

国際協力事業団

クロアチア水利庁
クロアチア水公社

ク ロ ア チ ア 国

サヴァ川流域水質改善計画調査

最終報告書

要 約

平成13年8月

株式会社 建設技研インターナショナル
株式会社 日 水 コ ン

国際協力事業団

クロアチア水利庁
クロアチア水公社

ク ロ ア チ ア 国

サヴァ川流域水質改善計画調査

最終報告書

要 約

平成13年8月

株式会社 建設技研インターナショナル
株式会社 日 水 コ ン

通貨交換率

本報告書における通貨換算率は以下のとおりとする。

US Dollar (US\$) 1.00 = Japanese Yen (¥) 116

= Croatian Kuna (Kn.) 8.3

2001年2月現在

序文

日本国政府は、クロアチア共和国政府の要請に基づき、同国のサヴァ川流域水質改善計画にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成12年10月から平成13年7月までの間、3回にわたり株式会社建設技研インターナショナルの村田直人氏を団長とし、株式会社建設技研インターナショナルおよび株式会社日水コンから構成される調査団を現地に派遣しました。

また、平成12年9月から平成13年7月までの間、都市基盤整備公団調査役 井上茂治氏を委員長とする作業監理委員会を設置し、本件調査に関し専門的かつ技術的な見地から検討・審議が行われました。

調査団は、クロアチア国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

最後に、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成13年8月

国際協力事業団
総裁 斉藤邦彦

Handwritten signature of Naohiko Saito in black ink, consisting of four characters: 斉, 藤, 邦, 彦.

伝 達 状

国際協力事業団
総裁 斉藤邦彦 殿

今般、クロアチア共和国におけるサヴァ川流域水質改善計画調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

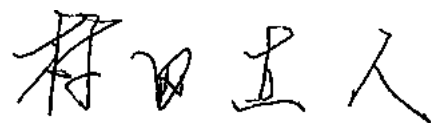
本調査は、貴事業団との契約に基づき、株式会社建設技研インターナショナルおよび株式会社日水コンの共同企業体が、平成 12 年 9 月から平成 13 年 8 月までの間に実施してまいりました。今回の調査においては、将来ヨーロッパ連合に加盟するというクロアチア政府の基本方針に沿って、その必要な条件を満たすようなマスタープランの策定に努め、さらに優先 5 都市の緊急下水道整備計画についてのフィージビリティ調査を実施しました。

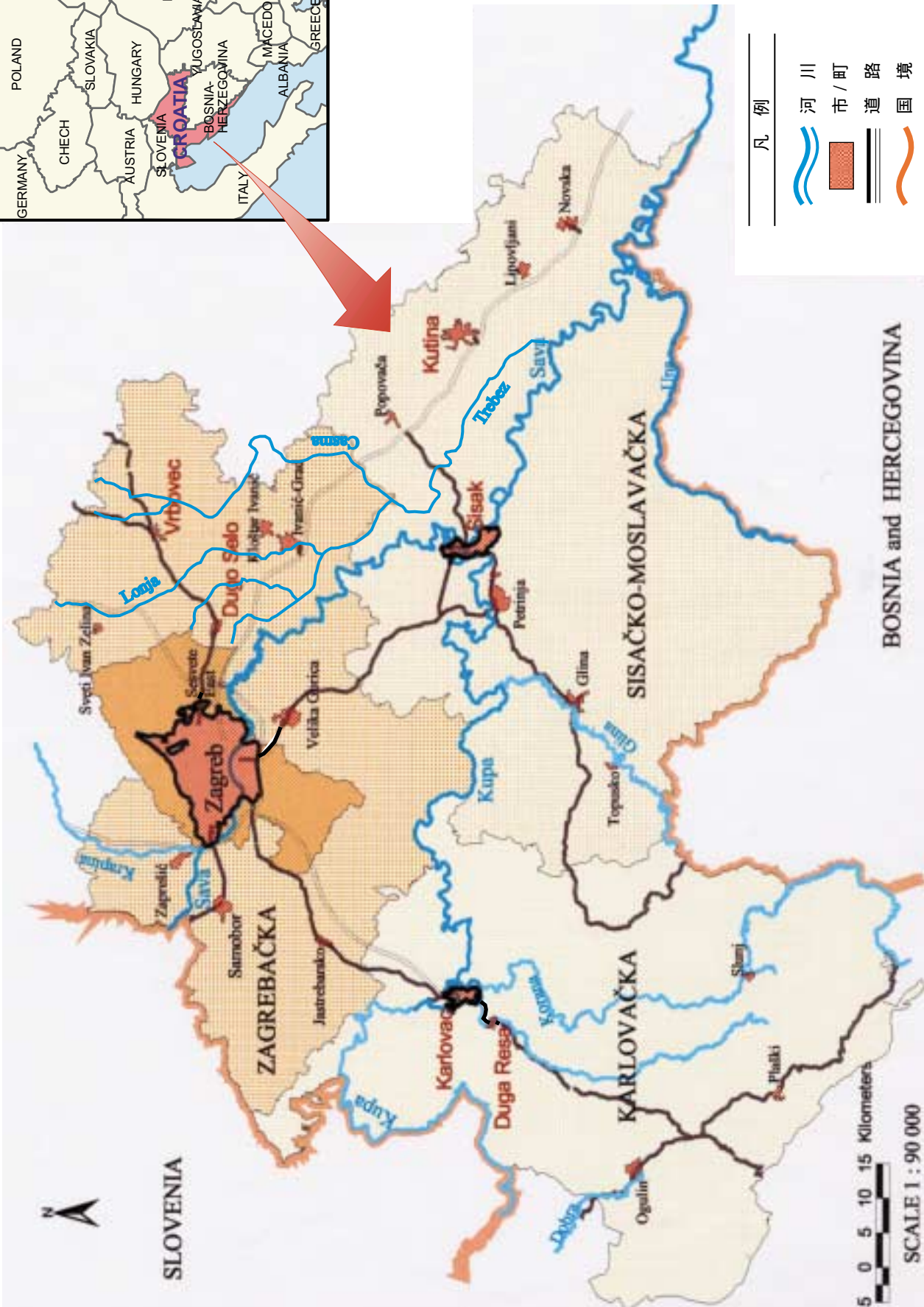
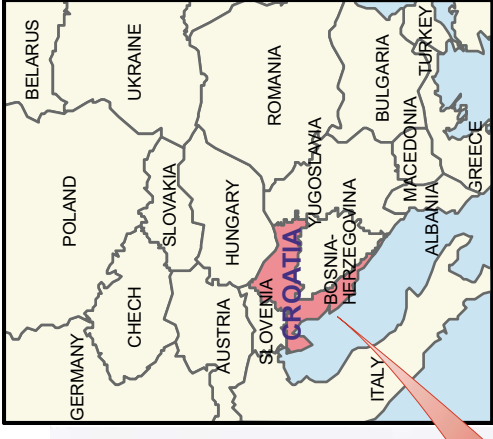
なお、同期間中、貴事業団を始めとして、外務省、国土交通省およびその他の機関の関係者に多大な協力を賜りましたことについて、この機会を利用して、厚く御礼申し上げます。また、現地調査期間中、クロアチア政府のクロアチア水利庁、クロアチア水公社、環境省、およびその他関係機関よりいただきました協力と支援について深く感謝いたします。

貴事業団におかれましては、本計画の推進に向けて、本報告書を大いに活用されることを切望する次第です。

平成 13 年 8 月

株式会社建設技研インターナショナル
サヴァ川流域水質改善計画調査団
団長 村田直人





凡例

	河川
	市/町
	道路
	国境

調査位置図

クロアチア国
サヴァ川流域水質改善計画調査

最終報告書

最終報告書の構成

Vol. 1 EXECUTIVE SUMMARY

Vol. 2 MAIN REPORT

Vol. 3 SUPPORTING REPORT (APPENDIX A to K)

APPENDIX A	Socio-economy
APPENDIX B	Water Quality and Pollution Mechanism
APPENDIX C	Industrial Wastewater Treatment
APPENDIX D	Sewerage Development (Master Plan Study)
APPENDIX E	Sewerage Development (Feasibility Study)
APPENDIX F	Water Quality Monitoring and GIS Data Base
APPENDIX G	Institutional Aspects
APPENDIX H	Economic and Financial Analysis
APPENDIX I	Environmental Aspects
APPENDIX J	Sewer Maintenance
APPENDIX K	Planning Manual for Small Scale Sewage Treatment System

Vol. 4 DATA BOOK

摘要

第1部 マスタープラン調査

1. 調査の背景と目的

マスタープランの調査対象域はドナウ河の支川のひとつであるサヴァ川流域に位置するザグレブ市（クロアチアの首都）およびその周辺3県（ザグレブ、シサク・モスラビナおよびカルロヴァッツ）の全行政区域を含む11,791 km²である。調査地域には約1,590,000人が住んでいる。

サヴァ川はザグレブ市およびその周辺諸都市の家庭、商業、公共および工業からの汚水が未処理のまま放流されているため、ひどく汚染されている。クロアチア政府は汚水処理場を建設してこの汚染を軽減しようとしている。

国際協力事業団はクロアチア政府の要請を受けて、2000年9月から2001年8月にわたって、サヴァ川流域水質改善計画調査を実施した。

本調査の目的は下記のとおりである。

- (1) サヴァ川流域の汚濁負荷削減を含む水環境管理について、2015年を目標とするマスタープランを策定する。
- (2) ザグレブ市郊外の5都市（ドゥゴ・セロ、ヴォルボベッツ、シサク、クティナおよびカルロヴァッツ）の下水処理に関するフィージビリティ調査を行う。
- (3) 本調査を通じてカウンターパートに対し計画策定手法に関する技術移転を行う。

2. 工業排水処理

本調査においては、顕著な汚濁源である51の大規模工場について、政令の規定を満足する最適の処理方式と排水先（下水あるいは直接河川に放流）計画を策定した。ザグレブ市の工場は、すべて現在実施中のザグレブ下水プロジェクトにより処理されるので除外する。その他の小規模工場は都市下水の一部として取り扱うものとする。

将来2015年において工場から排出される前処理後の排水量、汚濁負荷量およびそれらの放流先を現況と比較して下記に示す。

多くの大規模工場が放流先を河川から下水に変更するので、下水への汚濁負荷量は増大する一方、河川への負荷量は減少する。その結果、2015年においても、工場から排出される総負荷量は現在とあまり変わらない。

放流先	工場数		汚水量 (m ³ /d)		BOD 負荷 (kg/d)	
	1999	2015	1999	2015	1999	2015
下水道	26	37	9,132	31,560	1,896	4,797
河川	25	14	36,339	43,330	3,240	769
合計	51	51	45,471	74,890	5,135	5,565

工場排水処理システムの改善に必要な総建設費は2001年時価で128百万Knと推定される。

3. 下水道整備

3.1 下水道整備マスタープラン対象都市の選定

国家水保護計画の基本方針に基づき、24都市（22下水道システムからなる）を選定してマスタープランを策定した。選定された都市は下記とおりである。その場所は調査位置図に示すとおりである。

ザグレブ、セパテ・イスト、ドゥゴ・セロ、スベティ・イヴァン・セルナ、ウホホ・ベツ、イヴァニッチ・グランド、カスター・イヴァニッチ、サボール、ザブレシッチ、ウエリカ・コリツァ、ヤステルパルスコ、シク、ペトリンヤ、グリア、トプスコ、ホポウアチャ、クティナ、リボルジャニ、ノスカ、加ウアツ、ドゥガ・レサ、オグリソ、プラスキ、ズンコ
--

3.2 下水道整備計画

提案した下水道整備計画はザグレブ市では人口の大部分をカバーする（将来行政区域人口の95％）。ザグレブ市以外の23の市町村ではその総整備面積は19,186 ha（現市街地面積の174％）で、総サービス人口は381,800人（将来市街地人口の122％あるいは将来行政区域人口の70％）である。

すべての下水道には政令で定められている放流水質の基準を満足するような処理場を設置する。しかし、栄養塩（リン、窒素）の処理についてはリンのみ処理することとし、窒素の処理は2015年以降の目標とする。

下水道整備計画の主要諸元は下記のとおりである。

都市名	整備区域 (ha)		整備人口		計画汚水量 (m ³ /日) (2015)			BOD負荷 (kg/d)
	1999	2015	1999	2015	都市下水	工場	計	
ザグレブ	25,600	25,600	800,000	935,000	274,860	167,510	442,370	90,000
それ以外	10,549	19,186	210,500	381,800	149,726	32,643	182,369	34,376
合計	36,149	44,786	1,010,500	1,316,800	424,586	200,153	624,739	124,376 (2,073,000 PE)

22の下水道整備に要する総建設費は2,739百万Knと見積もられる。うち、ザグレブ市下水道整備に1,365百万Kn、その他の21の下水道整備に1,374百万Knが必要である。さらに、

21の下水道整備費（1,374百万Kn）の内訳は管渠建設費：531百万Kn、処理場建設費：843百万Knである。

4. 水質改善効果の評価

調査地域の河川の主要基準点における現況、将来プロジェクト無しおよび将来プロジェクト有りの3ケースについて予測すると下記のとおりである。なお、水質予測はクロアチア国の基準に従って95%流量について行った。

(単位: BOD, mg/l)

河川名	基準点位置	現状	将来予測 (2015)		基準 (類型)
			計画無	計画有	
サヴァ本川	赫・ホ	8.8	11.6	4.6	≤ 8.0 (III)
	ウトク・カ・ニス・グ・ホ・ノ	5.6	7.4	3.1	≤ 4.0 (II)
カパ川	レチツァ	4.3	6.2	3.1	≤ 4.0 (II)
	ブレト	3.5	4.7	2.6	≤ 4.0 (II)
ロンニャ川	ケ・ロンニャ・ストルカ (ツルネツ川)	27.1	49.1	7.2	≤ 8.0 (III)
	スツルセツ (ロニスコ・ホ・リエ)	8.5	14.6	3.4	≤ 4.0 (II)
クティナ川	クティ	70.0	70.0	16.0	≤ 4.0 (II)

策定した工業排水処理および下水道整備マスタープランは河川水質を大幅に改善し、サヴァ本川、クパ川、ロンニャ川では政令で定められた目標水質を達成する。しかし、クティナ川では河川の水量が少ないため、その水質改善には限度がある。

第2部 フィージビリティ調査

1. 概説

マスタープラン調査で提案した22の下水道整備計画から、5つの優先下水道プロジェクト：(1)ドゥゴ・セロ、(2)ヴォルボベッツ、(3)シサク、(4)クティナおよび(5)カルロヴァッツ - ドゥガ・レサを選定してフィージビリティ調査を実施した。本F/Sプロジェクトはマスタープランの第一段階であり、2007年を目標年次として計画した。

2. 計画策定の基準

- (1) 提案する下水道システムの整備は原則として現況管網敷設区域を対象とし、2007年時点でその区域に住んでいる全人口にサービスするものとする。整備区域の大きな拡大は考えない。
- (2) 上記の目標を達成するために必要な遮集管、幹線管路、枝線管路を計画する。管路の径はマスタープランの計画排水量に対して計画する。
- (3) 下水処理場はマスタープランの第一段階としての施設を計画する。容量は2007年時点の排水量を処理できるよう計画し、処理方式としては2007年時点での河川水質の改善目標を達成できるよう計画する。

3. 下水処理レベル

2007年におけるサヴァ本川の水質は、現在実施中のザグレブ下水プロジェクトにより大幅に改善されると予測される。また、クパ川の水質はプロジェクトの無い場合でも、基準水質を大幅に越えることは無い。したがって、シサクおよびカルロヴァッツ - ドゥガ・レサのプロジェクトには沈澱処理レベルの適用が可能と思われる。

ロンニャ川およびクティナ川は現在でも著しく汚染されている。これら河川の水質を改善するためドゥゴ・セロ、ヴォルボベッツおよびクティナプロジェクトには明らかに生物処理が必要である。

したがって、ドゥゴ・セロ、ヴォルボベッツおよびクティナ処理場は流入下水をBOD 25 mg/lまで処理する。一方、シサクおよびカルロヴァッツ - ドゥガ・レサ処理場は流入水質を40%処理する。しかし、いずれの処理場もリンの処理はその緊急度を考えて第2段階プロジェクトとして残す。

4. 下水道整備計画

4.1 下水管渠と処理場の計画基準

F/S対象5 下水道の下水管渠と処理場の計画の基礎となる指標は下記のとおりである。

項目		トウゴ・セロ	ウオホ・ベツ	シカ	ケイ	カウ・アツ - トウガ・レサ
整備区域	(ha)	516	422	944	734	1,142
整備人口		10,300	5,900	45,400	19,600	43,800
主要大規模工場数		-	2	3	1	10
日最大汚水量	(m ³ /日)	3,605	4,539	16,973	7,678	23,285
生活排水	(m ³ /日)	3,605	1,770	15,890	6,860	15,430
工場排水	(m ³ /日)	-	2,769	1,083	818	7,855
流入水 BOD 濃度	(mg/l)	211	198	211	190	193
汚濁負荷	(PE)	12,700	14,600	59,900	24,500	74,800
処理水 BOD 濃度	(mg/l)	25	25	127	25	116

4.2 下水管渠整備計画

F/S対象5 下水道の新設下水管渠の主要諸元は下記のとおりである。

下水システム	遮集管・幹線管渠		枝線管渠		合計	
	直径 (mm)	延長 (m)	直径 (mm)	延長 (m)	直径 (mm)	延長 (m)
トウゴ・セロ	800-1,200	5,490	400	2,100	400-1,200	7,590
ウオホ・ベツ	350-400	1,880	100	750	100-400	2,630
シカ	450-1,000	6,340	-	-	450-1,000	6,340
ケイ	400	180	100-200	9,000	100-400	9,180
カウ・アツ - トウガ・レサ	300-1,700	11,670	400	1,000	300-1,700	12,670
Total		25,560		12,850		38,410

4.3 処理場建設計画

計画した処理場の主要諸元は下記のとおりである。

主要施設		トウゴ・セロ	ウオホ・ベツ	シカ	ケイ	カウ・アツ - トウガ・レサ
処理法		活性汚泥法	活性汚泥法	最初沈殿処理	活性汚泥法	最初沈殿処理
前処理施設	(一式)	1	1	1	1	1
最初沈殿池	(池数)	3	3	6	3	5
曝気槽	(池数)	3	3	-	3	-
最終沈殿池	(池数)	2	2	-	2	-
ベルトプレス脱水機	(台数)	2	2	2	2	2

4.4 建設費と維持管理費

5 F/Sプロジェクトの建設費と年間維持管理費は2001年時価で下記のとおり見積もられる。

(単位：百万Kn)

項目	トウゴ・セロ	ウオホ・ベツ	シカ	ケイ	カウ・アツ - トウガ・レサ	合計
建設費	50.94	39.51	68.95	41.16	129.76	330.31
管渠	15.34	3.56	20.88	8.95	61.43	110.15
処理場	35.60	35.95	48.08	32.21	68.33	220.16
年間維持管理費	1.59	1.53	1.98	2.52	2.33	9.95

5. 環境影響評価

5 F/Sプロジェクトの環境への影響に関し、下記の項目について評価した。

- (1) 土地収用
- (2) 建設あるいは運転時の騒音
- (3) 処理場の基礎地盤の問題
- (4) 周辺動植物への影響
- (5) 建設あるいは運転時のほこりと悪臭
- (6) 下流河川の汚染問題と水利用への影響
- (7) 汚泥処理問題と地下水への影響

いずれのプロジェクトも環境に対して特に悪影響を与えることはない。

6. 財務分析

6.1 実施スケジュール

プロジェクトは2003年に開始し、2007年中に完成する。5プロジェクトの実実施スケジュールは下記のとおりである。

項目	建設内容	ド'ウゴ'・セ、ウ'オホ'ハ'ツツ、クテイ	シク、加ロウ'アツツ-ド'ウガ'・レサ
詳細設計と用地取得		2003	2003
第 I 期建設工事	管渠、沈殿処理施設、 汚泥処理施設、その他	2004 - 2005中期	2004 - 2006
モニタリング		2005中期 - 2006中期	-
第 II 期建設工事	生物処理施設	2006中期 - 2007	-

