

## セクション II

### 都市下水道マスタープラン

- ①スリジャヤワルダナプラコッテ
- ②アヌラーダプラ
- ③バドゥツラ
- ④ヌワラエリヤ
- ⑤デヒワラ・マウントラビニア



スリランカ民主社会主義共和国  
都市計画・上水道省  
政策立案・経済省  
国家上下水道公社

# スリランカ国 下水セクター開発計画策定 プロジェクト（第Ⅰ期）

## セクションⅡ 都市下水道マスタープラン

### ①スリジャヤワルダナプラコッテ

平成 29 年 5 月  
（西暦 2017 年）

独立行政法人  
国際協力機構（JICA）

株式会社日水コン

為替レート

(2017年5月)

1 LKR = 0.74041 JPY

1 USD = 150.340 LKR

1 USD = 111.313 JPY



## スリランカ国下水セクター開発計画策定プロジェクト(第I期) セクションII 都市下水道マスタープラン

### ① スリジャヤワルダナプラコッテ

#### 目次

目次 .....	I
掲載表一覧 .....	IV
掲載図一覧 .....	VI
略語表 .....	VII
要約 .....	S-1
第1章 背景と目的 .....	1-1
1.1 背景 .....	1-1
1.2 目的とスコープ .....	1-2
第2章 対象区域の現状 .....	2-1
2.1 自然環境 .....	2-1
2.1.1 気象 .....	2-1
2.1.2 地形 .....	2-2
2.1.3 地質 .....	2-3
2.1.4 水文 .....	2-4
2.1.5 水質および水量 .....	2-5
2.1.6 環境条件 .....	2-9
2.1.7 保護区 .....	2-10
2.1.8 動植物 .....	2-13
2.2 社会環境 .....	2-16
2.2.1 行政制度 .....	2-16
2.2.2 人口統計 .....	2-16
2.2.3 保健・疾患 .....	2-16
2.2.4 宗教・民族 .....	2-17
2.2.5 貧困率 .....	2-17
2.2.6 歴史と文化(遺産) .....	2-18
2.2.7 経済 .....	2-18
2.2.8 土地利用 .....	2-20
2.2.9 水供給と衛生 .....	2-22
2.2.10 廃棄物 .....	2-24
2.3 下水道整備の必要性 .....	2-25
第3章 下水道の基本条件 .....	3-1
3.1 基本条件 .....	3-1
3.1.1 目標年次 .....	3-1
3.1.2 計画及び設計基準 .....	3-1
3.1.3 下水道サービス対象地域の選定 .....	3-3
3.1.4 計画汚水量 .....	3-6
3.1.5 設計汚水水質 .....	3-6

<b>第4章</b>	<b>下水道の基本計画と設計</b>	<b>4-1</b>
4.1	下水道整備計画	4-1
4.2	下水収集設備	4-1
4.2.1	下水道管渠	4-1
4.2.2	ポンプ施設	4-2
4.2.3	取付け管	4-3
4.3	下水処理施設	4-3
4.3.1	処理法	4-3
4.3.2	下水処理場用地	4-4
4.3.3	下水処理プロセス	4-6
4.3.4	臭気対策	4-9
4.3.5	汚泥処理処分	4-10
4.4	オンサイト施設と腐敗槽汚泥管理	4-12
4.4.1	オンサイト施設	4-12
4.4.2	腐敗槽の構造	4-12
4.4.3	腐敗槽の維持管理	4-12
<b>第5章</b>	<b>プロジェクト実施のための組織制度改革</b>	<b>5-1</b>
5.1	下水道事業の実施体制	5-1
5.1.1	スリランカにおける実施体制の事例	5-1
5.1.2	スリジャヤワルダナプラコッテ MC における公共事業の実施状況	5-1
5.1.3	実施体制のオプション	5-3
5.1.4	最適な下水道事業の実施体制	5-3
5.2	実施体制確立のための組織作り	5-4
5.2.1	NWSDB 下水道部門の組織	5-5
5.2.2	RSC (西部中央) の組織	5-6
5.2.3	MC の組織	5-6
5.3	事業実施に向けた各機関の能力強化	5-6
5.3.1	人材確保	5-6
5.3.2	人材育成	5-8
5.3.3	機材、車両の調達	5-8
5.3.4	顧客サービス	5-9
5.4	下水道建設プロジェクトの実施	5-9
5.4.1	PMU	5-9
5.4.2	プロジェクト事務所	5-9
<b>第6章</b>	<b>事業費</b>	<b>6-1</b>
6.1	概算事業費	6-1
6.1.1	建設費及び事業費	6-1
6.1.2	運転維持管理費	6-2
6.2	段階的整備計画	6-2
<b>第7章</b>	<b>財務計画</b>	<b>7-1</b>
7.1	スリジャヤワルダナプラコッテ MC の財務状況	7-1
7.2	下水道整備と運営維持管理 (O&M) の財務計画	7-3
7.2.1	建設、O&M 及び設備更新の費用負担	7-3
7.2.2	必要な下水道料金計算の方法論	7-3
7.2.3	下水道料金単価計算の前提条件	7-5
7.2.4	下水道料金単価計算の結果	7-5
7.2.5	家庭の支払可能性	7-6



7.2.6	改訂された下水道料金表の例 (タイプ2、NWSDB 用)	7-7
7.3	財務計画の結論	7-9
<b>第8章</b>	<b>環境社会配慮</b>	<b>8-1</b>
8.1	現在の状況	8-1
8.2	環境社会配慮関連法規の概要	8-1
8.3	相手国制度と JICA ガイドラインの乖離	8-1
8.4	国際公約	8-1
8.5	スコーピング	8-1
8.6	環境社会配慮の TOR	8-3
8.6.1	環境社会配慮の目的	8-3
8.6.2	対象となる項目	8-3
8.6.3	対象地域	8-3
8.6.4	対象期間	8-3
8.6.5	環境社会配慮調査の内容と方法	8-3
8.6.6	影響の予測と評価	8-5
8.6.7	EMP と EMoP の計画	8-5
8.6.8	ステークホルダー協議	8-6
8.7	ドラフト EMP と EMoP	8-6
8.8	環境社会配慮活動計画	8-6
<b>第9章</b>	<b>結論と提言</b>	<b>9-1</b>
9.1	実施の可能性	9-1
9.2	リスクと緩和策	9-1
9.3	結論と提言	9-1
<b>APPENDIX</b>		<b>1</b>
APPENDIX 1:	WASTE WATER FLOW CALCULATION	A-1
APPENDIX 2:	INFLOW SEWAGE QUALITY AND	A-2
APPENDIX 3:	LAYOUT PLAN, SEWER DESIGN CALCULATIONS AND LONGITUDINAL CROSS SECTION	A-4
APPENDIX 4:	DRAFT AMENDMENT OF TOLERANCE DISCHARGE LIMITS	A-35
APPENDIX 5:	GENERAL LAYOUT OF SEPTIC TANK	A-38
APPENDIX 6:	DETAIL OF PROJECT COSTS	A-40
APPENDIX 7:	DETAIL OF ANNUAL FUND REQUIREMENT	A-41
APPENDIX 8:	BREAKDOWN OF OPERATING EXPENDITURE	A-42
APPENDIX 9:	REGULATIONS AND ORGANIZATIONS RELATED TO ESC	A-43
APPENDIX 10:	COMPARISON WITH JICA GUIDELINES	A-45
APPENDIX 11:	INTERNATIONAL COMMITMENTS RELATED TO ESC	A-46
APPENDIX 12:	RECORD OF CONSULTATION WITH PUBLIC AND AUTHORITIES	A-47
APPENDIX 13:	DRAFT EMP AND EMoP	A-50

## 掲載表一覧

表 1	概算事業費	S-2
表 2.1-1	スリジャヤワルダナプラコッテ MC 地域の湿原	2-2
表 2.1-2	水質調査結果 (スリジャヤワルダナプラコッテ)	2-6
表 2.1-3	動物調査結果	2-13
表 2.1-4	植物調査結果	2-15
表 2.2-1	スリジャヤワルダナプラコッテ MC の人口	2-16
表 2.2-2	年齢階級別の慢性疾患率	2-16
表 2.2-3	糖尿病および高血圧の有病率	2-17
表 2.2-4	宗教別人口	2-17
表 2.2-5	民族別人口	2-17
表 2.2-6	貧困率	2-17
表 2.2-7	スリジャヤワルダナプラコッテ MC の考古学的保護記念物	2-18
表 2.2-8	西部州の産業別 GDP (現在価格)	2-18
表 2.2-9	コロンボ島の月平均家庭所得の内訳 (2012/13)	2-19
表 2.2-10	スリジャヤワルダナプラコッテ MC の土地利用状況	2-20
表 2.2-11	スリジャヤワルダナプラコッテ MC における飲料水施設の整備状況	2-22
表 2.2-12	スリジャヤワルダナプラコッテ MC における衛生施設の整備状況	2-23
表 2.2-13	固形廃棄物の構成内容	2-24
表 3.1-1	汚水量算定基準	3-1
表 3.1-2	下水管渠設計に用いた係数値	3-2
表 3.1-3	管種	3-2
表 3.1-4	ポンプ施設のタイプ	3-3
表 3.1-5	M/P 地域に含まれる DSD 及び GND	3-5
表 3.1-6	計画汚水量	3-6
表 3.1-7	設計汚水水質	3-6
表 4.2-1	主要な管渠一覧	4-2
表 4.2-2	主要なポンプ施設	4-2
表 4.3-1	流入水質及び放流水質	4-7
表 5.1-1	6 都市における水道、下水道事業の実施体制	5-1
表 5.1-2	スリジャヤワルダナプラコッテ MC における公共事業の実施状況	5-2
表 5.1-3	下水道事業実施体制のオプション	5-3
表 5.2-1	下水道事業の各段階における各機関の役割分担	5-4
表 5.3-1	国立大学、単科大学及び工業高校の学部	5-7
表 5.3-2	NWSDB と同業民間企業での毎月の給料及び手当	5-7
表 5.3-3	NWSDB 研修センターの研修プログラムに追加すべき項目	5-8
表 5.3-4	既存下水道事業における下水設備維持管理に使用される重機の所有台数	5-9
表 6.1-1	概算事業費	6-1
表 6.1-2	運転維持管理費	6-2
表 7.1-1	スリジャヤワルダナプラコッテ MC の収支概要	7-1
表 7.2-1	都市 M/P で提案される下水道料金単価の計算スリジャヤワルダナプラコッテ MC	7-5
表 7.2-2	NWSDB の下水道料金単価 (第 3 回値上分) の計算スリジャヤワルダナプラコッテ MC	7-6
表 7.2-3	改訂された下水道料金表の例: 家庭用 (2024 年時点)	7-7
表 7.2-4	改訂された下水道料金表の例: 非家庭用 (2024 年時点)	7-8
表 8.5-1	スコーピング評価とその理由	8-1
表 8.6-1	ESC 関連調査内容	8-4

表 9.2-1 リスクと緩和策 .....	9-1
-----------------------	-----



## 掲載図一覧

図 1	スリジャヤワルダナプラコッテ下水道整備計	S-2
図 2	ステップ流入式多段硝化脱窒法（三段ステップ流入生物学的栄養塩除去プロセス）	S-2
図 2.1-1	月平均最高・最低気温	2-1
図 2.1-2	月平均降水量	2-1
図 2.1-3	スリジャヤワルダナプラコッテ MC 地域の地形図	2-3
図 2.1-4	プロジェクト対象地域の地質図	2-4
図 2.1-5	プロジェクト対象地域の排水網および内水面	2-5
図 2.1-6	調査位置図	2-6
図 2.1-7	スリジャヤワルダナプラコッテにおける汚染の状況	2-8
図 2.1-8	Colombo Fort 観測点の PM10 レベル	2-10
図 2.1-9	プロジェクト対象地域の遊水池等	2-12
図 2.1-10	コロombo地区の自然破壊を受けやすい地域	2-13
図 2.2-1	月当たり家庭所得の比較	2-19
図 2.2-2	スリジャヤワルダナプラコッテ MC の土地利用状況	2-20
図 2.2-3	スリジャヤワルダナプラコッテの土地利用計画（2008- 2020）	2-21
図 2.2-4	コロombo市の下水道へ接続している施設	2-23
図 2.2-5	Karadiyana 処分場（左）、コンポスト施設（右）	2-25
図 3.1-1	スリジャヤワルダナプラコッテにおける M/P 地域	3-4
図 4.1-1	スリジャヤワルダナプラコッテ下水道整備計画図	4-1
図 4.3-1	窒素の挙動	4-3
図 4.3-2	BNR プロセスの例	4-4
図 4.3-3	処理場用地	4-5
図 4.3-4	処理場整備案	4-5
図 4.3-5	処理場用地（東側部分）	4-6
図 4.3-6	処理場用地（西側部分）	4-6
図 4.3-7	下流のポートコース	4-6
図 4.3-8	処理場用地（南側部分）	4-6
図 4.3-9	ステップ流入式多段硝化脱窒法（三段ステップ流入生物学的栄養塩除去プロセス）	4-7
図 4.3-10	処理施設の暫定配置図	4-8
図 4.3-11	同時凝集法の原理	4-9
図 4.3-12	圧入型スクリーンプレス脱水機の構造	4-11
図 4.3-13	汚泥処分方法	4-11
図 4.3-14	堆積型コンポスト装置	4-12
図 5.2-1	現在の NWSDB 下水道部門の組織図	5-5
図 5.2-2	NWSDB 下水部門の組織図案	5-5
図 5.2-3	計画から O&M までの業務の実施担当部署	5-6
図 7.1-1	スリジャヤワルダナプラコッテ MC の最終的な黒字（赤字）の傾向	7-2
図 7.1-2	スリジャヤワルダナプラコッテ MC の収入から経常費用を引いた額の傾向	7-2
図 7.1-3	スリジャヤワルダナプラコッテ MC の資本収支の傾向	7-2
図 7.2-1	下水道料金単価の二つのタイプの違いと対象機関	7-4
図 7.2-2	料金値上げの実施スケジュール例	7-5
図 7.2-3	将来の下水道料金と支払可能性の比較（タイプ 1）	7-7
図 7.2-4	将来の下水道料金と支払可能性の比較（タイプ 2）	7-7
図 8.8-1	ESC 計画	8-6

## 略語表

ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
ADWF	Average Dry Weather Flow	晴天時平均下水量
AFD	Agence Française de Development	フランス開発庁
Addl. GM	Additional General Manager	局長
ASRT	Aerobic Solids Retention Time	好氣的固形物滞留時間
AGM	Assistant General Manager	部長補佐
ATP	Affordability To Pay	支払可能額
BOD	Biochemical Oxygen Demand	生物化学的酸素要求量
BOI	Board of Investment	スリランカ投資庁
CBO	Community Based Organization	市民団体、コミュニティーベースの組織
CP	Counterpart	カウンターパート
CEA	Central Environmental Authority	中央環境局
CMC	Colombo Municipal Council	コロンボ市
CODCr	Chemical Oxygen Demand	化学的酸素要求量
DCS	Department of Census and Statistics	政府統計局
DGM	Deputy General Manager	部長
DMMC	Dehiwala – Mt. Lavinia Municipal Council	デヒワラ・マウントラビニア MC
DNB	Department of National Budget	国家予算局
DNP	Department of National Planning	国家計画局
DO	Dissolved Oxygen	溶存酸素
DS	Divisional Secretariats	地区事務局
EC	Electric Conductivity	電気伝導性
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EMP	Environmental Management Plan	環境管理計画
EMoP	Environmental Monitoring Plan	モニタリング計画
EPL	Environmental Protection License	環境保護ライセンス
EPZ	Export Processing Zone	輸出加工区
ERD	Department of External Resource	外部資源局
ETWWA	Energy, Transport, and Water department of the World Bank	世界銀行エネルギー・運輸・水局
F/S	Feasibility Study	実行可能性（フィージビリティ）調査
FY	Financial Year	会計年度
GC	Greater Colombo	大コロンボ圏
GOSL	Government of Sri Lanka	スリランカ政府
GCS	Greater Colombo Sewerage	大コロンボ圏下水
IBRD	International Bank for Reconstruction and Development	国際復興開発銀行
IEE	Initial Environmental Examination	初期影響評価
IFRS	International Financial Reporting Standard	国際会計基準
IRR	Internal Rate of Return	内部収益率
JBIC	Japan Bank for International Cooperation	国際協力銀行
JCC	Joint Coordinating Committee	合同調整委員会
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
JECES	Japan Education Center of Environmental Sanitation	日本環境整備教育センター
JPY	Japanese Yen	日本円
JSWA	Japan Sewage Works Agency	日本下水道協会
LKR	Sri Lanka Rupee	スリランカルピー
MASL	Mahaweli Authority in Sri Lanka	マハウェリ河川事務所
M&E	Mechanical and Electrical	機械電気
MC	Municipal Council	市評議会
M/M	Minutes of Meeting	議事録
MOPPEA	Ministry of Policy Planning and Economic Affairs	政策立案・経済問題省



MOCPS	Ministry of City Planning and Water Supply	都市開発・上下水道省
MOPCLG	Ministry of Provincial Councils & Local Government	地方議会・地方自治体省
MRT	Minimum Rate Test	ミニマム・レート・テスト
MTPS	Manhole Type Pumping Station	マンホールポンプ施設
NH3-N	Ammonia Nitrogen	アンモニア態窒素
NWSDB	National Water Supply & Drainage Board	国家上下水道公社
O&M	Operation and Maintenance	維持管理
OD	Oxidation Ditch	オキシダーションディッチ
PDWF	Peak Dry Weather Flow	晴天時最大汚水量
PMU	Project Management Units	プロジェクト管理ユニット
PO	Plan of Operations	運用計画
PPIAF	Public-Private Infrastructure Advisory Facility	民活インフラ助言ファシリティ
PS	Pradeshya Sabha	地区評議会
ROA	Return on Asset	総資産利益率
ROE	Return on Equity	株主資本利益率
RSC	Regional Support Center	地域サポートセンター
R/D	Record of Discussion	討議議事録
SIDA	Swedish International Development Cooperation Agency	スウェーデン国際開発協力庁
SLS	Sri Lanka Standard	スリランカ基準
SRT	Solids Retention Time	固形物滞留時間
STP	Sewage Treatment Plant	下水処理施設
PPTA	Project Preparatory Technical Assistance	プロジェクト準備の技術支援
T-N	Total Nitrogen	全窒素
TOR	Terms of Reference	指示書
T-P	Total Phosphorus	全りん
TKN	Total Kjeldahl Nitrogen	ケルダール窒素
TSS	Total Suspended Solids	浮遊物質
UC	Urban Council	群評議会
UDA	Urban Development Authority	都市開発庁
UNDP	The United Nations Development Programme	国連開発計画
WACC	Weighted Average Cost of Capital	加重平均資本コスト
WAST	Weighted Average Sewerage Tariff	加重平均下水料金
WB	World Bank	世界銀行
WDF	Wastewater Discharge Fee	工場排水料金
WHO	World Health Organization	世界保健機関
WQI	Water Quality Index	水質指標
WTP	Water Treatment Plant	浄水場



## 要約

第1章では本プロジェクト及び成果の一つであるスリランカ全土を対象とした「戦略的下水道マスタープラン」の策定の背景を説明した。そして、「戦略的下水道マスタープラン」では下水道を整備する15の優先都市やこの優先15都市から「都市下水道マスタープラン」を策定する下記の5都市の選定経緯について説明した。

- スリジャヤワルダナプラコッテ
- アヌラーダプラ
- バドゥッラ
- ヌワラエリヤ
- デヒワラ・マウントラビニア

第2章ではスリジャヤワルダナプラコッテにおける下水道整備対象区域の現状として、自然環境、社会環境とプロジェクトの必要性を述べた。自然環境では対象地域の汚水が流れ込む国会議事堂周辺の湖の水質のBiochemical Oxygen Demand (BOD: 生物化学的酸素要求量)、アンモニアや大腸菌群数の増加が認められ、人の活動による水質悪化を示した。また、社会環境ではスリジャヤワルダナプラコッテが属するコロombo県の平均家庭所得は全国平均を上回り、下水道を導入した場合料金収入面からは事業実施の持続性が高いことを示した。また、96%が腐敗槽に接続しており、水質の保全及び改善のためには効率的に下水を処理する下水道の整備の必要性を述べた。

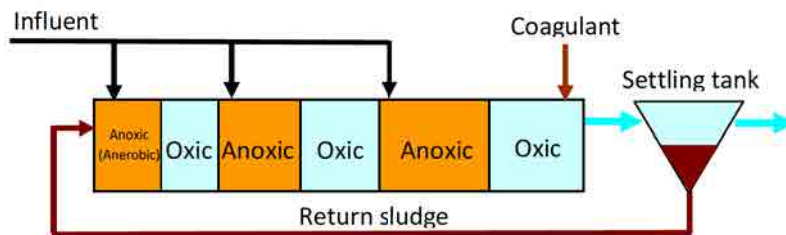
第3章では下水道計画の基本条件の設定について述べた。具体的には計画目標年次2046年、下水道サービスエリアはスリジャヤワルダナプラコッテ市全域とその周辺地域の3,392ha、下水道供用人口198,000人、日最大汚水量約35,000m<sup>3</sup>/日と設定した。

第4章では下水道の基本計画と設計について述べた。下水道施設の基本計画として図1に管渠ルート、ポンプ場及び下水処理場の位置を示した。下水処理方式は高い窒素除去率と狭い敷地面積から本邦技術であるステップ流入式多段硝化脱窒法(図2)とした。また、汚泥処理はスクリュープレス脱水機による機械脱水+コンポスト処理とした。



Source: JET

図1 スリジャヤワルダナプラコッテ下水道整備計画図



Source: JET

図2 ステップ流入式多段硝化脱窒法（三段ステップ流入生物学的栄養塩除去プロセス）

第5章ではプロジェクト実施のための組織制度改革案について述べた。スリジャヤワルダナプラコッテの下水道事業は National Water Supply & Drainage Board (NWSDB：国家上下水道公社) が実施すべきと提案した。その理由は、すでに水道事業を NWSDB が行っており下水道との一体化は料金徴収などのコストを縮減できること、また、NWSDB の人材を活用できる点からである。また、人材の能力強化のために NWSDB 研修センターの研修内容の充実や OJT による技術の習得を提案した。

第6章では下水道整備に係るコストを算出した。事業費として表1に示す内容で総額約441億円(税抜)、維持管理費は年間3.9億円となった。

表1 概算事業費

		Amount		Total Amount	Total Amount
		L.C. (LKR)	F.C. (JPY)	LKR	JPY
1	Construction Cost				
	A Sri Jayawardenapura Kotte STP (Q=35,000m <sup>3</sup> /day)	4,887,272,727	5,644,800,000	12,218,181,818	9,408,000,000
	B Trunk Sewer & Pump Station	3,884,573,000	4,878,220,000	10,219,925,000	7,869,338,000
	C Branch Sewer & Pump Station	7,079,587,000	3,522,960,000	11,654,860,000	8,974,242,000
	D House Connection	4,950,000,000	0	4,950,000,000	3,811,500,000
	Sub-total of 1(A-D)	20,801,432,727	14,045,980,000	39,042,966,818	30,063,080,000
2	Administration cost	2,700,000,000	0	2,700,000,000	2,079,000,000
3	Consulting cost	1,354,000,000	3,129,000,000	5,417,636,000	4,171,580,000
4	Physical contingency for construction cost	1,309,000,000	773,000,000	2,312,896,000	1,780,930,000
5	Price escalation for construction cost	5,381,000,000	1,419,000,000	7,223,857,000	5,562,370,000
6	Land acquisition and compensation	-	-	-	-
7	Interest during construction	0	323,000,000	419,481,000	323,000,000
8	Front-end Fee	0	84,000,000	109,091,000	84,000,000
9	Tax and duty	9,861,000,000	0	9,861,000,000	7,592,970,000
	Sub-total of (2-9)	20,605,000,000	5,728,000,000	28,043,961,000	21,593,850,000
	Total including Tax and Duty	41,406,432,727	19,773,980,000	67,086,926,000	51,656,933,000
	Total excluding Tax and Duty	31,545,432,727	19,773,980,000	57,225,926,000	44,063,963,000
	Eligible Portion (1, 3, 4, 5 and 7)	28,845,432,727	19,689,980,000	54,416,835,000	41,900,963,000
	Non-Eligible Portion (2, 6, 8 and 9)	12,561,000,000	84,000,000	12,670,091,000	9,755,970,000

Source: JET

第7章では財務計画として建設費は中央政府が負担するため、維持管理費を回収できる下水道料金を2案提案した。ケース1はスリジャヤワルダナプラコッテ下水道のみの維持管理費から設定した下水道料金で、ケース2はNWSDBが運営している下水道から算定した下水道料金である。この結果、ケース1の下水道料金単価は46.97 Sri Lanka Rupee (LKR: スリランカルピー) /m<sup>3</sup>、ケース2では42.34LKR/m<sup>3</sup>で両料金とも世銀の家庭の支払可能性の上限を下回っていた。

第8章では環境社会配慮として、自然環境または社会環境に影響を及ぼすと考えられる項目を抽出するためのスコーピング結果と Feasibility Study (F/S: 実行可能性 (フィージビリティ) 調査) 時に想定される環境社会配慮調査内容案をまとめた。

第9章の「結論・提言」では、結論としてスリジャヤワルダナプラコッテの下水道事業は、スリランカの行政上の首都を対象としたものであり供用人口も大きく、窒素リンの除去を考慮した高度処理の下水処理の導入が検討されているため、水質保全の効果は大きく、その事業実施優先度は極めて高いものである点述べた。そして、事業実施で重要な下水処理場用地及び適正に稼働している最終処分場の状況も確認していることからスリジャヤワルダナプラコッテを円借款実施を前提とした F/S 対象地域とした。

また、提言として、事業の円滑な実施の観点から下水処理場用地及び中継ポンプ場用地の早期取得やプロジェクトコストの上昇を防ぐため、F/S においては地質調査等の基礎調査を行う必要がある点をまとめた。





## 第1章 背景と目的

### 1.1 背景

スリランカ民主社会主義共和国（以下、「スリランカ国」という。）は、2013年時点で国民一人あたりの所得が3,162米ドル、経済成長率は7.3%となり（出典：JETRO ホームページ、スリランカ基礎的経済指標）、着実な経済成長のもと2016年までに一人あたりの所得を4,000米ドルまで引き上げ中進国入りを目指している。これまでの活発な経済成長は、都市化や水使用量の増加を招き、生活排水や工場排水の急激な増加をもたらした。

一方、都市下水の基本インフラである下水道は、2014年時点においてスリランカ全体で約2.4%の普及率に留まっている。このため、大部分の生活排水は未処理のまま河川や海域に放流され、衛生状態の悪化や水道水源の急激な水質悪化を招いている。

そこで、スリランカ政府は2010年に策定された国家方針（出典：Department of National Planning（DNP：国家計画局）、Mahinda Chintana Vision for the Future）で「下水道整備と安全な水の供給」を持続可能な発展のための重要な要素と位置づけ、2025年までにオンサイト及びオフサイトの衛生施設へのアクセス率を100%にする目標を掲げている。さらに、NWSDBの事業計画では2020年までに下水道普及率を7.0%にする目標を設定している。

スリランカ政府は、2025年までに政府目標及び環境局が導入予定の環境基準による水環境改善を達成するため戦略的下水道マスタープランの必要性を認識し、日本政府に「下水セクター開発計画策定プロジェクト（以下、「本プロジェクト」という。）」の支援を要請し、日本政府は本プロジェクトを採択した。同採択に基づき、2015年8月にJapan International Cooperation Agency（JICA：国際協力機構）-スリランカ側でRecord of Discussion（R/D：討議議事録）が署名され、本プロジェクトが実施されることとなった。

スリランカ側と合意された本プロジェクトの概要は下記のとおりである。

#### (1) 目的

スリランカ主要都市において、汚水対策に係るマスタープラン（以下、「M/P」という。）が策定され、計画策定能力が強化されることにより、河川や海域の水質汚濁の緩和に寄与する。

#### (2) 成果

- 1) スリランカ国全体を対象とした「戦略的下水道 M/P」の策定
- 2) 優先都市における「都市下水道 M/P」の策定
- 3) 優先都市から選択された対象都市における下水道整備の F/S 調査の実施
- 4) 国家上下水道公社及び F/S 調査を実施した都市の下水セクターの組織能力強化

2016年1月から6月に本プロジェクトの成果1)であるスリランカ国全土を対象にした「戦略的下水道 M/P」（本報告書のセクション I）を策定した。この M/P では、効果的な下水道整備と個別処理の改善を促進することによって包括的な水環境の改善を目指ため、全国の主要な79都市を対象に以下の6項目の観点から評価し下水道整備の方向性を示した。

- 都市化の状況
- 公衆衛生
- 都市開発
- 下水道事業の持続可能性

- 水環境への影響
- 下水道計画の成熟度

この結果、国家目標である下水道普及率 7.0%を満たすため、2035 年までに上位 15 都市（コロンボ、キャンディ、スリジャヤワルダナプラ・コッテ、アヌラーダプラ、パドゥッラ、ケラニア、ヌワラエリヤ、ゴール、デヒワラ・マウントラビニア、ネゴンボ、コティカワッテ-ムレリヤワ、ラトナプラ、ハンバントータ、トリンコマレー、マハラガマ）に下水道を行う優先都市として選定した。

一方個別処理については、主な汚水処理方式である腐敗槽の処理機能を保持するためには、腐敗槽汚泥の引抜きとその処理が有効なため、下水道優先整備都市を除いた 11 都市を腐敗槽汚泥処理に関して緊急に施設を整備する都市、13 都市を改善が必要な都市として分類し、腐敗槽汚泥処理導入による個別処理の改善の方向性を示した。

さらに、「戦略的下水道 M/P」では 15 の優先整備都市の中から都市下水道 M/P を行う 5 都市の選定を以下の項目を考慮し行った。

- コロンボ市や他ドナーの支援が重複しない都市
- 下水道の実施計画がなく、地域的な発展に寄与する戦略に重要な都市

この結果、次の 5 つの都市を都市下水道 M/P の対象として選定した。

- スリジャヤワルダナプラコッテ
- アヌラーダプラ
- パドゥッラ
- ヌワラエリヤ
- デヒワラ・マウントラビニア

本報告書（セクション II-①）は、本プロジェクトの成果 2) 優先都市における「都市下水道 M/P」の策定の一部であり、上記 5 都市の内、「スリジャヤワルダナプラコッテ」の「都市下水道 M/P」を検討したものである。

## 1.2 目的とスコープ

本報告書の目的は、スリジャヤワルダナプラコッテの水環境改善を下水道の導入により行うための下水道整備計画を策定するものである。この計画では、下水道整備区域を設定し、下水道整備の全体像を示すだけでなく、今後の事業実施のための条件を整理するものである。

