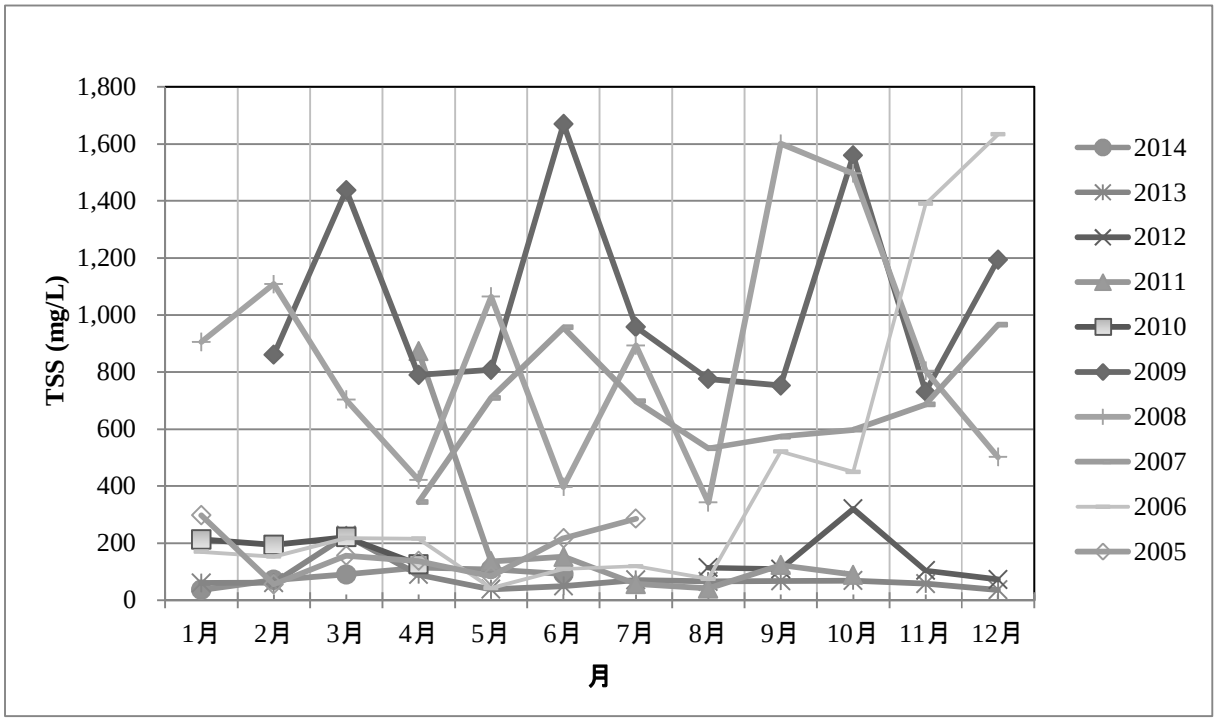
a.　浮遊物量 (TSS)

表 3.25 及び図 3.44 に流入 TSS を示す。2009 年以前は流入水質が安定しておらず、また 1,000mg/L を越える水質が計測されている。これは粒径 2mm 以上の夾雑物を含んだ浮遊物を TSS として計測していると推察する。直近の 2 年間の平均流入水質は 80mg/L 程度である。

表 3.25　流入水質（TSS）

単位: mg/L

	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年
1 月	297.9	169.5	N.A	905.8	N.A	212.6	N.A	N.A	60.1	36.3
2 月	55.6	152.8	N.A	1,108.6	861.0	193.5	N.A	N.A	60.9	70.8
3 月	156.6	217.7	N.A	703.5	1,437.9	221.1	N.A	N.A	226.6	89.9
4 月	137.4	215.2	343.6	422.0	789.5	125.4	872.5	N.A	89.5	113.5
5 月	84.2	42.0	709.6	1,064.2	807.4	N.A	136.5	N.A	38.5	108.2
6 月	217.0	109.1	956.0	397.0	1,669.7	N.A	152.6	N.A	49.3	91.1
7 月	285.5	119.2	697.9	893.2	957.9	N.A	56.4	N.A	70.7	-
8 月	N.A	74.3	532.1	342.2	775.5	N.A	41.3	114.0	65.8	-
9 月	N.A	521.4	573.4	1,600.8	753.2	N.A	122.8	108.8	67.3	-
10 月	N.A	450.2	597.3	1,496.5	1,559.9	N.A	89.1	320.0	68.5	-
11 月	N.A	1,389.5	686.0	804.3	730.9	N.A	N.A	104.1	57.6	-
12 月	N.A	1,633.5	965.4	501.6	1,193.9	N.A	N.A	72.3	36.3	-
平均	176.3	424.5	673.5	853.3	1,048.8	188.2	210.2	143.8	74.3	85.0
最大	297.9	1,633.5	965.4	1,600.8	1,669.7	221.1	872.5	320.0	226.6	113.5
最小	55.6	42.0	343.6	342.2	730.9	125.4	41.3	72.3	36.3	36.3



出典：PROAQUA

図 3.44　流入水質（TSS）

なお 2006～2010 年の値には 1,000mg/L を越える高い値を示しているものが多いが、これらは分析過程または集計時の問題による異常値と考えられる。

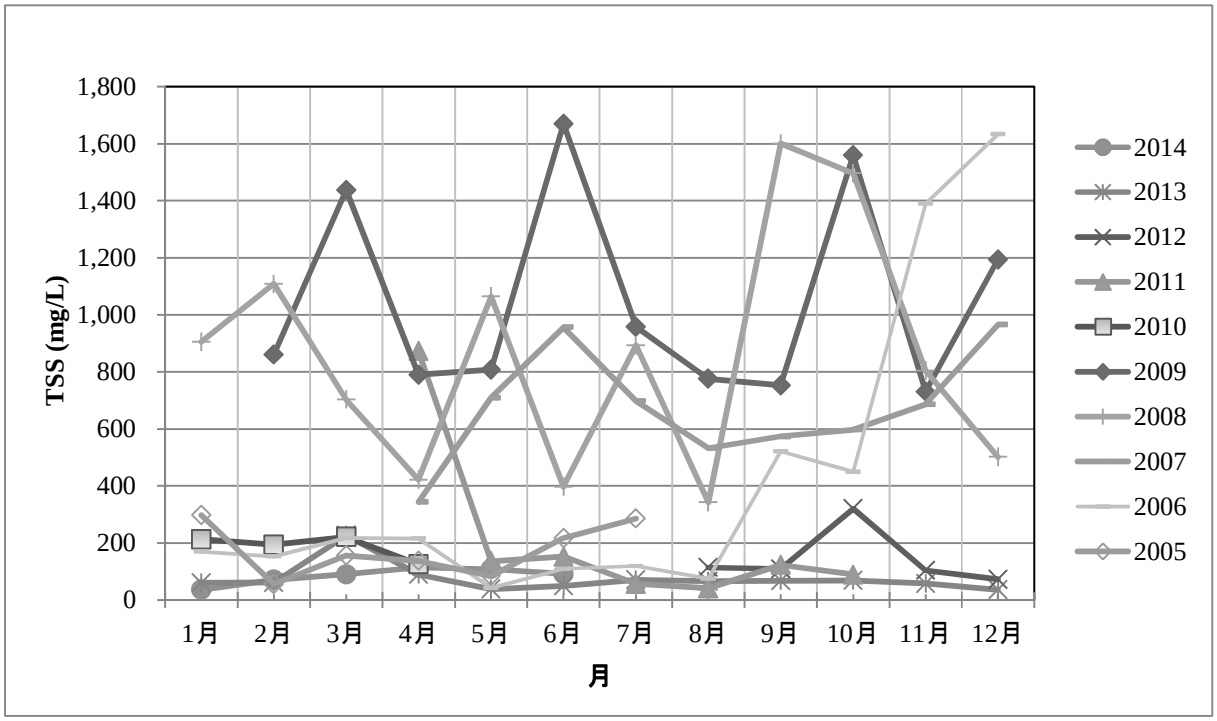
表 3.26 及び図 3.45 に放流 TSS を示す。2010 年以降の最大値(月間平均)は 2013 年 1 月を除き

30mg/L 以下であり、概ね排水基準値を満たしている。

表 3.26　放流水質（TSS）

単位: mg/L

	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年
1 月	16.2	16.2	N.A	23.7	N.A	16.2	N.A	N.A	31.7	9.9
2 月	38.6	11.5	N.A	10.7	49.5	24.8	N.A	N.A	12.3	21.9
3 月	25.4	11.4	N.A	14.2	12.4	20.5	N.A	N.A	14.1	17.5
4 月	18.5	8.0	21.9	23.0	23.9	13.2	8.3	N.A	12.5	8.3
5 月	11.6	24.7	16.3	15.1	11.4	N.A	5.7	N.A	12.5	28.2
6 月	22.4	12.7	26.8	9.9	15.3	N.A	18.2	N.A	18.2	15.8
7 月	26.6	14.3	11.6	25.9	70.8	N.A	13.7	N.A	15.0	-
8 月	N.A	23.7	57.4	12.4	87.5	N.A	5.2	21.5	13.9	-
9 月	N.A	12.1	8.8	22.7	7.1	N.A	21.5	11.4	9.4	-
10 月	N.A	37.2	35.5	5.0	25.8	N.A	12.6	11.0	12.2	-
11 月	N.A	30.2	8.8	9.9	21.8	N.A	N.A	10.7	15.0	-
12 月	N.A	15.3	47.9	3.3	14.5	N.A	N.A	14.2	14.5	-
平均	22.8	18.1	26.1	14.6	30.9	18.6	12.1	13.8	15.1	16.9
最大	38.6	37.2	57.4	25.9	87.5	24.8	21.5	21.5	31.7	28.2
最小	11.6	8.0	8.8	3.3	7.1	13.2	5.2	10.7	9.4	8.3



出典：PROAQUA

図 3.45　放流水質（TSS）

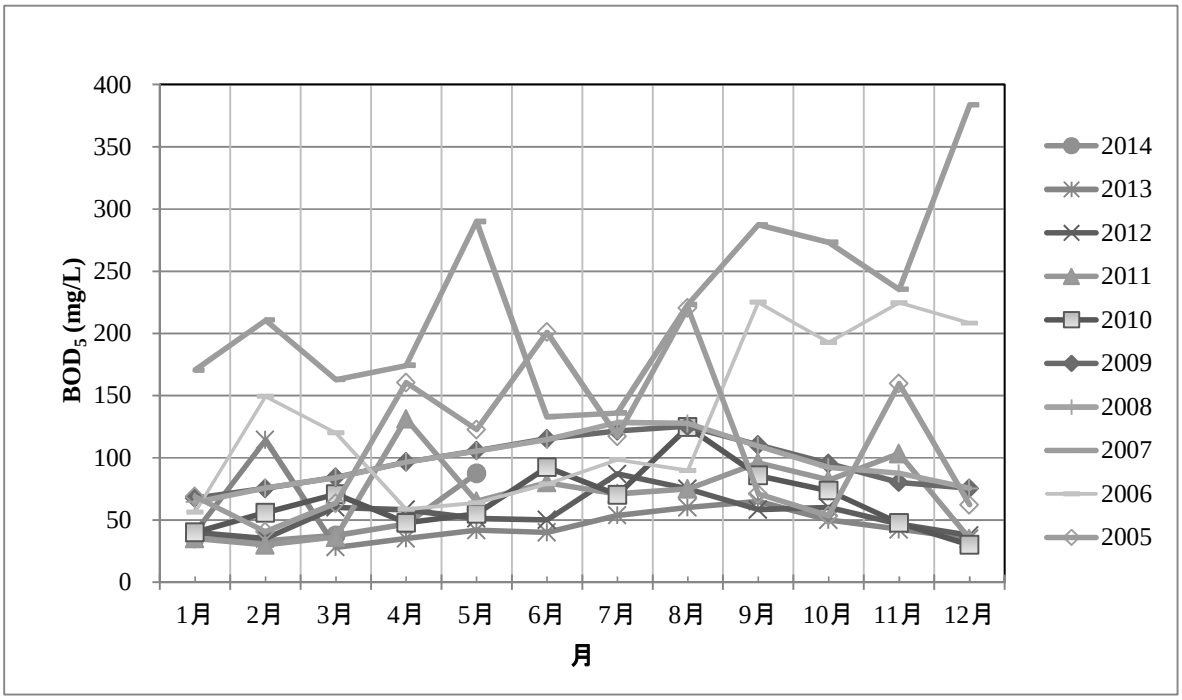
b.　生物化学的酸素要求量（BOD_5）

表 3.27 及び図 3.46 に流入 BOD_5 を示す。2007 年以降の流入水質値は計画値である 100mg/L を大幅に下回っており、この原因として浸入水や不明水により希釈されたものと想定される。直近 2 年間の平均流入水質は 50mg/L 程度となっている。

表 3.27　流入水質（BOD_5）

単位: mg/L

	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年
1 月	68.8	56.3	170.4	64.4	67.5	40.0	35.0	40.0	40.0	35.0
2 月	40.6	149.3	210.6	75.7	75.4	55.8	30.0	35.0	114.3	33.3
3 月	63.5	120.1	162.8	84.2	84.2	70.6	36.3	60.0	28.0	37.5
4 月	160.5	58.6	174.2	96.6	96.6	47.7	131.3	58.2	35.0	46.7
5 月	122.6	63.7	289.9	105.5	105.7	54.8	65.0	51.3	41.7	87.5
6 月	201.0	79.0	132.9	114.6	115.2	92.3	80.0	50.0	40.0	-
7 月	117.2	98.5	136.0	128.3	121.6	70.2	71.0	87.0	53.8	-
8 月	220.3	89.7	223.2	127.6	125.4	124.6	75.0	75.0	60.0	-
9 月	70.9	224.9	287.2	109.3	110.3	85.7	96.0	58.3	65.0	-
10 月	53.3	192.7	273.2	92.4	95.3	73.5	82.0	60.0	50.0	-
11 月	159.6	224.6	235.4	87.5	80.2	47.5	103.3	46.7	42.5	-
12 月	62.3	208.3	383.6	75.3	75.4	30.0	35.0	37.5	35.0	-
平均	111.7	130.5	223.3	96.8	96.1	66.0	70.0	54.9	50.4	48.0
最大	220.3	224.9	383.6	128.3	125.4	124.6	131.3	87.0	114.3	87.5
最小	40.6	56.3	132.9	64.4	67.5	30.0	30.0	35.0	28.0	33.3



出典：PROAQUA

図 3.46　流入水質（BOD_5）

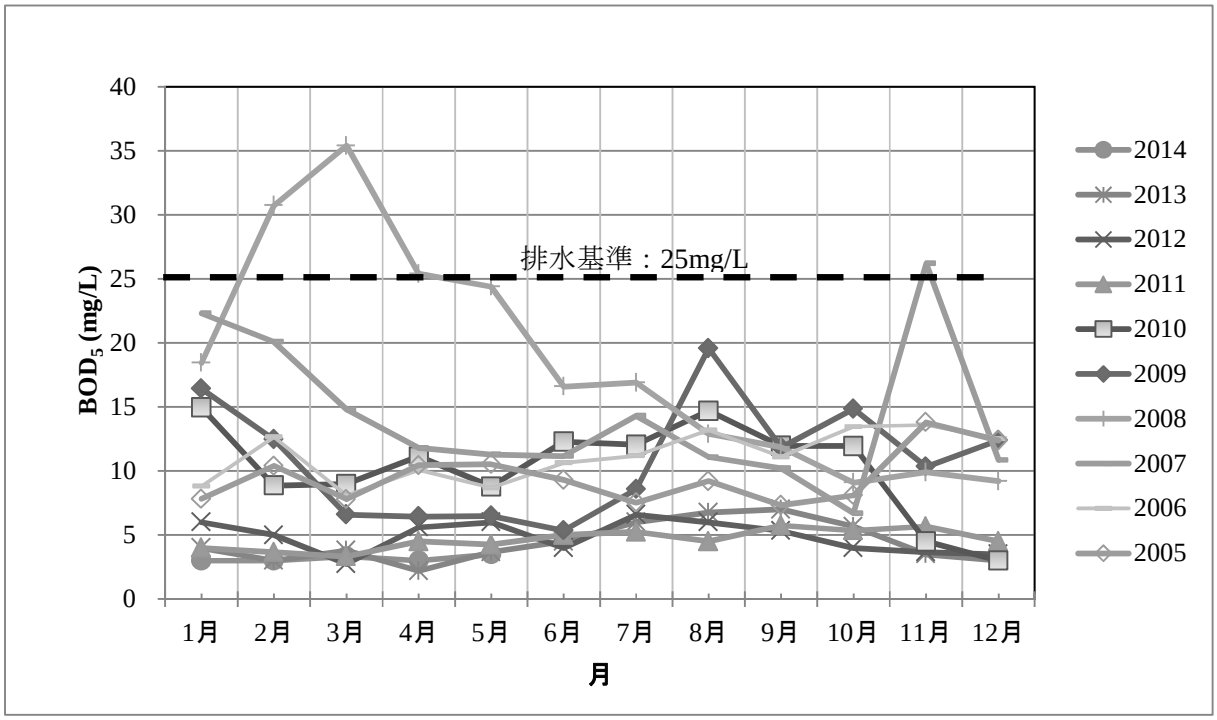
流入水質の月別の傾向をみると、2008～2012 年においては冬期が低く、夏期が高まる傾向が示されている。これは夏期の観光客の増加に伴う水量・汚濁負荷の増加に加え、降雨が冬期に多くなる対象地域の特徴を反映したものと考えられる。2007 年以前について月別の値のばらつきが大きく、季節変動等の傾向を抽出することはできなかった。また 2013 年は全般的に低い数値が表れているが、明確な理由は不明である。また、年平均値をみると漸減傾向を示しているが、2008～2012 年と 2007 年以前の値の傾向が大きく異なることから、数値の変動は分析の試薬・使用機器の変更等が考えられるが聞き取り調査の結果からは明確な回答は得られなかった。また数値が比較的安定している 2008 年以降の値については年平均値の減少は明確な理由の特定は難しい。2007

年の実績値は総じて高い傾向にあるが、これは水質測定精度に問題があったものと考えられる。表 3.28 及び図 3.47 に放流 BOD_5 を示す。流入水質が低いこともあり 2009 年以降は排水基準を満たしている状況である。

表 3.28　放流水質（BOD_5）

単位: mg/L

	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年
1 月	7.8	8.8	22.3	18.5	16.4	15.0	4.0	6.0	4.0	3.0
2 月	10.4	12.7	20.1	30.7	12.5	8.9	3.7	5.0	3.0	3.0
3 月	7.8	8.1	14.8	35.4	6.6	9.0	3.3	2.8	3.8	3.3
4 月	10.4	10.1	11.8	25.4	6.5	11.1	4.5	5.6	2.2	3.0
5 月	10.5	8.7	11.3	24.4	6.5	8.8	4.3	6.0	3.7	3.5
6 月	9.3	10.6	11.2	16.6	5.4	12.3	5.0	4.0	4.5	-
7 月	7.5	11.2	14.3	16.9	8.6	12.1	5.3	6.6	6.0	-
8 月	9.2	13.2	11.1	12.9	19.6	14.7	4.5	6.0	6.8	-
9 月	7.3	11.1	10.2	11.9	11.8	12.0	5.8	5.3	7.0	-
10 月	8.1	13.5	6.7	9.1	14.9	12.0	5.4	4.0	5.7	-
11 月	13.8	13.6	26.2	9.9	10.3	4.5	5.7	3.7	3.5	-
12 月	12.4	12.5	10.9	9.2	12.4	3.0	4.5	3.5	3.0	-
平均	9.6	11.2	14.2	18.4	10.9	10.3	4.6	4.9	4.4	3.2
最大	13.8	13.6	26.2	35.4	19.6	15.0	5.8	6.6	7.0	3.5
最小	7.3	8.1	6.7	9.1	5.4	3.0	3.3	2.8	2.2	3.0



出典：PROAQUA

図 3.47　放流水質（BOD_5）

(3) 下水処理場の機能診断

1) 処理能力診断

表 3.29 に処理能力の診断結果を示す。

汚水処理工程の診断項目は、反応タンクにおける『水理学的滞留時間(HRT)』と『BOD-SS 負荷』、最終沈殿池の『水面積負荷』とし、汚泥処理工程は汚泥濃縮槽の『水面積負荷』と『汚泥滞留時間』、汚泥脱水機の『運転時間』とした。なお、下水処理場の流入ポンプ場のについての能力診断については、ポンプ場の項を参照。

表 3.29 処理能力診断結果

項 目	既存施設能力	基準値／指針値	結 果
計算条件	維持管理データより		-
1)流入水量	日平均 : 40,000 m^3/日 日最大 : 49,000 m^3/日	現況 流入ポンプ：0.56m^3/s x 1 nos	-
2) BOD負荷	BOD 負荷 日最大水量 : 49,000 m^3/day BOD_5 水質: 80mg/L 49,000 x 80 = 3,920 kgBOD_5/日 よって、4,000 kgBOD_5/日とする。		-
反応タンク	3,200m^3 × 2 槽 = 6,400 m^3		-
1)汚泥量	4,000 kgBOD_5/日 / 3,000mg/L× 6,400m^3 = 0.21 kgBOD_5/kgSS・日 MLSS は 3,000mg/L とする。		-
2) HRT	6,400 m^3 / 49,000 m^3/日 × 24 = 3.1 時間	基準値: 6 時間以上 (BOD-SS 負荷：0.2 kgBOD_5 / kgSS・日)	容量不足
最終沈殿池	表面積: 1,260 m^2 × 2 槽= 2,520 m^2		-
1)水面積負荷	49,000 m^3/日/ 2,520 m^2 = 19.4 m^3/(m^2・日)	基準値: 25～50m^3/(m^2/日)	可
汚泥濃縮槽	850 m^3 (直径 16m)		-
1)汚泥量	40,000m^3/日 × (80 -15mg/L) × 0.75 = 1.95t-DS/日 1.95 x× 100 / 0.5(%) / 1.0t/m^3 = 390m^3/日	TSS (2013-2014 の年平均) 流入水質:80 mg/L 放流水質:15mg/L 汚泥発生率: 0.75 汚泥濃度:0.5%	-
2)滞留時間	850m^3 / 390m^3/日 = 2.2 日	基準値: 0.5 – 1.0 day	可
汚泥脱水機	脱水能力: 12 m^3/日× 1 台		
1)汚泥量	1.95t-DS/日× 0.9 / 1.0t/m^3 =1.8 m^3/day (Say 2.0 m^3/日)	汚泥回収率: 0.9 (汚泥濃縮後)	
2)運転時間	2.0m^3 /日 /12.0 m^3/day × 24 = 4.0 時間	16 時間以下	可

出典：JICA 調査団

診断結果として、反応タンクは一般的な反応タンクの HRT に比べて半分程度の時間しか確保できていないため、安定的な有機物の除去に影響を及ぼすと考えられる。現在は流入水質が低いため排水基準値以下にまで除去できているが、浸入水や不明水等の対策が進み流入水の BOD 濃度が上昇した場合は、既存反応タンクの処理能力で対応することは難しい。これに加え、流入水量の時間変動が顕著になった場合、HRT が短いためピーク時間に安定的な処理をすることも難しいと考えられる。その他の施設については、現在の流入量に対して十分な処理能力がある。雨天時については、ポンプ場能力以上の汚水が流入した場合に着水井から Crn Drim 川に越流している状

況である。したがって、河川への汚濁負荷流出を削減するための対策が必要である。

窒素・リン除去に関しては、反応タンクに無終端水路を採用しているため生物学的に窒素除去ができる機能を有しているが、上記したように反応タンクの HRT が短く硝化・脱窒に必要な時間が確保できていないため窒素除去を期待することはできない。またリン除去についても対応できるような機能及び施設を有していない。

＜処理能力の問題に対する対応策＞

将来的に浸入水や不明水対策が進み SS や BOD_5 等の流入水質が上昇すると、既存反応タンクの容量で対応することは困難であると判断する。この対応策として、汚泥安定槽を反応タンクとして利用することが挙げられる。一方で、汚泥安定槽を廃止した場合の問題点として、汚泥の有機分が完全に分解されないため発生汚泥量が 2 割程度増加すると考えられるが、既存の汚泥処理能力に余裕があることから対応可能である。図 3.48 に汚泥安定槽を反応タンクに改造した場合の施設配置図を示す。

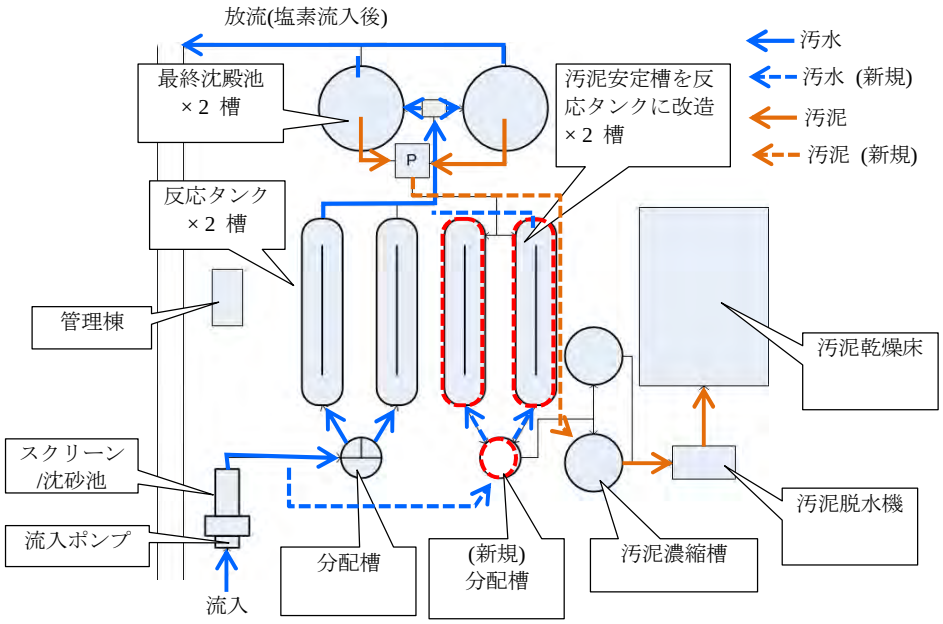


図 3.48　処理フロー図（汚泥安定槽を反応タンクに改造）

＜処理能力の問題に対する施設改善策（雨天時）＞

既存処理場は分流式下水道として整備されているため、降雨時に流入する雨水を含む汚水全量を処理する能力は有していない。このため、下水処理場に処理能力以上の汚水が流下しないように上流側で雨水流出水への対策を講じることが望ましいが、上流側で対策を講じることが困難な場合は、下水処理場敷地内において何らかの対応を講じる必要がある。

表 3.30 に既存施設と改善後後の各施設（汚水幹線及び下水処理場）に流下する汚水量を整理した。下水道施設の能力を改善後、下水処理場へ最大で 104,500m^3/日の汚水が流下する。一方で、下水処理場の 2 次処理能力は最大で 44,000m^3/日程度であるため、雨天時における下水処理の安定化及び未処理放流水量を削減するためにも、この水量差について何らかの対策を講じることが望ましい。

表 3.30　既存及び改築・更新後の施設能力

項　目		汚水幹線 (Q1) (Struga 3 PS から WWTP)	下水処理場 (Q2) (流入ポンプ)	下水処理場 (Q3) (2 次処理施設)
既存施設	仕　様	内径 1200 mm (0.8‰) (n=0.013)	0.560 m^3/s × 3 (1 台稼働, 2 台故障)	反応タンク 3,200m^3 × 2 槽
	処理能力	**1.103 m^3/s** (95,300 m^3/日)	**0.560 m^3/s** (48,400 m^3/日)	3,200 m^3 × 2 × 24/ 7 22,000 m^3/日 (滞留時間は 3.1 時間)
改善後 （改築/更新後）	仕　様	内径 1126 mm (0.8‰) (n=0.010) (管更生後)	0.560 m^3/s × 4 (3 台稼働, 1 台予備) (ポンプ更新後)	反応タンク 3,200m^3 × 4 槽 (機能変更工事後)
	処理能力	**1.210 m^3/s** (104,500 m^3/日)	**1.680 m^3/s** (145,000 m^3/日)	3,200 m^3 × 4 × 24/ 8 40,000 m^3/日 (滞留時間を 8 時間とした)

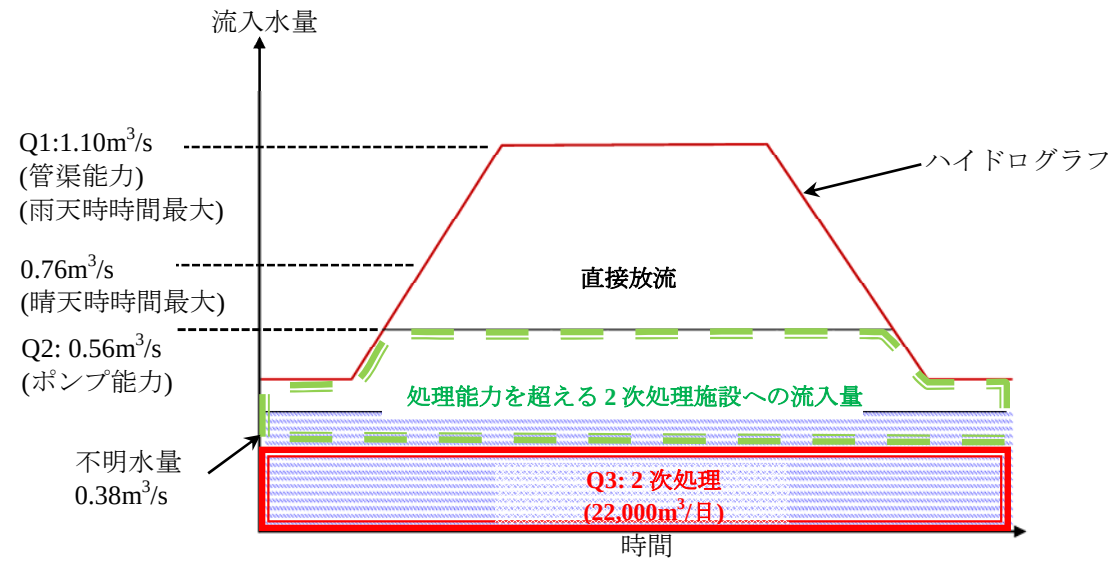
雨天時流入水の下水処理場における汚濁負荷削減対策として、雨水滞水池や雨天時高速ろ過施設等の設置が考えられる。雨水滞水池は降雨初期のファースト・フラッシュを含む汚濁負荷の高い汚水を滞水池に貯留し、降雨終了後に貯留した汚水を 2 次処理することが可能であるが、建設費は比較的高い。他方、雨天時高速ろ過施設は施設がコンパクトで建設費が比較的安価であり、且つ連続した SS の除去が可能であるが、BOD の除去は困難であり、ろ材の目詰まりのため定期的に洗浄する必要があるため運転管理が複雑である。

以上より、雨天時の処理能力の問題に対する改善案として、ここでは放流河川への汚濁負荷排出量削減及び運転管理の容易性の観点から雨水滞水池を設置した場合の検討をおこなう。

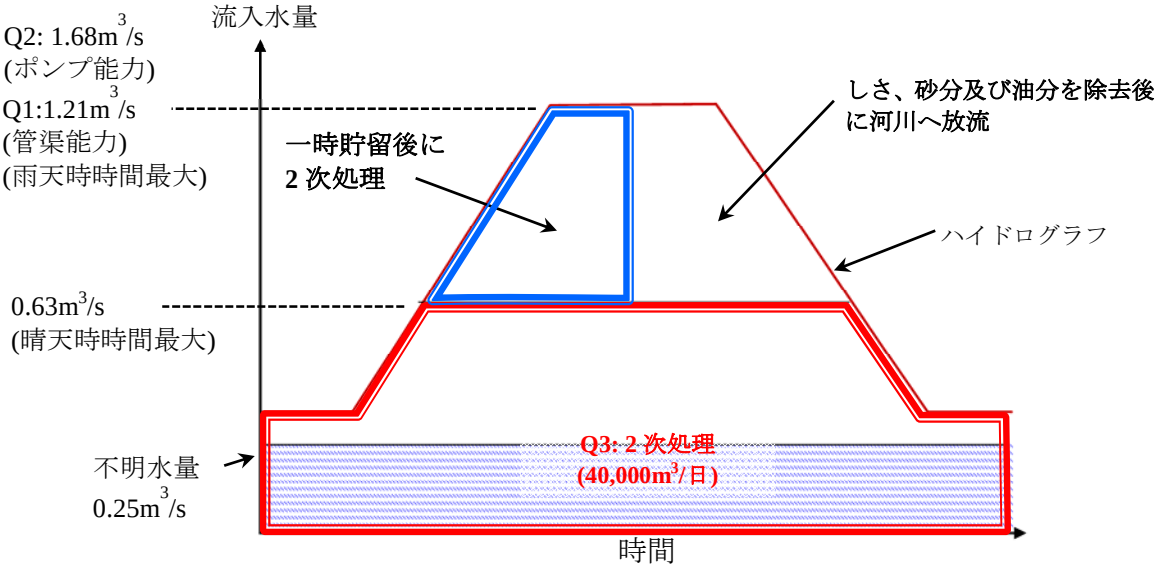
図 3.49 に、既存施設と改善後の施設（雨水滞水池の設置および既存施設の改築・更新）の流入水量に対する処理概要を示す。なお、下水処理場へ流入する雨天時時間最大水量は晴天時時間最大汚水量の 2 倍程度になると想定されるが、管渠能力の制限から管渠能力を上限値とした。

既存施設では 2 次処理能力が不足しているためか、晴天時及び雨天時の時間最大流入水量には対応せず、ポンプ 1 台分の揚水量を 2 次処理に、それ以上の流入については河川に直接放流している状況である。

改善後の施設では、管渠側の対策により不明水量が減少し、且つ 2 次処理能力を増強するため、晴天時に流下する汚水は概ね 2 次処理することが可能となる。また、雨天時には 2 次処理能力を超える汚水を滞水池に一時貯留し、さらに滞水池が満水になった場合は簡易処理(スクリーン及び沈砂池)後に河川に放流することが可能となる。



既存施設における処理概要



改善後の処理概要

図 3.49　既存施設と対策後の施設の流入水量に対する処理概要

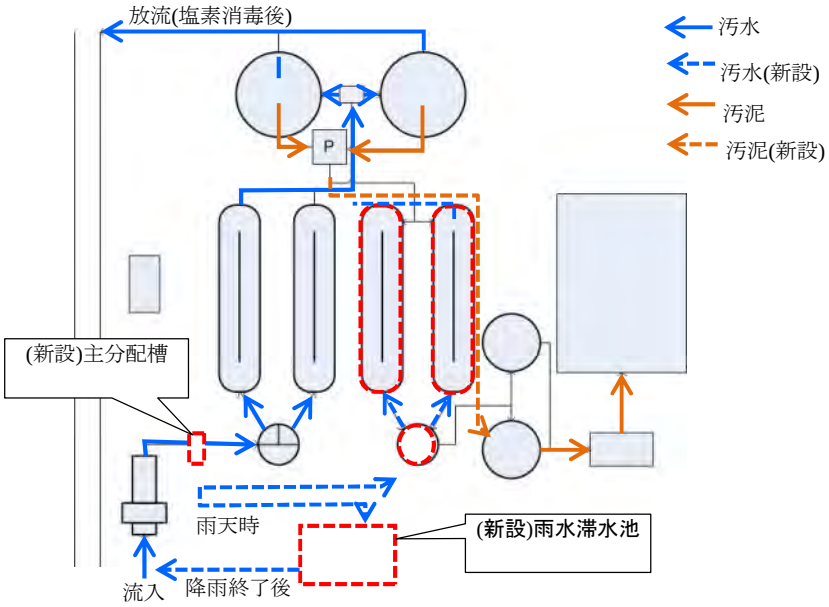


図 3.50　処理フロー図（雨水滞水池の設置）

雨水滞水池の規模は、処理場用地内に納め、かつ維持管理を容易にするため浅く築造することを鑑みた場合、最大で 4,500m^3 程度（池幅 15m、池長 50m、有効水深 3m、2 池）となる。これは、雨水滞水池に汚水が流下し始めてから約 2 時間程度(4,500m^3 / ((H$_{max\ in\ wet}$1.21 – H$_{max\ in\ Dry}$ 0.63 m^3/s) x /3600))の貯留が可能である。図 3.51 に雨水滞水池の概略図を示す。

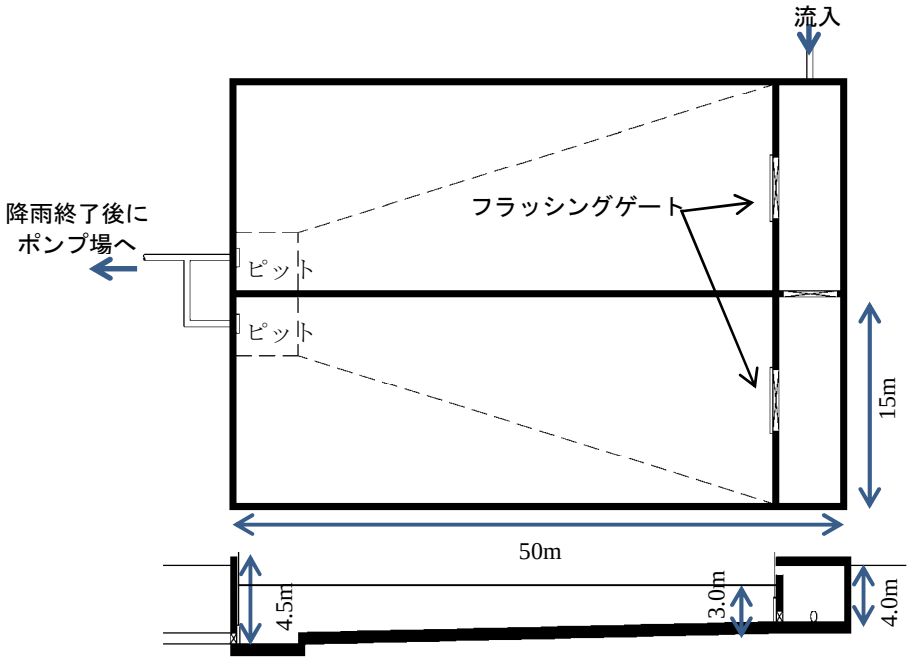


図 3.51　雨水滞水池の概略図

（参考）高度処理対応（窒素・リン除去）

下水処理場の処理水はオフリド湖の流出河川である Crn Drim 川に放流している。Crn Drim 川は閉鎖性水域への流入する河川でないため、EU 指令で窒素・リン除去が義務づけられる『Sensitive

Area』に該当するか不透明な状況である。

将来、下水処理場に窒素・リン除去が義務づけられた場合の対応策として、既存施設を有効利用できる高度処理オキシデーションディッチ法（以降、高度 OD 法）を採用することが考えられる。高度 OD 法は反応タンクである無終端水路内に好気・無酸素時間を設けることで生物学的に硝化・脱窒を行うものである。また、リンついては、凝集剤を反応タンク流出部に添加し最終沈殿池にて余剰汚泥と共に引き抜くことで除去するものである。表 3.31 に高度処理時の施設概要を、図 3.52 に配置図を参考として示す。高度処理に必要なその他の主な施設や設備としては、反応タンクの散気装置、最終沈殿池流出水のろ過施設等が必要となる。

表 3.31　高度処理対応時の概略施設規模

施　設	必要規模	備　考
1. 反応タンク		
好気的固形物滞留時間 (ASRT)	12 日 (下水道設計指針) 13 日 (ドイツ指針 ATV-A131)	
必要容量	約 42,000m^3 幅 17.5m × 長さ 60m × 深さ 4.0 m× 8 槽 (4,200m^3/槽 × 8 槽) (既存反応タンクは上記の容量に更新)	ドイツ指針を採用した場合
2. 最終沈殿池		
水面積負荷	8～12m^3/(m^2/日)	
必要容量	約 5,000m^2 (1,260m^2 × 4 池) 既存 2 池 ＋ 新設 2 池	

注：上記計算は、冬期水温 12˚C, BOD_5 (流入) = 290mg/L, 日最大水量 = 22,000m^3/日（2030 年）, MLSS = 4,000 mg/L, 反応タンクは、好気槽：無酸素槽＝1：1 とした。

出典：JICA 調査団

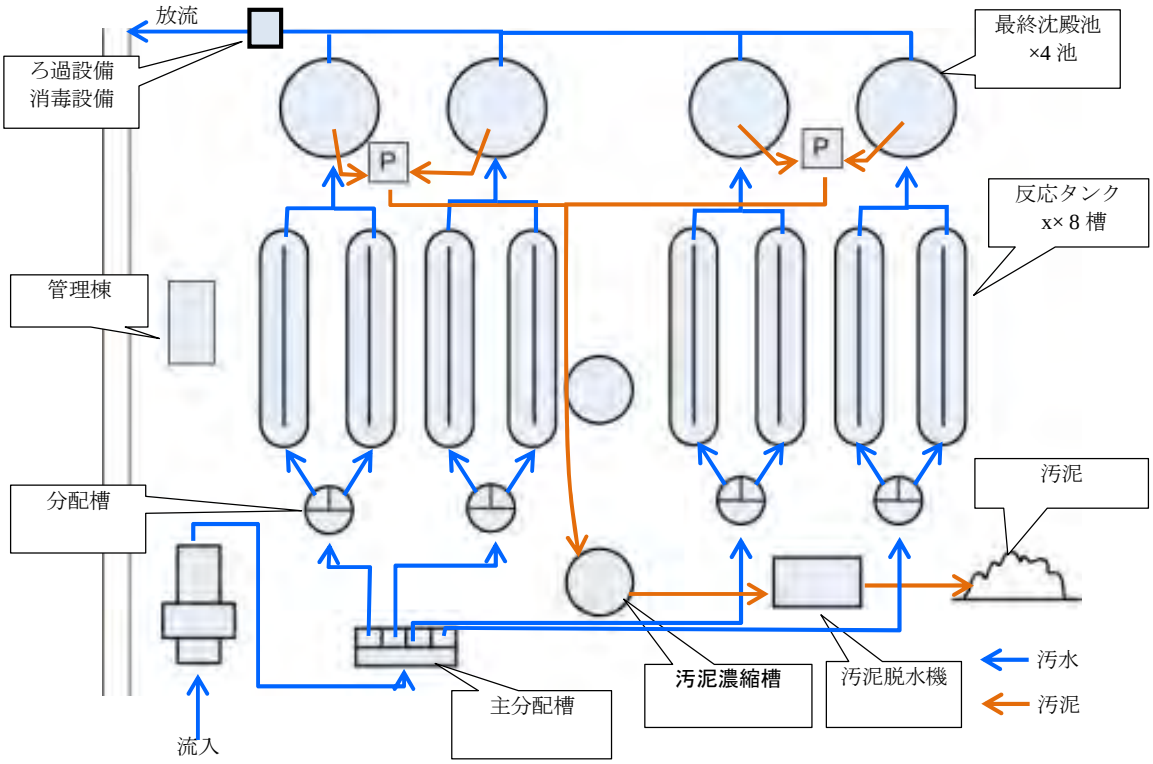


図 3.52　処理フロー図 (高度処理対応時：参考)

2)　施設設備機能診断

既存施設及び設備の機能を診断するため目視検査を実施した。現状及び必要な対応策を表 3.32 及び写真 3.1 に示す。

表 3.32　施設・設備の機能診断

項　目	診断結果
土　木	下水処理場は1987年に建設されてから約30年が経過している。流入ポンプ場、沈砂池、分配槽、反応タンク、汚泥安定槽、汚泥濃縮槽等は汚水に接触する環境であるが、深刻な損傷をしているような施設は見受けられない。現状の施設を今後も保っていくためには、クラックやコンクリート表面の剥離等を定期的に補修していくことが必要である。
建　築	管理棟、ポンプ場建屋が老朽化しているため補修工事（壁、床、天井）が必要である。
機械・電気設備	機械・電気設備の陳腐化・老朽化が進み、いくつかの機器類については既にスペアパーツを入手することが困難であると思われる。スペアパーツなしでは適切に設備を維持管理することが難しく、汚水・汚泥処理全体に影響を及ぼす。従って、全ての機器を順次更新していくことが望ましい。 早急に対応すべき機器類として、流入ポンプ、反応タンク・汚泥安定槽の攪拌装置・エアレータ、最終沈殿池の汚泥掻寄機、汚泥脱水機、自家発電機等が挙げられる。

出典：JICA 調査団

コンクリート表層の剥離 （流入ポンプ場）	コンクリート壁のクラック （沈砂池）	コンプレッサー室 （流入ポンプ場）の床の沈下
コンクリート表面劣化 （分配槽）	コンクリート表面劣化 （反応タンク）	コンクリート表面劣化 （汚泥安定槽）
流入ポンプの老朽化 (3 台中 2 台が故障)	スクリーンの老朽化	攪拌装置･エアレータの老朽化 （反応タンク）

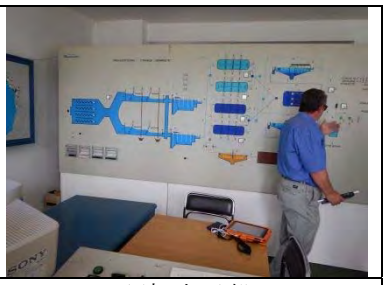
		
汚泥掻寄機の老朽化 (2 台中 1 台が故障)	汚泥脱水機の老朽化	運転表示盤 (現在は使用されていない)

写真 3.2　下水処理場の状況

(4) 結論（課題の抽出）

1) 下水処理場は建設から約 30 年が過ぎ、一部の施設や設備は陳腐化・老朽化してきている。処理性能に関する問題は今のところ見受けられないが、老朽化してきた施設や設備の長寿命化を図るため、補修・改築・更新に必要な予算を確保し、維持管理を行っていくことが必要である。

2) 将来的に浸入水・不明水対策が進むことにより、流入水質が現在よりも高くなることが予想される。この場合に備え、汚泥安定槽を反応タンクに機能変更し処理能力を増強することが必要である。

3) 晴天時の越流汚水は管渠の不明水削減対策にて対応する。降雨時は下水処理場の能力以上の汚水を流下させないよう上流部での対策を講じることが早急の課題であるが、上流側で対策することが困難な場合は、処理場の敷地内に雨水滞水池を設ける必要がある。

4) 将来的に EU 指令の排水基準に準拠する可能性があるため、既存下水処理場に窒素・リンを除去する機能を設ける必要がある。

表 3.33　下水処理場の施設改善対策

メニュー	目的	下水処理場
1) 下水処理場の補修・改築・更新	・信頼性向上 ・原状復帰 ・長寿命化	コンクリート表面劣化、剥離、クラック等の補修、建築物の補修、機械・電気設備の修理、更新
2) 反応タンクの増強	・信頼性向上 ・容量アップ	汚泥安定槽の反応タンクへの改造
3) CSO 対策の実施	・雨天時 CSO 対策	雨水滞水池の設置
4) 高度処理対応	・窒素・リン除去	既存施設への窒素・リン除去機能追加

出典：JICA 調査団

3.2.4　オンサイト処理場

対象区域では下水道未整備地域の大規模観光施設においてオンサイト下水処理施設が設置されている。これらは一般的に観光施設の収容人員に基づき設置されており、処理方式は接触酸化法及び SBR 法が採用されている。

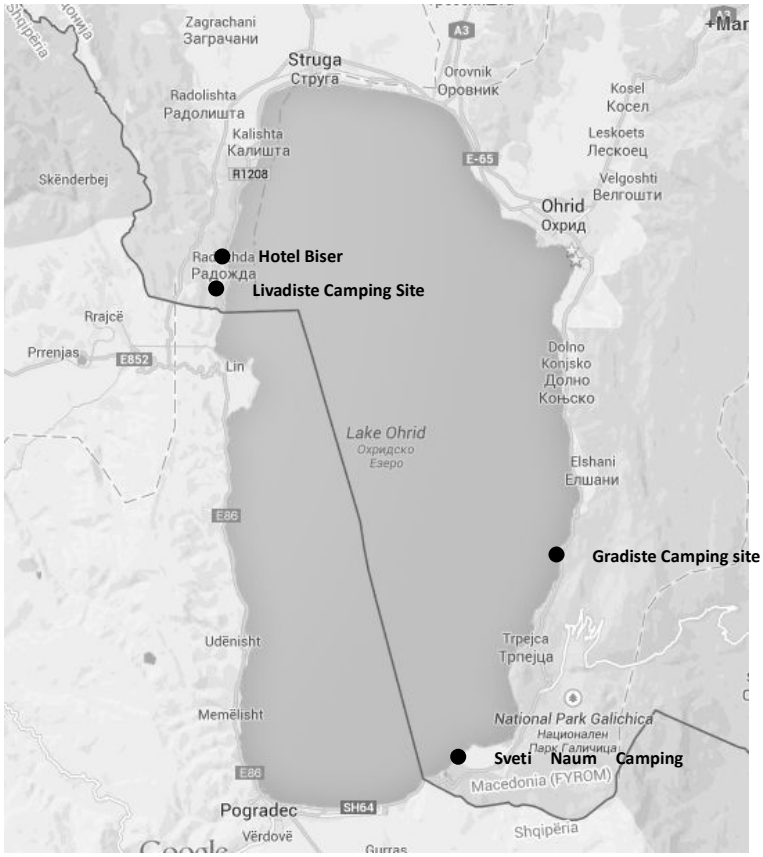
主要なオンサイト処理施設の概要を表 3.34 及び図 3.53 に示す。

表 3.34　主要なオンサイト下水処理施設の概要

場所	処理方式	施設規模の概要	摘要
Gradiste, Camping Site	接触酸化法	600 人相当	
Sveti Naum, Camping Site	SBR 法	2,800 人相当	600 m^3/日
Hotel Biser	接触酸化法	220 人相当	
Livadiste, Camping Site	接触酸化法	1,100 人相当	

出典:JICA 調査団

なお、現在のオンサイト処理施設についても、下水道幹線網の整備や分散型下水道施設の供用準備完了に伴い、速やかに下水道施設への接続替えが実施される予定であり、過去の事例においても KfW 事業において整備されたオフリド湖岸の幹線の供用直後に大規模宿泊施設に併設されたオンサイト処理施設からの接続替えが実施されている。



出典:JICA 調査団

図 3.53　主要なオンサイト下水処理施設の概要

3.3 他ドナーの支援状況

3.3.1 過去の支援事業

(1) ドイツ政府（Kfw 実施）による無償供与支援： 10.99 百万ユーロ、2000～2004 年
（マケドニア側の負担：1.02 百万ユーロ）

- 事業実施機関：PROAQUA
- 下水管の拡張：全長 40.8 km
  - オフリド市内の汚水管：13.1km
  - オフリド市内の雨水管：8.6km
  - ストゥルーガ市内の汚水管：3.2km
  - ストゥルーガ市内の雨水管：0.4km
  - 汚水幹線管渠（ストゥルーガから Elen Kamen）：9.1km
  - Kalista 集落内の汚水管：3.1km
  - Radolista 集落内の汚水管：3.3km
- ポンプ場の改修または新設：10 ポンプ場
  - オフリド市域：Radojca Novicic ポンプ場、Kaneo ポンプ場、Kosta Abras ポンプ場、St.Sofia 1 ポンプ場、St.Sofia 2 ポンプ場
  - ストゥルーガ市域 : Elen Kamen ポンプ場、Kalista ポンプ場、Industry Zone ポンプ場、Daljan ポンプ場、Plitista ポンプ場
- Vranista 処理場の改修・更新・新設 Rehabilitation/installation for WWTP
  - 粗目/細目スクリーンの改修
  - エアレーション沈砂池の沈渣分離装置の設置
  - 反応槽及び汚泥安定化槽へのマンモスローター9 基の設置
  - 反応槽への攪拌機 4 機の設置
  - 汚泥濃縮槽の新設
  - 場内機器の自動運転装置の設置
  - 建物の改築
- 当該事業の教訓
  - オフリド湖西岸幹線及び両市市内汚水管及び雨水管の整備により下水道サービス区域が拡大し、オフリド湖下水道システムの拡張に貢献した。
  - ポンプ場及び下水処理場設備改善により、継続的な維持管理が可能となった。
  - しかし、ゴミ等の異物によるポンプ施設のトラブルが頻発しており、システム設計の重要性を認識した。
  - また、その後適正な維持管理がなされず、ポンプ場及び下水処理場設備に多くの不具合が発生しており、継続的な維持管理の重要性を認識した。

(2) スイス政府（SECO：Secretariat for Economic Affairs 実施）による無償供与支援

- 事業実施機関：PROAQUA
- 1.24 百万 CHF（1995-1998 年） (112 百万円)

- ベルトプレス脱水機の設置（Vranista 処理場）
- スクリューポンプの設置（Granit ポンプ場）

- 0.43 百万 CHF（2000-2005 年） (30 百万円)
  - エアレーション沈砂池のブロワ—3 台の設置（Vranista 処理場）
  - 減速機の交換（5 ポンプ場）
- 0.97 百万 CHF（2005-2010 年） (87 百万円)
  - ベルトプレス脱水機の設置（Vranista 処理場）
  - 水質試験機器（Vranista 処理場）
  - 減速機及び伸縮継手の交換（17 ポンプ場）
  - ポンプ軸受潤滑装置の交換（21 ポンプ場）
- 当該事業の教訓
  - 5 年ごとのポンプ場及び下水処理場設備改善により、継続的な維持管理が可能となった。
  - しかし、ゴミ等の異物によるポンプ施設のトラブルが頻発しており、システム設計の重要性を認識した。
  - また、その後適正な維持管理がなされず、ポンプ場及び下水処理場設備に多くの不具合が発生しており、継続的な維持管理の重要性を認識した。

3.3.2 現在実施中の支援事業

2014 年からオフリド湖下水道区域において、IPA 資金による支援事業を実施中である。

(1) 資金：EU、Instrument for Pre-Accession Assistance (IPA)
(2) 事業名：Vranista 下水処理場の改善・汚水管整備区域拡張・オフリド市及びストゥルーガ市優先地域における汚水・雨水分離事業
(3) 事業目的：EU 指令（91/271/EEC）を順守するためにオフリド湖下水道施設を改善すること

(4) 事業期間（当初計画）
- 設計及び入札図書作成：2014 年 6 月から 6 ヶ月
- 建設：2015 年 10 月から 30 ヶ月
- 工事監督：2015 年 10 月から 30 ヶ月

(5) 事業内容（当初計画）
- Vranista 下水処理場の改善：既存高級処理の高度処理化、機械設備の更新（細めスクリーン設備の更新など）、UV 殺菌装置の設置、汚泥槽の覆蓋、コンクリート構造物の補修
- 汚水管整備区域拡張:ストゥルーガ市の Kalishta 地区から Radozhda 地区までの幹線延長、Podgorci 地区、Oktisi 地区、Dolna belica 地区及び Veleshta 市の一部。これらの汚水管は Vranista 下水処理場に接続する。
- 汚水・雨水分離事業:オフリド市及びストゥルーガ市の優先地域における汚水・雨水の分離工事（約 12km）

(6) 事業費及び財源（当初計画）

- 設計及び入札図書作成：　300,000 EUR
- 建設：　9,100,000 EUR
- 工事監督：　500,000 EUR
- 合計：　9,900,000 EUR
- 財源：IPA 85%負担、マケドニア側 15%負担

(7) 現在の事業実施計画

- 事業名（変更）：Vranista 下水処理場の改善及び汚水幹線延長事業
- 事業対象施設：F/S により事業内容を限定
  Vranista 下水処理場の高度処理改善
  Kalishta 地区から Radozhda 地区までの幹線延長（5.2 ㎞）
- 建設期間：2016 年 1 月から 2017 年 9 月（21 ヶ月）
- 実施状況：F/S を実施済、IPA による F/S の審査中

(8) JICA 円借款事業との関連・課題

- IPA 支援事業が Vranista 下水処理場の改善及び Kalishta 地区から Radozhda 地区までの幹線延長に事業内容を限定し、オフリド市及びストゥルーガ市における汚水・雨水の分離工事が対象から外れたため、基本的に JICA 事業との競合は無い。
- 一方、Kalishta 地区から Radozhda 地区までの幹線延長にともない、接続ポンプ場での取合い等の調整及び SCADA 対象ポンプ場（子局）の増設検討が必要となる。