6.2 財務評価

6.2.1 概説

各自治公社はユーザーの支払い能力を勘案して決められた下水料金収入で、健全な下水道運営をして行かなければならない。このため、建設費の相当額について中央政府（ク'ロアチア水公社を含む）からの財政支援が必要と考えられる。その財源としては補助金、水管理基金からのローンおよび外国からのODAローンが考えられる。

各自治公社の必要とする下水料金および中央政府からの財政支援額については、各自治公社の財務諸表を分析して推定する。各自治公社が財政的に健全な運営をしていくためには、下記の条件を満たす必要がある。

- (1) 年間の純損益額が25年間（2003 - 2027）ほとんどプラスである。

- (2) ローンの負債は25年後には完全に清算される。
- (3) 機械・電気機器の更新時期までに、その更新必要額を内部留保しておく。

6.2.2 下水料金と財政支援の提案

各自治公社が健全な運営をして行くために必要な下水料金を、下記に示す仮定の下に推定した。

- (1) 本プロジェクトは、主として下流の人々に便益をもたらすと共に流域の環境改善に資するものであり、国家的見地から重要なプロジェクトである。したがって、中央政府の財政支援は、従前の管渠を主とする下水道プロジェクトに対して行われてきた支援より大きくなければならない。
- (2) したがって、建設費の60%は中央政府からの補助金で、残りの40%は中央政府を通じて、外国からODAローンを借りて賄うものとする。ローンの条件は利子率：2%、返済期間：25年（7年の猶予期間を含む）とする。
- (3) ローンの返済、維持管理費および償却費は下水料金収入で賄う。
- (4) 現在、2種類の下水料金が都市毎に独自に定められている。2種類のうち一つは家庭下水であり、もう一つはその他下水（公共、小規模・大規模工場）である。家庭下水料金単価は一人当たりGDPの成長に比例して増加する。しかし、上記2種類の下水料金単価の比率は将来とも変わらないものとする。
- (5) カルロヴァッツ - ドウガ・レサ下水システムにおいては、今回提案した下水道整備事業費とは別に、カルロヴァッツ町の破損下水管渠の取り替え事業費をも考慮する。この取り替え事業費は市役所からの補助金と下水料金収入で賄うものとする。

各自治公社別の設定料金（2001年時点の料金を2001年価額で表示）を現行料金と比較して下記に示す。さらに、家庭下水料金の家計収入に占める割合および各プロジェクトの内部収益率（FIRR）も併せて示す。

項目	ドゥゴ・セロ	ヴォルボベツ	シサク	クティナ	カルロヴァツ - ドゥガ・レサ
現況下水料金 (Kn/m ³)					
家庭用	0.36	0.59	1.34	4.12	1.45 (0.54)*
その他	0.74	0.81	4.00	4.12	2.67 (0.54)*
計画下水料金 (Kn/m ³)					
家庭用	2.55	2.25	1.41	4.12	1.86
その他	5.24	3.09	4.21	4.12	2.87
家計収入に対する家庭下水料金の割合 (%)					
現況	0.12	0.20	0.45	1.37	0.48 (0.18)*
計画	0.85	0.75	0.47	1.37	0.62
プロジェクトのFIRR (%)	6.58	5.98	5.48	十分大きい	5.91

*：括弧外の値はカルロヴァツ、括弧内の値はドゥガ・レサ

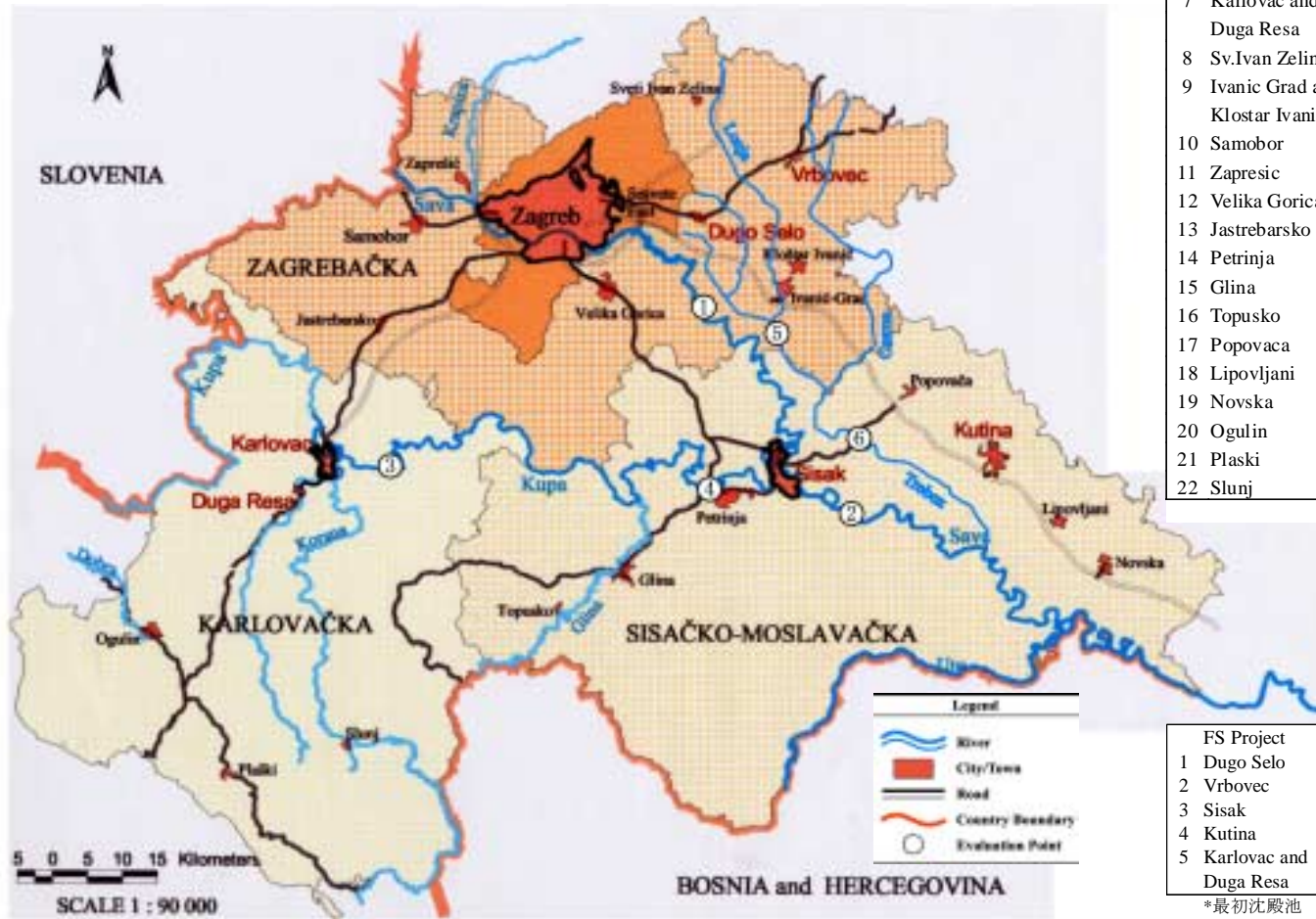
上記で仮定したとおり、ユーザーの支払い能力の範囲内で下水料金を設定するためには、建設費の60%は中央政府からの補助金で、残りの40%は中央政府を通じて、外国からODAローンを借りて賄う必要がある。

なお、上記のローンは実際に中央政府が外国から借りる必要のあるODAローンの額を示すものではなく、下水料金で返済すべきローンの額を示しているに過ぎない。中央政府の財源が逼迫している場合、各自治公社に必要な補助金を供与するためには、中央政府はより多くのODAローンを借りる必要がある。

7. 提言

- (1) 提案した5下水道整備プロジェクト：ドゥゴ・セロ、ヴォルボベツ、シサク、クティナ、カルロヴァツ - ドゥガ・レサはすべて技術的にも財務的にも実現可能である。サヴァ川流域の水質汚濁緩和のため早期に実施すべきである。
- (2) このため、中央政府、クロアチア水公社および関係地方自治体は必要な法的手続き、財源措置を早急に進める必要がある。
- (3) ロンニャ川の水質はサヴァ川流域で最悪である。ロンニャ川の水質を一定水準まで改善するためには、セスヴェテ東部プロジェクトおよびイヴァニッチ・グラッド - クロスター・イヴァニッチプロジェクトもできるだけ早期に実施する必要がある。
- (4) しかしながら、ロンニャ川の既存の水量・水質のデータは限られているので、早急に必要なモニタリングを開始すべきである。

調査対象区域

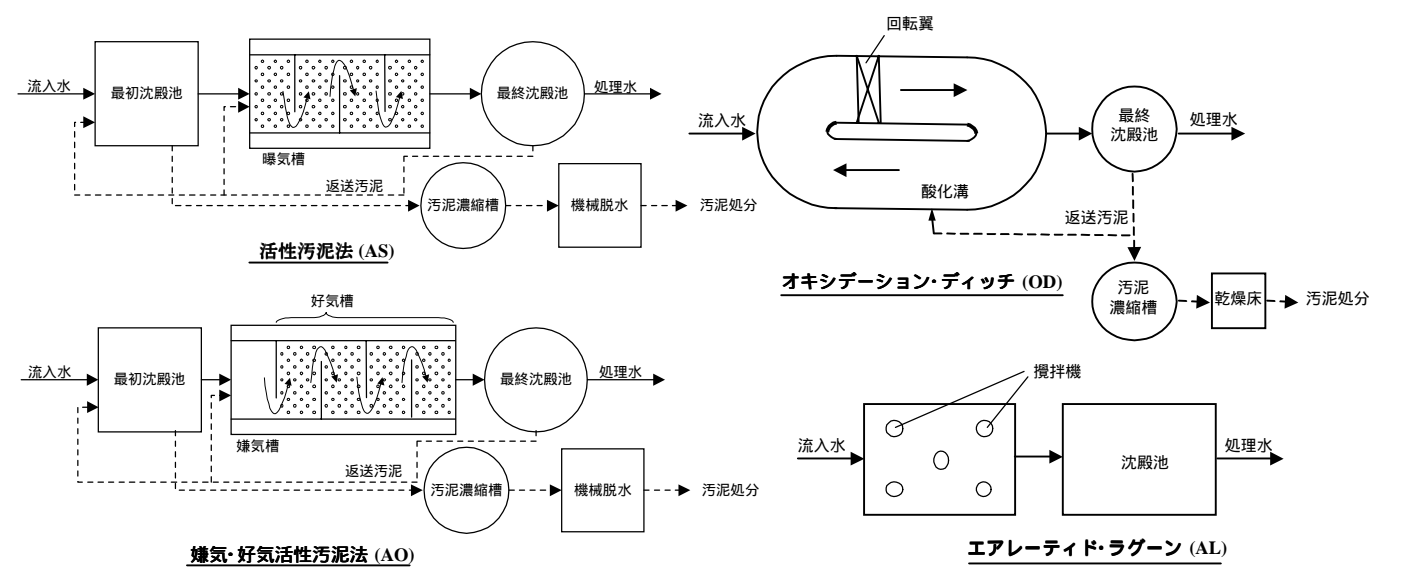


MP	処理法
1 Zagrb	AS
2 Sesvete East	AO
3 Dugo Selo	AO
4 Vrbovec	AO
5 Sisak	AO
6 Kutina	AO
7 Karlovac and Duga Resa	AO
8 Sv.Ivan Zelina	OD
9 Ivanic Grad and Klostari Ivancic	AO
10 Samobor	AO
11 Zapresic	AO
12 Velika Gorica	AS
13 Jastrebarsko	OD
14 Petrinja	AO
15 Glina	OD
16 Topusko	AL
17 Popovaca	OD
18 Lipovljani	OD
19 Novska	OD
20 Ogulin	AO
21 Plaski	OD
22 Slunj	OD

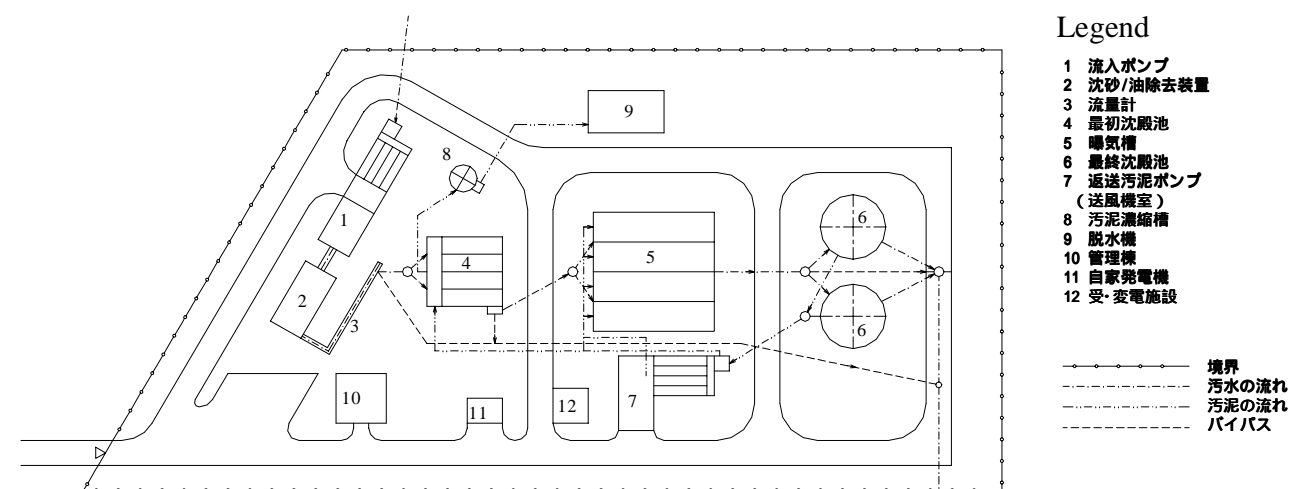
FS Project	処理法
1 Dugo Selo	AS
2 Vrbovec	AS
3 Sisak	PS*
4 Kutina	AS
5 Karlovac and Duga Resa	PS*

*最初沈殿池

下水処理法フローシート



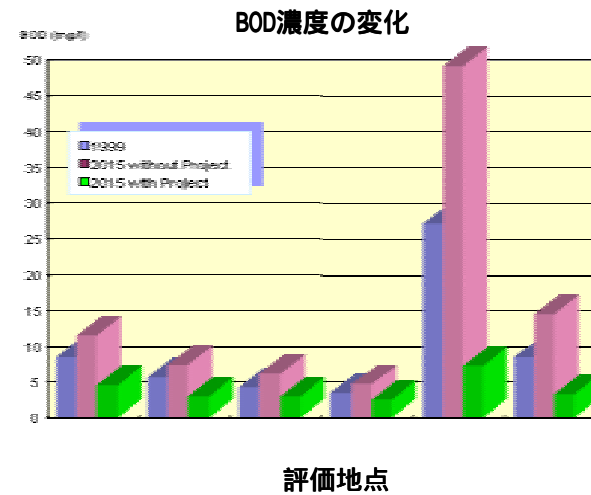
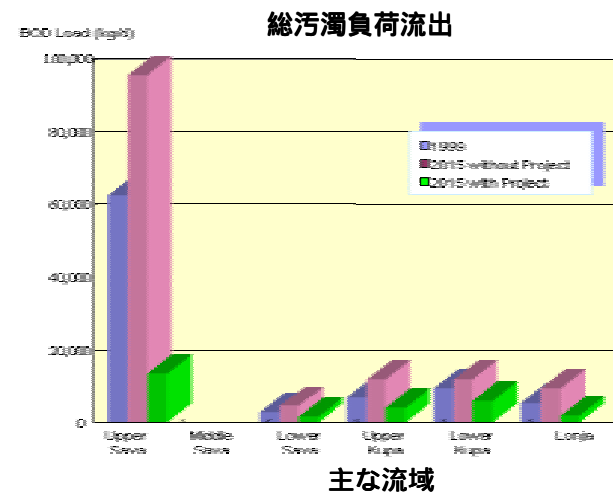
代表的な下水処理場平面図 (F/S Project)



水質評価地点

- Sava River at Oborovo
- Sava River at Utok Kupe Nizvodno
- Kupa River at Recica
- Kupa River at Brest
- Lonja River at K.Lonja Strug
- Lonja River at Struzec

汚濁負荷流出と河川水質



プロジェクトの提案

プロジェクト	プロジェクトの内容	建設費および計画処理人口
マスタープラン*	1 工場	51ヶ所の工場において廃水処理施設の新設または改善 • 128 百万クナ(17.9 億円)
	2 公共下水道	23 自治体において 21ヶ所の下水処理場の新設または改善と管渠の整備 • 1,374 百万クナ(192.0 億円) • 381,800 人
フィージビリティスタディ	1 Dugo-Selo	下水処理場建設(活性汚泥法)と管渠の整備 • 50.94 百万クナ(7.1 億円) • 10,300 人
	2 Vrbovec	下水処理場建設(活性汚泥法)と管渠の整備 • 39.51 百万クナ(5.5 億円) • 5,900 人
	3 Sisak	下水処理場建設(一次処理)と管渠の整備 • 68.95 百万クナ(9.6 億円) • 45,400 人
	4 Kutina	下水処理場建設(活性汚泥法)と管渠の整備 • 41.16 百万クナ(5.8 億円) • 19,600 人
	5 Karlovac-Duga Resa	下水処理場建設(一次処理)と管渠の整備 • 129.76 百万クナ(18.1 億円) • 43,800 人

* ザグレブ市内のプロジェクトはこの表には含まれていない。

プロジェクトの概要

サヴァ川流域水質改善計画調査 最終報告書

- 要 約 -

目 次

序文
伝達状
調査位置図
最終報告書の構成
摘要

第 1 部 マスタープラン調査

第 1 章 緒言.....	1
1.1 調査の背景.....	1
1.2 調査の目的と調査対象域.....	1
1.2.1 調査の目的.....	1
1.2.2 調査対象域.....	1
1.3 調査の工程.....	1
第 2 章 調査地域.....	3
2.1 自然状況.....	3
2.2 社会・経済.....	3
2.3 河川の水利用と水域分類.....	4
第 3 章 工業排水処理.....	6
3.1 調査の目的と内容.....	6
3.2 調査対象大規模工場の選定.....	6
3.3 排水処理計画策定の基準.....	6
3.4 工場排水処理計画.....	7
第 4 章 下水道整備.....	9
4.1 下水道整備マスタープラン対象都市の選定.....	9
4.2 現況の下水道整備状況.....	9
4.3 下水道整備計画策定の基準.....	9
4.3.1 下水処理場の許容放流水質.....	9
4.3.2 計画下水量.....	10
4.3.3 下水処理.....	11
4.4 下水道整備計画の作成.....	13
4.5 建設費.....	13

第5章	河川水質改善の評価	15
5.1	水質シミュレーションの対象地点.....	15
5.2	水質シミュレーションの方法.....	15
5.3	河川の水質シミュレーション.....	16
5.3.1	プロジェクト無しの場合の幹川への流達汚濁負荷量.....	16
5.3.2	予測される水質.....	16
第6章	財政政策に関する提言	18
第2部	フィージビリティ調査	
第1章	緒言	20
1.1	対象プロジェクト.....	20
1.2	目標年次.....	20
第2章	計画の基準	21
2.1	計画下水量.....	21
2.2	下水の処理水準.....	21
2.3	下水道施設の計画基準.....	24
第3章	下水道整備計画	25
3.1	下水管渠と処理場の計画基準.....	25
3.2	下水管渠整備計画.....	25
3.3	処理場建設計画.....	25
第4章	事業費	27
4.1	建設費.....	27
4.2	維持管理費.....	27
第5章	環境アセスメント	28
第6章	財務分析	29
6.1	概説.....	29
6.2	実施スケジュール.....	29
6.3	建設費と維持管理費の支出スケジュール.....	29
6.4	下水料金収入.....	30
6.5	財務評価.....	32
6.5.1	概説.....	32
6.5.2	現況の財政システム.....	32
6.5.3	必要な下水料金の計算.....	32
6.5.4	下水料金と財政支援の提案.....	34