## 第2章 対象区域の現状

### 2.1 自然環境

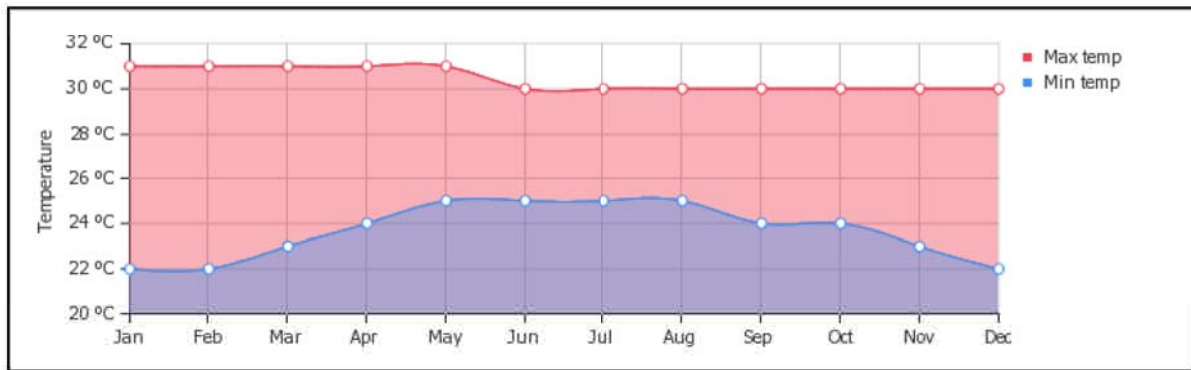
#### 2.1.1 気象

##### (1) 概況

スリジャヤワルダナプラコッテ Municipal Council (MC：市評議会) 区域とその周辺は低湿地域（サブカテゴリーWL3）内に位置する。WL3 農業生態系地域は、主にガンパハ、コロンボ地区に分布し、西部州で最低の1,700以上ミリメートルの平均年間降水量を享受し、3月中旬から12月の相対的な乾燥期間がある。

##### (2) 気温

気温の年間変動は少なく、年平均気温は30°Cである。月別気温は図 2.1-1 の通りである。

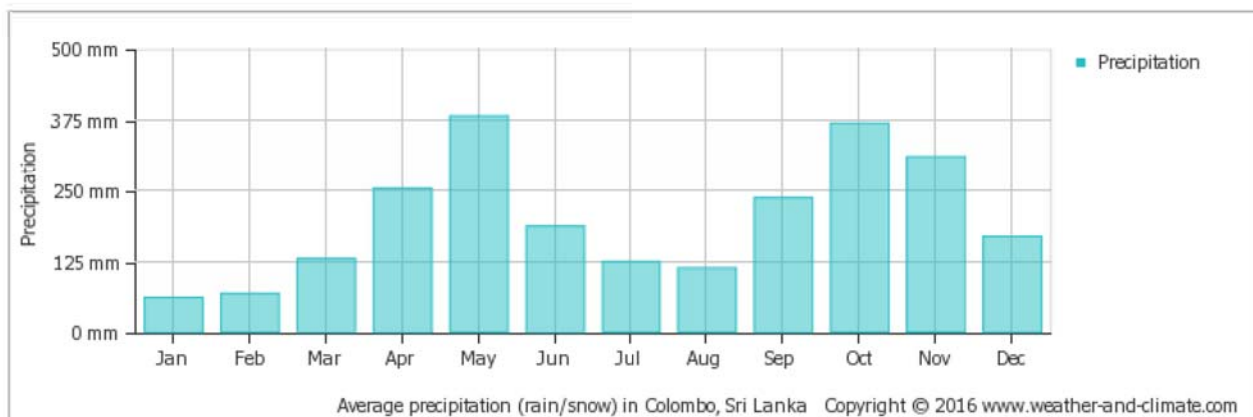


Source: JET, using Department of Meteorology data

図 2.1-1 月平均最高・最低気温

##### (3) 降水量

スリジャヤワルダナプラコッテの平均最高降水量は5月に得られ、377mmである。その他の月に関しては図 2.1-2 の通りである。



Source: JET, using Department of Meteorology data

図 2.1-2 月平均降水量



## 2.1.2 地形

スリジャヤワルダナプラコッテ MC 地域は、地理的に陸地と内水面から構成される。湿原の分布は表 2.1-1 の通りである。スリジャヤワルダナプラコッテの行政区域は、北の Heen Ela、南の Diyawanna Oya 支流、東のカドゥウェラ MC、西の Maharagama UC により形成されている。その面積は 17 平方 km であり、10 区から構成されている。

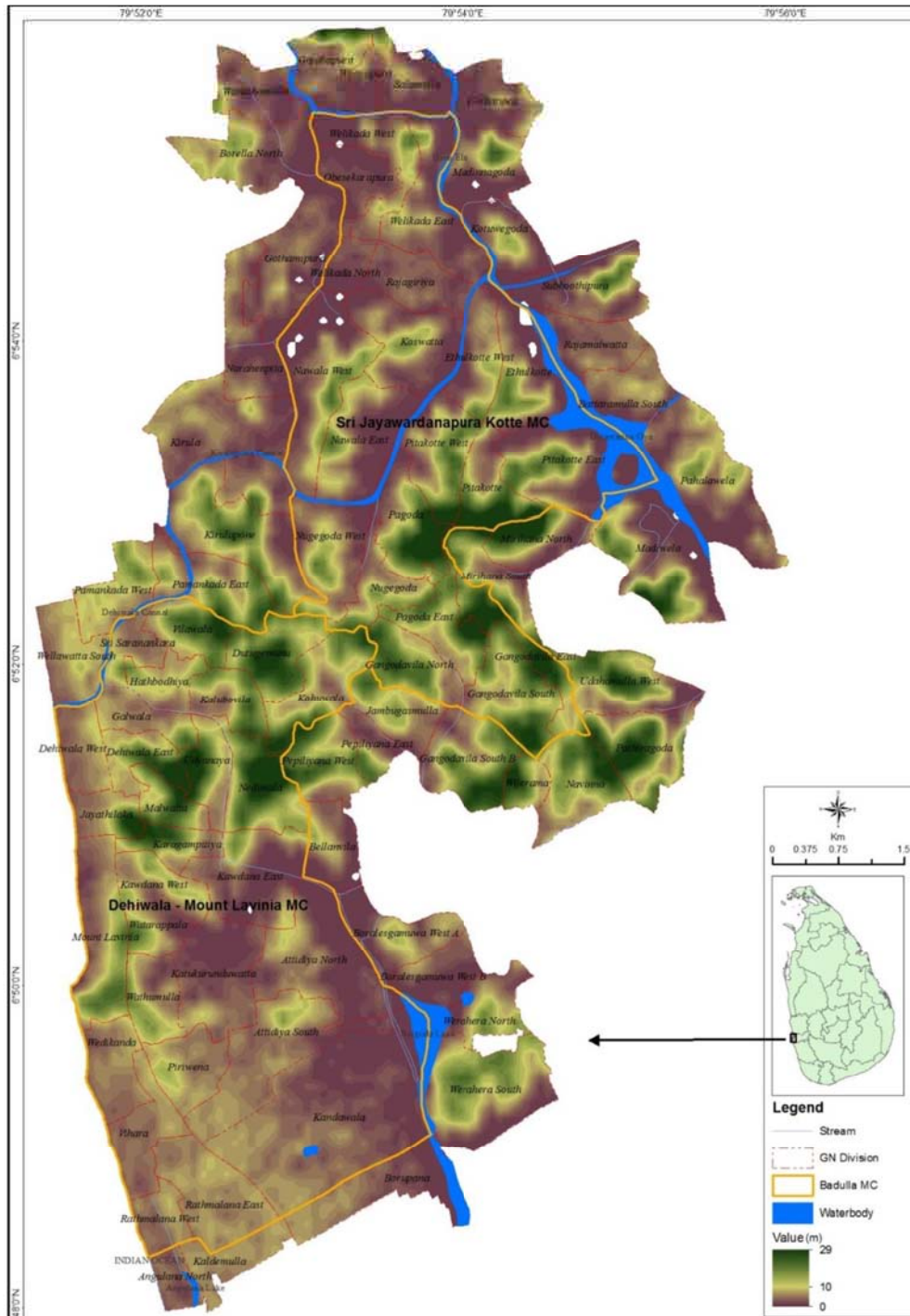
表 2.1-1 スリジャヤワルダナプラコッテ MC 地域の湿原

Ward No.	Name	Extent Total (ha)	Extend Marshland (ha)	% of Marshland
1	Rajagiriya West	122	32	26.2
2	Rajagiriya East	120	25	20.8
3	Welikada	206	79	38.3
4	Nawala	321	58	18.1
5	Ethul Kotte	165	53	32.1
6	Pita Kotte	270	86	31.8
7	Pagoda	142	21	14.8
8	Nugegoda North	69	7	10.0
9	Nugegoda South	76	0	0
10	Gangodawila	213	0	0
	<b>Total</b>			<b>21.2</b>

Source: Survey Department of Sri Lanka

湿地は Nugegoda South と Gangodawila 区を除くすべての区に存在する。これらの湿地は、南西モンスーンでの豪雨（5-8 月）の間に遊水池として機能する。これらはまた、地域に生物多様性と良好な生息環境を提供している。図 2.1-3 に当該地域の地形図を示す。





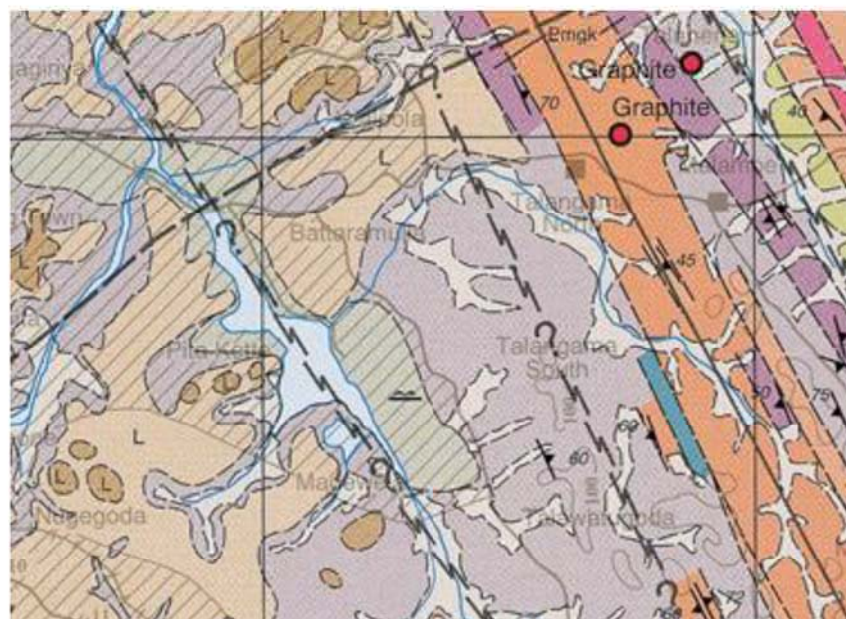
Source : Survey Department of Sri Lanka

図 2.1-3 スリジャヤワルダナプラコッテ MC 地域の地形図

### 2.1.3 地質

当該地域は高地複合地質に分類される。主要な岩石の種類は、片麻岩、シリマナイト-グラファイト片麻岩、珪岩、大理石、また数種のチャルノク岩から成るグラニュライト相である。花崗片麻岩には、ガーネット黒雲母片麻岩も存在する。床岩はラテライト土壌断面の密な外殻によって覆われている。

る。このラテライト土壌断面の厚さは、場所によって大きく異なる。地質図を図 2.1-4 に示した。



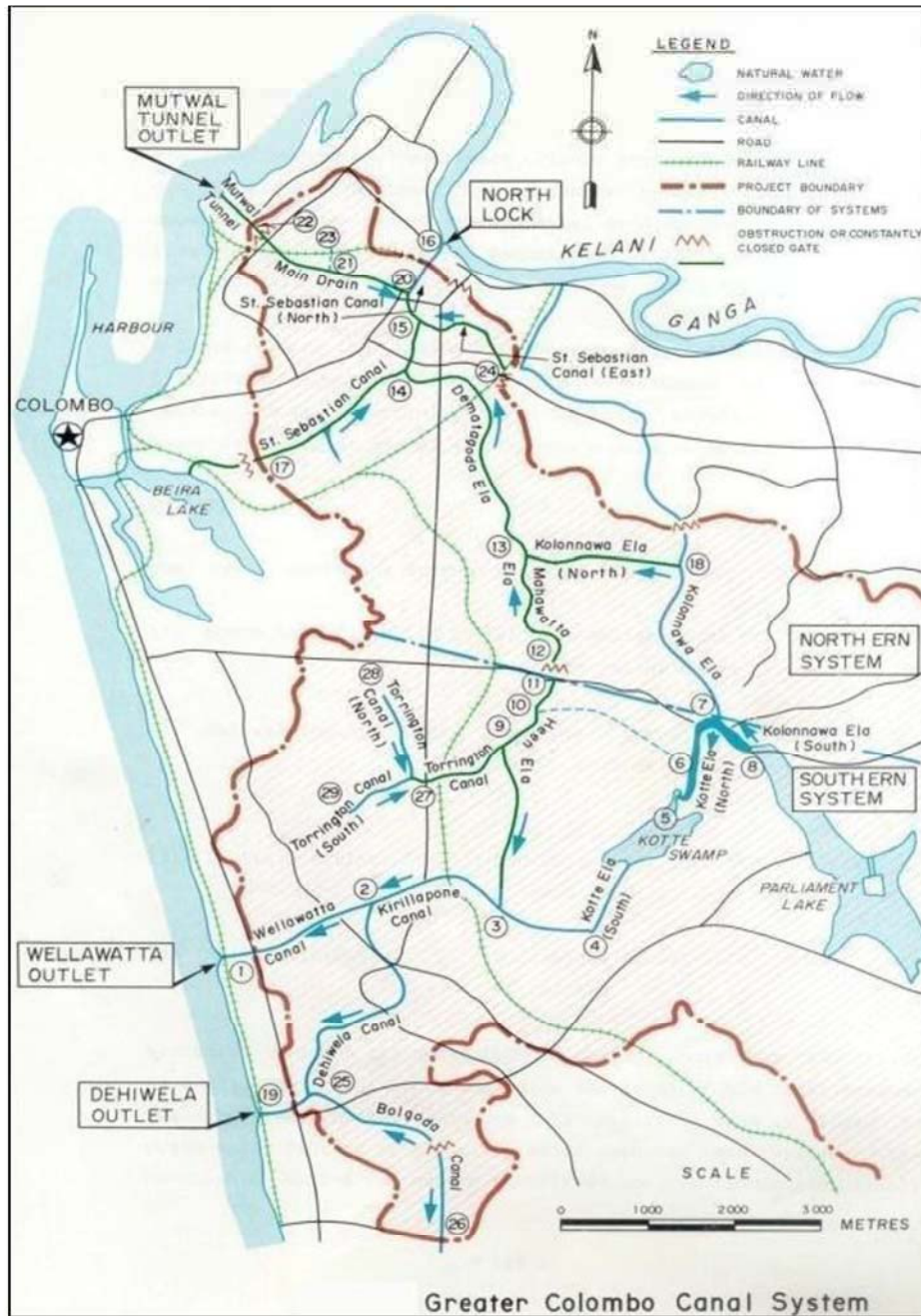
L Laterite discontinuous caps  
Pmg undifferentiated Proterozoic gneiss  
Source : Geological Survey and Mines Bureau

図 2.1-4 プロジェクト対象地域の地質図

#### 2.1.4 水文

プロジェクト対象地域の排水網および内水面を図 2.1-5 に示す。こうした運河や湿地のネットワークは、洪水流量調整のために重要である。流域の地形は南東から北西へ傾斜しており、その面積は 99 平方 km である。Heen Ela 湿地 (Nawala)、主な遊水領域のうち Kolonnawa 運河が始まる Kotte 湿地、および主な調整池に含まれる Diyawannawa 湿地が運河系統に繋がっている。議事堂のある湖 (Diyawanna Oya) はコロomboの運河システムの源流となっている。流向は Kolonnawa Ela と Dematagoda Ela を通じて北に流れ、北方閘門を通じて Kelani River に注ぐ。一方、南および西側への流れは、Kotte Ela、Nawala Ela および Kirulapone Ela を通り、Wellawatta 運河および Dehiwala 運河河口から海に注いでいる。





Source: Sri Lanka Land Reclamation and Development Corporation

図 2.1-5 プロジェクト対象地域の排水網および内水面

### 2.1.5 水質および水量

#### (1) 水質

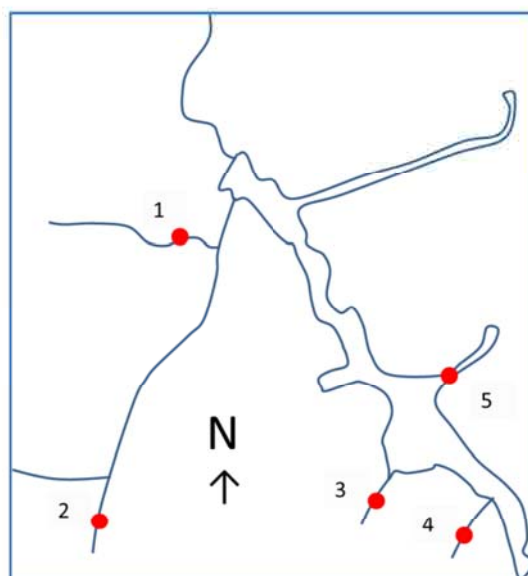
スリジャヤワルダナプラコッテにおいて、簡易的に採水が可能な地点を調査対象地域内から選定し、スリランカ下水放流基準項目及び環境基準項目（案）に該当する測定項目に関して水質調査を行った。結果を表 2.1 2 に、調査位置図を図 2.1 6 に示す。

表 2.1-2 水質調査結果 (スリジャヤワルダナプラコッテ)

Sri Jayawardenepura Kotte		1	2	3	4	5	Criteria
pH	-	7.6	7.4	7.2	7.3	7.6	-
Temperature	°C	32.6	29.7	30.3	31.2	30.5	-
Odor	-	!	-	!	!	-	ND
Color	mg Pt/L	<15	<15	40	23	16	100
EC	uS/cm	317	177	343	298	281	700
Turbidity	NTU	35	6	12	11	136	-
TSS	mg/l	52	23	64	48	43	40
TDS	mg/l	220	130	250	210	200	-
DO	mg/l	7	5.1	8.2	4.1	7.8	5
BOD	mg/l	8	4.8	4	4	7.6	4
COD	mg/l	26	27	22	18	24	15
Nitrate	mg/l	0.51	0.81	0.52	0.56	0.52	10
Ammonia	mg/l	0.18	4.9	2.2	1.9	1.35	0.59
T-P	mg/l	0.14	0.28	0.3	0.24	0.25	-
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P	mg/l	0.08	0.18	0.21	0.17	0.15	0.4
Cl	mg/l	39.9	12.2	30.2	26.2	26.2	600
T-NTotal Nitrogen (T-N: 全窒素)	mg/l	0.74	5.78	2.74	2.5	1.95	-
Fecal Coliform	/100ml	64	800	84	100	304	1x10 <sup>3</sup>
Total Coliform	/100ml	158x10 <sup>2</sup>	18x10 <sup>4</sup>	3x10 <sup>4</sup>	15x10 <sup>4</sup>	6x10 <sup>4</sup>	1x10 <sup>4</sup>

Note: !: 不快な臭気。網掛け部分は、目安以上の値

Source : JET



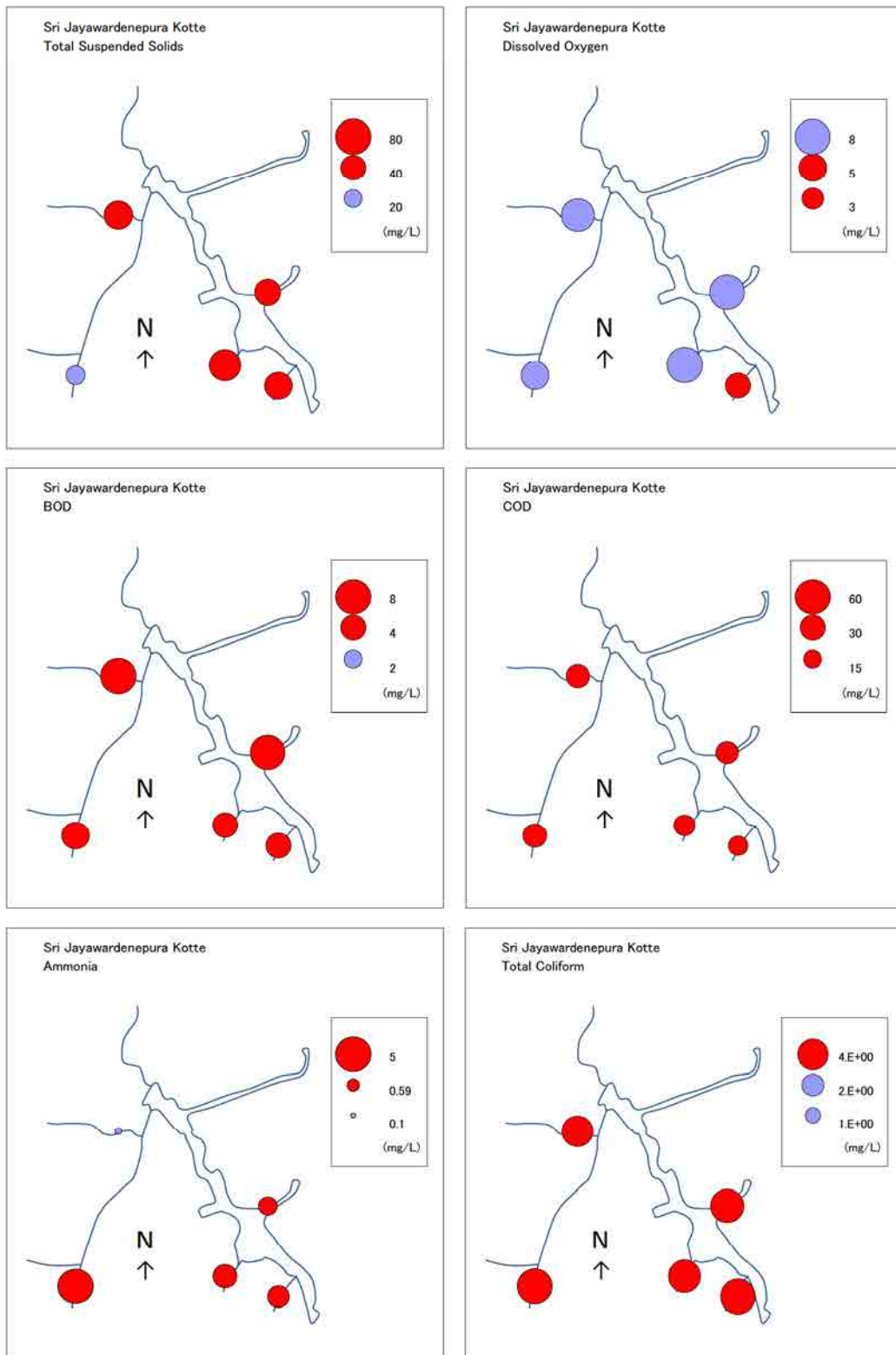
Source : JET

図 2.1-6 調査位置図

スリジャヤワルダナプラコッテ地域における汚染状況を評価するため、現在スリランカで環境基準として導入が検討されている「Revised Ambient Water Quality Standards」を目安として比較を行った。当該基準案より、一般的な水環境の基準として、カテゴリ C (魚類および水生生物水域) を参照した。カテゴリ C における数値設定の無い場合は、下位基準となるカテゴリ D、E、F より最低値を採用した。(なお、カテゴリ A は飲料水水源、B は親水用水源である。)

基準案との比較の結果、Total Suspended Solids (TSS : 浮遊物質)、Dissolved Oxygen (DO : 溶存酸素)、BOD、COD、Ammonia および Total Coliform における数値が目安を上回り、汚染状況が示された。

分布の状況からは、全ての地点で周辺からの排水により汚染されている状況が確認された。各地点に関して、地点-1 および地点-2 は感潮域、また地点-3 および地点-4 は湖への流入河川、地点-5 は湖の止水域である (図 2.1-7)。これらの地点において、二種類の汚染タイプが観察された。先ず TSS、BOD、COD、Ammonia および Total Coliform などのように、全体的に進行している汚染状況である。また、DO のように、流入河川の汚染が他の箇所よりも進行している項目も見られ、湖への影響が懸念される。



Note: 赤印は目安以上の地点を示す。

図 2.1-7 スリジャヤワルダナプラコッテにおける汚染の状況



## (2) 下水道整備により期待される効果

上記の通り、スリジャヤワルダナプラコッテ地区においては、TSS、DO、BOD、COD、Ammonia および Total Coliform の分布に示されるような汚染状況が見られる。TSS は下水処理目標の 35mg/L を現状で大きく上回っており、下水道を整備することにより大幅な水質改善が期待できる。DO 値の低い嫌気性の水質は処理場での曝気により容易に改善される。BOD や COD による湖への負荷は、活性汚泥による有機物分解により低減される。Ammonia は、好気菌により変化、低減される。また Total Coliform は消毒により大幅に減少する。

以上から、下水道整備によるスリジャヤワルダナプラコッテの水環境向上は、十分に効果が見込まれると考えられる。

## (3) 水量

スリジャヤワルダナプラコッテの特徴的な水域は図 2.1-6 に示した地域を中心として形成される。地点-1 および地点-2 は比較的大きい河川上にあるが感潮域であり、水の流れる方向が時間によって異なるため流量の把握が困難である。また地点-3 および地点-4 は湖への流入河川上にあるが、流量の測定が困難な小河川である。また、地点-5 は形としては流入河川の末端に当たるが、流れは無い。

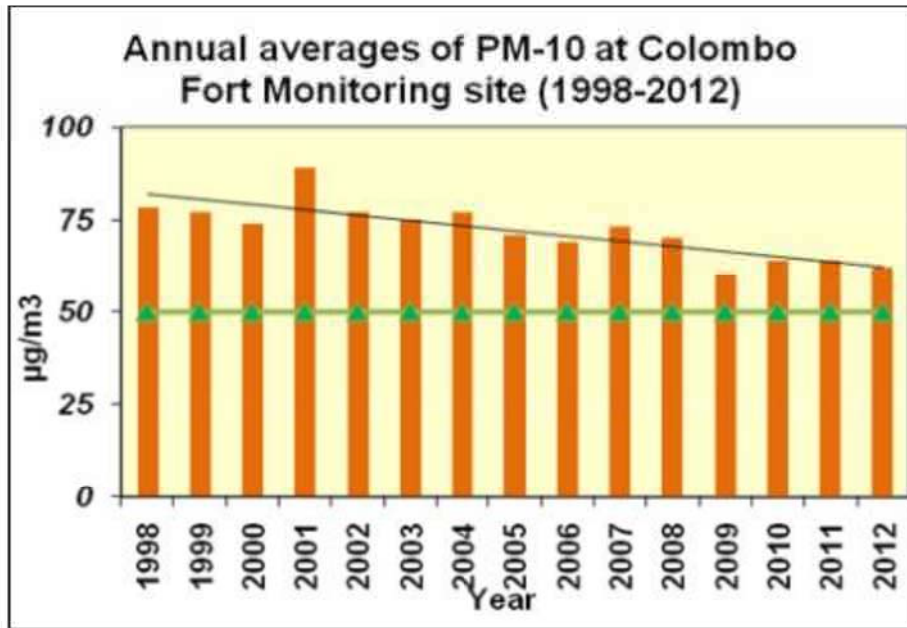
### 2.1.6 環境条件

#### (1) 大気質

スリランカ政府は、連続的に環境大気質を監視するため、1997 年 Colombo Fort に唯一の監視地点を設置した。1998 年から 2012 年に渡る PM10 の年平均から、当物質レベルがこの期間中、70~80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  の範囲内で比較的安定して推移していることが明らかになった (図 2.1-8)。このレベルは、WHO のガイドライン (50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) と比較して高くなっている。

スリジャヤワルダナプラコッテ MC 地域内の大気汚染の主な原因は、車両や産業からの排出である。当該地域の急速な発展、交通量の多い幹線道路 (Kirulapona – Delkanda 区域、Sri Jayawardenapura Mawatha 区域および Borella-Rajagiriya-Battaramulla 区域) およびその他の道路、機関車の交通が大気汚染物質の排出量の上昇に起因している。

特に水のレベルが低い乾季に起こる運河からの悪臭の発散は、排水口に投棄された固形廃棄物の腐敗が原因となっている。



Source: Central Environmental Authority

図 2.1-8 Colombo Fort 観測点の PM10 レベル

## (2) 騒音・振動

当該地域内の現在の環境騒音・振動レベルは、都市化、工業、商業活動等に起因している。プロジェクト地域内においては特に交通騒音が支配的であり、主要道路（Kirulapona – Delkanda、Sri Jayawardenapura Mawatha、Borella-Rajagiriya-Battaramulla など）やその他の道路で発生している。これらの道路は、ピーク時だけでなく夜間も交通量が多い。高レベルの騒音・振動は、列車運行からも発生しており、こうした都市活動全てがプロジェクト地域内の高い騒音・振動レベルに寄与している。

## 2.1.7 保護区

プロジェクト地域の湿地は、図 2.1-9 に示す通りである。

### (1) スリジャヤワルダナプラ・サンクチュアリ

Diyawanna Oya 湿原は水鳥が多くみられる。鳥類の営巣などを考慮し、Diyawanna Oya 湿原の一部は動植物保護条例の下、1985 年 9 月 1 日の臨時官報によりスリジャヤワルダナプラ・サンクチュアリとして宣言された。その合計範囲は 449.2 ヘクタールであり、スリランカ、アジアの湿地に原生の固有鳥類、蝶、トンボ、および哺乳動物などの生息地となっている。固有種や絶滅危惧種を含む内陸湿地に見られる植物相は固有の生態系を形成している。新たに構築された Beddagana 湿原公園の 18 ヘクタールはスリジャヤワルダナプラ・サンクチュアリの範囲内にある。

### (2) Diyawanna Oya 湿原

Diyawanna Oya 湿原の大部分は、スリジャヤワルダナプラコッテ MC 内に位置している。この湿原は、西部州コロombo地区のケラニ川の左岸に位置する人工運河の水系である (6 52' 55" - 6 55' 45" N / 79 52' 35" - 79 55' 15" E)。Kolonnawa 湿地、Heen-ela 湿地と Kotte 湿地は、この水系の主な流域として機能している。この領域 (400 ヘクタール) はコロombo市内の主要な排水システムや遊水池として機能している。Diyawanna oya 湿原の特徴は以下の 3 点である。(1) レクリエー