第4章　オフリド湖水質改善対策の提案

4.1　緊急事業の候補

最初に結論として、後述する検討結果から選定された緊急対策が必要な緊急事業候補を表 4.1 に示す。

表 4.1　緊急事業の候補及び実施期間

目的/分類	緊急対策候補	事業効果※	規模等	概算事業費	浸入水抑制効果 (m^3/日)	浸入水抑制費用 (千円/m^3/日)
幹線管渠	(1) 幹線管渠の更生（ライニング）及び部分補修	1, 2	管更生 14km 部分補修 17km	22.8 億円	10,500	217
	(2) 初期雨水滞水池の設置	2	貯留量 3,400m^3 （VOSKA）	2.3 億円		
ポンプ場	(3) Ellen Kamen ポンプ場の修復	1, 3	水中 Vortex ポンプ 24.4l/s × 2 台	1.2 億円		
	(4) Kalista ポンプ場の修復	1, 3	水中 Vortex ポンプ 24.4l/s × 2 台			
	(5) 予備機の設置、補修及びゲート、スクリーンの設置	1, 2, 3	5 機場			
	(6) Sateska ポンプ場、Struga 3 ポンプ場の能力増強及びゲート、スクリーンの設置	2, 3	1 ギア（Sateska） 1 ｶｯﾌﾟﾘﾝｸﾞ（Struga 3）	1.5 億円		
	(7) 運転最適化のための SCADA システムの設置	2, 3	15 機場	2.8 億円		
その他	(8) 公共用井戸排水の抑制（止水バルブの設置）	1	10 ヶ所程度	0.7 百万円	500	1.4
	(9) 管内清掃及び堆積物の除去（管洗浄車の購入）	3	141km(枝線)	1.7 億円		
概算事業費計				32.3 億円		

※：事業効果

1. 晴天時における不明水浸入の最小化
2. 雨天時浸入水の影響軽減
3. 既存施設の信頼性向上

出典：JICA 調査団

上記の緊急対策候補（ハード対策）とは別に、組織体制及び市民啓発等のソフト対策も求められる。表 4.2 にそれらソフト対策候補を示す。

表 4.2　組織体制及び市民啓発強化等のソフト対策候補

対策	内容	現状	緊急事業	対象機関
(1) PROAQUA の維持管理体制の強化	➢ 定期的な管渠清掃体制の強化 ➢ 下水道台帳システムの整備 ➢ 管渠、ポンプ場、処理場の適正管理に必要な適切な予算の	・清掃チームはあるものの、対処療法的で不十分 ・適正な維持管理のための予算は不十分	適正な維持管理体制構築支援、人材育成	PA 土木・下水管渠維持管理部、財務会計

対策	内容	現状	緊急事業	対象機関
	確保 ➢ 厳密な基準による竣工検査の実施 ➢ 流入水質の高濃度化及び高度処理対応時の運転管理能力の強化	・工事は各公社が受託業務として実施しているが、検査体制は特にない ・高濃度化及び高度処理対応時の能力は限定的		ｻｰﾋﾞｽ部 NG 下水道建設・改造・維持管理部、財務会計課
(2) 公用及び私用井戸利用の規制	➢ 井水利用者用止水バルブ及び量水器の設置促進制度の構築（助成金制度の導入）	・公共井戸へのバルブ及び量水器設置は限定的 ・私有井戸規制は特に整備されていない	バルブ・量水器設置促進制度の構築への提言、人材育成	PA 法務ｻｰﾋﾞｽ部 給水部
(3) ゴミ投棄防止の市民啓発	➢ 投棄防止に関する市民啓発マニュアル及び IEC 資料の作成 ➢ 啓発活動の実施支援	・投棄防止に関する啓発活動は特に実施していない ・マニュアル及び IEC 資料は整備されていない	市民啓発マニュアル・IEC 資料作成、人材育成	PA 広報部 NG 広報課
(4) 分流区域での排水設備適正化の市民啓発	➢ 分流区域排水設備市民啓発マニュアル及び IEC 資料の作成 ➢ 啓発活動の実施支援	・適正な排水設備設置に関する啓発活動は特に実施していない ・マニュアル及び IEC 資料は整備されていない	市民啓発マニュアル・IEC 資料作成、人材育成	PA 広報部 NG 広報課

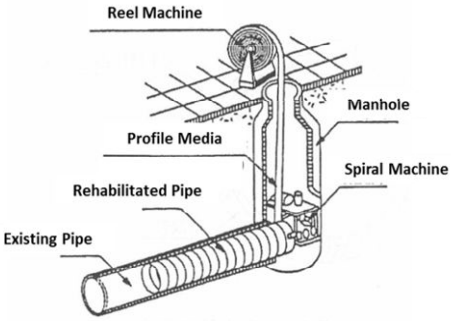
出典：JICA 調査団

以下に、上記の 9 緊急事業候補の概要を示す。なお、詳細な事業実施計画は第 5 章に記述する。

(1) 幹線管渠の更生（ライニング）及び部分補修

オフリド湖東側の幹線について内面被覆を目的とした管渠更生及び部分補修を実施する。この理由を以下に述べる。

- 管路内調査の結果から、多くの箇所で浸入水が発生しており、東側幹線から Vranista 処理場までの区間において 10,500m^3/日の浸入水量が見込まれる。
- 樹木根の侵入等の異常が至る所で見られ、管内下水の正常な流れを妨害し下水道の根幹的な機能に重大な影響を与えていると考えられ、早急な対応が必要である。
- 幹線管渠内は多量の下水が継続的に流れており、ある程度下水を流しながら施工することが可能な非開削工法が有利である。



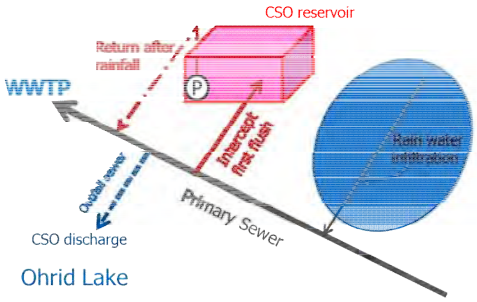
非開削工法（下水を流しながら施工できる工法）

(2) 初期雨水滞水池の設置

VOSKA 地区において初期雨水滞水地を次の理由により設置する。

- VOSKA 地区で発生している CSO の削減ができる。
- 3,400m^3 の貯留により、降雨 1.7mm/時相当の放流負荷削減を効率的に行うことができる。
- 貯留した初期雨水は、降雨終了後に幹線管渠に返送し、処理場で適切な処理を行う。

初期雨水滞水池は、図で示す VOSKA 地区に設置する。当該用地は国有地でオフリド市が使用権を持っている。ただ、当該地区はマケドニアの法律により文化遺産区域の”Contact Zone（バッファーゾーン）として指定（2.4.2（3）参照）されている。詳細については 9.6.10 に記載する。

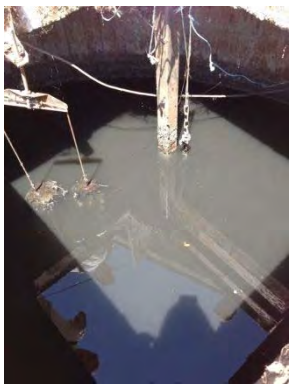


(3) Elen Kamen 下水ポンプ場の修復(ストゥルーガ市)

- 水中ボルテックスポンプ 2 台を含むポンプ設備の据付
- 既設のポンプ設備が盗難にあったので、2 台のボルテックス型水中ポンプを含む新しいポンプ設備を据え付ける必要がある。1 台の予備ポンプを含めて 2 台とし、雨天時に 2 台運転を実施出来る様にすることは急務である。

(4) Kalista 下水ポンプ場の修復(ストゥルーガ市)

- 水中ボルテックスポンプ 2 台への取り換え
- 2 台の水中モータが故障している為、新しいボルテックス型水中ポンプに交換する必要がある。1 台の予備ポンプを含めて 2 台とし、雨天時に 2 台運転を実施出来る様にすることは急務である。



(5) 予備ポンプの設置、他

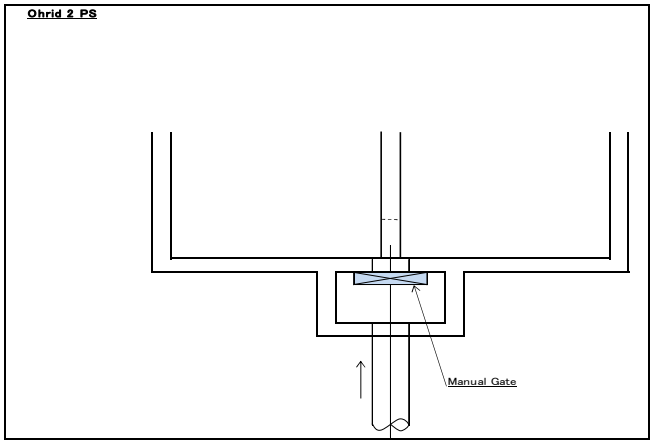
1) Elsec 下水ポンプ場

- 水中ポンプ 1 台の修理
- 現在 2 台の水中ポンプが設置されているが、1 台の水中ポンプが電気的保護（例えば過負荷、欠相、反

相など）の問題で故障している為、現在 1 台のポンプのみで運転されている。従って、1 台のポンプを修理すれば、雨天時に 2 台運転が実現可能になる。

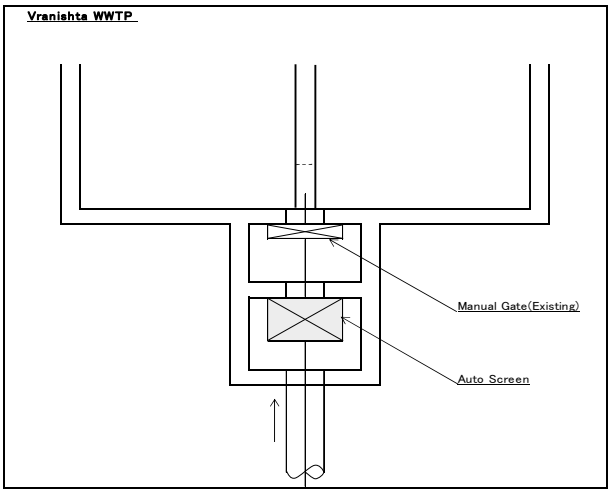
2) Ohrid 2 下水ポンプ場

- スクリューポンプ 2 台の修理
- 流入ゲート 1 台の据付
- 3 台中 2 台のスクリューポンプが上部軸受の故障で停止しており、予備ポンプが無いためそれら 2 台のポンプを修理する必要がある。そこで、運転可能台数を 1 台の予備ポンプを含めて 3 台とし、雨天時に 2 台運転を実施出来る様にすることは急務である。又、スクリューポンプの点検時に吸込水槽を空にする為に流入ゲートを新たに設置する。



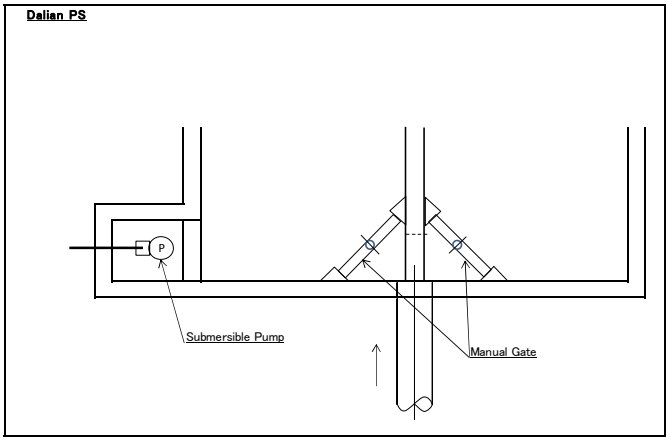
3) Vranista 下水処理場内の流入ポンプ場

- スクリューポンプ 2 台の修理
- 自動除塵機 1 台の据付
- 3 台中 2 台のスクリューポンプが減速機の故障で停止しているので予備機が無い為、それらを修理する必要がある。　又、流入ゴミの除去する為に 1 台の自動除塵機を設置する。



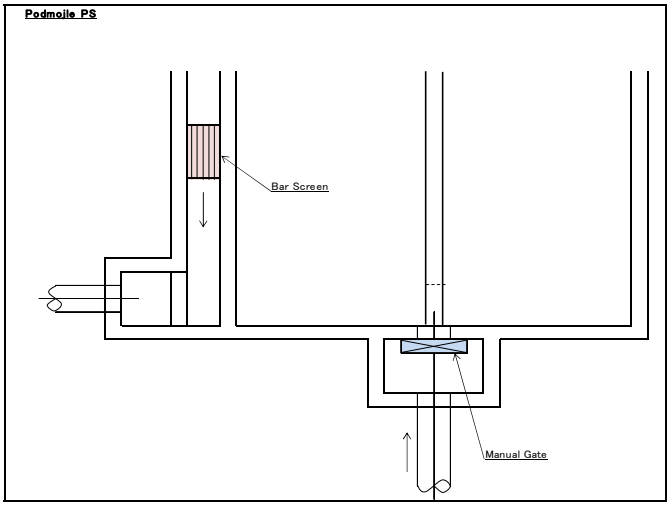
4) Dalian 下水ポンプ場

- 水中ポンプ 1 台の据付
- 流入ゲート 2 台の据付
- スクリューポンプの点検時に吸込水槽を空にする為に流入ゲートを新たに設置する。又、オーバーフロー水を近くの川まで送水する為、既存のピットに水中ポンプを設置する。



5) Podmojle 下水ポンプ場

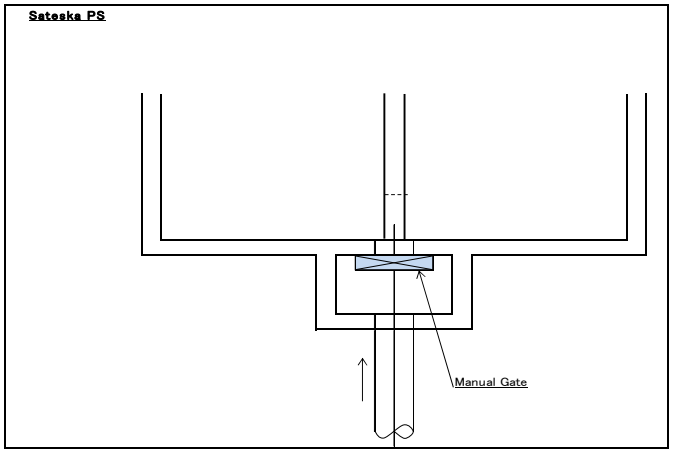
- 流入ゲート 1 台の据付
- バースクリーン 1 台の据付
- スクリューポンプの点検時に吸込水槽を空にする為に流入ゲートを新たに設置する。又、オーバーフローラインの水路のゴミを除去する為にバースクリーンを設置する。



(6) Sateska 及び Struga 3 下水ポンプ場の雨天時能力増強

1) Sateska 下水ポンプ場

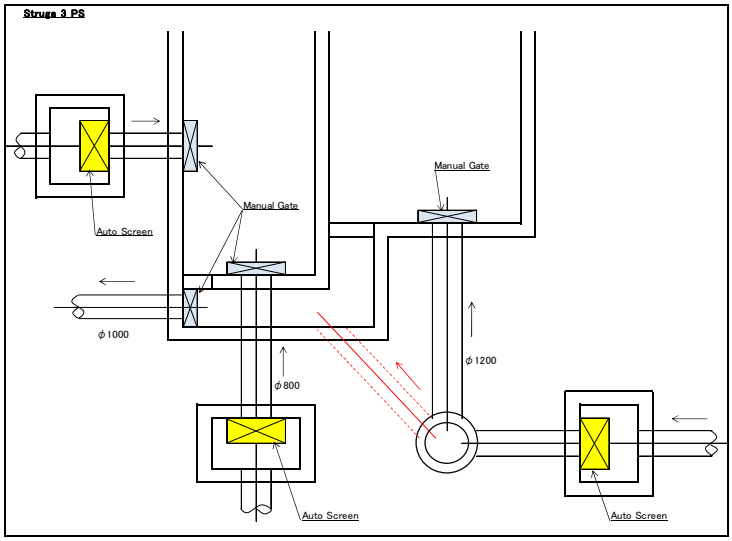
- スクリューポンプ 1 台の修理
- 流入ゲート 1 台の据付
- スクリューポンプの点検時に吸込水槽を空にする為に流入ゲートを新たに設置する。又、雨天時に 3 台運転が可能になる様に 1 台のポンプの修理を実施する。



2) Struga 3 下水ポンプ場

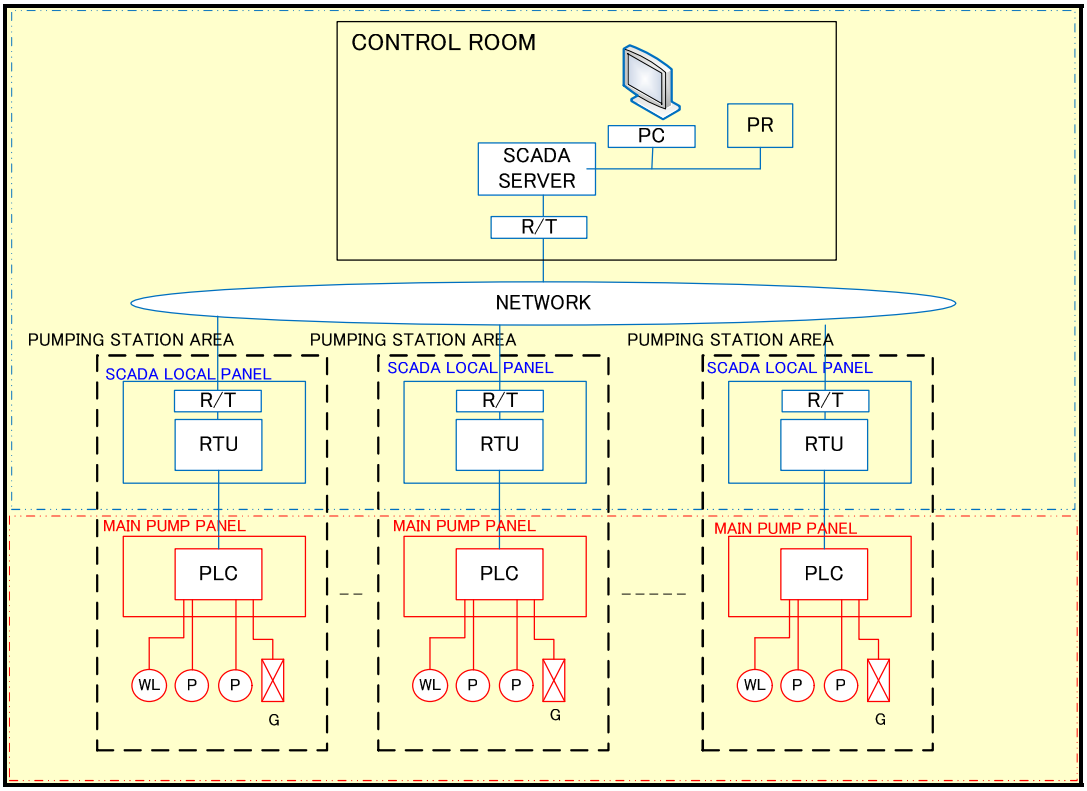
- スクリューポンプ 1 台の修理
- 流入ゲート 3 台の据付
- 吐出ゲート 1 台の据付
- 自動除塵機 3 台の据付
- スクリューポンプの点検時に吸込水槽を空にする為に 3 台の流入ゲートを新たに設置する。又、オーバーフローラインからの逆流を防止する為に 1 台のゲートを設置し流入ゴ

ミを除去する為に 3 台の自動除塵機を設置する。そして、雨天時に 3 台運転が可能になる様に 1 台のポンプの修理を実施する。



(7) SCADA システムの設置

- 親局 1 ヵ所の据付
- 子局 15 ヵ所の据付
- 雨天時の緊急時の様な時にポンプ場間の連携を取る為に下水システム全体の最適な運転管理が必要である。そこで、親局を Vranista 下水処理場の管理室に設置し、15 ヵ所の下水ポンプ場に子局を設置する。



(8) 公共用井戸排水の抑制（止水バルブの設置）

- 4.4.2 ＜晴天時における不明水浸入を最小限にする対策及びその効果＞参照

自噴水井戸のバルブ

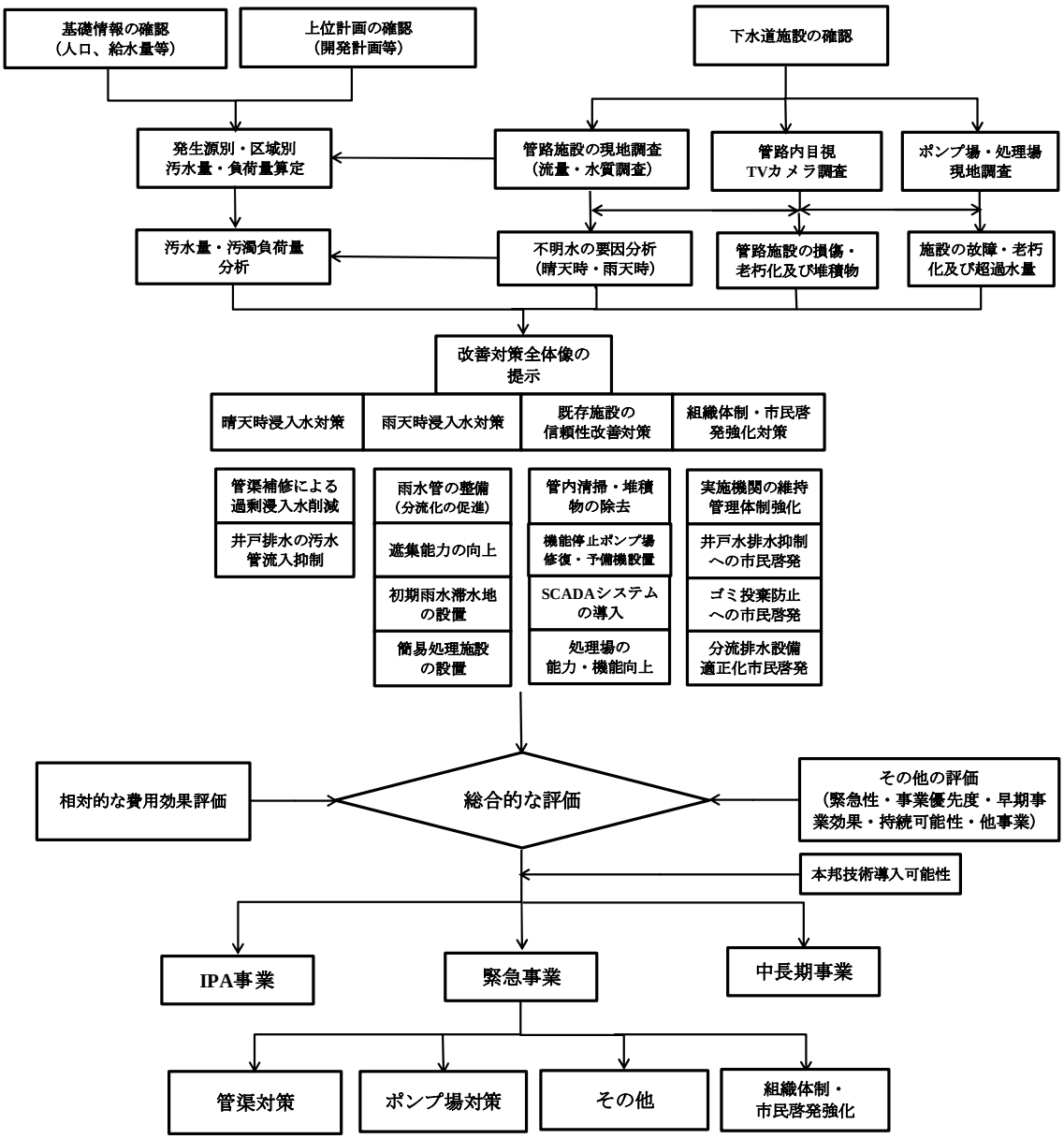
量水器

(9) 管内清掃及び堆積物の除去（管内高圧管洗浄車の購入）

管路内調査により、管内に大量の堆積物があることが確認されており、下水道機能の正常化のためには、さらなる調査に基づき主要枝線全線（141km）の管内清掃及び堆積物除去を実施することが求められる。また、幹線全線についても管路内清掃及び堆積物除去を実施することが求められる。

4.2　全体像の提示と緊急対策の選定フロー

改善対策の全体像の提示から緊急事業の選定までの検討フローを図 4.1 に示す。このうち、全体像の提示に至る基礎情報の確認は第 2 章に、施設確認・各種調査の実施及び分析については第 3 章に記述している。



出典：JICA 調査団

図 **4.1**　全体像の提示と緊急対策選定フロー

4.3　既存下水道施設の課題整理

第 3 章において、既存下水道施設の現状を把握し、下水管渠（幹線管渠、主要枝線）、ポンプ場、Vranista 下水処理場別に課題を抽出した。それら既存施設の現状把握及び抽出課題の整理結果を表 4.3 に示す。

表 4.3　既存下水道施設の現状及び課題の整理

施設	現状調査	課題
主要枝線	管渠の老朽化や損傷、継ぎ手部・損傷箇所からの地下水流入	➢ 晴天時における地下水浸入量の増大
	公共用自噴水、私用井戸水排水の下水道への流入	➢ 晴天時における不明水浸入量の増大
	雨水排水能力不足に伴う分流汚水管への雨水浸入	➢ 雨天時における雨水浸入量の増大
	都市部の大部分（雨水管新規整備区域を除く）は合流式下水道として整備	➢ 分流式下水道で設計された管渠の排水能力に起因する浸水の発生
	維持管理不足による多大な管内堆積物の発生	➢ 正常な流下機能の阻害 ➢ 浸水及び損傷の誘発可能性
幹線管渠	晴天時における過大な下水量の発生	➢ 管渠の損耗増 ➢ 日常的な維持管理の困難性
	幹線管渠は分流式下水道として設計されているが、市街地枝線の大部分は合流式下水道として整備	➢ 雨天時の雨水排水能力不足 ➢ 雨天時における生汚水のオフリド湖への溢水
	適正な維持管理不足による多大な管内堆積物の発生	➢ 正常な流下機能の阻害 ➢ 浸水及び損傷の誘発可能性
	オフリド湖湖岸幹線での樹木根による危機的閉塞	➢ 汚水のオフリド湖への溢水可能性
ポンプ場	晴天時における過大な下水量の流入	➢ ポンプ設備の損耗増 ➢ 過剰電力費の支出
	排水能力は分流式で設計されているが、市街地枝線の大部分は合流式下水道として整備	➢ 雨天時における生汚水のオフリド湖への越流（Struga 3、Podmolje、Daljan 各ポンプ場）
	主に幹線ポンプ場における予備ポンプの未設置	➢ ポンプ運転停止によるオフリド湖への汚水溢水の可能性
	水中ポンプ場での閉塞頻度の増大	➢ ポンプ運転停止によるオフリド湖への汚水溢水の可能性
	ストゥルーガ地区のポンプ場が故障及び撤去のため運転停止中	➢ 生汚水のオフリド湖への溢水（Kalista ポンプ場、Ellen Kamen ポンプ場）
	設備機器の老朽化	➢ ポンプ運転停止によるオフリド湖への汚水溢水の可能性
Vranishta 下水処理場	晴天時における過大な下水量の流入	➢ 生汚水の Crn Drim 川への越流
	処理能力は分流式で設計されているが、市街地枝線の大部分は合流式下水道として整備	➢ 雨天時における生汚水の Crn Drim 川への越流
	設備機器の老朽化	➢ 機器の故障による処理機能障害

出典：JICA 調査団

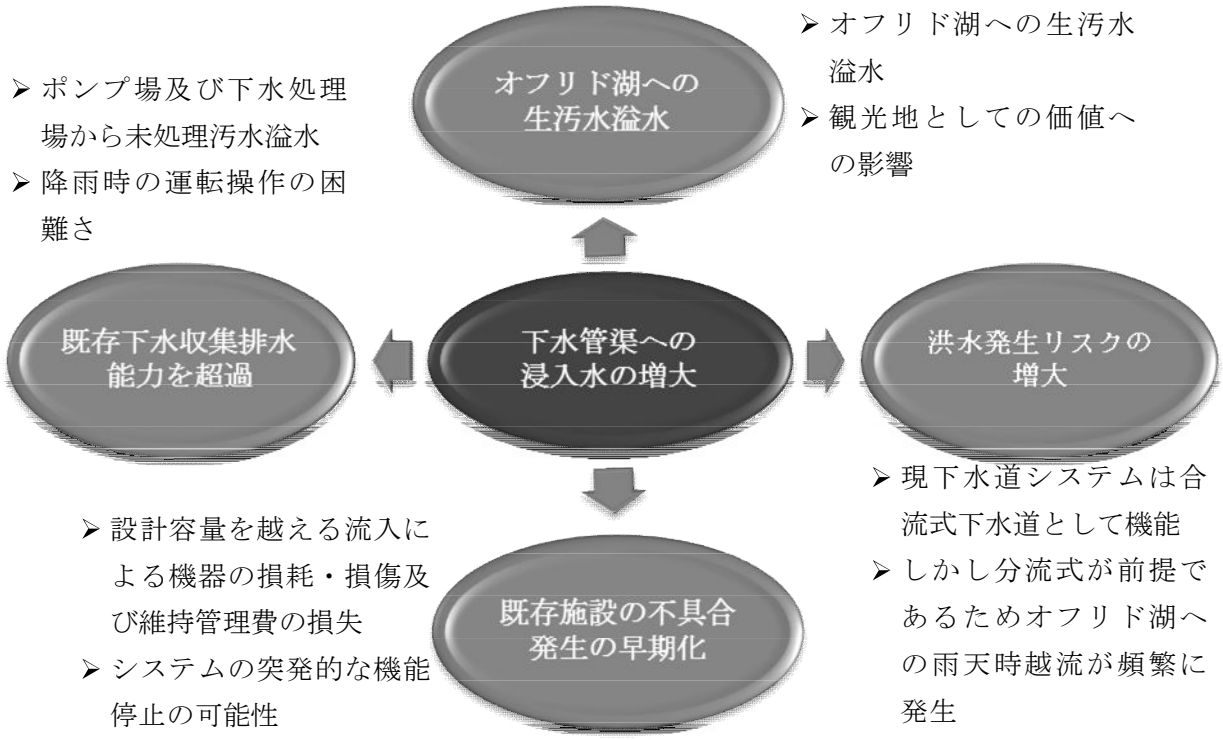
また、上記の既存下水道施設に関する課題の他、組織体制等ソフト面の現状及び課題を表 4.4 に整理した。

表 4.4　組織体制及び市民啓発に関する課題

	現状調査	課題
組織体制及び市民啓発	維持管理体制及び維持管理予算の不足	➢ 多大な管内堆積物の発生 ➢ 管渠の老朽化や損傷の発生 ➢ ポンプ場での予備ポンプの未設置 ➢ ポンプ場・処理場での設備機器の老朽化
	公共用自噴水、私用井戸水排水の下水道への流入	➢ 晴天時における不明水浸入量の増大
	下水道へのゴミ投棄	➢ 多大な管内堆積物の発生 ➢ 水中ポンプ場での閉塞頻度の増大
	分流区域における不適切な家屋内排水設備の設置	➢ 雨天時における雨水浸入量の増大

出典：JICA 調査団

特に、第 2 章 2.3.4 (4) 晴天時の下水処理の挙動において、晴天時には発生下水量（11,983m^3/日）の 2.7 倍もの不明水（32,500m^3/日）が下水道に侵入しているとしている。この膨大な浸入水に起因する課題は図 4.2 のように考えられ、浸入水量の削減がオフリド湖下水道の緊急課題であると判断できる。



出典：JICA 調査団

図 4.2　浸入水に起因する課題

4.4　課題解決のための目標及び対策

既存施設の課題整理をもとに、4 つの目標を設定し、目標別に課題解決のための対策を以下のように選定した。

(1) 晴天時における下水管浸入水を最小限にする対策
- 下水管への過剰な浸入水の削減
- 井戸や小河川からの想定外の浸入水の排除及び規制

(2) 雨天時における下水管浸入水の影響を緩和する対策
- 雨水管の整備による分流化の促進
- 降雨時に生下水越流を引き起こす下水道施設の排水能力不足の解消
- 浸水と生下水溢水の可能性を軽減する雨天時のポンプ場運転の最適化
- 降雨時ににオフリド湖や Crn Drim 川に流出する汚濁負荷の削減

(3) 既存施設の信頼性の改善と強化対策
- 管内清掃や堆積物除去による正常な流下能力の確保
- オフリド湖への生下水の溢水を引き起こす機能不全や故障した施設の改修
- 老朽機器の交換や予備機の確保などにより突発的な機能停止への対応
- 遠方監視及び遠隔操作による機器の持続可能な運転操作性の強化
- 処理能力増強・機能向上による下水処理の安定的運転管理

(4) 組織体制及び市民啓発に関する改善策
- 実施機関の維持管理体制の強化
- 井水利用者への止水バルブ・量水器の設置に対する制度改正及び促進制度の構築
- 不適切な下水道へのゴミ投棄防止に関する市民啓発
- 分流区域での排水設備適正設置の指導強化

4.5　改善対策全体像の提示及び緊急対策の選定

4.5.1　中長期対策と緊急対策の基本的な考え方

課題解決のための目標に沿って、改善対策の中長期対策と緊急対策の基本的な考え方を、中長期的な対策のコンセプト及び方針、緊急的な対策のコンセプト及び方針に分け、表 4.5 のように設定した。

第 1 目標「晴天時における不明水浸入を最小限にする」に対して、中長期的には「下水道施設を定常的かつ適切に運転管理する」、緊急的には「処理場での未処理放流をなくすともに、無駄な運転費を削減する」を目標に掲げる。次に、「雨天時における雨水浸入の影響を緩和する」目標に対して、中長期的には「現状の合流式下水道システムを改善する」、緊急的には「オフリド湖への雨天時放流回数を概ね半減させる」を掲げる。また、これらの目標を最も効果的に達成するため

の緊急対策として、晴天時対策として「井戸排水抑制」「管渠補修」、雨天時対策として「遮集能力の向上」「初期雨水滞水池の設置」を提案する。

表 4.5　改善対策の基本的な考え方

目　標	中長期的な対策方針	緊急的な対策方針
晴天時における不明水浸入を最小限にする	コンセプト 下水道施設を定常的かつ適切に運転管理する。 ・処理場での未処理放流をなくす ・無駄な運転費を削減する ・下水処理を安定化させる	コンセプト 処理場での未処理放流をなくすともに、無駄な運転費を削減する。
	対策方針 計画的かつ着実に浸入水を削減（最小化）できる対策を講じる。 ・井戸排水抑制の実施 ・管渠補修による浸入水の阻止	対策方針 効率的に浸入水を削減できる即効性のある対策を講じる。 ・公共用井戸排水抑制の実施 ・幹線における管渠補修の実施により、不明水量を 1/3 削減する。（根拠を 4.5.2 に示す）
雨天時における雨水浸入の影響を緩和する	コンセプト 現状の合流式下水道システムを改善する[注1)]。 ・分流式下水道並みに排出汚濁負荷量を削減。 ・雨天時放流回数の半減 ・夾雑物流出を極力防止	コンセプト オフリド湖への雨天時放流回数を半減させ、夾雑物流出を極力防止する。
	対策方針 計画的かつ着実に合流式下水道を改善できる対策を講じる。 ・雨水管の整備（分流化） ・遮集能力の向上 ・初期雨水滞水池の設置 ・ポンプ場におけるスクリーンの設置 ・ポンプ場・処理場での簡易処理施設の設置	対策方針 既存施設を最大限生かし、ピンポイントで即効性のある対策を講じる。 ・幹線の管更生及びポンプ施設の改善による遮集能力の向上 ・初期雨水滞水池の設置 ・ポンプ場におけるスクリーンの設置 により、オフリド湖への雨天時放流回数を半減させ（根拠を 4.5.2 に示す）、夾雑物流出を極力防止する。
既存施設の信頼性を改善し強化する	コンセプト 下水道施設に対する持続可能な安心、安定、安全な運転管理を実現する。	コンセプト 施設の定期的な維持管理、故障・機能不全な既存施設の機能回復及び持続可能な運転操作性を確保する。
	対策方針 管渠の再構築、ポンプ場の改修や処理場の高度化等も含めた施設の維持管理対策を講じる。	対策方針 定期的な維持管理及び緊急的に回復を必要とする施設対策を講じる。 ・管内清掃及び堆積物の除去 ・老朽機器の交換や予備機の確保 ・遠方監視操作による機器の持続可能な運転操作性の確保
組織体制及び市民啓発	コンセプト 適切な組織体制の構築及び市民啓発を	コンセプト 適切な組織体制の構築及び市民啓発を確

目　標	中長期的な対策方針	緊急的な対策方針
を強化する	促進する。	実に実施する。
	対策方針 維持管理組織体制の強化及び市民啓発等ソフト対策を講じる。	対策方針 維持管理組織体制の強化及び市民啓発等ソフト対策を講じる。

注 1)　我が国で平成 14 年度から創設された「合流式下水道緊急改善事業」を実施する際に、概ね 10 年以内に達成すべき「当面の改善目標」として示された 3 つの目標。緊急改善事業は当面の改善目標を勘案し、合流式下水道緊急改善計画を策定した上で、5 年間以内で実施すべき事業を緊急的に実施する。

出典：JICA 調査団

4.5.2　改善対策全体像の提示及び緊急対策の選定

中長期対策と緊急対策の基本的な考え方をもとに、改善対策の全体像を提示するとともに、その評価及び緊急対策を選定するに至った考え方・結果について、改善対策実施の目標に沿って以下の表（表 4.6）に示す。

各改善対策については、以下の項目を総合的に評価し、緊急事業を選定した。

① 相対的な費用効果評価

② その他の評価（緊急性・事業の優先度・早期事業効果・持続可能性・他事業実施等）

ここにおいて、中長期対策に分類されている事業は、緊急事業実施後に引き続き、マケドニア側が実施することが望ましい事業である。

表 4.6　改善対策の全体像の提示と緊急対策の選定

(1) 晴天時における不明水浸入を最小限にする対策

対策	目的	内容	相対的な費用効果評価	その他の評価*	緊急対策の選定
管更生による既設管の修復	・常時発生不明水の削減 ・未処理放流の削減 ・管内掃流性の改善 ・樹木根侵入の防止 ・管渠強度の復元 ・水密性、耐食性の向上	効果の発現性が高い重要路線（オフリド湖東側幹線管渠 31 ㎞）の管更生及び部分補修	・晴天時浸入水 10,500m^3/日の削減(推定不明水 32,500 m^3/日 の 32 %)、 ・建設費：約 22.8 億円 ・浸入水抑制効果：21.7 万円/m^3/日	・下水処理場での未処理放流の解消 ・雨天時浸入水の影響軽減に寄与 ・また、遮集能力の向上にも寄与	**緊急対策**
		オフリド湖西側幹線管渠 10 ㎞の管更生及び部分補修	・建設費：約 6 億円	・建設時期が新しく、管更生の緊急性は低い。 ・現在機能停止しているポンプ場の修復を優先する。	中長期対策
		枝線管渠 141 ㎞の管更生	・晴天時浸入水 12,000m^3/日の削減・建設費：約 82 億円 ・浸入水抑制効果：68.3 万円/m^3/日	管延長が長く、完了に非常に長期の期間を要する。	中長期対策
井戸排水への止水バルブ・量水器の設置	・公共用井戸に止水バルブを、私用井戸に止水バルブ・量水器を設置し、井戸水の汚水管への流入量を抑制	公共用井戸に止水バルブを設置	・晴天時浸入水 500m^3/日の削減 ・建設費：約 70 万円 ・浸入水抑制効果：0.14 万円/m^3/日	促進制度構築への提言は（4）	**緊急対策**
		私用井戸に対する止水バルブ・量水器設置		私有財産への規制等制度改正に時間を要するので、中長期対策とする。	中長期対策

注）その他の評価*：緊急性・事業の優先度・早期事業効果・持続可能性・他事業実施等による評価

(2) 雨天時における雨水浸入の影響を緩和する対策

対策	目的	内容	相対的な費用効果評価	その他の評価*	緊急対策の選定
雨水管渠の新設（分流化の促進）	・雨天時浸入水量の削減 ・浸水対策	雨水管 93 ㎞の敷設、浸水対策上は効果があるが、雨天時浸入削減効果は限定的である。	・建設費：約 93 億円	事業量が多大で実施期間が非常に長期にわたり、現地機関が実施することが望ましい。	中長期対策
遮集能力の向上	・雨天時未処理放流水量の削減	ポンプ施設（Sateska ポンプ場、Struga 3 ポンプ場）の能力増強及び幹線の管更生による流下能力向上による遮集能力の向上	・雨天時遮集能力向上（0.8 m^3/s→1.2 m^3/s） ・建設費：約 1.5 億円	遮集能力向上及び VOSKA 地区の初期雨水滞水池の設置により、オフリド湖への放流回数を半減	**緊急対策**
CSO 対策施設の設置	・VOSKA 地区の雨天時未処理放流負荷の削減	現在未処理放流が発生している VOSKA 地区に、初期雨水滞水池（貯留量約 3,400m^3）を設置	・降雨 1.7 ㎜/時相当の雨天時放流負荷を削減 ・建設費：約 2.3 億円		**緊急対策**
	・ポンプ場での雨天時未処理放流水の削減（CSO 対策）	ポンプ場（3ヶ所）に高効率固液分離装置を設置する。	・建設費：約 13,5 億円	遮集能力向上等の緊急対策実施後に位置づけられる。また、合流式下水道区域は完全分流化が予定されているため、現地機関が実施することが望ましい。	中長期対策
	・処理場での雨天時未処理放流水の削減（CSO 対策）	処理場に初期雨水滞水池を設置する。	・建設費：約 1.7 億円	遮集能力向上等の緊急対策実施後に位置づけられるべきである。	中長期対策

注）その他の評価*：緊急性・事業の優先度・早期事業効果・持続可能性・他事業実施等による評価

(3) 既存施設の信頼性を改善し強化する対策

対策	目的	内容	相対的な費用効果評価	その他の評価*	緊急対策の選定
管内清掃・堆積物の除去	・管渠流下能力の確保 ・未処理放流量の削減	管内高圧洗浄車を購入し、管渠維持管理体制を強化する。	・購入費：約 1.7 億円	維持管理体制構築支援は（4）	**緊急対策**
機能停止ポンプ場の修復	・汚水幹線からの晴天時汚水流出の阻止	Ellen Kamen ポンプ場及び Kalista ポンプ場の修復	・晴天時未処理放流 28 m^3/日の削減 ・建設費：約 0.1 億円	IPA 事業との取合いを確認	**緊急対策**
ポンプ場老朽機器の交換や予備機の設置	・施設の定期的な維持管理、故障・機能不全施設の機能回復及び持続可能な運転操作性を確保	5 機場に予備機の設置、補修及びゲート、スクリーンの設置	・稼働ポンプ台数 70%→93%に増加 ・建設費：約 1.1 億円		**緊急対策**
遠方監視制御システムの導入	・遠方監視操作による機器の持続可能な運転操作性の確保	処理場に親局、15 機場に子局を置く SCADA システムの設置	・建設費：約 2.8 億円	雨天時越流水の削減、既存施設の信頼性の向上に貢献	**緊急対策**
ポンプ場の補修・改築・更新	・安心安全安定的な運転操作及び維持管理の実施 ・施設の信頼性向上、長寿命化	定期的な機器の点検維持補修及び故障・機能不全施設の機能回復	・建設費：約 5.2 億円	緊急性のある事業は、緊急対策で実施され、その後は現地機関が実施することが望ましい。	中長期対策
処理場の能力増強、及び機能向上	・処理場の安定的運転管理	晴天時浸入水の削減に伴い流入水質が増加するため、反応タンクの増強	・建設費：約 0.3 億円	IPA 事業により主要な対策が予定されている。	中長期対策
	・高度処理対応	窒素・リン除去施設への改造	・建設費：約 27 億円	IPA 事業により主要な対策が予定されている。	中長期対策
処理場の補修・改築・更新	・安心安全安定的な運転操作及び維持管理の実施 ・施設の信頼性向上、長寿命化	定期的な機器の点検維持補修及び故障・機能不全施設の機能回復	・建設費：約 4.1 億円	IPA 事業により主要な対策が予定されている。	中長期対策

注）その他の評価*：緊急性・事業の優先度・早期事業効果・持続可能性・他事業実施等による評価

(4) 組織体制及び市民啓発を強化する対策

対策	目的	内容	その他の評価*	緊急対策の選定
実施機関の維持管理体制強化	・下水道施設の安定的かつ持続可能な運転維持管理	定期的な管渠清掃体制の強化、下水道台帳システムの整備、適正管理に必要な適切な予算の確保	緊急対策では、適正な維持管理体制構築支援、人材育成	**緊急対策**及び中長期対策
井戸水排水抑制への市民啓発	・井戸水排水の汚水管流入抑制による浸入水量の削減	井水利用者用止水バルブ及び量水器の設置促進制度の構築（助成金制度の導入）	緊急対策では、止水バルブ・量水器設置促進制度構築への提言、人材育成	**緊急対策**及び中長期対策
ゴミ投棄防止への市民啓発	・管渠流下能力の確保 ・未処理放流量の削減	投棄防止に関する市民啓発体制の構築	緊急対策では、市民啓発マニュアル・IEC資料作成及び啓発活動支援、人材育成	**緊急対策**及び中長期対策
分流区域での排水設備適正化への市民啓発	・分流化の徹底・促進による雨水浸入量の削減	分流区域排水設備市民啓発体制の構築	緊急対策では、市民啓発マニュアル・IEC資料作成及び啓発活動支援、人材育成	**緊急対策**及び中長期対策

注）その他の評価*：緊急性・事業の優先度・早期事業効果・持続可能性・他事業実施等による評価

出典：JICA 調査団

なお、上記対策のうち、「晴天時不明水削減対策」、「雨天時遮集能力向上対策」、「初期雨水滞水池設置」について、その根拠及び効果を以下に記述する。

＜晴天時における不明水浸入を最小限にする対策及びその効果＞

効率的に浸入水を削減できる即効性のある緊急対策として、「公共用井戸排水の抑制」及び「幹線における管渠補修」を実施する。

井戸水排水量のうち、公共用井戸についてはバルブ等の設置により排水抑制の対策が行いやすく、少ない費用で確実な効果が期待できる。公共用井戸はオフリド市において図 3.35 に示すとおり 7 ヵ所の存在が明らかとなっており、排水量は 500m^3/日と見積もられる（表 4.7 参照）。

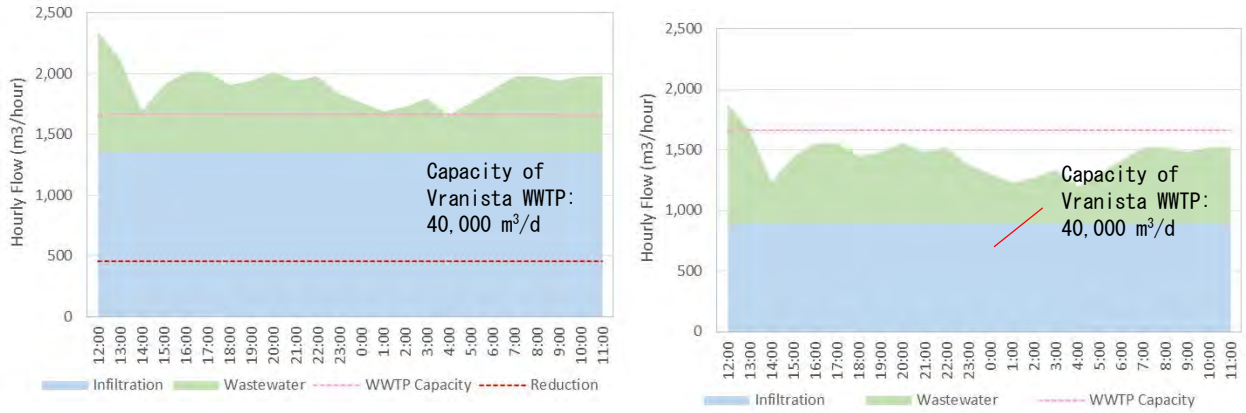
表 4.7　公共用井戸からの排水量

No.	排水量（l/秒）	排水量（m^3/日）
1	1.0	86.4
2	1.0	86.4
3	0.5	43.2
4	0.3	25.9
5	0.3	25.9
6	1.5	129.6
7	1.0	86.4
合計	5.6	483.8 → 500

出典：JICA 調査団

一方、流量調査及び管路内調査の結果から、多くの箇所で浸入水が発生しており、幹線由来の地下水浸入水は東側幹線から Vranista 処理場までの 31km において 10,500m^3/日の浸入水量が見込まれている（図 3.31 参照）。よって、幹線管渠において浸入水防止が可能な補修を行うことで、10,500m^3/日の不明水削減効果が期待できる。

公共用井戸排水抑制対策と管渠補修による浸入水削減（計 11,000m^3/日）の実施により、下図に示すとおり Vranista 処理場からの晴天時未処理放流を抑制することが期待できる。



出典：JICA 調査団

図 4.3　浸入水削減による処理場における未処理放流抑制効果

＜雨天時における雨水浸入の影響を緩和する対策及びその効果＞

(1) 幹線の管更生及びポンプ施設の改善による遮集能力の向上

現況の幹線及びポンプ施設は、汚水量に加え雨水を流下し得る設計になっていない。オフリド地区の降雨を統計的に分析すると、3mm/時相当の降雨が年間降雨の中央値（メジアン）であり、同規模の降雨を遮集することで、オフリド湖への雨天時放流回数の半減が達成できる。

管渠の調査結果から得られた水理的問題点によれば、幹線の流下能力を支配する粗度係数は、管路内の固着堆積物や樹木根の侵入など、正常な流れを阻害する要因により、著しく高い値を示しており、本来の流下能力が発揮されていないことが分かっている（表 2.85 参照）。

現況の発生下水量及び幹線・ポンプ施設の能力を表 4.8 と図 4.4 に示す。また、現況の幹線及びポンプ施設の能力的な問題点を整理し図 4.5 に示す。

表 4.8　発生下水量及び幹線・ポンプ施設能力（現況）

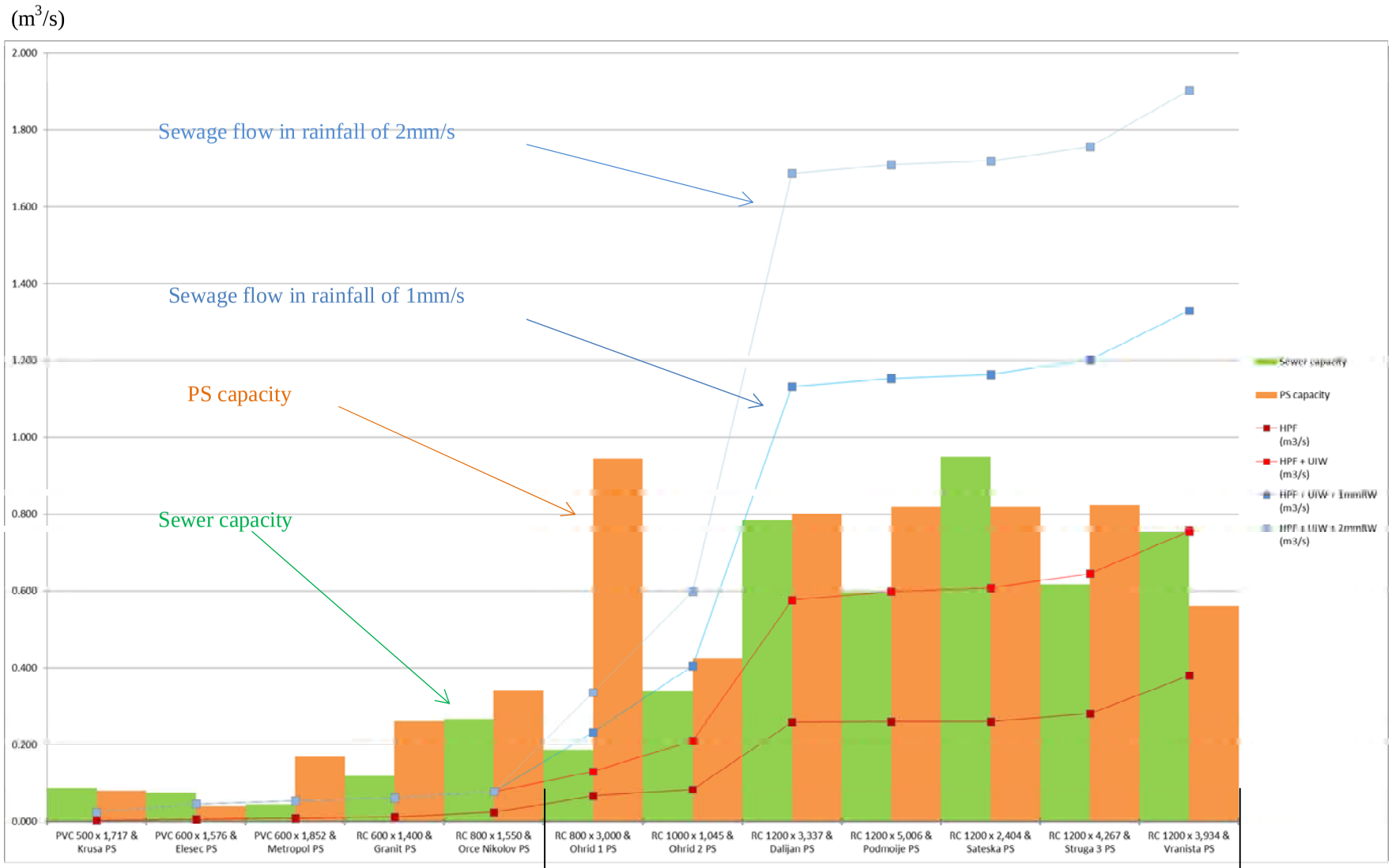
スパン（管径-終点）	発生下水量（m^3/秒）				幹線				ポンプ施設	
	汚水量	不明水含む	雨水 1mm/時含む*	雨水 2mm/時含む*	管勾配 (‰)	粗度係数	流速 (m/秒)	流下能力 (m^3/秒)	ポンプ能力×稼働台数	揚水能力（m^3/秒）
PVC 500mm - KrusaKrusaKrusa PS	0.0027	0.0237	0.0237	0.0237	1.8	0.024	0.442	0.087	0.040 × 2	0.080
PVC 600mm – Elsec PS	0.0059	0.0464	0.0464	0.0464	1.8	0.046	0.260	0.074	0.040 × 1	0.040
PVC 600mm – Metropol PS	0.0086	0.0548	0.0548	0.0548	2.0	0.080	0.158	0.045	0.085 × 2	0.170
RC 600mm – Granit PS	0.0110	0.0613	0.0613	0.0613	1.5	0.026	0.421	0.119	0.130 × 2	0.260
RC 800mm – Orce Nikorov PS	0.0235	0.0783	0.0783	0.0783	1.5	0.025	0.530	0.266	0.170 × 2	0.340
RC 800mm – Ohrid 1 PS	0.0665	0.1301	0.2329	0.3357	1.0	0.029	0.373	0.187	0.315 × 3	0.945
RC 1000mm – Ohrid 2 PS	0.0833	0.2106	0.4045	0.5983	1.0	0.029	0.433	0.340	0.425 × 1	0.425
RC 1200mm – Daljan PS	0.2580	0.5763	1.1321	1.6878	1.5	0.025	0.694	0.785	0.400 × 2**	0.800
RC 1200mm – Podmojle PS	0.2601	0.5980	1.1538	1.7096	0.8	0.024	0.528	0.597	0.410 × 2**	0.820
RC 1200mm – Sateska PS	0.2601	0.6075	1.1633	1.7191	1.7	0.022	0.840	0.950	0.410 × 2	0.820
RC 1200mm – Struga 3 PS	0.2810	0.6455	1.2013	1.7571	1.0	0.026	0.545	0.616	0.412 × 2	0.824
RC 1200mm – Vranista WWTP	0.3799	0.7561	1.3294	1.9027	0.8	0.019	0.667	0.754	0.560 × 1	0.560