第1部 - 付表

表 - 1.1	主要18工場の排水処理計画	T-1
表 - 1.2	マスタープラン対象都市の下水道整備計画	T-2

第1部 - 付図

図 - 1.1	調査対象域における河川水系と対象都市	F-1
---------	--------------------------	-----

第2部 - 付図

図 - 2.1 (1)	下水道整備計画 (ドウゴ・セロ)	F-2
図 - 2.1 (2)	下水処理場平面図 (ドウゴ・セロ)	F-3
図 - 2.2 (1)	下水道整備計画 (ヴォルポベッツ)	F-4
図 - 2.2 (2)	下水処理場平面図 (ヴォルポベッツ)	F-5
図 - 2.3 (1)	下水道整備計画 (シサク)	F-6
図 - 2.3 (2)	下水処理場平面図 (シサク)	F-7
図 - 2.4 (1)	下水道整備計画 (クティナ)	F-8
図 - 2.4 (2)	下水処理場平面図 (クティナ)	F-9
図 - 2.5 (1)	下水道整備計画 (カルロヴァッツ - ドウガ・レサ).....	F-10
図 - 2.5 (2)	下水処理場平面図 (カルロヴァッツ - ドウガ・レサ).....	F-11

第1部 マスタープラン調査

第1章 緒言

1.1 調査の背景

サヴァ川はドナウ河の支川のひとつであり、95,551 km²の流域面積を有する。その延長は945 kmで、スロベニア、クロアチア、ボスニア・ヘルツゴビナ、ユーゴスラビアの諸国を貫流しドナウ川本川に合流する。クロアチア国内の河川延長および流域面積はそれぞれ518 km、25,100 km²である。クロアチア国内のサヴァ川流域の人口は2,340,000人であり、そのうち、1,590,000人が首都のザグレブ市およびその周辺の三つの県(ザグレブ、シサク・モスラビナおよびカルロヴァッツ)に住んでいる。

サヴァ川はザグレブ市およびその周辺諸都市の家庭、商業、公共および工業からの汚水が未処理のまま放流されているため、ひどく汚染されている。クロアチア政府は汚水処理場を建設してこの汚染を軽減しようとしている。

国際協力事業団はクロアチア政府の要請を受けて、2000年9月から2001年8月にわたって、サヴァ川流域水質改善計画調査を実施した。

1.2 調査の目的と調査対象域

1.2.1 調査の目的

本調査の目的は下記のとおりである。


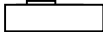
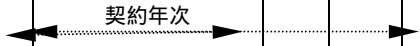
- (1) サヴァ川流域の汚濁負荷削減を含む水環境管理について、2015年を目標とするマスタープランを策定する。
- (2) ザグレブ市郊外5都市(ドゥゴセロ、ヴォルボベツ、シサク、クティナおよびカルロヴァッツ)の下水処理に関するフィージビリティ調査を行う。
- (3) 本調査を通じてカウンターパートに対し計画策定手法に関する技術移転を行う。

1.2.2 調査対象域

マスタープランの調査対象域はザグレブ市およびその周辺3県(ザグレブ、シサク・モスラビナおよびカルロヴァッツ)の全行政区域を含む11,791 km²である。しかし、水文・水質関連の調査解析にあたってはその外辺区域を含めた18,281 km²の流域を対象とする。

1.3 調査の工程

調査は2000年9月に開始し、2001年8月に最終報告書提出を持って終了した。その調査工程は下記に示すとおりである。

項目	平成12年度							平成13年度					
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
第2次 現地調査 				第1次									
第1次 国内作業 準備 											第2次		
契約年次 				第1年次							第2年次		
報告書	IC/R △			P/R △			IT/R △				DF/R △		F/R △

注： IC/R: イセプションレポート P/R: プログレスレポート IT/R: インテリムレポート
DF/R: ドラフトファイルレポート F/R: ファイルレポート

第2章 調査地域

2.1 自然状況

(1) 気象・水文

調査地域の気象は大陸性および地中海性気候の両方の影響を受けている。ザグレブ市の月平均気温は12月が最低で1.6°C、7月が最高で22.3°Cであり、年間平均気温は12.2°Cである。また、月平均降雨量は2月が最小で33 mm、8月が最大で125 mmであり、年間平均降雨量は921 mmである。

しかし、サヴァ川の流量は調査地域の降雨分布とは異なり、夏季（7月 - 9月）に減少し、春季（3月 - 4月）に増加する。

(2) 河川流域・水系

調査地域（約11,800 km²）の河川水系はサヴァ川、クパ川、ロンニャ川の幹川とそれらの支川から構成されている。河川水系と流域区分は図1-1に示すとおりである。

調査地域の最新の土地利用図を2000年8月のサテライトデータに基づいて作成した。その土地利用分布は下記のとおりである。

土地利用	面積 (km ²)	割合 (%)
1. 森林	5,430	46.1
2. 低木/草原	4,640	39.3
3. 牧草地/農地	1,154	9.8
4. 市街地	286	2.4
5. 水域/裸地	283	2.4
Total	11,794	100.0

ロンニャ川下流域のサヴァ川の氾濫源には自然公園“ロニユスコ・ポリエ”がある。公園面積は56,000 haでクロアチアの貴重な自然保護区域に指定されている。ヨーロッパにおける最大のコウノトリの生息地として知られている。

2.2 社会・経済

(1) 人口

調査地域の現況（1999年）および将来（2015年）人口を地方・中央政府の関係部局の調査結果にもとづいて推定した。各県別の都市人口と農村人口は下記のとおりである。

行政単位	1999			2015			割合 (2)/(1)
	計 (1)	都市部	農村部	計 (2)	都市部	農村部	
ザグレブ市	935,000	935,000	-	998,000	998,000	-	1.07
ザグレブ県	313,812	123,713	190,099	352,000	140,710	211,290	1.12
シカモニアグイ県	194,320	97,604	96,716	227,138	113,679	113,459	1.17
加ロアツ県	148,892	81,122	67,770	148,892	82,682	66,210	1.00
合計	1,592,024	1,237,439	354,585	1,726,030	1,335,071	390,959	1.08

(2) 国の経済成長

将来のGDPの成長率を財務省およびザグレブ経済研究所の最近の調査結果にもとづいて推定すると2000年～2005年：3.6%、2006年～2010年：5.5%および2011年～2015年：4.5%である。この成長率は2010年までにEUに加盟するという目標のもとに推定されたものである。

一方、現在のところ工業の成長予測に関する資料はない。しかし、財務省は2000年1月 - 9月のデータにもとづいて最近の工業の年成長率を2.7%と推定している。したがって、本調査では、将来の工業の成長率はGDPのそれと同じと仮定する。

2.3 河川の水利用と水域分類

(1) 河川の現況水利用

調査地域における水利用の大部分は地下水に依存している。一般的に河川の水利用には消費的水利用（飲料水、工業水、灌漑等）と非消費的水利用（レクリエーション、水産、景観、生態、その他）があるが、本調査地域においては消費的水利用としては7箇所水道用水、工業用水を取水しているだけである。灌漑用水の取水は無い。

サヴァ川流域には49種類の魚類が生息している。サヴァ川本川、ロンニャ川、ツルネッツ川では水質汚濁のため魚種の数があるが他の河川に比べて明らかに少ない。魚種はクバ川およびコラナ川で最も豊富である。

(2) 水域分類と目標水質

クロアチアの河川は政令により5つの水域に分類されており、各分類別の目標水質は下記のとおりである。

項目/分類	(単位: mg/l)				
	I	II	III	IV	V
DO	> 7	7 - 6	6 - 4	4 - 3	< 3
BOD	< 2	2 - 4	4 - 8	8 - 15	> 15
COD-Mn	< 4	4 - 8	8 - 15	15 - 30	> 30
T-P	< 0.1	0.10 - 0.25	0.25 - 0.60	0.60 - 1.50	> 1.5
T-N	< 1	1 - 3	3 - 10	10 - 20	> 20

調査地域における主要河川の水利用と分類は下記のとおりである。

河川名	現在の水利用状況	分類	
サア川本川	(上流域)	レクリエーション、景観、水産	II
	(中流域)	レクリエーション、景観、水産	III
	(下流域)	工業用水、レクリエーション、景観、水産	II
カ川	(上流域)	レクリエーション、景観、水産	I
	(中流域)	飲料水、レクリエーション、景観、水産	II
	(下流域)	飲料水、工業用水、レクリエーション、景観、水産	II
ロニヤ川	(全域)	レクリエーション、景観、水産	II

第3章 工業排水処理

3.1 調査の目的と内容

工業排水処理調査の主な目的と内容は下記のとおりである。

- (1) 現況の工業排水の放流システムを明らかにする。
- (2) 工業排水の現況および将来の水量・水質を推定して下水道および河川への排出汚濁負荷を評価する。
- (3) 各工場別に工業排水の最適放流システム（必要な前処理をして下水道に排出するか、あるいは必要な処理をして直接河川に排出する）を提案する。
- (4) 各工場別に必要な排水処理システムの改善計画を提案する。さらに、必要建設費を概略見積もる。この費用は流域の工業排水処理を進めるために必要となる財政支援策を提言する際の基礎資料となる。

3.2 調査対象大規模工場の選定

調査地域には多数の工場がある。その中から日排水量100 m³/d 以上の51の大規模工場を選んで調査した。その他の数多くの小規模工場の排水は都市下水の一部として取り扱う。しかし、ザグレブ市（セスベテ東部地区を除く）の工場はすべて現在実施中のザグレブ下水処理プロジェクトにより処理されるので、本調査の対象工場に含めない。

さらに、上記の51大規模工場の中から特に排出汚濁負荷の大きい18主要工場（大汚濁負荷工場）を選んで詳細に調査した。18主要工場は水量で約80%、BOD負荷で約90%を排出している。上記18主要工場のリストは表1-1に示すとおりである。

3.3 排水処理計画策定の基準

- (1) 工業排水の許容水質基準

工業排水を河川あるいは下水道に排出する場合の許容水質基準は政令で下記のとおり定められている。河川に排出する場合には、その基準は河川の分類水域ごとに異なる。なお、水域（I）への排出は許可されない。

(単位: mg/l)

項目/分類	II	III	IV	V	下水道
TSS	35	35 - 60	60 - 150	150	-
BOD	25	25	40	80	250
COD-Cr	125	125	200	400	700
T-P	1	2	4	8	10
T-N	21	31	42	42	-
油脂類	25	30	40	50	100

- (2) 将来工業排水量の推定

将来2015年における51大規模工場の排水量は下記の仮定に基づいて推定する。

- (a) 工業生産量はGDPの成長に比例して増大する。
- (b) しかし、生産量当りの単位排水量は将来、生産工程における技術改良に伴って減少する。その減少率は各工場別に次の事項を十分考慮して仮定する。すなわち、(i)：現況の水使用量の水準、(ii)：現況の冷却水量の全使用水量に対する比率、(iii)：生産設備の経過年数。

(3) 排水先の選定

工業排水による汚濁を最小コストで解決していくため、工業排水は下記に列記する場合を除いて下水道に排出する。一方、下水道側は必要コストの一部を工場側に負担させることができるので、トータルとしては最小コストで河川水質改善の目標を達成できる。

- (a) 既に高度の処理施設を有しており、必要に応じて若干の改良を加えれば容易に河川に放流できる工場
- (b) 排水水質がそれほど悪くなく、必要に応じて若干の改善を図れば容易に河川に放流できる工場
- (c) 排水水質が下水処理に悪影響を与える恐れのある工場
- (d) 下水道ネットワークから遠く離れており、ネットワークに繋ぐために多額のコストが必要となる工場

上記の基準にしたがって、各工場別にその放流先を決定した。

(4) 排水処理方式

排水の最適処理方式は排水水質および放流先の種類によって変わるが、本マスタープラン調査では下記の代表的な4つの処理方式を適用するものとし、各工場の処理要求に応じて、工場ごとに適当な処理方式を当てはめる。

処理方式	適用工場
標準活性汚泥法	通常濃度のBODおよびCODを処理して下水道または河川に放流する工場
二段標準活性汚泥法	高濃度のBODおよびCODを処理して河川に放流する工場
化学的凝集沈殿法	TSS、重金属、色素および非溶解性のBOD・CODを処理して下水道または河川に放流する工場
標準活性汚泥法 + 化学的凝集沈殿法	BOD、COD、TSS、重金属、色素および油を処理して河川に放流する工場

3.4 工場排水処理計画

(1) 処理後の排水量と汚濁負荷量

将来2015年における工場から排出される処理後の排水量と汚濁負荷量（BOD）およびその放流先を、現況（1999年）と比較して下記にまとめて示す。対象51

工場うち、18主要工場は2015年時点において排水量ベースで81%、BODベースで87%を占める。主要18工場の各工場別の排水量、汚濁負荷量および放流先を表1-1に示す。

多くの大汚濁負荷工場がその放流先を河川から下水道に変更するため、下水道への負荷量は増大する、一方河川への排出負荷量は減少する。その結果、工場から排出する全負荷量は現在の水準とほぼ同じである。

工場	放流先	工場数		工場排水量 (m ³ /日)		BOD 負荷(kg/日)	
		1999	2015	1999	2015	1999	2015
18 主要大規模工場	下水道	4	14	3,855	22,496	1,494	4,175
	河川	14	4	33,143	38,390	3,041	644
	小計	18	18	36,998	60,886	4,534	4,818
その他の33大規模工場	下水道	22	23	5,277	9,064	402	622
	河川	11	10	3,196	4,940	199	125
	小計	33	33	8,473	14,004	601	747
全51の大規模工場	下水道	26	37	9,132	31,560	1,896	4,797
	河川	25	14	36,339	43,330	3,240	769
	小計	51	51	45,471	74,890	5,135	5,565

(2) 建設費

工業排水処理システムを改善するため必要な総建設費は2001年価額で概略128百万Knと見積もられる（ザグレブ市を除く）。このうち18主要工場の建設費は90百万Knおよびその他の33大規模工場の建設費は38百万Knである。18主要工場の各工場別建設費は表 1-1に示す。

上記の建設費には直接建設費、技術費、管理費、付加価値税、関税および予備費が含まれる。また、積算にあたっては、2001年2月下旬時点の為替レート：US\$ 1.00 = Kn 8.3 = ¥ 116を使用した。

第4章 下水道整備

4.1 下水道整備マスタープラン対象都市の選定

国家水保護計画の基本方針に基づき、24都市（22下水道システムからなる）を選定してマスタープランを策定する。選定は下記の基準に従った。

- (1) 2015年時点で2,000 PE（PE：BOD負荷量で換算した人口単位）以上の汚濁負荷量を排出すると予測される都市、または
- (2) 下流の飲料水水源に影響を及ぼすような地区に位置する都市

選定された都市は下記とおりである。それらの都市の位置は図 1-1に示す。

ザグレブ、セパテ・イスト、ドゥゴ・セド、スベティ・イヴァン・ゼリナ、ヴォホベツ、イヴァニッチ・グラド、クロスター・イヴァニッチ、サボール、ザプレツィチ、ヴェリカゴリツァ、ヤステルバルスコ、シク、ペトリニャ、グリナ、トプスコ、ポポヴァチヤ、クティナ、リボルジャニ、ノスカ、カルウアツ、ドゥガ・レサ、オグリソ、プラスキ、スルニコ

4.2 現況の下水道整備状況

マスタープラン対象の22の下水道は現在、36,149 haの面積をカバーし、1,010,500人の下水を集めている。しかし、そのサービス人口の大部分はザグレブ市の人口である。ザグレブ市を除く21の下水道については、その整備面積は10,549 haであり現市街化区域（11,006 ha）の96%に相当する。また、サービス人口は210,500人であり、現市街化区域人口（284,700）の74%あるいは現行政区画人口（499,500）の42%に当たる。

しかし、下水処理場のある下水道は3つだけで、処理人口は約60,000人に過ぎない。ザグレブ市ですら下水処理場の建設はつい最近始まったばかりである。現在ある下水処理場はベリカ・ゴリツァ（活性汚泥処理）、クティナ（前処理）およびイヴァニッチ・グラド - クロスター・イヴァニッチ（前処理）である。

4.3 下水道整備計画策定の基準

4.3.1 下水処理場の許容放流水質

下水処理場から放流する水質の基準は政令で定められている。その許容水質は処理場の規模と放流先水域の類型によって異なるが、まとめて表示すると下記のとおりである。

水域分類	処理場規模	TSS (mg/l)	BOD (mg/l)	COD-Cr (mg/l)	T-P (mg/l)	T-N (mg/l)
類型 II	< 10,000 PE	60	40	150	-	-
	10,000 PE - 100,000 PE	35	25	125	2	15
	> 100,000 PE	35	25	125	1	10
類型 III	< 10,000 PE	120 - 150	-	-	-	-
	> 10,000 PE	35	25	125	-	-

4.3.2 計画下水量

下水道には家庭、公共施設および工場からの排水が流入する。さらに、地下水も浸入する。第3章で述べたように流域には多数の工場があるが、51の大規模工場からの排水を工業排水として扱い、その他の小規模工場からの排水は家庭排水、公共排水とあわせて都市下水の一部として取り扱う。51の大規模工場の排水については個別に推定し、都市下水と合計して下水施設の計画を行った。

(1) 単位計画都市下水量

現況の平均単位都市下水量（家庭、公共および小規模工場：l/人/日）は水道使用水量データから推定した。単位水道使用水量（l/人/日）は都市の人口規模に従って変動している。本調査では流域の既存の水道用水使用水量データに基づいて人口規模を10,000人以下と10,000人以上の2種類に分けて決定した。なお、使用水量の下水道への流入比率を80%と仮定する。

地下水浸入量の推定もまた計画下水量の決定に際して重要な要素である。地下水浸入量は、雨水の混入の無い乾季における既存クティナ処理場への流入水データから、都市下水量（家庭、公共および小規模工場）の30%と推定する。

一方、都市下水量は年間を通じて変動している。したがって、下水処理場は日最大下水量を対象に計画する。日最大下水量と日平均下水量の比率は流域の水道使用量データから1.30と推定される。

単位都市下水量は将来、生活水準の向上に伴って徐々に増大していく。本マスタープラン（目標年次：2015年）の計画単位都市下水量は下記のとおり設定した。

人口規模		<10,000 (原単位: l/人/日)	10,000 (原単位: l/人/日)
日平均	家庭排水	190	190
	公共排水/小規模工場排水	30	70
	地下水	70	70
	合計	290	330
日最大	家庭排水	240	240
	公共排水/小規模工場排水	30	90
	地下水	70	70
	合計	340	400

(2) 都市下水の計画単位汚濁負荷量

家庭排水の計画単位汚濁負荷量（BOD）としては、クロアチアで広く使われている値：60 g/人/日を採用する。公共・小規模工場排水の計画単位汚濁負荷量（BOD）は排水のBOD濃度を200 mg/lと仮定して設定した。

(3) 計画全下水量および汚濁負荷量

大規模工場の計画排水量および排出負荷量は別途、工場別に設定されるので、

これらを上記の計画都市下水量および汚濁負荷量に合計して計画全下水量および汚濁負荷量を設定した。

4.3.3 下水処理

(1) 栄養塩の処理（リン、窒素）

規定によれば、10,000 PEより大きな下水処理場は、類型IIの河川水域に放流する場合にはリン、窒素の両方を処理しなければならない。通常の生物処理（標準活性汚泥法：AS）でも付随的にある程度処理できるが、規定の水準まで処理するためには高度処理システムの導入が必要である。

通常、リンの処理には嫌気・好気活性汚泥法（AO）を用い、リン、窒素の両方を処理する場合には嫌気・無酸素・好気活性汚泥法（A₂O）を用いる。これら3つの方法について必要用地面積およびコストを指数で比較すると下記のとおりである。

処理法	AS	AO	A ₂ O
必要用地面積	100	111	199
建設費	100	108	172
維持管理費	100	104	218

上表からわかるとおり、窒素の処理には大きなコストが掛かるので、窒素の処理は2015年以降の目標とする。本マスタープランではAO法によりリンのみ処理するものとする。