ション環境の提供、(2) 周辺地域における住民の収入源（漁業、牛の放牧、薪などの収集）、(3) 水系としての恩恵および動植物の退避地としての役割。

**(3) コロンボ遊水湿原**

コロンボ遊水湿原（1,200 ヘクタール）は、首都圏のコロンボに散在する開水路、湖、水田、淡水湿地を包含する大規模なネットワークである。現在、湿地（399 ヘクタール）の一部が保護区として宣言され、国有化されている。残りの約 800 ヘクタールは個人所有の水田となっている。

**(4) Thalangama Tank 環境保護区**

Thalangama Tank およびその周辺は、2007 年 3 月 5 日付け臨時官報 1487/10 により、国家環境法に基づく環境保護区（EPA）として宣言された。この区域は MC 境界から約 2 キロ離れている

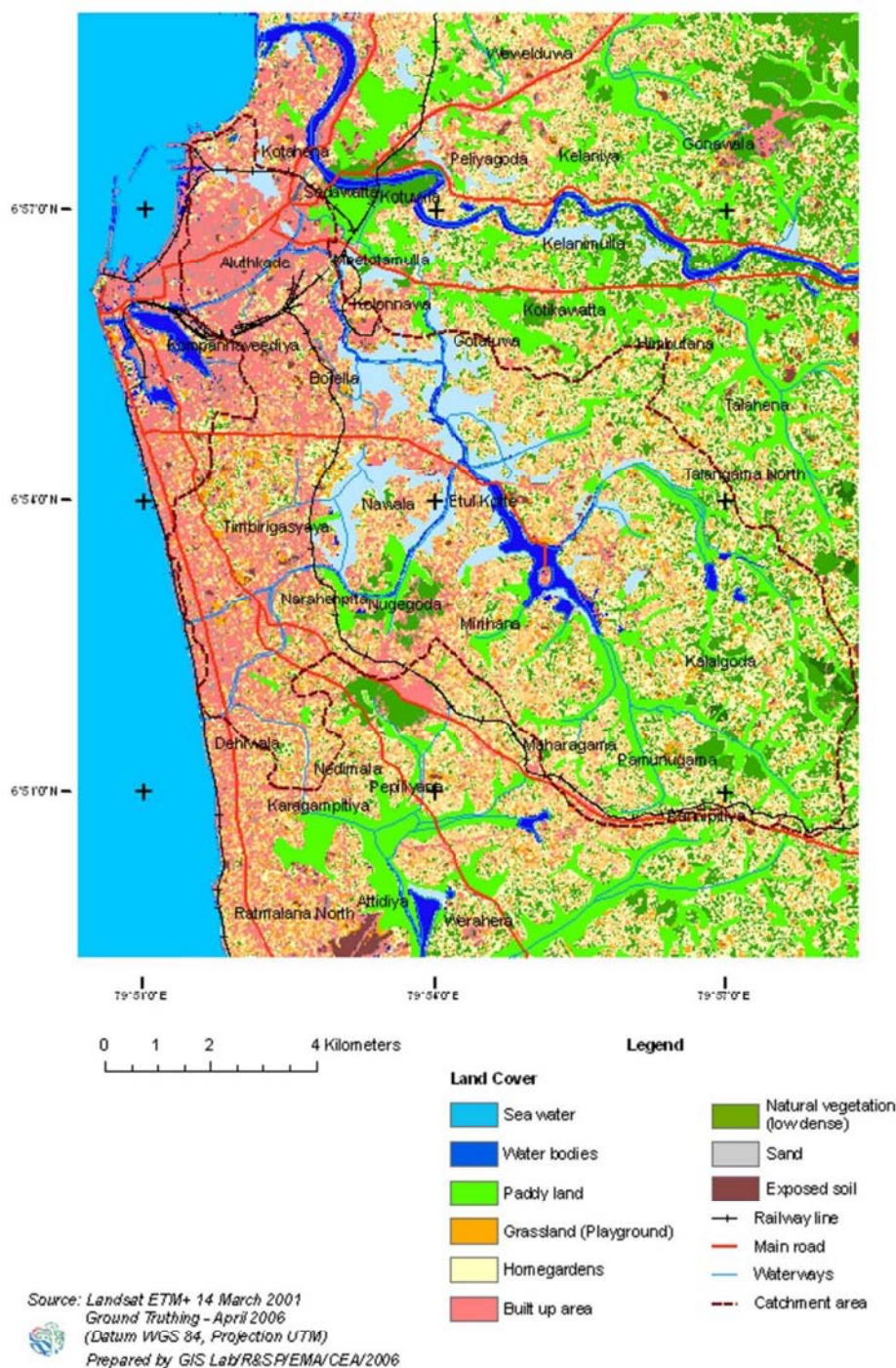


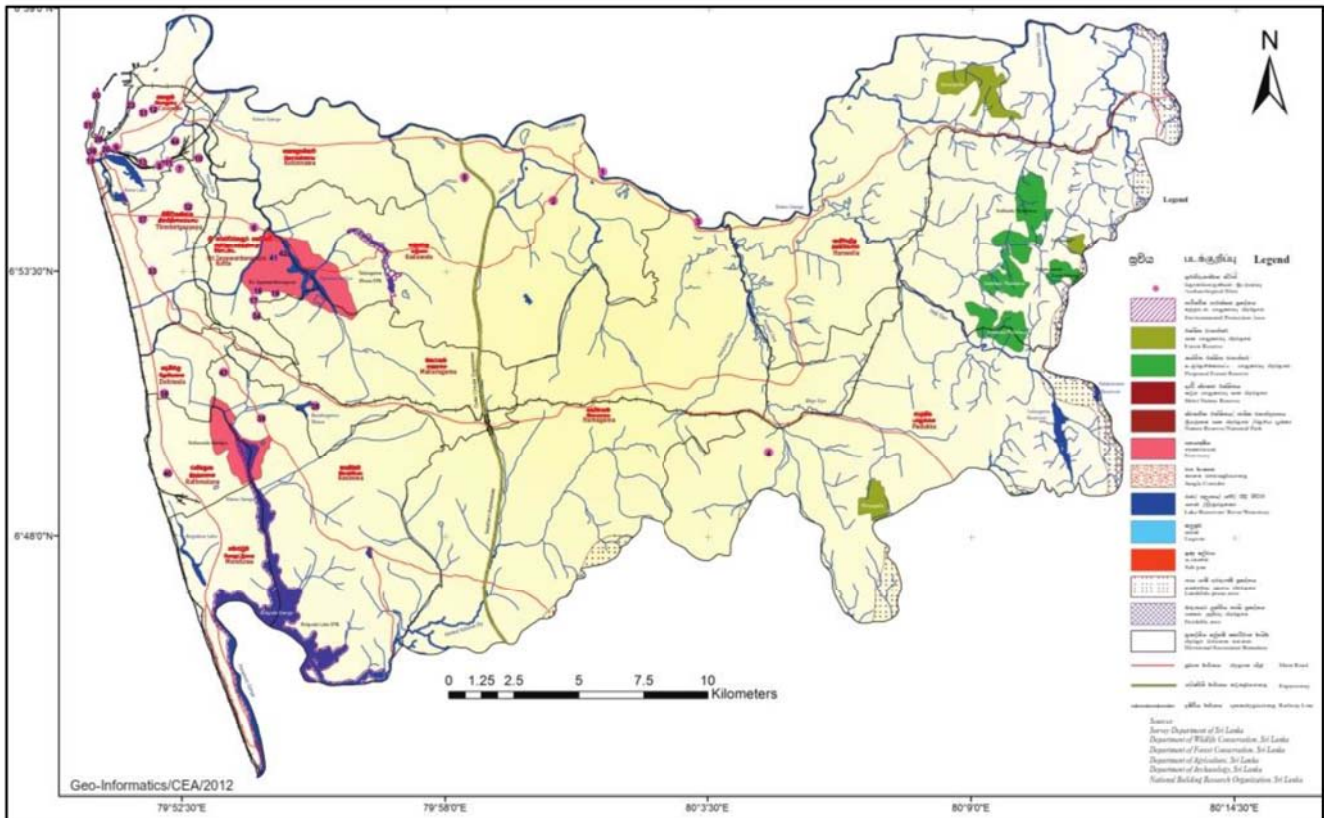
図 2.1-9 プロジェクト対象地域の遊水池等

### (5) バッファゾーン

規定されたバッファゾーンは存在していないものの、自然破壊を受けやすい地区は Central Environmental Authority (CEA: 中央環境局) の規制の下で定められている。これらの地域は、自然および保護区のための緩衝地帯と考えることができる。

こうした脆弱な個所は CEA によりマッピングされており、コロンボ県に関するマップを図 2.1-10 に示す。





Source: Central Environmental Authority

図 2.1-10 コロンボ地区の自然破壊を受けやすい地域

### 2.1.8 動植物

スリジャヤワルダナプラコッテ地域の動植物相を文献および現地調査を通じて行った。結果を表 2.1-3 および表 2.1-4 にまとめた。なお、詳細についてはさらなる現地調査が必要である。

表 2.1-3 動物調査結果

Class	Type	Taxa		Significant Species (common name)	Conservation Status (IUCN 3.1)
		Family			
Birds		Columbidae		<i>Ducula aenea</i> (Green imperial pigeon)	LC
				<i>Columba livia</i> (Rock dove)	LC
		Picidae		<i>Picus chlorolophus</i> (Lesser yellownape)	LC
		Anhingidae		<i>Anhinga melanogaster</i> (Oriental darter)	NT
		Phalacrocoracidae		<i>Phalacrocorax fuscicollis</i> (Indian cormorant)	LC
		Rallidae		<i>Rallus striatus</i> (Slaty-breasted rail)	LC
				<i>Halcyon smyrnensis</i> (White-throated kingfisher)	LC
		Alcedinidae		<i>Pelargopsis capensis</i> (Stork-billed kingfisher)	LC
				<i>Mesophoyx intermedia</i> (Intermediate egret)	NA
		Ardeidae		<i>Ardeola grayii</i> (Indian pond heron)	LC
				<i>Dupetor flavicollis</i> (Black bittern)	LC
				<i>Spilornis cheela</i> (Crested serpend eagle)	LC
		Accipitridae		<i>Haliaeetus leucogaster</i> (White-bellied sea eagle)	LC
			Megalaimidae		<i>Megalaima zeylanica</i> (Brownheaded barbet)
	<i>Megalaima flavifrons</i> (Yellow-fronted barbet)	LC			
Cuculidae		<i>Centropus sinensis</i> (Greater coucal)	LC		

Class	Type	Taxa		Significant Species (common name)	Conservation Status (IUCN 3.1)	
		Family				
Mammals	Bats	Psittaculidae		<i>Psittacula krameri</i> (Rose-ringed parakeet)	LC	
		Pteropodidae		<i>Pteropus giganteus</i> (Indian flying fox)	LC	
		Vespertilionidae		<i>Kerivoula picta</i> (Painted bat)	LC	
	Rodents	Herpestidae			<i>Herpestes brachyurus</i> (Short-tailed mongoose)	LC
					<i>Herpestes edwardsii</i> (Indian grey mongoose)	LC
					<i>Bandicota bengalensis</i> (Lesser bandicoot rat)	LC
		Muridae			<i>Bandicota indica</i> (Greater bandicoot rat)	LC
					<i>Rattus rattus</i> (Black rat)	LC
					<i>Funambulus palmarum</i> (Indian palm squirrel)	LC
	Hystricidae		<i>Hystrix indica</i> (Indian crested porcupine)	LC		
Amphibians	Bufonidae			<i>Duttaphrynus melanostictus</i> (Asian toad)	LC	
		Dicroglossidae			<i>Euphlyctis cyanophlyctis</i> (Indian skipper frog)	LC
					<i>Euphlyctis hexadactylus</i> (Green pond frog)	LC
					<i>Hoplobatrachus crassus</i> (Jerdon's frog)	LC
	Rhacophoridae		<i>Philautus popularis</i> (Common shrub frog)	LC		
	Microhylidae		<i>Microhyla rubra</i> (Marrow-mouthed frog)	LC		
	Ranidae		<i>Hylarana gracilis</i> (Gravenhorst's frog)	LC		
	Rhacophoridae		<i>Polypedates cruciger</i> (Sri Lanka whipping frog)	LC		
Reptiles	Agamidae			<i>Calotes calotes</i> (Common green forest lizard)	NA	
				<i>Calotes versicolor</i> (Oriental garden lizard)	NA	
	Gekkonidae			<i>Gehyra mutilata</i> (Four-clawed gecko)	NA	
				<i>Hemidactylus parvimaculatus</i> (Spotted house gecko)	NA	
				<i>Hemidactylus frenatus</i> (Common house gecko)	NA	
	Varanidae			<i>Varanus bengalensis</i> (Bengal monitor lizard)	LC	
				<i>Varanus salvator</i> (Asian water monitor)	LC	
	Colubridae			<i>Ptyas mucosa</i> (oriental ratsnake)	LC	
				<i>Oligodon sublineatus</i> (Kukri snake)	LC	
				<i>Sibynophis subpunctatus</i> (Black-headed snake)	LC	
			<i>Xenochrophis asperrimus</i> (Sri Lankan keelback)	LC		
Fish	Osphronemidae		<i>Trichogaster pectoralis</i> (Snakeskin gourami)	LC		
	Cichlidae		<i>Oreochromis mossambicus</i> (Mozambique tilapia)	NT		
	Cichlidae		<i>Etroplus suratensis</i> (Green chromide)	LC		
	Anabantiade		<i>Anabus testudineus</i> (Climbing perch)	NA		
	Bagridae		<i>Myristicivittatus</i> (Striped sword catchfish)	LC		
	Heteropneustidae		<i>Heteropneustes fossilis</i> (Asian stinging catfish)	LC		
	Loricariidae		<i>Pterygoplichthys multiradiatus</i> (Sailfish catfish)	NA		
	Cobitidae		<i>Lepidocephalichthys thermalis</i> (Spiny loach)	LC		
	Cyprinidae		<i>Puntius chola</i> (Swamp barb)	LC		
	Cyprinidae		<i>Puntius bimaculatus</i> (Redside barb)	NA		

Sources:  
 Manamendraarachchi and Adikari (2014)  
 IUCN Redlist  
 JET

: Legend: IUCN 3.1 scale



表 2.1-4 植物調査結果

Taxa		Significant Species (common name)	Conservation Status (IUCN 3.1)
Family	Species		
Moraceae		<i>Ficus religiosa</i> (Bodhi tree)	LC
Anacardiaceae		<i>Mangifera indica</i> (Mango)	None
		<i>Spondias dulcis</i> (Ambarella)	None
		<i>Annona reticulata</i> (Custard apple)	None
		<i>Plumeria rubra</i> (Frangipani)	None
		<i>Phyllanthus myrtifolius</i> (Mousetail plant)	None
		<i>Alstonia macrophylla</i> (Hard milkwood)	lc
		<i>Leucaena leucocephala</i> (white leadtree)	None
		<i>Muntingia calabura</i> (Capulin)	None
		<i>Musa x paradisiaca</i> (Plantains)	None
		<i>Tecoma stans</i> (Trumpetbush)	None
		<i>Macaranga indica</i>	None
		<i>Swietenia mahogany</i>	
		<i>Ludwigia decurrens</i> (Willow primrose)	LC
		<i>Lygodium spp.</i> (Climbing fern)	
Salviniaceae		<i>Salvinia molesta</i> (Kariba weed)	LC
		<i>Ipomoea aquatic</i> (Kankun)	LC
		<i>Cyclosorus interaptus</i> (Swamp shield-fern)	None
		<i>Eichhornia crassipes</i> (Water hyacinth)	None
		<i>Cerbera odollam</i> (Suicide tree)	None
		<i>Cyperus pilosus</i>	
		<i>Hibiscus tiliaceus</i> (Beach Hibiscus)	LC
		<i>Colocasia esculenta</i>	
		<i>Panicum repens</i> (Torpedograss)	None
		<i>Leersia Hexandra</i> (Southern cutgrass)	LC
		<i>Rhyncospora sp</i>	
		<i>Eleocharis sp</i>	
		<i>Brachiaria sp</i>	
		<i>Bacopa sp</i>	
		<i>Phragmites karka</i>	
		<i>Annona glabra</i> (Swamp apple)	
		<i>Cerbera manghas</i> (Sea mango)	
		<i>Syzygium sp</i>	
		<i>Melastoma sp</i>	
		<i>Lantana camara</i> (Big sage)	

Source:  
 Egodawatta and Wamasooriya (2014)  
 Manamendraarachchi and Adikari (2014)  
 Munashingha et al., (2009)  
 Dharmasena, (1993)  
 Wijerathna and Baladurage  
 IUCN Redlist  
 JET

Legend: IUCN 3.1 scale  
 Extinct  
 Threatened  
 Least Concern  


Dom: Domesticated  
 Def: Data deficient  
 NA: Data not available



## 2.2 社会環境

### 2.2.1 行政制度

スリジャヤワルダナプラコッテ MC は、市の発展に関わるあらゆる事業の管理のため 1997 年に設立され、市内で行われた全計画を担当してきた。MC はスリジャヤワルダナプラコッテ部門事務局 (DSD)、コロombo県、西部州、スリランカの下位に属する。MC 区の総面積は 17 km<sup>2</sup> であり、10 区からなる。西部州の総面積は 3,684 km<sup>2</sup> であり、コロombo県は 699 km<sup>2</sup> である。

### 2.2.2 人口統計

スリランカ国勢調査統計局によると、スリジャヤワルダナプラコッテ MC の人口密度は 6,300 人/km<sup>2</sup>、コロombo県は 3,487 人/km<sup>2</sup>、西中部州は 1,652 人/km<sup>2</sup> であった。なお、スリジャヤワルダナプラコッテ MC の 2012 年の人口は 107,925 人であった。GND および性別に基づく人口は表 2.2-1 の通りである。

表 2.2-1 スリジャヤワルダナプラコッテ MC の人口

Name of GND	Total	Male		Female	
		No	%	No	%
Obsekarapura	11,963	5,925	49.5	6,038	50.5
Welikada West	7,004	3,195	45.6	3,809	54.4
Welikada East	6,749	3,183	47.2	3,566	52.8
Rajagiriya	3,591	1,878	52.3	1,713	47.7
Welikada North	4,834	2,389	49.4	2,445	50.6
Nawala West	4,059	2,032	50.1	2,027	49.9
Koswatta	5,707	2,767	48.5	2,940	51.5
Ethulkotte West	3,371	1,664	49.4	1,707	50.6
Ethulkotte	5,929	2,877	48.5	3,052	51.5
Pitakotte East	3,984	1,912	48.0	2,072	52.0
Pitakotte	3,634	1,753	48.2	1,881	51.8
Pitakotte West	5,301	2,439	46.0	2,862	54.0
Nawala East	5,473	2,573	47.0	2,900	53.0
Nugegoda West	5,627	2,635	46.8	2,992	53.2
Pagoda	5,446	2,537	46.6	2,909	53.4
Nugegoda	3,365	1,678	49.9	1,687	50.1
Pagoda East	5,944	2,902	48.8	3,042	51.2
Gangodavila North	5,352	2,493	46.6	2,859	53.4
Gangodavila South	7,305	3,554	48.7	3,751	51.3
Gangodavila East	3,287	1,606	48.9	1,681	51.1
Total	107,925	51,992	48.2	55,933	51.8

Source: Census of Population and Housing 2012, Department of Census and Statistics (DCS : 政府統計局)

### 2.2.3 保健・疾患

年齢グループに基づく、全国およびコロombo県の慢性疾患率は以下の通りである。数値から、コロombo県の数値は年齢により異なり、15 歳～24 歳の数値は国平均より低い。それ以外の 15 歳以下、25 歳以上の数値は国平均より高いことがわかる (表 2.2-2)。

表 2.2-2 年齢階級別の慢性疾患率

	Less than 15 years	15-24 years	25-59 years	60 and above
Colombo District	3.3%	2.4%	20.7%	63.4%
Sri Lanka	2.8%	3.3%	18.5%	55.2%

Source: National Survey on Self-reported Health in Sri Lanka 2014, Department of Census and Statistics

15 歳以上の人口の糖尿病および高血圧の有病率は、コロンボ県がスリランカの平均値を上回っている（表 2.2-3）。

表 2.2-3 糖尿病および高血圧の有病率

	Diabetes	High Blood Pressure
Colombo District	11.2%	11.9%
Sri Lanka	7.2%	9.2%

Source: National Survey on Self-reported Health in Sri Lanka 2014, Department of Census and Statistics

#### 2.2.4 宗教・民族

宗教別のコロンボ県人口は表 2.2-4 に示す通りである。

表 2.2-4 宗教別人口

Buddhist	Hindu	Islam	Roman Catholic	Other Christian	Other	Colombo District Total
1,631,659	185,944	274,267	162,701	67,405	2,324	2,324,300
70.2%	8.0%	11.8%	7.0%	2.9%	0.1%	100%

Source: Economic and Social Statistics of Sri Lanka -2014, Central Bank of Sri Lanka, April 2014

民族別のコロンボ県人口は表 2.2-5 に示す通りである。

表 2.2-5 民族別人口

Sinhala	SL Tamil	Indian Tamil	SL Moor	Other	Colombo District Total
1,778,090	234,754	23,243	248,700	37,189	2,324,300
76.5%	10.1%	1.0%	10.7%	1.6%	100%

Source: Economic and Social Statistics of Sri Lanka -2014, Central Bank of Sri Lanka, April 2014

#### 2.2.5 貧困率

スリランカ国勢調査統計局により、家計収支調査 (Household Income and Expenditure Survey : HIES) が行われた。District、Province および国家レベルでの貧困率は、表 2.2-6 に示す通りである。

表 2.2-6 貧困率

	Poor HH %		
	2006/07	2009/10	2012/13
Sri Lanka	12.6	7.0	5.3
Western Province	6.50	3.00	1.50
Colombo District	3.90	2.50	1.10

Source : Census and Statistics Department

## 2.2.6 歴史と文化（遺産）

古代スリランカには長期的に栄えた首都が4都市あった。コッテの古代王国は15世紀中にスリジャヤワルダナプラを中心としていた。これに関連する記念物として、考古学局は保護対象を定めた。スリジャヤワルダナプラコッテ MC の考古学的保護記念物の一覧を表 2.2-7 に示す。

表 2.2-7 スリジャヤワルダナプラコッテ MC の考古学的保護記念物

Monument	Declared on
Ancient Tunnel at Kotte Ananda Sastralaya	27-Jun-52
Ancient water canal	12-Aug-71
Obeysekera Walawwa	13-Nov-92
Parakumba Pirivena	14-May-71
Pitakotte Raja Maha Vihara	17-May-13
Ancient rampart - Ethul Kotte ruins	23-Feb-07

Source: JET

## 2.2.7 経済

### (1) 概況

西部州、コロンボ県に位置するスリジャヤワルダナプラコッテは、国の首都である。1985年に、首都がコロンボからこの MC に移転された。同 MC のディヤワナ湖の島に国会議事堂が建てられており、ほとんどの省ではすでにこの町に本部を移転した。そのため、この MC は行政都市として機能している。スリランカ日本通りのような広い道路があり、列車やバスの便も良い。スリジャヤワルダナプラコッテ MC、コロンボ MC 及びデヒワラ・マウントラビニア MC は、コロンボ県の最も都市化した地域となっている。ヌゲゴダは、スリジャヤワルダナプラコッテ MC の主要な商業地域であり、あらゆる商業銀行と金融会社がこの地域に本社や支社を置いている。表 2.2-8 は、西部州の産業別 GDP を示している。

表 2.2-8 西部州の産業別 GDP（現在価格）

Unit: Million LKR

No	Sector	2010		2011		2012		2013	
1	Agriculture	75,942	3.0%	92,191	3.2%	93,187	2.9%	91,965	2.5%
2	Industry	802,790	31.9%	966,704	33.4%	1,135,586	35.0%	1,280,355	35.1%
3	Services	1,634,176	65.0%	1,835,532	63.4%	2,015,081	62.1%	2,270,921	62.3%
	GDP	2,512,908	100.0%	2,894,428	100.0%	3,243,854	100.0%	3,643,241	100.0%
	GDP Share Percentage	44.8		44.2		42.8		42.0	

Source: CBSL Annual Report 2014

大コロンボ圏を含む西部州の GDP は、国の GDP の 42~44% に相当する。サービス業は最大の産業で、州の GDP の 60~65% を占めている（国平均：56.8%）。工業部門は州の GDP の 30~35%（国平均：32.5%）を占めている。サービス業は、西部州の GDP のうちの最も大きな部分を生み出してきた。



## (2) 家庭所得

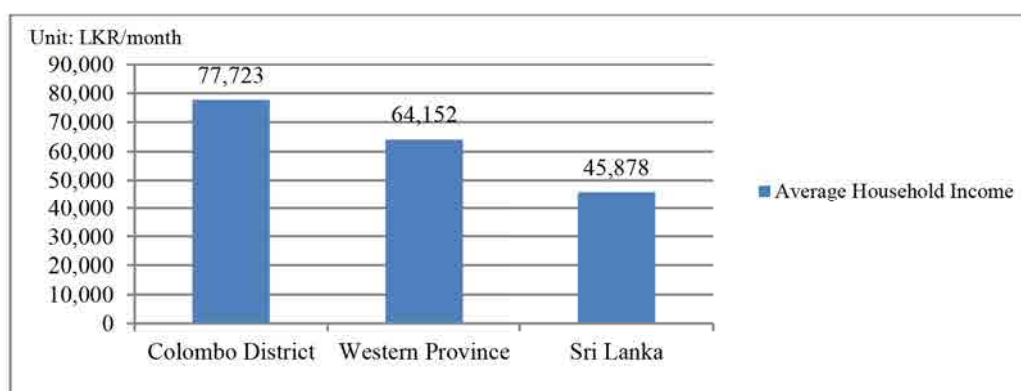
平均家庭所得は、“Household Income and Expenditure Survey 2012/2013”のデータを活用できる。その抜粋を、表 2.2-9 および図 2.2-1 に示している。表 2.2-9 に示すように、コロンボ県の月平均家庭所得は 2012/13 年度に 77,723LKR であった。「賃金／給与」が、所得の 37.4%を占め、最も大きな所得源となっている。図 2.2-1 は、コロンボ県の家庭所得が国家平均を 41%上回っており、西部州の平均よりも 17.5%高いことを示している。スリジャヤワルダナプラコッテでは、下水道料金が計画される際に、家庭の支払可能性（Affordability To Pay (ATP：支払可能額)）に、念のため注意する必要がある。

表 2.2-9 コロンボ県の月平均家庭所得の内訳 (2012/13)

Unit: LKR/month

No.	Sector	Colombo District	%
1	Average Household Income	77,723	
2	Per capita	19,346	
3	Ave. No. of Income Receivers	1.9	
4	Wage/ Salaries	29,860	37.4%
5	Agricultural Activities	708	0.9%
6	Non Agric. Activities	19807	24.8%
7	Other Cash Income	8811	11.0%
8	Income by Adhoc Gain	6271	7.9%
9	Non Monetary Income	12266	15.4%
10	Income In Kind	2078	2.6%

Source: Household Income and Expenditure Survey 2012/2013, Department of Census and Statistics, Ministry of Policy Planning Economic Affairs



Source: Household Income and Expenditure Survey 2012/2013, Department of Census and Statistics, Ministry of Policy Planning Economic Affairs

図 2.2-1 月当たり家庭所得の比較

### 2.2.8 土地利用

スリジャヤワルダナプラコッテ地区の土地利用状況を以下の表 2.2-10 および図 2.2-2 に示す。市の70%程度が開発され、残りは湿地帯、湖、畑などとなっている。