*　Orce Nikorov PS より上流側では雨水流入はない
** Daljan PS, Podmjle PS は、それぞれ 4 台のポンプが稼働可能であるが、幹線能力に見合うよう実際には 2 台で運用している
出典：JICA 調査団

黄色網掛け部：下水管渠の最低流速基準 0.6m/s が確保できていない → 管路内に堆積しやすい

赤色網掛け部：雨水 1mm/時発生時に能力不足となる → 超過能力分は雨水吐きやマンホール等から未処理下水の放流が発生する

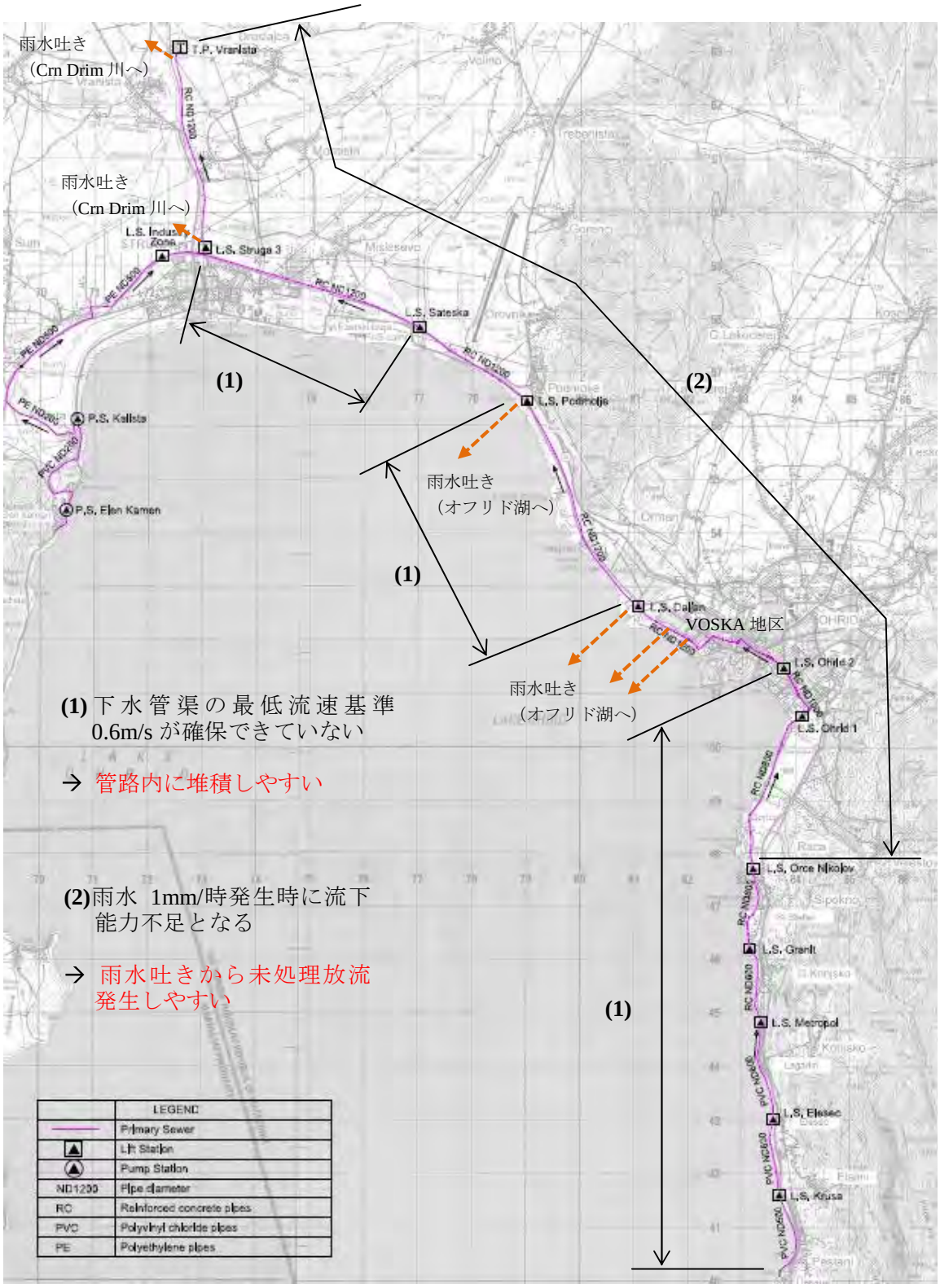
紫色網掛け部：雨水 2mm/時発生時に能力不足となる → 超過能力分は雨水吐きやマンホール等から未処理下水の放流が発生する



出典：JICA 調査団

1mm/時程度の雨水流入でも下水量が幹線・ポンプ施設能力を上回り、雨水吐き等から未処理下水の放流が発生する

図 4.4　発生下水量及び幹線・ポンプ施設能力（現況）



出典：JICA 調査団

図 4.5　現況幹線の能力的な問題点

幹線及びポンプ施設能力の評価結果から、幹線は全線において流速もしくは流下能力の観点から、ポンプ施設は主に下流側（Ohrid 2 PS 以降）の能力の観点から問題を抱えていることが分かった。これらの問題を改善するためには、表 4.9 に示す方法が考えられる。

表 4.9　幹線及びポンプ施設の能力改善案

スパン	幹線能力状況	改善案
起点- Orce Nikorov PS	幹線の流速が最低流速基準の 0.6m/秒を下回っている。	・管渠補修による粗度係数の改善 ・管渠の布設替え
Orce Nikorov PS - Ohrid 1 PS	幹線の流速が最低流速基準の 0.6m/秒を下回り、1mm/時の降雨発生時に能力不足となる。	・管渠補修による粗度係数の改善 ・管渠の布設替え
Ohrid 1 PS – Ohrid 2 PS	幹線の流速が最低流速基準の 0.6m/秒を下回っている。 幹線、は 1mm/時の降雨発生時に能力不足となり、Ohrid 2 PS は 2mm/時の降雨発生時に能力不足となる。	・管渠補修による粗度係数の改善 ・管渠の布設替え ・ポンプの増設
Ohrid 2 PS – Daljan PS	幹線、Dalian PS とも 1mm/時の降雨発生時に能力不足となる。	・管渠補修による粗度係数の改善 ・管渠の布設替え
Dalian PS – Podmjle PS	幹線の流速が最低流速基準の 0.6m/秒を下回っている。 幹線、Podmjle PS とも 1mm/時の降雨発生時に能力不足となる。	・管渠補修による粗度係数の改善 ・管渠の布設替え ・ポンプの増設
Podmjle PS – Sateska PS	幹線、Sateska PS とも 1mm/時の降雨発生時に能力不足となる。	・管渠補修による粗度係数の改善 ・管渠の布設替え ・ポンプの増設
Sateska PS – Struga 3 PS	幹線の流速が最低流速基準の 0.6m/秒を下回っている。 幹線、Struga 3 PS とも 1mm/時の降雨発生時に能力不足となる。	・管渠補修による粗度係数の改善 ・管渠の布設替え ・ポンプの増設
Struga 3 PS – Vranista WWTP	幹線、Vranista WWTP の主ポンプとも 1mm/時の降雨発生時に能力不足となる。	・管渠補修による粗度係数の改善 ・管渠の布設替え ・ポンプの増設

出典：JICA 調査団

幹線の改善案としては、管渠補修と布設替えが考えられる。管渠補修の場合さらに管内の異常箇所のみ対応する部分補修と、路線単位で連続的に対応する管更生が考えられる。管更生工法を適用した場合、連続的に粗度係数が改善するので大幅な能力改善が見込めると同時に、浸入水や樹木根の侵入防止を図ることも可能となる。両者は管路内調査を全線実施した上で、初めて合理性について詳細な比較検討ができるが、今回は部分的な調査に留まっており詳細な比較検討は困難である。したがって、本準備調査においては、管渠補修は能力改善の有利性を重要視し、幹線は原則として管更生工法で実施する計画とするが、実施設計時には全線の管路内調査を実施し、経済性、水理性、維持管理性などを十分に勘案の上、部分補修で対応可能な箇所は部分補修工法を選定する。

ここで、管更生と布設替えについて概算工事費を表 4.10 に示す。なお布設替えは、上流側の分流区域においては不明水が抑制されることで管径を縮小することが可能となるため、必要十分な管径への布設替えによる費用を計上している。比較の結果、管更生が経済的となった。

表 4.10　管更生と布設替えの概算工事費

項目	管更生（製管工法）	管布設替え（撤去費用含む）
仕様	既設管径φ500mm-1,717m	PVC 管φ200mm-1,717m
	既設管径φ600mm-4,828m	PVC 管φ250mm-3,428m PVC 管φ300mm-1,400m
	既設管径φ800mm-4,550m	PVC 管φ350mm-1,550m RC 管φ800mm-3,000m
	既設管径φ1000mm-1,045m	RC 管φ1000mm-1,045m
	既設管径φ1200mm-18,948m	RC 管φ1200mm-18,948m
概算工事費	33 億円	45 億円

出典：JICA 調査団

なお、ポンプ能力の能力不足に対しては、管渠能力の回復に見合った増設を行う。
改善後の発生下水量及び幹線・ポンプ施設の能力を表 4.11 と図 4.6 に示す。

表 4.11　発生下水量及び幹線・ポンプ施設能力（管更生による改善後）

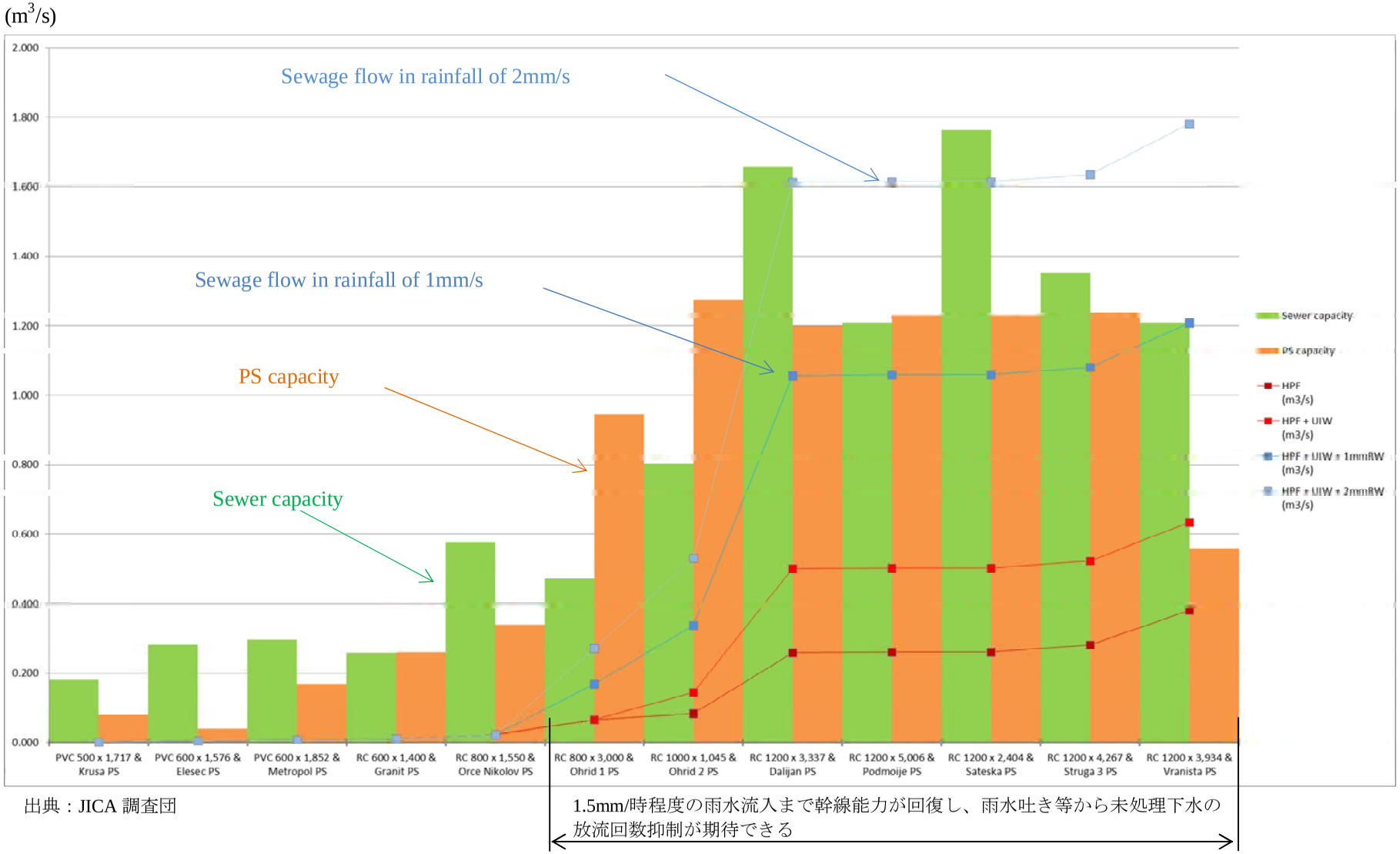
スパン（管径-終点）	発生下水量（m^3/秒）				幹線				ポンプ施設	
	汚水量	不明水含む*	雨水 1mm/時含む**	雨水 2mm/時含む**	管勾配 (‰)	粗度係数	流速 (m/秒)	流下能力 (m^3/秒)	ポンプ能力×稼働台数	揚水能力（m^3/秒）
PVC 474mm - KrusaKrusaKrusa PS	0.0027	0.0027	0.0027	0.0027	1.8	0.010	1.024	0.181	0.040 × 2	0.080
PVC 560mm – Elsec PS	0.0059	0.0059	0.0059	0.0059	1.8	0.010	1.144	0.282	0.040 × 1	0.040
PVC 560mm – Metropol PS	0.0086	0.0086	0.0086	0.0086	2.0	0.010	1.206	0.297	0.085 × 2	0.170
RC 560mm – Granit PS	0.0110	0.0110	0.0110	0.0110	1.5	0.010	1.044	0.257	0.130 × 2	0.260
RC 758mm – Orce Nikorov PS	0.0235	0.0235	0.0235	0.0235	1.5	0.010	1.278	0.576	0.170 × 2	0.340
RC 758mm – Ohrid 1 PS	0.0665	0.0665	0.1693	0.2721	1.0	0.010	1.043	0.471	0.315 × 3	0.945
RC 926mm – Ohrid 2 PS	0.0833	0.1441	0.3379	0.5318	1.0	0.010	1.192	0.803	0.425 × 3	1.275
RC 11260mm – Daljan PS	0.2580	0.5010	1.0568	1.6126	1.5	0.010	1.664	1.656	0.400 × 3	1.200
RC 1126mm – Podmojle PS	0.2601	0.5031	1.0589	1.6147	0.8	0.010	1.215	1.210	0.410 × 3	1.230
RC 1126mm – Sateska PS	0.2601	0.5031	1.0589	1.6147	1.7	0.010	1.771	1.763	0.410 × 3	1.230
RC 1126mm – Struga 3 PS	0.2810	0.5240	1.0798	1.6356	1.0	0.010	1.358	1.352	0.412 × 3	1.236
RC 1126mm – Vranista WWTP	0.3799	0.6346	1.2079	1.7812	0.8	0.010	1.215	1.210	0.560 × 1	0.560

*　不明水は緊急対策により 10,500m^3/日削減された結果の水量となっている
** Orce Nikorov PS より上流側では雨水流入はない
出典：JICA 調査団

黄色網掛け部：下水管渠の最低流速基準 0.6m/s が確保できていない → 管路内に堆積しやすい

赤色網掛け部：雨水 1mm/時発生時に能力不足となる → 超過能力分は雨水吐きやマンホール等から未処理下水の放流が発生する

紫色網掛け部：雨水 2mm/時発生時に能力不足となる → 超過能力分は雨水吐きやマンホール等から未処理下水の放流が発生する



出典：JICA 調査団

1.5mm/時程度の雨水流入まで幹線能力が回復し、雨水吐き等から未処理下水の放流回数抑制が期待できる

図 4.6　発生下水量及び幹線・ポンプ施設能力（管更生による改善後）

(2) 初期雨水滞水池の設置

管更生に伴う流下能力の改善により 1.3mm/時程度の降雨に対して、オフリド湖への未処理放流水を抑制することが可能となるが、放流回数半減のためには、さらに 1.7mm/時相当の降雨に対応する能力アップが必要となる。しかしながら、さらなる管渠能力向上のためには、新たな増補管渠を新設する必要があり、多大な費用を要し現実的とは言い難い。ここで、降雨 1.7mm/時相当の放流抑制対策として初期雨水滞水池を提案する。

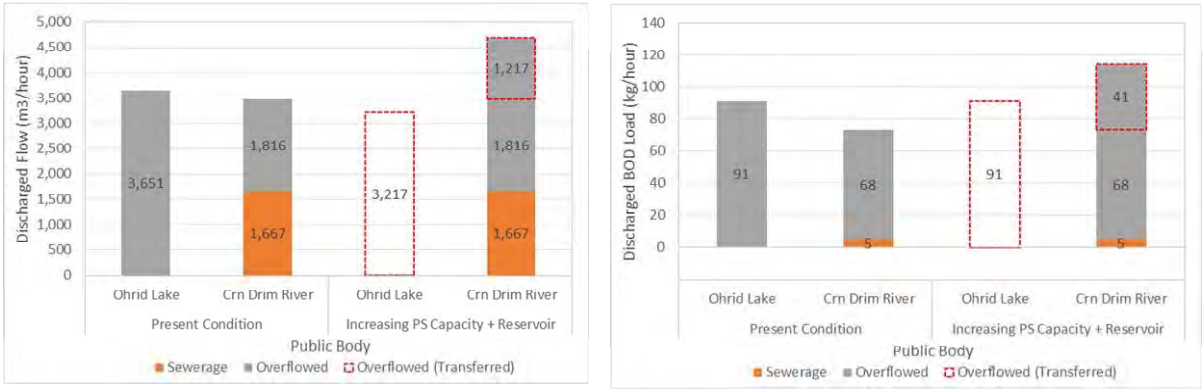
初期雨水滞水池の効果的な位置は、オフリド湖への雨水吐きが存在し問題となっている VOSKA 地区に設置するのが最も効果的と言える。初期雨水滞水池は降雨強度 1.7mm/時相当の降雨を 1 時間貯留できる降雨量（1.7mm）相当の規模とし表 4.12 に示すとおり、3,400m^3 と算定される。

表 4.12　初期雨水滞水池の規模

排水区	1)雨水流域面積	2)降雨量	3)雨水流出係数	滞水池貯留量 1) × 2) × 3) × 10
A	106 ha	1.7mm	0.35	630.7 m^3
B	543 ha	1.7mm	0.30	2,769.3 m^3
合計	649 ha			3,400.0 m^3

出典：JICA 調査団

遮集能力向上と初期雨水滞水池を合わせた定量的な効果を図 4.7 に示す。本図は、3mm/時相当の降雨（統計的に年間降雨の中央値（メジアン））が発生した場合のオフリド湖及び Crn Drim 川への放流量（左図）と放流負荷量（右図）を計算した結果を示している。遮集能力向上と初期雨水滞水池の対策により、オフリド湖への放流量を 3,217m^3/日、BOD 流出負荷量を 91kg/時低減できるとともに、オフリド湖への放流回数が半減できることを検証できた。



出典：JICA 調査団

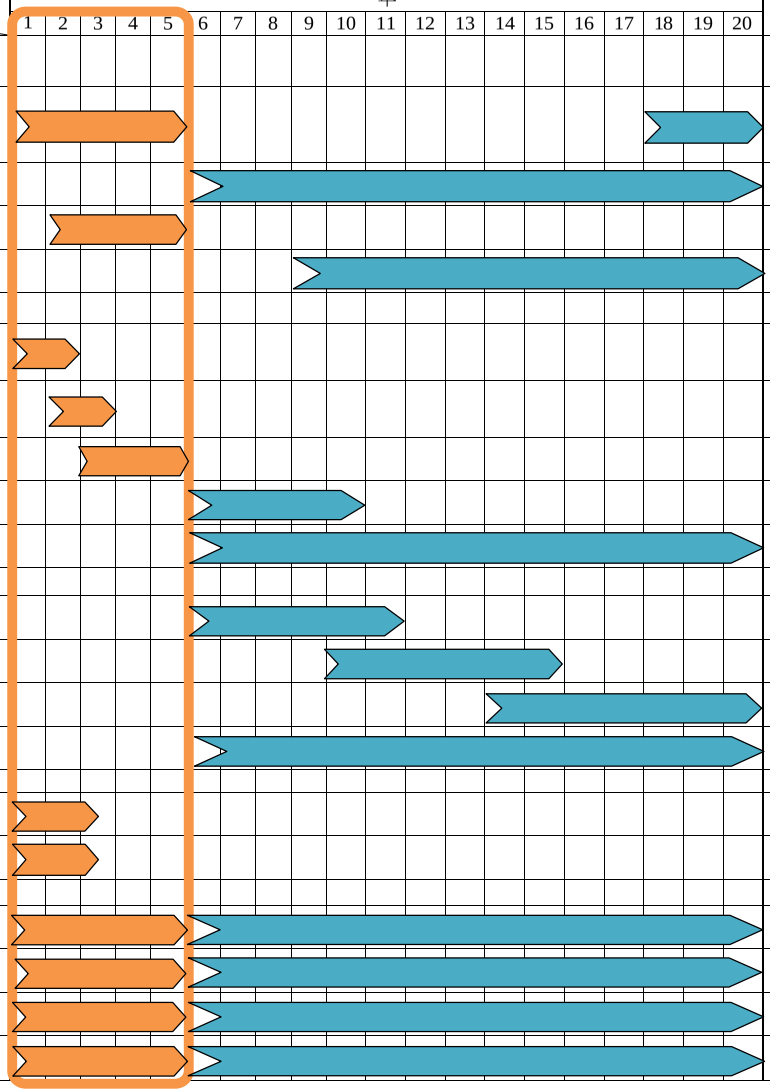
図 4.7　未処理放流量と負荷量の削減効果

4.5.3　改善対策ロードマップ（全体像及び緊急対策）

上記 4.5.2 の改善対策の全体像と緊急対策の選定に基づき、図 4.8 に改善対策ロードマップを示す。ロードマップでは、施設ごとに緊急対策・中長期対策及びそれらの内容・規模を示し、あわせて対策費用を示す。

ここにおいて、中長期対策とされている事業は、緊急事業実施後に引き続き、マケドニア側が実施することが望ましい事業である。

改善対策ロードマップ ■：緊急対策（IPA 事業で実施予定のものは除く） ■：中長期対策



改善対策 ＼ 事業年	内容・規模	成果	対策費用
1. 管渠			
1.1 管更生（幹線）	非掘削工法により約 14 ㎞の幹線を更生、約 17 ㎞を管内清掃・部分補修、約 10 ㎞はマケドニア側が実施	晴天時浸入水 10,500m^3/d の削減(推定不明水 32,500m^3/d の 32%)、処理場未処理放流の解消、雨天時浸入水軽減	22.8 億(緊急), 6 億(中長期)
1.2 管更生（枝線）	市内枝線 141 ㎞の更生・再構築	晴天時浸入水の削減 既存施設の信頼性の向上	82 億(中長期)
1.3 初期雨水滞水池の設置	貯留量約 3,400 ㎥の雨水滞水池建設（Voska 地区）	降雨 1.7 ㎜/時相当の雨天時放流負荷を削減	2.3 億(緊急)
1.4 分流化	合流式から分流式下水道への再構築（雨水管 93 ㎞の設置）	雨天時浸入水の影響軽減（既存下水道システムの改善）	93 億(中長期)
2. ポンプ場			
2.1 PS の修復・予備機の設置（7 機場）	ポンプ場修復、予備機・スクリーンの設置	晴天時未処理放流 28 m^3/d の削減 既存施設の信頼性の向上（稼働ポンプ台数 70%→93%）	1.2 億(緊急)
2.2 PS の能力増強（Sateska, Struga 3）	スクリューポンプ補修、スクリーンの設置	雨天時遮集能力向上（0.8 m^3/s→1.2 m^3/s）及び初期雨水沈澱池の設置により、オフリド湖への放流回数半減	1.5 億(緊急)
2.3 SCADA システムの設置	PS、WWTP に SCADA システム設置	雨天時越流水の削減 既存施設の信頼性の向上	2.8 億(緊急)
2.4 PS 越流水簡易処理施設の設置	PS での雨天時越流水簡易処理施設の建設	雨天時越流水の負荷削減	13.5 億(中長期)
2.5 PS の補修・改築・更新	老朽・損傷施設の補修・改築・更新	既存施設の機能確保、維持管理性・信頼性の向上	5.2 億(中長期)
3. WWTP			
3.1 初期雨水滞水池の設置	雨天時未処理放流水に対する雨水滞水池の建設	雨天時未処理放流負荷の削減	1.7 億(中長期)
3.2 WWTP の処理能力増強	流入水質増加に伴う反応槽の増設	既存施設の処理機能確保・信頼性の向上	0.3 億(中長期)
3.3 WWTP の高度処理化	高度処理 OD 法の適用	EU 排水基準への適合	27 億(中長期)
3.4 WWTP の補修・改築・更新	老朽・損傷施設の補修・改築・更新	既存施設の機能確保、維持管理性・信頼性の向上	4.1 億(中長期)
4. その他			
4.1 井戸排水抑制	公共用井戸に止水バルブ設置（促進制度構築は 5.2）	晴天時浸入水 500m^3/d の削減	0.7 百万(緊急)
4.2 管清掃	管洗浄車の購入（維持管理体制構築は 5.1）	既存施設の機能確保・信頼性の向上	1.7 億(緊急)
5. 組織体制・啓発強化	（コンサルタントサービスによる）		
5.1 PROAQUA 維持管理強化	適正な維持管理体制構築支援、人材育成	維持管理体制の強化、既存施設の機能確保・信頼性の向上	－
5.2 公用井戸及び私用井戸の排水抑制	止水バルブ・量水器設置促進制度の構築への提言、人材育成	晴天時浸入水の削減	－
5.3 ごみ投棄防止の市民啓発	投棄防止に関する市民啓発マニュアル等作成、啓発活動支援、人材育成	既存施設の機能確保・信頼性の向上	－
5.4 分流区域排水設備適正化の市民啓発	分流区域排水設備市民啓発マニュアル等作成、啓発活動支援、人材育成	雨天時浸入水の削減	－

図 4.8 ロードマップ

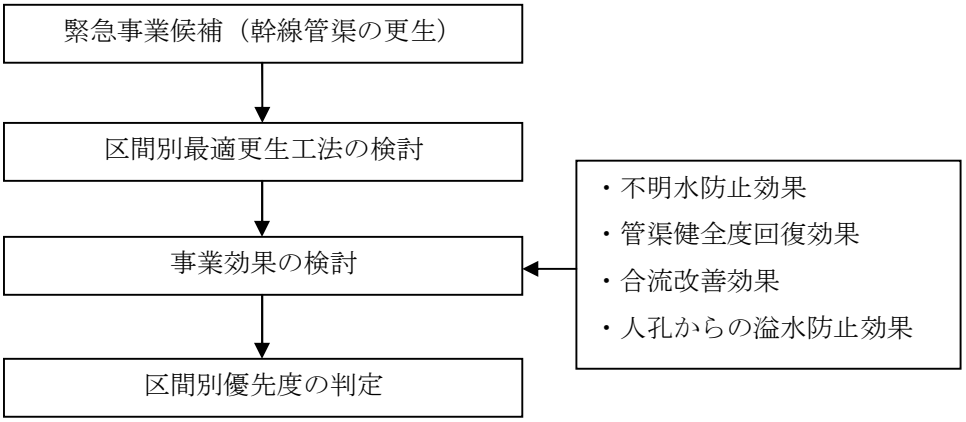
第5章　緊急事業の実施計画

本章では、第 4 章で選定した緊急事業候補（表 4.12 及び表 4.13）について、実施計画を述べる。

5.1　幹線管渠

5.1.1　管更生

前章において、管渠の緊急対策候補として更生工法を用いた幹線管渠の更生を位置付けた。本項では、各種の更生工法の中から最適な工法を検討するとともに、事業効果の観点から緊急事業のさらなる優先度判定を行う。検討フローを以下に示す。



出典：JICA 調査団

図 5.1　緊急事業（管渠）の優先度判定フロー

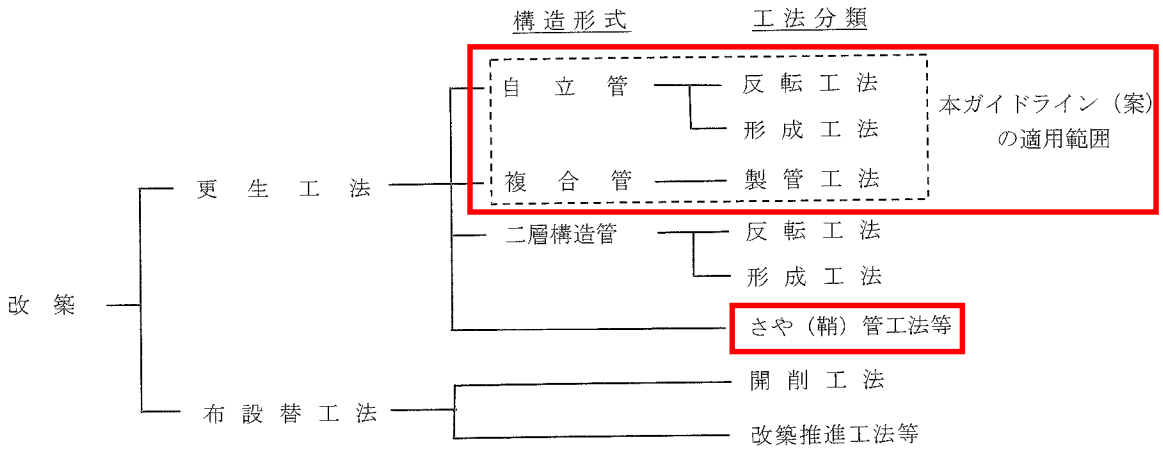
(1) 更生工法の種類

更生工法の選定を行うにあたり、はじめに更生工法の種類を整理し、本件の比較検討の対象となる工法分類を行う。更に、詳細な施工条件を整理して施工可能な更生工法を抽出し、最適な更生工法を選定する。更生工法の選定を行うにあたり、「管きょ更生工法における設計・施工管理ガイドライン(案)平成 23 年 12 月 (社)日本下水道協会」（以下、ガイドラインと称す）を参考とする。ガイドラインでは、下水道管路施設における更生工法は、改築工法のひとつとして位置付けており、構造形式や工法分類によって表 5.2 のように体系化している。本検討においては、図 5.2 の更生工法のうち、以下の 3 工法を検討対象とする。

- 自立管（反転工法、形成工法）
- 複合管（製管工法）
- さや管工法

ここで、二層構造管は、構造理論の一般化や計算手法などが確立されていないことから、適用外とする。一方、さや管工法は、ガイドラインの適用範囲外であるが、適応可能性を考慮して検

討対象とする。



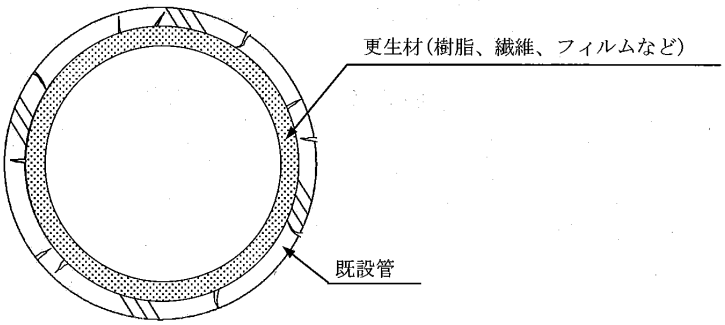
出典：管渠更生工法における設計・施工管理ガイドライン

図 5.2　改築工法の分類

各種構造形式について、以下に詳述する。

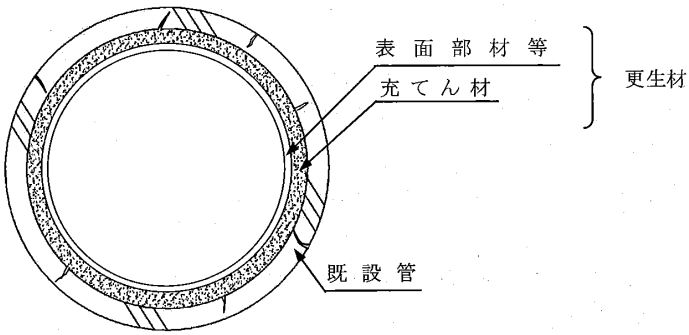
1) 自立管（CIPP 工法：Cured-In-Place-Pipe）

自立管は、更生材単独で自立できるだけの強度を発揮させ、新設管と同等以上の耐荷能力および耐久能力を有するものである。



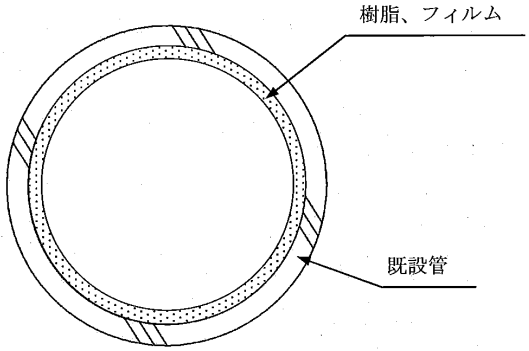
2) 複合管

複合管は、既設管と更生材が構造的に一体となって、新設管と同等以上の耐荷能力および耐久能力を有するものである。



3) 二層構造管

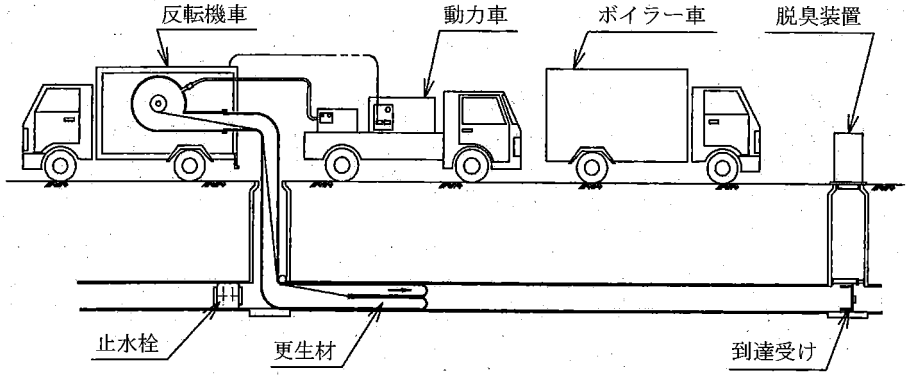
二層構造管は、残存強度を有する既設管とその内側の樹脂等で二層構造を構築するものである。



各種工法について、以下に詳述する。

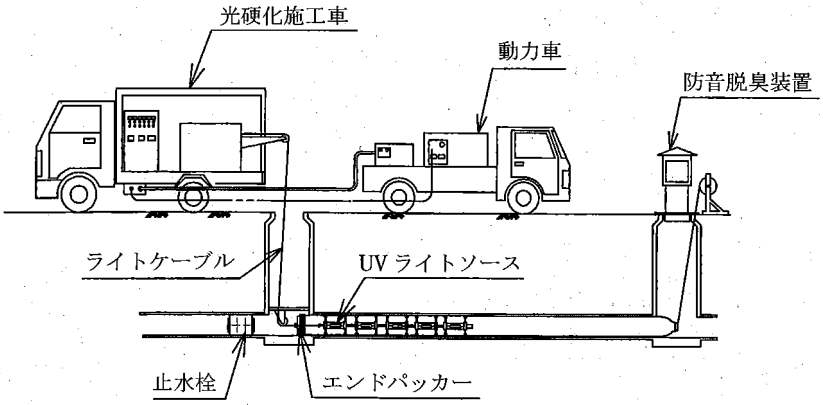
1) 反転工法・形成工法（熱硬化タイプ）

含浸用基材（ガラス繊維または有機繊維等）に熱硬化性樹脂を含浸させた筒状の更生材を反転または引き込み方式により既設管渠内に挿入し、更生材内部から空気圧や水圧等で既設管内面に密着した状態のまま、温水や蒸気等で樹脂を硬化させて更生管を構築する方式である。



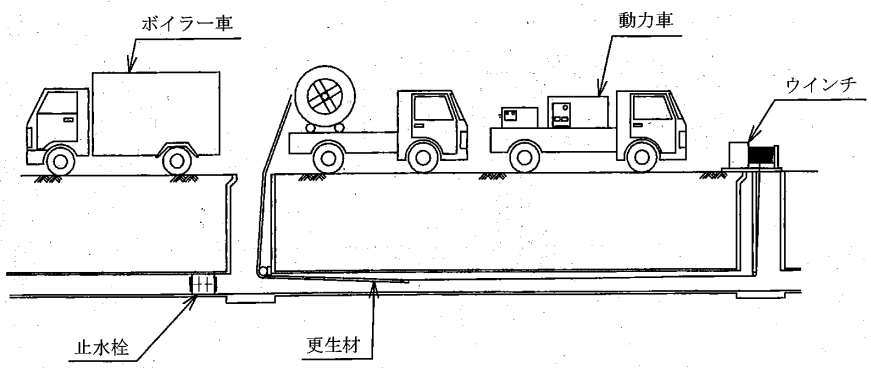
2) 形成工法（光硬化タイプ）

含浸用基材（ガラス繊維または有機繊維等）に光硬化性樹脂を含浸させた筒状の更生材を引き込み方式により既設管渠内に挿入し、更生材内部から空気圧で既設管内面に密着した状態のまま、紫外線を照射して樹脂を硬化させ更生管を構築する方式である。



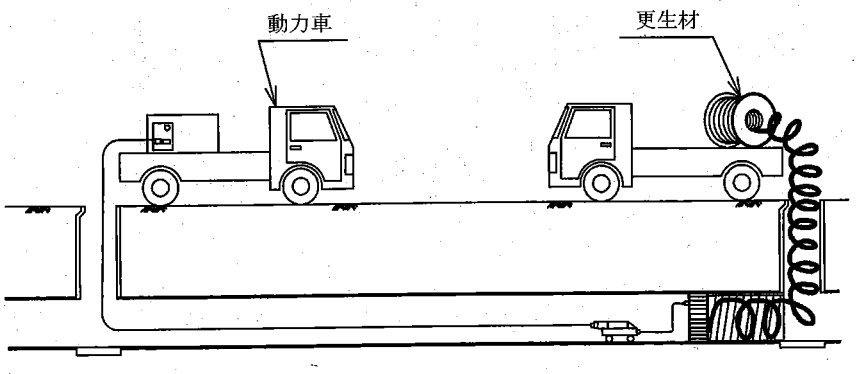
3) 形成工法（熱形成タイプ）

既設管渠に挿入可能な変形断面形状にさせた熱可塑性樹脂パイプ（硬質塩化ビニル樹脂、高密度ポリエチレン）を蒸気で軟化させ引込方式により既設管渠内に挿入し、過熱状態のまま空気圧等で拡張させ、既設管内面に密着した状態のまま冷却養生することで更生管を構築する方式である。



4) 製管工法

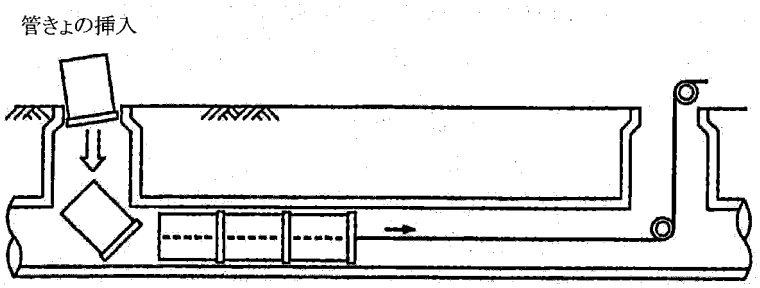
既設管渠内に表面部材となる硬質塩化ビニル樹脂材やポリエチレン樹脂材等をかん合させながら製管し、製管させた樹脂パイプと既設管の間げきにモルタルなどを充填することで複合管として一体化した更生管を構築する方式である。製管工法には、らせん型ライニング、組立式板材かん合による表面部材の製管及び既設管渠との間げきに充填材を注入する工法等がある製管工法の中には、現場条件により下水を流下させながら工事が可能となる場合もある。



なお、製管工法には、管内被覆を主目的とし、管渠強度の復元や耐震性の向上を目的としない場合、充填剤を注入しない工法（例：SPR-EX 工法、SPR-RO 工法）も存在する。

5) さや（鞘）管工法

さや管工法は、既設管渠より小さな管径で製作された管渠をけん引挿入し、間げきに充填材を注入することで管を構築するものである。更生管が工場製品である。既設管渠の断面形状が維持されており、物理的に管渠が挿入できる程度の破損であれば、施工可能である。



(2) 更生工法の特性比較

表 5.1 に更生工法の適用条件を示す。

表 5.1　更生工法の適用条件

項目	自立管（CIPP 工法） （反転工法・形成工法）	複合管 （製管工法）	さや管工法
該当工法名	インシチュホーム工法、ホースライニング工法、SD ライナー工法など、材料や成型方法の違いにより非常に多くの工法が存在する。 包括的に、CIPP 工法（Cured-In-Place-Pipe）とも呼ばれる。	SPR 工法、ダンピー工法、パルテムフローリング工法、3S セグメント工法、PFL 工法	リフトイン工法、バックス工法、ファイン工法
適用管径 （円形）	最小管径は 150mm。 最大管径は1,000mm以上としている工法もあるが、基本的には小口径に適した工法であり、多くの実績は 800mm 以下である。	SPR 工法：250~4,750mm ダンビー工法：800~3,000mm パルテムフローリング工法：800~3,000mm 3S　セグメント工法：800~2,600mm RFL 工法：制限なし	リフトイン工法：700~2,600mm バックス工法：800~2,000mm ファイン工法：250~450mm
既設管材質	RC 管、PVC 管とも可。	RC 管は可。PVC 管は不可。	RC 管は可。PVC 管は不可。
既設管渠状況	段差、ズレは 20~30mm 程度を許容する工法が多数。	段差やズレは 20~100mm 程度を許容する工法が多数。	段差やズレは10mm程度を許容。
既設管渠損傷	破損、腐食、浸入水への対応性に優れる。	破損、腐食、浸入水は事前処理が前提。	破損、腐食、浸入水は事前処理が前提。
供用中の施工 （水位制限）	工事中は完全ドライ化が必要。	SPR 工法は管径の 30%かつ 60cm 以下、ダンビー工法は管径の 25%以下かつ 30cm 以下、パルテムフローリング工法は管径の 15%以下、3S セグメント工法は管径により 15~25cm 以下を許容。	バックス工法は 30cm 以下、ファイン工法は 10mm 以下を許容。
その他	－	－	・工事用の立坑築造または既設人孔の斜壁撤去を必要とする場合がある。 ・断面の縮小が大きくなる。

出典：JICA 調査団

上記の検討により、さや管工法は工事用の立坑（もしくは既設人孔の斜壁撤去）を必要とする場合があり工事が大掛りとなるとともに、断面縮小による流下能力の低下が著しく、本件での採

用には適さないと判断される。したがって、最適な更生工法は、製管工法と CIPP 工法の比較により選定する。

(3) 最適更生工法の選定

オフリド市の幹線に製管工法と CIPP 工法のそれぞれを適用する場合の概算事業費について比較を行う。ここで、製管工法については、充填剤による裏込めの必要性に応じて事業費が大きく異なるが、次の理由により裏込めなしの工法を採用する。

【製管工法で裏込めなしの工法を選定する理由】

製管工法は、日本においては既設管と更生材が構造的に一体となって、新設管と同等以上の耐荷能力および耐久能力を有する複合管とするため、既設管と樹脂パイプの間げきに充填剤を裏込めすることを標準としている。製管工法による管渠の更生は、一般に以下の 7 つの目的を有している。

１．管渠強度の復元
２．漏水管渠の止水
３．掃流性の向上
４．耐食性の向上
５．木の根侵入防止
６．管渠勾配の設定（既設管φ800mm 以上）
７．耐震性の向上

今回オフリド幹線では、管路内調査の結果、管渠の強度に影響するであろう深刻な管の破損や腐食は確認されていない。一方、管路内調査の結果、浸入水と樹木根侵入は深刻な状況（A ランク）が多く確認され、管内流量調査ではそれを裏付ける多量な水量と粗度係数の低下が検証されている。このような状況から、今回の更生は、管内の被覆により「２．漏水管渠の止水」、「３．掃流性の向上」、「５．木の根侵入防止」を図ることが主な目的となる。なお、今後不明水対策を行うことにより高濃度な下水が流れることで腐食の進行が助長されやすくなることに対して、副次的に「４．耐食性の向上」の効果も期待できる。日本においては、ほぼ耐震性の向上が求められることから、無条件に裏込めを用いた工法を標準としているが、海外においては裏込めなしの製管工法は一般的に普及し、その性能は各種の欧米規格（ASTM 米国材料試験協会、DIBt ドイツ建設技術研究所規格、ISO 等）で評価されている。

以上の理由から、オフリド幹線の更生は、裏込めありの製管工法はオーバースペックであると判断し、裏込めなしの工法採用を前提とし概算事業費を計上する。

なお、裏込めなしの工法採用にあたっては、既設管の損傷が大きく管内面が平滑でなかったり段差が認められるなど､現場状況によっては裏込め注入を検討する必要性があることに留意する。

裏込めなしの製管工法の例として、SPR-RO（口径 800mm 未満の場合は SPR-EX）について以下に述べる。

SPR-RO は、欧州では、フランス、ドイツ、イタリア、チェコ、ハンガリーで施工実績がある。海外での施工実績は、2014 年末で 110km を有しており、裏込めありの SPR-TM の 100km とほぼ

同程度である。海外においては、非円形もしくは大口径で強度の復元を必要とする場合のみ、SPR-TM が採用され、それ以外は通常 SPR-RO が採用されている。裏込めを施さない場合、既設管内面との間げき部に既設管外周部の土砂等が入り、周囲の地盤を弱める空洞化現象が心配されるが、本工法は既設管にプロファイルを密着させ製管する工法（図 5.3 参照）であるため、そのような現象は起こらない。事実、SPR-RO は 1999 年から、SPR-EX は 1985 年から施工実績があるが、現在まで空洞化現象による道路陥没や、その危険性が指摘されたことはない。一方、水密性を含む耐久性については、欧州においては EN や DIBt の規格基準を満たしており、今回オフリド幹線に求められる、漏水管渠の止水、掃流性の向上、木の根侵入防止、耐食性の向上に効果を発揮するものと考えられる。

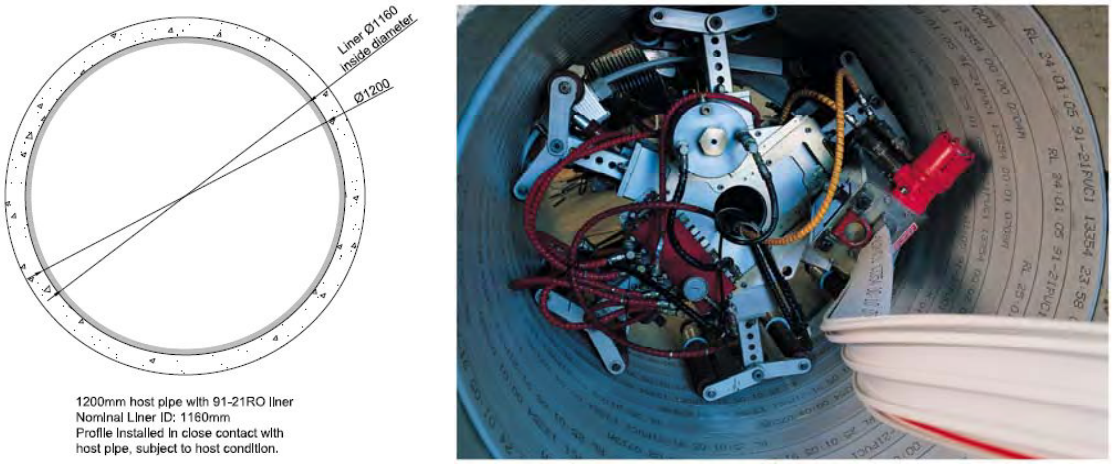


図 5.3　SPR-RO の施工断面と施工風景

製管工法と CIPP 工法に要する事業費を布設替え工法と対比して表 5.2 に示す。

表 5.2　区間別事業費と不明水量

位置の概要		A 事業費（百万円）と B 単位浸水量当たり事業費（千円/m^3）						
起点	終点	幹線への浸入量（m^3/日）	布設替え		管更生			
					製管工法（裏込めなし）		CIPP 工法	
			A	B	A	B	A	B
Desaret	Krusa	1,814	206	113	119	66	102	56
Krusa	Elsec	1,686	247	147	119	71	106	63
Elsec	Metropol	492	251	509	140	285	124	252
Metropol	Granit	354	153	431	106	299	194	266
Granit	Orce Nikorov	389	197	505	133	342	142	365
Orce Nikorov	Ohrid 1	765	324	424	256	335	273	357
Ohrid 1	Ohrid 2	250	151	606	110	440	122	488
Ohrid 2	Dalian	750	660	881	408	544	501	668
Dalian	Podmojle	1,702	727	427	610	358	746	438
Podmojle	Sateska	821	331	403	294	358	361	440

位置の概要		A 事業費（百万円）と B 単位浸水量当たり事業費（千円/m^3）						
起点	終点	幹線への浸入量（m^3/日）	布設替え		管更生			
					製管工法（裏込めなし）		CIPP 工法	
			A	B	A	B	A	B
Sateska	Struga 3	1,477	687	465	522	353	641	434
Struga 3	Vranista	0	551	-	483	-	594	-
合計		10,500	4,485		3,300		3,806	

出典：JICA 調査団

事業費算定の結果、Granit PS より上流は CIPP 工法、下流は製管工法が安価となった。

(4) 事業効果の検討

オフリド幹線を更生することによる直接的な効果は先述のとおり、漏水管渠の止水、掃流性の向上、耐食性の向上、木の根浸入防止が挙げられるが、これによる事業効果としては以下の事が挙げられる。

・不明水防止効果

不明水そのものが減少することで、ポンプ場等の維持管理費の低減、処理場での晴天時未処理放流量の防止等の効果が得られる。

・管渠健全度回復効果

クラックからの樹木根侵入や腐食等による構造的リスクを防止とともに、流下機能の改善効果も期待できる。

・合流改善効果

不明水の低減や流下能力の改善に伴う遮集能力アップにより、雨天時未処理放流水（CSO）を削減する効果が得られる。

・人孔からの溢水防止効果

管渠の流下機能が改善されることで、マンホールからの溢水回数が低減し、オフリド市街地など観光資源の価値を高める効果が得られる。

各区間別に上記の効果を評価し、事業効果を判定した結果を表 5.3 に示す。

表 5.3　区間別の事業効果判定結果

位置の概要			不明水 防止効果 （浸入水量当たり事業費：千円/m^3を基に評価）	管渠健全度 回復効果 （浸入水以外の劣化状況でAﾗﾝｸ10点、Bﾗﾝｸ3点、Cﾗﾝｸ1点の合計点を管路内調査延長 km で除した数値を基に評価）	合流改善効果 （ｵﾌﾘﾄﾞ湖へのCSO 1ヵ所あたり 10 点、遮集汚水管で能力不十分 10 点の合計点を基に評価）	人孔からの溢水 防止効果 （溢水が観光資源の価値を下げる度合を評価し、ユネスコ遺産エリアの Old city core 内が 20 点、Contact zone 内が 10 点）	事業効果判定 （A の数が多いほど優先度が高い）
起点	終点	管径 延長					
Desaret	Krusa	D500 1,717m	(56) AA	(487) AA	(0) B	(0) B	4A
Krusa	Elsec	D600 1,576m	(63) AA	(126) A	(0) B	(0) B	3A
Elsec	Metropol	D600 1,852m	(252) A	(145) A	(0) B	(0) B	2A
Metropol	Granit	D600 1,400m	(266) A	(105) A	(0) B	(0) B	2A
Granit	Orce Nikorov	D800 1,550m	(342) A	(124) A	(0) B	(0) B	2A
Orce Nikorov	Ohrid 1	D800 3,000m	(335) A	(520) AA	(10) A	(0) B	4A
Ohrid 1	Ohrid 2	D1000 1,045m	(440) A	(43) A	(10) A	(20) AA	5A
Ohrid 2	Dalian	D1200 3,337m	(544) B	(400) AA	(40) AA	(20) AA	6A
Dalian	Podmojle	D1200 5,006m	(358) A	(118) A	(20) AA	(10) A	5A
Podmojle	Sateska	D1200 2,404m	(358) A	(236) A	(10) A	(0) B	3A
Sateska	Struga 3	D1200 4,267m	(353) A	(64) A	(10) A	(0) B	3A
Struga 3	Vranista	D1200 3,934m	(-) B	(197) A	(10) A	(0) B	2A

出典：JICA 調査団

(5) 区間別優先度の判定

区間別の事業効果から事業の優先順位を評価するとともに、優先度が低い区間については更生工法の実施を遅らせ、当面は管内清掃及び部分補修による対応でも大きな問題とならないか、検討を行う。

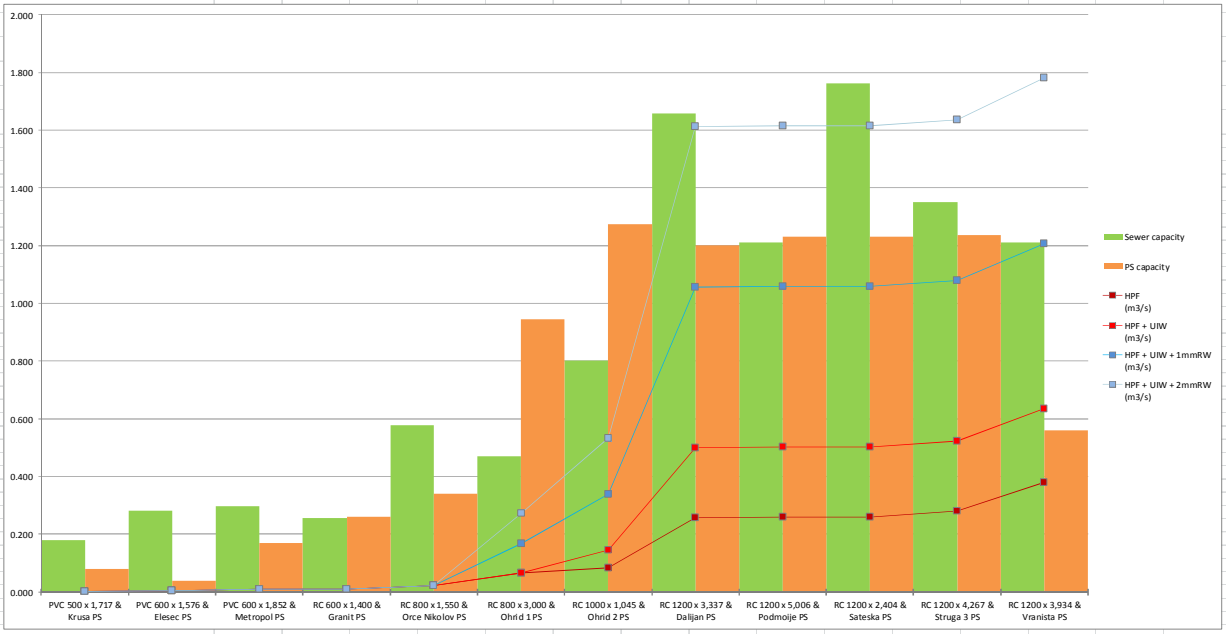
事業効果が 4A 以上の区間について更生工法を優先的に実施し、3A 以下の区間は当面は管内清掃及び必要に応じて部分補修を実施した場合の幹線流下能力の状況に着目する。管内清掃及び部分補修を行った場合、管内の粗度係数は RC 管であれば 0.013、PVC 管であれば 0.010 に改善されるものとする。