(2) 最適処理方法の選定

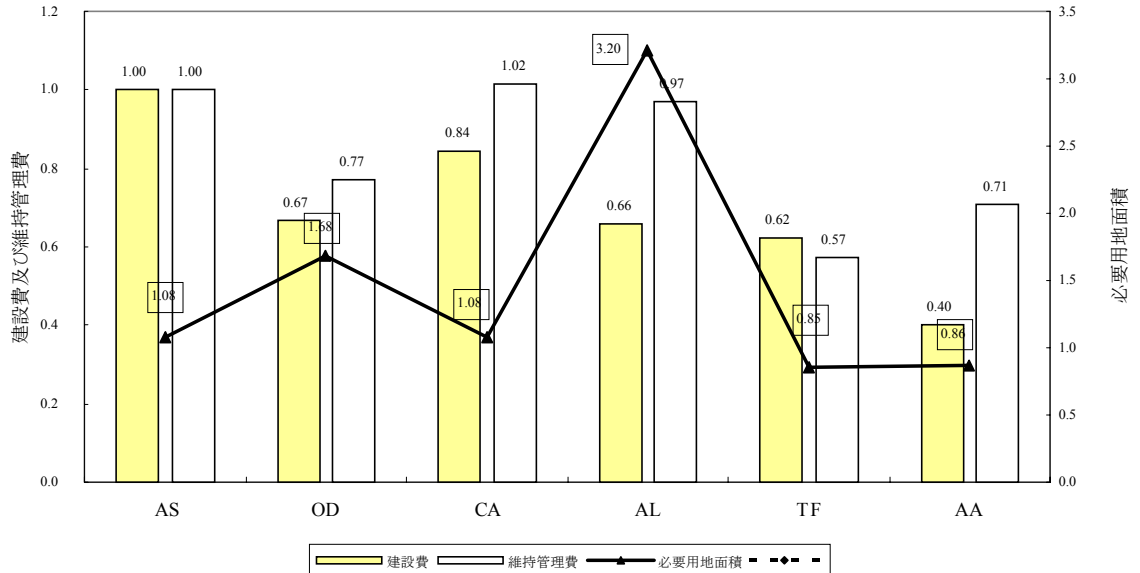
(a) 適用可能処理方法

類型IIの河川への放流水質の許容基準は、処理場の規模によって下記のとおり変わる。各規模に対応して適用可能な処理方法を下記に示す。

処理場規模	放流基準 (mg/l)		適用可能な処理法
	BOD	T-P	
< 10,000 PE	40	-	活性汚泥法 (AS) オキシデーションディッチ (OD) イアレート・ラグーン (AL) 散水濾床法 (TF) エアアクレーター (AA)
> 10,000 PE	25	2	嫌気・好気活性汚泥法 (AO) 活性汚泥法+凝集沈殿法 (AS + CO) 回分式活性汚泥法 (CAST)

(b) 10,000 PE以下の処理場の最適処理方法

各適用可能処理方法について必要用地面積、建設費、維持費を指数で比較すると下図に示すとおりである。この場合、必要用地面積については汚泥処理に乾燥床を適用した場合の面積を計上している。

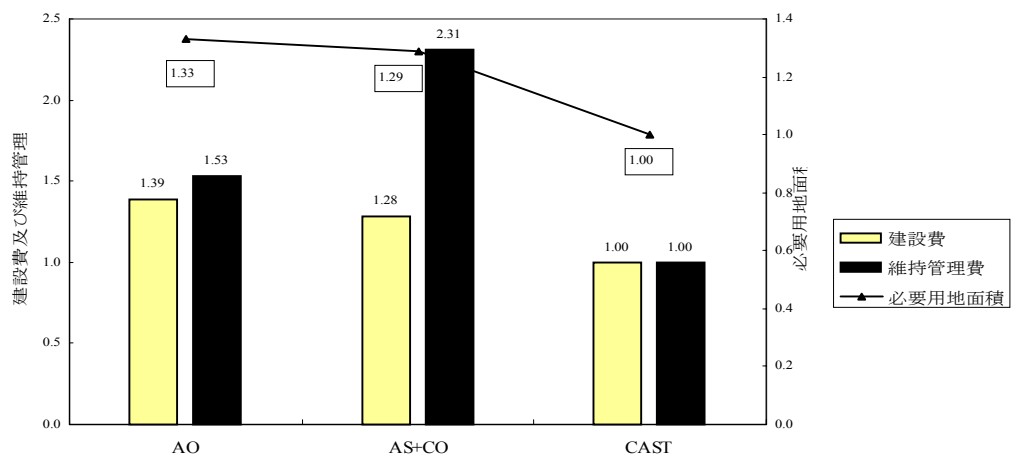


TFとAAは比較的経済的であるが、処理効率は最大80 %で信頼度は十分でない。また、TFとALの処理効率は冬期に低下する。ALは大きな面積が必要となる。ASは用地の面積は小さくて済むが建設費および維持費が高い。

ODは操作が簡単のため小規模な都市および村落で広く採用されている。本調査ではOD法を採用するものとする。

(c) 10,000 PE以上の処理場の最適処理方法

同様に、各適用可能処理方法について必要用地面積、建設費、維持費を指数で比較すると下図に示すとおりである。この場合、必要用地面積については汚泥処理に機械脱水方式を適用した場合の面積を計上している。



CASTは最も経済的であるが、流入水の水量・水質の変動に対応して運転ルールを変更する必要がある。良好な運転を行うためには自動制御システムを設置する必要がある。したがって、この方法は本調査では推奨できない。AS + CO法は維持管理費が高い。さらに、汚泥発生量を増加させる。

以上より、本調査ではAO法を採用する。

(3) 汚泥処理方法の選定

10,000 PE以下の処理場には経済性の観点から乾燥床を採用する。しかし、10,000 PE以上の処理場の場合には、周辺環境への影響を最小限にするため機械脱水方式を採用する。

4.4 下水道整備計画の作成

(1) 将来の下水道整備区域と処理場の位置

将来の下水道整備区域は関係市町村およびクロアチア水公社と協議の上決定した。整備区域は市の中心市街地だけでなく、可能な限り周辺の農村地区も含めることとした。処理場の位置は技術的に可能なかぎり、地方政府の作成した地域開発計画で定められている案に従った。

(2) 下水道整備計画

原則として、町の中心部は合流方式、郊外部は分流方式で整備する。提案した下水道整備計画はザグレブ市では人口の大部分(将来行政区域人口の95%)をカバーする。ザグレブ市以外の23の市町村では、その総整備面積は19,186 haであり現市街地面積(11,006 ha)の174%に相当する。また、総サービス人口は381,800人であり将来市街地人口(313,300)の122%あるいは将来行政区域人口(549,000)の70%に当たる。

下水道整備計画の主要諸元は下記のとおりである。各都市の下水道整備計画の主要諸元は表 1-2に示すとおりである。

都市名	整備面積 (ha)		整備人口		計画汚水量 (2015) (m ³ /d)			BOD負荷 (kg/d)
	1999	2015	1999	2015	生活排水	工場排水	合計	
ザグレブ市	25,600	25,600	800,000	935,000	274,860	167,510	442,370	90,000 (1,500,000 PE)
それ以外	10,549	19,186	210,500	381,800	149,726	32,643	182,369	34,376 (573,000 PE)
合計	36,149	44,786	1,010,500	1,316,800	424,586	200,153	624,739	124,376 (2,073,000 PE)

4.5 建設費

22の下水道整備に要する建設費は合計2,739百万Knと見積もられる。うち、ザグレブ市

下水道整備に1,365百万Kn、その他の21の下水道整備に1,374百万Knが必要である。さらに、21の下水道整備費(1,374百万Kn)の内訳は下記に示すように管渠建設費：531百万Kn、処理場建設費：843百万Knである。各都市の下水道整備費は表 1-2に示すとおりである。

項目	費用 (百万 Kn)
直接工事費	853.5
管渠	337.7
遮集管/幹線管渠	153.4
枝線管渠	184.3
処理場	515.8
用地取得費	3.6
間接工事費 *	345.9
予備費	170.7
合計	1,373.8

注 1) *: 技術経費、管理経費、関税、VATを含む。

2) 交換レ-ト: US\$ 1.00 = Kn 8.3 = ¥ 116 (2001年2月時点)

第5章 河川水質改善の評価

5.1 水質シミュレーションの対象地点

サヴァ川本川、クパ川、ロンニャ川およびクティナ川の主要地点において現況、プロジェクト無しおよびプロジェクト有りの場合について水質のシミュレーションを行った。水質シミュレーションを行う基準点は下記のとおりである。また、その位置については図 1-1を参照。

河川名	シミュレーション地点
サヴァ川本川	ホドホ(ザグレブの下流)、ウツク・クパ・ニズゴドノ(シツの下流)
クパ川	レチツア(カルロヴァツの下流)、ブレスト(ペトリツァの直上流)
ロンニャ川	ケー・ロンニャ・スツルグ(チェズマ川との合流前)、スツルベツ(チェズマ川との合流後)
クティナ川	クティナ(処理場の下流)

5.2 水質シミュレーションの方法

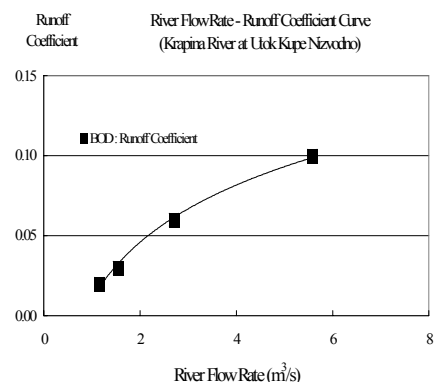
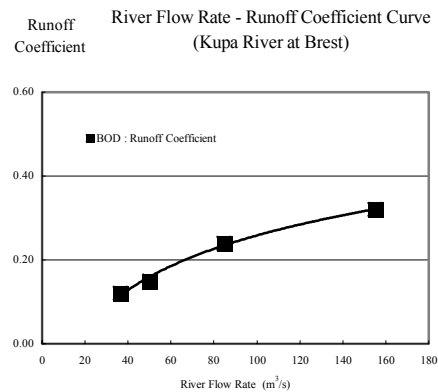
(1) 概説

点源汚濁は都市下水および工場排水である。一方、非点源汚濁は家庭排水(下水道整備区域外)、家畜排水および土地からの排水を含む。点源負荷は100%河川に流出するが、非点源負荷の大部分は河川に流出する前に消失する、特に乾季にこの現象が顕著である。河川に流出した汚濁負荷量は河川(支川および幹川)を流下する間に自浄作用により減少する。

調査地域の汚濁負荷発生量は流域を20の小流域に分割して推定し、これらを6つの主要流域別にとりまとめた。

(2) 流達率

非点源汚濁負荷の流達率は河川流量、流域の地形・地質に支配され、河川流量との間に一定の相関がある。非点源汚濁負荷の流達率をクラピナ川とクパ川の流量・水質データにもとづいて解析すると下記の関係が得られた。



(3) 河川の自浄作用

河川の自浄率は河川水の流速により変化する。勾配の急な川では小さく、緩い川では大きい。その率はサヴァ川本川のザグレブとシサクの区間における汚濁負荷量の減少を解析して推定した。その結果、河川の自浄率はサヴァ川本川右岸側の流域の支川ではキロメートル当たり0.5%、左岸側の流域の支川ではキロメートル当たり2%と推定される。幹川（サヴァ本川、クパ川、ロンニャ川）の自浄率についてはストリーター・ヘルプスの式を用い、より詳細に計算を行った。

5.3 河川水質のシミュレーション

5.3.1 プロジェクト無しの場合の幹川への流達汚濁負荷量

将来2015年において、プロジェクト無しの場合に6主要流域から幹川（サヴァ本川、クパ川、ロンニャ川）に流達する汚濁負荷量は下記のとおりであり、現況の場合と比較して示す。

(単位：BOD, kg/日)

汚染源	サヴァ川			クパ川		ロンニャ川	合計	
	上流	中流	下流	上流	下流			
現況 (1999)								
下水	50,594	0	1,734	2,208	3,878	2,862	61,308	(70%)
工場排水	10,942	0	159	1,639	906	1,540	15,196	(17%)
非点源	848	22	963	3,199	4,550	1,066	10,649	(12%)
合計	62,384	22	2,857	7,046	9,334	5,468	87,153	(100%)
計画無 (2015)								
下水	78,141	0	3,396	8,637	6,705	7,768	104,648	(77%)
工場排水	16,535	0	216	8	507	485	23,752	(13%)
非点源	848	22	963	3,199	4,550	1,066	10,649	(8%)
合計	95,524	22	4,575	11,845	11,762	9,319	133,047	(100%)

5.3.2 予測される水質

調査地域における河川の主要基準点について、現況、将来プロジェクト無しおよび将来プロジェクト有りの3ケースの水質予測をすると下記のとおりである。なお、水質予測はクロアチア国の基準に従って95%流量について行った。

(単位: BOD, mg/l)

河川名	位置	現況	将来 (2015)		基準 (類型)
			計画無	計画有	
サヴァ川	ホドホ	8.8 (8.6)	11.6	4.6	≤ 8.0 (III)
	ウトク・クペ・ニズウ・オドノ	5.6 (5.7)	7.4	3.1	≤ 4.0 (II)
クパ川	レチツア	4.3 (4.3)	6.2	3.1	≤ 4.0 (II)
	ブレスト	3.5 (3.5)	4.7	2.6	≤ 4.0 (II)
ロンニャ川	ケ・ロンニャ・ストルグ (チルネツ川)	27.1	49.1	7.2	≤ 8.0 (III)
	スツルセツク (ロユスコ・ホーリエ)	8.5	14.6	3.4	≤ 4.0 (II)
クティナ川	クティナ	70.0	70.0	16.0	≤ 4.0 (II)

注: 括弧内は実測値。

策定した工場排水処理および下水道整備のマスタープランは河川水質を大幅に改善し、サヴァ本川、クパ川、ロンニャ川では政令で定められた目標水質を達成する。しかし、クティナ川では河川の水量が少ないため、BOD 16mg/lが限度である。

第6章 財政政策に関する提言

(1) 政府支援の増大

提案した下水道整備マスタープランを実施するためには多額の資金が必要である。すなわち、ザグレブ市を除いても管渠の建設に530百万Kn、処理場の建設に840百万Kn必要となる。

クロアチアにおける下水道整備に関する最近の財政負担割合は中央政府の補助金（20%）、水管理基金からの援助（40%）および地方負担（40%）である。

水管理基金からの援助は無利子ではあるが、ローンであるので最終的には建設費の80%が地方負担となっている。下水管網の整備は当該都市の住民が受益者であるが、処理場の建設は下流の人々に利益をもたらすものであり、また流域の環境改善に資するものである。したがって、国家的観点からみて重要な事業であるので、これまでより中央政府の財政支援を増大する必要がある。

(2) 水管理基金の弾力的運用

水管理財政法によると、その財源と用途は限定されており、下水道整備に使用できる財源は水汚濁防止料として徴収した財源に限られている。一方、水道整備に充当できる財源は水使用料として徴収した財源に限られている。

下水道整備は水道整備に比べて遅れているので、今後は水道部門より下水道部門に多くの投資が必要となる。したがって、水使用料と水汚濁防止料の財源を統合して財源使用の弾力性を増し、水道・下水道整備事業のプロジェクトを緊急度に応じて促進できるようにする必要がある。

(3) 下水道整備の財政措置

提案した下水道整備計画を成功させるためには各自治公社（市町村の公益サービス公社）の財務能力を強化する必要がある。そのため、最も重要なことは水汚濁防止料・下水道料金の徴収率の向上と適正な下水道料金の設定である。

料金徴収率の向上はクロアチア水公社の管理する水管理基金の財源の強化にもなる。なお、水管理財政法に従って、水汚濁防止料は汚水処理に掛かるコストより低く設定すべきでない。この料金は支払い可能限度を考慮しつつ、毎年適正に定めて確実に徴収していく必要がある。

各自治公社の財源は下水料金であり、この料金は毎年の維持管理費および建設費の一部をカバーできるように設定すべきである。支払い可能限度を考慮しつつ現実的な料金を設定する必要がある。下水道料金の徴収率を向上させて公社の財源を増大させる必要がある。

さらに、クロアチア水公社と各自治公社がローンの協定を締結する際には、料金徴収率の目標、必要な料金レベル、その他の事項を含む条項を入れるべきである。

(4) 工場排水処理に対する財政支援

汚濁物質を排出している工場は毎年相当な額の水汚濁防止料をクロアチア水公社に支払っている。この工場の支払っている額は広く水質汚濁防止対策に使われており、工場排水処理対策に特定して使用されていない。

調査地域における工場排水処理施設の改善のためには、ザグレブ市を除いて約130百万Knの資金が必要である。したがって、工場が排水施設の改善を行う場合、水管理基金から低利のローンが利用できるようにする必要がある。

第2部 フィージビリティ調査

第1章 緒言

1.1 対象プロジェクト

マスタープラン調査で提案した22の下水道整備計画から、国家水利庁およびクロアチア水公社と協議の上、5つの優先下水道プロジェクトを選定してフィージビリティ調査を実施した。それらのプロジェクトは下記のとおりである。その位置については図1-1を参照。

- (1) ドゥゴ・セロ下水道整備
- (2) ヴォルボベツツ下水道整備
- (3) シサク下水道整備
- (4) クティナ下水道整備
- (5) カルロヴァツツ - ドウガ・レサ下水道整備

1.2 目標年次

プロジェクトは大量の工場排水を含めて処理する計画である。クロアチアの将来の経済成長は不確実であるので、あまり遠い将来を目標年次に設定すると工場排水の予測に相当なエラーを生じる恐れがある。したがって、本F/Sプロジェクトはマスタープランの第一段階として、目標年次を2007年に設定した。

第2章 計画の基準

2.1 計画下水道量

(1) 計画単位都市下水道量

F/Sプロジェクトの計画単位都市下水道量は下記のとおり設定した。

人口規模		<10,000 (原単位: l/人/日)	10,000 (原単位: l/人/日)
日平均	家庭排水	160	160
	公共排水/小規模工場排水	20	60
	地下水	60	60
	合計	240	280
日最大	家庭排水	210	210
	公共排水/小規模工場排水	30	80
	地下水	60	60
	合計	300	350

(2) 都市下水の計画単位汚濁負荷量

マスタープラン調査の場合と同様、家庭排水の計画単位汚濁負荷量（BOD）は60 g/人/日とした。公共・小規模工場排水の計画単位汚濁負荷量（BOD）は排水のBOD濃度を200 mg/lと仮定して設定した。

(3) 計画全下水道および汚濁負荷量

マスタープラン調査の場合と同様、大規模工場の計画排水量および排出負荷量は別途工場別に設定し、これらを上記の計画都市下水道量および汚濁負荷量に合計して計画全下水道および汚濁負荷量を設定した。

2.2 下水の処理水準

(1) 概説

5つの下水処理場のマスタープランはすべて嫌気・好気活性汚泥法（AO）により、BOD = 25 mg/l, COD-Cr = 125 mg/l, TSS = 35 mg/l and T-P = 2 mg/lまで処理する。AO法は(1)前処理、(2)最初沈殿処理、(3)嫌気処理、(4)エアレーション、(5)最終沈殿処理の5段階からなる。

本フィージビリティ調査の下水処理水準はマスタープランの第一段階処理であり、必要な河川水質の改善と必要な処理コストを考慮して決定した。

(2) 河川水質のシミュレーション

2007年における主要基準点の河川水質について、プロジェクトの無い場合および有る場合の両方の水質予測を行った。水質シミュレーションはクロアチアの基準に従って95%河川流量に対して行った。

2007年時点でプロジェクトの無い場合において、6つの主要分割流域から幹川に流出する点源および非点源の負荷量（BOD）は下記のとおりと推定される。現況と比較して示す。

(単位: BOD, kg/日)

汚染源	サヴァ川			カ川		ロンヤ川	合計	
	上流	中流	下流	上流	下流			
現況 (1999)								
下水	50,594	0	1,734	2,208	3,878	2,862	61,308	(70%)
工場排水	10,942	0	159	1,639	906	1,540	15,196	(17%)
非点源	848	22	963	3,199	4,550	1,066	10,649	(12%)
合計	62,384	22	2,857	7,046	9,334	5,468	87,153	(100%)
計画無 (2007)								
下水	53,829	0	2,703	5,516	5,371	4,361	71,780	(66%)
工場排水	23,947	0	160	115	538	1,656	26,411	(24%)
非点源	848	22	963	3,199	4,550	1,066	10,649	(10%)
合計	78,621	22	3,826	8,829	10,459	7,084	108,840	(100%)