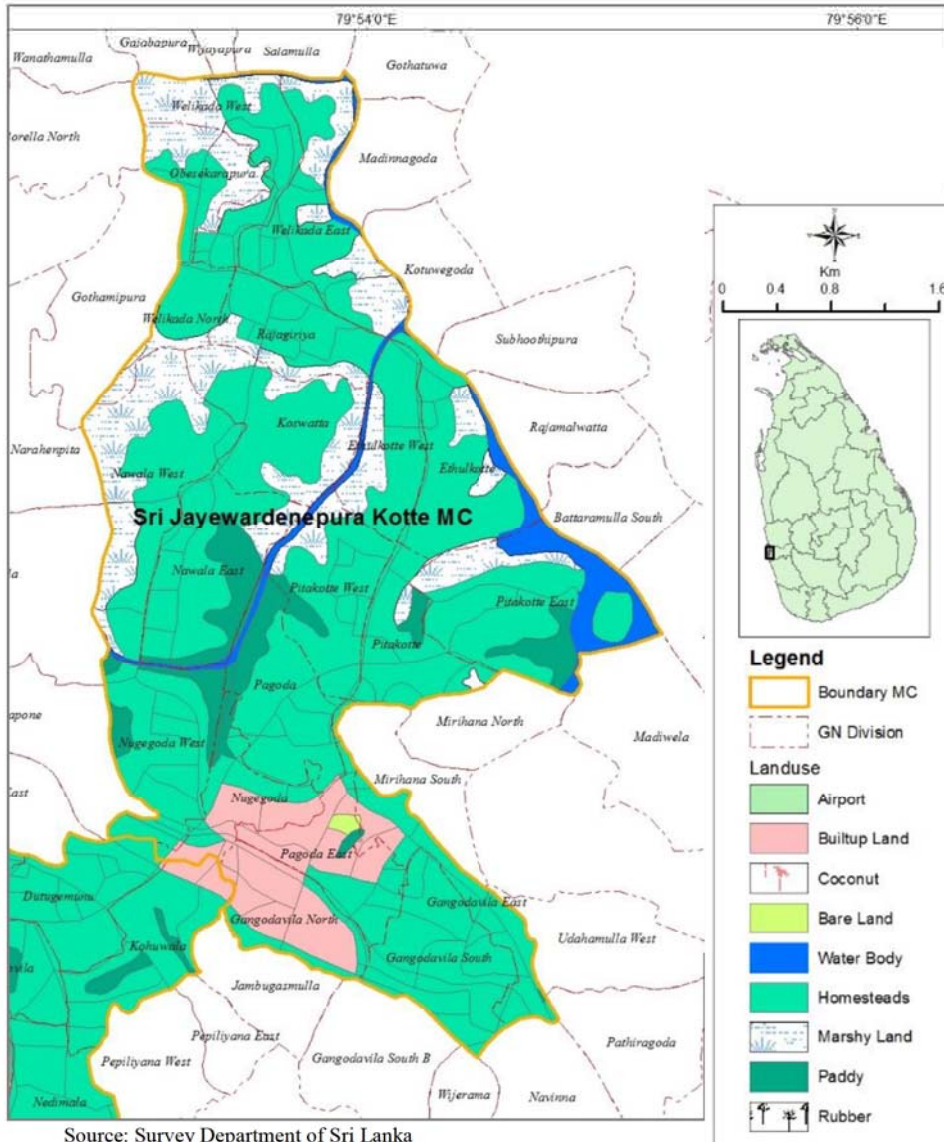


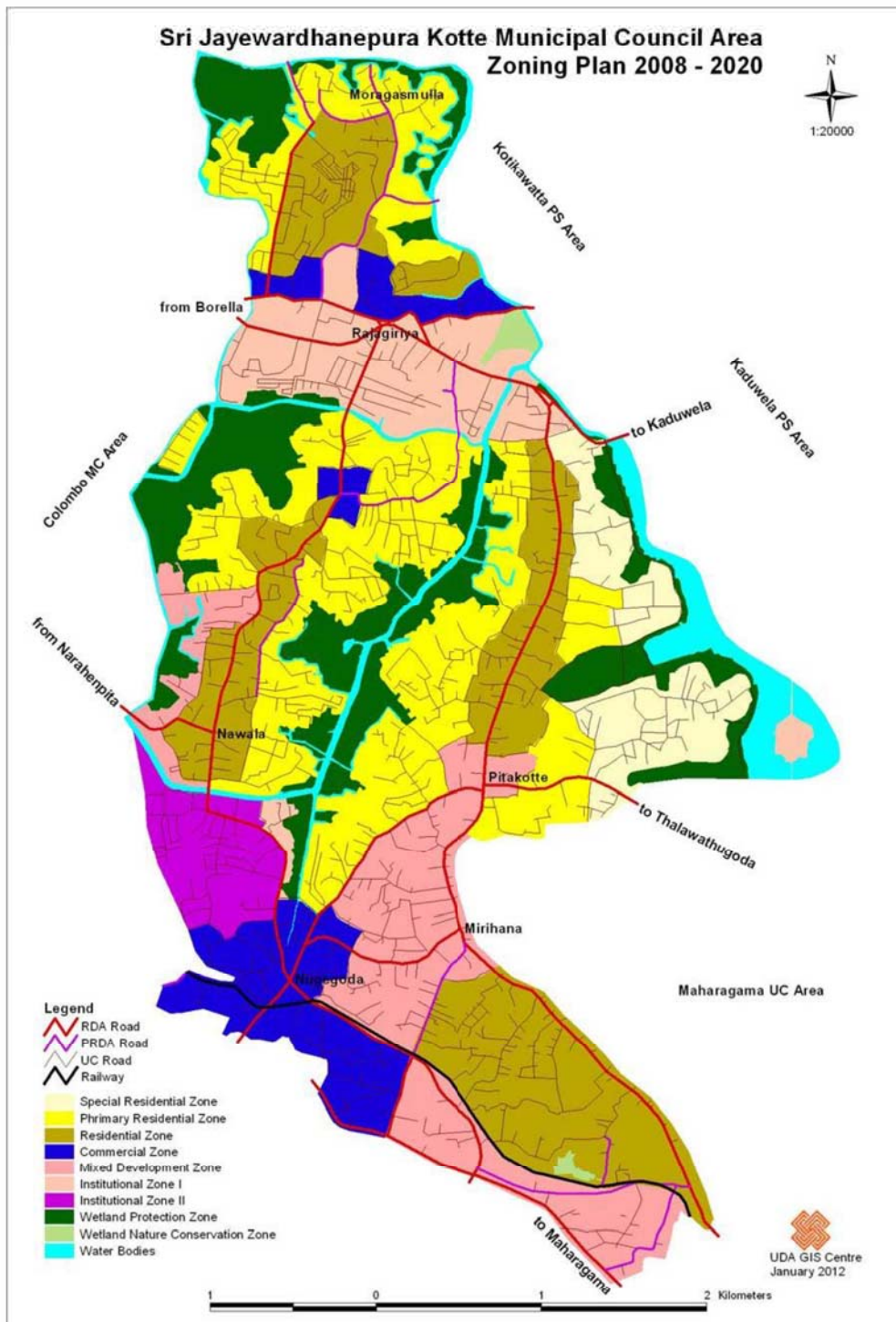
図 2.2-2 スリジャヤワルダナプラコッテ MC の土地利用状況

表 2.2-10 スリジャヤワルダナプラコッテ MC の土地利用状況

Landuse Type	Area (Ha)
Builtup Area	117.83
Other Crops	2.74
Homesteads	1060.21
Marshy	304.53
Paddy	94.48
Rubber	1.45
Waterbody	69.36

Source: Survey Department of Sri Lanka

土地利用計画では、河川沿いの湿地帯保護地帯以外は、住宅地又は開発地として計画されている(図 2.2-3)。



Source: Urban Development Authority

図 2.2-3 スリジャヤワルダナプラコッテの土地利用計画 (2008-2020)

注：2008-2020 ゾーニングプランは、Urban Development Authority によって作成され、現在の利用状況を考慮し各ゾーンを設定している。特別住宅地域 (Special Residential Zone) は、住居者住宅のみの利用に限定され、優先住宅地域 (Primary Residential Zone) は、小規模な商業活用のみが許される居住者専用住宅地域である。混合開発地域 (Mixed development Zone) は、ある一定の範囲内で全ての用途に活用が認められ、その活用の程度は各自治体で異なっている。



## 2.2.9 水供給と衛生

### (1) 水供給

スリジャヤワルダナプラコッテ MC における飲料水施設の整備状況を表 2.2-11 に示す。水道普及率はほぼ 100% である。水道の問題点として、水道接続数の増加に伴い、ピーク時に供給量不足が生じ、特に屋上タンクを備えていない低所得家庭にピーク時に水道が利用できない傾向がある。

表 2.2-11 スリジャヤワルダナプラコッテ MC における飲料水施設の整備状況

No.	Name of GND	GND Code	Total	Protected Well Within Premises	Protected Well Out Side Premises	Un Protected Well	Tap Within Unit (Main Line)	Tap Within Premises (Out Side Main Line)	Tap Outside Premises (Main Line)	Rural Water Project	Tube Well	Bourses	River, Tank, Stream	Rain Water	Bottle Water	Other
1	Obsekarapura	514C	2,858	14	1	-	2,662	105	65	-	3	-	-	-	-	8
2	Welikada West	514A	1,505	28	1	1	1,391	71	10	-	2	-	-	-	1	-
3	Welikada East	514	1,743	36	10	4	1,520	76	92	-	3	-	-	-	1	1
4	Rajagiriya	514B	782	2	-	-	727	18	29	-	1	-	-	-	5	-
5	Welikada North	514D	1,216	7	-	-	1,104	34	63	-	-	-	-	-	-	8
6	Nawala West	520	1,096	33	5	-	981	53	4	-	12	-	-	-	8	-
7	Koswatta	520A	1,529	43	2	1	1,354	83	43	-	1	-	-	-	2	-
8	Ethulkotte West	521A	912	20	-	-	858	24	9	-	1	-	-	-	-	-
9	Ethulkotte	521	1,586	38	1	2	1,451	62	28	-	2	-	-	-	2	-
10	Pitakotte East	522A	1,070	44	2	24	945	35	13	-	1	-	-	-	6	-
11	Pitakotte	522B	961	32	1	-	901	11	5	-	5	-	-	-	2	4
12	Pitakotte West	522	1,430	74	2	-	1,324	17	8	-	1	-	-	-	3	1
13	Nawala East	520B	1,442	61	4	-	1,344	21	8	-	3	-	-	-	1	-
14	Nugegoda West	519B	1,478	37	-	-	1,248	113	56	-	9	-	-	-	9	6
15	Pagoda	519A	1,447	57	2	1	1,355	18	7	-	3	-	-	-	4	-
16	Nugegoda	519	928	24	3	-	889	6	3	-	-	-	-	-	3	-
17	Pagoda East	519C	1,498	48	4	2	1,351	28	59	-	5	-	-	-	1	-
18	Gangodavila North	526	1,324	96	2	2	1,190	18	6	-	6	-	-	-	2	2
19	Gangodavila South	526A	1,921	132	9	10	1,513	213	40	-	2	-	-	-	2	-
20	Gangodavila East	526C	857	40	1	-	753	17	46	-	-	-	-	-	-	-
	SJKMC Total		27,583	866	50	47	24,861	1,023	594	-	60	-	-	-	52	30

Source: Census of Population and Housing 2012, Department of Census and Statistics

### (2) 衛生状況

スリジャヤワルダナプラコッテ MC における衛生施設の整備状況を表 2.2-12 に示す。約 96% が臭気の上昇を防ぐトラップのついた腐敗槽のトイレを利用している。また、汚水の大部分は腐敗槽と浸透槽で処理されている。

表 2.2-12 スリジャヤワルダナプラコッテ MC における衛生施設の整備状況

No.	Name of GND	GND Code	Total	Water Seal Toilet	Pour Flush Toilet (Not Water Seal)	Direct Pit	Other	Not Using Toilet
1	Obsekarapura	538C	2,858	2727	111	18	2	0
2	Welikada West	537	1,505	1420	3	73	9	0
3	Welikada East	537A	1,743	1673	17	52	1	0
4	Rajagiriya	537B	782	780	2	0	0	0
5	Welikada North	538	1,216	1201	4	4	6	1
6	Nawala West	538B	1,096	1085	9	1	1	0
7	Koswatta	538A	1,529	1487	29	12	1	0
8	Ethulkotte West	540A	912	896	14	2	0	0
9	Ethulkotte	540	1,586	1507	62	17	0	0
10	Pitakotte East	536A	1,070	993	60	16	1	0
11	Pitakotte	536	961	956	1	2	2	0
12	Pitakotte West	539/42A	1,430	1393	36	1	0	0
13	Nawala East	540B	1,442	1425	8	9	0	0
14	Nugegoda West	539/42	1,478	1447	29	2	0	0
15	Pagoda	539/42B	1,447	1385	25	35	2	0
16	Nugegoda	541	928	923	5	0	0	0
17	Pagoda East	539/42C	1,498	1359	133	6	0	0
18	Gangodavila North	544	1,324	1320	2	2	0	0
19	Gangodavila South	544A	1,921	1838	28	54	1	0
20	Gangodavila East	545A	857	835	15	7	0	0
SJKMC Total			27,583	24,875	593	313	26	1

Source: Census of Population and Housing 2012, Department of Census and Statistics

唯一、国会議事堂、Sethsiripaya、Isurupaya、Sri Jayewardenepura Hospital Complex (SJP Hospital) のような官庁街区や重要施設の汚水はポンプを使い最終的に Colombo Municipal Council (CMC : コロンボ市) の下水道に接続している (図 2.2-4)。

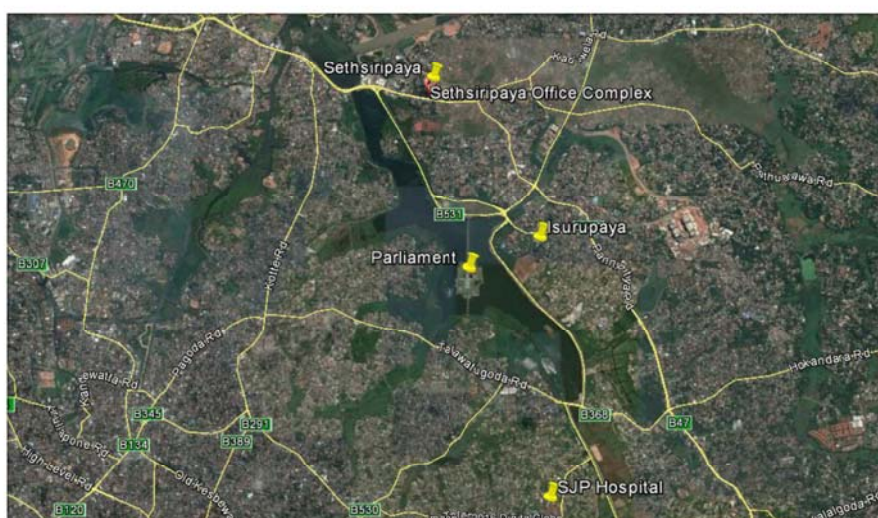


図 2.2-4 コロンボ市の下水道へ接続している施設



汚水処理の課題として、市の大部分は標高が低く、さらに地下水面が高いため、浸透槽の土壌浸透が適切に機能していない。加えて、建物の敷地面積が小さいため敷地内に適切な大きさの腐敗槽を設置することが困難となっている。また、雨季には地下水位の上昇と浸透性の悪い土壌によって、腐敗槽や浸透槽の浸透機能が適切に行われず、結果として近隣の水域や地下水を汚染している。

商業ビルでは、建設時に導入したオンサイト施設は、適正に維持管理されていないため処理機能が年々悪化している。

この結果、スリジャヤワルダナプラコッテの主要な水系であるディヤワナ・オヤ(Diyawanna Oya)の水質が悪化している。

### 2.2.10 廃棄物

高度な都市化と工業化に伴い、固体廃棄物の発生率が高まっている。スリジャヤワルダナプラコッテ MC の廃棄物発生量は 150 トン/日であり、発生率は 1.27 キロ/人/日である。各世帯、商業施設、公共機関、病院や医療センター、市場等から、固形廃棄物が大量に排出されている。さらに市内では大、中規模の産業で発生する廃棄物によって事態が悪化している。スリジャヤワルダナプラ総合病院やその他のいくつかの医療センターは、対処が必要な特別（医療）廃棄物を発生させている。MC 内において排出された固形廃棄物の構成内容を以下の表 2.2-13 に示した。

発生した廃棄物の約 100 トン/日は、MC が提供する収集および廃棄サービスによって処理されており、主に以下の 2 方法を採用している。

- 各戸廃棄物収集サービスおよび都市固形廃棄物管理担当者による処分場への搬送
- 民間企業による委託廃棄物収集および処分場への搬送

現在、10 区からの約 50 トン/日の廃棄物は、PHI の監督の下で MC によって収集されている。集められた廃棄物は Karadiyana 処分場に送られる。残りの分は MC によって任命された民間企業によって処理されている。

表 2.2-13 固形廃棄物の構成内容

Category	%
Bio-degradable	63.63
Paper & cardboard	8.22
Glass	1.50
Metal	0.98
Wood	0.83
Rubber & Cloths	4.75
Polythene+ plastic	8.92
Soil & Ceramic	3.65
Electronic waste	0.02
Demolition waste	1.41
Other	6.54

Source: Sri Jayawardenapura Kotte MC

図 2.2-5 に Karadiyana 処分場とコンポスト施設の写真を示す。





Source: JET

図 2.2-5 Karadiyana 処分場 (左)、コンポスト施設 (右)

### 2.3 下水道整備の必要性

スリランカでは 2010 年に策定された国家方針において、2025 年までにオンサイト及びオフサイトの衛生施設へのアクセス率を 100%にする目標を掲げ、NWSDB の事業計画では 2020 年までに下水道普及率を 7.0%にする目標を設定している。

国連ではミレニアム開発目標 (MDG) の次の開発目標として、持続可能な開発目標(SDGs)を設定し、「2030 年までにすべての人に水と衛生へのアクセスと持続可能な管理を確保する」という衛生の目標を設定し、以下の指標を定めている。

- 2030 年までにすべての人に適切な衛生設備へのアクセスを達成する。
- 2030 年までに未処理汚水の排水量を半減し、水質改善を目指す。

2012 年時点のスリランカの下水道普及率は 2.4%であり、それ以外は腐敗槽に代表されるオンサイト施設により汚水が処理されている。しかしながら、腐敗槽による汚水処理は人口が密集しているスリジャヤワルダナプラコッテでは有効に機能せず、水域では汚水に由来する BOD やアンモニア、大腸菌群数の増加が確認されている (2.1.5 参照)。

このため、水質の保全及び改善のためには下水の更なる処理が必要であり、効率的に下水を処理することができる下水道の整備が必要である。



## 第3章 下水道の基本条件

### 3.1 基本条件

NWSDB は 2010 年 10 月に自国資金で、“PROJECT PROPOSAL FOR SRI JAYEWARDENEPURA KOTTE WASTEWATER DISPOSAL SYSTEM”を作成した。この計画では目標年次を 2040 年とし、管渠整備は自然流下管約 47 km、圧送管約 15 km、計画汚水量は 21,500 m<sup>3</sup>/日、一次処理した処理水を延長 1.7 km、管径 1,500 mm の HDPE 管で導水し、海洋放流を行う計画としている。また、計画人口は、2001 年に実施された国勢調査での 2009 年次人口及びスリジャヤワルダナプラコッテ統計局による年間報告書を参考として算出している。本 M/P では、上記の計画を参考に、2012 年の国勢調査結果を加味した。また、下水処理場による処理を行う基本計画を作成した。

#### 3.1.1 目標年次

“NWSDB Design Manual D7 Wastewater Collection, Treatment, Disposal & Re-Use 2012”では、下水道管渠、ポンプ場、下水処理場、排水処理及び利用に関する設計期間を 30 年と定めている。従って、本 M/P の目標年次を 2046 年とした。

#### 3.1.2 計画及び設計基準

計画及び設計基準は“NWSDB Design Manual D7 Wastewater Collection, Treatment, Disposal & Re-Use 2012”を基に NWSDB と JICA 専門家による技術委員会にて討議し、以下のように決定した。

##### (1) 汚水量算定

汚水量算定基準を表 3.1-1 に示す。

表 3.1-1 汚水量算定基準

Item	Value	Remarks
Per capita water consumption	120 lpcd	
Domestic Flow	80%	of water consumption
Non-domestic Flow	35%	of Domestic Flow
Average Dry Weather Flow (ADWF : 晴天時平均下水量)	Domestic + Non-domestic flow	
Daily maximum dry weather flow	1.15 times	of ADWF
Hourly Maximum Dry Weather Flow	1.6 times	of ADWF
Peak Dry Weather Flow (PDWF : 晴天時最大汚水量)	3 times	of ADWF
Infiltration	20%	of ADWF

Planning of Sewer Pipe System: PDWF + Infiltration

Planning of Pumping Station: Hourly Maximum Dry Weather Flow + Infiltration

Source: JET

##### (2) 下水道管渠

###### a. 幹線の流量計算

自然流下管には Manning 式を、圧送管には Hazen William 式をそれぞれ用いる。表 3.1-2 に下水管渠設計に用いた係数値を示す。



**Manning 式**

$$Q = A \times V, \quad V = 1/n \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

ここで、Q: 流量 (m<sup>3</sup>/sec), V: 流速 (m/sec),  
 n: 粗度係数, R: 径深 (m), S: 動水勾配, A: 断面積 (m<sup>2</sup>)

**Hazen William 式**

$$Q = A \times V, \quad V = 0.84935 \times C \times R^{0.63} \times S^{0.54}$$

ここで、Q: 流量 (m<sup>3</sup>/sec), V: 流速 (m/sec),  
 C: 流速係数, R: 径深 (m), S: 動水勾配, A: 断面積 (m<sup>2</sup>)

表 3.1-2 下水管渠設計に用いた係数値

Type of Pipe	n (Roughness Coefficient)	C (Flow Velocity Coefficient)
PVC Pipe	0.013	120
HDPE Pipe	0.013	120
GRP Pipe	0.013	120
DI Pipe (Ductile Cast Iron Pipe)	0.013	120

The design slopes of gravity sewers are checked based on tractive force required to flush the sand particles expected in sewage flow.

Source: JET

**b. 流速**

最小流速 : 0.65 m/s

最大流速 : 3.0 m/s

**c. 余裕率**

管径 600 mm 以下 : 200%以上

管径 700 mm 以上 : 150%以上

**d. 最小土被り**

1.0 m

**e. 最小管径**

幹線 : 225 mm (圧送管を除く)

支線 : 160 mm (圧送管を除く)

取付け管 : 110 mm

**f. 管種**

管種を表 3.1-3 に示す。

表 3.1-3 管種

Diameter	Purpose	Pipe Material
200 mm or less	Gravity	PVC Pipe
225 to 355 mm	Gravity	HDPE Pipe
400 mm or above	Gravity	GRP
100 to 400mm	Force Main	HDEP
Above 400mm	Force Main	DI Pipe

Source: JET

**(3) ポンプ施設**

表 3.1-4 にポンプ施設のタイプを示す。タイプは、Manhole Type Pumping Station (MTPS : マンホールポンプ施設) とポンプ場施設 (Major Pumping Station : MPS) に大別される。セイロン電

力公社（Ceylon Electricity Board : CEB）の技術的要件として、ポンプ施設に変圧器を設置しない場合は 42 kVA 以下でなければならない。反対に、42 kVA より大きくなる場合は変圧器等の設備が必要となり、ポンプ場施設が必要となる。他に、周辺環境と立地条件に応じて MTPS でも用地取得が必要となる場合がある。

表 3.1-4 ポンプ施設のタイプ

Type of Pumping Station	Site	Electricity
MTPS: Manhole Type Pumping Station	Under Road	Less than 42 kVA
MPS: Major Pumping Station	Property Required	42 kVA and above

Source: JET

#### (4) 下水処理場

下水処理場は以下を考慮する。

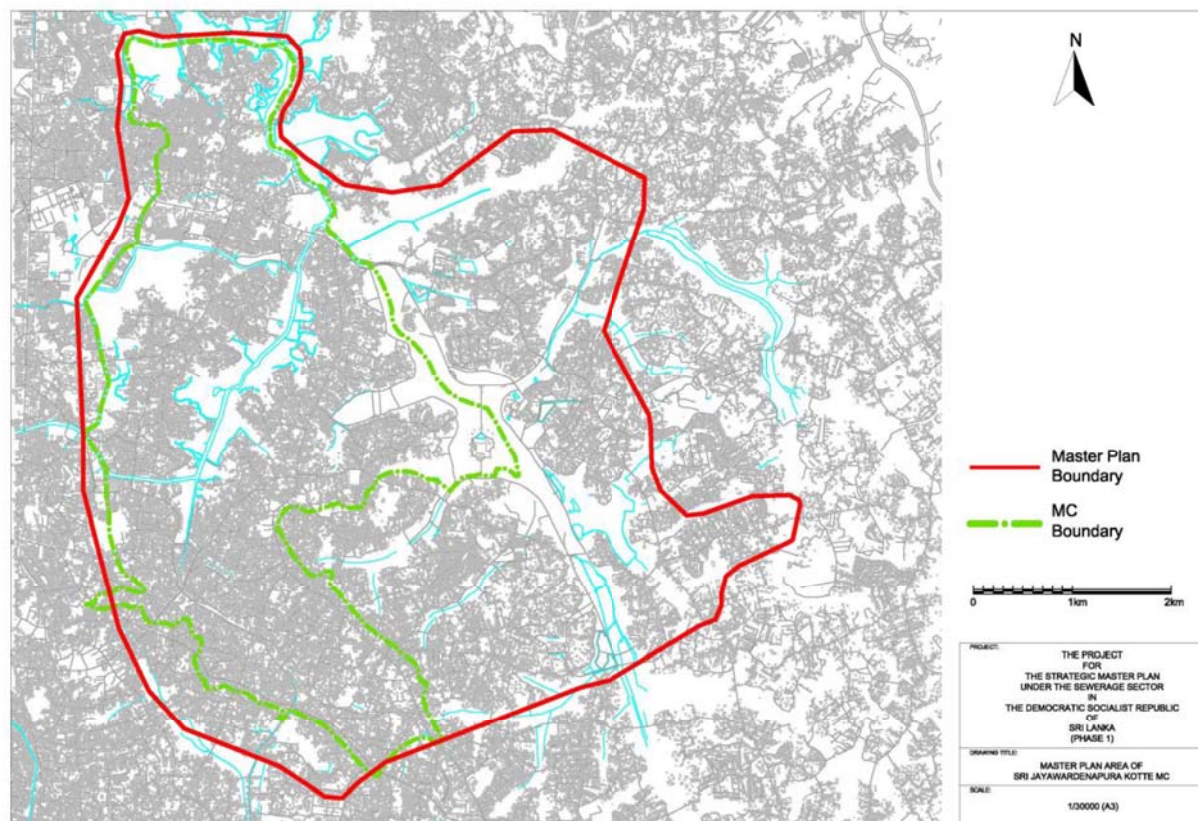
- 原水水質及び排水基準
- 用地が下水処理場への適用条件を満たしているか
- 建設費及び運用維持管理費
- 運用維持管理が容易であること

### 3.1.3 下水道サービス対象地域の選定

本 M/P の下水道サービス対象地域は下記を考慮して決められている。

- 目標年次の 2046 年に、人口及び発展度合が成熟状態と推測されること
- 大規模商業地域や学校、ホテル、住宅、宗教施設等があること
- 住宅地域の人口密度が高いこと
- 下水道管渠整備を実施した方が効率的であり、かつ、効果的と考えられること
- MC だけでなく、汚水を効率的に収集できる隣接都市内の地域も考慮すること

図 3.1-1 に示す範囲を M/P 地域として決定した。



Source: JET based on data of Survey Department of Sri Lanka

図 3.1-1 スリジャヤワルダナプラコッテにおける M/P 地域



この地域に含まれる DSD 及び GND (Grama Niladhari Division) を表 3.1-5 に示す。

表 3.1-5 M/P 地域に含まれる DSD 及び GND

S/No.	GND No.	GND	S/No.	GND No.	GND
1	<b>Kaduwela DSD</b>		3	<b>Maharagama DSD</b>	
1.1	492	Subhoothipura	3.1	525A	Udahamulla East
1.2	492 A	Battaramulla South	3.2	524	Madiwella
1.3	492 B	Battaramulla North	3.3	493A	Thalawathugoda West
1.4	492 D	Rajamalwatta	3.4	493B	Thalawathugoda East
1.5	477	Thalangama North A	3.5	526B	Gangodavila South B
1.6	479B	Asiri Uyana	3.6	526D	Jambugasmulla
1.7	479A	Pahalawela	4	<b>Maharagama DSD</b>	
2	<b>Sri Jayawardanapura Kotte DSD</b>		4.1	523	Mirihana North
2.1	514C	Obsekarapura	4.2	523A	Mirihana South
2.2	514A	Welikada West	4.3	524A	Pragathipura
2.3	514	Welikada East	4.4	525	Thalapathpitiya
2.4	514B	Rajagiriya	4.5	525B	Udahamulla West
2.5	514D	Welikada North	5	<b>Kaduwela DSD</b>	
2.6	520	Nawala West	5.1	492C	Udumulla
2.7	520A	Koswatta	5.2	479F	Aruppitiya
2.8	521A	Ethulkotte West	5.3	479E	Batapotha
2.9	521	Ethulkotte	6	<b>Dehiwala DSD</b>	
2.10	522A	Pitakotte East	6.1	537A	Dutugemunu
2.11	522B	Pitakotte	6.2	537B	Kohuwala
2.12	522	Pitakotte West			
2.13	520B	Nawala East			
2.14	519B	Nugegoda West			
2.15	519A	Pagoda			
2.16	519	Nugegoda			
2.17	519C	Pagoda East			
2.18	526	Gangodavila North			
2.19	526A	Gangodavila South			
2.20	526C	Gangodavila East			

Note: S/No 1-3 are referring "PROJECT PROPOSAL FOR SRI JAYAWARDENEPURA KOTTE WASTEWATER DISPOSAL SYSTEM"  
 Source: JET based on data of Department of Census and Statistics

### 3.1.4 計画汚水量

セクション 1 APPENDIX 12 と同様の方法で、地域毎の人口増加率、目標年次の将来人口を算出した。その値を基に、下水道整備計画区域に該当する地域の人口を求め、表 3.1-6 に示す計画汚水量を算定した。計算結果の詳細を APPENDIX 1 に示す。

表 3.1-6 計画汚水量

M/P Area (ha)	Item	2046	Remarks	
3500	a Population	198,000		
	b Water Consumption (l/d/cap)	120		
	c Sewage Ratio (%)	80		
	d Domestic Flow (m <sup>3</sup> /d)	19,008	$d = a \times b \times c$	
	e Non-Domestic Flow (m <sup>3</sup> /d)	6,653	$e = d \times 35\%$	
	f Point Source (m <sup>3</sup> /d)			
	g Infiltration (m <sup>3</sup> /d)	5,132	$g = (d + e + f) \times 20\%$	
	h Daily Average Flow (m <sup>3</sup> /d)	30,793	$h = d + e + f + g$	
	i Daily Maximum Flow (m <sup>3</sup> /d)	34,642	$i = (d + e + f) \times 1.15 + g$	For STP design
	j Hourly Maximum Flow (m <sup>3</sup> /d)	46,190	$j = (d + e + f) \times 1.6 + g$	For PS design
k Peak Flow (m <sup>3</sup> /d)	82,115	$k = (d + e + f) \times 3.0 + g$	For Sewer design	

Source: JET

### 3.1.5 設計汚水水質

設計汚水水質は、水質分析及び NWSDB との打合せの結果、表 3.1-7 とした。設計汚水水質の詳細を APPENDIX 2 に示す。

表 3.1-7 設計汚水水質

	Influent Wastewater
	Design
BOD <sub>5</sub>	240
COD	600
TSS	160
T-N	45
T-PTotal Phosphorus (T-P: 全りん)	6

Unit: mg/L

Source: JET

## 第4章 下水道の基本計画と設計

### 4.1 下水道整備計画

スリジャヤワルダナプラコッテ MC の下水道整備計画を図 4.1-1 に示す。APPENDIX 3 に拡大図、流量計算書、縦断図を添付する。



Source: JET

図 4.1-1 スリジャヤワルダナプラコッテ下水道整備計画図

### 4.2 下水収集設備

本 M/P では、下水処理場と主要なポンプ施設の縦断に影響を及ぼす下水道幹線を設計した。M/P 区域全体で必要となる支線は類似案件を参考にし、延長のみ概算で算出した。家屋への取付け管に関しては、将来人口から概算で算出した。

#### 4.2.1 下水道管渠

主要な管渠一覧を表 4.2-1 に示す。



表 4.2-1 主要な管渠一覧

Item	Diameter	Material	Length	Remarks
Branch Sewer	225mm	HDPE Pipe	508,800m	Including Force Main
	Sub-Total (Branch Sewer)		508,800m	
Trunk Sewer	315mm	HDPE Pipe	680m	
	355mm	HDPE Pipe	70m	
	400mm	GRP Pipe	4,330m	Pipe Jacking (90m)
	500mm	GRP Pipe	2,360m	Pipe Jacking (140m)
	600mm	GRP Pipe	2,590m	Pipe Jacking (300m)
	700mm	GRP Pipe	1,720m	Pipe Jacking (1,140m)
	800mm	GRP Pipe	4,110m	Pipe Jacking (2,560m)
	900mm	GRP Pipe	2,240m	Pipe Jacking (380m)
	1200mm	GRP Pipe	2,080m	Pipe Jacking (160m)
	1400mm	GRP Pipe	250m	Pipe Jacking (250m)
	1600mm	GRP Pipe	2800m	Pipe Jacking (880m)
	110mm	HDPE Pipe	410m	Force Main
	180mm	HDPE Pipe	790m	Force Main, Pipe Jacking (70m)
	225mm	HDPE Pipe	1,110m	Force Main
	250mm	HDPE Pipe	310m	Force Main, Pipe Jacking (130m)
	315mm	HDPE Pipe	1,110m	Force Main
	355mm	HDPE Pipe	50m	Force Main, Pipe Jacking (50m)
	400mm	HDPE Pipe	2,310m	Force Main, Pipe Jacking (150m)
	Sub-Total (Trunk Sewer)		29,340m	Sub-Total (Pipe Jacking) 6,280m
	Total	Branch Sewer + Trunk Sewer		538,140m
Crossing: Railway Crossing (1 location), River Crossing (9 locations)				

\*Pipe Jacking of HDPE Pipe & GRP Pipe is installed by the slipling method.