図 5.4 に示す全線更生後と、図 5.5 に示す優先区間のみ更生後の幹線管渠・ポンプ場能力を比較すると、優先区間のみ更生した場合は赤矢印で示した程度の幹線能力低下はあるものの、下流側のポンプ場能力を下回ることはなく、全線更生した場合と遮集能力の観点からは遜色ないことが分かる。

したがって、当面は優先区間のみの更生を行っても全線更生した場合と同等の事業効果が得られるものと考えられ、緊急事業では優先区間のみ更生工法、その他区間は管内清掃及び部分補修

で対応することとする。ただし、管内清掃及び部分補修の効果の持続性は更生工法より劣るため、定期的に管内をモニタリングした上で、中長期的には状況に応じて更生工法などの適切な改築工法を実施していく方針とする。

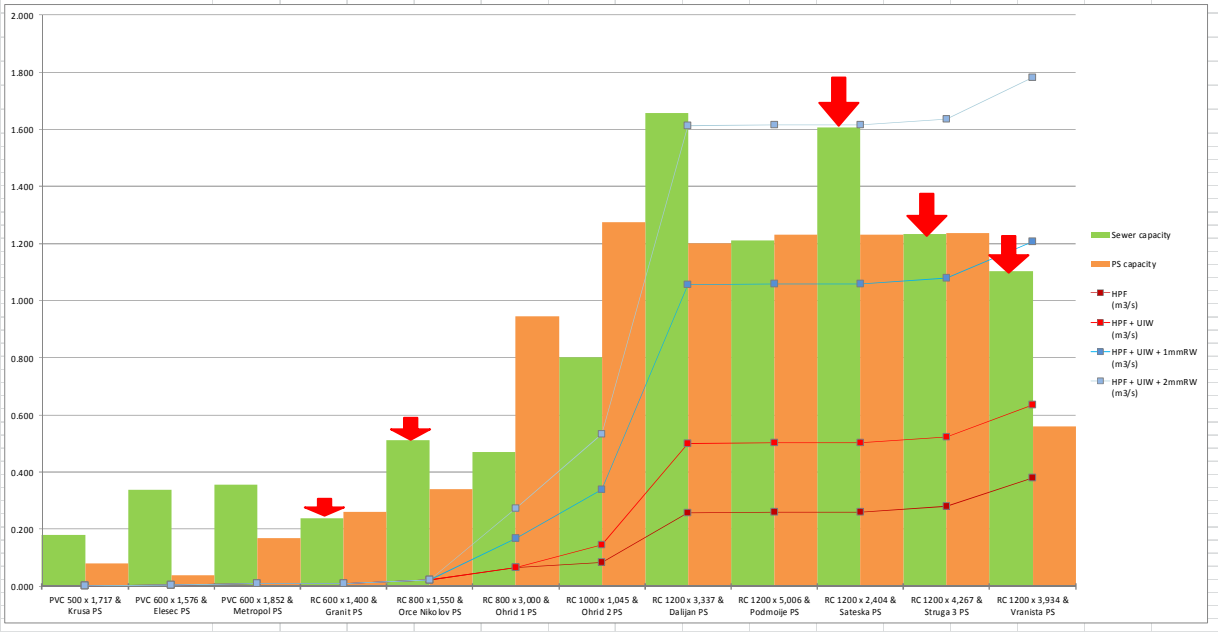
	Sewer capacity (m3/s)						PS capacity (m3/s)			Flow					
	ND	I	n	A	V	Sewer capacity	Unit capacity	Available number	PS capacity	DPF (m3/d)	HPF (m3/d)	HPF (m3/s)	HPF + UIW (m3/s)	HPF + UIW + 1mmRW (m3/s)	HPF + UIW + 2mmRW (m3/s)
PVC 500 x 1,717 & Krusa PS	474	0.0018	0.010	0.176	1.024	0.181	0.040	2	0.080	130	234	0.0027	0.0027	0.0027	0.0027
PVC 600 x 1,576 & Elesec PS	560	0.0018	0.010	0.246	1.144	0.282	0.040	1	0.040	281	506	0.0059	0.0059	0.0059	0.0059
PVC 600 x 1,852 & Metropol PS	560	0.0020	0.010	0.246	1.206	0.297	0.085	2	0.170	415	747	0.0086	0.0086	0.0086	0.0086
RC 600 x 1,400 & Granit PS	560	0.0015	0.010	0.246	1.044	0.257	0.130	2	0.260	527	947	0.0110	0.0110	0.0110	0.0110
RC 800 x 1,550 & Orce Nikolov PS	758	0.0015	0.010	0.451	1.278	0.576	0.170	2	0.340	1,133	2,032	0.0235	0.0235	0.0235	0.0235
RC 800 x 3,000 & Ohrid 1 PS	758	0.0010	0.010	0.451	1.043	0.471	0.315	3	0.945	3,200	5,742	0.0665	0.0665	0.1693	0.2721
RC 1000 x 1,045 & Ohrid 2 PS	926	0.0010	0.010	0.673	1.192	0.803	0.425	3	1.275	4,010	7,196	0.0833	0.1441	0.3379	0.5318
RC 1200 x 3,337 & Dalijan PS	1126	0.0015	0.010	0.996	1.664	1.656	0.400	3	1.200	12,424	22,290	0.2580	0.5010	1.0568	1.6126
RC 1200 x 5,006 & Podmolje PS	1126	0.0008	0.010	0.996	1.215	1.210	0.410	3	1.230	12,524	22,469	0.2601	0.5031	1.0589	1.6147
RC 1200 x 2,404 & Sateska PS	1126	0.0017	0.010	0.996	1.771	1.763	0.410	3	1.230	12,524	22,469	0.2601	0.5031	1.0589	1.6147
RC 1200 x 4,267 & Struga 3 PS	1126	0.0010	0.010	0.996	1.358	1.352	0.412	3	1.236	13,530	24,275	0.2810	0.5240	1.0798	1.6356
RC 1200 x 3,934 & Vranista PS	1126	0.0008	0.010	0.996	1.215	1.210	0.560	1	0.560	18,295	32,826	0.3799	0.6346	1.2079	1.7812



出典：JICA 調査団

図 5.4　オフリド幹線管渠・ポンプ場能力（全線更生後）

	Sewer capacity (m3/s)						PS capacity (m3/s)			Flow					
	ND	I	n	A	V	Sewer capacity	Unit capacity	Available number	PS capacity	DPF (m3/d)	HPF (m3/d)	HPF (m3/s)	HPF + UIW (m3/s)	HPF + UIW + 1mmRW (m3/s)	HPF + UIW + 2mmRW (m3/s)
PVC 500 x 1,717 & Krusa PS	474	0.0018	0.010	0.176	1.024	0.181	0.040	2	0.080	130	234	0.0027	0.0027	0.0027	0.0027
PVC 600 x 1,576 & Elesec PS	600	0.0018	0.010	0.283	1.198	0.339	0.040	1	0.040	281	506	0.0059	0.0059	0.0059	0.0059
PVC 600 x 1,852 & Metropol PS	600	0.0020	0.010	0.283	1.263	0.357	0.085	2	0.170	415	747	0.0086	0.0086	0.0086	0.0086
RC 600 x 1,400 & Granit PS	600	0.0015	0.013	0.283	0.841	0.238	0.130	2	0.260	527	947	0.0110	0.0110	0.0110	0.0110
RC 800 x 1,550 & Orce Nikolov PS	800	0.0015	0.013	0.503	1.019	0.512	0.170	2	0.340	1,133	2,032	0.0235	0.0235	0.0235	0.0235
RC 800 x 3,000 & Ohrid 1 PS	758	0.0010	0.010	0.451	1.043	0.471	0.315	3	0.945	3,200	5,742	0.0665	0.0665	0.1693	0.2721
RC 1000 x 1,045 & Ohrid 2 PS	926	0.0010	0.010	0.673	1.192	0.803	0.425	3	1.275	4,010	7,196	0.0833	0.1441	0.3379	0.5318
RC 1200 x 3,337 & Dalijan PS	1126	0.0015	0.010	0.996	1.664	1.656	0.400	3	1.200	12,424	22,290	0.2580	0.5010	1.0568	1.6126
RC 1200 x 5,006 & Podmoije PS	1126	0.0008	0.010	0.996	1.215	1.210	0.410	3	1.230	12,524	22,469	0.2601	0.5031	1.0589	1.6147
RC 1200 x 2,404 & Sateska PS	1200	0.0017	0.013	1.131	1.421	1.607	0.410	3	1.230	12,524	22,469	0.2601	0.5031	1.0589	1.6147
RC 1200 x 4,267 & Struga 3 PS	1200	0.0010	0.013	1.131	1.090	1.233	0.412	3	1.236	13,530	24,275	0.2810	0.5240	1.0798	1.6356
RC 1200 x 3,934 & Vranista PS	1200	0.0008	0.013	1.131	0.975	1.103	0.560	1	0.560	18,295	32,826	0.3799	0.6346	1.2079	1.7812



出典：JICA 調査団

図 5.5　オフリド幹線管渠・ポンプ場能力（優先区間のみ更生後）

区間別優先度と当面（緊急）対策及び中長期対策方針について整理し、表 5.4 に示す。

表 5.4　区間別優先度と当面対策及び中長期対策方針

位置の概要			優先度	当面対策 (=緊急対策)	中長期対策方針
起点	終点	管径 (mm)			
Desaret	Krusa	500	高い	管更生（CIPP 工法）	適正な維持管理の実施
Krusa	Elsec	600	低い	管内清掃及び部分補修	状況に応じて管更生（CIPP 工法）など適切な改築工法を実施していく
Elsec	Metropol	600	低い	同上	同上
Metropol	Granit	600	低い	同上	同上
Granit	Orce Nikorov	800	低い	同上	状況に応じて管更生（製管工法）など適切な改築工法を実施していく
Orce Nikorov	Ohrid 1	800	高い	管更生(裏込めなし製管工法)	適正な維持管理の実施
Ohrid 1	Ohrid 2	1,000	高い	同上	同上
Ohrid 2	Dalian	1,200	高い	同上	同上
Dalian	Podmojle	1,200	高い	同上	同上
Podmojle	Sateska	1,200	低い	管内清掃及び部分補修	状況に応じて管更生（製管工法）など適切な改築工法を実施していく
Sateska	Struga 3	1,200	低い	同上	同上
Struga 3	Vranista	1,200	低い	同上	同上

出典：JICA 調査団

上記より、今回緊急対策で実施する事業（円借款）として、管更生が 14,105m、管内清掃及び部分補修 16,983m となった。

(6) 管渠緊急事業のまとめ

今回調査では、オフリド東側幹線の区間別に最適な改築計画を策定した。ただし、幹線の管路内調査は全 31km のうち約 7.3km しか実施しておらず、限定的な情報に基づく計画であることから詳細設計時には次のことに留意する必要がある。

・詳細設計では全線 31km の管路内調査を実施し、今回調査をレビューする必要がある。

・緊急対策として管更生とした区間はポンプ場間全線を管更生としているが、詳細設計でのレビューを経て、管内の不良状況や経済性の観点から必ずしも全線更生でなく部分的な更生もしくは補修対応が有利と判断された場合、緊急事業費は減額になる可能性がある。

5.1.2　雨水滞水池

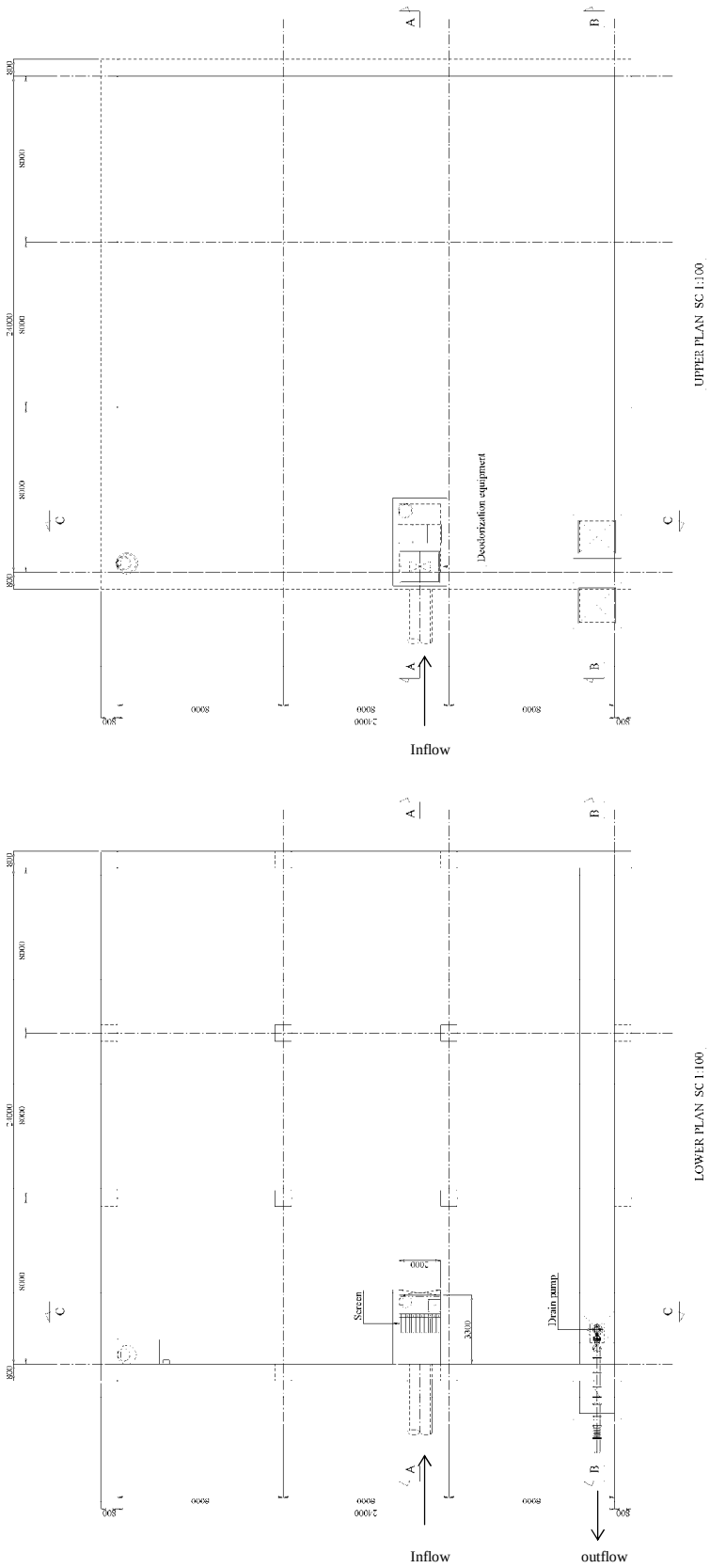
雨水滞水池の仕様を表 5.5 に示す。

表 5.5　雨水滞水池の仕様

項目	仕様	備考
設計容量	V=3,400m^3	
内寸法	幅 24m×長 24m×有効水深 6m	
材質	鉄筋コンクリート造	
構造	完全地下式	脱臭装置のみ地上
付帯設備	マンホール 2 ヵ所	
	スクリーン 1 基	バースクリーン幅 2m
	脱臭装置	カートリッジ式活性炭吸着 60m^3/分
	排水ポンプ 1 台	吐出量 2.8m^3/分×揚程 15m

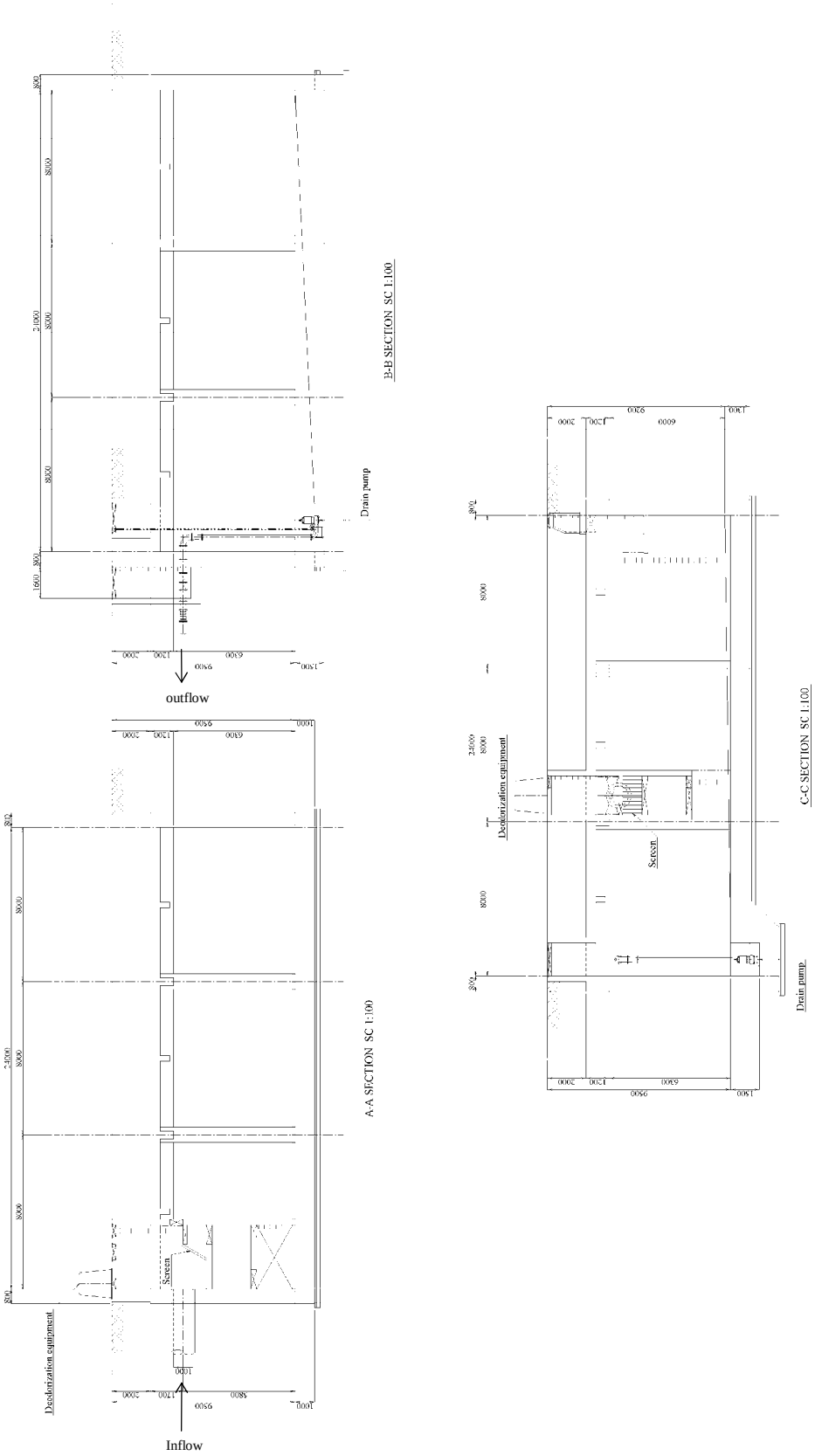
出典：JICA 調査団

雨水滞水池の平面図を図 5.6 に、断面図を図 5.7 に示す。



出典：JICA 調査団

図 5.6　雨水滞水池（平面図）



出典：JICA 調査団

図 5.7　雨水滞水池（断面図）

5.2 ポンプ場

5.2.1 緊急対策の候補

第 4 章で抽出された“緊急事業の候補”の中でポンプ場施設に関する事業候補は表 5.6 に示すとおりである。本項ではこれらの事業候補を実施する上でいくつかの代替案を示し、技術的、経済的及び維持管理などの面から比較検討を行うことによって現地に即した最適な設備内容を推奨する。

表 5.6 ポンプ場施設に関する緊急事業の候補

目的/分類	緊急事業候補	対象施設	具体的工事内容
ポンプ場	Ellen Kamen ポンプ場の修復	Ellen Kamen PS	水中ポンプ 2 台を含む機械電気設備の設置
	Kalista ポンプ場の修復	Kalista PS	水中ポンプ 2 台の交換
	5 ヵ所のポンプ場の予備機設置、補修、ゲートとスクリーン設置	Elsec PS	水中ポンプ 1 台の修理
		Ohrid 2 PS	スクリューポンプ 2 台の修理 手動スルースゲート 1 台の設置
		Dalian PS	手動スルースゲート 2 台の設置 水中ポンプ 1 台の設置
		Podmojle PS	手動スルースゲート 1 台の設置 バースクリーン 1 台の設置
		Vranista WWTP	スクリューポンプ 2 台の修理 自動除塵機 1 台の設置
	Sateska と Struga 3 の両ポンプ場の能力増強、ゲートとスクリーン設置	Sateska PS	スクリューポンプ 1 台の修理 手動スルースゲート 1 台の設置
		Struga 3 PS	スクリューポンプ 1 台の修理 自動除塵機 3 台の設置 手動スルースゲート 4 台の設置
	運転最適化のための SCADA システムの設置	Vranista 下水処理場及び 15 ヵ所の下水ポンプ場	Vranista WWTP 内の監視室に監視制御装置（親局）を設置 Vranista WWTP の揚水ポンプ場及び 14 ヵ所の下水ポンプ場に子局を設置 上記 15 ヵ所のポンプ場に対し吸込水槽水位によるポンプ台数制御運転の適用

出典：JICA 調査団

5.2.2 主要機器リスト

上記緊急事業候補を実施する為に必要な主要機器の概略仕様を表 5.7 に示す。但し、これらの仕様は現時点での概略設計段階のものであるため、実際の施工に先立ち詳細な仕様の検討が必要となる。

表 5.7　緊急事業候補に対する主要機器リスト

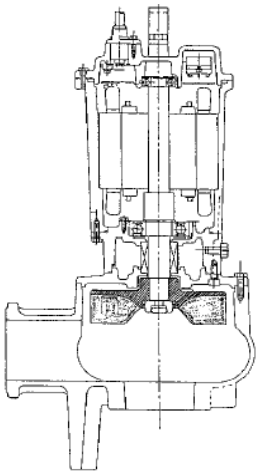
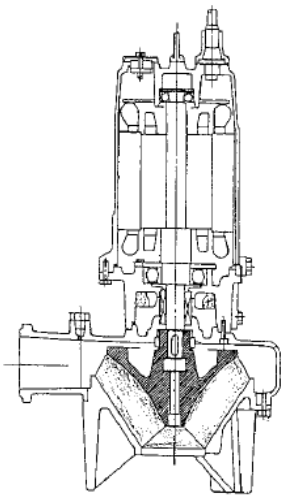
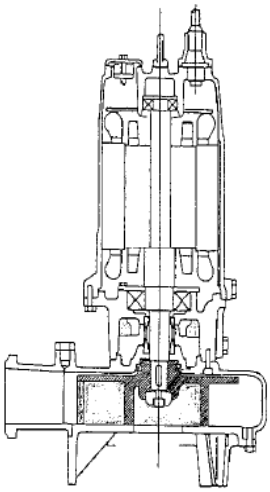
対象機場	工事内容	概略機器仕様	数量
Ellen Kamen	水中ポンプを含む機械電気設備の設置	φ150 Submersible pump 1.5 m^3/min x 25 m x 1440 min^{-1} x 22 kW	2 sets
		弁、配管、計装品及び盤等の機械電気設備	1 lot
Kalista	水中ポンプの交換	φ150 Submersible pump 1.5 m^3/min x 25 m x 1440 min^{-1} x 22 kW	2 sets
		ポンプ交換に必要な付属品類	1 lot
Elsec	水中ポンプの修理	2.4 m^3/min × 5 m × 1440 min^{-1} × 9 kW	1 set
Ohrid 2	スクリューポンプの修理	25.5 m^3/min × 4.15 m × 47 min^{-1} × 37 kW	2 sets
	吸込ゲートの設置	φ1000 延長シャフト付手動スルースゲート	1 set
Dalian	吸込ゲートの設置	φ1200 延長シャフト付手動スルースゲート	2 sets
	水中ポンプの設置	φ100 Submersible pump 0.7 m^3/min × 25 m × 1440 min^{-1} × 15 kW	1 set
		ポンプ設置に必要な付属品類	1 lot
Podmojle	吸込ゲートの設置	φ1200 延長シャフト付手動スルースゲート	1 set
	バースクリーンの設置	概略水路寸法＝幅 1m × 深さ 1.5m	1 set
Vranista WWTP	スクリューポンプの修理	33.6 m^3/min × 5.5 m × 43.5 min^{-1} × 60 kW	2 sets
	自動除塵機の設置	幅 3m × 長さ 4m × 深さ 4.5m ピット用	1 set
Sateska	スクリューポンプの修理	24.6 m^3/min × 2.88 m × 47 min^{-1} × 37 kW	1 set
	吸込ゲートの設置	φ1200 延長シャフト付手動スルースゲート	1 set
Struga 3	スクリューポンプの修理	24.7 m^3/min × 4.4 m × 47 min^{-1} × 37 kW	1 set
	自動除塵機の設置	幅 3m × 長さ 4m × 深さ 6.8m ピット用	1 set
		幅 3m × 長さ 4m × 深さ 6.8m ピット用	1 set
		幅 3m × 長さ 4m × 深さ 4.8m ピット用	1 set
	吸込ゲートの設置	φ1200 延長シャフト付手動スルースゲート	1 set
		φ1000 延長シャフト付手動スルースゲート	1 set
		φ800 延長シャフト付手動スルースゲート	1 set
		φ600 延長シャフト付手動スルースゲート	1 set
Vranista WWTP 及び 15 ヵ所の下水ポンプ場	監視制御装置（親局）の設置	ルーター＆サーバー	1 set
		電源装置＆UPS	1 set
		監視モニター、PC、プリンター他	1 set
		親局設置に必要な電気部品類	1 lot
	子局の設置	インターフェースパネル他	15 sets
		子局設置に必要な電気部品類	1 lot
	運転制御方式の改造	超音波水位計他	15 sets
		制御方式改造に必要な電気部品類	1 lot

出典：JICA 調査団

5.2.3　水中ポンプの選定

Ellen Kamen 及びKalistaポンプ場では、新規水中ポンプを設置することになっており、又、Dalianポンプ場では可搬式の水中ポンプを設置予定である。現在はゴミによるポンプの閉塞が大きな問題になっていることから、現地の状況に適した閉塞し難い異物通過性能の良いポンプを選定する必要がある。そこで、表 5.8 に示す無閉塞ポンプの中から最適な水中ポンプの型式を選定することとする。

表 5.8　無閉塞ポンプの比較

型式	ボルテックスタイプ	スクリュータイプ	ノンクロッグタイプ
構造			
羽根形状			
異物通過性	異物が羽根車内を通過しないので、異物の通過性に優れている。	固形物の通過性は良い。	固形物の通過性は良い。
ポンプ特性	比較的小水量、低揚程に向いている。	比較的中水量、高揚程に向いている。	比較的大容量、中揚程に向いている。
ポンプ効率	低い Ex. 2m^3/min×10m×11 kW	中程度 Ex. 2m^3/min×10m×7.5 kW	高い Ex. 2m^3/min×10m×5.5 kW
維持管理性	詰まり、絡みが少ないので管理が容易である。	長尺な異物による絡みに注意が必要である。	長尺な異物による絡みに注意が必要である。

出典：JICA 調査団

つまり、これらのポンプの特徴を簡単に表現すると以下の様になる。

1)　ボルテックスポンプは、多少効率が悪いが無閉塞を優先した小口径ポンプ
2)　スクリューポンプは、長尺物が詰まる可能性があるが無閉塞を優先した高揚程ポンプ
3)　ノンクロッグポンプは、長尺物が詰まる可能性があるが経済性を優先した無閉塞ポンプ

本下水システムで採用されている水中ポンプの 1 台当たりの能力は、1～10m^3/min と幅広いことから、揚水量に応じた無閉塞ポンプを選定することになる。

そこで、1～3m^3/min 程度の小容量ポンプは、無閉塞を最優先して異物が羽根車内を通過しないボルテックスポンプを採用する。　尚、ボルテックスポンプはポンプ効率が低いが、小容量のた

め電動機出力が小さいので、電力費に与える影響は少ない。 (図 5.7)

一方、3～10m^3/min の範囲の中・大容量ポンプは、羽根車のサイズが大きくなるため異物通過性が改善されることとポンプ効率の向上を考慮してノンクロッグポンプとする。(図 5.8)

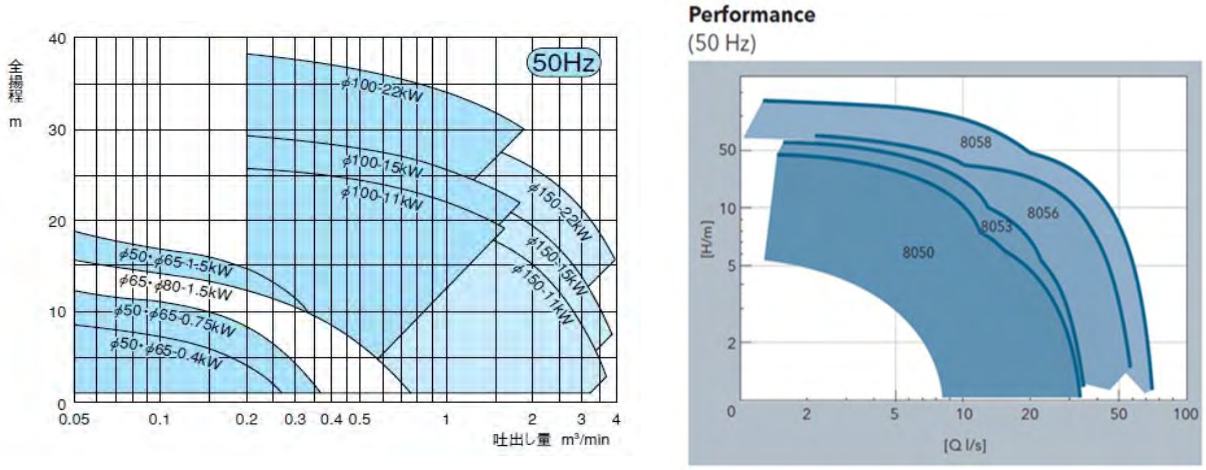


図 5.8　口径 50～150mm ボルテックスポンプの性能曲線（左：日本製、右：欧州製）

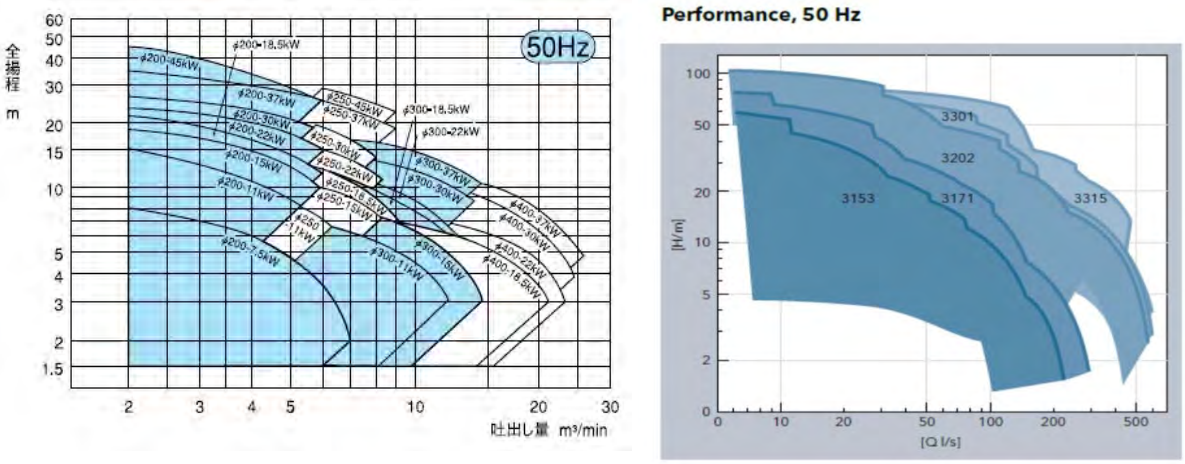


図 5.9　口径 200～400mm ノンクロッグポンプの性能曲線（左：日本製、右：欧州製）

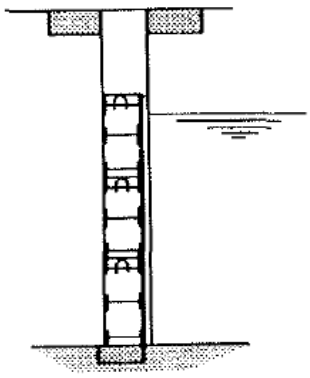
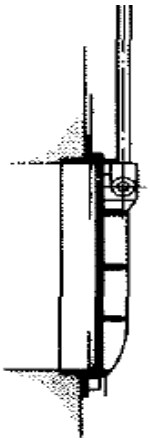
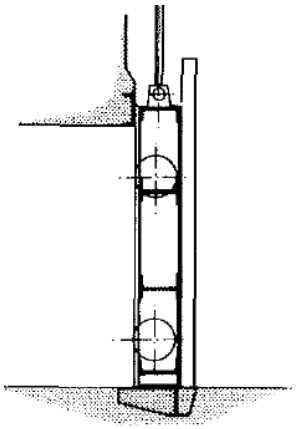
ここで、Ellen Kamen、Kalista 及び Dalian ポンプ場のポンプ揚水量は、約 1～1.5 m^3/min であることから、これらのポンプ場ではボルテックスタイプの水中ポンプを採用する。

5.2.4　メンテナンスゲートの選定

現状のスクリューポンプ場では、吸込水槽の流入口にメンテナンスゲートがない為、スクリューポンプの下部軸受のメンテナンス時に問題が発生していた。つまり、下部軸受を点検修理するためには吸込水槽の水を抜く必要があったが、流入口にゲートが無かったことから簡単に水抜き作業が出来なかった。そこで、新たにメンテナンスゲートを設置して保守点検作業の改善を図ることとする。ここで、図 5.9 と表 5.10 に示す様にいくつかの型式のメンテナンスゲートと駆動方

式を比較し、現地の状況に適した機器を選定する。

表 5.9　メンテナンスゲートの比較

型式	角落し	スルースゲート	ローラーゲート
外観			
構造	扉体に鉄板を用い水密ゴムを配した物と、単に角材を積み重ねた型式の物がある。	摺動面は金属を使用。水密ゴム併用もあり、スピンドル開閉式が多い。丸型、角型共に使用される。	水密ゴムを配した扉体両側に取り付けた数個のローラーが戸当たり摺動面を上下する。
特徴	前後の水位をバランスさせて着脱装置を用い手動操作も出来る物もある。	操作時の摩擦力が大きく、駆動力を要する。鋳鉄製もある。設計摩擦係数＝0.3	操作水深が大きくても比較的小さい動力で円滑に出来る。設計摩擦係数＝0.1
用途	大型ポンプ場のポンプ、除塵機、フラップ弁などの点検、補修、吸水槽の清掃時に水替え作業を目的として締め切る為に使用する。	農業用水や下水ポンプ場前後の水路遮断或いは切り替え時に使用する。	大型排水ポンプの吐出し側遮断、排水樋管の出口、自然排水路の切り替え時に使用する。

出典：JICA 調査団

表 5.10　メンテナンスゲートの開閉動力装置の比較

型式	手動	電動 （ロープ式）	電動 （スピンドル式）	油圧
開閉装置	ハンドル、チェーンブロック、モノレールホイスト、門型クレーン	ワイヤーロープによる巻上式。	減速機によるスピンドル式。	油圧ポンプによる直送式、圧油槽方式。
用途・特徴	小型ゲート、角落しゲートなど遠方操作不要で、使用頻度の少ない場合。	大型ゲート、クラッチ制動装置を併用して自重による閉鎖が可能。	中型ゲート、広幅の物には二連スピンドル式も用いられる。	操作系統が単純で、停電など非常時にも開閉操作が可能。

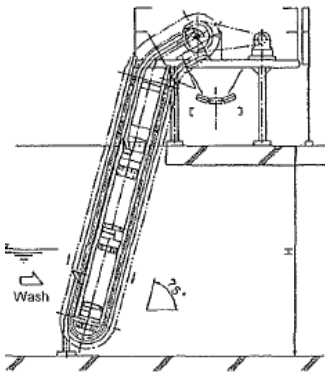
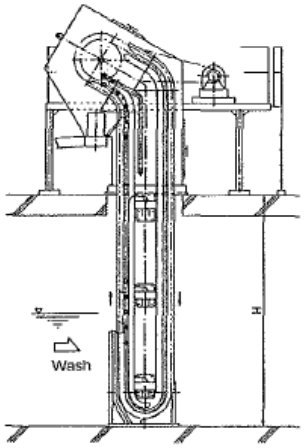
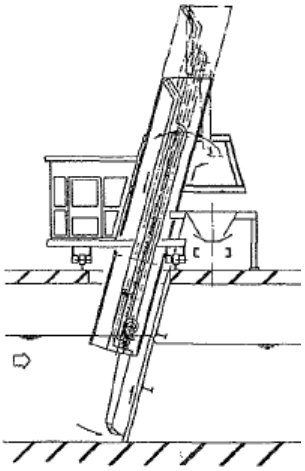
出典：JICA 調査団

現地のスクリューポンプ場は中規模の下水ポンプ場と位置付けられ、吸込水槽の流入管の口径（φ1200mm 以下）を考えるとスルースゲートが適している。また、これらゲートの使用頻度の少なさを考えると、手動のゲートで十分であることから、延長シャフト付手動スルースゲートを採用する。

5.2.5　自動除塵機の選定

本下水道システムの沈砂・し渣等の処理の方針は、市内の各下水ポンプ場でゴミの除去をせずに下水をそのまま下水処理場まで移送し、そこで一括してゴミの除去を行っている。　特に、Struga 3 下水ポンプ場はオフリド及びストゥルーガ両市内の下水を集めて下水処理場まで送水するポンプ場であることから、大量のゴミの流入が予想される。ここで、代表的な自動除塵機を表 5.11 に示すが、今回自動除塵機の設置が計画されている Struga 3 ポンプ場及び Vranista 下水処理場の揚水ポンプ場に対しては、これらの中からゴミ処理能力及び信頼性の両面を考慮した最適の自動除塵機を選定することとする。

表 5.11　自動除塵機の比較

型式	前面掻上式自動除塵機	ネット式自動除塵機	間欠式自動除塵機
外観			
構造	スクリーン前面に流れ着いたゴミをエンドレスチェーンに一定間隔で取り付けられたレーキで連続的に上方に掻き上げて除去する。 ガイドレールの採用で水中部にスプロケットホイールが無く、構造がシンプルである。	床上と水路底部にスプロケットホイールを設置し、エンドレスチェーンに取り付けられた網で流入するゴミを捉えて掻き上げる。 ゴミは床上で網の裏側からの噴射水で逆洗して取り除くため、洗浄水、洗浄装置が必要である。	レーキを水路両側のアームで保持し、アームを上下させる駆動部を水面より上部のフレームに組み込み、反復してスクリーン前面のゴミを掻き上げる。 但し、構造上水路高さの倍以上の高さの構造物になる。
用途	排水機場、下水用ポンプ場、処理場で一般的に使用されている。	小規模の下水、工場排水処理などに採用されている。	汚水沈砂池の二次スクリーンなどに採用されている。
処理可能な塵芥の大きさ	長さが 30～40cm のレーキで押し上げる為、大きなゴミの掻き上げが可能。	ネットに付着するゴミを対象としている為、ゴミの重量、大きさに制限がある。	ゴミをレーキで引き上げることから、ゴミの重量、大きさに制限がある。
塵芥処理能力	連続掻き上げなので、処理能力は大きい。	小さいゴミに対しては、連続掻き上げの為、処理能力は大きい。	反復掻き上げ方法の為、連続方式と比べると処理能力は小さい。
運転操作	自動運転、遠方操作が可能。	自動運転、遠方操作が可能。	機側操作が原則だが、自動運転、遠方操作も可能。

型式	前面掻上式自動除塵機	ネット式自動除塵機	間欠式自動除塵機
保守点検 維持管理	水中部にスプロケットホイールが無い為、水中部はメンテナンスフリーである。又、駆動部はメカニズムが簡単で維持管理は容易。	水中部のスプロケットホイール及び洗浄装置のメンテナンスが必要。尚、ゴミの種類によっては、網目にゴミが詰まり、その除去作業が必要。	駆動部が水面上にある為、点検は容易であるが、機構が複雑な為、維持管理が難しい。又、上下に反復動作する駆動部の動力ケーブルの保守点検が必要。
その他の 長所	構造が簡単な為、故障が少なく運転操作が容易である。	細かいゴミ、粘着性のゴミの掻き上げが容易である。	駆動部が水上部にあり点検が容易である。
その他の 短所	主スクリーン下部と前衛スクリーンとの間に隙間があり、ゴミの通過がある。	ゴミの重量、大きさに制限があり、ゴミの除去に洗浄水、洗浄装置が必要である。	水路が深いと構造物の高さが高くなり、価格も高い。又、動力ケーブルの痛みが早い。

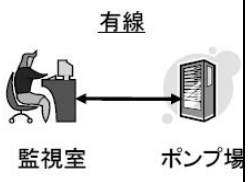
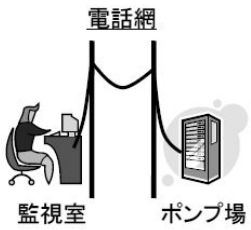
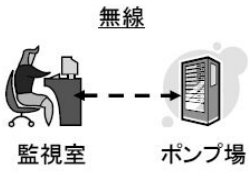
以上の様に上記 3 種類の自動除塵機はそれぞれ特徴を持っているが、今回ゴミの量が大量であること、ゴミの種類が家庭ゴミの他、衣類や木切れなどサイズ、重量共に多品種であることから、処理能力の大きさが要求される。又、自動除塵機のトラブルで下水の送水が停止すると、本送水システムが直列送水であるため全送水システムが停止し、生下水がオフリド湖や河川に越流する恐れがある。従って、自動除塵機は構造が簡単で故障が少ない堅牢なタイプで、かつ維持管理が容易な型式を選定する必要がある。

そこで、これらの要求事項を満たす自動除塵機として、処理能力と信頼性が高い前面掻き上げ式自動除塵機を採用する。尚、運転方式としては、自動除塵機前後の水位を検知し、予め設定した水位差以上になると自動的に起動し、設定時間が経過したら停止する方式を採用することとする。

5.2.6 SCADA システムの伝送方法の選定

今回の SCADA システムの伝送方式は相手国機関に対する聞き取り調査や協議を通じ単信回線の無線が候補として上がっている。しかし、地形や距離によっては電波が届かず中継局が必要な場合があり、事前調査が必要になる。そこで、改めて表 5.12 に示すいくつかの伝送方式を比較し、経済的で信頼性の高い伝送方式を選定することとする。

表 5.12 SCADA システムの伝送方式の比較

伝送方式	有線		無線	
	自営線	加入電話網	単信回線	携帯電話網
模式図				
一般的な 選択の目安	距離が短く、電力線と共架などケーブルの敷設が問題無い場合	自営線が敷設出来ず電波障害が予想され、通信頻度が少ない場合	距離が遠く、電話網が利用出来ず、悪天候時に稼働が要求される場合	子局数が比較的多くデータ量が少なく、通信頻度が少ない場合

伝送方式	有線		無線	
	自営線	加入電話網	単信回線	携帯電話網
通信 エリア	ケーブルを敷設できるエリアであれば対応可	公衆回線を共用する為、エリアは広い。	地形や距離によっては中継局が必要になる。	携帯電話が使用出来るエリアであれば対応可
事前調査	敷設ルートの調査が必要。	必要無し	電波の到達試験が必要。	必要無し
通信の 安定性	安定している。	通信の込み具合により影響を受ける場合がある。	無線の出力によっては天候に左右される場合がある。	通信の込み具合により影響を受ける場合がある。
通信の 信頼性	開発途上国では、ケーブルの盗難や断線等による通信断のリスクがある。	開発途上国など脆弱な電話網の場合、故障頻度が高く、復旧に時間が掛かる。	通信機器が故障した場合、修理や部品の取り寄せに時間が掛かる。	特に問題無く、例え故障しても公共無線の為、復旧が早い。
通信速度	～144 kbps	9,600 bps 程度	～32 kbps	～144 kbps
使用実績	○	◎	○	○
伝送路の建設費、 設備費	ケーブル長やルートにより、材料費及び敷設費が高額になる。	通信モデムなど安価である。	無線出力によっては無線装置が高価になり、地形により中継局が必要な場合は更に高額になる。	メーカで標準化が進んでおり、無線モデムなど比較的安価である。
回線使用料、 維持管理費	通信断になった場合の原因究明等、敷設ケーブルの維持管理が大変である。	電話網の維持管理は電話会社に依存する為、通信機器の維持管理費は比較的安価である。	常に通信出来る状態に維持管理する必要があるが、通信費用は不要で、維持管理費は安価である。	携帯電話網の維持管理は電話会社に依存する為、通信機器の維持管理費は比較的安価である。
総合評価	今回の場合、ケーブル長が長い為、信頼性、設備費及び維持管理費の面で推奨出来ない。	設備費は安価であるが、この地域の電話網の信頼性が低く推奨出来ない。	維持管理費は安価であるが、距離や地形によっては中継局が必要になり設備費が高価なため、事前調査が必要である。	携帯電話網による SCADA システムは最近の主流であり、設備費及び維持管理費の面でメリットがある。

出典：JICA 調査団

以上の比較検討から、最近の携帯電話網は広範囲で信頼性が向上して来ており、通信メーカ各社は携帯電話網を利用した SCADA システムの標準化を進めている。従って、今回の場合も経済性及び信頼性の面から携帯電話網による SCADA システムをとりあえず推奨するが、中継局が不要な無線設備が可能であれば、通信費が不要になる等のメリットがあることから、両者に対する最終判断は詳細設計時における現地調査の結果によるものとする。

5.2.7 施設計画

緊急事業候補の建設工事スケジュールを参考として表 5.13 に示す。但し、本表は緊急事業候補をリストの上から順番に実施して行くスケジュールを示しているが、これらの中で緊急度に応じて順番を変えることは可能である。また、これら緊急事業候補は調査を行った 2014 年 10 月時点での状況に基づき策定しているため、実施段階時に必要に応じて適宜見直しを行うものとする。

表 5.13　緊急事業候補の建設工事スケジュール（案）

CP	Location	Content of Construction	Item	First Year												Second Year											
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	Ellen Kamen	Installation of electro-mechanical facilities including 2 sets of submersible pump	Site survey	■																							
			System design		■	■																					
			Manufacturing				■	■	■	■	■	■	■	■													
			Installation												■	■	■										
			Test & Hand over															■									
4	Kalista	Replacement of 2 sets of submersible pump	Site survey	■																							
			Manufacturing		■	■	■	■	■																		
			Installation							■																	
			Test & Hand over								■																
5-1	Elsec	Repair of 1 set of submersible pump	Site survey	■																							
			Repairing		■	■																					
			Test & Hand over				■																				
5-2	Ohrid 2	1) Repair of 1 set of screw pump 2) Installation of 1 set of manual sluice gate	Site survey		■																						
			System design			■																					
			Manufacturing				■	■	■	■	■																
			Installation									■	■	■													
			Test & Hand over												■												
5-3	Dalian	1) Installation of 2 sets of manual sluice gate 2) Installation of 1 set of submersible pump	Site survey				■																				
			System design					■																			
			Manufacturing						■	■	■	■	■	■													
			Installation												■	■	■										
			Test & Hand over															■									
5-4	Podmojle	1) Installation of 1 set of manual sluice gate 2) Installation of 1 set of bar screen	Site survey							■																	
			System design								■																
			Manufacturing									■	■	■	■	■	■										
			Installation															■	■	■							
			Test & Hand over																		■						
5-5	Vranista WWTP	1) Repair of 2 sets of screw pump 2) Installation of 1 set of auto screen	Site survey								■																
			System design									■															
			Manufacturing										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
			Installation																				■	■	■		
			Test & Hand over																							■	
6-1	Sateska	1) Repair of 1 set of screw pump 2) Installation of 1 set of manual sluice gate	Site survey											■													
			System design												■												
			Manufacturing													■	■	■	■	■	■	■	■				
			Installation																					■	■	■	
			Test & Hand over																								■
6-2	Struga 3	1) Repair of 1 set of screw pump 2) Installation of 3 sets of auto screen 3) Installation of 4 sets of manual sluice gate	Site survey							■																	
			System design								■																
			Manufacturing									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						
			Installation																			■	■	■	■	■	
			Test & Hand over																								■
7	SCADA System	1) Installation of 1 master station 2) Installation of 15 slave stations 3) Modifiction of control system (15 stations)	Site survey		■	■																					
			System design				■	■	■	■																	
			Manufacturing								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■							
			Installation																		■	■	■	■	■		
			Test & Hand over																							■	■

出典：JICA 調査団

5.3　その他（井戸排水規制、管清掃）

5.3.1　公共用井戸排水の抑制

井戸排水の規制は、その実態把握及び法規制の整備などの課題がある。今回緊急事業としては、排水規制が確実に実施できる範囲として、オフリド市域に存在する公共用井戸（図 3.35 参照）に止水バルブ（10 ヵ所程度）を設置する。これにより、約 500m^3/日の下水道システムへの浸入水量削減が見込まれる。

5.3.2　管内清掃及び堆積物の除去（管洗浄車の購入）

今回実施した管路内調査により、管路内には大量の堆積物が確認されており、下水道機能の正常化のためには、定期的な管内清掃により堆積物を除去することが求められる。現在、PROAQUA にはジェット清掃車は 1 台しかなく、また性能も低いため十分な清掃ができていないのが現状である。今回緊急事業としては、2 年間で主要枝線の管内清掃を達成できるよう、管洗浄車（2 台）を調達するものである。

管洗浄車は、2 台とも主要な設備として下記を搭載したスペックを想定している。

浄水タンク　1 式
汚泥タンク　1 式
吸泥システム　1 式
高圧噴射システム　1 式

5.4　ソフト対策（組織体制・啓発強化）

優先事業に含まれる改善対策の内、ソフト対策に関わるものとして、以下の対策について示す。

5.4.1　PROAQUA 維持管理体制の強化

PROAQUA の維持管理体制強化の活動の内、次の 4 分野について概要を記述している。

(1) 定期的な管渠清掃体制の強化
(2) 下水道台帳システムの整備
(3) 管渠、ポンプ場、処理場の適正管理に必要な適切な予算の確保支援
(4) 厳密な基準による竣工検査の実施

(1) 定期的な管渠清掃体制の強化

下水・排水管渠やマンホールの維持管理は、土木・下水管渠維持管理部が担当している。同部では特に計画的な清掃や堆積物の除去は行われておらず、老朽化したジェット清掃車での対処療法的な清掃に留まっている。そのため、プロジェクトで調達予定の高圧洗浄車およびバキューム車を効果的に活用するために、同部の人員補充、作業計画の策定と計画的な清掃・洗浄作業の実

施を支援する。

(2) 下水道台帳システムの整備

下水道台帳システムは整備されておらず、下水道施設の体系的な把握が難しい状況である。そのため、プロジェクトでは下水道台帳システムを導入し、管渠やポンプ場、下水処理場などの下水道施設情報と図面の地図情報を一体化し、そのデータベース化の支援を行う。また、管路診断結果の情報も入力し、図面上で随時把握できるシステムの構築支援を行う。

下水道台帳システムの一般的な機能について表 5.14 に示す。

表 5.14　下水道台帳システムの概要

主な入力情報	期待される効果
① 下水道施設情報の管理 －　施工年次 －　供用開始年次 －　接続人口 －　材質、材料、等 ② 維持管理情報 －　清掃、調査 －　修繕、改築 －　苦情情報、等	• 日常的な施設情報の体系的な管理 • 施設情報と地図情報の融合、視覚的な把握 • 維持管理情報の時系列的な蓄積、利用 • 効果的な資産管理への活用 • 施設の長寿命化計画への反映

出典：JICA 調査団

(3) 下水道施設の適正管理に必要な適切な予算の検討および確保支援

現状では、下水道施設の維持管理に十分な予算は確保されているとはいえない。適正な施設の維持管理に必要な予算を検討し、PROAQUA の理解を促進する。一方、厳しい事業運営状況、下水道収入の大幅な増加も見込めない現状を考慮し、優先順位に応じた戦略的な予算配分の検討と提案を行う。

予算確保のための主な方策（案）を以下に示す。

- 経営層による施設維持管理への予算配分の重要性の認識を促進する
- 特に、業務ユニットの枠組みを超えた、柔軟な予算配分を提案する
- 支出費用（人件費削減、検針業務の外部委託）の削減を検討・支援する
- 料金徴収率の増加（未納者対策の実施）を促進・支援する

(4) 竣工検査体制の強化

PROAQUA および Niskogradba では、外部に工事委託することは原則ない。基本的に下水道接続に関しては自社の配管工が行うものの、住民による目視確認だけで、内部的な工事検査体制はない。また、PROAQUA の場合、住居建築の際に住民が民間配管業者に接続工事を依頼することもあり、施工上の品質や誤接続の可能性など維持管理における品質も適切な施設の接続が現場で検査されていないため担保できていない。

したがって緊急事業では、下水管渠接続工事に関する工事検査の担当部署を各社内で規定し、工事検査チェックリストに沿って工事検査を行う体制整備を支援する。チェックリストは担当部署と協議し、現地の施工状況を反映した検査項目を選定する。下水管渠接続工事に関する検査項

目の例を表 5.15 に示す。

表 5.15　下水管渠接続工事に関する検査項目（例）

分　野	主な検査項目
配管	-口径、接続経路 -接合 -分岐管の穿孔、取付 -誤接続の有無
構造材質	-接続管の管種、構造、材質 -分岐管の管種、構造、材質
土工事	-埋設位置、埋設深さ -他埋設物との占有位置の確認 -布設時の標示テープ・シート -埋戻し -締固め
道路復旧	-舗装道路の復旧 -道路管理者からの許可条件の遵守

出典：JICA 調査団

5.4.2　公用井戸および私用井戸の排水規制

(1) 公共井戸への止水バルブ設置

オフリド市およびストゥルーガ市では、地下水が豊富で地下水位が比較的高い。観光地であることから公園や市民広場での修景のための噴水や、民有地内での自噴井戸水の利用が習慣的、日常的に行われている。井戸水の利用実態は不明であるが、現地調査では未使用の排水が下水道システムに流入していることが確認されている。その防止のためには量水器やバルブの設置によって、使用時以外の流出水を抑制することが有効な対策となる。

一方、現状の法制度では、井戸排水を規制する法的根拠が明確でないため、直ちに規制することは難しい状況である。そのため、私用井戸の量水器やバルブの設置は利用者には特に義務づけられておらず、各利用者のボランタリーな取り組みに頼らざる得ない状況である。公共井戸については PROAQUA が管轄していることから、止水バルブの設置については特に制約がない点を現地調査で確認している。したがって、緊急事業では、止水バルブが未設置である公共井戸 10 ヵ所程度を対象に、止水バルブを実際に設置し、公共井戸からの排水量を低減させる。

(2) 止水バルブおよび量水器設置促進制度の構築支援

私有井戸からの排水量は 10,000m^3/日とも見積られ、この流入量を抑えることは下水道システムの健全化という観点からも非常に効果が高いと考えられる。一方、地方自治体側や事業体側からすると、前述したように井戸水の排水に関する法的根拠や政府レベルの方針は明確でなく、対策が取りづらい現状がある。そのため、中長期的な対策としては、法的根拠の明確化と各地方自治体による条例や補助金の整備を行い、「井戸水利用者用の止水バルブおよび量水器の設置促進制度の構築」が必要となる。これらの対策については時間がかかることが予想されるため、本事業では緊急対策として、その促進制度構築への提言と人材育成を行い、その制度整備の足掛かり造りへの支援を行う。

具体的な活動および補助金交付に関する要綱概要を表 5.16、表 5.17 に示す。

表 5.16　止水バルブおよび量水器設置促進制度の構築支援活動

活動内容	対象機関/部署
① 現状の法制度と問題点の再整理 - Law on Water - Law on Drinking Water Supply and Sewerage of Urban Wastewaters - その他関連法令 ② 政府レベルの方針（法的根拠）の明確化支援 ③ 市レベルの補助金制度導入への提案	環境計画省 オフリド市 ストゥルーガ市 PROAQUA 法務サービス部