プロジェクト有りの場合のシミュレーションは下記のような仮定のもとに行った。

- (a) 上記5つのF/S対象都市では、直接河川に放流する工場も政令の基準を満たすよう独自に処理する。しかし、その他の都市における工場の排水処理は現状のレベルのままとする。
- (b) 現在実施中のザグレブ市の下水プロジェクトは、政令の許容基準(BOD = 25 mg/l, COD-Cr = 125 mg/l, TSS = 35 mg/l)まで処理するものとする。

(3) サヴァ川本川およびクパ川の水質シミュレーション

プロジェクトが無い場合の2007年におけるサヴァ川本川およびクパ川の水質を予測すると下記のとおりである。現況と比較して示す。

(単位: BOD mg/l)

河川名	位置	現況 (1999)	将来 (2007)		備考
			計画無	F/S有	
サヴァ川	ホドク	8.8 (8.6)	10.2	4.8*	ザグレブ下流
	ウオク・カ・ニスホドノ	5.6 (5.7)	6.5	3.1*	シク下流
カ川	レチツァ	4.3 (4.3)	5.0	4.0	カロヴァツ下流
	ブレト	3.5 (3.5)	3.9	3.5	ペトリツァ上流

注: 括弧内の数字は観測値、*: ザグレブプロジェクトの効果を含む

2007年におけるサヴァ川本川の水質は実施中のザグレブプロジェクトによる効果のため、大幅に改善されると予測される。さらに、上表に示すように、クパ川の水質はプロジェクトが無い場合でも大きくは汚染が進まない。したがって、シサクおよびカルロヴァツ - ドウガ・レサプロジェクトの下水処理は最初洗殿処理レベルで十分と考えられる。

シサクおよびカルロヴァッツ - ドウガ・レサプロジェクトについて最初沈殿処理(処理効率：40%)を行う場合の2007年の水質を上表に示す。

(3) ロンニャ川の水質シミュレーション

2007年においてドウゴ・セロおよびヴォルボベツプロジェクト有りの場合におけるロンニャ川の水質を予測した。水質シミュレーションの地点はロンニャ川の上流支川ツルネツ川のケー・ロンニャ・ストウルグおよびロンニャ川本川下流ロニヌスコ・ポリエ地区のストウルツェツである。このシミュレーションでは、2つの処理レベルすなわち、(1)最初沈殿処理(処理効率：40%)、(2)生物処理(処理水質：BOD25 mg/l)について検討した。結果は下記のとおりである。

(単位: BOD mg/l)

処理レベル	ケー・ロンニャ・ストウルグ	ストウルツ
現況 (1999)	27.1	8.5
将来 (2007)	プロジェクト外無	11.1
	沈殿処理	10.6
	生物処理	10.1

上表からわかるとおり、水質改善効果は小さい。ロンニャ川の水質を必要レベルまで改善するためには、追加プロジェクトが必要である。

一方、ロンニャ川水系のセスヴェテ東部プロジェクトは既に認可されており、またイヴァニッチ・グラッド・クロスター・イヴァニッチプロジェクトも近々実施されると期待されている。これら二つのプロジェクトを追加した場合には、ロンニャ川の水質は下記に示すように大幅に改善される。その水質はツルネツ川では類型IIIをロニヌスコ・ポリエ地区ではほぼ類型IIを満足する。

(単位: BOD mg/l)

処理レベル	ケー・ロンニャ・ストウルグ	ストウルツ
現況 (1999)	27.1	8.5
将来 (2007)	プロジェクト外無	11.1
	沈殿処理	7.9
	生物処理	5.2
基準 (分類)	≤ 8.0 (III)	≤ 4.0 (II)

(4) クティナ川の水質シミュレーション

クティナ川の河川流量は非常に小さく、大部分は下水と工場排水である。特に、ペトゥロケミア工場は大量の排水をクティナ川に放流している。その水質は窒素の濃度は高いがBODの濃度は低い。

クティナプロジェクト無しの場合と有りの場合の水質を比較して示すと下記のとおりである。

(単位: BOD, mg/l)

処理レベル	1999	2007
無処理	70	70
沈殿処理	-	50
生物処理	-	16

(5) F/Sプロジェクトの下水処理レベル

ドゥゴ・ゼロ、ヴォルボベッツおよびクティナの3プロジェクトはBOD 25 mg/lまで処理し、シサクおよびカルロヴァッツ - ドゥガ・レサの2プロジェクトは流入水質を40%処理する。しかし、リンの処理についてはその緊急性を考慮し、F/Sプロジェクトには含まない。

2.3 下水道施設の計画基準

- (1) 提案する下水道システムの整備は原則として現況管網敷設区域を対象とし、2007年時点でその区域に住んでいる全人口にサービスするものとする。整備区域の大きな拡大は考えない。
- (2) 上記の目標を達成するために必要な遮集管、幹線管路、枝線管路を計画する。管路の径はマスタープランの計画排水量に対して計画する。
- (3) 下水処理場はマスタープランの第一段階としての施設を計画する。容量は2007年時点の排水量を処理できるよう計画し、処理方式としては2007年時点での河川水質の改善目標を達成できるよう計画する。

第3章 下水道整備計画

3.1 下水管渠と処理場の計画基準

F/S対象5 下水道の下水管渠と処理場の計画の基礎となる指標は下記のとおりである。計画下水道整備区域は図2-1 (1) - 図2-5 (1)に示すとおりである。

項目	ドゥゴ・セロ	ヴォルボベッツ	シサク	クティナ	カルロヴァツ - ドゥガ・レサ
整備面積 (ha)	516	422	944	734	1,142
整備人口	10,300	5,900	45,400	19,600	43,800
主要大規模工場数	-	2	3	1	10
日最大汚水量 (m ³ /d)	3,605	4,539	16,973	7,678	23,285
生活排水 (m ³ /d)	3,605	1,770	15,890	6,860	15,430
工場排水 (m ³ /d)	-	2,769	1,083	818	7,855
流入水 BOD 濃度 (mg/l)	211	198	211	190	193
汚濁負荷 (PE)	12,700	14,600	59,900	24,500	74,800
処理水 BOD 濃度 (mg/l)	25	25	127	25	116

3.2 下水管渠整備計画

F/S対象5 下水道の新設下水管渠の主要諸元は下記のとおりである。新設管渠の位置は図2-1 (1) - 図2-5 (1)に示すとおりである。

下水システム	遮集管		幹線管渠		枝線管渠		合計	
	直径 (mm)	延長 (m)	直径 (mm)	延長 (m)	直径 (mm)	延長 (m)	直径 (mm)	延長 (m)
ドゥゴ・セロ	800-1,200	5,490	-	-	400	2,100	400-1,200	7,590
ヴォルボベッツ	350-400	1,880	-	-	100	750	100-400	2,630
シサク	450-1,000	6,340	-	-	-	-	450-1,000	6,340
クティナ	-	-	400	180	100-200	9,000	100-400	9,180
カルロヴァツ - ドゥガ・レサ	300-1,700	11,670	-	-	400	1,000	300-1,700	12,670
合計		25,380		180		12,850		38,410

3.3 処理場建設計画

F/Sプロジェクトの下水処理方法は下記のとおり提案する。

- (1) ドゥゴ・セロ、ヴォルボベッツおよびクティナの3プロジェクトでは第一段階として活性汚泥法 (AS)を提案する。AS法は嫌気・好気活性汚泥法 (AO) の一部であり、リンの除去は第二段階でAOを完成する段階で行なわれる。
- (2) シサクおよびカルロヴァツ - ドゥガ・レサの2プロジェクトでは第一段階として最初沈殿処理法を提案する。

汚泥処理方法はすべてのプロジェクトで機械脱水法を提案する。

計画した処理場の主要諸元は下記のとおりである。処理場のレイアウトは図2-1 (2) -

図2-5 (2)に示すとおりである。

主要施設	トウコ・セロ	ウオホハツ	シカ	ケイナ	カロアツト ウガレサ
処理法	活性汚泥法	活性汚泥法	沈澱処理法	活性汚泥法	沈澱処理法
前処理(一式)	1	1	1	1	1
最初沈澱池					
池数	3	3	6	3	5
幅 (m)	3.0	3.0	4.0	4.0	6.5
長さ (m)	12.0	14.0	18.0	18.0	19.0
深さ (m)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
曝気槽					
池数	3	3	-	3	-
幅 (m)	5.0	5.0	-	5.0	-
長さ (m)	20.0	22.0	-	35.0	-
深さ (m)	5.0	5.0	-	5.0	-
最終沈澱池					
池数	2	2	-	2	-
直径 (m)	12.0	13.0	-	17.0	-
深さ (m)	3.5	3.5	-	3.5	-
ベルト式脱水機					
台数	2	2	2	2	2
布幅 (m)	1.5	1.5	2.0	1.5	2.0

注: 前処理施設には、流入ポンプ、スクリーン、油脂/砂除去装置を含む。

第4章 事業費

4.1 建設費

下水管渠および処理場の建設費は下記の内訳に基づいて積算した。なお、為替のレートは2001年2月下旬の値を用いた。そのレートはUS\$ 1.00 = Kn 8.3 = ¥ 116である。

項目	備考
(1) 直接工事費	
(2) 用地取得費	
(3) 間接工事費	
(a) 技術経費	10% × (1)
(b) 管理費	3% × (1)
(c) 関税	機械/電気設備の10%
(d) VAT	22% × {(1) + (a)}
(4) 予備費	10% × (1)

5 F/Sプロジェクトの建設費は2001年時価で下記のとおり見積もられる。

(単位: 百万 Kn)

項目	ドゥゴ・セ	ガホルベツ	シカ	クテナ	カロウアツ - ドゥガ・レサ	合計
直接工事費	33.51	25.69	45.52	27.12	85.39	217.22
管渠	10.42	2.42	14.18	6.08	41.73	74.83
遮集管/幹線管渠	8.77	2.10	14.18	0.18	40.86	66.09
枝線管渠	1.65	0.32	-	5.91	0.87	8.74
処理場	23.08	23.27	31.33	21.04	43.66	142.38
用地取得費	0.19	0.20	-	-	1.45	1.84
間接工事費	13.90	11.05	18.89	11.33	34.38	89.53
予備費	3.35	2.57	4.55	2.71	8.54	21.72
合計	50.94	39.51	68.95	41.16	129.76	330.31

4.2 維持管理費

5 F/Sプロジェクトの年間維持管理費は2001年時価で下記のとおり見積もられる。ただし、既存下水管網の維持管理費は含まない。

(単位: 10³ Kn)

施設	項目	ドゥゴ・セ	ガホルベツ	シカ	クテナ	カロウアツ - ドゥガ・レサ	合計
管渠	維持管理費	79	19	46	107	317	568
処理場		1,508	1,508	1,937	2,417	2,013	9,383
	電気代	350	350	499	666	526	2,391
	人件費	499	499	499	499	499	2,495
	機械整備費	168	168	240	320	252	1,148
	水質分析	154	154	220	293	231	1,052
	その他	336	336	479	639	505	2,295
合計		1,588	1,527	1,983	2,524	2,330	9,952

第5章 環境アセスメント

5 F/Sプロジェクトの環境への影響に関し、下記の項目について評価した。

(1)土地収用、(2)建設あるいは運転時の騒音、(3)処理場の基礎地盤の問題、(4)周辺動植物への影響、(5) 建設あるいは運転時のほこりと悪臭、(6)下流河川の汚染問題と水利用への影響、(7) 汚泥処理問題と地下水への影響

評価結果の要約は下記のとおりである。

項目	ド'ウゴ'・ヒ	ウ'ホホ'・ハ'ツ	シカ	ケ'イナ	カ'ロウ'アツ - ト'ウガ'・レ'ッ
用地取得					
騒音					
地質					
動植物					
埃/悪臭					
水質汚濁/水利用					
汚泥処分/地下水					

Note: : 無 又は無視可能, : 微量だが容認可能

- (1) シサクプロジェクトで市街部において遮集管を建設する際、一定レベルの騒音を生じる可能性がある。しかし、その影響は小さく一時的であり、日中は許容できるレベルである。
- (2) 建設機械の運転や土工事のためほこりが生じる。その影響は小さいがカバー等の対策を講じる必要がある。一方、処理場では汚泥から悪臭が発生しがちであるが、本計画では機械脱水により汚泥を処理するので影響はほとんどない。また、すべての処理場は人家から250 m - 300 m以上離れているのでその影響は小さい。
- (3) F/S対象都市における工場排水中の重金属濃度は無視できる程であるので、下水処理場から発生する汚泥は通常の性質の汚泥と考えられる。一方、クロアチアにおける他の下水処理場の汚泥に含まれている重金属の濃度は政府の規準以下である。したがって、発生汚泥は各町のごみ処分場に投棄しても問題ないと考えられる。

一方、各町における既存ごみ処分場周辺の地下水水質の調査結果によると、水質は有機物で汚れているだけであり、その程度もわずかである。また、各町とも近々、ごみ処分場に浸出水処理施設を設置する計画であるので、既存のごみ処分場に汚泥を投棄しても周辺環境に与える影響は小さいと予測される。

第6章 財務分析

6.1 概説

関係6都市：ドゥゴ・セロ、ヴォルボベツツ、クティナ、シサク、カルロヴァツツおよびドゥガ・レサの下水道は現在、それぞれ独立して各自治公社（公益サービス公社）が管理している。しかし、カルロヴァツツとドゥガ・レサの下水道は、将来一体的に管理される。

5つの下水道整備プロジェクトの財務的実現可能性については、財務諸表を作成して各自治公社の将来財務状況を予測して評価した。さらに、内部収益率（FIRR）を計算してチェックした。上記の財務分析は既存の下水道システムも含めて総合的に行った。

プロジェクトの財務的実現可能性の度合いはGDPの将来成長率によって大きく変わる。なぜなら、支払い可能な下水料金および維持管理の人員費は一人当たり国民所得の伸びに比例して増加する。さらに、工場排水量はGDPの伸びに従って増大する。

調査地域の工業生産は低迷している。また、クロアチアの将来の経済成長は依然として不透明である。したがって、本調査では財務評価の信頼性を確保するため、GDPの将来成長率については、技術調査のために想定した伸び率の半分の値を仮定して財務分析を行った。すなわち、GDPの伸び率は、2001年～2005年：1.8%、2006年～2010年：2.75%、2011年～2015年：2.25%である。

6.2 実施スケジュール

プロジェクトは2003年に開始し、2007年中に完成する。ドゥゴ・セロ、ヴォルボベツツおよびクティナの処理場は2期に分けて実施する。第一期は最初沈殿処理までとし、第二期で生物処理を行う。生物処理プラントを建設する前1年間、最初沈殿池へのおよび最初沈殿池からの水量・水質をモニターして、生物処理プラントの設計をチェックする。一方、シサクとカルロヴァツツ - ドゥガ・レサの処理場は、最初沈殿処理だけであるので一度に建設する。

5プロジェクトの実実施スケジュールは下記のとおりである。

項目	建設内容	ドゥゴ・セロ、ヴォルボベツツ、クティナ	シサク、カルロヴァツツ、ドゥガ・レサ
詳細設計と用地取得		2003	2003
第I期建設工事	管渠、最初沈殿池、汚泥処理施設、その他	2004 - 2005中期	2004 - 2006
モニタリング		2005中期 - 2006中期	-
第II期建設工事	生物処理施設	2006中期 - 2007	-

6.3 建設費と維持管理費の支出スケジュール

建設費の支出スケジュールは下記のとおりである。

(単位: 10³ Kn, 2001年価格)

下水システム	2003	2004	2005	2006	2007	Total
ドゥゴ・セロ	1,058	26,414	13,643	3,566	6,261	50,941
ヴオルホベツツ	867	18,616	9,642	3,683	6,698	39,506
シツク	1,479	8,027	29,724	29,724	-	68,954
ケテナ	705	18,753	9,729	4,225	7,744	41,157
カロウアツツ・ドゥガ・レサ	4,228	21,867	51,830	51,830	-	129,755
合計	8,337	93,677	114,567	93,028	20,703	330,312

また、既存下水道と今回計画した下水道の合計維持管理費の支出スケジュールは下記のとおりである。

(単位: 10³ Kn, 2001年価格)

下水システム	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2010	2015 -
ドゥゴ・セロ	120	122	696	1,280	1,291	2,387	2,428	2,520
ヴオルホベツツ	768	776	1,326	1,889	1,911	3,019	3,082	3,222
シツク	7,308	7,388	7,469	7,596	10,307	10,458	10,771	11,470
ケテナ	2,252	2,276	3,167	4,082	4,133	5,826	5,950	6,226
カロウアツツ・ドゥガ・レサ	8,091	8,180	8,270	8,410	12,077	12,248	12,606	13,403

6.4 下水料金収入

(1) 現況の下水料金単価

現在、下水料金は2種類の料金から成っており、その単価は各都市別に設定されている。すなわち、家庭料金とその他料金（公共、小規模工業、大規模工業）である。下水料金は水使用量を基に徴収している。2001年現在の関係6都市の下水料金単価は付加価値税（22%）を含めて、下水排水量当りに換算して推定すると下記のとおりである。

(単位: Kn/m³)

都市名	家庭下水	その他下水
ドゥゴ・セロ	0.36	0.74
ヴオルホベツツ	0.59	0.81
シツク	1.34	4.00
ケテナ	4.12	4.12
カロウアツツ	1.45	2.67
ドゥガ・レサ	0.54	0.54
平均	1.40	2.15

(2) 支払い可能家庭下水料金単価

関係6都市の現況の平均家計収入は3,600 Kn/月と推定されている。アンケート調査結果によると、6都市ごとの家庭下水料金支払い意志額の平均額は18.0 Kn/戸/月 - 34.0 Kn/戸/月（平均：24.5 Kn/戸/月）の範囲にある。一方、一戸当りの家庭下水量は平均家族数を3人と仮定すると、約12.0 m³/戸/月と推定される。

以上より、現況の家庭下水料金および支払い可能家庭下水料金の家計収入に占

める割合は、各都市別に下記のとおり推定される。

都市名	家庭下水料金 (Kn/戸/月)		家計収入に対する家庭下水料金の割合 (%)	
	現状	支払い意志額	現状	支払い意志額
ドゥゴ・セ	4.32	28.0	0.12	0.78
ヴォルホ・ハツ	7.08	20.0	0.20	0.56
シカ	16.08	18.0	0.45	0.50
ケイナ	49.44	34.0	1.37	0.94
カロヴァツ	17.40	20.0	0.48	0.56
ドゥガ・レサ	6.48	27.0	0.18	0.75
平均	16.80	24.5	0.47	0.68

上表に示すように、支払い可能家庭下水料金の家計収入に占める割合は0.5% - 0.9% (平均: 0.7%) である。

(3) 下水量

下水量を料金徴収の分類に対応して、家庭下水とその他下水 (公共、小規模工場、大規模工場) に分類した。下水量は2007年まで一定の割合で毎年増大し、その後は一定値と仮定する。本プロジェクトはマスタープランの第一段階であり、2007年以降に発生する過剰水量の処理は第二段階のプロジェクトと考える。

5 下水システムの毎年の下水量は下記のとおり推定される。この推定に当たっては、家庭およびその他ユーザーへの接続率をそれぞれ90%、100%と仮定した。

年	(単位: 10 ³ m ³ /年)				
	2003	2004	2005	2006	2007 -
ドゥゴ・セ	742	798	853	908	974
家庭下水	520	558	596	634	682
その他下水	221	239	257	274	292
ヴォルホ・ハツ	348	376	835	1,298	1,333
家庭下水	304	327	350	373	396
その他下水	45	49	485	925	937
シカ	3,662	3,915	4,168	4,421	4,674
家庭下水	2,360	2,532	2,703	2,875	3,046
その他下水	1,301	1,383	1,465	1,546	1,628
ケイナ	1,663	1,783	1,903	2,022	2,143
家庭下水	996	1,075	1,154	1,233	1,313
その他下水	667	708	749	789	830
カロヴァツ・ドゥガ・レサ	4,260	4,559	4,859	5,745	6,637
家庭下水	2,126	2,325	2,524	2,723	2,922
その他下水	2,133	2,234	2,335	3,023	3,715

(4) 下水料金収入

年間下水料金収入は年間下水量と計画下水料金単価の積として求められる。この積算においては、現在の料金徴収率は次第に上昇し、2007年までに90%に達すると仮定した。