Source: JET

#### 4.2.2 ポンプ施設

主要なポンプ施設を表 4.2-2 に示す。

表 4.2-2 主要なポンプ施設

Item No.	Design Flow	Total Pump Head	Unit	Remarks
MPS-01	Approximately 2.5 m <sup>3</sup> /min	40 m	2+(1)	To require the land about 0.1 ha for MPS
MPS-02	Approximately 3.7 m <sup>3</sup> /min	45 m	2+(1)	To require the land about 0.1 ha for MPS
MPS-03	Approximately 16.7 m <sup>3</sup> /min	15 m	2+(1)	To require the land about 0.1 ha for MPS
MPS-04	Approximately 1.8 m <sup>3</sup> /min	30 m	2+(1)	To require the land about 0.08 ha for MPS
MPS-05	Approximately 17.3 m <sup>3</sup> /min	15 m	3+(1)	To require the land about 0.1 ha for MPS
MTPS-01	Approximately 2.6 m <sup>3</sup> /min	30 m	1+(1)	
MTPS-02	Approximately 3.2 m <sup>3</sup> /min	10 m	1+(1)	
MTPS-03	Approximately 0.3 m <sup>3</sup> /min	35 m	1+(1)	
MTPS-04	Approximately 1.5 m <sup>3</sup> /min	25 m	1+(1)	

Notes: MPS: Major Pumping Station MTPS: Manhole Type Pumping Station (1): One pump unit for stand-by

Source: JET

### 4.2.3 取付け管

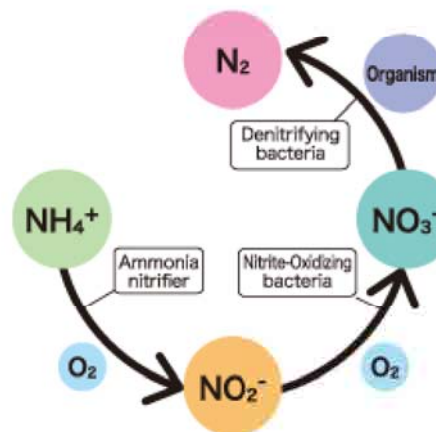
目標年次の2046年には約49,500世帯があると試算される。これは2046年次の人口が約198,000人、政府統計局が発行した“Household Income and Expenditure Survey 2012/13”が示す一世帯の平均家族数が4人であることを参考に算出した。

## 4.3 下水処理施設

### 4.3.1 処理法

#### (1) 許容放流基準への適合

下水処理施設の処理水は、許容放流基準に適合しなければならない。許容放流基準は現在改正中であり、まだ官報告示はなされていないが、すでに改正案は公表されている。スリジャヤワルダナプラコッテ MC 下水道計画の目標年次は2046年であるので、放流水質は当然改正案に適合する必要がある。許容放流基準の改正案を **APPENDIX 4** に示す。有機物に関しては改正案は大きくは変わっていない。重金属に関する許容放流基準は厳しくなる。下水処理に大きく影響しそうな新規導入項目は、硝酸性窒素が10mg/L (NO<sub>3</sub>-Nとして) 以下という基準である。



Source: <http://www.zeolite-anammox.com/#faq/c12z9>

図 4.3-1 窒素の挙動

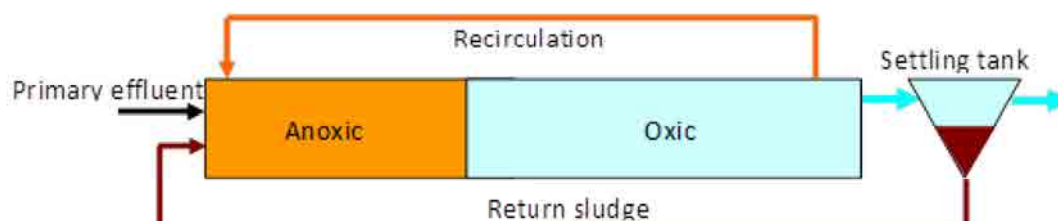
図 4.3-1 は生物学的排水処理における窒素の挙動を示したものである。アンモニア性窒素と有機態窒素の一部は、硝化反応において、まずアンモニア酸化細菌 (AOB) により亜硝酸に酸化され、さらに亜硝酸酸化細菌 (NOB) によって酸化されて、最終的に硝酸となる。生成した硝酸性窒素は、その許容放流基準が10mg/L以下であるので、これに適合するために脱窒により削減する必要がある。硝化反応は、通常、長い Solids Retention Time (SRT: 固形物滞留時間) 条件下で運転される小規模な下水処理施設においては自然に進行する。これに加えて、スリランカの高い排水水温は硝化の進行を助長する。このため、硝化の抑制は容易ではなく、現実的な選択肢とは考えられない。これらを考慮すると、下水処理プロセスには脱窒工程が必要である。脱窒工程は、活性汚泥法には比較的容易に組み込めるが、生物膜法や安定化池に組み込むのは難しい。

#### (2) 適用可能な処理プロセス

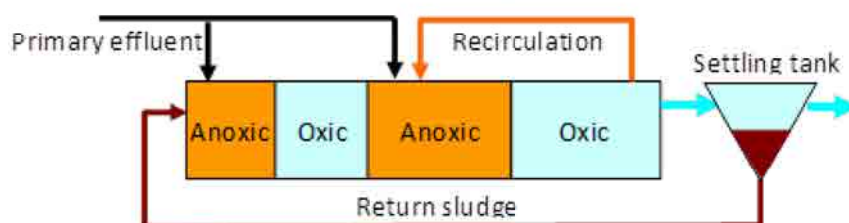
スリジャヤワルダナプラコッテの下水道計画では、日最大汚水量が35,000m<sup>3</sup>/日であり、これは中規模の下水道である。このため、小規模な下水処理施設で広く用いられているオキシデーシ

ヨンディッチプロセスはスリジャヤワルダナプラコッテの下水道には不向きである。脱窒による窒素除去が必要であることを考慮すると、処理プロセスは生物学的栄養塩類除去（BNR）プロセスである必要がある。生物学的栄養塩類除去プロセスには様々なものがある。図 4.3-2 に広く用いられている基本的な BNR プロセスをいくつか示す。

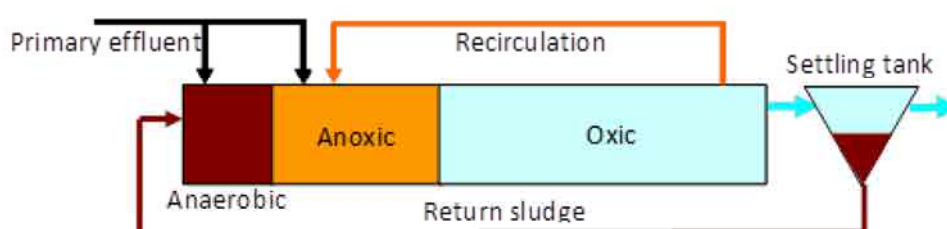
**MLE (Modified Ludzack-Ettinger) process : N removal**



**Multi stage step-feed BNR process (Two-stage) : N removal**



**A<sub>2</sub>O (Anaerobic-Anoxic-Oxic) process : N, P removal**



Source: JET

図 4.3-2 BNR プロセスの例

これらのプロセスは、基本的に無酸素槽と好気槽の組み合わせである。これに嫌気槽が付加される場合には、プロセスにおいて生物学的リン除去が生じる。これらの他にも様々な BNR プロセスがある。例えば、硝化槽に生物膜担体を入れた BNR プロセスが最近日本で普及している。反応槽中の硝化細菌が生物膜担体の導入により増加するので、硝化槽の滞留時間を短縮することができる。

**4.3.2 下水処理場用地**

下水処理場用地として、スリジャヤワルダナプラコッテ市内バタラムラのコスワッテの用地が指定された。（図 4.3-3）この用地は不規則な形状であり、総面積は約 5ha であるが、場内に 33,000Volt の高圧線が通っているため、スリランカ電力庁(CEB: Ceylon Electricity Board)に確認したところ高圧



線から 2m 以内には建築物は許可されていない。また、2m しか離隔が確保できない場合、高压線側に窓も建設することもできない。このため、下水処理設備の維持管理のためのトラックの移動を考慮すると高压線から 10m 以上は施設を離して建設する必要がある。よって、使用可能な用地は南西部の 2ha (5 エーカー) のみに限定される。さらに、敷地の中央に小水路が流れている。この用地は、大雨の場合には遊水地としての機能が期待されている。このため、敷地の北の部分には盛土はできず、ステージ構造としなければならない (図 4.3-4)。図 4.3-5~図 4.3-8 に処理場用地とその下流のボートコースの写真を示す。



Source:JET

図 4.3-3 処理場用地



Note The STP design is previous one.

Source: Sri Lanka Land Reclamation and Development Corporation (SLLRDC)

図 4.3-4 処理場整備案



図 4.3-6 処理場用地（西側部分）

図 4.3-5 処理場用地（東側部分）



図 4.3-8 処理場用地（南側部分）

図 4.3-7 下流のポートコース

### 4.3.3 下水処理プロセス

#### (1) 必要処理レベル

想定流入水質と目標放流水質を表 4.3-1 に示す。流入水質は、モラトゥワ／ラトマラナ処理場、ジャエラ／エカラ処理場及びコロombo市近郊のいくつかの下水処理場における測定結果に基づき、NWSDB との協議により決定した。設計目標放流水質のうち、いくつかは許容放流水質よりも厳しい数値となっている。これは、放流地点下流に位置するポートコース及び水路の水質悪化を防止するためである。これらの設計目標放流水質は、CEA による審査の結果、変更される可能性がある。

表 4.3-1 流入水質及び放流水質

Inflow		Effluent	
		Tolerance limit	Design target value
BOD <sub>5</sub>	240	30	15
COD	600	250	75
TSS	160	50	15
T-N	45	-	-
TKN	-	150	2.5
NH <sub>4</sub> -N	-	50	2.5
NO <sub>3</sub> -N	-	10	10
T-P	6	-	3
Soluble-P	-	5	2

(mg/L)

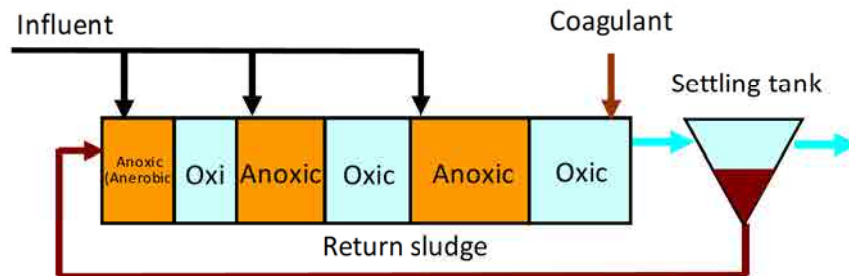
Source:JET

## (2) 処理プロセス

適用される生物学的栄養塩除去プロセス (BNR) は下記の条件を満たす必要がある。

- 1) 放流水質が設計目標放流水質を満たすこと。
- 2) 全施設が所与の用地に収まること。
- 3) 維持管理コストが低減されること。

これらの条件を考慮すると、ステップ流入式多段硝化脱窒法 (三段ステップ流入生物学的栄養塩除去プロセス) が最適な処理プロセスであると考えられる。図 4.3-9 に、三段ステップ流入生物学的栄養塩除去プロセスの処理フローを示す。



Source: JET

図 4.3-9 ステップ流入式多段硝化脱窒法 (三段ステップ流入生物学的栄養塩除去プロセス)

本プロセスにおいては、無酸素槽と硝化槽を組み合わせた段が、第一段から第三段まで流下方向に並んでいる。流入水は等量が各段の脱窒槽に供給される。各槽の容量は、各段の生物量が等しくなるように設定される。

このようなプロセスの構成により、下記のような利点を得られる。

- 1) 小さい循環比 (0.5Q) で高い窒素除去率 (約 80%) が達成できる。
- 2) 返送汚泥による循環のみで十分であるので、各段における内部循環は必要ない。
- 3) 生物反応槽の水理的滞留時間(HRT)は 10 時間以下 (反応槽内における活性汚泥と汚水との接触時間が 10 時間以下ということ) であり、反応槽の大きさを小さくできるため、施設を用地内に十分配置できる。



### (3) 施設配置

図 4.3-10 に三段ステップ流入生物学的栄養塩除去プロセスの暫定的な概略配置図を示す。



Source: JET

図 4.3-10 処理施設の暫定配置図

### (4) 主な単位プロセス

#### 1) スクリーンと沈砂池

流入下水はまずスクリーン・沈砂池を通過し、ここで流入下水中の砂と粗大夾雑物が除去される。この工程は機械設備を保護するために重要である。下水処理場は下水管網の普及していない地域から発生する腐敗槽汚泥をかなり長期間に亘って受け入れる。腐敗槽汚泥は、設備保護のため、生物処理施設に流入する前に専用受入スクリーン設備により粗大夾雑物を注意深く除去しなければならない。本施設は最初沈殿池を設置しないので、受入れ可能な腐敗槽汚泥量は、最大で流入水量の 0.5% とすべきである。

#### 2) 最初沈殿池

本施設では、用地面積に制限があるため、最初沈殿池は設置しない。

#### 3) 反応槽

最初沈殿池流出水はプロセスの中心である反応槽に流入する。反応槽の全 HRT は 9.5 時間と想定している。流入水は三等分され、各脱窒槽に流入する。好気槽では、有機物の好氣的分解と硝化が生じる。硝酸性窒素を含む混合液は、返送汚泥により第一段の無酸素槽に返送される。各無酸素槽では脱窒反応が生じ、硝酸性窒素は  $N_2$  ガスに還元される。無酸素槽において脱窒に必要な有機物は流入水により供給される。

第一段の無酸素槽には、嫌気部分が組み込まれる。嫌気条件を導入することで、リンは活性汚泥から放出される。放出されたリン酸は好気槽で活性汚泥に再度吸収され、リンはある程度生物学的に除去される。目標放流リン濃度を満足するため、バックアップ設備として第三段好気槽末端に同時凝集設備を設置する。凝集剤は、第三段好気槽末端で活性汚泥に直接、滴下される。混合・凝集反応は好気槽内で生じ、また、固液分離は最終沈殿池で行われるため、凝集剤タンクと滴下設備のみが追加が必要となる。図 4.3-11 に同時凝集法の原理を示す。

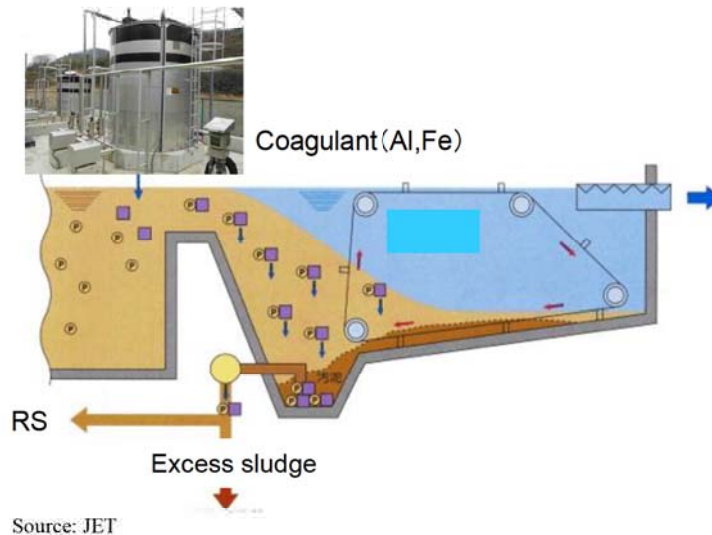


図 4.3-11 同時凝集法の原理

#### 4) 最終沈殿池

混合液は沈殿池で 3.4 時間滞留し固液分離される。水面積負荷は  $25\text{m}^3/\text{m}^2/\text{日}$  である。上澄水は沈殿池の越流堰から流出する。沈殿した固形物は汚泥収集ピットに集められ、第一段の無酸素槽に返送される。

#### 5) 消毒

処理水は放流前に病原菌による衛生リスク低減のため消毒される。消毒槽では通常、次亜塩素酸ナトリウム ( $\text{NaOCl}$ ) が処理水に添加される。放流水域の漁業等の水利用上の理由から塩素消毒を避けなければならない場合には、UV 照射が適用される。

#### 6) その他

用地面積の制約から、管理棟は水処理施設上部に配置するか、あるいは汚泥処理棟と合棟とする。

### 4.3.4 臭気対策

臭気発生源としては下記が考えられる。

- 沈砂池
- 最初沈殿池
- 反応槽
- 汚泥処理プロセス

これらの内では、沈砂池、最初沈殿池、汚泥処理プロセスが主な臭気源である。反応槽からの臭気は、通常さほど強くない。脱臭設備の必要性は下水処理場の周辺環境によって決まる。脱臭プロセスとしては、下記のようなものがある。

- 活性炭吸着
- 生物脱臭+活性炭吸着
- 臭気の反応槽への送気
- 土壌脱臭

土壌脱臭は簡単な方法であるが、脱臭能力の保持のためには定期的な土壌の切返しが必要である。もし、強力な脱臭が必要な場合には活性炭が必要である。

#### 4.3.5 汚泥処理処分

##### (1) 生成汚泥の性状

スリジャヤワルダナプラコッテ処理場の三段ステップ流入生物学的栄養塩除去プロセスからは、最初沈殿池が無い場合余剰汚泥のみが発生する。余剰汚泥発生量は含水率 80%の脱水汚泥として 34t/日と見積もられており、これは 6.9DS<sub>t</sub>/日に相当する。余剰汚泥は主な構成成分がバイオマスであるため、タンパク質の含有量が多い。生物学的栄養塩除去プロセスからの余剰汚泥は、プロセスの SRT が長いため、好氣的に安定化されている。従って、臭気発生は最初沈殿池汚泥よりは通常かなり少ない。もし、余剰汚泥が貯留槽中で嫌気状態になると、リンが余剰汚泥から液中に放出され、汚泥処理返流水として水処理プロセスに返送される。汚泥処理返流水によるリン負荷増加を防止するため、迅速な処理が望ましい。

##### (2) 汚泥処理

###### 1) 濃縮

濃縮工程は、脱水工程に供給される汚泥量を低減するために重要な工程である。余剰汚泥は重力のみでは十分な濃縮ができないため、機械濃縮が効率的かつ迅速である。余剰汚泥の機械濃縮法としては、常圧浮上濃縮、遠心濃縮、重力ベルト濃縮、スクリュープレス濃縮が多く用いられており、これらを F/S で検討する。

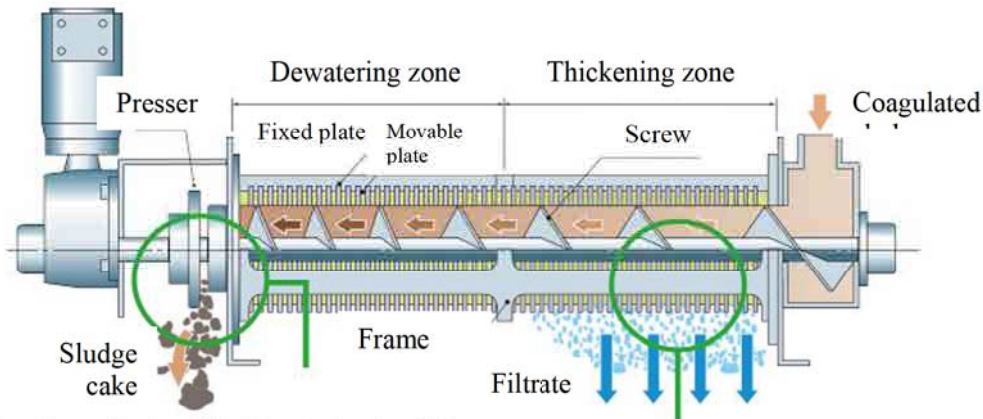
###### 2) 嫌気性消化

本施設からは余剰汚泥のみが発生するが、余剰汚泥は嫌気性消化には適さないため、嫌気性消化は汚泥処理プロセスとしては考慮しない。

###### 3) 脱水

脱水機としては、ベルトプレス脱水機、スクリュープレス脱水機、遠心脱水機が一般的に用いられている。最近では、(1) スクリュープレス脱水機は脱水機本体、凝集設備、制御盤等がパッケージユニットとして供給されるので、コンパクトに設置できる、(2) 運転は容易で無人運転も可能である、(3) 余剰汚泥の濃縮無しでの直接脱水も可能、といった理由で、スクリュープレス脱水機が広まっている (図 4.3-12)。



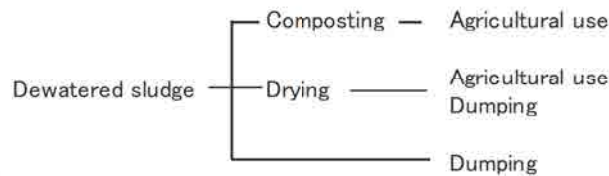


Source: Japan Sewage Treatment Plant Constructors Association

図 4.3-12 圧入型スクリーブレス脱水機の構造

### (3) 汚泥処分

スリジャヤワルダナプラコッテ処理場の場合、日最大汚水量 35,000m<sup>3</sup>/日に対する汚泥発生量は、含水率 80%として 34t/日と計算される。水処理プロセスから発生する余剰汚泥の最終処分には、図 4.3-13 に示すようにいくつかの選択肢がある。



Source: JET

図 4.3-13 汚泥処分方法

下水汚泥は植物の必須栄養素である窒素とリンを含んでいる。このため、脱水汚泥はコンポストあるいは乾燥汚泥として農業利用することが理想的である。汚泥のコンポスト化の場合、含水率や C/N 比を調整するための前調整として、通常、何らかの有機物が添加される。有機物は、コンポスト化過程で分解・安定化される。

コンポスト化過程では発酵温度は 65°C以上まで上昇するので、病原菌は不活化される。十分、熟成した汚泥コンポストは不快臭はしない。汚泥コンポストは、栄養循環と衛生面の視点から乾燥や埋め立てよりも利点がある。汚泥コンポストは窒素分を多く含有するため、肥料としての農業利用に適している。しかしながら、これを実現するためには、特に重金属に関する厳しい製品品質管理とユーザの啓蒙活動が不可欠である。

コンポスト化プロセスには様々な種類がある。最も簡単なものは堆積型コンポスト設備である。図 4.3-14 に堆積型コンポスト設備を示す。脱水汚泥はおがくず、もみ殻、稲わら、樹皮、汚泥コンポスト等を添加して含水率を約 60%に調整した後、平らなコンクリート床上に積み上げられる。空気は通気管やショベルトラクタによる切り返しによって供給される。通常、一次発酵が終了するまで 10~14 日かかる。その後、汚泥は 1~3 ヶ月間熟成される。

下水汚泥は牛糞のような他の有機廃棄物と混合してコンポスト化することによって、コンポスト化製品の価値を高めることができる。下水汚泥コンポストは窒素とリンは含有しているが、カリウムは少量しか含まれない。牛糞との混合コンポストによって下水汚泥コンポストにカリウムを補給することができる。

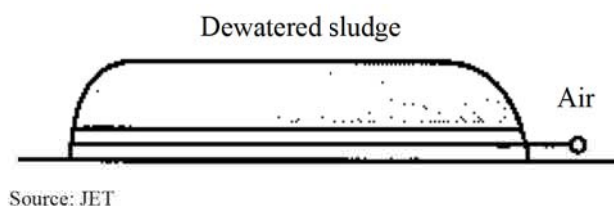


図 4.3-14 堆積型コンポスト装置

もし、下水汚泥コンポストを受け入れる農業活動が無い場合、埋め立てが最終的な選択となる。埋め立て処分場によっては、脱水汚泥受入に例えば 60%以下と言った含水率の制限を設けている。このような場合、脱水汚泥の含水率は通常 80%程度であるため、直接受入はできない。このため、乾燥によって脱水汚泥の含水率を低減する必要がある。

## 4.4 オンサイト施設と腐敗槽汚泥管理

### 4.4.1 オンサイト施設

スリジャヤワルダナプラコッテは全地域が下水道処理区域として提案しているが、すべての家が下水管へ接続するには時間がかかるため、腐敗槽はある地域ではオンサイト衛生施設の改善策となる。このため、腐敗槽の設計、建設および維持管理は、適切な機能を維持するため Sri Lanka Standard (SLS : スリランカ基準) 745 パート 2 : 2009 に従い行うべきである。

### 4.4.2 腐敗槽の構造

腐敗槽の機能は、汚水の固形物と浮遊性物質を分離し、滞留させることにより部分的な消化を促進させ汚濁負荷を低減することである。このため、腐敗槽の容量はこれらの機能が十分果たせるよう考慮する。

一般的な腐敗槽図面を APPENDIX 5 に示す。構造は防水性で十分な強度を持ち、外部の土圧と内部の水圧に耐える必要があり、道路下や駐車場の下に設置される場合、妥当な車重に耐えるように設計する。

### 4.4.3 腐敗槽の維持管理

定期的な維持管理は、機能を良好に持続するために重要であり、使用者と所有者に対し以下の項目について十分な注意喚起が必要である。

(i) 汚泥引抜き

腐敗槽は、定期的に汚泥引抜きが必要である。一般的には汚泥やスカムで一杯になった時に 100mm から 150mm の汚泥を次の運転時の「種汚泥」として利用するため、1/3～半分ぐらいの汚泥を残し汚泥を引抜く。種汚泥の保持のため完全に引抜いてはならない。そして、引抜かれた汚泥は建設される下水処理場で処理処分を行う。

(ii) 開閉カバー

開閉カバーはし尿以外の一般ごみなどの侵入や転落を防ぐため、常に密封し、破損した場合は

すぐに修理・交換する。

(iii) 蚊

蚊の発生を防ぐため、カバーし常に密閉するように注意する。通気パイプには蚊防護ネットを設置し定期的に確認し必要に応じて交換する。

(iv) 閉塞

一般的な閉塞の原因は、腐敗槽の流入口が固形物で詰まることであるため、開閉カバーなどから適度な柔らかさを持った長い棒で取り除き、閉塞が起きないように管理する。





## 第5章 プロジェクト実施のための組織制度改革

下水道事業を計画、設計、建設、O&M の各段階で適切に実施するためには、NWSDB、関係する Regional Support Center (RSC：地域サポートセンター)、そして MC 等がそれぞれの分担する業務を十分に実施する能力が必要である。

### 5.1 下水道事業の実施体制

#### 5.1.1 スリランカにおける実施体制の事例

下水道事業の実施体制はいくつかの方法が用いられている。表 5.1-1 はスリランカで下水道事業を実施中、または実施予定の 6 都市における水道及び下水道事業の実施体制を示した。

表 5.1-1 6 都市における水道、下水道事業の実施体制

Area	Water works			Sewerage works			
	Ownership	Management	O&M	Ownership	Management	O&M	
						STP	Pipe
CMC	N	N	N	MC	MC	---	MC
Kandy	MC	MC	MC	MC	MC (unfixed)	N (unfixed)	MC (unfixed)
Ratmalana-Moratuwa	N	N	N	N	N	N	N
Jaala-Ekala	N	N	N	N	N	N	N
Hikkaduwa	N	N	N	N	N	N	N
Kataragama	N	N	N	N	N	N	N

Note: N; NWSDB  
 Source: JET

コロンボ MC では表のとおり、水道事業は NWSDB が運営しているが、下水道事業は MC が事業主であり、ポンプ場や管路網の O&M は MC が実施している。

キャンディ MC の場合、水道事業の事業主は MC であり、下水道事業についても MC が事業主になる予定である。そして、管路網の維持管理は MC が実施するが、下水処理場の O&M は NWSDB に委託して実施する予定となっている。

それ以外の MC、(モラトゥワ/ラトマラナ、ジャエラ/エカラ、ヒッカドゥワ、カタラガマ) では、下水道事業は水道事業と一緒に NWSDB が運営し、O&M も実施している。

そのため、先ず事業の運営と O&M をどのような体制で実施するかを決める必要がある。

#### 5.1.2 スリジャヤワルダナプラコッテ MC における公共事業の実施状況

スリジャヤワルダナプラコッテ MC では下水道事業は未だ実施されていない。表 5.1-2 には MC における 5 つの公共事業、即ち、水道、廃棄物、オンサイト施設管理、道路建設/管理、雨水排除の実施状況を示した。

表 5.1-2 スリジャヤワルダナプラコッテ MC における公共事業の実施状況

Water works	Responsible organization		NWSDB, Western Central
	Water supply schemes		9
	Blanch offices		21
	Planning & Designing		Engineer 3, Technical 2, Others 7
	WTP	Full scale	1
		Partial scale	1
		Out-sourcing	no
	Laboratory		0
		Out-sourcing	-
	Transmission and Distribution		Engineer 47, Technical 175, Others 1,219
Meter reading		198	
Charge Collection		Area engineer 9, Senior commercial 10, Others 38	
		Out-sourcing no	
Solid waste management	Responsible organization		MC (Public health department)
	Works		Collection, transportation and disposal
	Type of tasks	Planning & Designing	Implementing (Public Health department)
		Construction	Implementing (Engineering department)
		O&M	Implementing (Public Health department)
	Financing sources		MC budget, Service charge
	Service charge		
	Dumping site	Location	Karadiyana (by solid waste management authority of province)
		Capacity	
	Collection	Method	by vehicles
		Vehicles	Compactor 8, Tractor 2, Cart 14,
	Staff	PHI	1
		Supervisor	-
Labors		-	
Out-sourcing		no	
On-site sanitation	Responsible organization		No responsibility on MC, All the responsibility on house-owners
	Type of tasks	Planning & Designing	-
		Construction	-
		O&M	-
	No. of septic tanks	At present	-
		Future	-
	Financing sources		-
	Services	Installation	-
		Approval	-
		Supervisor	-
	Sludge removal	Frequency	-
		Procedure	-
		Sludge disposal site	-
	Service charge	Installation	-
		Sludge disposal	-
	Staff	Supervisor	-
		PHI	-
Upper level labor		-	
Labors		-	
Out-sourcing		-	
Road construction and maintenance works	Responsible organization		MC (Engineering department)
	Works		MC road networks
	Type of tasks	Planning & Designing	Implementing
		Construction	Implementing
		O&M	Implementing
	Financing sources		MC budget, Government subsidy
	Staff	Engineer	2
		Technical officer	8
		Others	8 (work supervisor)
	Out-sourcing	Details	Laying of as con concrete
Type of contract		Tender called contracts	
Storm water management	Responsible organization		No responsibility on MC nor NWSDB
	Works		-
	Type of tasks	Planning & Designing	-
		Construction	-
		O&M	-
	Existing drainage system		-
	Financing sources		-
	Staff	Engineer	-
Technical officer		-	
Others		-	
Out-sourcing		-	