出典：JICA 調査団

表 5.17　補助金交付に関する要綱案（概要）

項　目	概　　要
1. 目的	地下水の適正な水使用と管理を支援するため、市域内の井戸に量水器又は自噴井に止水バルブを設置する者に対して補助金を交付する
2. 補助対象	市域内の私有井戸に止水バルブ、量水器を設置する住民
3. 補助金額	止水バルブ〇〇円/件 量水器（口径〇〇mm）〇〇円
4. 補助金申請	補助金の交付を受けようとする者は、あらかじめ申請書を〇〇に提出する
5. 完了届	申請者が設置工事を完了した際に完了届および付属書類を添えて〇〇に提出する
6. 補助金の交付	〇〇は現地設置の確認を行い、設置完了した後に申請者に補助金を交付する等

出典：公益財団法人くまもと地下水財団資料を基に JICA 調査団作成

5.4.3　ゴミ投棄防止の市民啓発

管渠やポンプ場のスクリーンなどの下水道施設内には、住民生活に由来する生活資源ゴミの流入が日常化しており、施設能力を低下させている。生活資源ゴミは、道路やマンホールの開口に直接捨てたられたものが流入していると考えられる。インフラが整備されても、住民の生活習慣や衛生環境に関する意識を変えなくては根本的な解決は得られない。

したがって、緊急事業では、PROAQUA および Niskogradba のゴミ投棄防止のための啓発活動の強化を行う。実施にあたっては、オフリド市およびストゥルーガ市の両市市民を対象とするが、観光客の比較的多いオフリド市よりもストゥルーガ市のほうがゴミ投棄の状況が悪いことから、ストゥルーガ市のほうにやや焦点を置いた取組みを行う。

ゴミ投棄防止の啓発活動案を表 5.18 に示す。

表 5.18　ゴミ投棄防止に係る啓発活動計画（案）

目的	対象	手法	項　目
ゴミ投棄防止への理解促進および環境教育	• 一般住民（500 名程度） • 児童（100 名程度） （オフリド市、ストゥルーガ市両市）	• 住民説明会 • 小学校訪問 • 報道（ラジオ、新聞等） • ホームページ • パンフレット	• ゴミ投棄の現状 • ゴミ投棄の下水道システムへの影響 • ゴミ処理費用と下水道事業運営への負荷 • 正しい下水道の使い方

出典：JICA 調査団

5.4.4　分流区域排水設備適正化の市民啓発

KfW プロジェクトなどによって、従来の合流式から汚水管と雨水管が両方敷設された分流式の路線が一部整備されている。しかしながら、公共下水道の分流化とともに、宅地内の排水設備も分流化する必要があるものの、その改造及び取付管に要する工事費用は利用者負担であるため、完全な分流化が遅々として進んでいない。既存の不完全な分流式による雨水流入量は、下水道システムにかなり大きい影響を与えていると想定される。

したがって、オフリド市およびストゥルーガ市の宅地内の排水設備分流化が行われていない住民を対象に、プロジェクト実施機関の啓発活動を支援し、排水設備の適正化を促進する。具体的には、分流区域の排水設備の適正化に関するマニュアル作成、住民への啓発活動の支援、それにともなう人材育成を行う。基本的には、前節「ゴミ投棄防止の市民啓発」の活動と合わせて実施する。分流区域排水設備適正化に係る啓発活動計画の案を表 5.19 に示す。

表 5.19　分流区域排水設備適正化に係る啓発活動計画（案）

目的	対象	手法	項　目
分流化排水設備の適正化への理解促進	– 一般住民（500 名程度） （オフリド市、ストゥルーガ市両市）	• 住民説明会 • 報道（ラジオ、新聞等） • ホームページ • パンフレット	• 合流式/分流式下水道システムの概要 • 非完全な分流式システムの現状と問題点 • 宅地内排水設備の分流化の必要性

出典：JICA 調査団

第7章　緊急事業の実施体制

7.1　プロジェクトの実施体制に係る代替案

現地調査結果を踏まえ、調査団より (1) 国（環境計画省）が主体となる案、(2) 上下水道公社（PROAQUA）が主体となる案、の二案をマケドニア国側に提案した。その内、調査団は PROAQUA の財務能力、借款返済能力およびマネジメント能力の理由から、(1) 案を推奨した（2015 年 8 月 最終報告書案）。

その後に行われた追加調査（2015 年 11 月）では、財務省との協議で、各地方自治体への融資限度額の話があり、本事業の融資額はストゥルーガ市およびオフリド市に設定している限度額を超過するため、(2)案は適用できないとの見解が示された。

一方で財務省は、国家公社を新たに設置する案を独自に財務大臣に提案（2015 年 11 月第 1 週）していることが明らかになった。現時点（2015 年 11 月 25 日時点）では、その回答待ちの状況である。また環境省は、本事業の実施体制の情報を含む事業の提案書を、2015 年 12 月 2 日に閣議に提出する予定である。その提案書には、当初の(1) 案に新しく示された財務省案を加えた二案を提案する方針であることが確認された。

現時点（2015 年 11 月 25 日時点）では、「マケドニア国側がどちらの案を採用するかについて、明確な結論が出ていないため、本報告書では、(1) 国（環境計画省）が主体となる案（代替案①）、(2) 国家公社による案（代替案②）、の二案を代替案として記述する。

但し、代替案②については新案であり、その詳細も決定されていないため、入手可能な情報で記述するに留める。

7.2　プロジェクトの実施体制

代替案①および代替案②にかかわらず、プロジェクトの実施体制としては、プロジェクト実施ユニット（PIU）が中心となってプロジェクトの実施およびモニタリングを行う。借主は財務省であり、PIU からプロジェクトの進捗報告を受ける。

プロジェクト・マネジメント・コンサルタントは、設計、入札補助、工事監理、モニタリング、評価を担当し、全面的にプロジェクト実施ユニットを支援する。

プロジェクト実施の関連機関の役割と責任を次表に示す。

表 7.1　プロジェクト実施体制

関連組織	責任機関	責任と役割
借主	財務省	- プロジェクトの進捗状況に応じてODA資金を配賦し、プロジェクト実施機関によるプロジェクト費用の回収能力について、分析と指導を行う - マケドニア国側借主の責任機関として、円借款金額の償還を予定通り行う - プロジェクトの進捗に応じて、アドバイスや指導を行う。
プロジェクト実施ユニット（PIU）	代替案①の場合 ➢ 環境計画省 代替案②の場合 ➢ 新国家公社	- 借款契約に準じた、包括的なプロジェクトの実施管理 - 計画、モニタリング、プロジェクトの進捗レビュー - プロジェクトの技術面、財務面における進捗のモニタリング - プロジェクトの進捗管理のためのモニタリングシステムの構築 - プロジェクト活動に関連する課題の調整と解決 - 予算管理 - 物品・工事・サービスの調達 - 貸主への連絡・調整

出典: JICA 調査団

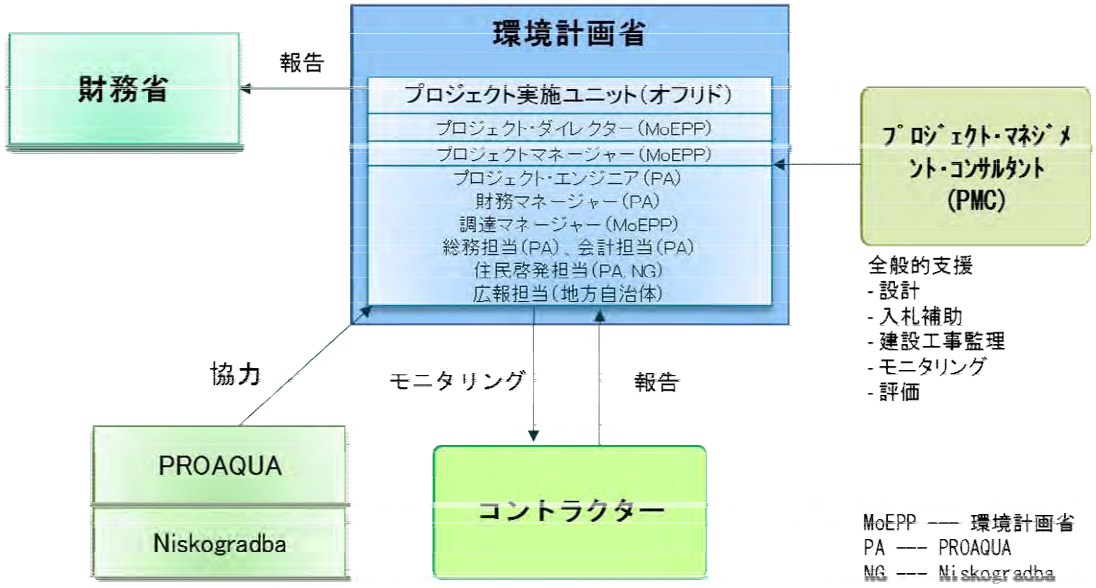
その他、マケドニア国側との追加調査における協議を通じて確認された点を以下に示す。

分野	内　容
PIU の機能	• PIU はプロジェクト活動に必要な意思決定、承認を基本的に行う
調達	• 代替案①の場合、調達に関しては環境計画省 財務部 公共調達課（Dept.of Financial Affairs, Public Procurement Unit）が決定、承認する • 実際の調達も同課が実施する
PIU メンバーの配置	• 財務省より、プロジェクト･ダイレクター（PD）、プロジェクト･マネージャー（PM）は常勤での配置についてリクエストがあった • 代替案①の場合、環境計画省本省から PD、PM へのアサインは困難であるため、外部からの新規雇用などの可能性について聞いており、回答待ちの状況である（2015 年 12 月 12 日現在） • 代替案①の場合、住民啓発担当は PROAQUA 及び Niskogradba から配置される • 代替案①の場合、広報はオフリド市、ストゥルーガ市から各 1 名が配置される • 代替案①の場合、PROAQUA 及び Niskogradba から配置される職員の給料は、各所属機関が負担する（これについては特に法的な根拠はない） • 代替案①の場合、PROAQUA 及び Niskogradba の職員配置は、 公社の総裁が命令（Order）を出すことで可能となる（特に市からの承認は必要ない）

7.2.1　代替案 ①

環境省が主体となってプロジェクト実施ユニットを設置する。PROAQUA および Niskogradba は、エンジニア、住民啓蒙、総務、財務・会計の担当職員を提供し、協力する。

代替案①のプロジェクトの実施体制図を次図に示す。



出典: JICA 調査団

図 7.1　プロジェクト実施体制（代替案①）

7.2.2　代替案 ②

新しく設立される国家公社に、プロジェクト実施ユニットを設置する。新公社は、第一次幹線および下水処理場の運営維持管理を担当している PROAQUA の担当部署が母体となると考えられるため、プロジェクト実施ユニットの職員は主に同公社からほとんど配置されると想定している。

新国家公社の主なコンセプトを以下に示す。

・新公社は、第一次管渠および下水処理場の運営維持管理を担当する

・新公社は、政府によって管理される（特定の省庁の管轄下ではない）

・主な職員は、現在の PROAQUA の担当部署を新公社に異動する

・財務省は新公社にプロジェクト資金を融資し、第一次管渠および下水処理場に係る料金収入で借款金額の返済を行う

・国家（財務省）が最終的な借款金額の返済保証する

・下水道施設に係る資産は両市に帰属するので、プロジェクト始める前に資産の新公社への移譲について契約を交わす

・実施に向けた詳細な検討は、提案が承認されてから始まる

代替案②のプロジェクトの実施体制図を次図に示す。

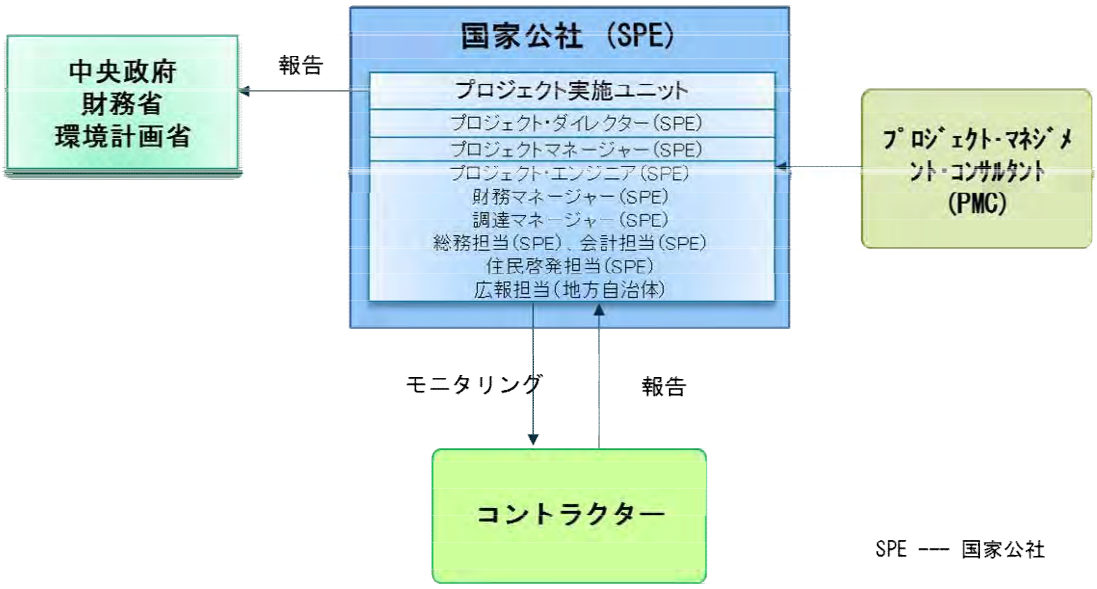


図 7.2　プロジェクト実施体制（代替案②）

7.3　プロジェクト実施ユニット

プロジェクト実施ユニットは､プロジェクト実施を目的として一時的に設立される機関である。同ユニットはプロジェクト管理とモニタリングを促進すること目的としており、限定された期間のプロジェクト実施のための機関である。

プロジェクト実施ユニットの概要について、代替案①と代替案②に分けて以下に示す。

7.3.1　代替案 ①

(1) 設置主体

実施機関は環境計画省であり、同省が主体となり PIU を設置するケースである。PIU はオフリドに設けられる。

(2) 職員配置

プロジェクト実施ユニットは、以下の職員によって構成される：(1) プロジェクト･ダイレクター、(2) プロジェクト･マネージャー、(3) プロジェクト・エンジニア、(4) 財務マネージャー、(5) 調達マネージャー、(6) 総務担当、(7) 会計担当、(8) 住民啓発、(9) 広報。

プロジェクト･ダイレクターおよびプロジェクト・マネージャーは常勤職員が望ましいため、環境計画省職員の配置が困難な場合には、新たに外部から雇用する。調達業務は環境計画大臣から委任を受けた同省職員が担当する。エンジニアリング業務は、基本的には PROAQUA の職員（主に土木・下水管渠維持管理部職員）によって構成する。住民啓発は PROAQUA および Niskogradba の職員から配置する。また、広報については公社を管轄する地方自治体（ストゥルーガ市、オフリド市）の職員が担当する。各公社からの職員の人件費は、各公社が負担する。

プロジェクト実施ユニットの職員配置計画を次表に示す。

表 7.2　プロジェクト実施ユニットの職員配置と責任範囲（代替案①）

分　野	担　　当	所属	人数	従事形態	プロジェクト・コンポーネント					
					①	②	③-⑥	⑦	⑧	⑨
マネジメント	1.プロジェクト･ダイレクター	MoEPP	1	専任	○	○	○	○	○	○
	2.プロジェクト･マネージャー	MoEPP	1	専任	○	○	○	○	○	○
技術	3.エンジニア	PA	8	専任						
	土　木				○	○				
	機　械			専任		○	○			
	電　気			専任			○	○		
	維持管理			専任	○					○
	4.エンジニア補	PA	4	専任 2 兼務 2						
住民啓発・広報	5.住民啓発ファシリテーター	PA, NG	2	専任 1 兼務 1					○	
	6.広報	ｽﾄｩﾙｶﾞ市、ｵﾌﾘﾄﾞ市	2	兼務 2					○	
総務・財務	7.財務・会計	PA	2	専任 1 兼務 1	○	○	○	○	○	○
	8.総務	PA	2	専任 1 兼務 1	○	○	○	○	○	○
	9.調達	MoEPP	2	専任 1 兼務 1	○	○	○	○	○	○
その他	10.オフィス･アシスタント	PA	3	専任	○	○	○	○	○	○
合　　計			25							

○--- 担当コンポーネント、MoEPP --- 環境計画省、PA --- PROAQUA、NG --- Niskogradba

出典：JICA 調査団

7.3.2　代替案 ②

(1) 設置主体

新しい国家公社が実施機関となり、その組織内に PIU を設置するケースである。

(2) 職員配置

プロジェクト実施ユニットの職員構成は、代替案①と同じであり、以下によって構成される：(1) プロジェクト･ダイレクター、(2) プロジェクト･マネージャー、(3) プロジェクト・エンジニア、(4) 財務マネージャー、(5) 調達マネージャー、(6) 総務担当、(7) 会計担当、(8) 住民啓発、(9) 広報。

プロジェクト･ダイレクターをはじめ、大部分の業務は、国家公社の職員が担当することが円滑に業務を実施する上で望ましいと考えられる。広報については、代替案①と同様に、地方自治体（ストゥルーガ市、オフリド市）が職員を配置する。但し、新しく設立される国家公社の詳細が不明であるため、ここではあくまでも想定として記述している。

プロジェクト実施ユニットの職員配置計画を次表に示す。

表 7.3　プロジェクト実施ユニットの職員配置と責任範囲（代替案②）

分　野	担　　当	所属	人数	従事形態	プロジェクト・コンポーネント					
					①	②	③-⑥	⑦	⑧	⑨
マネジメント	1.プロジェクト･ダイレクター	新公社	1	専任					○	○
	2.プロジェクト･マネージャー	新公社	1	専任					○	○
技術	3.エンジニア	新公社	6	専任						
	土　木									
	機　械			専任						
	電　気			専任						
	維持管理			専任						○
	4.エンジニア補	新公社	4	専任 2 兼務 2						
住民啓発・広報	5.住民啓発ファシリテーター	新公社	2	専任 1 兼務 1					○	
	6.広報	ｽﾄｩﾙｶﾞ市、ｵﾌﾘﾄﾞ市	2	専任					○	
総務・財務	7.財務・会計	新公社	2	専任 1 兼務 1					○	○
	8.総務	新公社	2	専任 1 兼務 1					○	○
	9.調達	新公社	2	専任 1 兼務 1					○	○
その他	10.オフィス･アシスタント	新公社	2	専任					○	○
Total			25							

○--- 担当コンポーネント

出典：JICA 調査団

7.4　プロジェクト実施ユニット(PIU) 職員の主な業務と役割

プロジェクト実施ユニット職員の主な業務と役割を次表に示す。

表 7.4　プロジェクト実施ユニット職員の主な業務と役割

職位	主な業務と役割
プロジェクト･ダイレクター	• 業務全般の調整 • 技術的業務の全体管理 • コンサルティングおよび施工監理に係る日常業務の遂行 • 文書全般のレビューと活動報告 • プロジェクト実施ユニット職員への指示・指導
プロジェクト･エンジニア	• 技術的調査の実施、管理 • プロジェクトの技術的な計画業務の実施 • 現場レベルでの全般的な施設のエンジニアリング業務の設計、監理 • 現場レベルでの全般的な維持管理・清掃業務の管理 • 定期的なプロジェクト活動のモニタリングと達成 • プロジェクトの進捗報告書の作成、関係者への提出 • 契約管理業務の補助
プロジェクト･エンジニア補	• プロジェクト･エンジニアの業務補佐（特に現場レベルでの実施、管理、モニタリング） • 技術的な計画の作成と支援 • 報告書の作成補助 • 現場レベルでのプロジェクト活動の進捗モニタリング補助
住民啓発・広報	• 住民啓発活動の計画・実施

職位	主な業務と役割
	• 広報活動の計画・実施
会計	• 全般的なプロジェクト会計と財務管理の実施 • 時宜に応じた出金及び会計に係る財務報告書の作成
総務	• 総務関連業務の実施管理（記録、文書管理、コミュニケーション、等） • 物品・サービスの調達管理

出典：JICA 調査団

7.5 プロジェクト実施ユニット(PIU)職員の要件

プロジェクト実施ユニット職員の要件を次表に示す。

表 7.5 プロジェクト実施ユニット職員の要件

職位	要件
プロジェクト･ダイレクター	学歴：学士（エンジニアリング（土木）以上 経験：下水道施設/排水施設の建設、維持管理、下水セクターに関連する全般的なプロジェクト経験、最低20年以上 • 管渠の維持管理に関連する知識・経験 • ポンプ場の機械・電気設備に関する知識・経験
副プロジェクト･ダイレクター/プロジェクト･マネージャー	学歴：学士（土木）以上 経験：下水道施設/排水施設の建設、維持管理に関連する全般的な経験、最低15年以上 • 管渠の維持管理に関連する知識・経験 • ポンプ場の機械・電気設備に関する知識・経験
プロジェクト･エンジニア	学歴：学士（エンジニアリング（土木、電気、機械））以上 経験：下水道施設/排水施設の建設、維持管理に関連する経験、最低10年以上 • 管渠の維持管理に関連する知識・経験 • ポンプ場の機械・電気設備に関する知識・経験 • 下水道施設のシステム管理（SCADA含む）に関する知識・経験
プロジェクト･エンジニア補	学歴：学士（エンジニアリング（土木、電気、機械））以上 経験：下水道施設/排水施設の建設、維持管理に関連する経験、最低3年以上 • 管渠の維持管理に関連する知識・経験 • ポンプ場の機械・電気設備に関する知識・経験 • 下水道施設のシステム管理（SCADA含む）に関する知識・経験
住民啓発・広報	学歴：学士（社会科学、観光、あるいは他関連学部）以上 経験：住民対応・啓発、あるいは広報、コミュニティサービスに関連する経験、最低3年以上 • 住民対応・啓発活動に関連する知識・経験 • 広報・コミュニティサービス活動に関する知識・経験
会計	学歴：高等学校、専門学校卒業以上 経験：会計・財務に関連する経験、最低8年以上 • 会計・財務に関連する知識・経験
総務	学歴：高等学校、専門学校卒業以上 経験：総務全般に関連する経験、最低8年以上 • 総務・契約・人事に関連する知識・経験
調達	学歴：学士（エンジニアリング/科学/商業）以上 経験：調達/資機材選定に係る経験、最低5年以上 • 調達方法、調達手順、資機材の品質・価格等に関する知識・経験 • 政府機関の調達に係る知識・経験

出典：JICA 調査団

7.6　プロジェクトの資金フロー

プロジェクトの資金フローについては、代替案①および代替案②ともに、詳細については確定できなかった。そのため、ここでは案を示すに留める。

7.6.1　代替案 ①

代替案①の資金フローでは、プロジェクト資金は財務省から無償ベースで環境計画省の PIU に配賦され、特に金利は科されないことを想定している。

代替案①の資金フロー案を次図に示す。

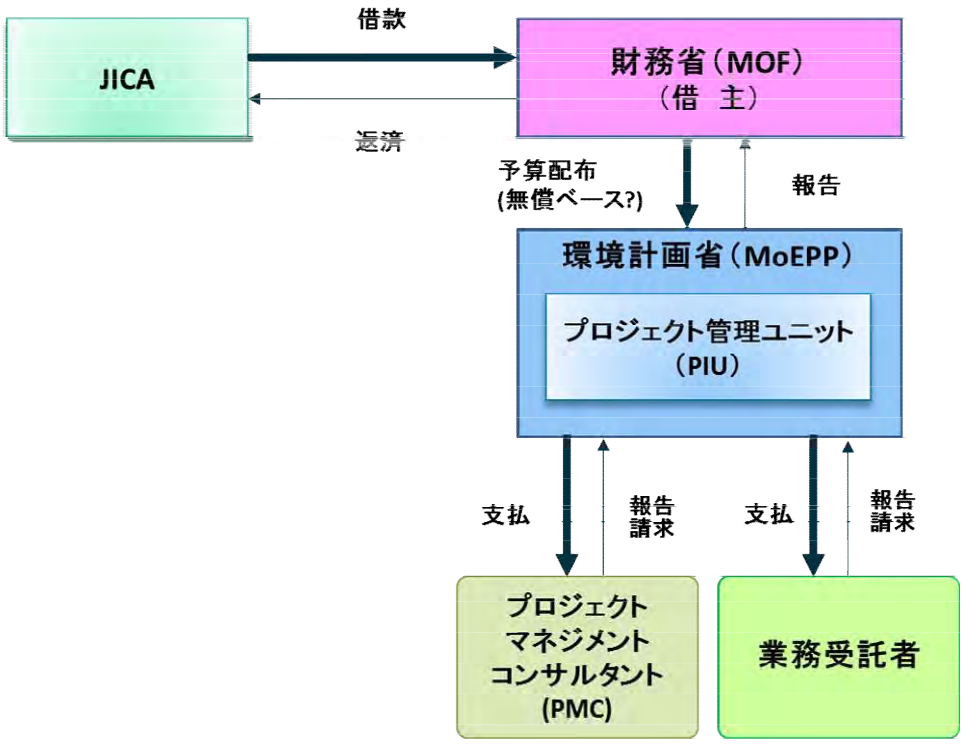


図 7.3　プロジェクトの資金フロー（代替案①）

7.6.2　代替案 ②

代替案②の資金フローでは、財務省は新たに設立される国家公社とサブローン契約を結ぶ。プロジェクト資金は、国家公社に転貸される。国家公社は元本と金利分を直接財務省に返済する。

代替案②の資金フロー案を次図に示す。

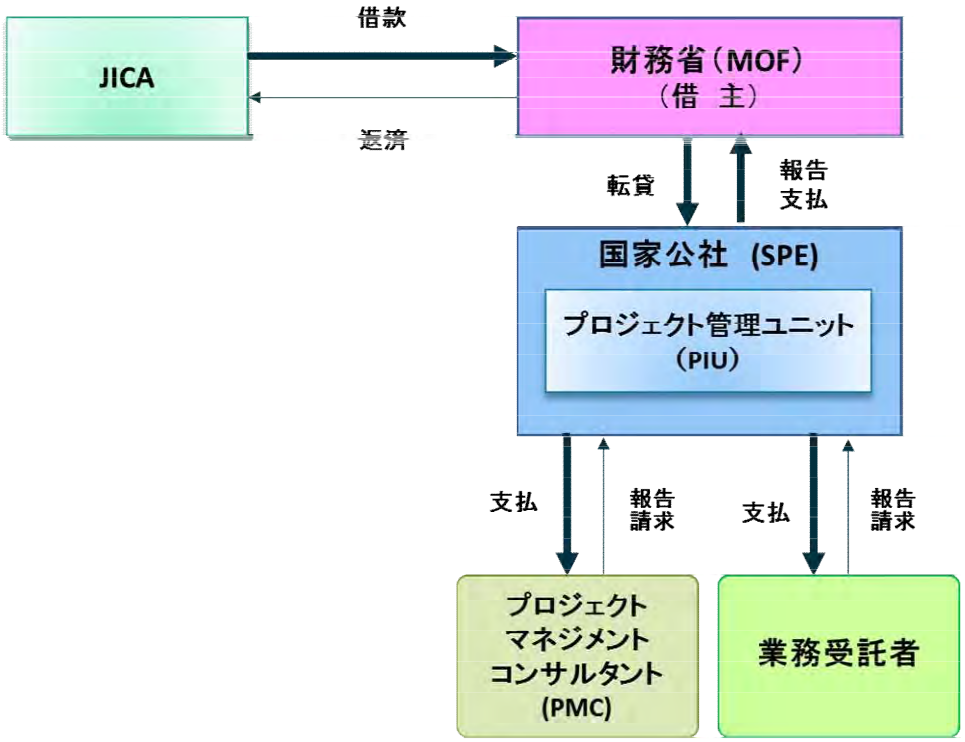


図 7.4　プロジェクトの資金フロー（代替案②）

7.7　プロジェクト実施後の運営維持管理体制と組織改善案の提案

7.7.1　プロジェクト実施後の運営維持管理体制

(1) 代替案 ①

PROAQUA

プロジェクトの実施後、下水管渠（第 1 次、第 2 次管渠）の日常的な維持管理は、PROAQUA の土木・下水管渠維持管理部が責任部署となりその活動を行う。同責任部署は、下水管渠の点検、清掃・洗浄の作業計画を策定し、プロジェクトで供与される CCTV 車および洗浄車を使用し、計画的な清掃・洗浄作業を実施する。

新設および修繕されたポンプ場の維持管理は、維持管理部（油圧・機械）および維持管理部（電気技術）が主に担当する。水中ポンプ、スクリューポンプ、自動除塵機、吸込ゲートの保守点検を定期的に実施する。

SCADA システムについては、監視制御装置（親局）の設置される VranistaWWTP が全般的なシステム管理を行う。必要に応じて、ポンプ場の子局の保守点検も担当する。

住民啓発活動については、広報部が主体となって、プロジェクト後の私有井戸利用者への止水バルブ及び量水器の設置、ゴミ投棄防止、排水設備の適正化の促進を行う。その際、プロジェクトで作成した啓発・啓蒙用の資料を効果的に活用する。

Niskogradba

プロジェクトの実施後、下水管渠（第 2 次管渠、第 3 次管渠）の日常的な維持管理は、下水道建設・改良・維持管理部が責任部署となりその活動を行う。同部署は、下水管渠の点検、清掃・洗浄の作業計画を策定し、プロジェクトで供与される CCTV 車および洗浄車を使用し、計画的な清掃・洗浄作業を実施する。

住民啓発活動については、総務部内にある広報課が主体となって、プロジェクト後の私有井戸利用者への止水バルブ及び量水器の設置、ゴミ投棄防止、排水設備の適正化の促進を行う。その際、プロジェクトで作成した啓発・啓蒙用の資料を効果的に活用する。

(2) 代替案 ②

代替案②の場合､組織自体の設立も決定していないため詳細は不明であり､ここでは省略する。

7.7.2 組織改善案の提案

(1) 代替案 ①

プロジェクトで新設、あるいは修繕・更生された下水道施設を効果的に運用、維持管理するための組織改善案を以下に提案する。特に、下水管渠の維持管理部署が脆弱であることから、その強化の観点から提案するものである。

- PROAQUA 土木･下水管渠 維持管理課（Dept. of Civil and Maintenance of Sewerage Network）の増員

1) PROAQUA 土木･下水管渠 維持管理課の強化

PROAQUA では、下水管渠やマンホールなどの維持管理を担当する職員は 3 名（2015 年 11 月現在）であり、対症療法的な活動に留まっている。特に一次管渠（Collector）については、布設後、ほとんど維持管理が行われてこなかったことから、本調査によって浸入水、管破損・亀裂、継手ずれ、樹木根侵入などが明らかになった。従来、一次管渠の維持管理は汚水収集幹線ユニットの担当であるが、特に管渠専門の職員がいるわけではない。そのため、効果的で持続性のある維持管理のため、土木・下水管渠 維持管理課が二次・三次管渠の維持管理と合わせて行うことを提案する。

プロジェクトでは、CCTV 車と清掃車（各 2 台）の調達が予定されていることから、土木・下水管渠維持管理部の人員を増加し、下水管渠の維持管理体制を強化する必要がある。最低 10 名の維持管理の担当職員が必要と想定される。現在の担当職員は 40～55 歳と高齢化が進んでいるため、若年層を新規雇用、あるいは中途雇用で補充し、経験とノウハウの伝承を図る必要がある。財務状況が厳しいことから、4 名を既存職員の配置転換、3 名を新規雇用と想定すると、費用は約 3 万米ドルになる。一方で定年退職による自然減が予測されることから、新たにかかる費用は特に発生しないと予測され、実現性は十分にあると判断される。

同部署では、導入される CCTV 車と清掃車を活用し、下水管渠（一次、二次）および雨水システムの清掃、閉塞物の除去、維持管理や定期的な検査を主な活動として実施する。

また、同部署は予防的な維持管理を可能とする、下水管渠の定期的な維持管理計画を策定する

必要がある。同計画の下、下水管渠やマンホールを定期的に検査し、必要に応じて修繕・修理することが重要である。特にトラブルや問題の多い箇所については、検査頻度を多くするなど、優先度に応じた対応が求められる。中長期的には、対症療法的な維持管理活動から予防的な維持管理活動へとシフトしていく体制造りが必要である。

(2) 代替案 ②

代替案②の場合、組織自体の設立も決定していないため詳細は不明であり、ここでは省略する。

7.8 プロジェクト実施における留意点

プロジェクトの実施体制については、現時点において（2015 年 11 月 25 日）、マケドニア国側での方針が確定していないため、本報告書では二案について併記している。マケドニア国政府側は、早急に実施体制について全体的なコンセンサスを固め、詳細を確定する必要がある。

代替案①および代替案②の各案の実施体制における主な課題について、以下に示す。

項目	代替案①	代替案②
体制の構築		• 新たに国家公社を設立するため、設立前の調査、法的な手続きなどにかなりの時間を要すると推定
PIU の人員体制	• 常勤のプロジェクト･ダイレクター/ プロジェクト・マネージャーの外部雇用の可否について、明確にする必要あり	• PROAQUA からの分割が想定されるため、国家公社から資格要件を満たした人員を配置できるか不明
資産	• 新規建設施設の資産委譲の手続きについて明確にする必要あり	• プロジェクト実施前に、国家公社への資産移譲手続きが必要 • 資産移譲手続きとそれにかかる期間を明確にする必要あり
プロジェクト資金の配賦	• 財務省は、環境計画省への無償ベースによる資金配賦を想定していない • マケドニア国政府内でのコンセンサスが必要	• 新公社への転貸条件の詳細を決定する必要あり
返済	• 無償ベースでない場合の返済方法や返済条件を明確にする必要あり	• 国家公社の財務状況を基にした債務返済能力の検討要 • 第一次管渠および下水処理場の事業サービス収入のみによる返済は極めて困難と予測される
政府保証		• 国家公社が返済不能の場合を想定した、政府保証を明確にする必要あり

第9章　環境社会配慮

9.1　環境社会配慮にかかる政策・法制度

9.1.1　環境政策

(1) 国家環境アクションプラン（NEAP）

EU の環境政策及び法体系との合致、各セクターの政策と環境政策を一体化、効果的な環境管理のための行政体制にすることを目的として 2006 年に NEAP が策定された。NEAP の中で水分野の問題点として、以下のようなことが挙げられている。

- 水資源管理の統合的なアプローチの不足
- 水分野への投資の不足
- 下水処理場及び幹線の不足
- 時代遅れな水質管理システム
- 低い料金徴収率
- 劣悪な雨水システム

それに対する施策として 2 つを挙げている。

- 国家水戦略と統合的な流域管理計画の作成
- 優先下水処理場及び付随施設の建設

(2) 地域環境アクションプラン（LEAP）

NEAP に従い、市は LEAP を作成しなければならない。最終目標は、環境・自然の保護・改善のための手法と活動を期限と財務的枠組みを合わせた長期計画である。LEAP は 6 年間をその起源としている。LEAP では市の環境汚染レベルを評価した上で、環境保護、人々の健康のための手段と活動、市の責任を明確にしている。特に以下のような手段と活動を含む。

- 一定の基準を守る十分な水の供給
- 水の汚染からの保護、汚水処理、排ガスの削減、水域への危険物質の排出の削減、水不足の軽減
- 自然・文化観光とその影響の評価
- 生物多様性の保護
- 天然資源の管理と使用

オフリド市では 2012 年に作成されている。ストゥルーガ市では現在のところ作成されていない。

9.1.2　環境社会配慮にかかる法制度

マケドニアでは EU 加入を目指して 2002 年より環境法制度を EU に合致するよう改定を行っている。以下が改定された環境社会配慮にかかる主要な法律である。

表 **9.1**　環境社会配慮にかかる主要法

Law on Environment	“Official Gazette of RM” No. 53/05, 81/05m 24/07, 159/08, 83/09, 48/10, 124/10, 51/11, 1213/12, 93/13 and 187/13)
Law on Waters	“Official Gazette of RM” No.87/08, 6/09, 161/09, 83/10, 51/11, 44/12, and 23/12
Law on Drinking Water Supply and sewerage of Urban Wastewaters	“Official Gazette of RM” No. 68/04, 28/06, 103/08, 17/11, 54/11 and 163/13
Law on Construction	“Official Gazette of RM” No. 130/09, 18/11 and 36/11
Law on Local self-Government	“Official Gazette of RM” No. 5/02
Law on Waste Management	“Official Gazette of RM” No. 68/04, 71/04, 107/07,102/08, 143/08, 124/10, 09/11, 51/11, and 123/12
Law on Ambient Air Quality	“Official Gazette of RM” No. 67/04,92/07, 47/11, 59/12, 100/12, and 4/13
Law on Noise Protection	“Official Gazette of RM” no. 79/07, and 47/11
Law for Protection and Welfare for Animals	“Official Gazette of RM” No. 113/07
Law for Plant Protection	“Official Gazette of RM” No. 25/98 and 6/00
Law for Nature Protection	“Official Gazette of RM” No. 67/04, 14/06, 84/07, 35/10, 47/11, 59/12 and 13/13
Law on Protection of Cultural Heritage	“Official Gazette of RM” No. 20/04, 71/04
Law on Management with World Natural and Cultural Heritage in Ohrid Region	“Official Gazette of RM” No. 75/10
Law on Proclamation of the Old Urban Core of Ohrid as Cultural Heritage of Exceptional Significance	“Official Gazette of RM” No. 47/08
Law for Health and Safety at Work	“Official Gazette of RM” No. 67/04, 81/07
Law on Fire Prevention	“Official Gazette of RM” No. 67/04, 81/07

環境に関わる法制度の詳細は、付録 9.1.1 にまとめる。オフリド地域の文化・自然遺産にかかる法制度について以下に記載する。

(1) Law on Protection of Cultural Heritage

本法は文化遺産保護の目的と根拠、保護手段、対象、所有権、カテゴリーとタイプ（遺跡、複合遺跡、文化景観、考古学保護区、存続が危ぶまれる文化遺産）を定めている。同時に保護の手段：特定、分類、登録、価値決め、価値の回復、書類作成、保護、危機文化遺産の通達、保護の変更・終了、国際的地位の確立を打ち立てている。本法は文化遺産の保護と使用に関する国家戦略及び体制を通じて実施されるべきである。本法の目的は以下のとおりである。

- 国・関連機関・公共機関の文化遺産保護の責任・役割の明確化
- 開発と文化遺産の効果的な保護と科学的枠組み内での使用への積極的な参加
- 文化遺産保護のための国家的システムの設立・発展・推進のための現代科学と専門家の見識の適用
- 文化遺産保護のための国内システムと国際・地域システムの調和を確保
- 文化遺産の保護と経済・社会・文化・歴史等の状況の関係を確立

(2) Law on Management with World Natural and Cultural Heritage in Ohrid Region

本法は国、オフリド・ストゥルーガ、Debrca とオフリド地域の世界自然文化遺産の管理に関係した組織と権利と義務を規定している。目的は以下のとおりである。

- オフリド地域の世界自然文化遺産にかかる発掘、保存、大衆化、促進にかかる条件の作成

- オフリド地域の世界自然文化遺産の優れた価値の次世代への浸透
- 科学的研究と教育活動の実施
- 国、オフリド・ストゥルーガ・Debarca 市の持続的な開発のための状況の創出
- 世界自然文化遺産の優れた価値に悪影響を及ぼす活動の防止、
- 世界自然文化遺産保護のための国際協力枠組みへの国、オフリド・ストゥルーガ・Debarca 市の加盟

オフリド地域の世界自然文化遺産エリアは図 9.1 のとおりである。

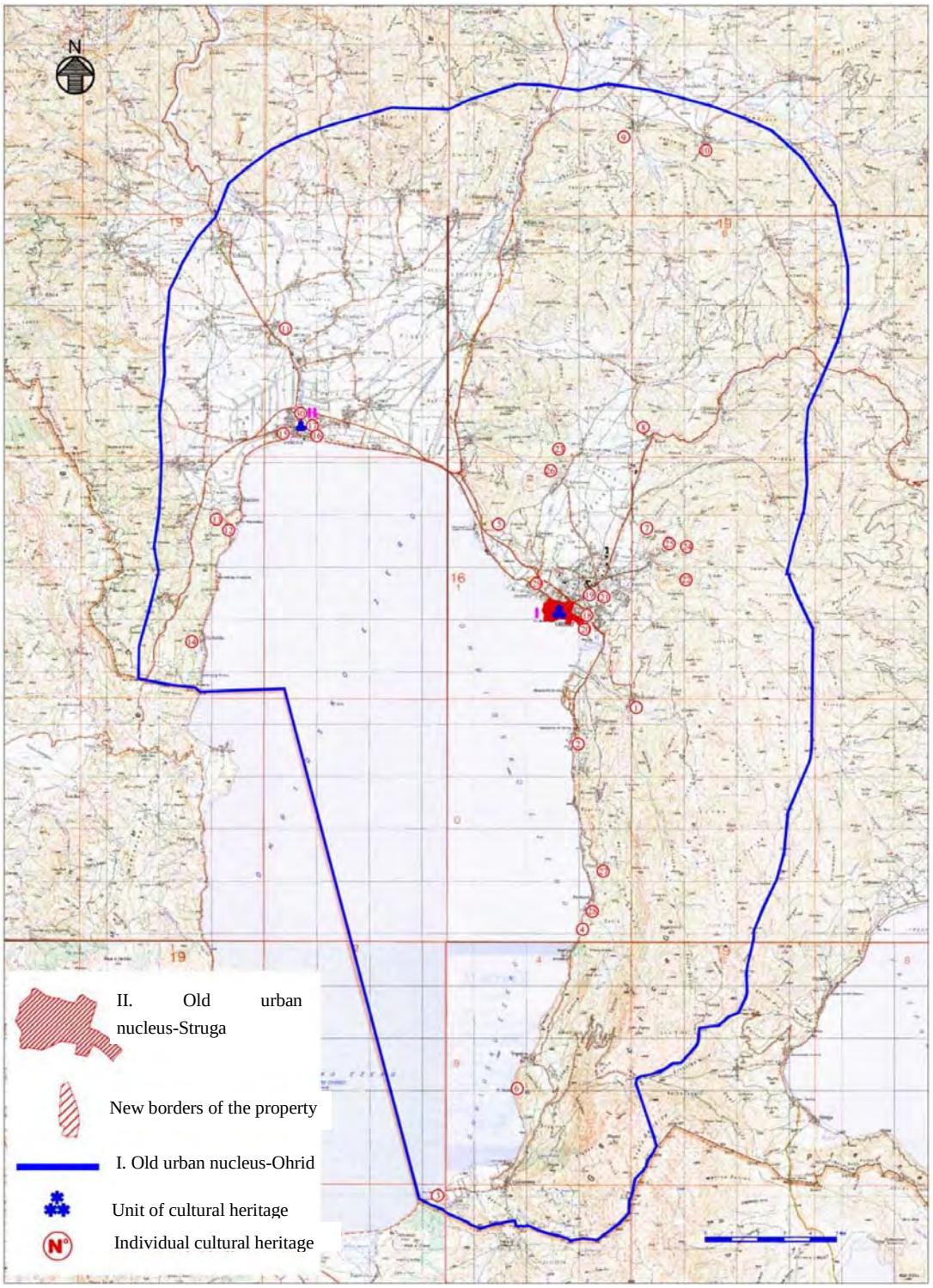


図 9.1　UNESCO オフリド地域世界自然文化遺産エリア

(3) Law on Proclamation of the Old Urban Core of Ohrid as Cultural Heritage of Exceptional Significance

本法は遺跡の多い“Old urban core of Ohrid”と“contact zone（バッファーゾーン）”（図 9.2 参照）を特定し、それぞれのエリアでの禁止活動について定めている。

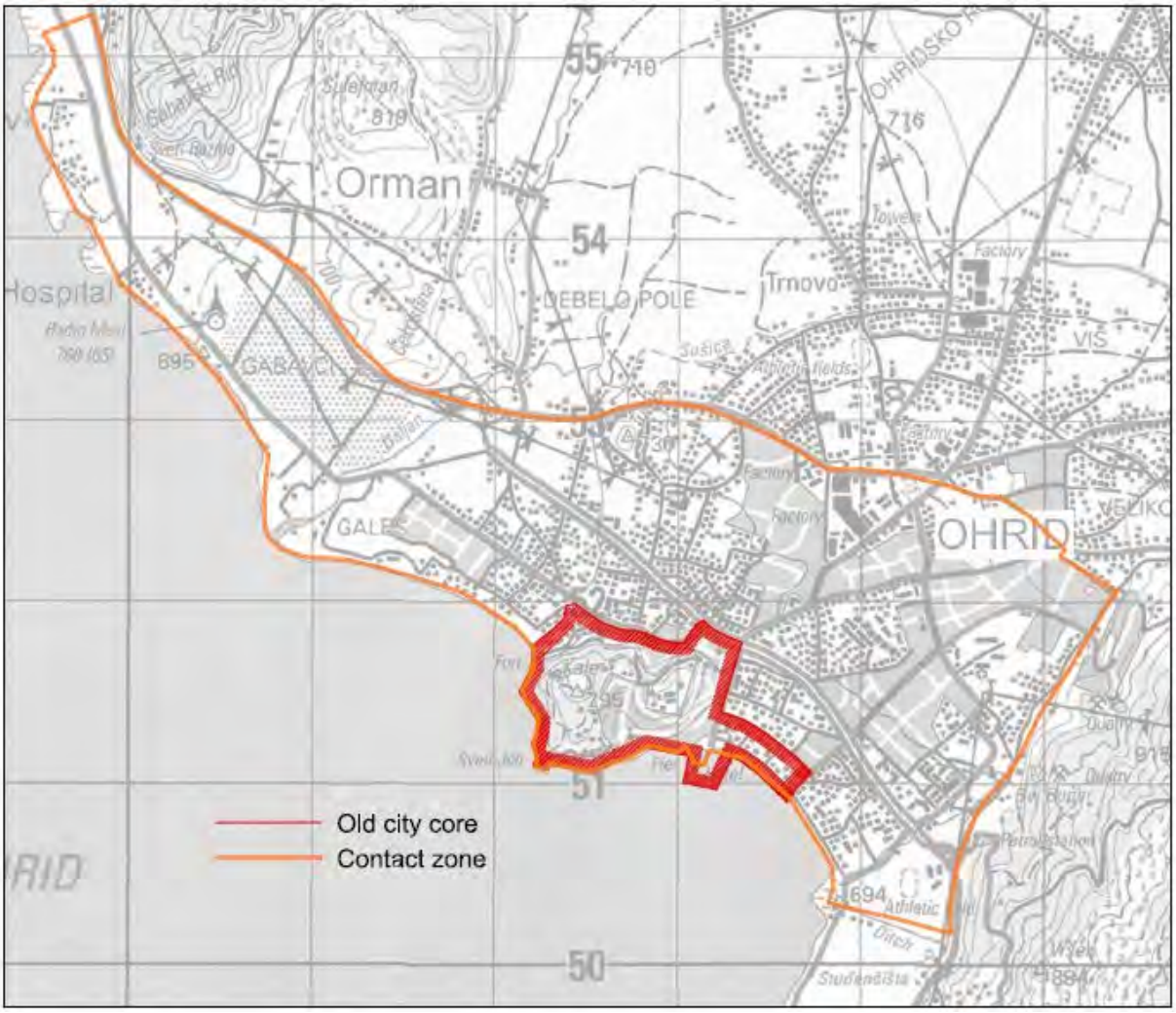


図 9.2　Old Urban Core 及び Contact Zone

コアエリアでの禁止活動には以下のような活動が含まれる。

- 現在の都市構造、人口密度、区域・区画の境界、街路網、湖へつながる道路、緑地の変更
- 保護対象資産及び雰囲気のある建物の高さ・外観の変更
- 保護対象資産のサイズ変更
- バルコニー、屋根裏（屋根窓のある・なし）、屋根付きポーチの新規建設
- 独立したパーキング施設の建設
- 補助構造のサイズ・高さの拡張
- 騒音・汚染を及ぼす新しい目的での使用
- 道路の材質の変更
- 歩道への新しい材質（コンクリートタイル）の使用

- 不適切な使用等によるコアエリアの損傷

“contact zone（バッファーゾーン）”での禁止活動は以下のとおりである。

- 考古学専門家の立会なしでの建設・掘削行為
- 考古学的遺物があると判明しているエリアでの事前の考古学的保護研究なしでの新規建物・道路建設、掘削行為
- 保護対象資産のサイズ・高さ・外観の変更
- 保護対象資産の半径 15m 以内での価値に害を及ぼす行為の実施

9.1.3 EIA 手続き

EIA の手続きはいくつかの段階を踏んでおり、プロジェクト実施意図の届出、スクリーニング、スコーピング、EIA 実施、報告書公開、公聴会から成る。

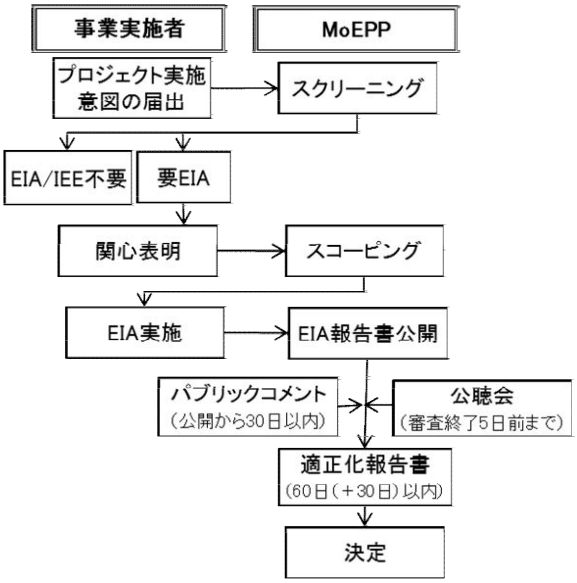


図 9.3 EIA 手続き

(1) プロジェクト実施意図の届出

事業者は環境影響評価が必要かどうかの意見を付けて、プロジェクト実施意図を MoEPP に通達する。通達に必要な情報は、“Ordinance on the information contained in the notification of intent to implement a project and the procedure for determining the need for environmental impact assessment of a project” (Official Gazette No. 33/06)で規定されている。情報が不十分な場合は、通達を受けてから 10 日以内に MoEPP は事業者にその旨を連絡する。通達を受けてから 5 日以内に、MoEPP はマケドニア国内全域で入手可能な新聞 1 紙以上と MoEPP のホームページにその通達を掲載しなければならない。

(2) スクリーニング（EIA が必要かどうかの決定）

MoEPP は通達を受けたプロジェクトにおいて EIA 実施が必要かどうかを判断するためスクリーニングを行う。スクリーニングの方法については“Decree on determining projects for which and criteria on the basis of which the screening for EIA” (official Gazette No. 74/05)で決められている。スクリーニングは通達を受領してから 30 日以内に行われ、事業者に EIA の必要性について通知する。その決定は 5 日以内に新聞とホームページに掲載される。事業者及び環境保護のために活動している組織または個人は、その決定に対して 8 日以内に中央政府の二審委員会（Second Instance Commission）へ不服を申し立てることができる。

EIA が必要であるプロジェクトはこの Decree の Annex I と Annex II にリストアップされている。Annex I にリストされているプロジェクトは EIA が必須であり、この中には 10 万人以上の規模の下水処理場が含まれる。Annex II にリストのあるプロジェクトについては、MoEPP が実施意図の届出に従い、事業規模、資源の利用、廃棄物の発生、湿地・山・森林・自然保護区等のエリア、

歴史的・文化的景観等を配慮し EIA の必要性について判断する。Annex I 以外の下水処理場が Annex II に含まれれる。EIA が必要でないと判断されたプロジェクトでは、Law on Environment の 24 項に従い、「Elaborate EIA Report」の作成が求められる。

(3) スコーピング及び EIA 報告書の作成

スクリーニングの結果に基づき、MoEPP は事業者が検討しなければならない以下のような内容を含む EIA 調査のスコープに関する意見を作成する。

- 検討すべき代替案
- 実施すべき調査・研究
- 影響予測・評価の方法・クライテリア
- 検討すべき緩和策、EIA 実施にあたり助言を求める専門家
- 報告書の構成、内容及び長さ、等

事業者はスコーピング条件に従って環境影響評価調査書を作成しデジタル版とともに MoEPP に提出する。環境影響評価調査書に含まれるべき内容は、事業の環境への影響、適用技術の特徴等である。同調査書の責任者として MoEPP が認証している専門家リストより専門家を選任することが義務付けられている。MoEPP は調査書を受領してから 5 日以内に、その内容をマケドニア国内全域で入手可能な新聞 1 紙以上とホームページに掲載しなければならない。公表より 30 日以内に誰でも EIA レポートに関する意見を MoEPP に提出することができる。

(4) 審査及び認可

受理された調査書に対し、MoEPP は審査のために専門家を任命し 60 日以内に意見書の内容を反映した（適正か否かを判断する）審査報告書（adequacy report）を作成しなければならない。但し、複雑な案件の場合はその期限を 30 日間延長することが可能である。MoEPP は審査報告書が完成してから 5 日以内にその内容を事業者へ通達すると同時にマケドニア国内全域で入手可能な新聞 1 紙以上及びホームページに掲載しなければならない。

MoEPP は EIA レポート、審査報告書、公聴会での意見に基づいて、提案された計画実施における認可ないしは却下するかを決定し、事業者に通達しなければならない。当該計画が認可された場合、許認可期間は 2 年間とし、事業者はその期間以内に計画を実施しなければならない。

(5) 公聴会

MoEPP は審査報告書を作成中に、計画内容を説明する公聴会の主催責任を担う。また公聴会の議事録、ビデオ、録音で記録をし、MoEPP のホームページで公表しなければならない。特別法により保護される情報については公聴会では議論する必要がない。

9.1.4 関係機関

環境社会配慮に関係する機関については、付録 9.1.2 に記載する。

9.1.5 本プロジェクトにおける手続き

本プロジェクトにて選定される優先事業が EIA 対象となるかについて MoEPP と協議したところ、プロジェクト実施の意図を表明する届出書類により判断するとの結論に至った。事業実施者は PROAQUA であり、PROAQUA が必要書類を 2014 年 11 月 27 日に MoEPP に提出した。それを受け 2015 年 2 月 12 日、MoEPP は PROAQUA に「本プロジェクトにおいては、EIA も Elaborate EIA Report も必要ない。ただし、プロジェクト実施前に PROAQUA は Law on Environment 及び関連法制度に基づき、必要な手続きを取る必要がある（i.e. 事業実施意図の通達を行う）。」との見解を通達した（MoEPP からのレターについては付録 9.1.3 に添付）。MoEPP の決定により、本プロジェクトにおいてはマケドニア国の EIA もしくは Elaborate EIA も必要ないということになり、JICA ガイドラインに基づき環境社会配慮調査を実施する。しかしマケドニア国の要求事項については満たすものとする。

9.2 環境基準

水質・大気・騒音等の環境基準は付録 9.2 を参照。

9.3 環境・社会ベースライン

以下の環境・社会ベースラインについては、以下の章に記載している。

- 水文、気候、地下水：2.2.1 章
- 社会・経済状況：2.2.2.章
- オフリド湖の水質：2.2.4 章
- Crn Drim 川： 2.2.5 章
- 人口：2.3.1 章

その他の大気質、騒音、生物多様性、文化遺産等については付録 9.3 に記載している。

9.4 代替案分析

9.4.1 With/Withtout プロジェクト

本プロジェクトは雨天時にオフリド湖へ放流される汚濁負荷量を半分に削減することを目標としている。オフリド過去 3 か年の中央値である 3mm/時の降雨により、オフリド湖に 4,259m^3/時の未処理下水の放流が発生し、オフリド湖の水質を悪化させている。本プロジェクトを実施しなければ、この先も降雨時に汚水がオフリド湖に流出し続け、汚染が拡大する。

Voska 地区の Vasil Stefoski 通りの 2 ヵ所のマンホールでは未処理放流水をオフリド湖へ放出するためのオーバーフロー管が設置されているが、少降雨時においてこのマンホールからの溢水が頻繁に発生している。本プロジェクトでは、この地区に雨水滞水池を建設し、オフリド湖へ放出されていた汚水を貯留し、降雨終了後に下水処理場へ送水され処理される。この滞水池により