6.5 財務評価

6.5.1 概説

各自治公社はユーザーの支払い能力を勘案して決められた下水料金収入で、健全な下水道運営をして行かなければならない。このため、建設費の相当額について中央政府（クロアチア水公社を含む）からの財政支援が必要と考えられる。その財源としては補助金、水管理基金からのローンおよび外国からのODAローンが考えられる。

この調査では各自治公社の財務分析を行って、必要な下水料金と中央政府からの財政支援額を推定する。一方、中央政府の財源には限度があると思われるが、ここでは考慮しない。

6.5.2 現況の財政システム

クロアチアにおいて通常行われている下水道プロジェクトの財源措置は下記のとおりである。

- (1) 建設費の20%は中央政府からの補助金。
- (2) 建設費の40%は水管理基金からのローン。このローンはクロアチア水公社を通じて供与され、無利子、50年返済である。
- (3) 残りの40%は当該地方自治体・公社の負担である。
- (4) 維持管理費および原価償却費は原則として下水料金で賄う。

6.5.3 必要な下水料金の計算

(1) 概説

各自治公社が必要とする下水料金は、それぞれの財務諸表（損益計算書およびキャッシュ・フロー表を含む。）が下記の条件を満たすように定める。この場合、一定額の中央政府からの財政支援および外国からのODAローンを仮定して計算する。

- (a) 年間の純損益額が25年間（2003 – 2027）ほとんどプラスである。
- (b) ローンの負債は25年後には完全に清算される。
- (c) 機械・電気機器の更新時期までに、その更新必要額を内部留保しておく。

(2) 代替案の作成

必要な下水料金は中央政府の財政支援および外国からのローンの内容により変わる。したがって、下記の4代替案を作成して財務評価を行う。

ケース	建設費の財源		
	中央政府の補助金	水管理基金のローン	外国のローン
代替案-1	20%	40% (無利子)	40% (利子: 2%)
代替案-2	20%	40% (無利子)	40% (利子: 6%)
代替案-3	40%	-	60% (利子: 2%)
代替案-4	60%	-	40% (利子: 2%)

上記の代替案では、水管理基金からのローンの返済期間は50年（7年間の返済猶予期間を含む）、また外国からのローンの返済期間は25年（7年間の返済猶予期間を含む）と仮定する。

(3) 下水料金の計算結果

5自治体公社について、上記の4代替案に対する必要下水料金を下記の条件の下で計算する。

- (a) 水管理基金および外国からのローンは下水料金収入で返済する。また、毎年の維持管理費および原価償却費も下水料金収入で賄う。
- (b) 現在、下水料金単価は都市ごとに異なっている。したがって、下水料金単価は将来とも都市ごとに定める。また、家庭下水とその他下水の料金単価の比率は現在、都市ごとに異なっている。この比率は将来とも維持されるものとする。
- (c) 下水料金単価は将来一人当たりGDPの伸び率に比例して増大するものとする。
- (d) 法人税は20%とする。
- (e) カルロヴァッツ町においては、今回提案した下水道整備計画とは別に、破損した下水管渠の取り替え工事を2003年から2007年の5年間で実施する。この取り替え事業費は2001年価額で58.88百万クナと見積もられる。この事業費の60%は市役所からの補助金で、残りの40%は下水料金収入で賄うものとする。

計算結果を現況料金と併せて下表に示す。料金は2001年時点において必要な下水料金であり、2001年価額で示す。また、内部収益率（FIRR）の計算結果も併せて示す。

(2001年価額)

	ドゥゴ・セロ	ウ・オルホ・ハ・ツツ	シサ	クティナ	加ロウ・アツツ・ドゥガ・レサ
現況					
家計収入に対する割合 (%)	0.12	0.20	0.45	1.37	0.48 (0.18) *
家庭下水料金 (Kn/m ³)	0.36	0.59	1.34	4.12	1.45 (0.54) *
その他下水料金 (Kn/m ³)	0.74	0.81	4.00	4.12	2.67 (0.54) *
FIRR (%)					
代替案- 1					
家計収入に対する割合 (%)	0.95	0.80	0.48	1.37	0.63
家庭下水料金 (Kn/m ³)	2.85	2.40	1.44	4.12	1.89
その他下水料金 (Kn/m ³)	5.86	3.29	4.30	4.12	2.92
FIRR (%)	4.81	4.69	3.67	24.23	4.87
代替案- 2					
家計収入に対する割合 (%)	1.02	0.85	0.51	1.37	0.66
家庭下水料金 (Kn/m ³)	3.06	2.55	1.53	4.12	1.98
その他下水料金 (Kn/m ³)	6.29	3.50	4.57	4.12	3.06
FIRR (%)	6.54	6.51	6.75	24.23	6.20
代替案- 3					
家計収入に対する割合 (%)	0.98	0.84	0.50	1.37	0.67
家庭下水料金 (Kn/m ³)	2.94	2.52	1.50	4.12	2.01
その他下水料金 (Kn/m ³)	6.04	3.46	4.48	4.12	3.11
FIRR (%)	5.54	5.70	5.35	40.67	5.55
代替案- 4					
家計収入に対する割合 (%)	0.85	0.75	0.47	1.37	0.62
家庭下水料金 (Kn/m ³)	2.55	2.25	1.41	4.12	1.86
その他下水料金 (Kn/m ³)	5.24	3.09	4.21	4.12	2.87
FIRR (%)	6.58	5.98	5.48	十分大きい	5.91

* : 括弧外の値は加ロウ・アツツ、括弧内の値はドゥガ・レサ

6.5.4 下水料金と財政支援の提案

アンケート調査結果によると、家庭下水料金支払い意志額の家計収入に占める割合は0.5% - 0.9% (平均0.7%) の範囲にある。したがって、家庭下水料金の家計収入に占める割合は0.9%を超えないようにすべきである。

さらに、本プロジェクトは、主として下流の人々に便益をもたらすと共に流域の環境改善の促進に資するものであり、国家的見地から重要なプロジェクトである。したがって、中央政府の財政支援は、従前の管渠を主とする下水道プロジェクトに対して行われてきた支援より大きくなければならない。

以上の観点から、代替案 - 4 の下水料金が妥当と考えられる。したがって、中央政府は各自治公社に対して建設費の60%を補助する。また、残りの40%は外国からのODAローンで賄う。このローンは中央政府を通じて各自治公社に供与される。

上記検討結果の評価に当たっては、下記の点について注意する必要がある。上記で計算された外国からのODAローン (建設費の40%) は、必ずしも中央政府が必要とする口

ーの額を意味するものではなく、単に下水料金で返済すべき額を示しているに過ぎない。もし、中央政府の財政が逼迫している場合には、中央政府はもっと多額のODAローンを借りて、各自治公社に必要な補助金（建設費の60%）を供与する必要がある。

提案した下水料金は下記に示すように、将来GDPの伸びに従って増加して行く。

(単位: Kn/m³, 2001年価格)

都市名	現況 (2001)	計画				
		2001	2003	2005	2010	2015 -
トウゴ・ヒ						
家庭下水	0.36	2.55	2.64	2.74	3.14	3.51
その他下水	0.74	5.24	5.43	5.63	6.45	7.20
ガハハツ						
家庭下水	0.59	2.25	2.33	2.42	2.77	3.09
その他下水	0.81	3.09	3.20	3.32	3.80	4.25
ンサ						
家庭下水	1.34	1.41	1.46	1.51	1.73	1.94
その他下水	4.00	4.21	4.36	4.52	5.18	5.79
テイナ						
家庭下水	4.12	4.12	4.27	4.42	5.07	5.66
その他下水	4.12	4.12	4.27	4.42	5.07	5.66
加ロウ・アツト・ウガ・レサ						
家庭下水	1.45 (0.54) *	1.86	1.93	2.00	2.29	2.56
その他下水	2.67 (0.54) *	2.87	2.98	3.09	3.54	3.95

*: 括弧外の値は加ロウ・アツト、括弧内の値はトウガ・レサ

第7章 提言

- (1) 提案した5下水道整備プロジェクト：ドゥゴ・セロ、ヴォルボベッツ、シサク、クティナ、カルロヴァッツ - ドゥガ・レサはすべて技術的にも財務的にも実現可能である。サヴァ川流域の水質汚濁緩和のため早期に実施すべきである。
- (2) このため、中央政府、水利庁、クロアチア水公社および関係地方自治体は必要な法的手続き、財源措置を早急に進める必要がある。
- (3) ロンニャ川の水質はサヴァ川流域で最悪である。ロンニャ川の水質を一定水準まで改善するためには、セスヴェテ東部プロジェクトおよびイヴァニッチ・グラッド - クロスター・イヴァニッチプロジェクトもできるだけ早期に実施する必要がある。
- (4) しかしながら、ロンニャ川の既存の水量・水質のデータは限られているので、早急に必要なモニタリングを開始すべきである。

TABLES

表 1-1.1 主要18工場の排水処理計画

町の名前	工場の名前	排水量 (m ³ /d)		排水水質 BOD (mg/l)		負荷量 BOD (kg/d)		放流先 (分類)		建設費 (百万 Kuna)
		1999	2015	1999	2015	1999	2015	1999	2015	
Sesvete-East	Agroproteinka d.d.	228	377	2,230	250	508	94	Lonja 川 (II)	下水道	9.91
	Duma Kože d.o.o.	509	1,222	686	250	349	306	Lonja 川 (II)	下水道	2.00
Vrbovec	PIK Vrbovec Mesna Ind.	2,132	3,523	186	186	397	655	Lonja 川 (II)	下水道	-
Sisak	Industrija Naft e d.d. Rafinerija	9,399	15,531	27	25	251	388	Kupa 川 (II)	Kupa 川 (II)	10.30
	Herbos d.d.	604	939	205	205	124	192	下水道	下水道	1.50
	Termoelektrana Sisak	451	745	5	5	2	3	Sava 川 (II)	Sava 川 (II)	1.00
	Tvornica Segestica	204	337	866	250	177	84	下水道	下水道	7.16
	Zeljezara Poduzece Metaval	3,182	4,949	12	12	39	61	Sava 川 (II)	Sava 川 (II)	2.00
	Ljudevit Posavski Mlin i Pekare	83	137	1,584	250	131	34	下水道	下水道	5.91
Kutina	Petrokemija (Industry)	10,388	17,165	11	11	115	191	Kutina 川 (II)	Kutina 川 (II)	10.00
	Petrokemija (Sanitary)	663	1,063	19	19	12	20	下水道	下水道	-
Karlovac	Karlovačka Pipovara d.d.	2,301	3,802	456	250	1,049	951	下水道	下水道	16.28
	PPK-karlovačka Industrija Mesna	348	609	484	250	168	152	Kupa 川 (II)	下水道	7.46
	Velebit	248	410	150	150	37	62	Kupa 川 (II)	下水道	-
	Lola Ribar	307	507	116	116	36	59	Mrežnica 川 (II)	下水道	-
	Karlovačka Industrija Mlijeka	250	413	147	147	37	61	Kupa 川 (II)	下水道	0.50
Duga Resa	Pamučna Industrija Duga Resa	2,416	3,992	120	120	290	479	Mrzematic 川 (II)	下水道	0.10
Zabrešić	PLIVA	1,928	3,186	339	250	654	797	Sava 川 (II)	下水道	15.30
Petrinja	Gavrilo vic d.d.	1,357	1,979	116	116	157	230	Kupa 川 (II)	下水道	1.00
小計 (下水道へ放流)		3,855	22,496			1,494	4,175			
小計 (河川へ放流)		33,143	38,390			3,041	644			
合計		36,998	60,886			4,534	4,818			90.42

表 1.2 マスタープラン対象都市の下水道整備計画

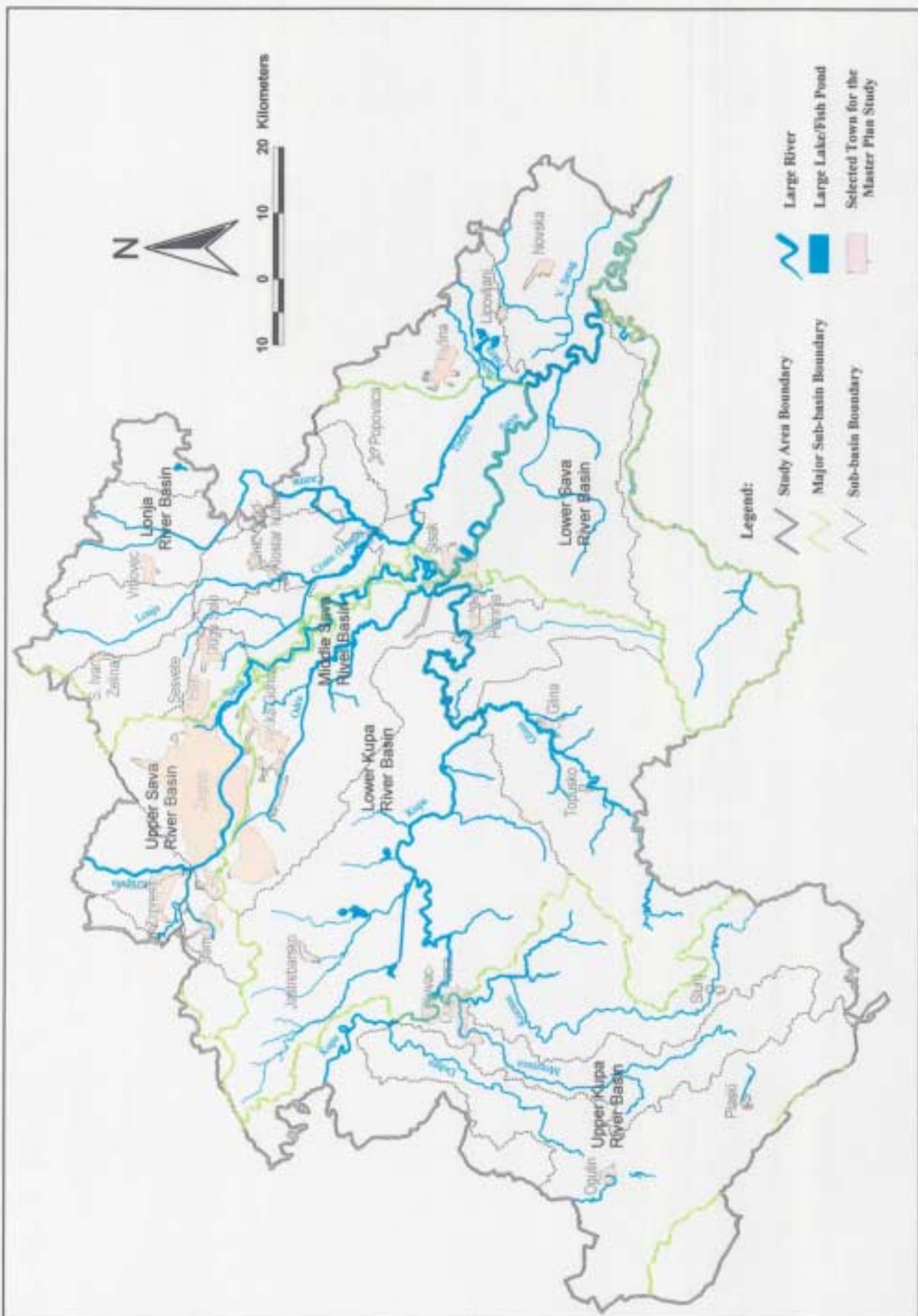
名前	整備人口		整備面積 (ha)		計画汚水量 (m ³ /day)			人口換算 (PE)	処理法 *	建設費 (百万 Kuna)		
	1999	2015	1999	2015	Domestic	Industry	Total			管渠	処理場	合計
1 Zagreb	800,000	935,000	25,600	25,600	274,860	167,510	442,370	1,500,000	AS	17.2	49.3	1,365.0
2 Sesvete-East	11,900	17,600	555	837	7,040	1,599	8,639	29,600	AO	17.2	49.3	66.5
3 Dugo Selo	9,100	14,200	516	1,072	5,680		5,680	18,500	AO	49.7	41.3	91.0
4 Vrbovec	5,000	8,400	393	791	2,856	3,710	6,566	20,400	AO	36.5	41.7	78.2
5 Sisak	39,400	52,400	944	2,380	20,960	1,413	22,373	73,400	AO	67.8	92.0	159.8
6 Kutina	16,100	24,800	549	1,303	9,920	1,063	10,983	32,900	AO	43.7	40.2	84.0
7 Karlovac - Duga Resa	28,200	55,800	966	1,978	22,320	7,603	29,923	94,800	AO	133.2	126.7	259.9
8 Sv. Ivan Zelina	3,800	10,900	133	205	4,360	3,992	8,352	22,200	AO	18.1	25.5	43.6
9 Ivanić Grad - Kloštar Ivanić	3,200	7,000	251	569	2,380	1,283	2,380	7,700	OD	10.9	32.4	43.4
10 Samobor	5,700	10,600	524	863	4,240	1,283	5,523	14,300	AO	14.4	44.0	58.4
11 Zaprešić	600	800	138	150	272		272	900	AO	29.4	76.8	106.3
12 Velika Gorica	15,400	29,200	1,518	1,914	11,680	1,528	13,208	39,500	AO	30.0	47.5	77.5
13 Jastrebarsko	13,300	30,500	949	1,491	12,200	6,544	18,744	61,300	AO	8.4	27.7	36.0
14 Petrinja	33,500	62,400	1,453	2,011	24,960	662	25,622	82,200	AS	10.4	45.2	55.6
15 Glina	5,300	8,100	409	623	2,754	180	2,934	9,600	OD	14.3	22.3	36.6
16 Topusko	10,300	13,100	419	650	5,240	1,979	7,219	20,900	AO	3.5	3.0	6.5
17 Popovača	2,000	5,200	175	480	1,768		1,768	5,800	OD	3.7	23.1	26.7
18 Lipovljani	500	1,600	34	84	544	747	1,971	7,200	AL	11.2	17.1	28.3
19 Novska	1,800	3,600	123	179	1,224		1,020	3,300	OD	9.0	28.2	37.2
20 Oguljin	800	3,000	60	328	1,020		3,060	9,900	OD	8.5	34.0	42.5
21 Plaški	4,000	9,000	380	541	3,060	340	4,500	13,800	AO	3.0	9.3	12.4
22 Slunji	0	10,400	0	468	4,160		272	900	OD	7.8	15.7	23.4
小計 (Zagrebを除く)	600	2,400	62	219	816		816	2,700	OD			
合計	210,500	381,800	10,549	19,186	149,726	32,643	182,369	573,600		530.8	843.0	2,738.8
合計	1,010,500	1,316,800	36,149	44,786	424,586	200,153	624,739	2,073,600				1,373.8