Source: MC

表のとおり、水道事業は NWSDB が事業を運営している。実際のところ、NWSDB の RSC（西部中央）が 9 か所の事業のうちの一つとして実施している。廃棄物と道路建設/管理については MC が計画段階から O&M 段階まで、概ね民間委託なしに独自に実施しており、財源としては MC の予算や国の補助金で賄っている。しかし、オンサイト施設管理については土地、家屋の所有者が設置から維持管理までを管理しており、MC は関与していない。



### 5.1.3 実施体制のオプション

上述のようなスリジャヤワルダナプラコッテ MC における公共事業の実施状況中で、下水道事業の実施体制として表 5.1-3 の5つのオプションがある。

表 5.1-3 下水道事業実施体制のオプション

Activity	Option 1	Option 2	Option 3	Option 4	Option 5
Request of sewerage works	NWSDB	NWSDB	LA	LA	LA
Approval of sewerage works	MWSD	MWSD	MWSD ⇄ MLGPC	MWSD ⇄ MLGPC	MWSD ⇄ MLGPC
Budget Preparation	MWSD ⇄ NWSDB	MWSD ⇄ NWSDB	MLGPC ⇄ LA	MLGPC ⇄ LA	MLGPC ⇄ LA
Project Planning	NWSDB assisted by LA	NWSDB assisted by LA	NWSDB assisted by LA	NWSDB assisted by LA	NWSDB assisted by LA
Planning & Designing	NWSDB & C/C	NWSDB & C/C	NWSDB & C/C	NWSDB & C/C	NWSDB & C/C
Construction	P/C	P/C	P/C	P/C	P/C
Construction Supervision	NWSDB & C/C	NWSDB & C/C	NWSDB & C/C	NWSDB & C/C	NWSDB & C/C
Ownership of facilities	NWSDB	NWSDB	LA	LA	LA
O&M	NWSDB	P/O supervised by NWSDB	NWSDB	P/O supervised by LA	LA
Loan Settlement	MWSD ⇄ NWSDB	MWSD ⇄ NWSDB	MLGPC ⇄ LA	MLGPC ⇄ LA	MLGPC ⇄ LA

Notations : 1. LA- Local Authority (Municipal Council, Urban Council (UC : 群評議会) , Pradeshiya Sabha)  
 2. NWSDB- National Water Supply & Drainage Board  
 3. MWSD- Ministry of Water Supply & Drainage  
 4. MLGPC- Ministry of Local Government & Provincial Councils  
 5. C/C- Appointed Consultants/Contractor  
 6. P/C- Private Contractor  
 7. P/O- Private Operator

Source: JET

オプション-1 と 2 では下水道事業は NWSDB が運営を行う。違いは O&M を民間委託するかどうかである。オプション-3 から 5 は MC が下水道の事業主となる選択肢である。オプション-3 では Sewage Treatment Plant (STP : 下水処理施設) の O&M を NWSDB に委託、オプション-4 では民間に委託する、そして、オプション-5 はすべてを MC が独自に実施する。すべてのオプションで計画、設計、建設段階は十分な経験を有する NWSDB が実施する。

### 5.1.4 最適な下水道事業の実施体制

スリジャヤワルダナプラコッテ MC の場合は水道事業を NWSDB が実施しているため、以下の理由で下水道事業も NWSDB が実施するのがよい。

1. 下水道料金を低く設定できる。  
 水道事業と下水道事業を一体的に実施することにより、例えば経理や人事、顧客サービス、料金徴収などの業務を共通化できるため、下水道料金を低く設定できる。
2. NWSDB の人材を活用することができる。  
 スリジャヤワルダナプラコッテ MC の水道事業を実施する RSC (西部中央) や大コロombo 圏で既に下水道を運営している大コロombo 圏下水 Assistant General Manager (AGM : 部長補佐)

(Greater Colombo Sewerage (GCS : 大コロンボ圏下水)) の下に組織された大コロンボ圏下水事務所には多くの技術者や熟練職員がいるため、下水道事業の円滑な立上げのためには一部の職員をスリジャヤワルダナプラコッテ MC の下水道事業に配置することが有効である。一方、MC が水道事業を実施せず、下水道事業のみを実施する場合には、必要な技術者、作業員を全て雇用し、一からトレーニングする必要がある、効率的でない。

そのため、オプション-1 と 2 が最適な下水道事業実施体制となる。

## 5.2 実施体制確立のための組織作り

スリジャヤワルダナプラコッテ MC における下水道事業実施に向けた組織作りを検討するにあたっては、NWSDB、RSC (西部中央)、MC の分担する業務内容を先ず明確にする必要がある。

表 5.2-1 は当 MC で最適なオプションである 1 と 2 において、計画段階から O&M 段階までの各機関の役割分担を示した。

表 5.2-1 下水道事業の各段階における各機関の役割分担

Option-1		Stage of sewerage works			
		Planning	Designing	Construction	O&M
NWSDB	Tasks	Supervision Decision of STP site and others	Supervision	Supervision	O&M of sewerage works Consideration of out-sourcing
	Staff	* Technical Team	* PD under DGM * Staff in PMU	⇒	⇒
RSC	Tasks		Supporting project activities	⇒	Supporting O&M of sewerage system Public awareness Promotion of house connection
	Staff		* Manager in sewerage works	⇒	* Staff in STP * Staff for sewer networks
MC	Tasks	Cooperation for planning works	Cooperation for land acquisition	Cooperation for STP and sewer networks construction	Monitoring of effluent Public awareness Promotion of house connection
	Staff	* Staff for tasks above	⇒	⇒	⇒

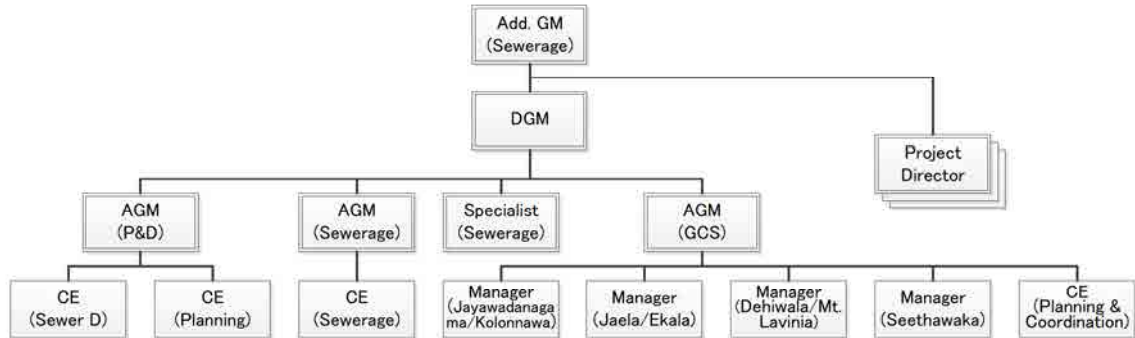
Option-2		Stage of sewerage works			
		Planning	Designing	Construction	O&M
NWSDB	Tasks	Supervision Decision of STP site and others	Supervision	Supervision	Supervision
	Staff	* Technical Team	* PD under DGM * Staff in PMU	⇒	⇒
RSC	Tasks		Supporting project activities	⇒	Supporting O&M of sewerage system Public awareness Promotion of house connection
	Staff		* Manager in sewerage works	⇒	* Supervisor of O&M of sewerage system
MC	Tasks	Cooperation for planning works	Cooperation for land acquisition	Cooperation for STP and sewer networks construction	Monitoring of effluent Public awareness Promotion of house connection
	Staff	* Staff for tasks above	⇒	⇒	⇒

Source: IFT



### 5.2.1 NWSDB 下水道部門の組織

現在の NWSDB 下水道部門の組織は図 5.2-1 のとおりであるが、今後大コロambo圏や地方に下水道プロジェクトが増加すると、計画・設計・建設のエンジニア業務の増加だけでなく、O&M 業務も増加する。

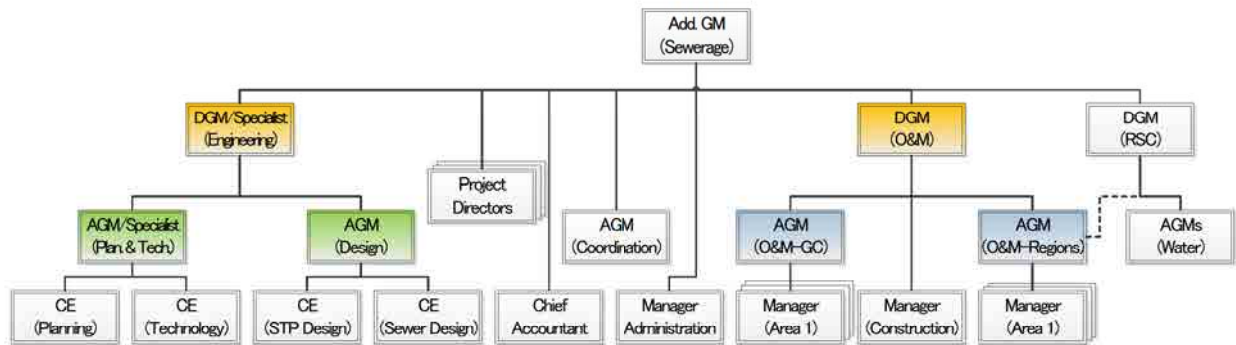


Source: JET

図 5.2-1 現在の NWSDB 下水道部門の組織図

そこで、図 5.2-2 に示したように、業務量の増大に対応した NWSDB 下水道部門の組織図案を提案した。

下水道担当の Deputy General Manager (DGM : 部長) の業務を 2 つに分けて、DGM/専門家 (エンジニアリング) と DGM (O&M) を設ける。現在は計画と設計は同じ AGM の下に業務を行っているが、AGM (計画・技術) と AGM (設計) に分ける。さらに、地方における下水道事業の増加に対応するため、AGM (O&M-大コロambo圏) に加えて、AGM (O&M-地方) を設置する。



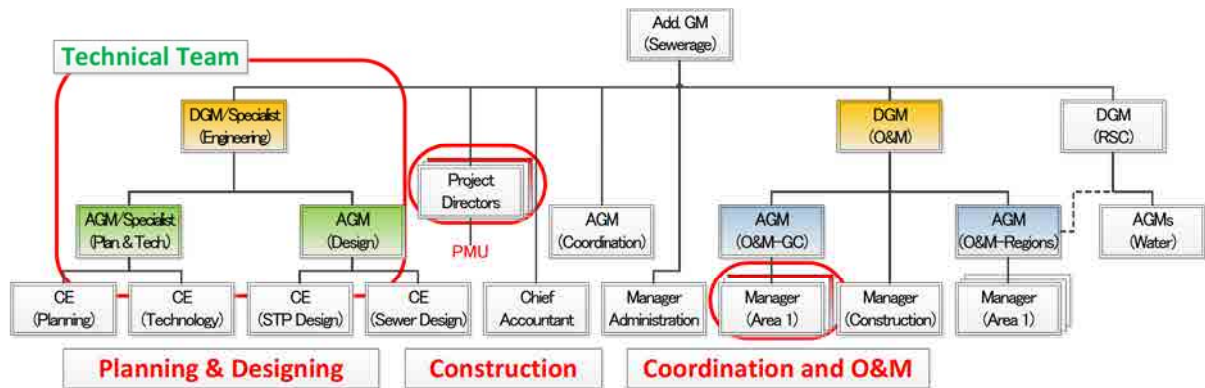
Source: JET

図 5.2-2 NWSDB 下水部門の組織図案

下水道プロジェクトが開始されると、図 5.2-3 に示したように、計画・設計段階では技術チームを結成して、コンサルタントと協働して計画・設計策定作業を行う。建設段階では Additional General Manager (Addl. GM : 局長) の下にプロジェクト・ディレクター (PD) を置き、その下に建設業務を管理監督するための Project Management Units (PMU : プロジェクト管理ユニット) を設置する。

また、AGM (O&M-大コロambo圏) の下にマネジャーを置きプロジェクトの調整を行い、O&M 段階ではマネジャーの下に実際に下水処理場と管路施設の O&M を実施する組織を設置する。





Source: JET

図 5.2-3 計画から O&M までの業務の実施担当部署

### 5.2.2 RSC (西部中央) の組織

スリジャヤワルダナプラコッテ MC 地域においては、下水道事業は顧客サービスを含めて AGM (O&M-大コロombo圏) が担当するため、RSC (西部中央) は直接には事業に関与しない。しかしながら、下水道料金は水道料金と一緒に RSC で徴収することになるため、料金計算等の業務増に対する組織強化が必要となる。

### 5.2.3 MC の組織

スリジャヤワルダナプラコッテ MC は事業の計画段階から建設段階まで、プロジェクトに必要な様々な業務、例えば、処理場用地取得や管路網の建設工事などについて支援を行う。O&M 段階では下水処理場放流水や周辺環境のモニタリングを通じて、事業主体が法令を遵守した事業を実施しているかどうか監視を行う。また、下水道普及活動、戸別接続の促進などについて NWSDB に協力する。これらの活動については MC の環境部局が担当するのが適切であり、人材の確保、育成が必要である。

## 5.3 事業実施に向けた各機関の能力強化

### 5.3.1 人材確保

#### (1) NWSDB

下水道プロジェクトの実施において、設計・建設段階では PD と PMU の組織を設置する必要がある。また、STP と管路施設の O&M 段階では AGM (O&M-大コロombo圏) の下にマネジャーを置き、その下に実際に O&M を行うためのエンジニア、テクニカルスタッフ、運転手、作業員を確保する必要がある。これらの人材の一部は、プロジェクトの円滑な推進のために、既存の下水道または水道のプロジェクトから回すのが適切である。

人材を回した後の不足に対しては新規の雇用を行うが、表 5.3-1 のとおり、スリランカでは全国に国立大学が 15 校あり、その多くで下水道事業実施に必要な土木、機械、電気、化学、衛生学科を有しているほか、単科大学と工業高校があり、多くの技術系の卒業生を輩出している。そのため、技術系の職員の確保は難しくないと考えられる。

表 5.3-1 国立大学、単科大学及び工業高校の学部

University	Civil Works	Electrical	Mechanical	Chemistry	Environment
Colombo				✓	
Peradeniya	✓	✓	✓	✓	
Sri Jayewardenepura				✓	
Kelaniya				✓	
Moratuwa	✓	✓	✓	✓	
Jaffna	✓	✓	✓	✓	
Ruhuna	✓	✓	✓	✓	✓
Open University	✓	✓	✓	✓	✓
Eastern				✓	
South Eastern	✓	✓	✓		
Rajarata				✓	✓
Sabaragamuwa					
Wayamba		✓			
Uva Wellassa					
Visual & Performing Arts					
Collage/High school	Civil Works	Electrical	Mechanical	Chemistry	Environment
Construction Industry Development Authority	✓	✓	✓		
Ceylon-German Technical Training Institute		✓	✓		
National Apprentice & Industrial Training Authority	✓	✓	✓		
National Vocational Training Authority	✓	✓	✓		
Industrial Technical Institute				✓	✓
National Building Research Organization	✓				✓
Institute of Chemistry				✓	✓

Source: JET

職員のモチベーションを高く維持するには、十分な待遇が必要である。表 5.3-2 に示したとおり、同業の民間企業と比較して NWSDB の給与は十分に高い。また、NWSDB は昇格についても適切な制度を有しているため、職員は高いモチベーションを維持できると考えられる。

表 5.3-2 NWSDB と同業民間企業での毎月の給料及び手当

Grade		Staff of NWSDB		Staff of a private sector	
		Salary (SLR)	Benefits (in SLR)	Salary (SLR)	Benefits in (SLR)
1	Engineer	125,000	39,500	105,000	21,000
2	Supervisor	75,000	30,500	37,500	6,000
3	Skilled Laborer	50,000	28,500	27,500	8,000
4	Un-skilled Laborer	40,000	28,000	19,000	5,000

Source: JET

(2) MC

一方、MC でも下水処理場やポンプ場の用地、管路網の建設工事などの業務について調整を行う人材が必要であり、また下水処理場の周辺環境や放流水のモニタリングや下水道普及啓発を実施する人材が必要となる。

### 5.3.2 人材育成

下水道は計画から設計、建設、O&M までの各段階で専門的な知識と経験が必要であり、下水道事業の円滑な推進のためには、関係する職員の能力向上が重要である。特に、O&M 段階では STP や管路施設に人材を新たに張り付けるが、多く職員が経験に乏しいため、机上の研修や OJT により、十分な能力向上を図る必要がある。

#### (1) NWSDB 研修センターにおける研修

NWSDB 研修センターの研修プログラムには現在のところ下水道技術に関するものが少ないが、今後の下水道事業の増加に伴い職員の増加が見込まれるため、研修プログラムを充実させる必要がある。表 5.3-3 は加えるべき研修項目を示した。

表 5.3-3 NWSDB 研修センターの研修プログラムに追加すべき項目

Category	Title of the Program
Planning	Planning of Sewage Works
	Principle of Asset Management
Designing	Designing of Sewer System
	Jacking Method
	Rehabilitation of Pipe Networks
	Designing of STP
	Mechanical System Design in STP
	Electrical System Design in STP
O&M	Maintenance of Sewer System
	Operation of STP
	Maintenance of Mechanical System in STP
	Maintenance of Electrical System in STP
	Water Quality Management
Commercial and Industrial Wastewater Management	
Safety Management	On-site Safety management
Risk Management	On-site Risk Management

Source: JET

研修センターにおける研修には NWSDB の職員だけでなく、関係する MC の職員や、業務を民間に委託する場合には民間企業の職員も受講できるようにするのが望ましい。

#### (2) オンザジョブトレーニング (OJT)

下水処理場、ポンプ場、下水管路施設の現場における実際の O&M 作業については、OJT による研修が最も効果的である。下水処理場では、試運転の際に施工業者が職員に対して OJT で指導するのが一般的である。ただ、試運転では施設、設備の保全や故障対応等を研修することは難しいため、既存の下水処理場で半年から 1 年程度 O&M を経験するのが効果的である。

### 5.3.3 機材、車両の調達

下水管路施設については定期的な清掃、顧客の苦情による緊急清掃等、現場に出向いて作業を行うため、それに必要な機材と車両を確保する必要がある。台数等は表 5.3-4 に示した既存の下水道事業における実績等に基づくのが妥当であるが、下水道区域の拡大、戸別接続の増加、管路施設の経年劣化により必要台数が増加することは認識しておく必要がある。



表 5.3-4 既存下水道事業における下水設備維持管理に使用される重機の所有台数

	Dehiwela/Mt.Lavinia	Jayawadanagama/ Kolonnawa	Ja-ela/Ekala
Gully / Jetting Combined Machine	-	1	-
Gully Bowser	2	1 (with frequent breakdown)	1
Portable Jetting Machine	1	1 (with frequent breakdown)	-
Crane Truck	-	1 (with frequent breakdown)	-
High Pressure Jet Machine	1	1	1
High Pressure Water Spraying Machine	-	1	-

Source: JET

#### 5.3.4 顧客サービス

スリジャヤワルダナプラコッテ MC の地域では下水道事業の顧客サービスは AGM (O&M-大コロ  
ンボ圏) が担当するが、既にモラトゥワ/ラトマラナ、ジャエラ/エカラなどの下水道プロジェクト  
で顧客サービスを実施しているため、同様にスリジャヤワルダナプラコッテにおいても実施する。

### 5.4 下水道建設プロジェクトの実施

下水道建設プロジェクトが始まると、主な活動は PD の下に組織された PMU が担当して建設業務  
が行われる。

#### 5.4.1 PMU

既存の他プロジェクトの PMU を参考にすると、エンジニアから作業員まで含めて概ね 40 人程度  
の大きな組織となる。

#### 5.4.2 プロジェクト事務所

PMU の事務所は RSC 内に置くのが最適であるが、収容しきれない場合には、プロジェクトサイト  
の近くに事務所を設置する必要がある。事務所には現場に行くのに使う車両を駐車するスペースを確  
保する必要がある。

また、PMU の事務所とは別に、施工業者の事務所についても検討しておく必要がある。



## 第6章 事業費

### 6.1 概算事業費

#### 6.1.1 建設費及び事業費

建設費は、NWSDB の価格一覧書“RATES 2016”を参考に算出した。“RATES 2016”に記載がない工種はスリランカにおける類似の JICA 案件、Pre-F/S 等を参考とした。建設費の積算表を APPENDIX 6 に示す。なお、用地取得費及び補償費は含んでいない。

概算事業費は、下記の条件で算出した。

建設費	:	2017年1月価格による積算
コンサルサービス費用	:	2017年1月価格による積算
コンサルサービス期間	:	2019年～2026年
建設期間	:	2021年～2026年
事務費	:	5%
予備費	:	5%
建中金利	:	建設：0.3% コンサル：0.01%
フロント・エンド・フィー	:	0.2%
税	:	15%
エスカレーション	:	現地貨：3.8%、外貨：1.6%
為替レート	:	LKR 1 = Japanese Yen (JPY : 日本円) 0.77

概算事業費は表 6.1-1 に示すように、税抜で約 441 億円（約 572 億 LKR）と算出された。概算事業費算出の詳細を APPENDIX 7 に示す。

表 6.1-1 概算事業費

	Amount		Total Amount	Total Amount
	L.C. (LKR)	F.C. (JPY)	LKR	JPY
1 Construction Cost				
A Sri Jayawardenapura Kotte STP (Q=35,000m <sup>3</sup> /day)	4,887,272,727	5,644,800,000	12,218,181,818	9,408,000,000
B Trunk Sewer & Pump Station	3,884,573,000	4,878,220,000	10,219,925,000	7,869,338,000
C Branch Sewer & Pump Station	7,079,587,000	3,522,960,000	11,654,860,000	8,974,242,000
D House Connection	4,950,000,000	0	4,950,000,000	3,811,500,000
Sub-total of 1(A-D)	20,801,432,727	14,045,980,000	39,042,966,818	30,063,080,000
2 Administration cost	2,700,000,000	0	2,700,000,000	2,079,000,000
3 Consulting cost	1,354,000,000	3,129,000,000	5,417,636,000	4,171,580,000
4 Physical contingency for construction cost	1,309,000,000	773,000,000	2,312,896,000	1,780,930,000
5 Price escalation for construction cost	5,381,000,000	1,419,000,000	7,223,857,000	5,562,370,000
6 Land acquisition and compensation	-	-	-	-
7 Interest during construction	0	323,000,000	419,481,000	323,000,000
8 Front-end Fee	0	84,000,000	109,091,000	84,000,000
9 Tax and duty	9,861,000,000	0	9,861,000,000	7,592,970,000
Sub-total of (2-9)	20,605,000,000	5,728,000,000	28,043,961,000	21,593,850,000
Total including Tax and Duty	41,406,432,727	19,773,980,000	67,086,926,000	51,656,933,000
Total excluding Tax and Duty	31,545,432,727	19,773,980,000	57,225,926,000	44,063,963,000
Eligible Portion (1, 3, 4, 5 and 7)	28,845,432,727	19,689,980,000	54,416,835,000	41,900,963,000
Non-Eligible Portion (2, 6, 8 and 9)	12,561,000,000	84,000,000	12,670,091,000	9,755,970,000

Source: JET



### 6.1.2 運転維持管理費

表 6.1-2 に運転維持管理費を示す。モラトゥワ/ラトマラナ下水処理場の維持管理費を参考に、算出した。詳細は APPENDIX 8 に示す。この運転維持管理費には給与、光熱費、薬品代、修繕費、設置費、警備費が含まれている。

表 6.1-2 運転維持管理費

	Total Amount (LKR/year)	Total Amount (JPY/year)
Sri Jayawardenepura Kotte	499,877,000	386,112,000

Source: JET

### 6.2 段階的整備計画

計画対象地域の面積は 3,392 ha、概算事業費約 441 億円（約 572 億 LKR）と比較的大規模な建設となるため、段階的に整備することが考えられる。その場合の事業費は、事業期間によって異なるが、上記で算出した事業費を上回ることになる。

## 第7章 財務計画

### 7.1 スリジャヤワルダナプラコッテ MC の財務状況

表 7.1-1 は、スリジャヤワルダナプラコッテ MC の収入・支出の概要を示している。基本的に、スリジャヤワルダナプラコッテ MC の総支出は、その収入によって賄われなければならない。年間の黒字もしくは赤字は、翌年度に繰り越される。しかし、他の MC と同じく、スリジャヤワルダナプラコッテ MC は MC で働いているが中央政府に所属する職員の給与の「返済（MC が毎月の給与を中央政府所属職員に仮払いし、後でその年間総額の精算を受けること）」を州政府を通じて中央政府から受け取っている。これは表 7.1-1 の「収入、無償及び返済（Revenue, Grant & Reimbursement）」勘定に含まれている。この MC では、「収入、無償及び返済」の額は「その他の収入（Other Revenue）」勘定に含まれている。MC はまた、プロジェクト費用の一部を無償で受け取っており、これは表の「資本的収入及び無償（Capital Receipts & Grants）」勘定に分類されている。

表 7.1-1 スリジャヤワルダナプラコッテ MC の収支概要

Unit: million LKR

Year	2012	2013	2014	2015
<b>Revenue</b>				
Assessment Rates	166.99	177.34	198.37	226.26
Rent	24.47	27.64	23.20	25.28
License Fees	2.70	8.08	5.48	5.86
Charges for Service	42.27	41.15	59.08	56.29
Warrant Cost / Fine	12.17	11.51	12.67	3.51
Stamp duty	86.83	242.95	214.35	425.35
Court Fines	14.42	1.47	1.14	1.38
Other Revenue <sup>*1</sup>	209.62	219.52	258.35	384.99
<b>Total</b>	<b>559.46</b>	<b>729.65</b>	<b>772.64</b>	<b>1,128.91</b>
<b>Expenditure</b>				
Personal Emoluments	261.92	292.21	335.25	441.25
Travelling Expenses	4.82	6.06	5.72	3.25
Supplies & Equipment	68.39	78.40	107.01	87.76
Repairs to Capital Assets	7.13	6.30	7.55	9.18
Transport	129.82	170.00	180.75	157.36
Interest & Dividends	4.15	6.42	4.39	19.11
Grants	13.72	16.00	19.01	16.94
Pension Gratuity	2.91	3.01	2.74	2.90
<b>Total</b>	<b>492.85</b>	<b>578.41</b>	<b>662.42</b>	<b>737.75</b>
<b>Actual revenue over Recurrent Expenditure</b>				
Revenue, Grant & Reimbursement	200.34	207.36	247.96	376.19
Capital Receipts & Grants	11.63	68.15	343.04	272.87
Capital Expenditure	149.56	254.18	667.51	730.18
<b>Total Surplus (deficits)</b>	<b>-71.32</b>	<b>-34.79</b>	<b>-214.24</b>	<b>-66.15</b>

Source: Sri Jayawardenepura Kotte MC

Note: \*1; Other revenue includes "Revenue, Grant & Reimbursement".