Voska 地区での溢水が軽減される。

9.4.2　幹線の改善代替案

幹線の改善案としては、管更生と布設替えが考えられる。以下に代替案の検討結果を示す。

表 9.2　幹線の改善代替案

項目	管更生	布設替え（撤去費用含まず）
仕様	管更生（製管工法） φ500mm-1,717m φ600mm-4,828m φ800mm-4,550m φ1000mm-1,045m φ1200mm-18,948m	管布設替え φ200mm-1,717m φ250mm-3,428m φ300mm-1,400m φ350mm-1,550m φ800mm-3,000m φ1000mm-1,045m φ1200mm-18,948m
概算工事費	33 億円	45 億円
環境・社会への影響	● 湖内のマンホールまでのアクセスは必要だが、布設替えの影響に比較すると小さい。 ● 一部農地（私有地）に埋設されているため、マンホールへのアクセスにより所有者への影響が想定されるが、布設替えよりは影響が小さい。	● 一部（湖東岸）は湖内に埋設されており、布設替えに必要な掘削、土留め、水替え等による水質汚濁、植生、生物多様性への影響が予想される。 ● 道路下に埋設されている区間は、片道通行等の規制により交通への影響が予想される。 ● 一部農地（私有地）に埋設されているため、工事による所有者への影響（土地利用の阻害、作物への被害）が想定される。

工事費及び環境・社会への影響を考慮し、管更生を最適案として選択する。

9.4.3　幹線更生工法代替案

更生工法の代替案について分析を行った。

表 9.3　幹線更生工法代替案

項目	自立管（CIPP 工法） （反転工法・形成工法）	複合管 （製管工法）	さや管工法
該当工法名	インシチュホーム工法、ホースライニング工法、SD ライナー工法など、材料や成型方法の違いにより非常に多くの工法が存在する。 包括的に、CIPP 工法（Cured-In-Place-Pipe）とも呼ばれる。	SPR 工法、ダンピー工法、パルテムフローリング工法、3S セグメント工法、PFL 工法	リフトイン工法、バックス工法、ファイン工法
適用管径（円形）	最小管径は 150mm。 最大管径は 1,000mm 以上とし	SPR 工法：250~4,750mm ダンビー工法：800~3,000mm	リフトイン工法： 700~2,600mm

項目	自立管（CIPP 工法） （反転工法・形成工法）	複合管 （製管工法）	さや管工法
	ている工法もあるが、基本的には小口径に適した工法であり、多くの実績は 800mm 以下である。	パルテムフローリング工法：800~3,000mm 3S　セグメント工法：800~2,600mm RFL 工法：制限なし	バックス工法：800~2,000mm ファイン工法：250~450mm
既設管材質	RC 管、PVC 管とも可。	RC 管は可。PVC 管は不可。	RC 管は可。PVC 管は不可。
既設管渠状況	段差、ズレは 20~30mm 程度を許容する工法が多数。	段差やズレは 20~100mm 程度を許容する工法が多数。	段差やズレは 10mm 程度を許容。
既設管渠損傷	破損、腐食、浸入水への対応性に優れる。	破損、腐食、浸入水は事前処理が前提。	破損、腐食、浸入水は事前処理が前提。
供用中の施工（水位制限）	工事中は完全ドライ化が必要。	SPR 工法は管径の 30%かつ 60cm 以下、ダンビー工法は管径の 25%以下かつ 30cm 以下、パルテムフローリング工法は管径の 15%以下、3S セグメント工法は管径により 15~25cm 以下を許容。	バックス工法は 30cm 以下、ファイン工法は 10mm 以下を許容。
環境・社会への影響	● ドライ化のための水替えによる汚染の可能性あり。	● 水替えの水量が自立管より少ないため危険性が低い	● 水替えの水量が自立管より少ないため危険性が低い ● 工事用の立坑のための土地が必要。
コスト	● 小口径（Granit PS の上流）では製管工法より安価である。	● 比較的大きな口径（800mm 以上）では CIPP 工法より安価である。	● （断面縮小による流下能力の低下が大きく本件には適さないため、コスト比較なし）
その他	－	－	・工事用の立坑築造または既設人孔の斜壁撤去を必要とする場合がある。 ・断面の縮小が大きくなる。

出典：JICA 調査団

以上より、Granit PS より上流は CIPP 工法、下流は製管工法複合管の工法を採用する。

9.4.4　初期雨水滞水池建設用地代替案

初期雨水滞水池の建設用地について代替案分析を行った。Voska では、雨天時に 2 ヵ所から下水がオフリド湖に放流されている（図 9.4 の茶色の点線）。初期雨水滞水池はオーバーフローの発生個所より上流に建設されることが望ましいため、1 つ目のオーバーフローの上流でかつ使用されていない 3 ヵ所を代替案として設定した。

代替案 1：　調査時点では何にも使用されていないが、住宅地の中に位置しており、家が周辺に近接している。オフリド市の都市計画 2000-2005（Detail Urban Plan Coast Zone Grashnica Ohrid 2000-2005）では、幼稚園が計画されている。住宅地であることと幼稚園の計画を考慮し、適切ではないと判断した。

代替案 2：　調査時点では何にも使用されていない。オフリド市の都市計画 2000-2005 では、ビー

チが計画されており、道路沿いには 3m の高さの建物が 3 軒計画されている。

代替案 3： 調査時点では何にも使用されていない。このエリアは「Old urban core of Ohrid」に含まれており、新しい建造物の建設や既存都市計画の変更は制限されている。ここに初期雨水滞水池を建設する場合は、許認可の取得・都市計画の変更といった手続きが必要となり、複雑かつ時間がかかる。そのためここは適切ではないと判断した。

3 つの代替案を検討した結果、代替案 2 の場所を最適として選定した。

図 9.4　初期雨水滞水池建設用地代替案

9.5　スコーピング及び環境社会配慮調査の TOR

表 9.4　スコーピング及び環境社会配慮調査 TOR

		環境項目	評価		理由	調査項目	調査手法
			P/C	O			
汚染対策	1	大気汚染	B-	D	**C:** 建設機械により周辺地域に粉じんを発生させて大気を汚染する。影響は一時的なものである。 **O:** 影響はない。	• 大気環境基準 • 他プロジェクトの対応策	• 関係機関からの聞き取り
	2	水質汚濁	C	A+	**C:** 湖・河川への放流はない。工事が湖近傍で行われるため、工事による土砂や車両のオイル流出の危険がある。 **O:** 湖への汚水の未処理放流が減少し、河川水質が改善される。	• 防止策	• 過去の類似案件
	3	廃棄物	B-	D	**C:**コンポーネント（1）の管内洗浄により堆積物、がれき等が発生する。コンポネン(2)で掘削土が発生する。 **O:**廃棄物を発生するような活動はない。	• 廃棄物管理に関する規則 • 廃棄物の処理方法 • 廃棄物処理場の状況	• 関係機関からの聞き取り • 現場視察

		環境項目	評価		理由	調査項目	調査手法
			P/C	O			
	4	土壌汚染	D	D	**C:** 土壌汚染を起こす活動は含まれない。 **O:** 土壌汚染を起こす活動は含まれない。	-	-
	5	騒音・振動	B-	D	**C:**工事に使用する機器により騒音・振動が発生する。 **O:**雨水滞水池には排水ポンプが設置されているので多少の騒音・振動は発生するが大きな問題ではない。	• 騒音基準 • 他プロジェクトの対応策	• 関係機関からの聞き取り
	6	地盤沈下	D	D	**C, O:**地盤沈下を起こすような活動（地下水のくみ上げ等）は含まれていない。	-	-
	7	悪臭	D	B-	**C:**悪臭を発する施設は含まれていない。 O:雨水滞水池を適切に管理しない場合、悪臭が発生する可能性がある。	• 対策	• 関係機関と協議
	8	底質	D	D	**C, O:**影響は予想されない。	-	-
自然環境	9	保護区	C	D	**C:**プロジェクトサイトは UNESCO の世界遺産（自然&文化）サイト内である。プロジェクト活動による自然・文化遺産への影響は想定されないが、許可・承認等が必要と考えられる。	• 保護エリア • エリア内での禁止活動 • 必要となる許可・承認	• 関係機関からの聞き取り • 現場視察
	10	植物相、動物相、種の多様性	C	D	オフリド湖にはIUCNのレッドリストの種が生息している。プロジェクト活動は湖に影響を及ぼすものではないが、確認が必要である。	• レッドリストの種と生息地 • 生物多様性への影響	• 関係機関からの聞き取り • 現場視察
	11	水象	D	D	水系に放流される量はプロジェクト前と後で増減はない。	-	-
	12	地形、地質	D	D	**C, O**:コンポーネント 4 以外は既存施設のリハビリであり影響はない。コンポーネント 4 の規模は大きくなく、地形・地質に影響を与えるものではない。	-	-
	13	地下水	C	C	**C:** 地下水が 6～20m に流れているため、コンポーネント 4 の建設により影響を及ぼす可能性がある。 **O:** コンポーネント 4 は地下建設物のため、地下水の流れに影響を与える可能性がある。	• 地下水の状況 • 地下水の深さ・流量等	• 関係機関からの聞き取り • 現場視察
社会環境	14	非自発的住民移転・用地取得	C	D	**C:**コンポーネント 4 に約 400m^2 の土地が必要となる。予定地には住居はなく、非自発的住民移転は発生しない。 **O：**影響は想定されない。	• 所有権	• 関係機関からの聞き取り • 現場視察
	15	貧困層、少数民族・先住民族、ジェンダー、子どもの権利	D	D	**C, O：**影響は予想されない。	-	-
	16	雇用や生計手段等の地域経済	D	D	**C:**建設中の雇用の増加が予想されるが、影響は小さい。 **O：**影響は予想されない。	-	-
	17	土地利用や地域資源利用	D	D	**C, O：**コンポーネント 4 の用地は国の所有で使用権はオフリド市にある。予定地は何の目的にも使用されていない。	-	-
	18	水利用、水利権	D	D	**C：**取水等は計画されておらず、影響はないと予想される。 **O:** 取水等は計画されておらず、影響は	-	-

		環境項目	評価		理由	調査項目	調査手法
			P/C	O			
					ないと予想される。		
	19	既存の社会インフラや社会サービス	B-	D	**C:**建設機器の使用や資材の輸送等により交通渋滞が予想される。 **O :** 影響は予想されない。	• プロジェクトサイト周辺でのインフラ状況	• 関係機関からの聞き取り • 現場視察
	20	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	D	D	**C, O :** 影響は予想されない。住民参加を促進するために情報の開示として理解と協力を得るためにステークホルダー協議を開催する。	-	-
	21	被害と便益の偏在	D	D	**C, O :** 影響は予想されない。	-	-
	22	地域内の利害対立	D	D	**C, O :** 影響は予想されない。	-	-
	23	文化遺産	C	D	**C, O :** プロジェクトエリアは UNESCO の世界遺産（自然&文化）サイト内である。予定地近辺には重要な文化遺産はないが、確認が必要である。	• 保護対象エリア • エリア内で禁止事項・活動 • 必要となる許認可	• 関係機関からの聞き取り • 現場視察
	24	景観	D	D	**C:**コンポーネント 4 以外の活動は既存施設内に限定され、景観への影響はない。コンポーネント 4 の建設により景観が悪くなるが、一時的なもので影響は無視できる。 **O:**コンポーネント 4 以外は既存施設であるため影響はなく、コンポーネント 4 は地下に建設され運転時には景観への影響は及ぼさない。	-	-
	25	HIV/AIDS 等の感染症	D	D	**C:**建設は小規模であることから建設作業員の流入による感染症等は予想されない。 **O:**プロジェクトによる人口の流入はなく、影響は予想されない。	-	-
	26	労働環境(労働安全を含む)	B-	D	**P/C:**工事中の作業員による事故が予想される。 **O:**影響は予想されない。	• 労働環境保護の対策	• 労働環境に関する法制度
その他	27	事故	B-	D	**C:**工事中の作業員の事故や資材運搬時の交通事故がありうる。 **O:**交通量は増加しないことより事故への影響は予想されない。	• 工事現場までの道路状況 • 防止策	• 現場調査
	28	気候変動	D	D	**C:**プロジェクトの規模は小さく気候変動への影響は想定されない。 **O:** CO や NOx を増加する活動は含まれず影響はない。	-	-

P: 計画時, C: 建設時, O: 運営時

A+/-:重大な正負の影響が見込まれる。

B+/-:A ほどではないが正負の影響が見込まれる。

C+/-:影響は不明である（調査の段階で更なる調査が必要）。

D:影響は見込まれない。

出典：JICA 調査団

9.6　環境社会配慮調査結果

9.6.1　大気汚染

オフリド市の大気の性状はマケドニアの大気環境基準を超えることは稀であり、比較的良いと言える。本プロジェクトで大気汚染が懸念されるコンポーネントは(2)初期雨水滞水池の建設である。住居に隣接して建設されるため、掘削によるダストの飛散、建設機械の運転による排ガス等が想定される。しかし影響は非常に限定的なエリアであり、期間も限定的である。他プロジェクトで実施されているように、排ガス量が最小となるような建設機械の選定・使用、ダスト飛散を抑制するために水を撒くといった適切な緩和策を取ることで影響を最低限にする。

9.6.2　廃棄物

オフリド市には 2 つの廃棄物処分場がある。1 つは市から 25km に位置する Bukovo で一般廃棄物及び非有害廃棄物を処理している。敷地は約 6ha あり、処分能力は 200,000m^3 である。市から 5km の位置に Maucker があり、建設廃棄物を処分している。

図 9.5　廃棄物処分場位置図

本プロジェクトでは、コンポーネント(1)の幹線管渠の更生の管内清掃・堆積物の除去により 31km の幹線から約 1,110 トンの廃棄物が発生すると推定される。これら廃棄物の大半は、土砂や木の根といった有機物とコンクリート片やタイヤ等の無機物である。廃棄物は下水処理場に運び、コンクリート片やタイヤ等を分別、水切りし、乾燥させて減量化したのちに、該当する廃棄物処分場（一般廃棄物は Bukovo、建設廃棄物に該当する場合は Maucker）で処分される。ポンプ場の改修においては、古いポンプを撤去することによる廃棄物が予想される。コンポーネント(2)の初期雨水滞水池の建設により、約 7,000m^3 の掘削土の発生が予想される。これはマケドニアの規制

によると建設廃棄物に該当する。マケドニアでは建設廃棄物の処分について、Law on Waste Management で規定している。それによると、以下の手続きにより適切に処分される必要がある。

廃棄物を排出する者は、a) 廃棄物の種類を決定、b) List of Wastes に従い廃棄物を分類、c) 廃棄物の性状を決定、d) 廃棄物による環境・社会・健康への影響の規制、e) 目的に合致する場所への廃棄物の保管、f) 廃棄物の処理、処分が技術的に可能でなく費用効率も悪い場合は廃棄物の収集・運搬・処理・処分の許可を持つ組織に引き渡す。本プロジェクトにおいても、建設時には施工業者は事前に廃棄物処分計画を作成し、設計・施工監理を担当するコンサルタントと PROAQUA の承認を受ける。

9.6.3 騒音・振動

マケドニアには騒音基準が「Rulebook for Limit Values of the Noise Level (“Official Gazette of RM “No.147/08)」により規定されており、その数値は以下のとおりである。

Area differentiated by the degree of noise protection	Noise level expressed in dB (A)		
	Ld	Le	Ln
Area of first degree	50	50	40
Area of second degree	55	55	45
Area of third degree	60	60	55
Area of fourth degree	70	70	60

Legend: **Ld** - day (period from 07:00h to 19:00h); **Le** - evening (period from 19:00h to 23:00h), **Ln** - night (period from 23:00h to 07:00h).
Source: Rulebook for limit values of the noise level (“Official Gazette of RM“No.147/08)

エリアの第 1 級～第 4 級については、「Rulebook for locations of measurement stations and measuring points (Official Gazette of RM no.120/08)」で規定されている。本プロジェクトで騒音が発生する掘削工事が行われる Voska 地域については、第 3 級に属する。しかしこの騒音基準は、工事中のものではなく、施設が稼働している際に順守されるべき規定である。Voska 地域に建設される雨水滞水池には排水ポンプが設置されるので多少の騒音・振動は発生するが、建屋内に格納されており、基準は問題なく遵守される。

マケドニアには工事中の騒音に対する規制がなく、また WHO や IFC の EHS Guidelines にも工事中の規制値についての基準はない。そのため、日本の基準を使用する。Voska 地域は住宅地であることから、日本の基準の「一号区域」と考えられる。

表 9.5 日本の工事中における騒音基準（一号区域）

項目		規制基準
騒音の大きさ		特定建設作業の場所の敷地の境界線において、**85 デシベル**を超える大きさのものでないこと
作業ができない時間	一号区域	午後 7 時～午前 7 時
一日の作業時間	一号区域	10 時間以内
同一場所における作業時間		連続して 6 日以内
日曜・休日における作業		禁止

出典：騒音規制法(昭和 43 年法律第 98 号)第 15 条第 1 項

振動については、マケドニアには工事中・稼働時共に規制は制定されていない。工事中については騒音同様に日本の基準値を使用する。

表 9.6　日本の工事中における振動基準（一号区域）

項目		規制基準
振動の大きさ		特定建設作業の場所の敷地の境界線において、75 デシベルを超える大きさのものでないこと
作業ができない時間	一号区域	午後 7 時～午前 7 時
一日の作業時間	一号区域	10 時間以内
同一場所における作業時間		連続して 6 日以内
日曜・休日における作業		禁止

出典：振動規制法（昭和 51 年 6 月 10 日法律第 64 号）第 14 条第 1 項、第 15 条第 1 項（第 3 条第 1 項）、振動規制法施行規則（昭和 51 年 11 月 10 日総理府令第 58 号）第 11 条、別表第 1

9.6.4　悪臭

初期雨水滞水池は住居に近接した場所に建設される。滞水池には活性炭フィルタを装着した脱臭装置が空気孔に設置されているため、通常であれば悪臭が周辺に流れることはない。降雨時に、初期雨水を貯留し、降雨終了後に処理場に送水して処理を行う。貯留中にある程度の汚泥が沈殿するため、雨水を送水後に清掃を行う必要がある。この清掃を行わない場合、嫌気化して悪臭が発生し、周辺に広がる可能性がある。

9.6.5　保護区

UNESCO の世界遺産（文化・自然）エリアについては、図 9.1 を参照。文化遺産としての保護区については、9.6.10 章に記載する。また自然遺産としての保護区については 9.6.6 章に記載する。

9.6.6　植物相、動物相、種の多様性

IUCN のレッドリストは付録 9.3.2 に記載する。

本プロジェクトのほとんどのコンポーネントは、植物相・動物相・種の多様性に影響を与えるものではない。コンポーネント(1)の幹線の更生は湖の東側（Peshtani から St. Stephan）にかけては、幹線が湖内に設置されている区間があり、工事による人の立ち入り、機材の設置等により湖岸・湖内での活動が想定される。しかしこのエリアはビーチとして開発・使用されていることから、工事によっても植物相・動物相・種の多様性への影響は無視できるものである。

しかし工事中は思わぬ影響の発生を防止するために、生物学者を立ち会わせモニタリングすることが必要である。

9.6.7　地下水

地下水に関する調査・研究は非常に限定的であり、調査対象地の地下水に係るデータは入手で

きなかった。しかし地下水位は高いと考えられる。

コンポーネント(1)の管更生については、掘削はなく、地下水への影響はないと考えられる。ただし管内の一部の汚水は水替えが必要となる。その水替えを適切に行わなかった場合、周辺に流出した汚水により地下水を汚染する危険性がある。ポンプ場についても既存施設の改善であり、地下水への影響はない。Voska の初期雨水滞水池については、建設時に深さ 10m 近くまでの掘削が必要であり、地下水への影響が想定される。掘削中に湧き出る地下水の排出や地下水の濁りが想定される。緩和策及びモニタリングが必要である。

9.6.8　非自発的住民移転・用地取得

コンポーネント(2)の初期雨水滞水池の建設には用地が必要である。建設予定地を図 9.6 に示す。予定地の所有権は国にあり、使用権はオフリド市に供与されていることから、用地取得は必要ない。予定地内には家屋はなく、現在は何の目的にも使用されていない空き地であり、非自発的住民移転も発生しない。

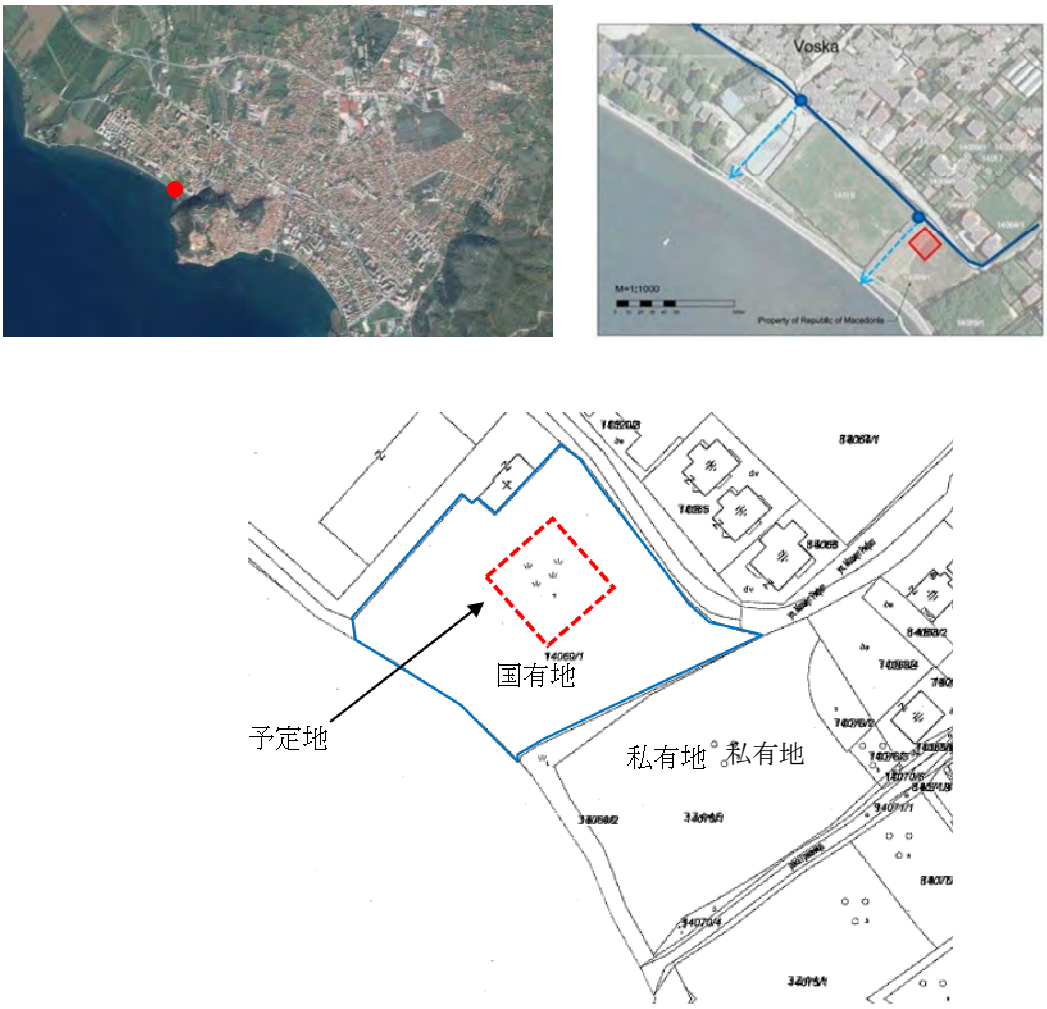


図 9.6　初期雨水滞水池建設予定地

オフリド市のこの地域の都市計画「Detail Urban Plan Coast Zone Grashnica Ohrid 2000-2005」に

よると、滞水池の予定地を含むエリアをビーチにし、高さ 3m の建物 3 棟を建設する計画になっている。2006 年以降に都市計画は更新されておらず、この 2000-2005 の都市計画が有効とのことである。2014 年 12 月時点では、この開発に関する具体的計画はなく、ビーチに含まれる私有地の用地取得の計画もない。オフリド市の都市計画課と初期雨水滞水池の建設について協議をした結果、滞水池は地下施設（infrastructure project）であり、建設は可能、また都市計画を変更する必要はないとのことであった。以上より、将来の土地利用への影響も発生しない。

図 9.7　都市計画及び予定地

9.6.9　既存の社会インフラや社会サービス

湖東岸の幹線は道路下ではなく、道路と湖の間のビーチ下や湖沿岸に埋設されている。工事のための機材運搬等の道路は東岸の片側 1 車線の道路となる。オフリド市内では入ってからは道路下に埋設されており、そのほとんどが片側 2 車線道路（Boulevard Turistichka）である。Boulevard Turistichka から雨水滞水池へ向かう道路、Pirin Planina、Pere Toshev、Mahmud Rifat、雨水滞水池からの Vasil Stefoski は片側 1 車線道路である。Daljan ポンプ場からの R1208、E-852 は片側 1 車線、Struga 市街から Vranista 下水処理場までは幹線は農地の端を通るが、アクセスは片側 1 車線の R1201 となる。

いずれの道路もひどい渋滞は見られない。東岸の道路は夏の観光シーズンには湖の南部に向かう観光客の車が増加するが渋滞するほどではなく、また工事に必要な車輌は主要道路に止めることはなく、湖岸沿いの道路で作業することになることから、交通への影響はほとんどない。オフリド市内では道路脇に工事車輌を止めての作業となるが、4 車線あることから影響は大きくない。Daljan ポンプ場からの道路（R1208）は国道（A3）が並行して走っているため、交通量は少なく

影響はないと考えられる。D-852 は Struga に繋がる道路であり、スコピエ方面に向かう車輌がこの道路を使うことはほとんどなく、交通量も少ない。Struga から下水処理場までの R1201 は側道があることからこちらも影響は限定的である。

総じて、交通への影響は大きくないと予測されるが、ある程度の交通制限・阻害が発生することから緩和策を取る必要がある。

9.6.10 文化遺産

文化的重要なエリアとして、Law on Proclamation of the Old Urban Core of Ohrid as Cultural Heritage of Exceptional Significance により Old Urban Core と Contact (buffer) zone が保護の対象として設定されている。各ゾーンで禁止されている活動については 9.1.3 (3)に記載している。

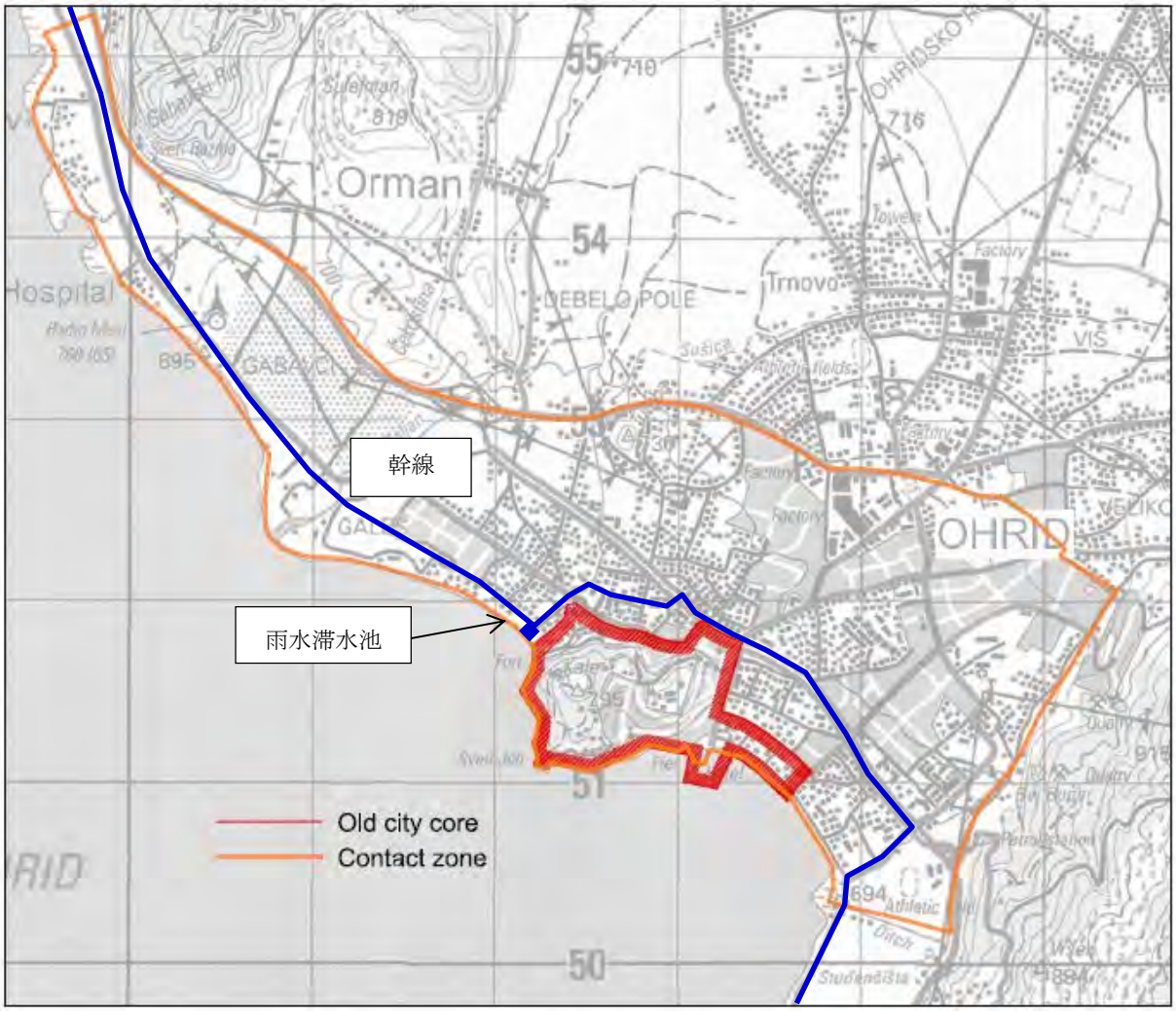


図 9.8 Old Urban Core、Contact Zone 及び施設予定地

本プロジェクトでは Old Urban Core エリア内での活動は予定されていない。Contact zone 内では既存幹線の修復と初期雨水滞水池の建設が計画されている（図 9.8 参照）。Contact zone 内では「考古学専門家の立会なしでの建設・掘削行為」や「考古学的遺物があると判明しているエリアでの事前の考古学的保護研究なしでの新規建物・道路建設、掘削行為」等が禁止されている。本プロ

ジェクトでは、該当する活動は含まれていない。

本プロジェクト実施のために必要とする配慮・手続き等について、文化遺産を管轄している National Institute for Protection of Monuments of Culture and Museum-Ohrid に 2014 年 12 月にプロジェクト内容を記載した書類を送付し問い合わせを行った。2015 年 3 月に「こういった線形インフラストラクチャーのプロジェクトの場合は文化遺産保護にかかる承認を取得する必要はない。ただし、掘削・土木工事の際には考古学者の立会が必要である」との回答が出された（付録 9.6 参照）。なお、F/S 終了後にその上位機関である National Commission for UNESCO, Ministry of Culture に情報共有のため、EIA 報告書を含むすべての情報と調査の中で関係機関と協議した内容をまとめた書類の提出を求められている。

9.6.11 労働環境

マケドニアでは労働環境については、EU Framework Directive 89/391 に則した Law for Health and Safety at Work が規定している。この法の中では、雇用者は職業上の安全と労働衛生を、衛生機関やリスクアセスメントを通じて全ての従業員の衛生状況をモニタリングすることで確保しなければならないと定めている。職業上のリスク、情報やトレーニングの提供、適切な組織体系、作業手段を提供し従業員の安全・健康を提供することが雇用者の責務となっている。

9.6.12 事故

交通規制により起こり得る事故については 9.6.9 章に記述、建設作業中の事故については 9.6.11 章の労働環境に記述する。

9.7 環境管理計画

9.7.1 影響評価・緩和策及び緩和策実施のための費用

表 9.7　影響評価、緩和策及び費用

分類	環境項目	スコーピング時		調査後評価		理由	緩和策	責任機関	費用
		C	O	C	O				
汚染	大気汚染	B-	D	B-	D	**C:** 主にコンポーネント(2)の初期雨水滞水池の建設にあたり、工事に使用する建設機械・資機材輸送用トラック等による排ガスの排出、掘削等の作業によるダストの発生等により、周辺の大気を汚染する。影響は限定的な範囲であり一時的なものである。 **O:** 影響はない。	**C:** 以下の緩和策を取る。 • 建設計画は、作業期間、時間、作業禁止時間等を考慮して策定する。 • 最小限の排ガスとなるように適切な建設機械、資機材輸送用トラックを選定・使用する。 • 建設方法・建設機械等を厳密に制御する。 • 工事現場や住宅密集地における工事用車両のスピード制限 • ダスト飛散防止のための散水実施 • 下水管から発生する廃棄物の適切な処理	**C:** 施工業者	**C:** 施工業者の契約に含む
	水質汚濁	C	A+	B-	A+	**C:** 湖・河川への放流はない。工事が湖近傍で行われるため、工事による土砂の流出の危険がある。 **O:** 湖への汚水の未処理放流が減少し、河川水質が改善される。	**C:** 以下の緩和策を取る。 • 建設機械を適切に維持管理・運転し、オイル流出による汚染を防ぐ。 • 湖岸近くに掘削土を保管しない。 • 現場での工事車輛や機械の洗浄をしない。 • 管洗浄により発生する廃棄物は適切に保管・運搬、Bukovo 廃棄物処分場で処理する。	**C:** 施工業者	**C:** 施工業者の契約に含む
	廃棄物	B-	D	B-	D	**C:** コンポーネント（1）の準備工である管内洗浄により堆積物、がれき等が計 150,000kg 発生する。コンポーネント(2)の雨水滞水池建設で 7,000m^3 の掘削土が発生する。 **O:** 影響はない。	**C:** 以下の緩和策を取る。 • 掘削土については可能な限り再利用することとする。 • 再利用できない掘削土については建設廃棄物処分場の Maucker で処分を行う。 • 管洗浄により発生する廃棄物は適切に保管・運搬、Bukovo 廃棄物処分場で処理する。 • その他廃棄物（ポンプ等）についても Law on Waste に従いライセンスを持つ業者に処分を委託する。	**C:** 施工業者 PROAQUA	**C:** 施工業者の契約に含む
	騒音・振動	B-	D	B-	D	**C:** 工事に使用する機器により騒音・振動が発生する。 **O:** 騒音を発生する機器は既存施設内に設置され、周辺地域への影響は発生しない。	**C:** 以下の緩和策を取る。 • 住宅地にほど近い場所で工事を行う初期雨水滞水池の工事は、周辺環境に配慮した計画を立てて実施する。 • 工事による一時的な騒音は、基準値以下にな	**C:** 施工業者	**C:** 施工業者の契約に含む

分類	環境項目	スコーピング時		調査後評価		理由	緩和策	責任機関	費用
		C	O	C	O				
							るよう重機・機器の適切な選定、維持管理、及び運転により制御されなければならない。		
	悪臭	D	B-	D	B-	**C:** 悪臭を発する施設は含まれていない。 **O:** 雨水滞水池には、活性炭フィルタを装着した脱臭装置が空気孔に設置されているため、通常であれば悪臭が周辺に流れることはない。初期雨水を貯水し、その後処理場に返送した後に、沈殿した汚泥を清掃する必要がある。この清掃が適切に実施されない場合、周辺地域に悪臭が流れる可能性がある。	**O:** PROAQUA は降雨後に適切に清掃を実施し、悪臭が周辺地域に流れることがないよう、管理を徹底する。	**O:** PROAQUA	**O:** 維持管理費に含む
自然環境	保護区	-	-	-	-	プロジェクトサイトは UNESCO の世界遺産（自然&文化）サイト内である。自然遺産については、「植物相、動物相、種の多様性」に、文化遺産については、「文化遺産」に記述する。	自然遺産については、「植物相、動物相、種の多様性」に、文化遺産については、「文化遺産」に記述する。	-	-
	植物相、動物相、種の多様性	C	D	D	D	**C:** 本プロジェクトのほとんどのコンポーネントは影響を与えるものではない。 **O:** 完成後の影響はない。	**C:** 影響はないと予想されるが、工事中の思わぬ影響の発生を防止・緩和するために、工事期間中に生物学者を立ち会わせ、モニタリングすることとする。	**C:** 施工管理者、施工業者、	**C:** 施工管理者の費用に含む
	地下水	C	C	B-	D	**C:** 管更生工事の際の水替えにより、汚水が周辺に流出し地下水を汚染する危険性がある。Voska 雨水滞水池の建設時による掘削により、地下水の濁りが懸念される。	**C:** 工事現場周辺の井戸水を定期的に観測し、濁りがないかを確認する。	**C:** 施工業者	**C:** 施工業者の契約に含む

分類	環境項目	スコーピング時		調査後評価		理由	緩和策	責任機関	費用
		C	O	C	O				
社会環境	非自発的住民移転・用地取得	C	D	D	D	**C:** 雨水滞水池に約400m^{2}の土地が必要となる。予定地の所有権は国にあり、使用権はオフリド市に供与されていることから、用地取得は必要ない。 予定地には住居はなく、現在は何も目的にも使用されていない空き地であり、非自発的住民移転も発生しない。都市計画としてビーチを建設する計画があるが、滞水池は地下施設であり、建設は可能、また都市計画を変更する必要はないことを確認した。	**C:** -	-	-
	既存の社会インフラや社会サービス	B-	D	B-	D	**C:**工事のための機材運搬等により車輛が増加し、また工事のために片道通行にする等で交通の阻害を起こす可能性がある。総じて、交通への影響は大きくないと予測される。 **O:**影響はない	**C:** 施工業者は交通当局と協力し、工事の予定、交通規制のスケジュール、代替ルートを適切な時期に広く告知する。交通警官と協力し、警告サインや代替ルートの指示を出す等して事故防止に努める。	**C:** Contractor	**C:** 施工業者の契約に含む
	文化遺産	C	D	D	D	**C:** プロジェクトエリアはUNESCOの世界遺産（自然&文化）サイト内である。予定地近辺には重要な文化遺産はないが、確認が必要である。	**C:** 本プロジェクトの活動は文化遺産保護エリアで禁止されている活動に該当するものはない。文化遺産を管轄している機関に必要な手続き・保護対策について問い合わせを行った結果、承認を取得する必要はないが、掘削・土木工事の際に考古学者の立会が必要であるとの回答を得た。これにより掘削・土木工事の際には考古学者を立会させる。	**C:** 施工業者	**C:** 施工業者の契約に含む
	労働環境	B-	D	B-	D	**C:** 工事中の作業員による事故が予想される。 **O:** 影響はない	**C:** Law for Health and Safety at Work に基づき、適切な職業上の安全と労働衛生を施工業者は実施する必要がある。そのため、労働環境にかかる計画書を事前に作成し、施工監理者及びPROAQUA に提出させることとする。計画には以下を含む。	**C:** 施工業者	**C:** 施工業者の契約に含む

分類	環境項目	スコーピング時		調査後評価		理由	緩和策	責任機関	費用
		C	O	C	O				
							• 建設現場には怪我等に対応できる救急施設を含む十分な健康管理対策を取る。 • 全ての建設作業員に対し、基本的な衛生・健康管理、安全対策等のトレーニングを実施する。 • 作業員の安全・保護（安全靴、ヘルメット、手袋、防護衣等）対策を取る。		
その他	事故	B-	D	B-	D	**C:** 工事中の作業員の事故や資材運搬時の交通事故がありうる。 **O:** 交通量は増加することはないため影響はない。	**C:** 建設作業員の事故への対策については、「労働環境」に記載の安全対策を取る。	**C:** Contractor	**C:** 施工業者の契約に含む

C: 建設時, O: 供用時
A+/-: 重大な正負の影響が見込まれる。
B+/-: A ほどではないが正負の影響が見込まれる。
C+/-: 影響は不明である（調査の段階で更なる調査が必要）。
D: 影響は見込まれない。

9.7.2　環境モニタリング計画

プロジェクト施設は適切に建設され運営される限り、環境汚染等の問題を起こすことは少ない。全ての影響は、建設方法の最良実施例の適用、工事現場管理等により回避・減少することができる。

モニタリング計画を下表に示す。モニタリングフォームについては付録 9.5 に示す。

表 9.8　環境モニタリング計画

環境項目	項目	地点	頻度	責任機関	費用 *1
＜建設時＞					
大気質	粉塵の目視確認	Vasil Stefoski 通り（1 ヵ所）	Voska 雨水滞水池掘削・建設中 2 回/月（掘削中は 1 回/週）	施工業者	-
水質	目視確認（掘削土の管理場所、廃棄物の一時保管場所）	各工事現場	1回/週	施工業者	-
廃棄物	発生した廃棄物の量・処分先の記録	各工事現場	継続的に記録	施工業者	-
騒音・振動	騒音・振動	Vasil Stefoski 通り（1 ヵ所）	Voska 雨水滞水池掘削・建設中 2 回/月（掘削中は 1 回/週）	施工業者	- *3
植物相、動物相、種の多様性	植物相、動物相、種の多様性の状態	湖周辺の工事現場	1 回/週	施工監理者（生物学者）	- 施工監理コストに含む
地下水	井戸水の濁り	Voska 周辺の井戸（3 ヵ所）	1 回/週	施工業者	-
既存の社会インフラや社会サービス	資機材運搬による事故の数	資機材運搬ルート及び工事現場	発生時に記録	施工業者	-
文化遺産	掘削時の文化遺産の発見	Voska 雨水滞水池	発見時に記録	施工監理者（考古学者）	- 施工監理コストに含む
労働環境/事故	トレーニングの回数及び受講者数	建設作業員	工事開始時	施工業者	-
市民からの苦情・要望	市民からの苦情・要望の数及び内容	PROAQUA Municipalities 工事現場	必要に応じて	施工業者 PROAQUA	-
＜供用時＞					
悪臭	降雨後の清掃実施回数	Voska 雨水滞水池	1 回/月（雨季のみ）（供用後 1 年間）	PROAQUA	-

*1 人件費は含んでいない。

出典：JICA 調査団

9.8 環境チェックリスト

付録 9.4 に示す。

9.9 ステークホルダー協議

2015 年 7 月 24 日に PROAQUA により MoEPP、オフリド市、ストゥルーガ市、JICA 調査団の協力のもと、ステークホルダー協議が開催された。出席者はおよそ 40 名ほどであった。以下に参加者内訳を示す。

- 環境省：1 名
- 国会議員：1 名
- オフリド市：5 名
- ストゥルーガ：8 名
- 公社・研究所、NGO、コンサルタント担当等：9 名
- Voska 地区代表・住民：3 名
- PROAQUA：8 名
- その他：5 名ほど（出席者リストへのサインなし）

以下の質問が参加者より出された。

- 湖内の幹線の構成をするようだが、生物多様性への影響はないのか。鳥類の巣作りだけでなく、魚類にも配慮が必要である。
- プロジェクト完成までに 7 年かかるそうだが、その間に下水道システムに拡張やその他の変化が起こる可能性があるのではないか。
- プロジェクトの財務的な枠組みはどうなっているのか。オフリド湖はオフリド市とストゥルーガ市のみのためではないことから国が返済をすべきではないか。
- 管更生をするより再建設した方が安いのではないか。管更生することで処理場への流入量増加などで処理場の能力拡大も必要なのではないか。

第10章 結論と提言

本調査では、オフリド湖下水道改善事業の準備調査として、既存下水道施設の課題を抽出し、その改善対策として、(1) 晴天時における不明水浸入を最小限にする、(2) 雨天時における雨水浸入の影響を緩和する、(3) 既存施設の信頼性を改善し強化する、(4) 組織体制及び市民啓発を強化する、の各目標から中長期改善対策ロードマップを示した。そのうち、事業規模、事業の優先度、投資効果、早期事業効果、持続可能性等の観点から緊急事業計画を作成し、事業費を算出した。

緊急事業としては、(1) 管更生による既設管の修復、(2) 初期雨水滞水池の設置、(3) ポンプ場の修復・補修・能力増強、(4) SCADA システムの設置、(5) 公共用井戸排水の抑制、(6) 管渠洗浄車の導入、(7) 組織体制・制度及び市民啓発強化等のソフト対策を挙げた。これらのプロジェクトは、利用可能な資金、経済・財務、環境社会配慮の面から、実施可能と判断された。

既存下水道施設においては、下水管渠への過大な浸入水により様々な問題が引き起こされており、その削減がオフリド湖下水道改善の緊急課題である。そのため、緊急事業の早期実現が強く望まれる。また、下水道に常時排水されている井戸水利用の規制は投資効果が高いので、井戸水利用規制を構築するための支援には、政府レベルによる法的根拠検討、地方機関による規制制度構築など継続的な実施が望まれる。

プロジェクト実現に向けて、マケドニア国政府、オフリド市、ストゥルーガ市、PROAQUA（広域上下水道公社）、Niskogradba（オフリド市下水管維持管理公社）等関係機関は、各組織の権限に従い必要な行動を取ることが求められる。

＜マケドニア国政府への提言＞

本プロジェクトは、世界遺産であるオフリド湖環境改善及び国是である EU 加盟条件の履行という国家政策に資するプロジェクトであること、また地方機関の実施能力・財政能力が脆弱であることから、本プロジェクトの実施は国主導で実施することが望ましい。国主導の実施体制として、 7 章では、二つの代替案 (1) 国（環境計画省）が主体となる案、(2) 新国家公社による案、を提案している。マケドニア国政府側は、早急にどの代替案を採用するのか決定する必要がある。また代替案 (1)および(2) に関わらず、マケドニア側は 7 章で示した事業実施体制、資金投入及び返済フロー、事業実施後の維持管理体制、事業経営計画等について、詳細を確定し、関係機関のコンセンサスを固める必要がある。

特に、代替案 (2)が選択された場合、新たに国家公社を設立する必要があり、設立前の調査、法的な手続き、関係機関との調整に時間がかかることが想定されるため、早急に実施体制の構築に着手することが望まれる。また、新国家公社は汚水収集幹線サービスのみの事業収入では借款金額の返済は難しいと想定されることから、同公社の事業内容を詳細に決定した段階で、債務返済能力について検討することが必要となる。

＜オフリド市及びストゥルーガ市への提言＞

国が主導して本プロジェクトを実施する場合でも、オフリド・ストゥルーガ両市には政府との

緊密な連携をとることが必要である。また、両市は下水処理施設の健全な経営のために水道・下水道料金の設定においても責任を有する。

プロジェクトのソフト対策（住民啓発促進等）においては、止水バルブおよび量水器設置促進制度の条例制定について、両市の積極的な取組が求められる。

＜PROAQUA 及び Niskogradba への提言＞

PROAQUA 及び Niskogradba は、国主導の事業実施の場合でも、プロジェクト準備・実施に当たり重要な協力支援組織としての役割を果たすとともに、プロジェクトのソフト対策（住民啓発促進等）においては、主導的な取組が求められる。

また、井戸水利用規制のために、地下水利用料金制度構築について検討することを提案する。これは PROAQUA 及び Niskogradba だけで実現できる政策でなく、政府レベルでの法的根拠の検討、市レベルでの規制条例の制定、料金制度の構築が必要である。

付 録

目　次

CHAPTER 1. Outline of the Survey 1
1.1 Observation tour for advanced technologies in Japan 1
1.2 Technical Seminar 3

CHAPTER 6. Cost Estimation and Implementation Schedule of Urgent Project 1
6.1 Summary of Construction and procurement cost 1
6.2 Breakdown of Estimated Construction Cost 2

CHAPTER 8. Economic and Financial Analyses 1
8.1 Calculation of Standard Conversion Factor 1
8.2 Questionnaire Sheet 2

CHAPTER 9. Environmental and Social Considerations 1
9.1 Laws/Regulations related to Environmental and Social Considerations and Water Supply / Sewerage System 1
9.2 Environmental Standards 12
9.3 Baseline Data 15
9.4 Environmental Checklist 26
9.5 Monitoring Form 33
9.6 Minutes of Meeting of Public Consultation 35
9.7 Opinion from the National Institute for Protection of Monuments of Culture and Museum - Ohrid 36

CHAPTER 1. Outline of the Survey

1.1 Observation tour for advanced technologies in Japan

The observation tour for advanced technologies in Japan was planned in the “Preparatory Survey on Lake Ohrid Sewerage Improvement Project”. The purpose of the Observation Tour was to observe advanced technologies in Japan and acquire knowledge which is useful for the Lake Ohrid Sewerage Improvement Project.

(1) Participants in the Observation Tour

Table 1 shows participants in the observation from Macedonia.

Table 1 Participants List of the Observation Tour

No.	Prefix	Name	Organization	Position
1	Mr.	Mirta Ilber	Ministry of Environment and Physical Planning	Head of Department for Waters
2	Ms.	Darinka Jantinska	Ministry of Environment and Physical Planning	Assistant Head of Department for International Cooperation
3	Mr.	Dejan Panovski	Ministry of Environment and Physical Planning	Representative of the Lake Ohrid Bilateral Secretariat
4	Ms.	Dragana Gosevska	Ministry of Finance	Head of Management Multilateral Financial Cooperation
5	Ms.	Andrea Lazarevska	Ministry of Finance	Assistant Head of Department for International Financial Relations and Public Debt Management
6	Ms.	Gabriela Milosheska	Municipality of Ohrid	Assistant Head of Local Economic Development Office
7	Mr.	Naser Iljazi	Municipality of Struga	Head of Tourism & Local Economic Development Sector
8	Mr.	Tome Paskalovski	PROAQUA	Director
9	Mr.	Muhamed Leshko	PROAQUA	Manager (Mechanical), Vranista Wastewater Treatment Plant
10	Mr.	Riste Matovski	PROAQUA	Manager (Civil), Vranista Wastewater Treatment Plant
11	Mr.	Aco Chingovski	PROAQUA	Manager (Electrical), Pump Station Management
12	Ms.	Nina Trendafilova	JP Niskogradba Ohrid	Manager of Planning and Supervision of Network

(2) Advance Technologies observed in Japan

Table 2 shows the advanced technologies observed in Japan.

Table 2 Advanced Technologies in Japan

Advanced technology	Targets to learn
Policy and methodology of water quality management for closed water body (Comprehensive basin-wide planning of sewerage system)	- Necessity of comprehensive lake basin-wide planning for sewerage system management - Approach for adopting advanced treatment process required by EU directives - Importance of public relations and awareness for upgrading sewered population and water quality improvement
Advanced technology for Oxidation Ditch Process (Advanced treatment process and so on)	- Approach for adopting advanced treatment process required by EU directives - Efficient and effective operation and maintenance method of wastewater treatment plant
Inspection/diagnosis technology of unidentified infiltration into sewer and rehabilitation/repair method for sewer	- Systematic understanding regarding countermeasures and technologies for unidentified infiltration - Technologies of sewer rehabilitation method developed in Japan, and the site visits
Advanced technology of jacking method for sewer (jacking method for long distance/sharp turn, small footprint shaft and so on)	- Possible technologies of pipe jacking method to be applied at world heritage streets, and the site visits
Rehabilitation/renewal method and technology for aged facilities	- Introduction of effective/planned maintenance and asset management for sewerage
Effective/planned maintenance and management measures (Preparation of sewerage ledger, preventive/ scheduled maintenance and so on)	- Planned maintenance and management measures using ledger and regular records of O&M - Sustainable business management and upgrading of fee collection and sewer connection

Main lectures and site visits were held during the Observation, as follows;

1) Comprehensive basin-wide planning for sewerage system management and wastewater treatment plants where accommodates advanced treatment using oxidation ditch process, as well as successful practice in discharging treated wastewater into closed water body
2) Rehabilitation of aged and damaged sewer pipes using no-dig technologies including actual construction site and a factory tour of the pipe materials being used in such a rehabilitation
3) Enhanced operation and maintenance method and technology by effective/planned maintenance and asset management for sewerage

(3) Observation Program

The observation tour for advanced technologies in Japan was implemented during 9 days from 26th August to 9th September 2014. Meanwhile period of business trip was 10 days from 25th August. Table 3 shows the observation program in Japan.

Table 3　Program of Observation Tour in Japan

Day	Date	Program (AM)	Program (PM)	Place
1	Aug. 26 (Tue)	Arriving at Tokyo, Japan	Orientation	Tokyo
2	27 (Wed)	Lecture 1: Advanced technology of rehabilitation/repair method and jacking method	Site visit 1: SPR method at Shibuya Lecture 2: Effective/planned maintenance and asset management for sewerage	Tokyo
3	28 (Thu)	Site visit 2: WWTP of OD process at Ichinokawa water circulation center	Lecture 3: Rehabilitation/repair method and jacking method	Tokyo
4	29 (Fri)	Lecture 4: Sewerage Law, Water quality management for closed water body	Lecture 5: N/P removal technology and public awareness	Tokyo
5	30 (Sat)	Move to Kyoto		Shiga
6	31 (Sun)	Data arrangement		Shiga
7	Sep. 1 (Mon)	Lecture 6: Improving water quality for closed water body Site visit 3: Lake Biwa Konanchubu WWTP	Site visit 4: Demonstration of SPR method at Sekisui Chemical Factory	Shiga
8	2 (Tue)	Move to Tokyo	Review meeting	Tokyo
9	3 (Wed)	Leaving Japan		

1.2　Technical Seminar

The Technical Seminar was planned in the “Preparatory Survey on Lake Ohrid Sewerage Improvement Project”. The purpose of the Technical Seminar was to explain to the counterparts about the draft of consultants regarding whole pictures of countermeasures for the Project and selection of urgent measures, and discuss with counterparts on this matter.

Programme of the technical seminar and the discussion records are attached bellow;

Technical Seminar
on
"PREPARATORY SURVEY ON LAKE OHRID SEWERAGE IMPROVEMENT PROJECT IN FORMER YUGOSLAV REPUBLIC OF MACEDONIA"
JICA, YRCI, NSS

1. Time and date: at 11:00 on Friday, 31 October 2014

2. Venue: Hotel Millenium Palace, Ohrid City

3. Seminar Program
   Moderator (Mr. Dejan Panovski, MoEPP)
   Interpreter (Ms. Irena Kjupev, JICA Study Team)

10:30 - 11:00	Registration
11:00 - 11:10	Opening Address by MoEPP
11:10 - 12:10	Presentation on JICA Survey by JICA Study Team Survey Progress and the Priority Project
12.10 - 12.30	Tea/Coffee Break
12.30 - 13:20	Discussion on ➢ Selection of Priority Projects ➢ Implementation Structure/O&M ➢ Financial Capacity
13.20 - 13.30	Closing Address

4. Participants: Representatives (22) from
   Ministry of Environment and Physical Planning (2)
   Ministry of Finance (2)
   Municipality of Ohrid (2)
   Municipality of Struga (1)
   PROAQUA (6)
   JP Niskogradba Ohrid (2)
   JICA Study Team (7)

– DISCUSSION RECORD –

TECHNICAL SEMINAR ON LAKE OHRID SEWERAGE IMPROVEMENT PROJECT

Date and time: 31.10.2014, Friday 11:00 - 14:00

Venue: Hotel Millenium Palace, Ohrid City

Participants (22)

MoEPP (2): Mr. Ylber Mirta, Water Department, Head of Department

Mr. Dejan Panovski, Bilateral Secretariat, Head of Unit

MoF (2): Mr. Andrija Aleksoski, Inter. Finance Department, Assistant Head of Department

Ms. Dragana Micevska, Inter. Finance Department, Public Debt. Manager - younger associate

Ohrid Municipality (2): Ms. Gabriela Miloshoska, Sector for Tourism and LED, Collaborate for tourism and LED

Ms. Daniela Martinoska, Sector for Tourism and LED, younger associate

Struga Municipality (1): Mr. Naser Iljazi, Sector for Tourism, Head of Unit

PROAQUA (6): Mr. Nikola Nestoroski, W.U. Water supplying Ohrid, Financial Manager

Mr. Muhamed Leshko, Technical Sector WWTP Vranista, mechanical engineer

Mr. Aco Cingovski, Technical Sector WWTP Vranista, electrical engineer

Mr. Riste Matovski, Technical Sector WWTP Vranista, mechanical engineer

Mr. Ilija Maceski, Technical Sector WWTP Vranista, mechanical engineer

Mr. Maher Polozani, Sector for Horticulture, engineer

Niskogradba (2): Ms. Nina Trendafilova, Sector for planning, civil engineer

Mr. Petar Zafiroski, Sector for planning, civil engineer

JICA Study Team (7): Mr. Haruki Takahashi, Mr. Maremori Nojiri, Mr. Atsuo Ohno, Mr. Koichi Iwamoto,

Ms. Irena, Dukoska, Mr. Ivanco Georgiev and Ms. Aleksandra Geroska

The seminar started at 11:00. Mr. Dejan Panovski, a moderator of this seminar, opened the seminar welcoming everybody and gave the word to Mr. Mirta.