1): * AS:活性汚泥法, AO:嫌気・好気活性汚泥法, OD:オキシジェン・ディッチ, AL:エアレーテド・ラグーン

2): ZagrebにはSesvete Eastは含まない。

3): ZaprešićにはBrdovec村を含む。

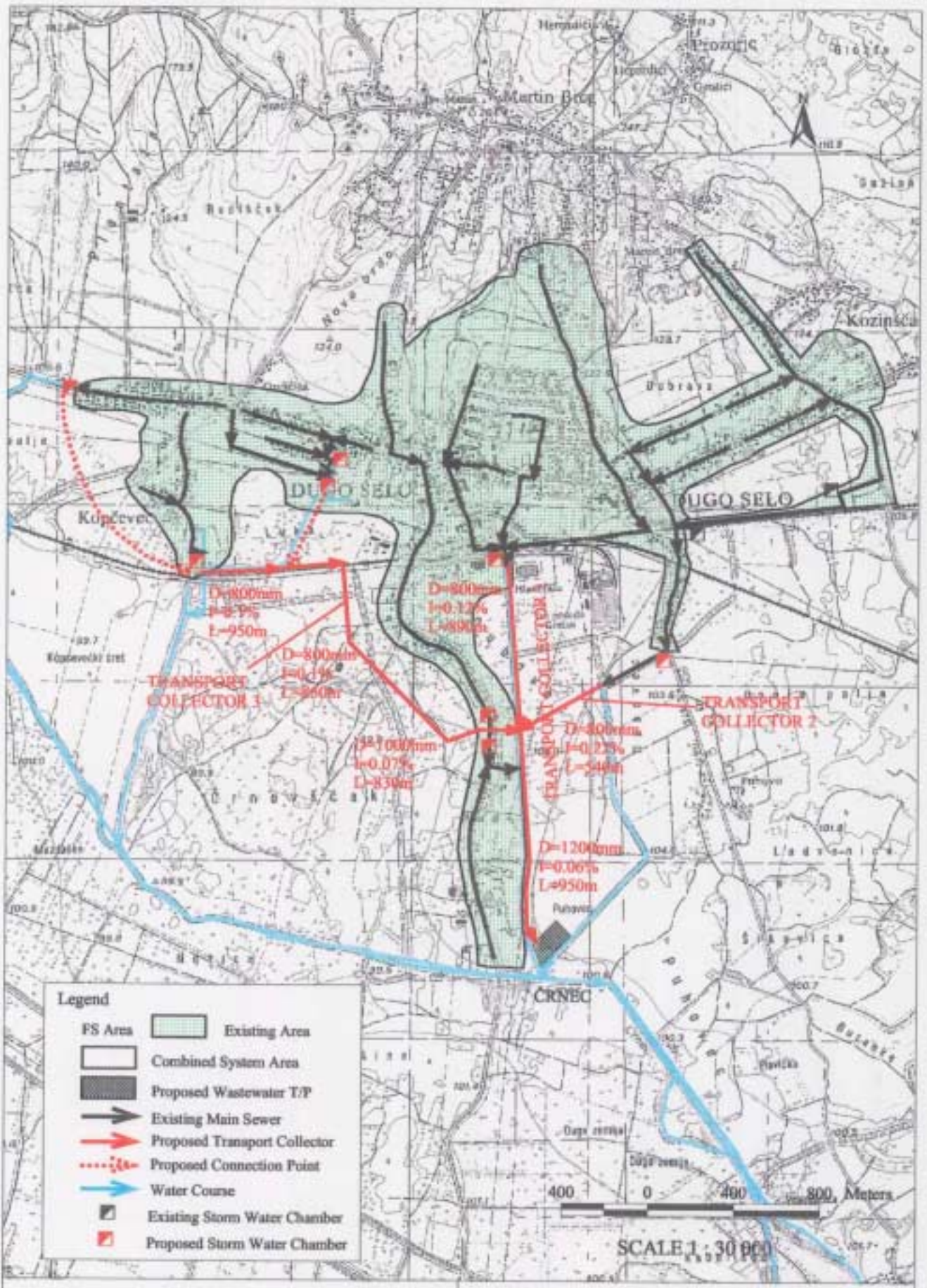
FIGURES



THE STUDY FOR WATER POLLUTION REDUCTION
ON THE SAVA RIVER BASIN

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

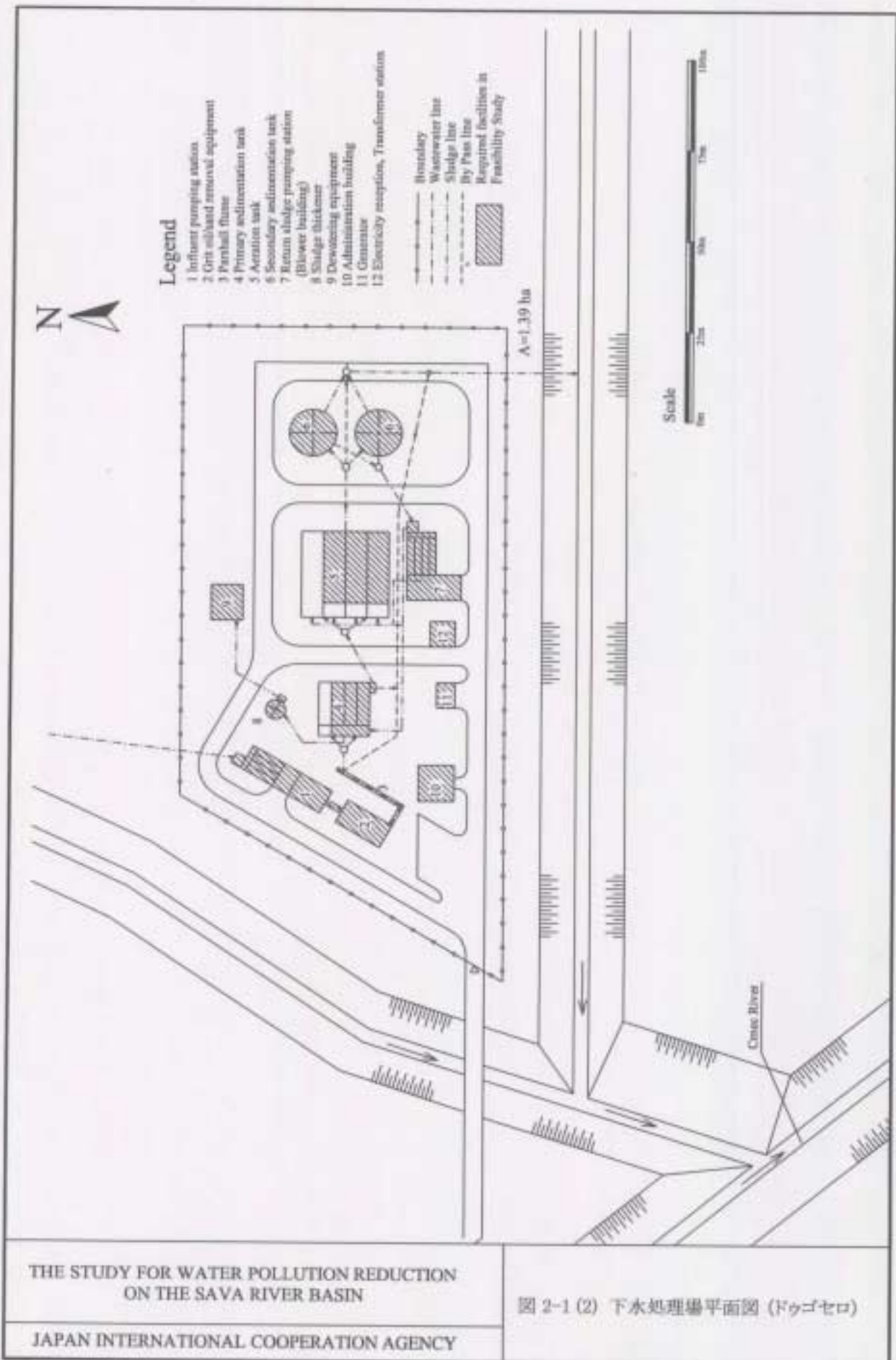
図-1.1 調査対象域における河川水系と対象都市



THE STUDY FOR WATER POLLUTION REDUCTION
ON THE SAVA RIVER BASIN

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図-2.1 (1) 下水道整備計画
(ドゥゴセロ)



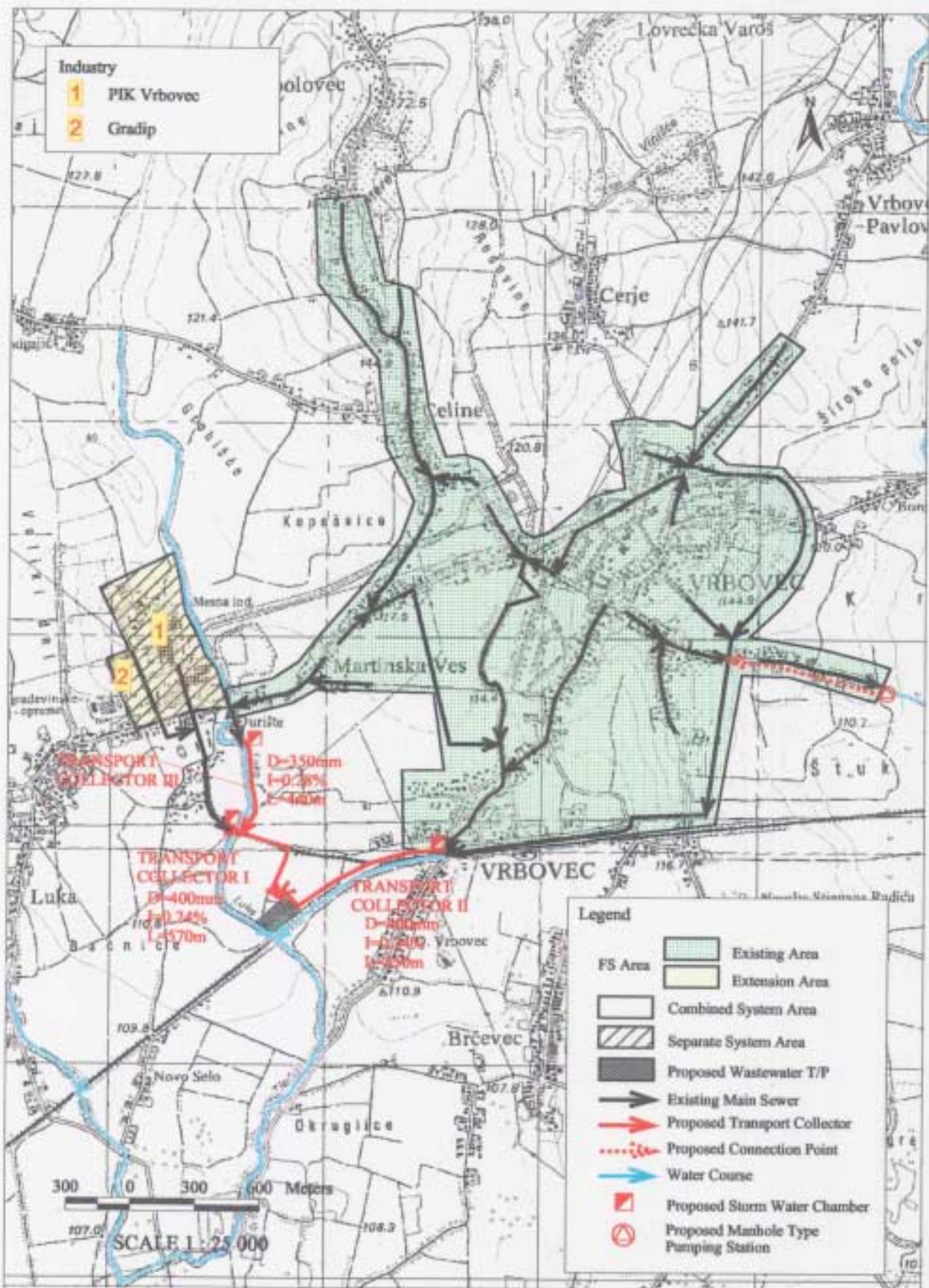
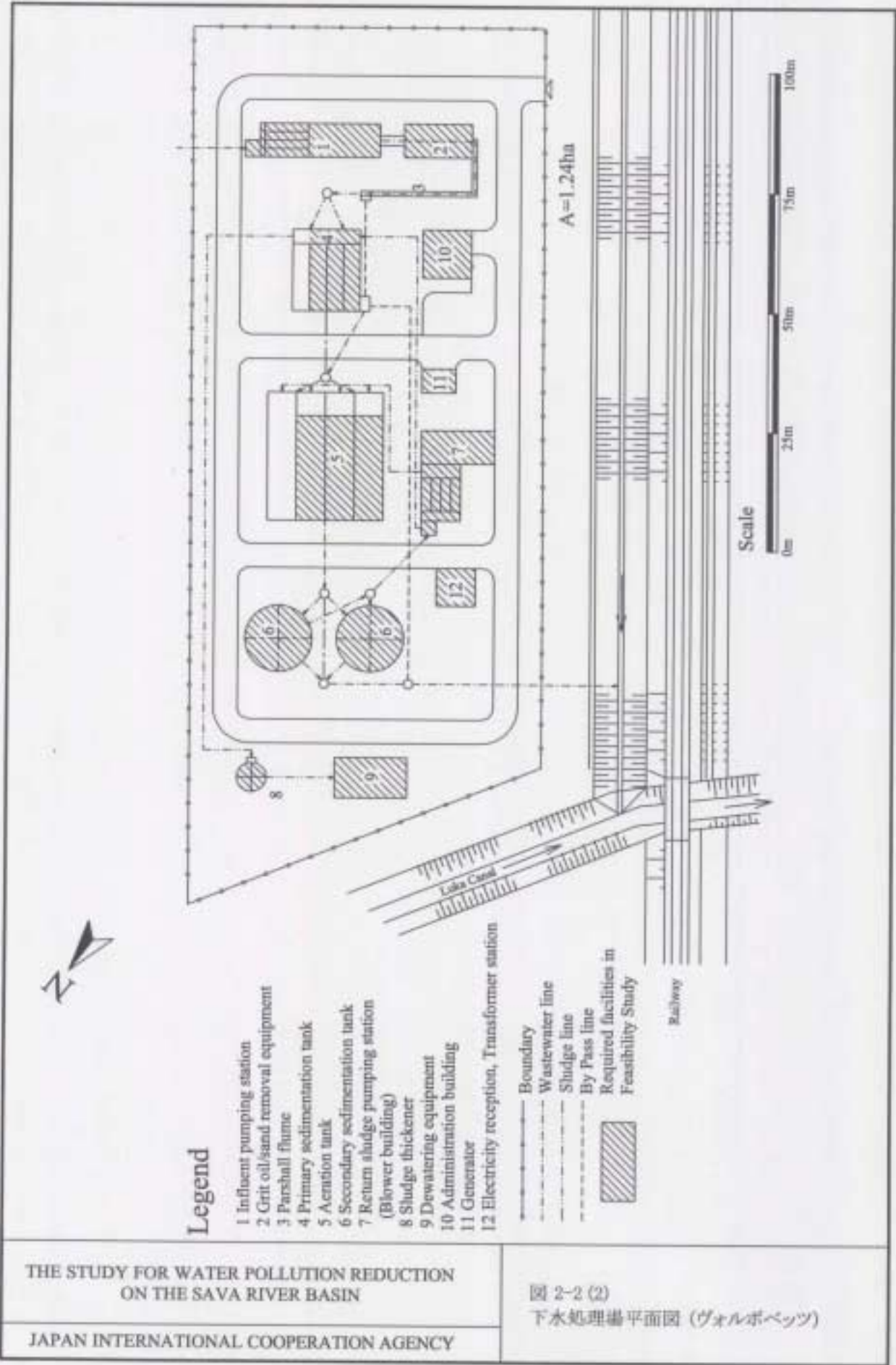


图-2.2 (1) 下水道整備計画
(ヴォルボベツ)



Legend

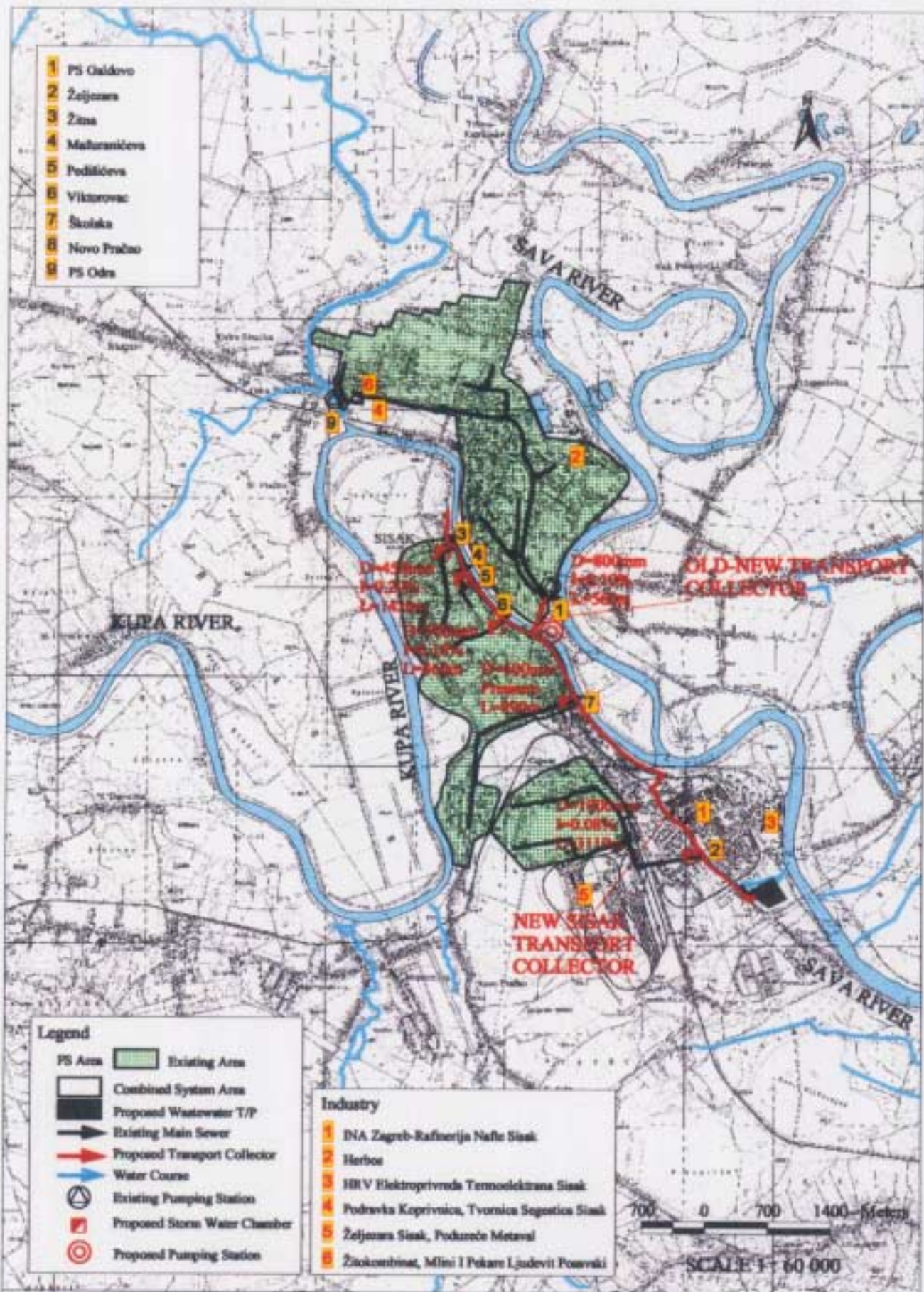
- 1 Influent pumping station
- 2 Grit oil/sand removal equipment
- 3 Parshall flume
- 4 Primary sedimentation tank
- 5 Aeration tank
- 6 Secondary sedimentation tank
- 7 Return sludge pumping station (Blower building)
- 8 Sludge thickener
- 9 Dewatering equipment
- 10 Administration building
- 11 Generator
- 12 Electricity reception, Transformer station

- Boundary
- Wastewater line
- Sludge line
- By Pass line
- Required facilities in Feasibility Study

THE STUDY FOR WATER POLLUTION REDUCTION
ON THE SAVA RIVER BASIN

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 2-2 (2)
下水処理場平面図 (ヴォルボベツ)