表 7.1-1 の最後の行に示されるように、スリジャヤワルダナプラコッテ MC は、2012 年以来、給与返済と資本無償を反映した値で、年間赤字を記録してきた。

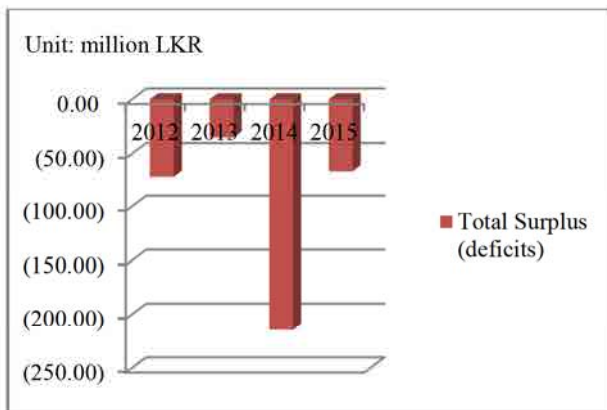
年間赤字額は、2014 年に最大であり、過去数年変動してきた（図 7.1-1）。経常収支に関しては、MC は過去数年間黒字を記録しており、黒字幅は拡大してきた（図 7.1-2）。この MC における経常収入は、「収入、無償及び返済」の額、すなわち、中央政府からの給与返済を含んでいることに留意する必要がある。

年間赤字の主な理由の一つは、「資本支出（Capital Expenditure）」が「資本収入及び無償（Capital

Receipts & Grants)」よりも大きく拡大していることである。図 7.1-3 に示されるように、資本収支残高（資本収入から資本支出を引いた額）は、巨額な赤字（138~456 百万 LKR であり、急激に増加している。資本勘定におけるこうした大きな赤字が、経常勘定の黒字を使い切るのに十分なものであった。

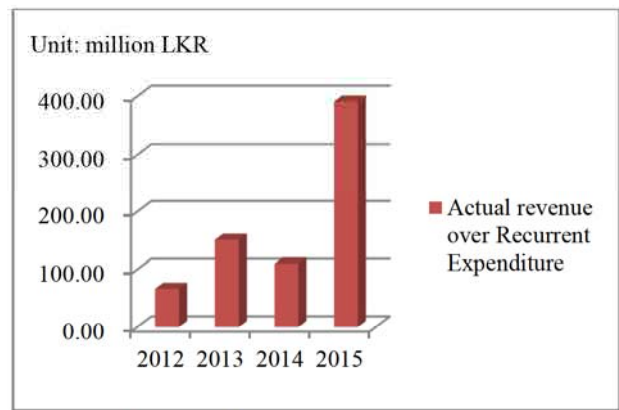
しかし、スリジャヤワルダナプラコッテ MC の赤字総額の総収入に占める割合は、2012 年から 2015 年の 4 年間で、それぞれ、-13%、-5%、-28%、-6%であった。2014 年を除くと、これは-5%から-13%であった。さらに、MC によると、2015 年の資本支出は、いくつかの低所得者用住宅建設事業を含んでいる。建設後の住宅は、販売され、支出の多くの部分を回収できると予想されている。スリジャヤワルダナプラコッテ MC の財務状況は、若干厳しい状態にあるにもかかわらず、赤字の規模は制御可能なレベルにあると考えられる。

MC の財務状況を考慮すると、下水道サービスは中央政府の建設費費用負担（外国融資を活用する場合でも、融資返済は中央政府負担）で、NWSDB によって整備されることが提案される。下水道料金は必要な O&M 費用を完全に回収できるように設定されるべきである。



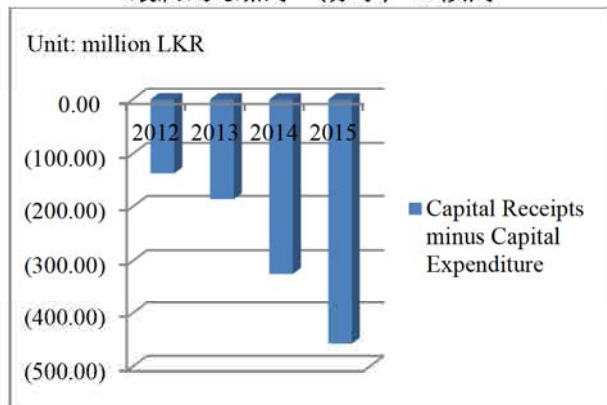
Source: JET, based on Sri Jayawardenepura Kotte MC data

図 7.1-1 スリジャヤワルダナプラコッテ MC の最終的な黒字（赤字）の傾向



Source: JET, based on Sri Jayawardenepura Kotte MC data

図 7.1-2 スリジャヤワルダナプラコッテ MC の収入から経常費用を引いた額の傾向



Source: JET, based on Sri Jayawardenepura Kotte MC data

図 7.1-3 スリジャヤワルダナプラコッテ MC の資本収支の傾向



## 7.2 下水道整備と運営維持管理（O&M）の財務計画

### 7.2.1 建設、O&M 及び設備更新の費用負担

2016年1月26日付の内閣覚書「上下水道事業の海外融資メカニズムの規制（Regularizing Foreign Financing Mechanism in Relation to Water Supply and Sewerage Project）」において、水道・下水道事業への中央政府無償について規定された。この覚書によると、国庫が下水道事業の債務（元本および金利）の100%を負担するとしている。

日本を含む多くの国では、下水道料金で、下水道事業の全ての費用（建設、O&M、および更新費用）を回収できていない。さらに、マレーシア、タイ、ベトナムを含む多くの途上国においては、支払意志額（Willingness To Pay: Water Treatment Plant（WTP：浄水場））が低いため、下水道料金で下水道施設の O&M 費用だけでさえ回収することは、通常難しい。

そこで、本報告書では、スリランカの下水道サービスに次のような費用負担原則を適用することを提案している。

- 建設費用の 100%は中央政府によって負担される。NWSDB もしくは MC にとっては 100%無償とされる。
- O&M 費用は、段階的な料金値上を通じて、下水道料金によって回収される。
- 更新費用は、小規模の更新の場合は、NWSDB もしくは MC の予算で負担され、大規模の場合はプロジェクトとすることによって、中央政府によって負担される。

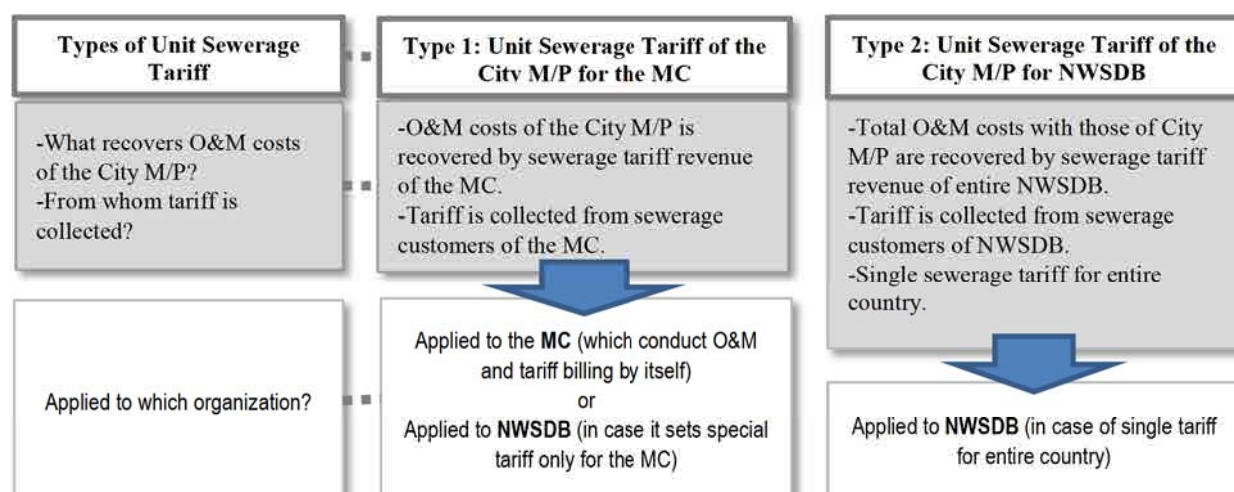
そのため、下水道料金は下水道施設の O&M 費用を回収できるように設定されることが望ましい。

### 7.2.2 必要な下水道料金計算の方法論

#### (1) 二つのタイプの下水道料金単価

この下水道料金計算の最終的なアウトプットは、将来の下水道施設の O&M 費用を回収しうる下水道料金単価である。

下水道料金単価は二つのタイプで計算される。タイプ 1 は、MC 地域から徴収される下水道料金収入によって、プロジェクトの O&M 費用を回収するように計算された単価である。タイプ 2 は、NWSDB の全下水道使用者からの下水道料金収入を含めた総収入で、都市 M/P の O&M 費用を含む NWSDB 下水道部門の総 O&M 費用を回収するように計算された単価である。タイプ 1 の下水道料金単価は、第一に MC が下水道施設の維持管理を行う場合、当該 MC によって使用される。さらに、NWSDB が MC 地域に地域限定の特別料金を適用する場合にも使用できる。タイプ 2 の下水道料金単価は NWSDB が建設された施設を運転維持管理する場合に、NWSDB によって使用される（図 7.2-1 参照）。



Source: JET

図 7.2-1 下水道料金単価の二つのタイプの違いと対象機関

## (2) 下水道料金単価計算の方法論

必要な O&M 費用を回収しうる下水道料金単価は、(減価償却費と更新費を除く) 年間 O&M 費用推定額を、下水道使用者の総水使用量で割ることで求められる。

下水道料金単価の計算では、一定割合の利益が考慮される。利益は、将来の小規模な更新や、予期せぬ災害への対策、もしくは費用の急激な上昇への対処などに使われる。利益の大きさは、タイプ 1 の下水道料金単価では、O&M 費用の 10% で設定される。タイプ 2 の下水道料金単価は、O&M 費用の 5% で設定される。MC が維持管理する場合は、高い利益率を設定する。これは、MC が下水道部門を設置する場合、その予算規模は NWSDB のそれよりもはるかに小さいものになり、他方で、緊急時と想定外の事故に対しては、ある程度の規模の利益を確保する必要があると考えられるからである。

下水道料金は、現在行われているように、水道料金請求書に併記して請求されることを想定している。そこで、各下水道使用者が、検針された水使用量に比例して下水道料金を請求されるように、O&M 費用を水使用量で割って下水道単価を求める。

## (3) 戦略的 M/P で提案された下水道料金との関係

戦略的 M/P で提案された下水道料金単価は、NWSDB 下水道部門が、現在の状況で必要とされる全ての O&M 費用を回収できるように計算されている。現在の財務状況をできるだけ早く改善するために、戦略的 M/P の料金値上げは早急に行うことが望まれる(戦略的 M/P、7.3.1 で 2019 年と 2022 年に設定した)。

都市 M/P で提案する下水道料金は、新しいプロジェクトの O&M 費用を回収できるように計算される。都市 M/P で提案され、建設される施設がフル稼働するまでには、数年から 10 年近くの時間を要する。

そこで、NWSDB が当該 MC の下水道システムの O&M と料金徴収を担当する場合には、戦略的 M/P で提案された下水道料金値上げが始めに実施されるべきである。その後、都市 M/P の料金値上げ、下水処理場のフル稼働までに行われることになると想定される(図 7.2-2)。



Year	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
1st Tariff Raise of Strategic M/P			△						
2nd Tariff Raise of Strategic M/P						△			
3rd Tariff Raise of City M/P (if necessary)								△	

Source: JET

図 7.2-2 料金値上げの実施スケジュール例

MC が下水道サービスを担当する場合、下水道料金値上は一度だけ行われ、その時期は、下水道施設の操業開始までに MC によって決定される。

### 7.2.3 下水道料金単価計算の前提条件

必要な下水道料金単価は、以下の前提で計算されている。

- 都市 M/P の下水道使用者の総水使用量は、都市 M/P の設計基準から引用する。
- インフレーションは下水道料金単価の計算には反映されておらず、提案される料金は実質価格である。実際下水道料金表を作成する際にインフレ調整が必要である。
- 下水道各戸接続の初期費用に関しては、現在、別途請求される接続料金によって回収されている。この状況は将来も変わらないものとする。

### 7.2.4 下水道料金単価計算の結果

- (1) **タイプ 1 : MC が O&M 及び料金徴収を実施する場合（または NWSDB が地域特別料金を課す場合）の下水道料金単価**

表 7.2-1 は、都市 M/P の下水道料金単価の計算結果を示している。

表 7.2-1 都市 M/P で提案される下水道料金単価の計算スリジャヤワルダナプラコッテ MC

No.	Items	Unit	Description	Amount
1	Annual O&M costs	LKR/year	Total	499,876,455
2	Expected profit (10%) (=1x10%)	LKR/year	Total	49,987,646
3	<b>O&amp;M costs with profit (=1+2)</b>	LKR/year	<b>Total</b>	<b>549,864,101</b>
4	Sewage Flow	m <sup>3</sup> /day	Domestic Flow	19,008
		m <sup>3</sup> /day	Non-Domestic Flow	6,653
		m <sup>3</sup> /year	Total	9,366,265
5	Sewage Ratio	%		80.0
6	<b>Water Consumption Volume</b> *1	m <sup>3</sup> /year	<b>Total</b>	11,707,831
7	<b>Unit Sewerage Tariff (=3/6)</b>	LKR/m <sup>3</sup>		<b>46.97</b>

Note: \*1: Sewerage Ratio is the average share of sewage volume among water consumption volume of a user. Therefore, water consumption volume is calculated by dividing sewage flow by "sewage ratio/100".

Source: JET

必要な下水道料金単価は、46.97LKR/m<sup>3</sup> と算出され、検針された水使用量に乗じて料金が求められる。MC が下水道施設の O&M と料金徴収を行う場合には、MC がこの料金単価に基づき料金表を作成することが提案される。

- (2) **タイプ 2 : NWSDB が O&M 及び料金徴収を実施する場合の下水道料金単価**

表 7.2-2 は、都市 M/P のプロジェクト完了後、NWSDB で適用すべき下水道料金単価と計算過程を示している。これは、都市 M/P の O&M 費用を含めた NWSDB 下水道部門の全ての O&M 費用を回収するため、NWSDB の全ての下水道使用者に適用されることを想定している。



表 7.2-2 NWSDB の下水道料金単価（第3回値上分）の計算スリジャヤワルダナプラコッテ MC

Items	Unit	Description	Amount
Operating Expense	LKR/year	Existing (2015) <sup>*1</sup>	410,282,866
		New facilities (City M/P) <sup>*2</sup>	499,876,455
		<b>Total</b>	<b>910,159,321</b>
Income to be subtracted from Expense	LKR/year	Connection Charge	25,531,614
		P&D/Bowser <sup>*3</sup>	160,854,906
		<b>Total</b>	<b>186,386,520</b>
O&M costs after subtraction	LKR/year	Total	723,772,801
Expected Profit (5%)	LKR/year	Total	36,188,640
O/M costs after subtraction plus profit	LKR/year	<b>Total</b>	<b>759,961,441</b>
Water Consumption Volume of Sewerage Customers	m <sup>3</sup> /year	Existing (2015)	6,240,008
		New facilities (City M/P)	11,707,831
		<b>Total</b>	<b>17,947,839</b>
Unit Sewerage Tariff	LKR/m <sup>3</sup>	-	<b>42.34</b>

Note: \*1; As O&M costs of the existing sewerage facilities with operational costs of head office, actual costs data in 2015 was utilized.

\*2; As O&M costs of the City M/P, maximum O&M costs by full capacity was utilized.

\*3; Average value of 3 years data was utilized, including contract service fee, planning and design service, and gully bowser (desludging septic tanks) revenue.

Source: prepared by JET, based on the data from NWSDB

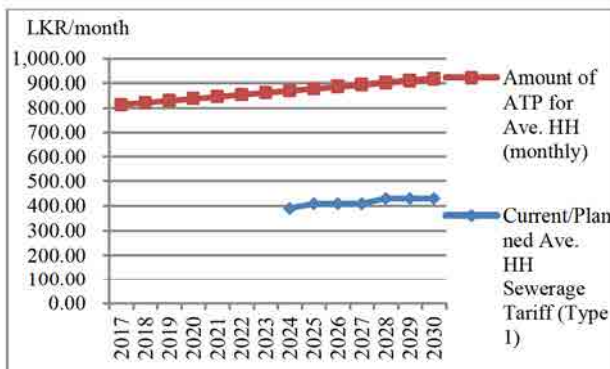
都市 M/P が実施された場合、NWSDB は下水処理場のフル稼働までに、家庭用、商業用、および工業用の下水道料金単価の加重平均が 42.34LKR/m<sup>3</sup> になるように料金表を作成し、料金値上げを行うことが提案される。

### 7.2.5 家庭の支払可能性

下水道料金の家庭の支払可能性（ATP）が、以下の3点を前提として分析された。

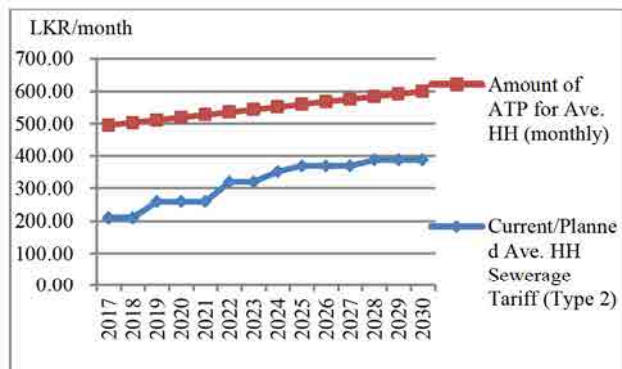
- 3回目の都市 M/P の料金値上を 2024 年に設定
- 平均家庭所得の過去の増加率が今後も継続
- 家庭用、商業用、及び工業用の各下水道料金単価が同じ割合で値上げされる。そのため、もしも商業用と工業用使用者の単価が家庭用よりも高く引き上げられれば、家庭用の月額料金を低く抑えることができる。

図 7.2-3 と図 7.2-4 は、家庭の支払可能性の上限額と、提案された下水道料金単価に基づく月額下水道料金（家庭用）の比較を示している。図 7.2-3 には、MC のためのタイプ 1 の下水道料金単価に基づく月額料金と、コロンボ県の家庭所得データに基づく支払可能性上限額が示されている。図 7.2-4 には、NWSDB のためのタイプ 2 の下水道料金単価に基づく月額料金と、国平均の家庭所得データに基づく支払可能性上限額が示されている。家庭の支払可能性は、平均家庭所得の 1% で試算されている。この割合（1%）は、下水道サービスに対する家庭の支払可能性の上限として、International Bank for Reconstruction and Development（IBRD：国際復興開発銀行）（世銀）によって推定されたものである。



Note: ATP is estimated based on the District HH income data.  
 Source: JET

図 7.2-3 将来の下水道料金と支払可能性の比較 (タイプ 1)



Note: ATP is estimated by national average HH income data.  
 Source: JET

図 7.2-4 将来の下水道料金と支払可能性の比較 (タイプ 2)

図 7.2-3 に示された通り、タイプ 1 における家庭用使用者の下水道料金月額、家庭の支払可能性上限の 45~48% である。これは、平均的な家庭が、タイプ 1 の下水道料金単価に基づく値上げされた請求額を支払うことができることを示唆している。この理由の一つは、コロンボ県の平均家庭所得が高く、この MC の支払可能性上限額を引き上げているからである。

タイプ 2 では、図 7.2-4 に示された通り、家庭用の下水道料金月額は、支払可能額上限の 42~66% である。これは、家庭が提案された下水道料金に基づく請求額を支払うことができることを示唆している。

実際の料金表の作成前には、平均家庭所得の最新情報を用いて、再度チェックされることが望ましい。

### 7.2.6 改訂された下水道料金表の例 (タイプ 2、NWSDB 用)

ここまでは、O&M 費用を回収できる将来の下水道料金を、全使用者カテゴリーの平均単価として提案してきた。この下水道料金単価を実現できる無数の料金表が、各使用者ごとに存在する。表 7.2-3 と表 7.2-4 は、多種多様な下水道料金表の中の (タイプ 2 で NWSDB 用の) 一例を示している。これらは、水使用量の少ない使用者で、水道料金よりも高い下水道料金の請求がされるといった事態を避けるとともに、下水道料金計算を簡単にするために、現在の水道料金表を用いて作られている。

表 7.2-3 改訂された下水道料金表の例：家庭用 (2024 年時点)

Sewerage tariff: Domestic; 55% of the following water supply tariff

No. of units	Domestic - Samurdhi Recipient		Domestic - Non Samurdhi Tenement Garden		Other than for Samurdhi Recipient and Tenement Garden	
	Usage charge (LKR/Unit)	Monthly Service Charge (LKR)	Usage charge (LKR/Unit)	Monthly Service Charge (LKR)	Usage charge (LKR/Unit)	Monthly Service Charge (LKR)
00 - 05	5	50	8	50	12	50
06 - 10	10	50	11	65	16	65
11 - 15	15	50	20	70	20	70
16 - 20	40	80	40	80	40	80
21 - 25	58	100	58	100	58	100
26 - 30	88	200	88	200	88	200
31 - 40	105	400	105	400	105	400
41 - 50	120	650	120	650	120	650
51 - 75	130	1,000	130	1,000	130	1,000
Over 75	140	1,600	140	1,600	140	1,600

Source: JET



表 7.2-4 改訂された下水道料金表の例：非家庭用（2024年時点）

Sewerage tariff: Commercial; 70% of the following water supply tariff  
 Government hospital; 70% of the following water supply tariff  
 Industries (SME); 150% of the following water supply tariff  
 Industries (non SME & Govt. Institution); 150% of the following water supply tariff

No. of units	Commercial		Government Hospital		Industries under SME*		Industries other than SME & Government Institution	
	Usage charge (LKR/Unit)	Monthly Service Charge (LKR)	Usage charge (LKR./Unit)	Monthly Service Charge (LKR)	Usage charge (LKR./Unit)	Monthly Service Charge (LKR)	Usage charge (LKR./Unit)	Monthly Service Charge (LKR)
00 - 25	75	290	53	250	56	265	58	275
26 - 50	75	575	53	500	56	525	58	550
51 - 75	75	1,150	53	1,000	56	1,050	58	1,100
76 - 100	75	1,150	53	1,000	56	1,050	58	1,100
101 - 200	75	1,840	53	1,600	56	1,680	58	1,760
201 - 500	75	2,875	53	2,500	56	2,625	58	2,750
501-1,000	75	4,600	53	4,000	56	4,200	58	4,400
1,001-2,000	75	8,625	53	7,500	56	7,875	58	8,250
2,001-4,000	75	14,375	53	12,500	56	13,125	58	13,750
4,001-10,000	75	28,750	53	25,000	56	26,250	58	27,500
10,001-20,000	75	57,500	53	50,000	56	52,500	58	55,000
Over 20,000	75	115,000	53	100,000	56	105,000	58	110,000

Note: \*, Small and Medium Enterprises  
 Source: JET

水道料金値上げが行われた場合、下水道料金も値上げされることに留意する必要がある。そこで、水道部門と下水道部門の間で、料金改定計画に関する調整が不可欠である。

2024年の水道料金表は、現在と同じではなく値上げされているであろう。その場合、水道料金に乗じられる下水道料金の割合（表 7.2-3 の家庭用では 55%）は例の値よりも低くなる。



### 7.3 財務計画の結論

この章で記載された財務計画の結論を以下に示す。

- i. 現状、スリジャヤワルダナプラコッテ MC の財政状況は若干厳しい状況である。そこで、下水道サービスは NWSDB によって整備され、建設費用は中央政府負担とされる（外国融資を活用する場合でも、融資返済は中央政府負担とする）ことを提案する。
- ii. スリランカ国で次の費用負担原則が下水道サービスに適用されることを提案する。
  - 建設費用の 100%は中央政府によって負担される。NWSDB もしくは MC にとっては 100% 無償とされる。
  - O&M 費用は、段階的な料金値上を通じて、下水道料金によって回収される。
  - 更新費用は、小規模の更新の場合は、NWSDB もしくは MC の予算で負担され、大規模の場合はプロジェクトとすることによって、中央政府によって負担される。
- iii. 2つのタイプの下水道料金単価が計算された。タイプ 1 は、MC 地域から徴収される下水道料金収入によって、プロジェクトの O&M 費用を回収するように計算された単価である。タイプ 2 は、NWSDB の全下水道使用者からの下水道料金収入を含めた総収入で、都市 M/P の O&M 費用を含む NWSDB 下水道部門の総 O&M 費用を回収するように計算された単価である。
- iv. MC 用のタイプ 1 の下水道料金単価は、46.97LKRm<sup>3</sup>
- v. NWSDB 用のタイプ 2 の下水道料金単価は、42.34LKR/m<sup>3</sup>
- vi. タイプ 1、タイプ 2 の両方の単価に基づく下水道料金請求額は、ともに家庭の支払可能性 (ATP) の上限額 (平均家庭所得の 1%) の範囲内であった。タイプ 1 とタイプ 2 の下水道料金請求額は、支払可能性上限額の 66%以下であった。これは、平均的な家庭が値上げされた請求額を支払うことができることを示唆している。
- vii. 実際の料金表の作成前には、平均家庭所得の最新情報を用いて、支払可能性を再度チェックすることを提案する。



## 第8章 環境社会配慮

### 8.1 現在の状況

現在の環境状況・社会状況については第2章を参照。

### 8.2 環境社会配慮関連法規の概要

国家レベルの環境社会配慮関連法規又は実施関連組織は、当プロジェクトの「戦略的下水道 M/P」で調査した。都市レベルの関連法規は調査したがスリジャヤワルダナプラコッテ MC 特有の法規はなかった。国家レベルの環境社会配慮関連法規又は関連組織は「戦略的下水道 M/P」又は当報告書の APPENDIX 9 を参照。

### 8.3 相手国制度と JICA ガイドラインの乖離

JICA 環境社会配慮ガイドライン（2010年4月）及びスリランカ国の環境関連法規を比較した。結果を APPENDIX 10 に示す。大きな違いが見られた場合、両国の要件を満たす対策を検討する。

### 8.4 国際公約

スリランカ国は複数の人権や環境保護に関連する国際公約に加盟・加入している。都市レベルの関連公約は調査したがスリジャヤワルダナプラコッテ特有の国際公約はなかった。スリランカ国加盟の国際公約は APPENDIX 11 に記載する。

### 8.5 スコーピング

当プロジェクトが自然環境又は社会環境に及ぼす又は及ぼすと考えられる項目を抽出し、Environmental Impact Assessment (EIA：環境影響評価) 規程に基づき関連組織に提出するための、スコーピングを行った。スコーピング評価の結果、またその理由を表 8.5-1 に示す。

表 8.5-1 スコーピング評価とその理由

Item	Evaluation		Reason
	P/C	B-	
1 Air pollution	P/C	B-	Dust and exhaust gases are generated during construction.
	O	D	No impacts are expected during operation.
2 Water pollution	P/C	B-	Excavation and runoff will cause turbidity during construction.
	O	B+	Treatment of sewage and greywater will reduce water pollution.
3 Soil pollution	P/C	B-	Construction equipment and transfer of construction materials contribute to soil pollution.
	O	D	No impacts are expected during operation.
4 Waste	P/C	B-	Construction waste will be generated.
	O	B-	Sludge will be generated during operation of treatment facilities.
5 Noise and vibrations	P/C	B-	Noise and vibrations will be generated during construction.
	O	B-	Noise and vibrations will be generated during operation.
6. Ground subsidence	P/C	C-	Impacts are unknown and require investigation.
	O	C-	Impacts are unknown and require investigation.
7. Offensive odors	P/C	D	No impacts are expected during construction.
	O	B-/B+	B-: Odor will be generated at the WWTP during operation. B+: Improved sewerage collection and environmental conditions will reduce offensive odors in the Project area.
8 Geographical features	P/C	C-	Impacts are unknown and require investigation.
	O	D	No impacts are expected during operation.



Item	Evaluation		Reason
	P/C	D	
9 Bottom sediment	P/C	D	No impacts are expected during construction.
	O	B+	Collection and treatment of waste water will improve benthic conditions of water bodies.
10 Biota and ecosystems	P/C	C-	Impacts are unknown and require investigation. (Included in EIA)
	O	C+/C-	C+: Ecosystems will benefit from improved water quality. C-: Negative impacts of WWTP are unknown and need investigation.
10b Protected lands	P/C	D	There are no protected natural lands in the Project area.
	O	D	
11 Water usage	P/C	C-	Impacts are unknown and require investigation.
	O	C-	Water usage downstream of Project has not been investigated. Thus, impacts are unknown and require investigation.
12 Accidents	P/C	B-	Construction activities and disruption to traffic will increase risk of accidents.
	O	B-	Accidents may occur in treatment facilities during operation.
13 Global warming	P/C	D	No impacts are expected during construction.
	O	D	No impacts are expected during operation.
14 Land acquisition	P/C	B-	Land for treatment plant, pumping stations, and sewerage lines will be required.
	O	D	No impacts are expected during operation.
15 Local economies	P/C	C+/C-	C+: Construction activities may increase in local employment and economic activities. C-: Construction activities may inconvenience local businesses.
	O	C+	Improved water environment will positively impact aquaculture and businesses (tourism etc)
16 Land use	P/C	C-	Land use patterns may be impacted by acquisition, resettlement, and construction of facilities.
	O	D	No additional impact caused by operation is expected.
17 Social institutions	P/C	D	No impacts are expected during construction.
	O	D	No impacts are expected during operation.
18 Existing social infrastructures and services	P/C	B-	Traffic disturbance will be caused by construction activities.
	O	B+	Infrastructure for sewerage collection and treatment will be created.
19 Poor (low income households)	P/C	C-	Low income people may be impacted by construction activities.
	O	C-	Impacts are unknown and require investigation.
19a Indigenous and ethnic populations	P/C	C-	Socially vulnerable populations may be impacted by construction activities.
	O	C-	Impacts are unknown and require investigation.
20 Misdistribution of benefits and damages	P/C	C-	Impacts are unknown and require investigation.
	O	C-	Impacts are unknown and require investigation.
21 Local conflicts of interest	P/C	C-	Impacts are unknown and require investigation.
	O	C-	Impacts are unknown and require investigation.
22 Gender	P/C	C-	Women may receive unequal economic opportunities during construction.
	O	C+	Women, who suffer disproportionately from water borne diseases, are expected to benefit from improved water environment.
23 Children's rights	P/C	C-	Child labor may occur during construction.
	O	C+	Children, who suffer disproportionately from water borne diseases, are expected to benefit from improved water environment.
24 Cultural heritage	P/C	C-	Construction activities may impact heritage sites.
	O	C+	Improved water environment and sanitation facilities are expected to reduce negative impacts on heritage sites (especially during pilgrimage and festival periods).
24a Landscapes	P/C	B-	Construction activities will impact landscape in the Project area.
	O	B-	Newly constructed facilities will impact landscape in the Project area.
25 Infectious diseases such as HIV/AIDS	P/C	B-	Influx of construction workers will increase risk of infectious diseases.
	O	B+	Improved sanitation services will decrease incidence of infectious diseases (especially during and following peak pilgrimage periods).