Mr. Mirta welcomed everybody and appointed to the importance of this project for the Lake Ohrid and as well for Macedonia.

In the next hour Mr. Takahashi presented the results of the preparatory survey on improvement project regarding Lake Ohrid sewerage system in Ohrid and Struga.

After the break started discussion about identified problems in sewerage system and possible technical solutions for them. According to presentation of Mr. Takahashi ten candidates of priority project were proposed by the Consultant.

Mr. Panovski started the discussion. He proposed when the Draft Feasibility Study will be issued to be organized another seminar, similar like last year, in order for the representatives of the local communities for the high officials to be introduced with the priority projects. He proposed this meeting to be organized in February.

Mr. Takahashi answered that the Consultant will have meeting with JICA team on 6th of November and he will forward the proposal to them. Mr. Maremori add that first of all Interim Report will be handed to the Macedonian side. After that, all proposals and comments by Macedonian side will be reviewed by JICA team and based on that they will chose the best candidates of priority project. It is very important to hear the opinion from Macedonian institutions.

Mr. Andrija came up with suggestion a column to be added with a rough estimate of the value of any proposed candidate of priority project. Secondly, he supported all 10 candidates and he proposed not to be made another selection of priorities, because the main is already made.

Mr. Takahasi answered that cost estimate will be made in the next phase (scheduled until end of December/ beginning of January), because JICA experts have just arrived and from now they will be working on that question. This will be the main question on next meeting with JICA team. For the second question he answered that he also want to finish all proposed 10 candidates, but that most depend from JICA. Mr. Maremori adds that the purpose of this meeting was to hear the Macedonian opinion regarding this problems and solutions. Two biggest problems for now are infiltration into the sewer pipes and overflow of the wastewater in the Lake Ohrid.

Mr. Aco Cingovski noticed that first priority problem should be separation of the existing sewer system on sewage system and drainage system. Till today Proaqua and Niskogradba could not found solution for this problem. He also supports activity regarding cleaning and rehabilitation of the Primary and Secondary network system as well as completing the equipment in PS Elen Kamen and PS Kalista. About building of the reservoir in Voska he asked if the dimensions of the reservoir can be bigger.

Mr. Maremori answered that the Consultant made analysis of the rainfall in Ohrid and Struga area for the past four years, and the average value is 3mm per day. If SPR method is also implemented on the existing sewerage pipes, then the flow capacity will be increased for 1.5 times. The dimensions of the tank were determined on a base of above mentioned conditions.

His second question was about increasing the capacity of the pump stations. He wanted to know if the new replacing pumps will be with the same or with bigger capacity. Mr. Takahashi answered that there will be no changes in the capacity of the pumps.

Mr. Matovski supported all proposed activities and emphasized that after the implementation of this project personally expect that the infiltration in the sewer system will be reduced on 10 %.

Mr. Polozani asked if one more task can be added regarding covering of the sump pumps with concrete slabs. The main reason for this request is the spreading smell in the settlements. Also, he asked if the two sedimentation tanks in the WWTP Vranista can be repaired. Mr. Takahashi answered that the priority of this project is rehabilitation of the sewer system to improve present condition of unidentified infiltration, and investment for WWTP shall be considered after implementation of the priority project. Maybe this problem will be covered by the IPA project.

Mr. Leshko agreed with all proposed priorities, but he disagrees about the location of the reservoir in Voska settlement. His suggestion was to move the location in front of PS Daljan because there will be no problems with the land property as well there are no leaving buildings near the location. Mr. Maremori answered that this will be considered regarding establishing of the final location of the reservoir.

Ms. Nina wanted to know if one more task can be considered about supplying of equipment for cleaning of pipes, as well as education and training for the operators. Mr. Takahashi said that there is a possibility for supplying of this equipment and this can be included in priority candidate number 2.

Mr. Mirta final word was that with this meeting the project is on a good way to solve the existing problems.　He need to discuss with his colleagues from IPA program to be avoided overlapping of activities for rehabilitation of the sewer system.

Mr. Takahashi was satisfied by the held discussion and gave the accent to the importance of this project for Republic of Macedonia.

Mr. Ohno had one request to MOEPP, to be informed about the implementation and financial structure of IPA project for Ohrid and Struga sewer system. Mr. Mirta said it would be a pleasure for him to help.

CHAPTER 6. Cost Estimation and Implementation Schedule of Urgent Project

6.1 Summary of Construction and procurement cost

1 EUR= ¥140.00

item	unit	Quantity	Unit Price (EUR)		Cost (EUR)			Converted
			LC	FC	LC	FC	sum	*Million JPY*
CP-1: Rehabilitation and partial repair work of trunk sewer								
Rehabilitation work of Trunk sewer	m	14,105	0	833	0	11,749,000	11,749,000	*1,644*
Partial repairing work of Trunk sewer	m	16,983	0	267	0	4,532,000	4,532,000	*634*
sum	m	31,088	-	-	0	16,281,000	16,281,000	*2,278*
CP-2 : Construction of storm water retention tank, V=3400m3								
Voska Reservoir	LS	1	1,579,000	44,000	1,579,000	44,000	1,623,000	*227*
CP-3 : Rehabilitation of Elen Kamen P.S.								
M & E Reinstallation work	LS	1	4,000	64,000	4,000	64,000	68,000	*9*
CP-4 : Rehabilitation of Kalista P.S.								
M & E Repair work	LS	1	2,000	22,000	2,000	22,000	24,000	*3*
CP-5 : Improvement of five (5) P.Ss								
Elesec P.S.	LS	1	0	11,000	0	11,000	11,000	*1*
Ohrid 2 P.S.	LS	1	42,000	98,000	42,000	98,000	140,000	*19*
Dalijan P.S.	LS	1	47,000	120,000	47,000	120,000	167,000	*23*
Podmolje P.S.	LS	1	47,000	44,000	47,000	44,000	91,000	*12*
Vranista P.S.	LS	1	47,000	330,000	47,000	330,000	377,000	*52*
sum					183,000	603,000	786,000	*107*
CP-6 : Improvement of Sateska and Struga 3 P.Ss.								
Sateska P.S.	LS	1	73,000	43,000	73,000	43,000	116,000	*16*
Struga #3 P.S.	LS	1	56,000	902,000	56,000	902,000	958,000	*134*
sum					129,000	945,000	1,074,000	*150*
CP-7: Installation of SCADA system								
SCADA system	LS	1	0	2,006,000	0	2,006,000	2,006,000	*280*
CP-8: Installation of stop valve at public wells								
Valve setting	No..	10	500	0	5,000	0	5,000	*0*
CP-9 : Procurement of sewer cleaning equipment								
CCTV for Pipe inspection unit	Set	2	0	168,000	0	336,000	336,000	*47*
Pipe Flushing Unit	Set	2	0	444,000	0	888,000	888,000	*124*
sum					0	1,224,000	1,224,000	*171*
Total					**1,902,000**	**21,189,000**	**23,091,000**	**3,225**

6.2 Breakdown of Estimated Construction Cost

Breakdown of Estimated Construction Cost for Feasibility Study

Category A: Enhanced trunk sewer

Component -1-1 **Trunk sewer reconstruction works by rehabilitation method**

Section 1, PVC Dia. 500mm, L=1717m
Section 6, RC Dia. 800mm, L=3000m
Section 7, RC Dia. 1000mm, L=1045m
Section 8, RC Dia. 1200mm, L=3337m
Section 9, RC Dia. 1200mm, L=5006m
SUM L= 14,105m

Component -1-2 : **Trunk sewer repartial works**

Section 2, PVC Dia. 600mm, L=1576m
Section 3, PVC Dia. 600mm, L=1852m
Section 4, PVC Dia. 600mm, L=1400m
Section 5, RC Dia. 800mm, L=1550m
Section 10, RC Dia. 1200mm, L=2404m
Section 11, RC Dia. 1200mm, L= 4267m
Section 12, RC Dia.1200mm, L= 3934m
SUM L= 19,983m

Component 2 **Construction of storm water retention tank**

Voska retention tank, V=3400m3

Component-B: Improvement of Existing Pump Stations

Component 3 Rehabilitation of Elen Kamen Pumping station
Component 4 Rehabilitation of Kalista Pumping Station
Component 5 Installation of stanby pump, screen and inlet gate at 5 P.Ss
Component 6 Enhancement and Installation of inlet gate and screen at Sasteka and Struga P.S.
Component 7 Installation of SCADA System for optimized operation

Component-C: Procurement and Discharge control of Public wells

Component 8 Discharge control of public well (Installation of stop valve)
Component 9 Cleaning internal the inside of pipes anr removal of deposits
(Procurement of a vehicle equipped with sewer cleaning-machine and washing machine)

Lake Ohrid Sewerage Improvement Project　　Estimated Construction Cost For F/S

Item Description			Unit	Quantity	L.C.	F.C.	Total Amount (Euro)	Note
					Euro	Euro		
Category A	**Enhanced trunk sewer**							
Component 1	**Trunk sewer reconstruction works by rehabilitation method**							
CP-1-1	**Rehabilotation work of trunk sewer (Eastern Side), L=14.1 km, (Section 1, 6, 7, 8 and 9)**							
A11	Section 1, PVC Dia500mm, L=1717m		Ls	1.0	0	725,000	725,000	
A12	Section 6, RC Dia.800mm, L=3000m		Ls	1.0	0	1,612,000	1,612,000	
A13	Section 7, RC Dia.1000mm, L=1045m		Ls	1.0	0	713,000	713,000	
A14	Section 8, RC Dia.1200mm, L=3337m		Ls	1.0	0	2,678,000	2,678,000	
A15	Section 9, RC Dia.1200mm, L=5006m		Ls	1.0	0	3,994,000	3,994,000	
A16	Ancillary and Temporary works		Ls	1.0	0	2,027,000	2,027,000	
	Sum of CP-1-1				**0**	**11,749,000**	**11,749,000**	
CP-1-2	**Partial repair work of trunk sewer (Eastern Side) , L = 17.0km, (Section 2-5 and 10-12)**							
A21	Section 2, PVC Dia. 600mm, L=1576m		Ls	1.0	0	300,000	300,000	
A22	Section 3, PVC Dia. 600mm, L=1852m		Ls	1.0	0	223,000	223,000	
A23	Section 4, PVC Dia. 600mm, L=1400m		Ls	1.0	0	154,000	154,000	
A24	Section 5, RC Dia.800mm, L=1550m		Ls	1.0	0	333,000	333,000	
A25	Section 10, RC Dia.1200mm, L=2404m		Ls	1.0	0	833,000	833,000	
A26	Section 11, RC Dia.1200mm, L=4267m		Ls	1.0	0	893,000	893,000	
A27	Section 12, RC Dia.1200mm, L=3934m		Ls	1.0	0	1,414,000	1,414,000	
A28	Finishing work		Ls	1.0	0	202,000	202,000	
A28	Ancillary and Temporary works		Ls	1.0	0	180,000	180,000	
	Sum of CP-1-2				**0**	**4,532,000**	**4,532,000**	
Component 2	**Construction of storm water retention tank**							
B	Construction of storm water retention tank	V=3400m3			1,539,000	44,000	1,583,000	
	Sum of Comp.-2				**1,539,000**	**44,000**	**1,583,000**	
SUB-TOTAL	***of Category C, Component 1 and 2.***				***1,539,000***	***16,325,000***	***17,864,000***	
Category B	**Rehabilitation and enhancement of two pumping stations**							
Component 3	**Rehabilitation of Elen Kamen PS**	**24.4 Lit/s x 2 units**						
B1-a	Structure work				0	0	0	
B1-b	Repair of submersible pump work (M&E)				4,000	64,000	*68,000*	
	Sum of B1				**4,000**	**64,000**	**68,000**	
Component 4	**Rehabilitation of Kalista PS**	**24.4 Lit/s x 2 units**						
B2-a	Structure work				0	0	0	
B2-b	Repair of submersible pump work (M&E)				2,000	22,000	*24,000*	
	Sum of B2				**2,000**	**22,000**	**24,000**	
Component 5	**Improvement for five (5) Pump Stations**							
B3-1-a	Structure work	Elesec PS			0	0	0	
B3-1-b	Repair of submersible pump work (M&E)	Elesec PS			0	11,000	*11,000*	
B3-2-a	Structure work	Ohrid 2 PS			41,000	0	41,000	
B3-2-b	Repair of submersible pump work (M&E)	Ohrid 2 PS			0	98,000	*98,000*	
B3-3-a	Structure work	Dalijan PS			46,000	0	46,000	
B3-3-b	Repair of submersible pump work (M&E)	Dalijan PS			0	120,000	*120,000*	
B3-4-a	Structure work	Podmolje PS			46,000	0	46,000	
B3-4-b	Repair of submersible pump work (M&E)	Podmolje PS			0	43,000	*43,000*	
B3-5-a	Structure work	Intake PS at Vranista WWTP			45,000	0	45,000	
B3-5-b	Repair of submersible pump work (M&E)	Intake PS at Vranista WWTP			*0*	330,000	*330,000*	
	Sum of B3				**178,000**	**602,000**	**780,000**	
Component 6	**Improvement of Sateska & Struga #3 Pump Stations.**							
B4-1-a	Structure work	Sasteka PS			71,000	0	71,000	
B4-1-b	Repair of submersible pump work (M&E)	Sasteka PS			0	43,000	*43,000*	
B4-2-a	Structure work	Struga #III PS			55,000	0	55,000	
B4-2-b	Repair of submersible pump work (M&E)	Struga #III PS			0	902,000	*902,000*	
	Sum of B4				**126,000**	**945,000**	**1,071,000**	
Component 7	**Installation of SCADA System for optimized operation**							
B5-a	SCADA system for 14 Pump stations				0	1,717,000	1,717,000	
B5-b	Scads system for inlet PS of Vranista WWTP				0	289,000	289,000	
	Sum of B5				**0**	**2,006,000**	**2,006,000**	
SUB-TOTAL	***of Component 3 to 6***				***310,000***	***3,639,000***	***3,949,000***	
Category C	**Others (Procurement and Installation of stop valve)**							
Component 8	**Installation of stop valve at public wells.**							
	Installation of Outlet control valve at public well	**for 10 public wells**						
C1	Installation of Outlet control valve at public well				5,000	0	5,000	
	Sum of C1				**5,000**	**0**	**5,000**	
Component 9	**Procurement of sewer cleaning equipment**							
D1	CCTV inspection Unit				0	336,000	336,000	
D2	High presure pipe cleaning truck with bacume tank				0	888,000	888,000	
	Sum of C2				**0**	**1,224,000**	**1,224,000**	
SUB-TOTAL	***of Category C, Component 8 & 9***				***5,000***	***1,224,000***	***1,229,000***	
TOTAL	**Category A, B and C**				**1,854,000**	**21,188,000**	**23,042,000**	

CHAPTER 8. Economic and Financial Analyses

8.1 Calculation of Standard Conversion Factor

The Standard Conversion Factor was calculated based on the statistics of the past 8 years as shown in the table below.

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Total
Total import amount CIF	3,233	3,752	5,281	6,883	5,073	5,474	7,027	6,522	43,245
Total amount of tax on import	98	103	97	120	100	90	72	77	757
Total export amount FOB	2,042	2,415	3,398	3,991	2,708	3,351	4,478	4,015	26,400
Total amount of tax on export	4								4

Source: World Bank (2014) World Bank Development Index

Standard Conversion Factor = (Total import amount * total export amount) /((total import amount + total amount of tax on import) + (total export amount –total amount of tax on export)
＝0.990

8.2 Questionnaire Sheet

For Official Use Only

JICA/TECI/NSS

Preparatory Survey on Lake Ohrid Sewerage Improvement Project

Key Question before Starting Interview
Does your household have a connection of **sewerage service** provided by PROAQUA/ Niskogradba? □01 Yes (Ask to prepare Bill for Sewerage and Collector) □02 No(interview is finished)

Section-A Basic Information	
A-1 Interviewer's Name& Code **Code**	**A-2 Date of the Interview** **Date: 2014** **Daily Questionnaire No.:**
A-3Information on Respondent Name: Age: District: Street/ Block	

Section-B Current Sewerage and Collector Service
B-1 Family Composition sharing the same sewerage connection □01 Adult: persons □02 Child (less than 18 years old): persons □03 Total: persons
B-2 Do you know how much volume of **waste water** does your household produce monthly? The volume of waste water should be the same as the volume of consumed water from water supply system. □01 Waste water m^3/ month

B-3 Do you know how much does your household monthly pay for **Water, Sewerage and Collector service** by PROAQUA/or Niskogradba?

□01 Ohrid City:
Sewerage service _____ MKD/ month,
Collector service_____ MKD/ month
Water service _____ MKD/ month

□02Struga City:

Sewerage service_____ MKD/ month
Collector service_____ MKD/ month
Water service_____ MKD/ month

B-4 Have your household ever felt/seen environmental/ human health damage from the sewer and drainage system?

□01 Yes → please specify (name respondent's variant) and mark below
□02 No → interviewer specifies the below

Specification:
□01 Over flowing from manhole
□02 Overflowing on road and street
□02 Bad water quality of effluent water from treatment plant
□03 Offensive odor
□04 Other_____

_____

Section-C Willingness-to-Pay for the JICA Project

Explanation for the respondent. To be voiced

Your household currently pays the above-answered MKD per month forSewerage& Collector tariffs to the PROAQUA/or Niskogradba.

However,it is observed that current sanitation services are not fully satisfactory condition because, for example;

Sewerage overflows during rainfall
Deteriorated sewer line with low rehabilitation level
Sewer breakage and blockage, inappropriate joint, excessive sediment, root infiltration, etc

C-1 Would your household accept to pay additional (1) OOO MKD/ month as an incremental tariff if If you were to receive "Satisfactory Sanitation Services" as we explained?

Additional payment OOO MKD
Current Sewerage&Collector Payment OOO MKD

*Note that this amount would be in addition to your current monthly household expenditures.
*Note that all sewerage water expects to be treated in anappropriate sanitary manner contributing environmental conservation of Ohrid.

**To the interviewer*: (*not for a cubic meter, but additional tariff per month)*

□01 Yes/ No → If the additional tariff is (2) OOO MKD/ month, would you agree to pay it?
□01 Yes
□02 No

*Check the applicable box

	Ver.1				Ver.2				Ver.3			
1st Proposal	50				100				200			
Ans.	Yes		No		Yes		No		Yes		No	
2nd Proposal	80		30		150		80		300		150	
Ans.	Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes	No

Household's comments for additional payment:
(_____)

C-2 Please, specify the approximate monthly income of the household, (after Tax, MKD)

□01 to 10,000
□02 10,001 – 15,000
□03 15,001 – 20,000
□04 20,001 – 25,000
□05 25,001 – 30,000
□06 30,001 – 35,000
□07 35,001 – 40,000
□08 40,001 – 50,000
□08 50,000 and more

Thank you for your participation in the survey.
For ensuring the actuality of the survey, please sign the questionnaire or leave t he contact phone number.
Respondent's signature or telephone number

All the above information will be confidential, only utilized for the purpose of preparatory study for the Project.

CHAPTER 9. Environmental and Social Considerations

9.1 Laws/Regulations related to Environmental and Social Considerations and Water Supply / Sewerage System

9.1.1 Laws and Regulations related to Environment

Law on Waters is described in chapter 2.1.3 in the Main report.

(1) Law on Environment

The Law on Environment establishes the rights and obligations of the State, public associations and citizens in regards to environmental protection. The Law defines the environmental quality standards, permitting requirements for activities that may affect the environment, measures for prevention and reduction of environmental pollution, environmental monitoring and control systems, the role of the public and sanctions imposed on polluters and others that violate the Law. The Law also set out the requirements for undertaking environmental assessments of potential environmental impacts of public and private projects which are likely to have a significant impact on the environment before development consent is granted in the form of approval for project implementation. Impacts on the environment can include impacts on human beings, and biological diversity; soil water, air and other natural resources and climate; historical and cultural heritage as well as the interaction between these elements.

(2) Law on Nature Protection

Law on Nature Protection contains provisions which transpose for EU principles for nature and forestry. The protection of nature is carried out through biological and landscape diversity protection and natural heritage protection, in and outside protected areas. With regard to species, the Law regulates the issues of the introduction of non-indigenous species into nature and the reintroduction of extinct indigenous species; trade in endangered and protected wild species of plants, fungi and animals; protection of species enjoying protection under international agreements; the keeping and breeding of wild animal species in captivity; as well as special protection of designated wild species included in the Red Book and Red List. The Law specifies the prohibited activities related to strictly protected wild species. The Law also regulates the protection of habitats, and ecosystems, incorporating provisions that provide for the favourable status of habitat preservation, habitat monitoring, preservation of environmentally important areas, and establishment of an environmental network.

(3) Law on Protection from Noise in the Environment

The Law on Protection from Noise in the Environment gives MoEPP general competence for the reduction of noise in the environment, but also specifies that some activities are to be implemented jointly, in cooperation and consultation, or through some planning document to be adopted in accordance with other authorities, especially the other ministries, City of Skopje and local self-government units. The objectives of the Law are:

- Create healthy living conditions for people and protection of the environment from noise,
- Taking measures and actions to avoid prevent or reduce noise,
- Taking measures of protection against noise imposed by the nearby environment, causing nuisance and annoyance,
- Elimination or reduction of the harmful effects that result from exposure to noise in the environment and
- Providing a basis for the development of measures to reduce the noise emitted by major sources, particularly road, rail and water transport vehicles and infrastructure, aircraft, equipment used

outdoors and in industry, as well as mobile mechanical work.

General sources of noise in the environment in accordance with the Law are:

- Industrial, commercial, craft or other production facilities or installations, as well as other equipment,
- Construction activities,
- Main-road route, waterway and railway infrastructure,
- Airport or heliports, locations for take-off and landing,
- Polygon for means of the protection and rescue,
- Street infrastructure,
- Closed (in object) or open parking
- Buildings for housing and residence of people
- Facilities for sporting or other public events,
- Objects that used sound devices,
- Household appliances
- Racetracks, amusement parks, shooting ranges, coastal locations and similar recreational facilities for entertainment,
- Open or covered construction sites and
- Other sources of noise that creates higher noise than prescribed.

(4) Law on Ambient Air Quality

The Law establishes the system for the management of ambient air quality. It includes activities directed towards avoidance, prevention or alleviation of the hazardous effects of air pollution through assessment of ambient air quality, determination of emission limit values and quality values, planning of ambient air protection, establishment of ambient air monitoring and information systems, as well as protection of ambient air quality in the course of emission control from stationary or diffuse sources of pollution. The law defines the obligation for the adoption of the national plan and the program. The Law stipulates an obligation for the adoption of programmes for pollution abatement and ambient air quality improvement in the territory of local self-government units, in zones and agglomerations where one or more pollutants are found to be above the air quality limit values, plus the margin of tolerance.

In order to avoid, prevent or reduce harmful effects on human health and the environment as a whole, the following types of limit values and critical levels are set:

- Limit values, target values and critical levels of ambient air and alert thresholds,
- Limit values for emissions of exhaust gases and vapours from stationary sources,
- Limit values for emissions of exhaust gases from mobile sources and content of harmful substances in fuels.

(5) Law on Waste Management

The legal framework for waste management has been established by this Law in 2004. Relevant EU directives have been transposed in the Law, also taking into consideration the local conditions. The Law regulates issues concerning the framework policy on waste, on hazardous waste, on landfill, on incineration of non-hazardous waste, etc. The Law incorporates the basic principles of waste management (principle of environmental protection in waste management – waste minimization, precautionary principle, closeness, service universality, “polluter pays” principle, system of deposit, etc.).

(6) Law on Communal Activities (no. 95/12)

The Law regulates basic conditions and the manner for performance of communal activities, their

financing, financing of construction and maintenance of communal infrastructure, etc. and declares communal activities as being of the public interest. According to this Law, communal activities comprise:
Construction of water supply systems, treatment and supply of drinking water (consisting of abstraction, treatment and distribution of water through a water supply system at the point of main service customer meter), construction of the sewage systems, conveyance and treatment of wastewater, construction of drainage network, collection and disposal of rain water.

9.1.2 Administrative Framework

As for the administrative framework, there are several ministries and agencies at the national and local level with mandates that influence the conservation and management of the world heritage property and environment.

(1) Ministry of Environment and Physical Planning (MoEPP)

See chapter 2.1.3 of whole responsibilities of MoEPP. The administration for Environment was established as a body responsible for expert activities in the area of environment. The Administration of Environment performs professional activities in the area of nature protection, in waste, water, air, soil, noise protection, other environmental areas and regulate the environmental impact assessment (EIA) procedures for projects and the procedure concerning integrated environmental permit issuing and compliance permit issuing. The Sector for Environment Department for EIA within the Administration of Environment is the administration's competent organizational unit for the performance of EIAs. Besides EIA, this department is also tasked with assessing the development of elaborates for environmental projects. The Department covers the EIA procedure for the country as a whole, but LSGUs are competent for assessing the environmental protection elaborates based on article 24 of the Law on Environment.

(2) Ministry of Transport and Communications (MoTC)
Ministry of Transport and Communications has jurisdiction with regards to inland navigation, residential-communal affairs, such as communal infrastructure, and works such as water supply, sewage systems, wastewater collection, drainage and treatment, as well as protection measures from noise originating from the performance of activities in navigation and construction. MoTC is responsible for communal infrastructure, which includes water supply, collection and treatment of wastewater. Moreover, the state communal inspectorate is explicitly tasked with monitoring public water supply systems and systems for collection, drainage and wastewater treatment for compliance with technical standards and with overseeing operations within the undertakings performing such public activities.

(3) Ministry of Agriculture, Forestry and Water Economy
Ministry of Agriculture, Forestry and Water Economy manages the water for agricultural purpose as well as infrastructural facilities such as dams, reservoirs, and irrigation systems. The hydro meteorological service is part of ministry which has responsibility for monitoring the quantity and quality of surface water and groundwater. Ministry has following responsibilities:

- Agriculture, forestry, water economy, agricultural land use, use of forests and other natural resources,
- Hunting and fishing,
- Protection of cattle and plants against diseases and pests monitoring and sturdy of the state of water, maintenance and improvement of water regime,
- Hydro-amelioration systems,
- Meteorological, hydrological and bio meteorological phenomena and processes,
- Management of solid and genetically modified food.

(4) Local Self-Government Units (LSGUs)

According to the Law on Local Self-Government, the local self-government units (LSGUs) are competent for regulation and performance of affairs of public interests of local relevance. The LSGUs are responsible for general environmental protection measures within water, air, nature, noise and ionizing radiation. Moreover they are also responsible for organization and management of environmental activities (infrastructure for water supply, wastewater collection and treatment), municipal waste management and space planning, and recreational areas development. In addition to the above, LSGUs are also responsible for issuing Type B environmental permits relating to the siting and building of industrial facilities, strategic environmental assessments (SEAs) on local strategies, plans and programmes, as well as inspection and enforcement, and monitoring in the territory of the Municipality. LSGUs are competent for assessing the environmental protection elaborates based on article 24 of the Law on Environment. The important role of the LSGUs is reflected by the fact that a decision on the approval of elaborates for environmental protection is a precondition for launching the relevant project.

(5) Ministry of Culture

The administrative and certain proficient issues of the cultural heritage protection shall be carried out by the Ministry of Culture, and by the Administration for protection of the cultural heritage, as a body within the Ministry of Culture (The Administration).

The major authorities of the Administration are stipulated by the Article 145 of Law on Protection of Cultural Heritage, such as

- to perform administrative procedure for subjects in the fields of the protection of cultural heritage and issues administrative acts according to this Law,
- to prepare the acts in the field of the protection of cultural heritage that are issued by the Ministry of Culture,
- to take part in administrative and other procedures connected to the cultural heritage and its protection that are led by other authorities in cases provided in this or other Laws,
- to start initiatives and procedures in front of authorities for matters of public interest for the cultural heritage and its protection,
- to perform the works connected to the establishment, organization and development of the information system for cultural heritage of Republic of Macedonia,
- To perform activities of security protection of the cultural heritage and protection in case of armed conflict and natural disasters,
- To perform activities of protection against physical damaging accelerated by the pollution and promotion of the quality of the environment in the protected areas,
- To follow the implementation of the ratified international agreements in the field of the protection of the cultural heritage, propose and perform activities for realization of the rights and obligations that occur and prepare national reports for their implementation.

(6) Institute for Protection of Monuments of Culture and Museum – Ohrid

The Institute was established by Law on Protection of Cultural Heritage as conservation centre – Ohrid with authority in the area of the municipalities Ohrid, Belcista, Kosel, meseista, Lukovo, Delogozdi, Labunist, Velesta, Vevcani and Struga. The Institute performs the works within the area such as:

- Studies, investigates and using scientific processes of the questions in the field of the protection of the immovable cultural heritage,
- Prepares protecting and conservation basis for the needs of the spatial and urban plans,
- Performs archaeological investigations on structures subject to conservation,
- Performs conservation investigations and other investigation works for protection of the immovable cultural heritage,
- Performs conservation and other kind of experts supervision over execution of protection measures on the immovable cultural heritage, in accordance with the Law,
- Performs direct protection of movable cultural heritage that is entrusted by authorized public

institution for protection or by other holder of such good,
- Manages the immovable cultural heritage in state ownership, for which the right of use has been transferred to the centre.

(7) National Commission for UNESCO

The National Commission for UNESCO consists of the following bodies:
- The General Assemble (25 members representing ministries of Education and Science, Foreign Affairs, and Environment, universities, national institutions involved in UNESCO's fields of activities, national theatres, etc.), which meets when required;
- The Executive Committee (8 members), which meets once or twice a year;
- Four Programme Committees dealing with: (1) Science, (2) Culture, (3) Education and (4) Information, Communication and Informatics;
- The Secretariat.

The responsibilities of National Commission are:
- Foster close liaison between state agencies and services, professional and other associations, universities and other centres of research and education, and other institutions concerned with education, the sciences, culture and information;
- Cooperate with the delegations of their respective governments at the General Conference and at other intergovernmental meetings convened by UNESCO, inter alia by preparing the contributions of their governments to the work of these meetings,
- Follow the development of UNESCO's programme and call the attention of the appropriate agencies to the potential benefits of international cooperation,
- Contribute to national activities related to UNESCO's programme and to the evaluation thereof,
- Provide a channel for disseminating information obtained from other countries on matters of domestic interest in education, the sciences, culture and information,
- Encourage, at the national level, interdisciplinary dialogue and cooperation between institutions concerned with education, the sciences, culture and information, with a view to helping to bring intellectual resources to bear on certain priorities for development.

(8) Cultural Heritage Protection Office

The Cultural Heritage Protection Office (CHPO) was established on March 19, 2004 based on the Law on Protection of Cultural Heritage ("Official Gazette of RM" no.20/04). It was set up on May 10, 2004 when its first director was appointed. The legal status of the Cultural Heritage Protection Office is that of an independent governmental administrative body. As such, it is a constituent part of the Ministry of Culture operating as a legal entity. Cultural Heritage Protection Office is in charge of preparation and implementation of Management Plan for the World Natural and Cultural Heritage in the Region of Ohrid, update the list of the cultural heritage, preparation of a report on the state of the World natural and cultural heritage in the region of Ohrid every six months, etc.

(9) Commission for the Management of the World Natural and Cultural Heritage in the Region of Ohrid

The Commission shall be established for the purpose of coordinating the activities stipulated under Article 9 of Law on Management of World Natural and Cultural Heritage in the Region of Ohrid. However, the management plan for the natural and cultural heritage is not completed (draft version) so that the Commission is not established yet. The commission shall be comprised of a president, vice-president and 21 members appointed by the Government of the Republic of Macedonia on the basis of a joint proposal submitted by the Minister of MoEPP and Ministry of Culture. The duties of the Commission are:
- Reviews and gives an opinion on the draft report on the state of the world natural and cultural

heritage in the region of Ohrid,
- Reviews and gives an opinion on the implementation of laws and other ordinances that govern issues pertaining to the area of protection of the world natural and cultural heritage in the region of Ohrid,
- Reviews and gives an opinion on the plan concerning the management of the world natural and cultural heritage in the region of Ohrid,
- Reviews and gives an opinion on the spatial and urban plans for the region of Ohrid,
- Monitors and gives an opinion on the state of the world natural and cultural heritage in the region of Ohrid,
- Reviews the state and proposes measures for improvement of the state of the world natural and cultural heritage in the region of Ohrid at its own initiative and/or at the request of another legal or physical person or state or local government body, and
- Review and gives an opinion on other issues pertaining to the management of the world natural and cultural heritage in the region of Ohrid.

(10) Public Institute for Health Protection

Institute of Public Health was founded in 1924, has 10 regional centres and plays a significant role in Macedonia's public health. The Institute are responsible for surveillance, research and health promotion. The activities are collection, processing and analysis of data, research and monitoring of hygiene and other conditions for the protection of air, food products, drinking water, wastewater and solid waste materials, monitoring and implementation of active measures to protect the population from infectious and other diseases, etc.
- Protection of the health of population, through surveillance/control of pollution of air, safety of bathing water, water intended for sports and recreation, and for irrigation, water intended for drinking, natural mineral waters, land and life supporting commodities,
- Protection of the population against communicable diseases, against harmful effects of gases, ionizing radiation, noise, hygiene and epidemiological state,
- Protection measures against harmful substance,
- Poisons handling,
- Safety of food and products and materials in contact with food,
- Food produced by innovative technologies, including genetically modified food,
- Assessment of environmental health risks in all environmental media.

(11) Hydrobiological Institute

Hydrobiological Institute is a public governmental higher education and research organization in the national interest, founded in 1935 under Ministry of Education and Science. The Institute covers the limnology research as natural lakes, artificial lakes and rivers. The main concern is limnology of natural lakes in Macedonia, i.e. Ohrid, Prespa and Dojransko, with particular emphasis on the lake – the oldest lake in Europe and the largest and deepest in Macedonia.

9.1.3 Results of Screening by MoEPP

Република Македонија
Министерство за животна средина
и просторно планирање

[redacted]

Архивски бр. 11-11976/2 -2014
Дата:
До : 12.02.2015
МЈП "Проаква"
ул."Наум Охридски" бб
Охрид

Република Македонија
Министерство за
животна средина
и просторно планирање

Бул."Гоце Делчев" бр. 18
1000 Скопје,
Република Македонија
Тел.(02) 3251 400
Факс: (02) 3220 165
E-пошта: info@moepp.gov.mk
Сајт: www. moepp.gov.mk

Предмет : Известување

Врска : Ваш број 03-2956/1 од 27.11.2014 година

Почитувани,

Во прилог Ви го доставуваме мислењето со кое се однесува за изведување на подготвителни истражувања за Проектот за подобрување на колекторскиот систем за отпадни води на Охридското езеро, доставено од страна на МЈП "Проаква" од Охрид, за потребите на МЈП "Проаква" од Охрид.

Со почит,

МИНИСТЕР
Nazhan Izairi

Изготвил: Александар Петковски
Согласен: Биљана Петкоска

Република Македонија
Министерство за животна средина
и просторно планирање

[redacted]

Архивски бр. 11- 11976 /2-2014
Дата: 12. 02. 2015

Република Македонија
Министерство за
животна средина
и просторно планирање

Бул."Гоце Делчев" бб
1000 Скопје,
Република Македонија
Тел. 02) 3251 400
Факс: (02) 3220 165
E-пошта: info@moepp.gov.mk
Сајт: www.moepp.gov.mk

До: МЈП "Проаква"
ул."Наум Охридски" бб
Охрид

Предмет: Мислење

Врска: Ваш број 03-2956/1 од 27.11.2014 година

Почитувани,

Во врска со Вашето известување за намера за изведување на проектот со број 11-11976/1 од 28.11.2014година, кое се однесува за изведување на подготвителни истражувања за Проектот за подобрување на колекторскиот систем за отпадни води на Охридското езеро, доставено од страна на МЈП "Проаква" од Охрид, Управата за животна средина при Министерството за животна средина и просторно планирање, Ве известува дека за подготвителни истражувања, согласно Законот за животна средина ("Сл.Весник на РМ бр."53/2005, 81/2005 ,24/2007, 159/08, 83/2009, 48/2010, 124/2010, 51/2011, 123/2012, 93/2013 и 42/2014), не треба да се спроведува постапката за оценка на влијанието врз животната средина и не е потребно да се изготови Елаборат за заштита на животната средина, имајќи во предвид дека се работи за подготвителни истражувања за подготовка на Физибилити Студија.

Имено, Ве информираме дека пред започнување со спроведување на проектот, инвеститорот е должен да постапи согласно Законот за животна средина (Службен весник на Република Македонија бр. 53/2005, 81/2005, 24/2007, 159/2008, 83/2009, 48/2010, 124/2010, 51/2011, 123/2012, 93/13 и 42/2014) и подзаконските акти, односно Уредбата за определување на проектите и за критериумите врз основа на кои се утврдува потребата за спроведување на постапката за оцена на влијанијата врз животната средина (Службен весник на Република Македонија бр. 74/2005 и 109/09). За започнување на постапката за оцена на влијанието врз животната средина,

Република Македонија
Министерство за животна средина
и просторно планирање

[redacted]

потребно е инвеститорот да достави известување за намера за спроведување на проектот кое е потребно да биде изготвено согласно *Правилникот за информациите што треба да ги содржи известувањето за намера за изведување на проектот и постапката за утврдување на потребата од оцена на влијанието на проектот врз животната средина ("Службен весник на Република Македонија" бр. 33/2006).* Известувањето за намера за спроведување на проектот да се достави до Управата за животна средина при Министерството за животна средина и просторно планирање на негова оценка и издавање на мислење по истото.

Република Македонија
Министерство за
животна средина
и просторно планирање

Бул."Гоце Делчев" 66
1000 Скопје,
Република Македонија
Тел. (02) 3261 600
Факс: (02) 3230 167
Е-пошта: info@moepp.gov.mk
Сајт: www.moepp.gov.mk

Со почит,

Изготвил: Александар Петковски
Согласен: Биљана Петроска

Управа за животна средина
Директор
Игор Трајковски

<Translation>

Republic of Macedonia
MoEPP

To: IPE PROAQUA
St. Naum Ohridski bb
Ohrid

SUBJECT: Notification
Respected,
In attachment we submit our opinion which is for preparatory survey for the Project for improvement of the collecting system for sewage on Ohrid Lake, submitted by IPE Proaqua from Ohrid for its needs.

With respect,

Minister
Nurhan Izairi

Republic of Macedonia
MoEPP

To: IPE PROAQUA
St. Naum Ohridski bb
Ohrid

SUBJECT: OPINION
Connection: Your number 03-2956/1 from 2711.2014 year
Respected,
Regarding Your notification for intention for Project implementation with number 11-11976/1 from 28.112014 year which is for performing the preparatory survey for Ohrid lake sewage improvement, submitted by IPE Proaqua from Ohrid, Office for environment by MoEPP inform you that for preparatory surveys, in accordance to Law for Environment (Off.Gazzete of RM Num. 53/2005,81/2005,24/2007, 159/08, 83/2009, 48/2010, 124/2010, 51/2011, 123/2012, 93/2013 and 42/2014) there is NO NEED of EIA procedure and there is no need for EIA elaborate keeping in mind that this is for preparatory survey for Feasibility Study.
Notably, WE inform you that before the Project implementation, investor is obliged to act in accordance with the Law for environment (Off.Gazzete of RM Num. 53/2005, 81/2005, 24/2007, 159/2008, 83/2009, 48/2010, 124/2010, 51/2011, 123/2012, 93/13 and 42/2014) and bylaws, or Decree for projects classification and criteria based on which need for EIA should be determinate. (Off.Gazzete of RM num. 74/2005 and 109/09). For start of the procedure for EIA is necessary for investor to submit letter of intention for project implementation which should be prepared in accordance with Rulebook for information which should contain Letter of intention for project implementation and method for determination of need for EIA (Off.Gazzete of RM num. 33/2006).
The letter for intention for project implementation should be submitted to Office of environment by MoEPP for its estimation and issuing the opinion for the same one.

With respect,
Aleksandar Petkovski
Biljana Petkoska

Office of Environment
Director
Igor Trajkovski

9.2 Environmental Standards

9.2.1 Water Quality Standards

Classification of water and categorization of surface water, lakes, reservoirs and groundwater is determined by the Government of Republic Macedonia. The latest regulation for the categorization of water courses and lakes was published in Official Gazette No. 18/99. The regulation essentially defines five separate classifications for all water types, namely:

Class 1: Very clean, oligotrophic water, which in natural condition with disinfection can be used for drinking and for production and processing of food products, and also for fishery of salmon. The puffer capacity of the water is very good. It is constantly supplied with oxygen, with low level of nutrients and bacteria, and can contain small amount of organic (but not inorganic) anthropogenic pollution.

Class 2: Slightly polluted, mesotrophic water, which in natural condition can be used for recreation and swimming, water sports, for fishery of other kinds (cyprinids). With usual methods for processing-conditioning (coagulation, filtration, disinfection and etc.) this water can be used for drinking and food processing. The puffer capacity and the absorbance with oxygen are good throughout the year. The present overload can effect in negligible increase of the productivity.

Class 3: Moderate eutrophic water, which in natural condition can be used for irrigation, and after usual processing (conditioning) can be used in the industry, but not for drinking. The puffer capacity is weak, but it is keeping the acidity of the water on the levels that can suit most of the fishes. In the hypolimnion can occasionally be detected oxygen insufficiency. The level of the primary production is significant, and the changes in the community and the fishing structure is notable. It is evident the impact on the quality substances and the microbiological pollution. The concentrations of the harmful substances varies from the primary level to the level of chronical toxicity for the water life.

Class 4: Strongly eutrophic, polluted water, which in natural condition can be utilized for other purposes only after certain processing. The puffer capacity is exceeded, which results in bigger levels of acidity, which impact the biodiversity. In the epilimnion the oxygenation is high, while in the hypolimnion there is lack of oxygen. Algae blooming is present. The increased degradation of organic material simultaneously with stratification of the water can result in anaerobic conditions and killing of the fishes. Massive colonies of tolerable species, fish population and benthonic organisms can be affected. The microbiological pollution of this water prevents this water to be utilized for recreation, and the harmful substances released from the sludge/sediments can affect of the quality of the water life. The concentrations of the harmful substances can vary from the level of chronical to acute toxicity for the water life.

Class 5: highly polluted, hypertrophy water that in natural condition cannot be utilized for any purpose. The water is without puffer capacity and its acidity is harmful to most of the fishes. Big problems occur in the oxygen regime, oxygen over saturation in the epilimnion and poor saturation with oxygen, leading to anaerobic conditions in the hypolimnion. The degradation substances are dominantly present related to the producers. Fishes and benthonic species are not constantly present. The concentration of the harmful substances overcomes the acute level of toxicity for the water life.

The parameters for classifying the waters in classes, according to article 2 of this sub-law are:

a. Organoleptic parameters: visible waste materials, visible colour, notable smell, true colour, turbidity and visibility
b. Acidity parameters, pH value and alkalinity
c. Parameters of oxygen regime: dissolved oxygen, oxygen saturation, BOD5 at 20oC, COD from KMnO4, TOC
d. Mineralization parameters: suspended matters, total dry residue from filtered water (total suspended material)

e. Eutrophication parameters: total phosphorus, total nitrogen, chlorophyll “a”, primary production, saprobe index and level of biologic productivity.
f. Microbiological parameters: most probable number of thermo tolerable coli forms bacteria
g. Radioactivity: total activity of heavy radioactive waste materials which can be released into the surface water – water course during one year, shall be calculated by a separate formula
h. Harmful and hazardous materials: metals and their compounds, other inorganic parameters, phenols, hydrocarbons, halogenated hydrocarbons, nitrated hydrocarbons, pesticides, other organic compounds

Table 1: Limit values / Maximum allowed concentrations, organoleptic parameters:

Parameter	Limit values and concentrations for each class				
	Class I	Class II	Class III	Class IV	Class V
A. Organoleptic Indicators					
1. Visible organic material	None	None	None	None	-
2. Visible colour	None	None	Little turbidity	Turbidity	-
3. Smell	None	None	Hardly notable	Notable	-
4. True colour mg/l Pt	<15	15-25	26-40	>40	>40
5. Turbidity NTU	<0.5	0.5 – 1.0	1.1 – 3.0	>3.0	>3.0
6. Transparency by Secci, 1m	> 7	7.0 – 4.0	3.9 – 2.0	< 2.0	< 2.0
B. Indicators of Acidity					
1. pH Value	6.5 – 8.5	6.5 – 6.3	6.3 – 6.0	6.0 – 5.3	< 5.3
2. Alkalinity mg/l $CaCO_3$	>200	200-100	100-20	20-10	<10
C. Oxygen Regime Indicators					
1. Dissolved oxygen, mg/L O_2	>8.00	7.99-6.00	5.99-4.00	3.99-2.00	<1.99
2. Oxygen saturation					
Epilimnion % O_2 Lakes, reservoirs	90-105	75-90 105-115	50-75 115-125	30-50 125-150	<30 >150
Hypolimnion O_2 Lakes, reservoirs	75-90	50-75	30-50	30-10	<10
Total %O_2 Lakes, reservoirs	75-90	50-75 105-115	50-30 115-125	30-10 125-150	<10 >150
3. BOD_5 mg/L O_2	<2.00	2.01-4.00	4.01-7.00	7.01-15.0	>15.0
4. COD_{Mn} mg/L O_2	<2.50	2.51-5.00	5.01-10.0	10.0-20.0	>20.0
5. Total organic carbon (TOC) mg/L C	<2.50	2.51-4.20	4.21-6.7	6.7-10.0	>10.0
D. Mineralization Indicators					
1. Suspended material, mg/L	<10	10-30	30-60	60-100	>100
2. Total dry residue from filtered water					
For surface waters	350	500	1000	1500	>1500
Groundwater- karstic	350	500	1000	1500	>1500
Groundwater- not karstic	800	1000	1500	1500	>1500
E. Eutrophication Indicators					
1. Total phosphorus, P mg/L Lakes, reservoirs	<10 <15	10-25 15-40	25-50 40-70	50-125 70-190	>125 >190
2. Total nitrogen N µg/L Lakes, reservoirs	<200 <200	200-325 200-325	326-450 326-450	>450 >450	>450 >450
3. Chlorophyll “a” µg/L Lakes, reservoirs	<2.0 <2.0	2.01-3.79 2.01-3.79	3.79-7.50 3.79-7.50	7.51-10.0 7.51-10.0	>10.0 >10.0
4. Primary production µgC/m^2/a (Lakes, reservoirs, mean value in summer period)	<25	26-50	51-90	>90	>90
5. Saprobe level	Oligosaprobic	Mesosaprobic β - α	Mesosaprobic α - β	α-Mesosaprobic – polisabrobic	Polisaprobic

6. Saprobe index, Puntel Buck	<1.50	1.50-2.50	2.51-3.50	3.51-4.50	>4.51
7. Level of biologic productivity	Oligotrophic	Mesotrophic	Moderate eutrophic	Eutrophic	Hipertrophic
F. Microbiological pollution					
1. Most probable number of thermo tolerable colimorphic bacteria in 100 ml	5	5-50	50-500	>500	>500

9.2.2 Effluent Standards

See chapter 2.1.3.

9.2.3 Noise

The limit values for the basic indicators of noise in environment are defined with the Rulebook for Limit Values of the Noise Level (Official Gazette, No. 147/08). According to the degree of protection from noise, the limit values for the basic indicators of noise in environment caused by different sources are shown in the table below.

Area differentiated by the degree of noise protection	Noise level expressed in dB (A)		
	L(day) 7:00-19:00	L(evening) 19:00-23:00	L(night) 23:00-7:00
Area of first degree	50	50	40
Area of second degree	55	55	45
Area of third degree	60	60	55
Area of fourth degree	70	70	60

* First degree: area intended for tourism and recreation, nearby hospitals, national parks and natural reserves
Second degree: area primarily intended for residence (i.e. residential region, area nearby buildings designed for educational activity, facilities for social protection etc.)
Third degree: area where activities in the surrounding are allowed and the causing of noise is less considered: trade-business-residential area which is also designed for accommodation
Fourth degree: area where activities in the surroundings are allowed, which can cause interference with noise, area without apartments, designed for industrial and crafts or other similar production activities.

For vibration, there is no standard established in Macedonia.

9.2.4 Air Quality

The air quality standards are stipulated by Decree on limit values for levels and types of polluting substances in the ambient air and alert thresholds, deadlines for achieving the limit values, margins of tolerance limit values and long-term goals (Official Gazette No. 50/05).

Pollutant	Averaging period	Limit values	Allowed number of exceedances in a year	Date when it has to reach the limit value
SO2	1 hour 24 hours	350 µg/m^3 125 µg/m^3	24 3	
NO2	1 hour 1 year	200 µg/m^3 40 µg/m^3	18 -	
PM10	24 hours 1 year	50 µg/m^3 40 µg/m^3	35 -	
PM2.5	1 year	25 µg/m^3 20 µg/m^3	-	2020 2025

Lead	1 year	0.5μg/m^3	-	
Benzene	1 year	5 μg/m^3	-	
CO	Maximum daily 8 hour mean value	10 mg/m^3	-	

9.3 Baseline Data

9.3.1 Natural and Cultural Heritage in Ohrid Region by UNESCO

In 1979, the World Heritage Committee decided to inscribe the Ohrid Lake on the World Heritage List under the natural criterion (iii). In 1980, the property was extended to include the cultural and historic area and cultural criteria (i), (iii) and (iv) was added, so on the World Heritage List the property is inscribed as "Natural and Cultural Heritage of the Ohrid Region", that is as "combined property".

Criteria I – Cultural good that is a master piece of human creative genius

Ohrid has great number of cultural monuments (archaeological sites, churches with frescoes and basilicas with mosaics from the early Christian period, monuments of the Islamic culture, buildings from the Old Urban architecture, as well as lots of valuable icons, manuscripts and other movable heritage). All of them possess real historic, architectural, cultural and artistic values. Their concentration in the old urban centre of Ohrid, which is of great importance by itself, and along the coast of Lake Ohrid and the surrounding area creates an exceptional harmonic totality, which is a key feature that makes this region unique and justifies it significance as an outstanding universal value.

Criteria III – to bear a unique or at least exceptional testimony to a cultural tradition or to a civilization which is living or which has disappeared

The century long synthesis of the ancient nature and the remnants of the material and spiritual heritage of several civilisations that had stayed in this region or just passed by, the quality and diversity of the cultural heritage, as well as the exceptional conservation and genuine protection, make this a unique region.

Criteria IV – to be an outstanding example of a type of building, architectural or technological ensemble or landscape which illustrates significant stages in human history

The old urban centre of Ohrid is the only preserved authentic urban entirety, adjusted to the lake coast position and the terrain and is characterised by sacred and profane high quality architecture. The architectural solutions, with a forum, public, housing and sacred buildings with the necessary infrastructure were present even in the ancient Lychnidos (old name of the town).

The project site is within the UNESCO Natural and Cultural Heritage of Ohrid Region as shown in Figure 9.1. The covered area is 833.35 km^2. The Albanian side of the Ohrid Lake is not included in the heritage area, however, the preparation of UNESCO-EU funded project "Towards strengthened governance of the shared transboundary natural and cultural heritage of the Lake Ohrid Region" has started. The duration of project will be 36 months and the project is designed to address the main threats affecting the natural and cultural heritage of the Lake Ohrid region and aimed at strengthening transboundary operation over the region's cultural and natural heritage, etc. Finally, it will support the process of extension of the World Heritage property "Natural and Cultural Heritage of the Ohrid Region" in Albania (already inscribed as World Heritage for the part of the site located within the Macedonia).

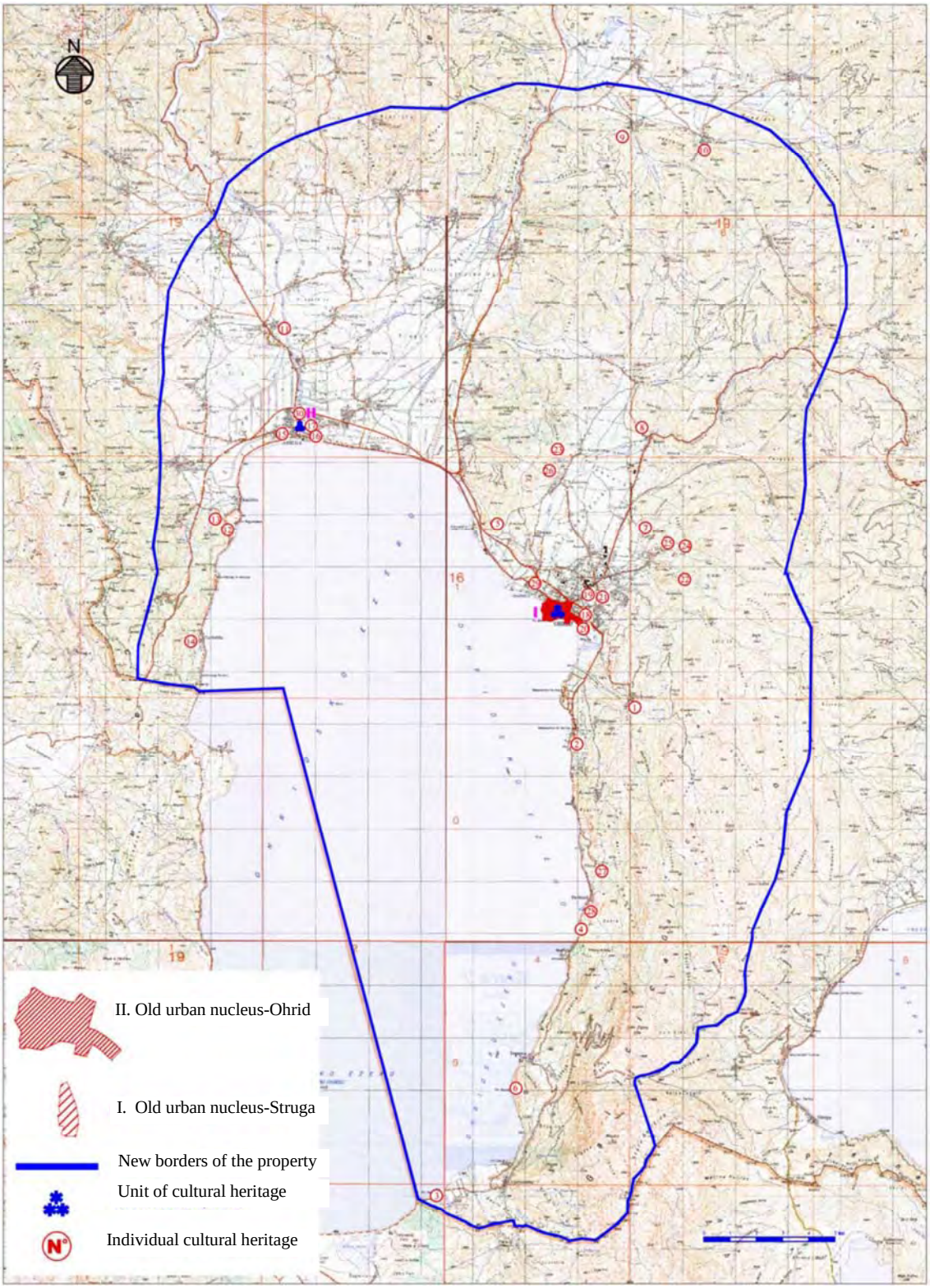


Figure 9.1 UNESCO Natural and Cultural Heritage in Ohrid Region

Table 9.1 Number of Cultural Heritage

UNESCO	Protected monuments	Evident as ambient	Archaeological sites	Total
Ohrid	108	70	133	
Struga	54	31	125	
Debarca	5	5	56	
Sub total	167	106	314	587

As for cultural importance, the old urban core of Ohrid and contact (buffer) zone are stipulated by the Law on Proclamation of the Old Urban Core of Ohrid as Cultural Heritage of Exceptional Significance, "Official Gazette of the Republic of Macedonia" no. 47 of 08.04.2011. The area of urban core and contact zone is shown in the figure below. The restricted activities are also stipulated by the Law (see Chapter 2.1.3).