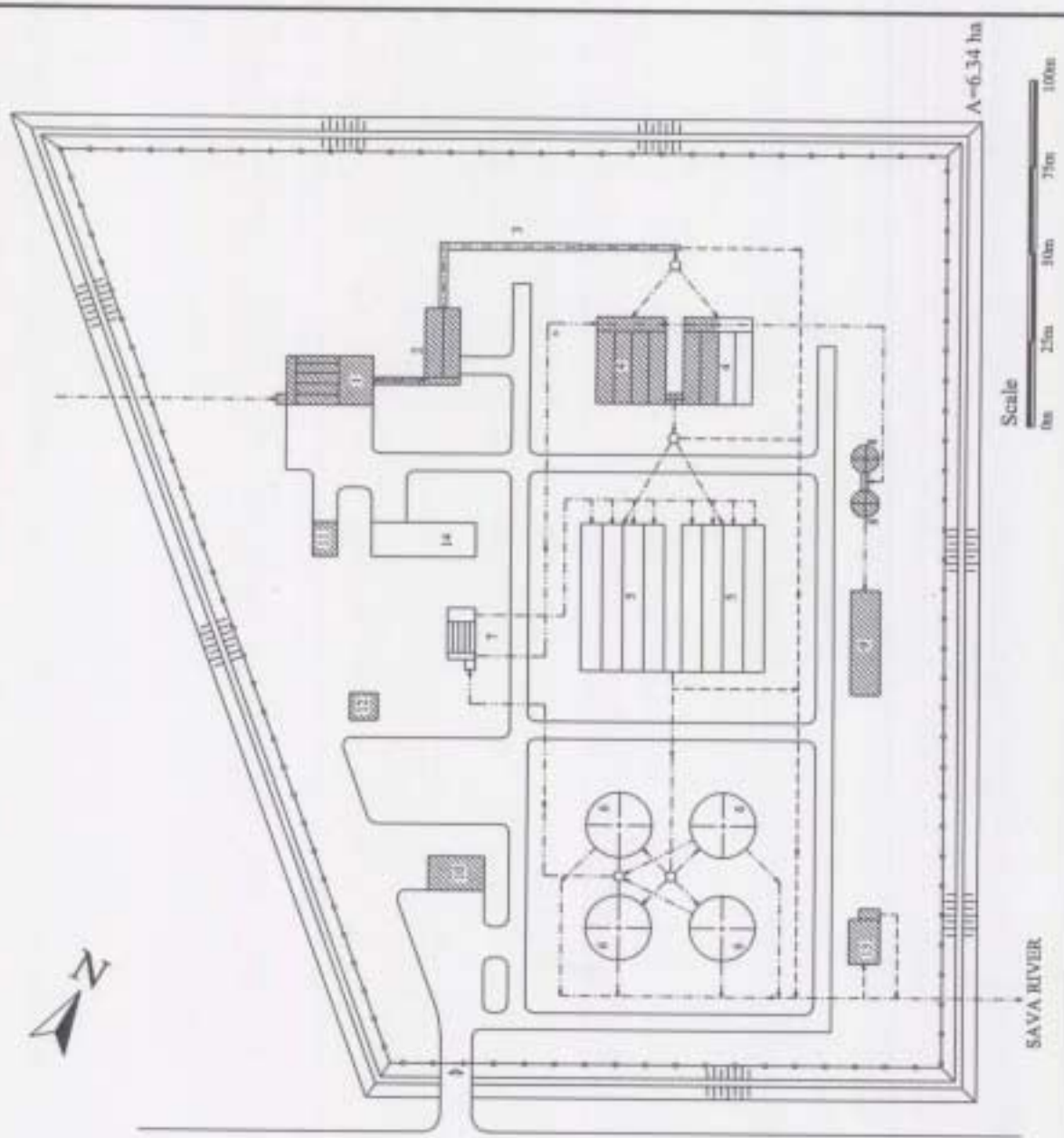
THE STUDY FOR WATER POLLUTION REDUCTION
ON THE SAVA RIVER BASIN

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図-2.3(1) 下水道整備計画
(シサク)

Legend

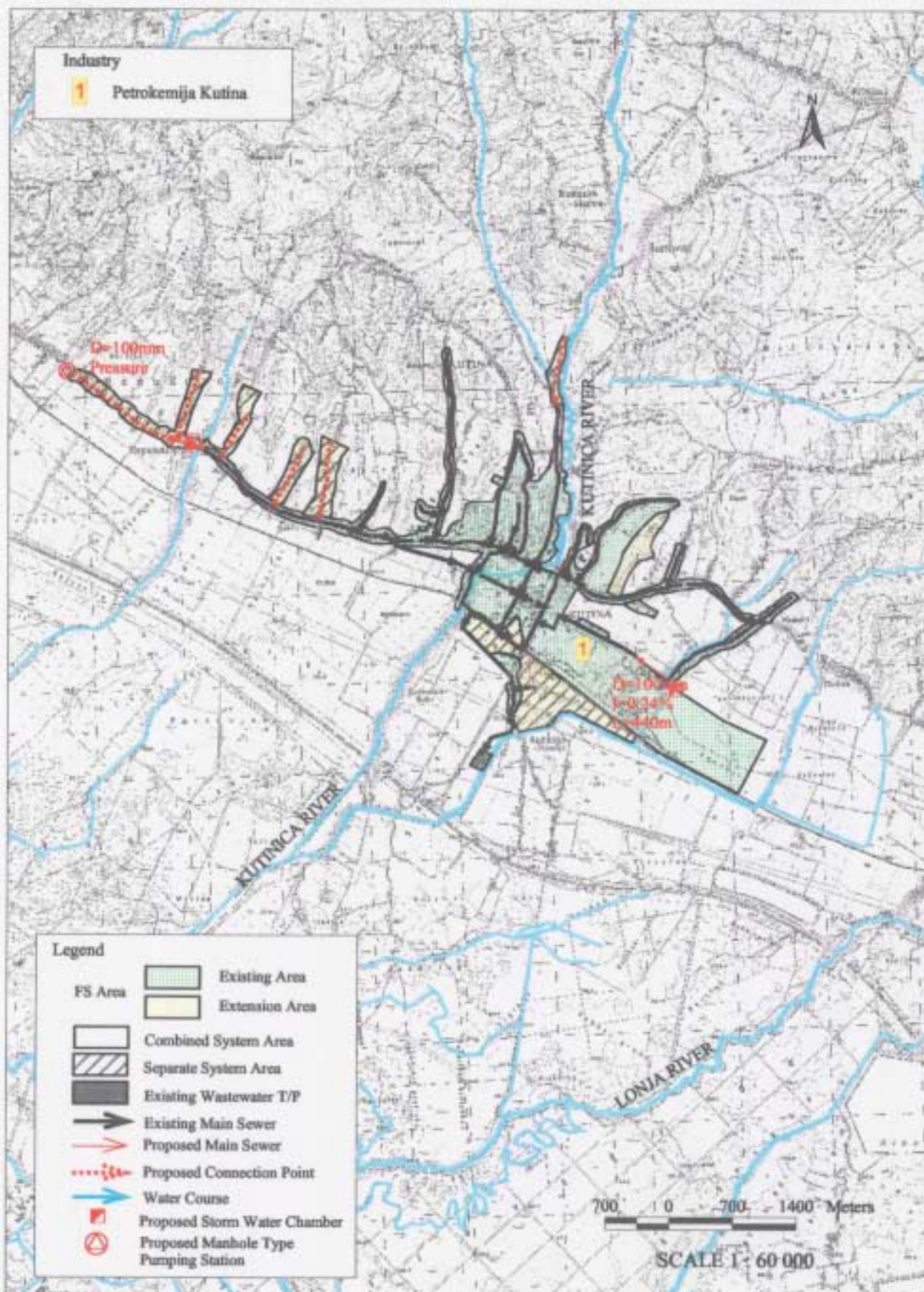
- 1 Influent pumping station
 - 2 Grit oil/sand removal equipment
 - 3 Parshall flume
 - 4 Primary sedimentation tank
 - 5 Aeration tank
 - 6 Secondary sedimentation tank
 - 7 Return sludge pumping station
 - 8 Sludge thickener
 - 9 Dewatering equipment
 - 10 Administration building
 - 11 Generator
 - 12 Electricity reception, Transformer station
 - 13 Effluent pumping station
 - 14 Blower building
- Boundary
 - Wastewater line
 - Sludge line
 - By Pass line
 - Required facilities in Feasibility Study



THE STUDY FOR WATER POLLUTION REDUCTION
ON THE SAVA RIVER BASIN

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

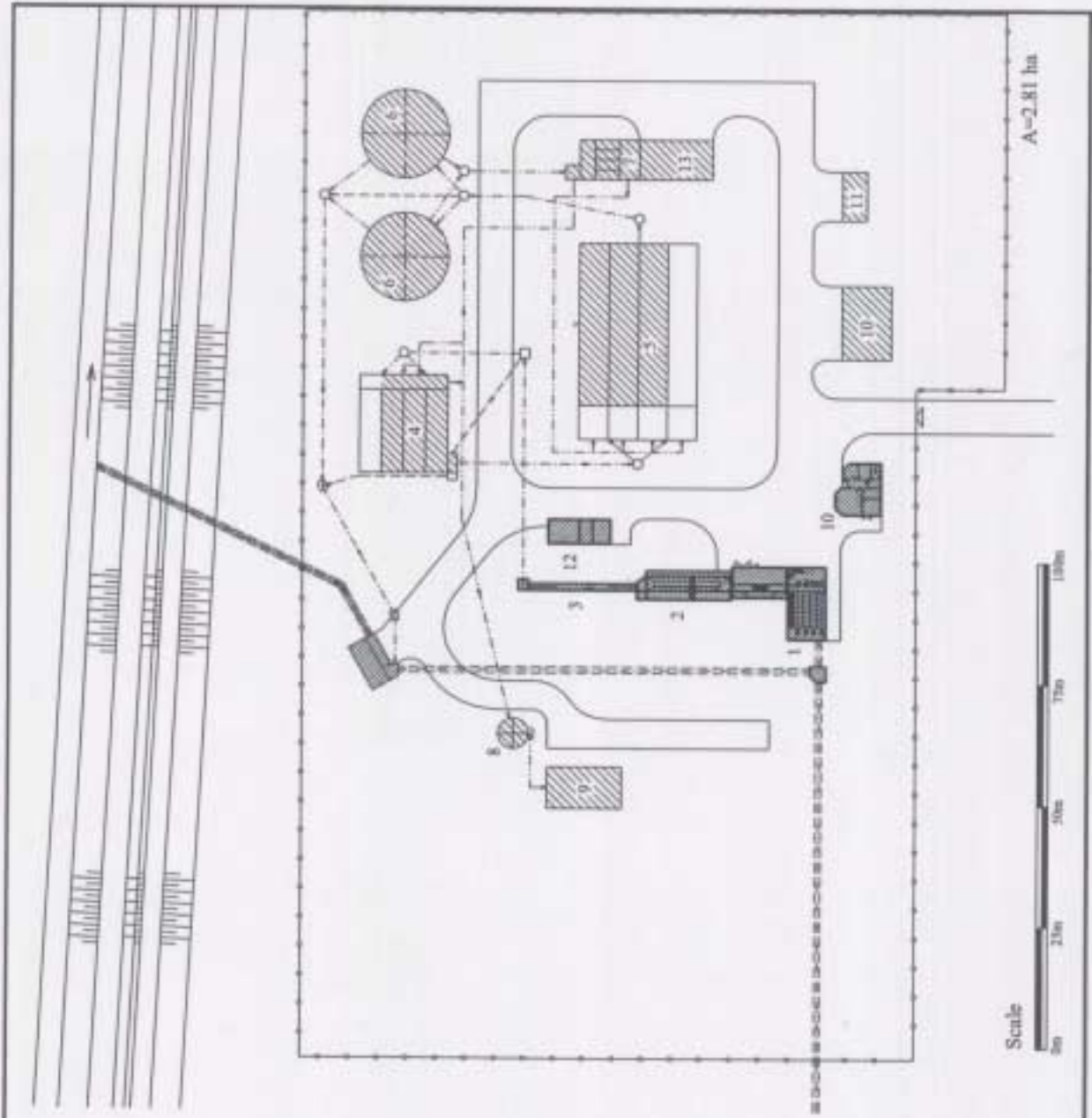
図 2-3 (2) 下水処理場平面図 (シサク)



THE STUDY FOR WATER POLLUTION REDUCTION
ON THE SAVA RIVER BASIN

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図-2.4 (1) 下水道整備計画
(クティナ)



Legend

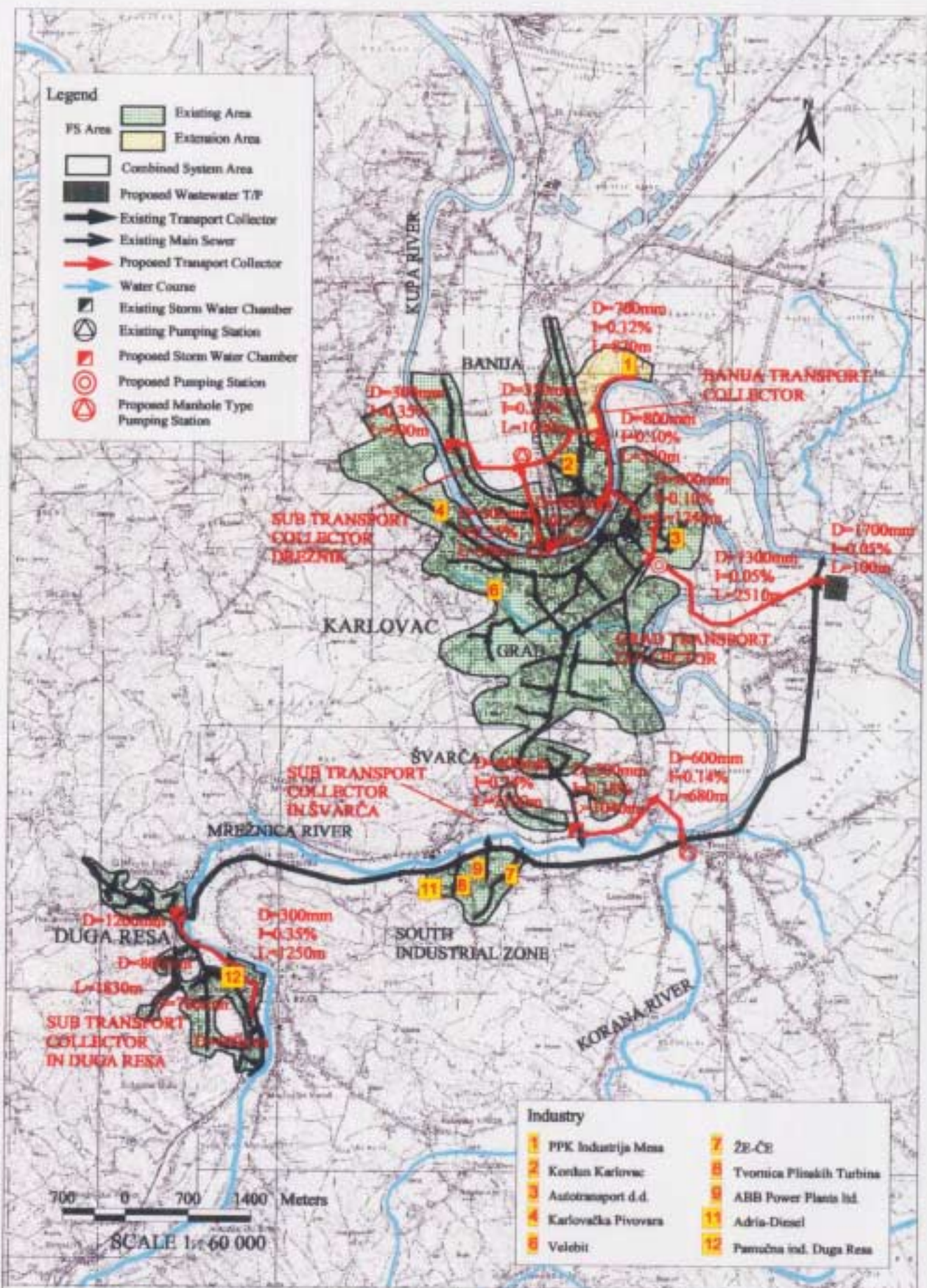
- 1 Influent pumping station
- 2 Grit oil/wood removal equipments
- 3 Parshall flume
- 4 Primary sedimentation tank
- 5 Aeration tank
- 6 Secondary sedimentation tank
- 7 Return sludge pumping station
- 8 Sludge thickener
- 9 Dewatering equipment
- 10 Administration building
- 11 Generator
- 12 Electricity receptacles, Transformer station
- 13 Blower building



THE STUDY FOR WATER POLLUTION REDUCTION
ON THE SAVA RIVER BASIN

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 2-4 (2) 下水処理場平面図 (クティナ)



THE STUDY FOR WATER POLLUTION REDUCTION
ON THE SAVA RIVER BASIN

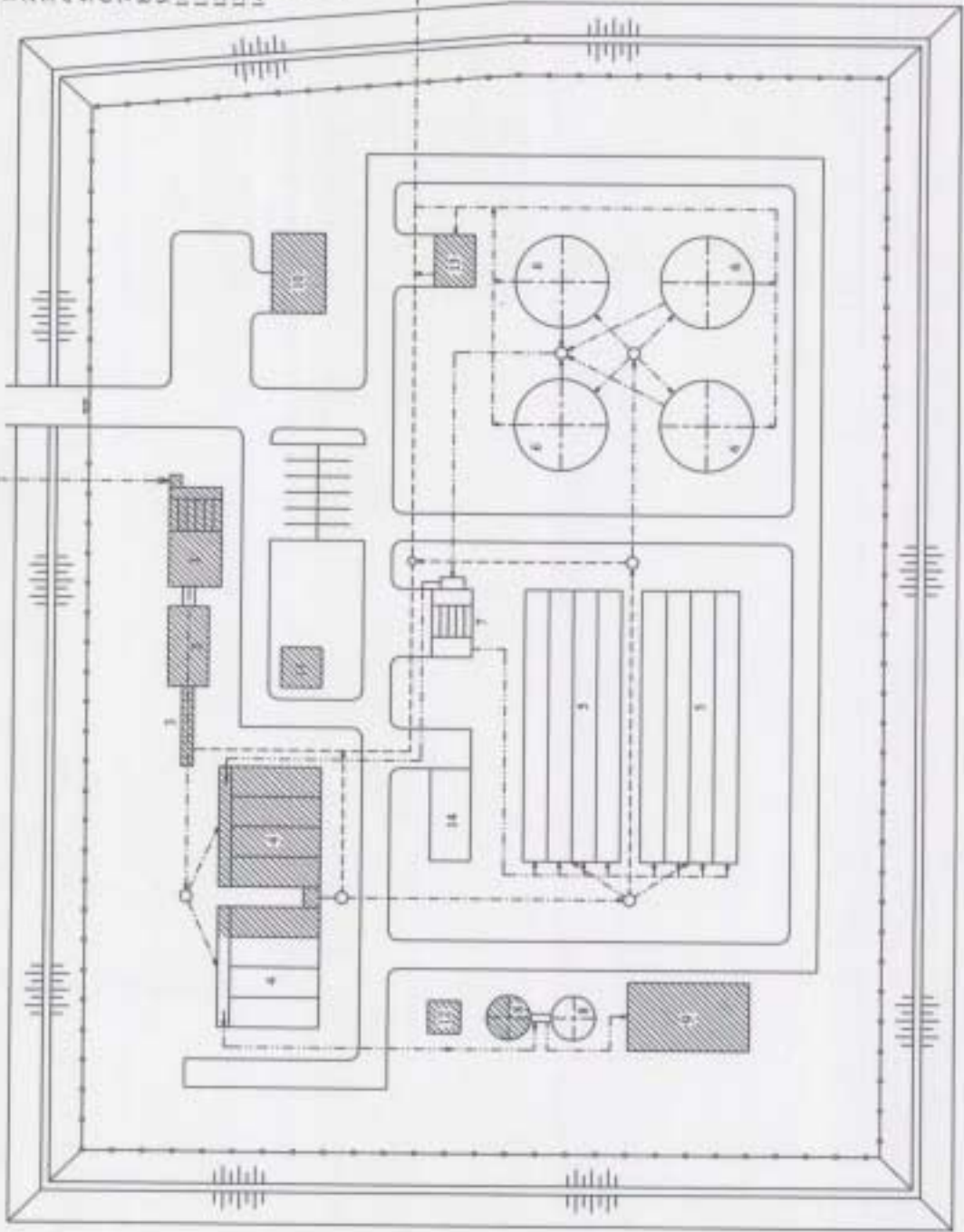
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図-2.5(1) 下水道整備計画
(カルロバツツードウガレサ)

Legend

- 1 Inflow pumping station
 - 2 Grit removal equipment
 - 3 Prethick flume
 - 4 Primary sedimentation tank
 - 5 Aeration tank
 - 6 Secondary sedimentation tank
 - 7 Return sludge pumping station
 - 8 Sludge thickener
 - 9 Dewatering equipment
 - 10 Administration building
 - 11 Generator
 - 12 Electricity reception, Transformer station
 - 13 Effluent pumping station
 - 14 Blower building
- Boundary
 - Wastewater line
 - Sludge line
 - By Pass line
 - Required facilities to Feasibility Study

Kupa River



A=6.90 ha

Scale



THE STUDY FOR WATER POLLUTION REDUCTION
ON THE SAVA RIVER BASIN

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 2-5 (2)
下水処理場平面図 (カルロバッツ - ドウガレサ)