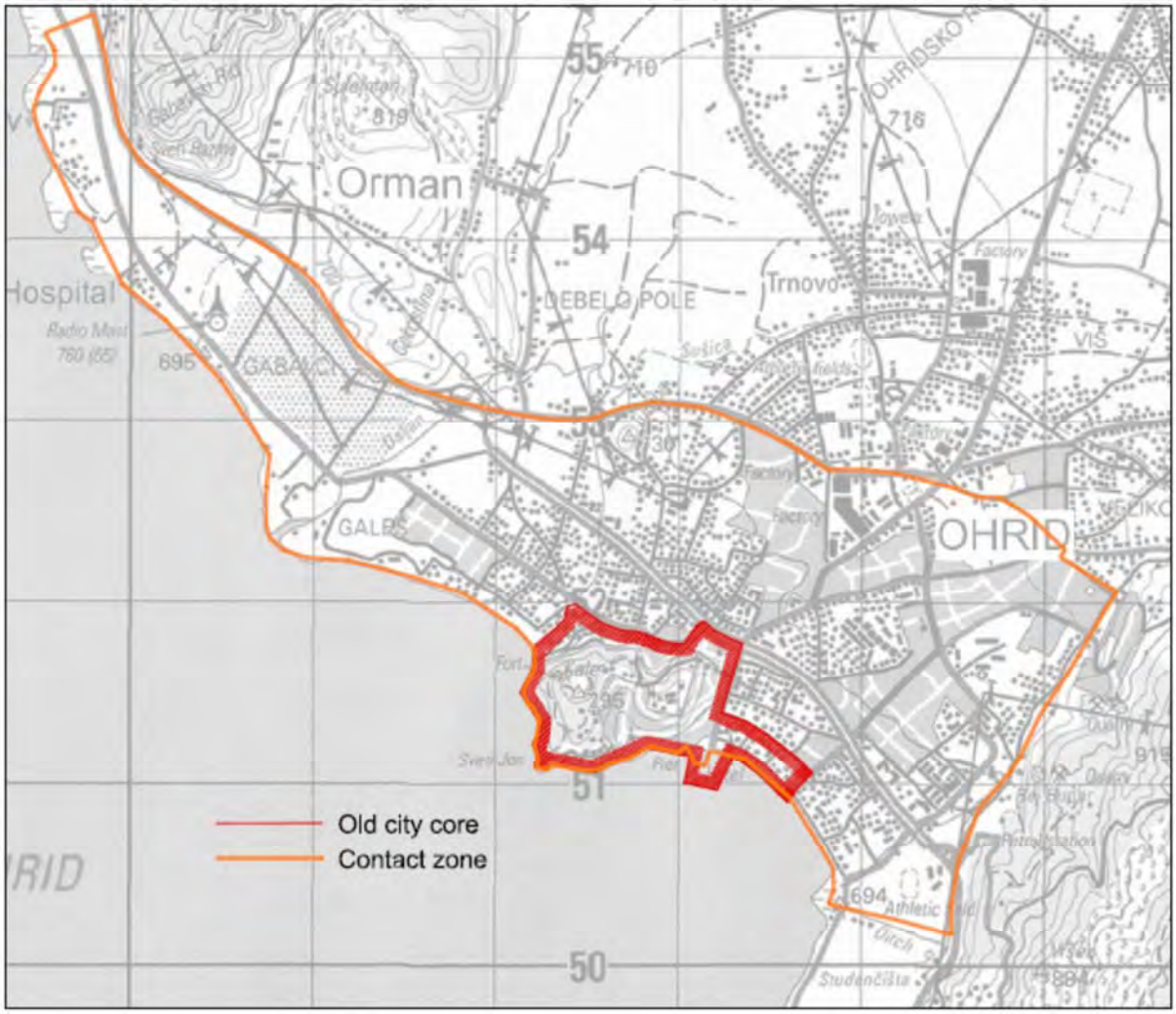


Figure 9.2　Old Urban Core of Ohrid and Contact (Buffer) Zone

9.3.2　Lake Ohrid

See Chapter 2.2.1 of Main Report for hydrology.

(1) Water Use

The water of Lake Ohrid is used for water supply system for Ohrid Municipality only during the summer season. The intake capacity is 200 l/s.

The Lake and the rivers in the basin are sources of irrigation and drinking water. There is not currently a high level of demand and it doesn't seem to grow substantially. Nevertheless, two additional dams are planned to be constructed until 2020 in the Ohrid-Struga area in Sateska and Vapilica with a capacity of 2.5 and 1.1 10^6 m^3 respectively for the purpose of irrigation, floods control and sediments

retaining.

The water of Lake Ohrid is used for water supply system for Ohrid Municipality only during the summer season. The intake capacity is 200 l/s. The Lake and the rivers in the basin are sources of irrigation and drinking water. There is not currently a high level of demand and it doesn't seem to grow substantially. Nevertheless, two additional dams are planned to be constructed until 2020 in the Ohrid-Struga area in Sateska and Vapilica with a capacity of 2.5 and 1.1 10^6 m^3 respectively for the purpose of irrigation, floods control and sediments retaining.

(2) Ecology

There are two unique communities of plants and animals in Lake Ohrid, the near shore, or littoral zone community, and the offshore, or pelagic community in the deep waters in the middle of the Lake.

In the littoral zone, rooted plants grow up from muddy and sandy bottoms and algae grow on the surface of the rocks and other hard surfaces. There plants often grow in distinct zones or belts along the shoreline. In the deeper water (5-15 m), algae and rooted aquatic plants can grow in large beds. The more common species are Potamogeton spp., Chara spp., and Myriophyllum spp. Closer to shore, the reeds (Phragmites australis) appear and grow right up to the edge of the water. In many places, the colonical algae Cladophora spp. grows on most surfaces. The reed zone is an especially important habitat for many other organisms, including young fish, frogs and water birds.

In areas of the shoreline that receive river input, runoff from agricultural land, or sewerage, the littoral zone community can be thick with aquatic plants. Those species that thrive with higher concentrations of phosphorus are choking out the other plants. Cladophora in particular thrives when runoff carries phosphorus into the Lake in the summertime.

Many of the bottom-dwelling animals in Lake Ohrid are endemic. For example, Lake Ohrid is the only place where the rounded sponge Ochridospongia rotunda is found. More than 85 % of the snails in Lake Ohrid are also endemic. Over the last 20-25 years, the community of small organisms has changed significantly in areas where human pollution has entered the Lake.

The diversity of phytoplankton and zooplankton in Lake Ohrid is relatively poor. The phytoplankton is dominated by Bacillariophyta Chlorophyta and Cyanophyta while the zooplankton by Waterfleas (Cladocera), Copepods (Copepoda) and Rotifers (Rotatoria). The phytobenthos in shallow waters is represented by abundant macrophytic vegetation (representatives of Charophyta), and in deeper waters by the dominant diatoms, some of which are endemic for Lake Ohrid, such as Chclotella fottii. Zoobenthos consists primarily of segmented worms (Annelida), snails (Gastropoda), Ostracods (Ostracoda), flatworms (Plathelminthes) and sponges (Porifera), with a high level of endemism. Among the nektonic organisms, the most important are the relict and endemic species of salmonid fish.

Concerning faunal aspect of Lake Ohrid, 216 endemic and relic taxa out of total 586 is the richest and most important freshwater centreof endemism in Europe. As is the case with other relict lakes, intra-lacustrine speciation process is highly expressed in the Lake, especially within the invertebrate groups of Gastropoda, Oligochaeta, Ostracoda, Plathelmintes and Porifera.

The endemic taxa are distributed in the following different faunal groups:
Two endemic species of free living Protozoans are found in Lake Ohrid. From the parasitic Protozoans (subphylum Ciliophora), there are 30 endemic species which, together with the aquatic worms (Oligochaeta), represent a part of the group of relict species. The degree of endemism in Ciliophora is 88%. Comparative analyses between parasitic Ciliates from Lake Ohrid and from Lake Baikal point to great similarity.

Out of 10 taxa (nine species and one subspecies) of sponges (Porifera), five species and one

subspecies are endemic; the degree of endemism is 60%. The species Ochridospongia rotunda is the best known of the four endemic sponges found in Lake Ohrid, and it represents a relict genus and species, with its spherical shape closely resembling the endemic sponges of the Lake Tiberias and Lake Baikal.

Plathelminthes (flatworms): 85 species have been identified from the flatworms in Macedonia. The highest diversity (29 species) and endemism (79%) have been recorded in the class of Tricladida (Fig.3-12). Lake Ohrid has been considered as a centre of highest biodiversity of this group with 69 registered flatworm species.

In Republic of Macedonia in general Mollusca (Molluscs) are well studied, with a total of 282 known taxa in R. Macedonia (276 species and six subspecies).The class of snails (Gastropoda) is represented by 267 taxa (262 species and five subspecies),with 102 (97 species and 5 subspecies) belonging to the aquatic Gastropods. Terrestrial Gastropods, although completely studied, show a great diversity of species, with 165 recorded up to date. From the class of Bivalves (Bivalvia), 15 species have been recorded. The most important centre of diversity for this group is Lake Ohrid with 72 species 56 (78%) of them endemic for the Lake.

Lake Ohrid and its watershed is inhabited by total of 23 fish species, 17 of which are native. Ohrid trout (Salmo letnica) and belvica (Acantholingua (Salmothymus) ohridana) besides their scientific value also are fish with high economic value for human consumption. Other fishes such as bleak (Alburnus alburnus alborella), carp (Cyprinus carpio), eel (Auguilla Anguilla), and roach (Rutiles rubilio ohridanus) are also regularly harvested by fishermen. Over the last decade, between 200,000 and 300,000 kg of fish have been taken from the Lake each year. The numbers of fishes on the wintering grounds and returning to the spawning grounds each year are declining noticeably. In decades past, large schools of bleak wintered in Ohrid Bay and near Peshtani and Trpejca in the east and Radozda in the northwest. Today, bleak only winter near Trpejca and Radozda. The number of Lake Ohrid trout on the spawning grounds on the Macedonian side of the Lake has also changed dramatically. The average size and number of the fish has decreased and the gender balance is changing.

The red list of IUCN of Ohrid Lake is as follows.

Floral Species on the red List of IUCN (IUCN Red List, 1997)

Ajuga piskoi	*Alkanna noneiformis*	*Anchusa serpentinicola*
Astragalus baldaccii	*Aubrieta thessala*	*Centaurea soskae*
Erodium guicciardii	*Eryngium serbicum*	*Jurinea taygetea*
Malus florentina	*Melampyrum heracleoticum*	*Minuartia baldaccii*
Narthecium scardicum	*Oxytropis purpurea*	*Pinus heldreichii* var. *leucodermis*
Pinus peuce	*Ramonda serbica*	*Rindera graeca*
Soldanella pindicola	*Viola eximia*	*Solenanthus scardicus*

Fauna Species on the List of Globally Threatened Species according to IUCN

Birds	**Mammals**
Aquila heliaca	Canis lupus
Falco naumanni	*Felis silvestris*
Crex crex	*Rhinolophus euriale*
	Rhinolophus hipposideros
	Myotis capaccinii
	Nannospalax leucodon

Table: The IUNC Red list of Fish in Lake Ohrid and its watershed

		Origin	IUCN status
	Petromyzontidae		
1	Eudontomyzon stankokaramani Karaman, 1974	Endemic	**LC**
	Anguillidae		
2	Anguilla anguilla (Linnaeus, 1758)	Native	**CE**
	Clupeidae		
3	Alosa falax La Capede, 1803	Alien	**NE**
	Cyprinidae		
4	Alburnoides ohridanus (Karaman, 1928)	Endemic	**VU**
5	Alburnus scoranza (Heckel & Kner, 1858)	Endemic	**LC**
6	Barbus rebeli Koller, 1926	Endemic	**LC**
7	Carassius gibelio Bloch, 1782	Alien	**NE**
8	Chondrostoma ohridanus Karaman, 1924	Endemic	**NE**
9	Cyprinis carpio Linnaeus, 1758	Alien	**VU**
10	Gobio ohridanus, Karaman, 1924	Endemic	**VU**
11	Pachychilon pictum (Heckel & Kner, 1858)	Endemic	**LC**
12	Pelasgus minutus Karaman, 1924	Endemic	**NE**
13	Phoxinus limaireul Schinz, 1840	Endemic	**NE**
14	Pseudorasbora parva (Temminck & Schlegel, 1846)	Alien	**LC**
15	Rhodeus amarus (Bloch, 1782)	Alien	**LC**
16	Rutilus karamani Fowler, 1977	Endemic	**LC**
17	Rutilus ohridanus (Karaman, 1924)	Endemic	**LC**
18	Scardinius knezevici (Bianco & Kottelat, 2005)	Endemic	**LC**
19	Squalius squalus (Bonaparte, 1837)	Native	**LC**
	Cobitidae		
20	Barbatula sturanyi (Steindachner, 1892)	Endemic	**LC**
21	Cobitis ohridana Karaman, 1928	Endemic	**LC**
	Salmonidae		
22	Oncorhynchus mykiss Walbaum, 1792	Alien	**NE**
23	Salmo aphelios, Kottelat,1997	Endemic	**NE**
24	Salmo balcanicus Karaman, 1928	Endemic	**DD**
25	Salmo letnica Karaman, 1924	Endemic	**NE**
26	Salmo lumi Poljakov, Filip & Basho 1958	Endemic	**NE**
27	Salmo ohridanus Steindachner 1892	Endemic	**CE**
	Salmo spp.		
	Poeciliidae		
28	Gambusia holbrooki Girard, 1859	Alien	**LE**
	Centrarchidae		
29	Lepomis gibbosus Linnaeus, 1758	Alien	**LC**

Table: The IUNC Red list of of Gastropoda in Lake Ohrid and its watershed

	Subclass ORTHOGASTROPODA	**Origin**	**IUCN status**
1	Theodoxus fluviatilis (Linnaeus, 1758)	Cosmopolitan	**LC**
2	Viviparus viviparus (Linnaeus, 1758)	Cosmopolitan	**LC**
3	Valvata stenotrema Polinski, 1929	Endemic	**NT**
4	Valvata hirsutecostata Polinski, 1929	Endemic	**VU**
5	Valvata rhabdota Sturanyi, 1894	Endemic	**NT**
6	Valvata http://www.faunaeur.org/full_results.php?id=427617relicta (Polinski, 1929)	Endemic	**VU**
7	Horatia novoselensis Radoman 1966	Endemic	**VU**
8	Ohridohoratia sturanyi (Westerlund 1902)	Endemic	**NT**
9	Ohridohoratia polinskii (Radoman) 1960	Endemic	**VU**
10	Ohridohoratia pygmaea (Westerlund, 1902)	Endemic	**NT**
11	Lyhnidia hadzii Hadžišče, 1959	Endemic	**CR**
12	Lyhnidia stankovici Hadžišče, 1959	Endemic	**CR**

13	Pseudohoratia ochridana (Polinski) 1929	Endemic	**VU**
14	Orientalina curta kicavica (Radoman, 1973)	Endemic	**LC**
15	Strugia ohridana Radoman, 1973	Endemic	**VU**
16	Gocea ohridana Hadžišče 1956	Endemic	**CR**
17	Ohridohauffenia rotonda (Radoman, 1964)	Endemic	**EN**
18	Ohridohauffenia sanctinaumi (Radoman, 1964)	Endemic	**EN**
19	Zaumia sanctizaumi (Radoman, 1964)	Endemic	**CR**
20	Amphimelania holandrii (C. Pfeiffer 1828)	Cosmopolitan	**LC**
21	Radix relicta Polinski, 1929	Endemic	**LC**
22	Radix labiata (Rossmässler, 1835)	Endemic	**NE**
23	Gyraulus albidus Radoman, 1953	Endemic	**VU**
24	Gyraulus (Carinogyraulus) paradoxus Stur.	Endemic	**NE**
25	Gyraulus lychnidicus Hesse, 1928	Endemic	**NT**
26	Gyraulus trapezoides Polinski, 1929	Endemic	**NT**
27	Gyr. crenophilus Hubendick & Radoman, 1959	Endemic	**EN**
28	Gyr. fontinalis Hubendick & Radoman, 1959	Endemic	**EN**
29	Acroloxus improvisus Polinski, 1929	Endemic	**VU**
30	Ancylus fluviatilis O. F. Müller, 1774	Cosmopolitan	**NE**
31	Ancylus lapicidus Hubendick, 1960	Endemic	**EN**
32	A. scalariformis Stankovic & Radoman, 1953	Endemic	**VU**
33	Acroloxus macedonicus Hadžišce, 1959	Endemic	**CR**
34	Ancylus tapirulus Polinski, 1929	Endemic	**EN**
35	Planorbis macedonicus Sturanyi, 1894	Endemic	**EN**
36	Planorbarius corneus (Linnaeus, 1758)	Cosmopolitan	**LC**
37	Lymnaea stagnalis (Linnaeus, 1758)	Cosmopolitan	**NE**
38	Galba truncatula (O. F. Müller, 1774)	Cosmopolitan	**LC**
39	Chilopyrgula sturanyi (Brusina, 1896)	Endemic	**NT**
40	Ochridopyrgula m. macedonica (Brusina, 1896)	Endemic	**NT**
41	Ochridopy. maced. charensis Radoman, 1978	Endemic	**NE**
42	Xestopyrgula dybowskii (Polinski, 1929)	Endemic	**VU**
43	Ginaia munda sublitoralis Radoman, 1978	Endemic	**VU**
44	Ginaia munda munda (Sturany, 1894)	Endemic	**VU**
45	Neofossarulus stankovici Polinski, 1929	Endemic	**VU**
46	Stankovicia pavlovici (Polinski, 1929)	Endemic	**VU**
47	Stankovicia wagneri (Polinski, 1929)	Endemic	**VU**
48	Pyrgohydrobia grochmalickii (Polinski, 1929)	Endemic	**VU**
49	Pyrgohydrobia jablanicensis Radoman, 1955	Endemic	**CR**
50	Pyrgohydrobia sanctinaumi Radoman, 1955	Endemic	**VU**
	Subclass ORTHOGASTROPODA	**Origin**	**IUCN status**
1	Theodoxus fluviatilis (Linnaeus, 1758)	Cosmopolitan	**LC**
2	Viviparus viviparus (Linnaeus, 1758)	Cosmopolitan	**LC**
3	Valvata stenotrema Polinski, 1929	Endemic	**NT**
4	Valvata hirsutecostata Polinski, 1929	Endemic	**VU**
5	Valvata rhabdota Sturanyi, 1894	Endemic	**NT**
6	Valvata http://www.faunaeur.org/full_results.php?id=427617relicta (Polinski, 1929)	Endemic	**VU**
7	Horatia novoselensis Radoman 1966	Endemic	**VU**
8	Ohridohoratia sturanyi (Westerlund 1902)	Endemic	**NT**

Table: The IUNC Red list of of Charophyta in Lake Ohrid and its watershed

	CHAROPHYTA	Origin	IUCN status
1.	Characeae		
2.	Chara tomentosa	Cosmopolitan	VU
3.	Chara ohridana	Endemic-Balkan	CR
4.	Chara globularis	Cosmopolitan	LR

5.	Chara aspera	Cosmopolitan	LR
6.	Chara denudate	Cosmopolitan	NE
7.	Chara imperfect	Cosmopolitan	CR
8.	Chara hispida	Cosmopolitan	VU
9.	Chara kokeilii	Endemic-Balkan	EN
10.	Chara virgate	Cosmopolitan	LR
11.	Charar intermedia	Cosmopolitan	EN
12.	Chara contraria	Cosmopolitan	LR
13.	Chara vulgaris	Cosmopolitan	LR
14.	Nitellaceae		
15.	Nitella opaca	Cosmopolitan	LR
16.	Nitella flexilis	Cosmopolitan	VU
17.	Nitellopsis obtusa	Cosmopolitan	VU

EXTINCT (EX); EXTINCT IN THE WILD (EW); CRITICALLY ENDANGERED (CR); ENDANGERED (EN); VULNERABLE (VU); NEAR THREATENED (NT); LEAST CONCERN (LC); DATA DEFICIENT (DD); NOT EVALUATED (NE)

9.3.3 National Park "Galicica"

The Macedonian Assembly in October 1958 declared "Galicica" as a National Park, due to the characteristic location, extremely rich flora and fauna and exceptional natural beauty, landscape and aesthetic values. This National Park has been established so as to prevent the authentic natural, cultural and spiritual heritage and has scientific, cultural, educational and tourist-recreational purposes. The National Park Galicica is situated on mount Galicica, that is a part of the mountain range of Sara-Pind. The Park covers an area of 227 km^2 between the Lakes of Ohrid and Prespa, and it stretches in a meridian direction. The main geological surface on the major part of Mount Galicica are Paleozoic metamorphic silicates covered with 500-550 m horizons of massive limestone that have spongy structure and are highly porous. The massif has developed relief with large and deep valleys and a vast mountain crest that in the southern part of Galicica reaches the altitude of more than 2,000m. Galicica enjoys moderate continental climate influenced by a large quantity of water from both Lakes.

Considering the natural presence of biological diversity, the Park is one of the most important natural areas on the Balkan Peninsula. In the Park, there have been registered approximately 1,000 species of vascular plants and numerous endemics and relics. The most interesting aspect is the registration of the presence of 15 local endemics, which are found only in the Park. The Park is also characterized as quite rich regarding the animal species. The most significant are invertebrates with 26 endemic species. Vertebrates include 11 amphibian, 21 reptile, 260 bird species and 51 mammals, including lynx, bear and chamois.

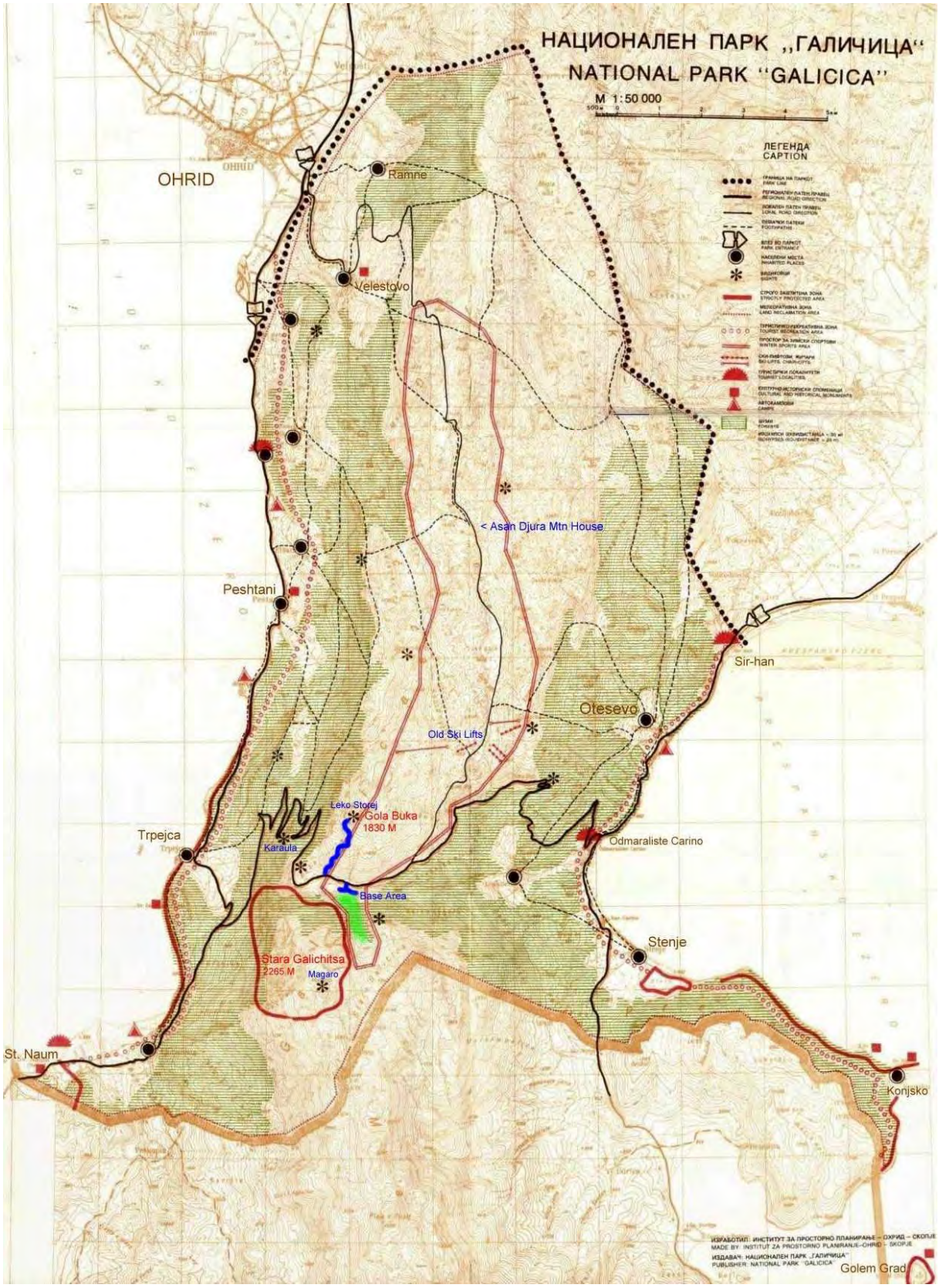


Figure 9.3　Map of National Park "Galicica"

9.3.4　Fisheries

The clear fresh-water Lake of Ohrid which has transparency up to 22 m is rich in fish fund which

consists of 17 fish types and many of them are endemic. The fishery is one of the most important economic activities and trade activities in Ohrid for a long time ago.

In the fishing area of the Lake Ohrid commercial, recreational and sports fishing are allowed.

Commercial fishing is conducted on the entire fishing area of the Lake except in the area, called “Veli Dab” to “Veljapesh” to a distance of 2 km from the coastline, springs of St. Naum and channel “Studencista”. With regards to the specific situation of fish fund in this fishing area, commercial fishing is allowed at least 25 fishermen in the period 2011-2013, while for the period 2014-2016, with at least 35 fishermen.

Table 9.2 Quantities of Annual Catch for 2002 (kg)

Name	Struga	Ohrid	Total
Salmo letnica	2,861	18,537	21,398
Salmo ohridana	5,682	7,161	12,843
Anguilla anguilla	403	187	589
Alburnus scoranza	67,261	3,450	70,711
Cyprinis carpio	136	975	1,111
Squalius squalius	773	816	1,589
Barbus rebeli	66	176	242
Chondrostoma ohridanus	3	0	3
Carassius gibelio	68	8	76
Rutilus ohridaus	9,744	353	10,097
Gobio ohridanus	0	14	14

Source: Fishing base of Ohrid Lake 2011-2016

It is obvious that in the Ohrid Lake, the conditions for the commercial fishery are not still created. This fact is supported in terms of fishing of Ohrid trout (Salmo letnica) and Belvica (Salmo ohridana) from neighbouring Albania, where quantities of these fish consists mostly of young and small scale fishes. This have quite a negative influence on reducing the reproductive potential of the population of this two endemic fish.

9.3.5 Air Quality

The air quality in Macedonia is monitored by three institutions that have set up their own monitoring networks at different locations.

- National network of the MoEPP,
- Network of Institute for Health Protection (IHP) and the regional subsidiaries for monitoring of air quality in major cities,
- Network of Hydro Meteorological Administration (HMA), body under the Ministry of Agriculture, Forestry and Water Management.

The monitoring of ambient air quality in Ohrid is done through the network of the Administration for Hydrometeological Services, and only one measuring point is in the city. The measuring parameters are SO_2 and smoke. In recent years, the continuous measurements of these parameters are not performed and there are no systematic data from these measurements. The following table shows the monthly average, maximum and minimum measured daily average values.

Table 9.3 Average, Maximum and Minimum Daily Average

SO_2 [μg/m3]		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Average monthly	2006	19.36	23.54	26.71	29.60	27.59	22.42	-	18.09	21.80	21.38	19.90	22.96
	2007	-	29.41	21.51	-	27.59	22.42	-	18.09	-	-	-	-
Max	2006	26.07	32.89	36.68	42.08	32.85	35.28	-	28.77	28.51	52.03	24.21	35.15
	2007	-	79.89	29.97	-	32.85	35.28	-	28.77	-	-	-	-

SO_2 [μg/m3]		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Min	2006	13.26	16.21	18.99	20.51	23.26	17.45	-	10.40	17.06	14.61	16.50	18.38
	2007	-	16.23	12.82	-	23.26	17.45	-	10.40	-	-	-	-
Smoke [μg/m3]		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Average monthly	2006	11.84	11.84	9.06	9.06	9.00	4.60	-	7.04	6.98	6.43	9.62	13.24
	2007	-	14.03	11.07	-	9.01	4.60	-	7.04	-	-	-	-
Max	2006	39.75	23.65	28.29	21.06	27.96	11.95	-	14.27	21.56	11.96	44.41	50.02
	2007	-	76.33	39.09	-	27.96	11.95	-	14.27	-	-	-	-
Min	2006	4.77	1.47	2.69	2.20	2.68	0.45	-	2.33	2.51	2.65	2.59	2.99
	2007	-	2.94	2.90	-	2.68	0.45	-	2.33	-	-	-	-

Source: Local Environmental Action Plan for Municipality Ohrid (2012)

From these measurements for these two years, it can be noted that higher concentrations of these pollutants are present in the winter period, compared to the summer. In the five years period, only for three days maximum mean daily concentration of smoke are exceeded in winter, while measured values of SO_2 are under the maximum permitted value.

9.3.6 Noise

The identified sources of noise in the Ohrid Municipality are generally from surrounding area, traffic, industrial facilities. The continuous monitoring of noise in Ohrid Municipality was not implemented. For the purpose of preparation of Action Plan and the programme for noise management, hot sports in the municipality were identified, where measurements of the intensity of noise in two periods of the year were taken: April 30-May1, 2010 a period with increased presence of tourist (May Day holidays) and 22-24 July 2010, the period of beginning of the tourist season. Measurements made during this period were enhanced with several new measuring points, as a result of increased noise level registered at these measuring points. From the results it can be concluded that the measured values exceed the upper limit values for noise at all measuring points at different times of the day. There is no analysis of the impact of noise on the environment in the Struga Municipality and indicators for monitoring the same aren't established, so the trend of changes in the past cannot be analysed.

9.3.7 Solid Waste

Waste management in community of Ohrid is conducted by PUC "Ohridski Komunalec" which manages municipal and non-hazardous waste. Collection of the waste in community of Ohrid is performed from 00-24 h, every day in central area, while in the rest of the populated places, twice a week. During the summer season because of the great frequency and presence of large number of tourists, the work is done in three shifts, with providing service in central area and on the beach "Biljanini Izvori" – "St. Naum". The PUC collects, transports, and disposes of the solid waste from about 12,000 households in the Ohrid region, including many of the villages along the Lake Ohrid shoreline. The approximate daily quantity of solid waste collected is about 310 m^3/day. Individuals in the Ohrid region deposit their waste in containers in town. Waste is collected by PUC vehicles and transported to the landfill "Bukovo", about 25 km outside of the town of Ohrid, where it is dumped. The Bukovo landfill covers about 3 ha and it has been in operation since 1978. The capacity of the landfill Bukovo is aslo 200.000 m^3. It serves as a dumpsite for both household and industrial solid waste disposal (municipal waste and non-hazardous waste). A bulldozer distributes the waste in the landfill, but there are no compactors on the site. The landfill is not lined and any fluids in the landfill can penetrate the soil and potentially contaminate the groundwater. The landfill is also not equipped with a drainage system. Besides the landfill of Bukovo, there is another disposed site named Maucker which accepts the construction waste, located on 5 km from City of Ohrid.

Organized waste collection in Ohrid is performed in 17 from total 30 of populated places. Coverage of the total population with the municipal service is 86%. Quantities of waste which are collected on daily basis by PUC are 60-70 tons, while in summer period, 90-100 tons per day.

Table 9.4 Quantities of Created Municipal Waste in Ohrid

Total quantities of created waste Total population	Total quantities of collected waste Total attended population	Total quantities of un lifted waste Total un attended population
15,777 t/year 55,749 residents	13,560 t/year 47,916 residents	2,217 t/year 7,833 residents

Source: Data from Waste Management Plan of Ohrid City

Besides basic economy collecting, lifting, transport and disposing of the waste, PUC performs other activities and also maintaining of the public clearance in central and rural settlements, cleaning the lake coast, maintaining of the central parks, forests, using of the market places, managing with the sport facilities, parking places and other activities in the municipal sphere.

The medical waste is collected in special vehicle from the health facilities, mainly by “ECO Club” Ltd. – Bitora. This company holds a license to perform the activity, treatment and processing of medical waste issued by the MoEPP. Industrial hazardous waste is transported by authorized company or temporarily stored at the locations of installations before organized transport.

Solid waste in Struga

The public enterprise “Komunalno” established by the municipality of Struga, collects, transport, and disposes of the solid waste of the Struga region. Komunalno collects the solid waste from about 4,800 households and the industrial sectors in the town of Struga and three villages in its vicinity, Radozda, Vranista and Mislesevo. The total amount of waste collected from both households and industry amounts to about 168 m3/day.

Waste is taken by public enterprise vehicles to the landfill “Kafasan”. This landfill is situated 12 km southwest of Struga, near the village Mali Vlaj, about 2 km away from Lake Ohrid. It has been in operation since 1995. The landfill is partly fenced, but is not lined and there is no drainage system or biogas collection at the site.

9.4 Environmental Checklist

Environmental Checklist

Category	Environmental Item	Main Check Items	Yes: Y No: N	Confirmation of Environmental Considerations (Reasons, Mitigation Measures)
1 Permits and Explanation	(1) EIA and Environmental Permits	(a) Have EIA reports been already prepared in official process? (b) Have EIA reports been approved by authorities of the host country's government? (c) Have EIA reports been unconditionally approved? If conditions are imposed on the approval of EIA reports, are the conditions satisfied? (d) In addition to the above approvals, have other required environmental permits been obtained from the appropriate regulatory authorities of the host country's government?	(a) N (b) N (c) - (d) -	(a) Based on the legislation of Macedonia, the notification of intention was submitted to MoEPP by PROAQUA and MoEPP provided their opinion that there is no need of EIA procedure and EIA elaborate keeping in mind that this is for preparatory survey for Feasibility Study. MoEPP informed PROAQUA that before the project implementation, PROAQUA is obliged to act in accordance with the relevant laws and regulations. Thus, EIA report is not prepared during the study period. (b) As mentioned above, EIA is not required during the study period so that no approval is required. (c) - (d) As the project is implemented within the area of UNESCO natural and cultural world heritage, the opinions should be obtained from Institute for Protection of Monuments of Culture and Museum – Ohrid and National Commission for UNESCO, Ministry of Culture.
	(2) Explanation to the Local Stakeholders	(a) Have contents of the project and the potential impacts been adequately explained to the Local stakeholders based on appropriate procedures, including information disclosure? Is understanding obtained from the Local stakeholders? (b) Have the comment from the stakeholders (such as local residents) been reflected to the project design?	(a) - (b) -	(a) The public consultation with local stakeholder will be organized on 24th July 2015. (b) -
	(3) Examination of Alternatives	(a) Have alternative plans of the project been examined with social and environmental considerations?	(a) Y	(a) The alternatives are examined including With/Without project, pipe renewal or replacement, renewal method and location of reservoir for the first flush of storm overflows.
2 Pollution Control	(1) Water Quality	(a) Do pollutants, such as SS, BOD, COD, pH contained in treated effluent from a sewage treatment plant comply with the country's effluent standards? (b) Does untreated water contain heavy metals?	(a) Y (b) N	The Project will not affect the effluent quality as water treatment plant is not included in the scope of the Project. (a) The quality of the effluent complies with the effluent standards of Macedonia and EU. (b) The sewage could contain only traces of heavy metals (from accidental discharges) but the amount is decreasing due to the close of the industries within the cities, and enforcement of Law on waters, Law on environment (IPPC permitting process) and sub law acts related to the treatment of industrial waste water prior to discharge in to wastewater collection system or surface waters.
	(2) Wastes	(a) Are wastes, such as sludge generated by the facility operations properly treated and disposed of in accordance with the country's standards?	(a) Y	(a) The wastes such as screen waste, sand, construction refuse, excavated soil will be properly collected, transferred, treated and disposed in accordance with the Law on Waste of R. Macedonia (Official Gazette of R .Macedonia No.68/04, 71/04, 107/07, 102/08, 143/08, 124/10,09/11, 51/11, 123/12, 147/13 and 167/13), and all related waste decrees.

Category	Environmental Item	Main Check Items	Yes: Y No: N	Confirmation of Environmental Considerations (Reasons, Mitigation Measures)
	(3) Soil Contamination	(a) If wastes, such as sediments and debris are suspected to contain heavy metals, are adequate measures taken to prevent contamination of soil and groundwater by leachates from the wastes?	(a) Y	(a) Sediments and debris should not contain traces of heavy metals since discharge of industrial wastewater into sewer system without proper treatment is forbidden. Sediments and debris will be transported and disposed on landfill designated by LSG of Municipalities of Ohrid and Struga.
	(4) Noise and Vibration	(a) Do noise and vibrations generated from the facilities, such as sludge treatment facilities and pumping stations comply with the country's standards?	(a) Y	(a) Rulebook for limit values of the noise level (Official Gazette of R. Macedonia No. 147/08) stipulates the noise standards. The Project includes rehabilitation/repair of existing pumping stations but no new construction/ installation of pumping stations. The existing pumps are installed inside the building, noise level complies with the standard, and no noise problem is reported. The noise level will not be increased by the Project. There is no standard for vibration in environment in Macedonia.
	(5) Odor	(a) Are adequate control measures taken for odor sources, such as sludge treatment facilities?	(a) Y	(a) The facilities which will be constructed by the Project will not emit the odor unless the facility will be properly operated and maintained.
3 Natural Environ ment	(1) Protected Areas	(a) Is the project site located in protected areas designated by the country's laws or international treaties and conventions? Is there a possibility that the project will affect the protected areas?	(a)Y	(a) The Project is located in area designated as UNESCO World Natural and Cultural Heritage additionally there is Law on management with world natural and cultural heritage in Ohrid region. However it will not damage the protected area since the main goal of the Project is improvement of existing sewer system of Ohrid Lake which was constructed as protection measure of Ohrid Lake. Based on the opinion of National Institute for Protection of Monuments of Culture and Museum-Ohrid, the archaeologist shall be present during the excavation of reservoir for the first flush of storm overflows
	(2) Ecosystem	(a) Does the project site encompass primeval forests, tropical rain forests, ecologically valuable habitats (e.g., coral reefs, mangroves, or tidal flats)? (b) Does the project site encompass the protected habitats of endangered species designated by the country's laws or international treaties and conventions? (c) If significant ecological impacts are anticipated, are adequate protection measures taken to reduce the impacts on the ecosystem? (d) Is there a possibility that the project will adversely affect aquatic environments, such as rivers? Are	(a)N (b)N (c) N (d) N	(a) The rehabilitation of primary sewer will be implemented near around the Ohrid Lake, however the activities are not affected the Lake as the excavation is not conducted. (b) In the Ohrid Lake, there are protected habitats but the activities do not affect the Lake and implementation is conducted within the urbanized area, so that impact is not expected. (c) No significant ecological impact is expected as the activities do not affect the Lake and implementation is conducted within the urbanized area. (d) There is no discharge into the Lake and rivers by project implementation. Instead, the current discharge from the sewers will be stopped and water quality of Lake will be improved. It will provide positive impacts on aquatic environments.

Category	Environmental Item	Main Check Items	Yes: Y No: N	Confirmation of Environmental Considerations (Reasons, Mitigation Measures)
		adequate measures taken to reduce the impacts on aquatic environments, such as aquatic organisms?		
4 Social Environment	(1) Resettlement	(a) Is involuntary resettlement caused by project implementation? If involuntary resettlement is caused, are efforts made to minimize the impacts caused by the resettlement? (b) Is adequate explanation on compensation and resettlement given to affected people prior to resettlement? (c) Is the resettlement plan, including compensation with full replacement costs, restoration of livelihoods and living standards developed based on socioeconomic studies on resettlement? (d) Is the compensations going to be paid prior to the resettlement? (e) Is the compensation policies prepared in document? (f) Does the resettlement plan pay particular attention to vulnerable groups or people, including women, children, the elderly, people below the poverty line, ethnic minorities, and indigenous peoples? (g) Are agreements with the affected people obtained prior to resettlement? (h) Is the organizational framework established to properly implement resettlement? Are the capacity and budget secured to implement the plan? (i) Are any plans developed to monitor the impacts of resettlement? (j) Is the grievance redress mechanism established?	(a)N (b)- (c)- (d)- (e)- (f)- (g)- (h)- (i)- (j)-	(a) The new land is required for the reservoir for the first flush of storm overflows. The ownership of the land belongs to the State and use of the land is provided to Ohrid Municipality. There is no houses within the land and it is not used for any purpose so involuntary resettlement and disturbance of land use is not occurred. Other activities will be implemented within the existing sites. (b)-(j) -
	(2) Living and Livelihood	(a) Is there a possibility that changes in land uses and water uses due to the project will adversely affect the living conditions of inhabitants? (b) Is there a possibility that the project will adversely affect the living conditions of inhabitants? Are adequate measures considered to reduce the impacts,	(a)N (b)N	(a) The land for reservoir for the first flush of storm overflows belongs to the State and land use is provided to Ohrid Municipality. The land is not used for any purpose so land use is not affected. According to the Urban Plan of Ohrid Municipality, the land is planned as beach. The reservoir will be constructed underground so that it will not affect the future land use. (b) The project will not adversely affect the living conditions of inhabitants. The Project will reduce the environmental and health risks by stopping the discharge of wastewater into the Ohrid Lake.

Category	Environmental Item	Main Check Items	Yes: Y No: N	Confirmation of Environmental Considerations (Reasons, Mitigation Measures)
		if necessary?		
4 Social Environment	(3) Heritage	(a) Is there a possibility that the project will damage the local archeological, historical, cultural, and religious heritage? Are adequate measures considered to protect these sites in accordance with the country's laws?	(a)N	(a) The project site is within the area of UNESCO World Natural and Cultural Heritage; however it will not damage the heritage. The reservoir at Voska will be located within the contact (buffer) zone of the old urban core of Ohrid. The reservoir will be constructed under the ground and it will not affect the heritage. Based on the opinion of National Institute for Protection of Monuments of Culture and Museum-Ohrid, the archaeologist shall be present during the excavation of reservoir for the first flush of storm overflows
	(4) Landscape	(a) Is there a possibility that the project will adversely affect the local landscape? Are necessary measures taken?	(a) N	(a) Most of the Project components are rehabilitation of existing facilities, so after the construction the landscape will not be disturbed. The reservoir will be constructed under the ground so that no adversely impact on the local landscape is expected.
	(5) Ethnic Minorities and Indigenous Peoples	(a) Are considerations given to reduce impacts on the culture and lifestyle of ethnic minorities and indigenous peoples? (b) Are all of the rights of ethnic minorities and indigenous peoples in relation to lands and resources respected?	(a) - (b) -	(a) There are no ethnic minorities and indigenous peoples within the Project site and no impact is expected. (b) -
	(6) Working Conditions	(a) Is the project proponent not violating any laws and ordinances associated with the working conditions of the country which the project proponent should observe in the project? (b) Are tangible safety considerations in place for individuals involved in the project, such as the installation of safety equipment which prevents industrial accidents, and management of hazardous materials? (c) Are intangible measures being planned and implemented for individuals involved in the project, such as the establishment of a safety and health program, and safety training (including traffic safety and public health) for workers etc.? (d) Are appropriate measures taken to ensure that security guards involved in the project not to violate safety of other individuals involved, or local residents?	(a)N (b)Y (c)Y (d)Y	(a) PROAQUA and the contractor shall comply with the Law for Health and Safety at Work, which is derived from the EU framework Directive 89/391. (b) The safety considerations should be prepared by the contractor which should meet the requirement of Law for Health and Safety at Work and international guidelines such as Environmental, Health and Safety Guidelines by IFC to secure the safety of working conditions during the construction phase and operation phase. (c) The safety training such as wearing working clothes and work shoes, use of temporally toilet, traffic safety and public health should be provided by the contractor. (d) The education such as behavior to the citizen, the action to the complaint etc. should be provided to the security guard by the contractor.

Category	Environmental Item	Main Check Items	Yes: Y No: N	Confirmation of Environmental Considerations (Reasons, Mitigation Measures)
5 Others	(1) Impacts during Construction	(a) Are adequate measures considered to reduce impacts during construction (e.g., noise, vibrations, turbid water, dust, exhaust gases, and wastes)? (b) If construction activities adversely affect the natural environment (ecosystem), are adequate measures considered to reduce impacts? (c) If construction activities adversely affect the social environment, are adequate measures considered to reduce impacts? (d) If the construction activities might cause traffic congestion, are adequate measures considered to reduce such impacts?	(a) Y (b) Y (c) Y (d) Y	(a) There is no regulations on noise and vibration during construction in Macedonia. The standards of Japan have to be followed during the construction period. The activities which generate noise and vibration are excavation and construction of reservoir for the first flush of storm overflows. The construction site is located close to the residential area so adequate measures should be taken such as using the low noise and vibration equipment, no construction during evening and night, and temporary acoustic shields if necessary. In accordance to the Law on Construction of R. Macedonia all construction sites except infrastructural (transmission lines, water supply and sewers and roads) must be accordingly fenced and properly marked in order to restrict the possibility of interaction between construction sites and surrounding environment. For the workers, the worn-out and obsolete equipment which create highest noise level shall not be used and the personal protective equipment against noise should be used. To prevent the dust accumulation in the air, the watering procedures will be provided for the excavated earth and crushed stone before the loading-unloading operations within the construction site. For pollutant emission, the pollutant is less than the level which diffusion can be estimated, and the temporary construction site is not expected to cause the exceedance of the values of MAC. The waste by dismantling of the old parts of equipment within pump stations will be generated. The waste will be handled in accordance with Law on waste management and removed to the landfill designated by LSG of Municipalities of Ohrid and Struga. Inert waste surplus of excavated earth due to the construction of reservoir for the first flush will be disposed at designated landfill for disposal of inert waste (b) Within proposed priority activities no discharge into surface and ground waters is envisaged so ecosystem of Ohrid Lake will not be affected. The reservoir construction site is within the city of Ohrid (urban area) and by mitigation measures, the water pollution will not occur, so that the impact on valuable species in Ohrid Lake is not expected. During the excavation and construction, the biologist will be present for monitoring. (c) Social impact due to noise and vibration and traffic increase may be expected. For noise and vibration, the measures mentioned (a) shall be taken and for traffic disturbance, the measures mentioned (d) shall be taken. (d) The materials, equipment and surplus excavated earth will be transported to and from the reservoir construction site. The reservoir is located at junction of the end of the, MahmutRilat Street and Vasil Stefoski Street both of the streets are connected to the main roads (Goce Delchev Street and Turistichka Boulevard). The main road has enough lanes to cater the increased transportation so that the traffic congestion may not occur. Contractor in accordance to Law on construction should prepare plan for temporary traffic regime.

Category	Environmental Item	Main Check Items	Yes: Y No: N	Confirmation of Environmental Considerations (Reasons, Mitigation Measures)
	(2) Monitoring	(a) Does the proponent develop and implement monitoring program for the environmental items that are considered to have potential impacts? (b) What are the items, methods and frequencies of the monitoring program? (c) Does the proponent establish an adequate monitoring framework (organization, personnel, equipment, and adequate budget to sustain the monitoring framework)? (d) Are any regulatory requirements pertaining to the monitoring report system identified, such as the format and frequency of reports from the proponent to the regulatory authorities?	(a) Y (b) Y (c) Y (d) Y	(a) The monitoring plan is prepared in the EIA report and the PROAQUA will monitor the impacts based on the monitoring plan and report the results to relevant institutions. (b) Monitoring plan prepared in the EIA report has determined monitoring items, methods and frequencies over environmental media as air quality, biodiversity, noise and vibration etc.. (c) The monitoring framework has been determined within the EIA Report. Budget has been included in construction cost by Contractor except for regular monitoring performed by authorized institutions (by Law on environment and related laws / Law on waters, Law quality of ambient air, and Law on noise protection for monitoring of environmental media and parameters). (d) PROAQUA prepares the annual report and submit it to Supervisory Board. Public Health Institute report to the Ministry of Health as well as to the Mayor of the Municipalities Struga and Ohrid.
6 Note	Note on Using Environmental Checklist	(a) If necessary, the impacts to transboundary or global issues should be confirmed (e.g., the project includes factors that may cause problems, such as transboundary waste treatment, acid rain, destruction of the ozone layer, or global warming).	(a)-	(a) -

1) Regarding the term “Country’s Standards” mentioned in the above table, in the event that environmental standards in the country where the project is located diverge significantly from international standards, appropriate environmental considerations are required to be made.
In cases where local environmental regulations are yet to be established in some areas, considerations should be made based on comparisons with appropriate standards of other countries (including Japan's experience).
2) Environmental checklist provides general environmental items to be checked. It may be necessary to add or delete an item taking into account the characteristics of the project and the particular circumstances of the country and locality in which the project is located.
Source: JICA Study Team

9.5 Monitoring Form

MONITORING FORM

-If environmental reviews indicate the need of monitoring by JICA, JICA undertakes monitoring for necessary items that are decided by environmental reviews. JICA undertakes monitoring based on regular reports including measured data submitted by the project proponent. When necessary, the project proponent should refer to the following monitoring form for submitting reports.

-When monitoring plans including monitoring items, frequencies and methods are decided, project phase or project life cycle (such as construction phase and operation phase) should be considered.

＜Construction Phase>

1. Responses/Actions to Comments and Guidance from Government Authorities and the Public

Monitoring Item	Monitoring Results during Report Period
Number and contents of formal comments made by the public	
Number and contents of responses from City agencies	

2. Pollution

- Air Quality

Source Type	Mitigation Measures	Place	Date	Time	Result of inspection	Remark
Dust	Watering (if necessary)					

- Water Quality

Monitoring Item	Survey item	Place	Date	Time	Result of inspection	Remark
Excavated solid storage	Excavated solid is properly stored at appropriate location					
Solid waste storage	Generated solid waste is properly stored at appropriate location					

- Solid Waste

Duration: / / ~ / /

Monitoring Item*	Quantity	Waste Generation	Storage	Collection	Disposal
Excavated solid					
Waste by pipe cleansing					
Metal scraps (recyclable)					
Metal wastes (non-recyclable)					
Concrete waste					
Waste glass					
Other (　　)					

*Parameter of type of waste can be deleted and/or added in accordance with actual type of wastes

- Noise / Vibration

Item	Unit	Measured Value (Mean)	Measured Value (Max.)	Country's Standards	Referred International Standards*	Remarks (Measurement Point, Frequency, Method, etc.)
Noise level at Vail Stefoski Street				-	85 dB	
Vibration level at Vail Stefoski Street				-	75 dB	

* Japanese standards

3. Natural Environment

- Ecosystem

Monitoring Item	Place	Date	Monitoring Results during Report Period	Measures to be taken
Conditions of flora, fauna and biodiversity				

- Groundwater

Monitoring Item	Place	Date	Monitoring Results during Report Period	Measures to be taken
Turbidity				

4. Social Environment

- Existing social infrastructures and services

Duration: / / ~ / /

Item	Monitoring Results	Measures to be Taken (if any)
Traffic accident by material transportation		

- Cultural Heritage

Monitoring Item	Monitoring Results during Report Period	Measures to be taken
Findings during excavation		

- Working Environment

Duration: / / ~ / /

Item	Monitoring Results	Measures to be Taken (if any)
Workers' accident		

＜Operation Phase>

1. Responses/Actions to Comments and Guidance from Government Authorities and the Public

Monitoring Item	Monitoring Results during Report Period
Number and contents of formal comments made by the public	
Number and contents of responses from City agencies	

2. Pollution

- Odor

Monitoring Item	Date	Monitoring Results during Report Period	Measures to be taken
Cleaning of reservoir at Voska			

9.6 Minutes of Meeting of Public Consultation

The public consultation will be held on 24 July 2015.

9.7 Opinion from the National Institute for Protection of Monuments of Culture and Museum - Ohrid

РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА
НАЦИОНАЛНА УСТАНОВА ЗАВОД
ЗА ЗАШТИТА НА СПОМЕНИЦИТЕ НА
КУЛТУРАТА И МУЗЕЈ - ОХРИД
Бр. 03-1971/1
05.03 2015 год.
О Х Р И Д

НАЦИОНАЛНА УСТАНОВА ЗАВОД ЗА ЗАШТИТА НА СПОМЕНИЦИТЕ НА КУЛТУРАТА И МУЗЕЈ-ОХРИД

НУ. Завод и Музеј - Охрид, ул. "Боро Шаин" бр. 10,П.Фах. 95, 6000 Охрид, Република Македонија,
тел. 046/262-498; 046/231-300; факс 046/231-302, Музејска зграда Робевци 267-173;
e-mail: zinohrid@yahoo.com;жиро сметки: буџетска 180100907560319 и сопствена 18010090

До:
Харуки Такахаши
ТЕЦ ИНТЕРНАЦИОНАЛ
ЏАЈКА ТИМ
Контакт: Ирена Дукоска Ќупев
(irena_dukoska@yahoo.com)

Предмет: **М И С Л Е Њ Е**

Поврзано со барањето бр 03-1971/1 од 18.12.2014 (наш број) за мислење за Проектот со назив „Подготвително Истражување за подобрување на канализациониот систем на Охридското Езеро“ изготвен од Тец Интернационал договорени од Јапонската Агенција за Меѓународна Соработка ЏАЈКА (JICA).

Согласно Законот за прогласување на Старото градско јадро на Охрид за културно наследство од особено значење („Сл. Весник на Р.М. бр. 47/2011) планираното место за изградба на резервоар се наоѓа во контактната зона на заштитеното подрачје на споменичката целина на старото градско јадро на Охрид. Според тоа потребно е доколку при идно планирање на просторот во постапка за измени за ДУП или друга планска документација да се изготват Заштитно Конзерваторски Основи од страна на НУ Завод и Музеј Охрид, во кои ќе се пропише соодветен режим на заштита.

Додека при постапка за одобрение за градење на линиските инфраструктурни градби врз основа на проект за инфраструктура изработен согласно со закон, не е потребно Заштитно Конзерваторско Одобрение за ваков вид на објекти а е потребно присуство на стручно лице - археолог од страна на НУ Завод и Музеј Охрид при извршување на земјени работи и друг вид ископ долж предвидената траса во делот на заштитеното подрачје на старото градско јадро на Охрид.

Трошковите за ангажираното стручно лице е на товар на инвеститорот.

Директор,
Тања Пасјали Бунташеска

<Translation>

National Institute for Protection of Monuments of Culture and Museum - Ohrid

to:
Haruki Takahashi
TEC INTERNATIONAL CO., LTD
JICA STUDY TEAM

Subject: **OPINION**

A related to your application No. 03-1971/1 from 18.12.2014 (our number) for an opinion on the project named "Preparatory survey on Lake Ohrid sewerage improvement project " prepared by TEC International assigned by the Japan International Cooperation Agency (JICA) .

According to Law for declare the old city core of the city Ohrid for cultural heritage of great importance ("Official. Gazette of RM no. 47/2011) planned site of a reservoir is located in the contact (buffer) zone of the protected area of the old urban core of the city. Therefore, it is necessary, if in future spatial planning procedure for changes to the detailed urban plan in that area need documents for conservation planning by the Institute and Museum of Ohrid, which would set the appropriate protection regime.

While at the approval procedure for building the line-infrastructure facilities based on infrastructure project prepared in accordance with the law, **it is not necessary** to have conservation approval for this type of facilities **but it is required** the presence of an expert - archaeologist by the Institute and Museum Ohrid in control the future carrying out earthworks and other excavation along the intended route in the area of the protected old city core of the Ohrid.

Costs for engaging professional –archaeologist, is is charged by the investor.

director
Tanja Pascali Buntasheska