【Evaluation】

- A : Significant impact is expected,
- B : Some impact is expected,
- C : Extent of impact is unknown,
- D : No impact is expected
- + / - : Impact is Positive / Negative

Source: JET

---

## 8.6 環境社会配慮の TOR

---

### 8.6.1 環境社会配慮の目的

---

本調査の現段階の目的は自然環境又は社会環境に影響する又は影響すると考えられる項目を抽出し、その影響の規模や内容を査定することである。

### 8.6.2 対象となる項目

---

上記、スコーピング結果（表 8.5-1）がA、B又はCと評価された項目についてTOR調査を行う。調査が進むにあたって必要と確認された項目も対象となる。

### 8.6.3 対象地域

---

工事現場・施設、又はその周辺が調査対象市域となる。

### 8.6.4 対象期間

---

計画、実施、オペレーション期間が調査対象期間となる。

### 8.6.5 環境社会配慮調査の内容と方法

---

調査すべき情報と対応策を以下の表 8.6-1 に示す。

表 8.6-1 ESC 関連調査内容

Item		Evaluation		Study/Countermeasure	Status
No.	Title				
01	Air Pollution	P/C	B-	Study: Air pollution standards, construction vehicles and methods. Method: Site survey, literature survey of regulations and standards.	In progress (M/P, F/S stage)
		O	D		
02	Water Pollution	P/C	B-	Study: Water pollution standards, construction methods. Method: Site survey, literature survey of regulations and standards.	In progress (M/P, F/S stage)
		O	B+		
03	Soil Pollution	P/C	B-	Study: Soil pollution standards, prevention measures/construction methods, construction equipment Method: Site survey, literature survey of regulations and standards.	In progress (M/P, F/S stage)
		O	D		
04	Waste	P/C	B-	Study: Waste management regulations/procedures, Collection and disposal methods, disposal site conditions. Method: Site surveys, hearing surveys of concerned parties.	Complete (M/P stage)
		O	B-		
05	Noise and Vibrations	P/C	B-	Study: Noise regulations, current condition, construction methods. Method: Site surveys, hearing surveys of concerned parties, noise measurement surveys.	Complete (M/P stage)
		O	B-		
06	Ground Subsidence	P/C	C-	Study: Geographic conditions. Method: Geographic survey.	F/S stage
		O	C-		
07	Offensive Odors	P/C	D	N/A	N/A
		O	B-/B+		
08	Geographical Features	P/C	C-	Study: Geographic conditions. Method: Geographical survey.	F/S stage
		O	D		
09	Bottom Sediments	P/C	D	N/A	N/A
		O	B+		
10	Biota and Ecosystems	P/C	C-	Study: Inventory of flora and fauna in the construction area. Method: Site survey, hearing survey of concerned parties	F/S, EIA stage
		O	C+/C-		
10a	Protected lands	P/C	D	N/A	N/A
		O	D		
11	Water Usage	P/C	C-	Study: Water use practices of local communities, impacts of sewerage treatment on water usage. Method: Site surveys, hearing surveys of concerned parties.	In progress (M/P, F/S stage)
		O	C-		
12	Accidents	P/C	B-	Study: Construction/industrial safety regulations, traffic safety/accident prevention methods. Method: Site surveys, literature survey, hearing surveys of concerned parties.	In progress (M/P, F/S stage)
		O	B-		
13	Global Warming	P/C	D	N/A	N/A
		O	D		
14	Land Acquisition	P/C	B-	Study: Land requirements, acquisition procedures, compliance to JICA guidelines. Method: Site surveys, literature surveys, hearing surveys of concerned parties.	In progress (M/P, F/S stage)
		O	D		
15	Local Economics	P/C	C+/C-	Study: Local economic environment, industries, markets. Relevant laws and regulations. Method: Site surveys, literature surveys, hearing surveys of concerned parties.	In progress (M/P, F/S stage)
		O	C+		



Item			Study/Countermeasure	Status	
No.	Title	Evaluation			
16	Land Use	P/C	C-	Study: Land use practices of local communities. Method: Site surveys, hearing surveys of concerned parties.	F/S
		O	D		
17	Social Institutions	P/C	D	N/A	N/A
		O	D		
18	Existing Social Infrastructures and Services	P/C	B-	Study: Traffic patterns, location of important social infrastructure (schools, hospitals, religious institutions, etc) Method: Site survey, inventory survey, public consultation.	In progress (M/P, F/S stage)
		O	B+		
19	Poor (low income households)	P/C	C-	Study: Census/demographic data, economic status, and land use patterns of affected peoples. Method: Hearing survey of concerned parties, relevant laws and regulations.	In progress (M/P, F/S, EIA stage)
		O	C-		
19a	Indigenous and ethnic populations	P/C	C-	Study: Census/demographic data, economic status, and land use patterns of affected peoples. Method: Hearing survey of concerned parties, relevant laws and regulations.	In progress (M/P, F/S, EIA stage)
		O	C-		
20	Misdistribution of benefits and damages	P/C	C-	Study: Social and economic conditions. Method: Hearing surveys of concerned parties, public consultation.	In progress (M/P, F/S stage)
		O	C-		
21	Local Conflicts of interest	P/C	C-	Study: Risks and prevalence of conflicts of interest. Method: Hearing surveys of concerned parties, public consultation.	In progress (M/P, F/S stage)
		O	C-		
22	Gender	P/C	C-	Study: Working conditions/statistics of women, gender equality policies. Method: Hearing survey of concerned parties, relevant laws and regulations.	In progress (M/P, F/S stage)
		O	C+		
23	Children's Rights	P/C	C-	Study: Child labor laws. Method: Hearing survey of concerned parties, relevant laws and regulations.	In progress (M/P, F/S, EIA stage)
		O	C+		
24	Cultural Heritage	P/C	C-	Study: Location of cultural heritage sites. Method: Site survey, location of registered heritage/historical sites, hearing survey of concerned parties.	In progress (M/P, F/S, EIA stage)
		O	C+		
24a 01	Landscapes Air Pollution	P/C	B-	Study: Location of significant cultural, religious, and tourism sites, construction locations and methods. Method: Site survey, hearing survey of concerned parties.	In progress (M/P, F/S, EIA, D/D stage)
		P/C	B-		
02	Water Pollution	O	D	N/A	In progress (M/P, F/S stage)
		P/C	B-		

Source: JET

### 8.6.6 影響の予測と評価

前項 (8.5 スコーピング) で A、B 又は C と評価された項目については影響の予測と評価を行う。プロジェクト実施にあたり再検討しスコーピング表をアップデートする。

### 8.6.7 EMP と EMoP の計画

事業計画の実施により回避できない環境影響が発生する可能性が予測された場合、対策方法を示す Environmental Management Plan (EMP : 環境管理計画) と、その対策の責任組織、実施方法、期間等、実施に当たっての管理方法を示す Environmental Monitoring Plan (EMoP : モニタリング計画) を作成する。内容には実施項目、頻度、体制、予算の検討を含める。

### 8.6.8 ステークホルダー協議

当プロジェクトの開始と同時に現地のニーズや姿勢の調査のため、現地の大学教授(コロンボ大学)と NGO 団体との情報共有・意見交換協議を行った。内容は **APPENDIX 12** に記載する。

また、調査計画や結果の概要を現地ステークホルダー協議にて説明し、各ステークホルダーの意見を聴取する必要がある。

### 8.7 ドラフト EMP と EMoP

当プロジェクトの環境社会配慮は EMP によって管理される。EMP は EMoP によって実施される。EMP は現段階で情報が不足していることから適切に作成できないため EMP と EMoP のドラフトを **APPENDIX 13** に提示する。プロジェクトが進むにあたって新しい情報を取り入れ EMP・EMoP の詳細を作成していく。

### 8.8 環境社会配慮活動計画

環境社会配慮関連の調査は以下に示す図 8.8-1 の通りに行う。

Stage	Period	ESC Expert	EIA Study	Target		Environmental Study	Remark
				Original	Selected		
Strategic MP	2016	Jan		335 local authorities (79)	(Approx.) 5 local authorities	Primary study	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Environmental policies, plans and programs</li> <li>➢ National level research</li> </ul>
		Feb					
		Mar					
		Apr					
5 Cities MP (Pre-F/S)	2016	May		5 local authorities	2 local authorities	Preparation study for Initial Environmental Examination (IEE: 初期影響評価) /EIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Literature search</li> <li>➢ Site survey</li> </ul>
		Jun					
		Jul					
		Aug					
		Sep					
Feasibility Study	2017	May		Sri Jayawardenapura Kotte MC		EIA Study	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ EMP(draft)</li> <li>➢ Monitoring Plan(draft)</li> <li>➢ EIA Report</li> <li>➢ Resettlement Action Plan</li> </ul>
		Jun					
		Jul					
		Aug					
		Sep					
		Oct					
		Nov					
		Dec					

Source: JET

図 8.8-1 ESC 計画



## 第9章 結論と提言

### 9.1 実施の可能性

スリジャヤワルダナプラコッテは下水処理場用地も確認されかつ、最終処分場も適正に運営されている。また、NWSDB では最終処分場で汚泥のコンポスト処理ができない場合、現在パイプの保管場所となっている NWSDB 用地をコンポスト施設として転用することも検討している。

下水道事業の実施において、下水処理場の用地と最終処分場の確保が最も重要である。スリジャヤワルダナプラコッテでは現時点で NWSDB 及び Joint Coordinating Committee (JCC: 合同調整委員会) で下水処理場用地を確認し、最終処分場も適切に稼働していることから、F/S 実施後に施設整備を進めることができる可能性がある。よって、スリジャヤワルダナプラコッテを F/S 対象地域とする。

### 9.2 リスクと緩和策

プロジェクト実施段階におけるリスクと緩和策を表 9.2-1 に示す。特に下水処理場及びポンプ場の用地取得に関する項目が事業延滞の原因となる。

表 9.2-1 リスクと緩和策

Risks	Mitigation Measures
<b>Delay:</b> due to the start of Pumping Stations and STP, if the identified lands are not acquired before the commencement of the project	JCC, UDA, NWSDB and other relevant agencies must take appropriate actions in a timely manner for clearing project sites before the construction.
<b>Delay:</b> due to the start of pumping stations and STP, if necessary approvals for the EIA and the drainage plan of SLLRDC are not granted before the commencement of project	JCC, UDA, NWSDB and other relevant agencies must take appropriate actions in a timely manner to obtain necessary approvals before the construction.
<b>Cost Increase:</b> if there are variances in cost for building foundations and pipe trenching and bedding.	Soil test must be carried out to identify the soil conditions.
<b>Low Inflow:</b> of sewage at the treatment plant, if the development of the city is delayed.	JCC must make the appropriate stage wise sewerage development plan based on the city development carried-out by Megapolis.

Source: JET

### 9.3 結論と提言

スリジャヤワルダナプラコッテの下水道事業は、スリランカの行政上の首都を対象としたものであり、供用人口も大きく、窒素リンの除去を考慮した下水処理場のため、水質保全の効果は大きく、その事業実施優先度は極めて高い。

本プロジェクトの下水処理場用地は確認されているものの、中継ポンプ場の位置などは確定されておらず、F/S 実施期間中にその位置及び必要面積を確定し、下水処理場用地と合わせて早期の取得を行うようにすべきである。また、事業実施期間中のプロジェクトコストの上昇を防ぐため、F/S においては地質調査等の基礎調査を行い建設コストの積算に注意すべきである。





## **APPENDICES**

APPENDIX

APPENDIX 1: Waste Water Flow Calculation

SRIJAYAWARDANAPURA KOTTE WASTE WATER FLOW CALCULATION

Water consumption 120 lpcd  
 Domestic Waste Water 80%  
 Non-Domestic w/Domestic 35%  
 Infiltration 20%

1	Kaduwela DSD	Population 2001	Population 2012	Population 2046	% covered	Population 2046 in covered area	Domestic Water consumption (cum/d)	Domestic Waste Water Flow (cum)	Non-Domestic Flow (cum/d)	Domestic + Non-Domestic Water Flow (cum/d)	Infiltration (cum/d)	Total Waste Water Flow (cum/d)
1.1	492 Subboothicura	2628	2568	2568	100%	2568	308	247	86	333	67	399
1.2	492 A Batteramulla South	2257	1580	1580	100%	1580	190	152	53	205	41	246
1.3	492 B Batteramulla North	3,331	2001	2001	100%	2001	240	192	67	259	52	311
1.4	492 D Rajamalwala	2,449	2014	2014	100%	2014	242	183	68	251	52	313
1.5	477 Thalagarai North A	8,283	9250	10718	50%	5399	843	514	180	695	139	833
1.6	479B Asiri Uyana	3,569	3057	3057	50%	1529	183	147	51	198	40	238
1.7	479A Pahalawella	5,283	4442	4442	50%	2221	267	213	75	288	58	345
	<b>Sub Total 1</b>	<b>27,930</b>	<b>24912</b>	<b>26380</b>		<b>12722</b>	<b>1658</b>	<b>580</b>	<b>2238</b>	<b>448</b>	<b>2886</b>	
2	Sri Jayawardanapura Kotte DSD											
2.1	514C Obsekaramulla	11,517	11963	12662	100%	12662	1519	1216	425	1641	328	1969
2.2	514A Welikada West	5,832	7094	9881	100%	9881	1198	969	335	1294	259	1552
2.3	514 Welikada East	7,343	6749	6749	100%	6749	810	648	227	875	175	1050
2.4	514B Rajagiriya	4,291	3591	3591	100%	3591	431	345	121	465	93	558
2.5	514D Welikada North	5,151	4834	4834	100%	4834	580	464	162	626	125	752
2.6	520 Nawala West	4,517	4059	4059	100%	4059	487	390	136	526	105	631
2.7	520A Koswata	6,424	5707	5707	100%	5707	685	548	192	740	148	888
2.8	521A Ethulkotte West	3,516	3371	3371	100%	3371	405	324	113	437	87	524
2.9	521 Ethulkotte	6,229	5929	5929	100%	5929	711	569	199	768	154	922
2.10	522A Pitakotte East	4,121	3984	3984	100%	3984	478	382	134	516	103	620
2.11	522B Pitakotte West	3,771	3634	3634	100%	3634	438	349	122	471	94	565
2.12	522 Pitakotte West	5,400	5301	5301	100%	5301	636	509	178	687	137	824
2.13	520B Nawala East	5,811	5473	5473	100%	5473	657	525	184	709	142	851
2.14	519B Nugegoda West	6,238	5627	5627	100%	5627	675	540	189	729	146	875
2.15	519A Nugegoda	6,363	5446	5446	100%	5446	654	523	183	706	141	847
2.16	519 Nugegoda	6,017	3365	3365	100%	3365	404	323	113	436	87	523
2.17	519C Paepoda East	6,014	5944	5944	100%	5944	713	571	200	770	154	924
2.18	526 Gangodawila North	6,418	5352	5352	100%	5352	642	514	180	694	139	832
2.19	526A Gangodawila South	8,198	7305	7305	100%	7305	877	701	245	947	189	1136
2.20	526C Gangodawila East	3,995	3287	3287	100%	3287	394	316	110	426	85	511
	<b>Sub Total 2</b>	<b>116,366</b>	<b>107925</b>	<b>111601</b>		<b>111601</b>	<b>13362</b>	<b>10714</b>	<b>3750</b>	<b>14463</b>	<b>2853</b>	<b>17356</b>
3	Maharagama DSD											
3.1	525A Udahamulla East	6,042	6309	6730	100%	6730	808	646	228	872	174	1047
3.2	524 Madiwella	6,472	6244	6244	75%	4683	562	450	157	607	121	728
3.3	493A Thalawathupoda West	4,876	5492	6663	60%	3938	473	378	132	510	102	612
3.4	493B Thalawathupoda East	5,351	7784	8217	60%	4670	560	448	157	605	121	726
3.5	526B Gangodawila South B	6,541	7391	8875	60%	5325	639	511	179	690	138	828
3.6	526D Jambugasamulla	4,910	3828	3828	75%	2871	345	276	96	372	74	446
	<b>Sub Total 3</b>	<b>34,192</b>	<b>35481</b>	<b>40024</b>		<b>28217</b>	<b>3386</b>	<b>2709</b>	<b>948</b>	<b>3657</b>	<b>731</b>	<b>4388</b>
4	Maharagama DSD											
4.1	523 Mirihana North	6,339	6222	6222	100%	6222	747	597	208	806	161	968
4.2	523A Mirihana South	5,745	6043	6518	100%	6518	782	626	219	845	169	1014
4.3	524A Pragathipura	5,420	6638	7832	100%	6524	783	626	219	846	169	1015
4.4	525 Thalagathipiya	7,373	7086	7086	100%	7086	860	690	238	918	184	1102
4.5	525B Udahamulla West	4,261	4780	5678	90%	5110	613	491	172	662	132	795
	<b>Sub Total 4</b>	<b>29,138</b>	<b>29969</b>	<b>32028</b>		<b>31460</b>	<b>3775</b>	<b>3020</b>	<b>1057</b>	<b>4077</b>	<b>815</b>	<b>4893</b>
5	Kaduwela DSD											
5.1	492C Udumulla	2,447	2485	2482	100%	2482	298	239	84	323	65	388
5.2	479F Aruppalya	1,893	2354	3265	10%	327	39	31	11	42	8	51
5.3	479E Balapotha	6,546	7582	9449	15%	1417	170	136	48	184	37	220
	<b>Sub Total 5</b>	<b>10,886</b>	<b>12401</b>	<b>15206</b>		<b>4236</b>	<b>508</b>	<b>407</b>	<b>142</b>	<b>549</b>	<b>110</b>	<b>659</b>
6	Dehiwala DSD											
6.1	537A Duwagemunu	5,941	4806	4806	50%	2403	288	231	81	311	62	374
6.2	537B Koruwala	7,508	5475	5475	50%	2738	329	263	92	355	71	426
	<b>Sub Total 6</b>	<b>13,449</b>	<b>10281</b>	<b>10281</b>		<b>5141</b>	<b>617</b>	<b>493</b>	<b>173</b>	<b>666</b>	<b>133</b>	<b>799</b>
	<b>Grand Total</b>	<b>231,961</b>	<b>220,969</b>	<b>235,520</b>		<b>197,926</b>	<b>23,751</b>	<b>19,001</b>	<b>6,650</b>	<b>25,651</b>	<b>5,130</b>	<b>30,781</b>

GND % where population increased from 2001 to 2012



## APPENDIX 2: Inflow Sewage Quality and

### Inflow sewage quality - Measured data of inflow sewage -

The planned inflow water quality values of Moratuwa/Rathmalana STP are considerably higher than the actual data.

	Raddolugama <sup>1)</sup>	Maththegoda <sup>1)</sup>	Hikkaduwa <sup>1)</sup>	Moratuwa/Rathmalana**	Ja-Ela/Ekara***	Average	Design raw water quality	Moratuwa/Rathmalana (First stage planned values)	
pH at 26°C	6.7	6.4	7.0	6.6-8.5	-	6.7	-	-	pH at 26°C
Total Suspended Solids at 104°C	163	90	139	232	-	156	160	458	Total Suspended Solids at 104°C
Chemical Oxygen Demand Total	609	473	446	274	628	486	600	1057	Chemical Oxygen Demand Total
Chemical Oxygen Demand Soluble	241	241	206	-	-	229	-	-	Chemical Oxygen Demand Soluble
Biochemical Oxygen Demand-5Total	383	247	240	87	187	229	240	355	Biochemical Oxygen Demand-5Total
Biochemical Oxygen Demand-5 Soluble	159	116	149	-	-	141	-	-	Biochemical Oxygen Demand-5 Soluble
Nitrate- Nitrogen and Nitrite Nitrogen	2.3	2.5	5.7	1.0	-	2.9	-	-	Nitrate- Nitrogen and Nitrite Nitrogen
Ammoniacal Nitrogen	26	28	24	14	-	23	-	-	Ammoniacal Nitrogen
Total Nitrogen	39	34	33	42	-	37	45	55	Total Nitrogen
Total Phosphorous	5.9	3.3	2.9	2.8	-	3.7	6	12	Total Phosphorous

1) Average values of the three measurements which were conducted from December 2016 to January 2017 (Annex 1)

\*\*Data taken between October 2013 and February 2016

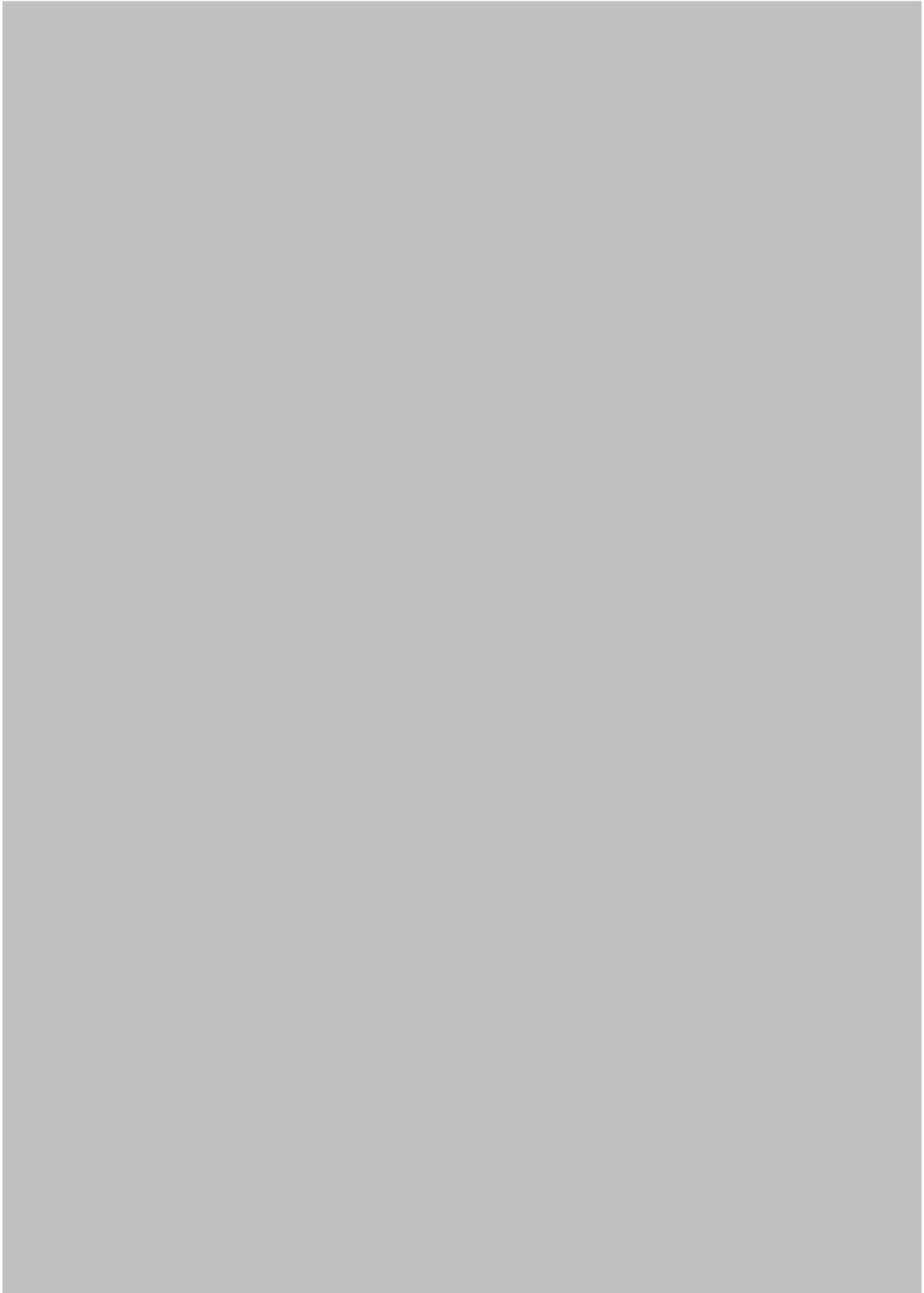
\*\*\*Average of 1-year measurement

**The Result of Sewage Analysis**

	Raddolugama			Matinthegoda			Hikkaduwa		
	23,24 Nov.2016	29,30 Nov.2016	5,6 Dec 2016	25,26 Nov.2016	1,2 Dec 2016	7,8 Dec 2016	27,28 Dec 2016	3,4 Dec 2016	9,10 Dec 2016
pH at 26°C	6.6	6.93	6.7	6.2	6.9	6.2	7.3	6.42	7.4
Total Suspended Solids at 104°C	814*	115	211	54	115	100	59	165	194
Chemical Oxygen Demand Total	752*	650	567	510	670	239	344	406	587
Chemical Oxygen Demand Soluble	184*	261	220	312	330	80	206	201	212
Biochemical Oxygen Demand- 5Total	669*	402	363	189	390	162	186	213	321
Biochemical Oxygen Demand- 5 Soluble	99.8*	136	181	120	181	48	109	167	172
Nitrate- Nitrogen and Nitrite Nitrogen	2.2	28*	2.4	2.5	1.4	3.5	1.2	13.7	2.2
Ammoniacal Nitrogen	10	30	38	19	42	24	18	19	35
Total Nitrogen	13	61	42	25	46	32	21	35	42
Total Phosphorous	4	8.8	4.8	0.4	5.8	3.8	0.6	4.1	4.1

\*JET considered values in gray as outliers and not used for the design.

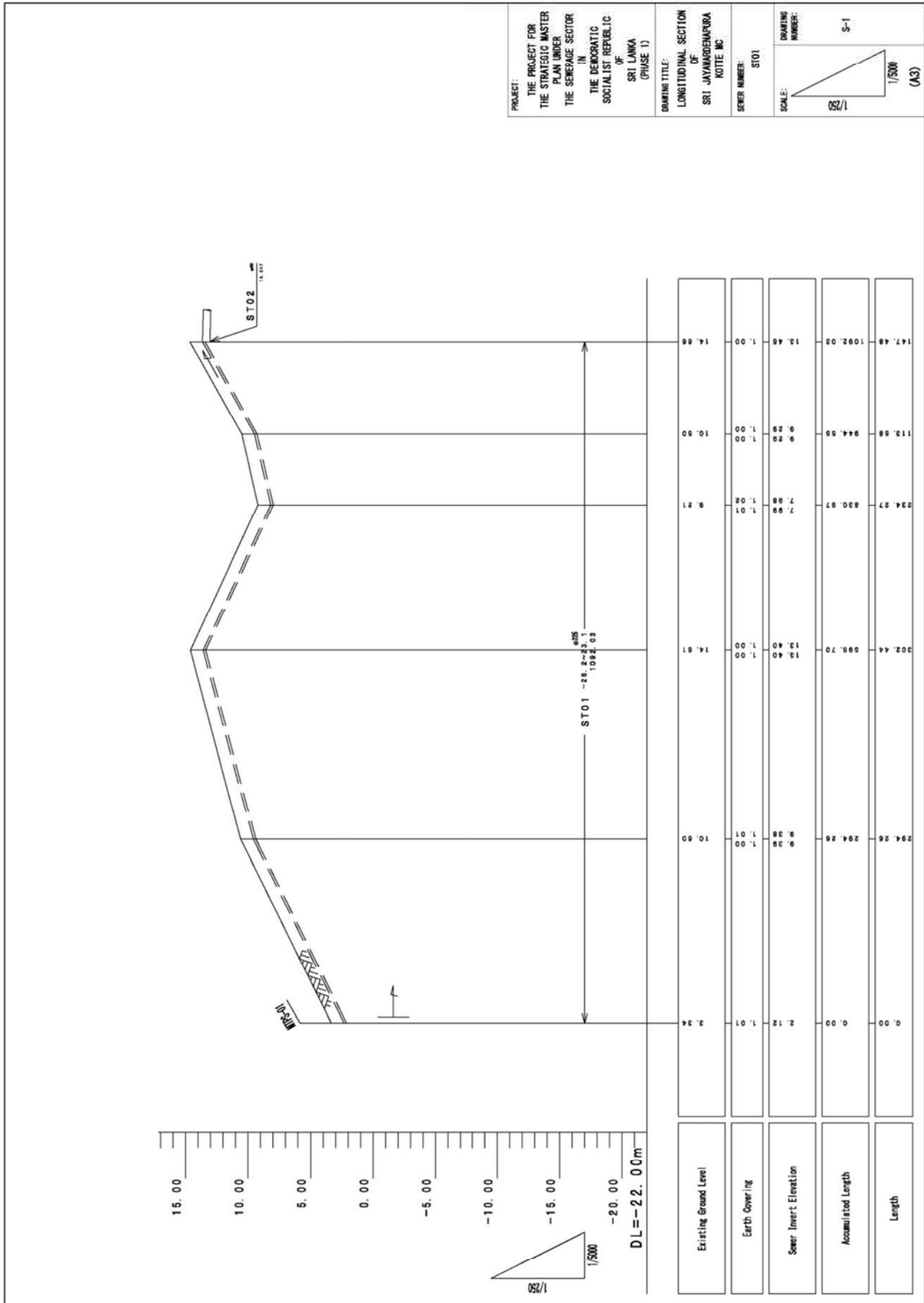
### **APPENDIX 3: Layout Plan, Sewer Design Calculations and Longitudinal Cross Section**





SEWER DESIGN CALCULATIONS							Master Plan Area		Unit Sewer Water (m <sup>3</sup> /s/ha)			Legend		P
							Sri Jayawardenapura Kotte MC		0.000280			⊙:Main Sewer		P_ 1
Line No.	Catchment Area		Length	Design Outflow			Design Sewer Line						Note	
	Area (ha)	Accumulated Area (ha)	Accumulated Length (m)	Sewer Water Outflow		Total Outflow (m <sup>3</sup> /s)	Dia (Internal Diameter) (mm)	Slope (%)	V (m/s)	Cap (m <sup>3</sup> /s)	Existing Ground Level	Sewer Invert Elevation		Earth Covering
				Area Input (m <sup>3</sup> /s)	Point Input (m <sup>3</sup> /s)						Upper Lower (m)	Upper Lower (m)		Upper Lower (m)
ST01	155.23	155.23	1092	0.043		0.043	HDPE ⊙ 225 (201)	Force Main			3.34	2.119	1.01	From MTPS-01
			1092								14.66	13.446	1.00	
			1469								11.66	13.047	1.01	
ST02	224.34	379.57	2561	0.106		0.106	GRP ⊙ 600 (600)	1.20	0.75	0.213	2.50	0.892	1.00	
			31								2.50	-3.000	5.16	
ST03		379.57	2591	0.106		0.106	HDPE ⊙ 355 (324.8)	Inverted Siphon			2.44	-3.000	5.10	
			537								2.44	0.390	1.34	
ST04	133.17	512.74	3128	0.144		0.144	GRP ⊙ 700 (700)	1.00	0.76	0.293	3.55	-0.365	3.21	To ST09
			62				HDPE ⊙ 355 (324.8)	2.40	0.70	0.055	2.82	1.157	1.33	
ST05	97.78	97.78	62	0.027		0.027					1.87	0.533	1.00	
			15								1.87	-4.190	5.87	
ST06		97.78	77	0.027		0.027	HDPE ⊙ 200 (178.6)	Inverted Siphon			1.77	-4.190	5.77	
			1054								1.77	0.130	1.13	
ST07	93.16	190.94	1131	0.053		0.053	GRP ⊙ 500 (500)	1.50	0.74	0.146	3.51	-1.769	4.77	To MTPS-02
			721								3.51	2.003	1.00	From MTPS-02
ST08	54.97	245.91	1852	0.069		0.069	GRP ⊙ 500 (500)	1.50	0.74	0.146	3.55	0.615	2.43	
			867								3.55	-0.465	3.21	
ST09	49.70	808.35	3994	0.226		0.226	GRP ⊙ 800 (800)	0.90	0.79	0.397	4.32	-1.583	5.09	
			41								4.32	-4.700	8.51	
ST10		808.35	4034	0.226		0.226	GRP ⊙ 500 (500)	Inverted Siphon			4.30	-4.700	8.49	
			709								4.30	-1.910	5.40	
ST11	93.03	901.38	4743	0.252		0.252	GRP ⊙ 800 (800)	0.90	0.79	0.397	5.71	-2.886	7.79	To MPS-03
			1105											
ST12	296.47	296.47	1105	0.083		0.083	HDPE ⊙ 315 (281.8)	Force Main			2.21	0.903	1.01	From MPS-01
											26.94	25.641	1.00	To ST14
			2310											
ST13	440.11	440.11	2310	0.123		0.123	HDPE ⊙ 400 (366)	Force Main			4.66	-0.130	4.41	From MPS-02
			1408								26.94	25.556	1.01	
ST14	159.19	895.77	3718	0.251		0.251	GRP ⊙ 800 (800)	0.90	0.79	0.397	26.94	24.342	1.79	
											2.65	0.840	1.00	To ST18
			618											
ST15	69.95	69.95	618	0.020		0.020	HDPE ⊙ 315 (281.8)	2.70	0.68	0.043	20.56	19.243	1.02	
			11								2.54	0.454	1.79	
ST16		69.95	629	0.020		0.020	HDPE ⊙ 180 (164.6)	Inverted Siphon			2.54	-1.100	3.47	
			59								2.30	-1.100	3.23	
ST17	2.09	72.04	687	0.020		0.020	HDPE ⊙ 315 (281.8)	2.70	0.68	0.043	2.30	0.284	1.72	
			2235								2.65	-0.512	2.25	
ST18	109.58	1077.39	5952	0.302		0.302	GRP ⊙ 900 (900)	0.80	0.80	0.512	5.71	-3.669	8.47	
			107								5.71	-3.969	8.46	
ST19		1978.77	6059	0.554		0.554	GRP ⊙ 1200 (1200)	0.60	0.84	0.955	4.43	-5.971	9.19	To MPS-03
			278								4.43	1.452	1.76	From MPS-03
ST20	66.95	2045.72	6336	0.573		0.573	GRP ⊙ 1200 (1200)	0.60	0.84	0.955	3.21	0.090	1.91	
			33								3.21	-1.700	4.40	
ST21		2045.72	6369	0.573		0.573	GRP ⊙ 500 (500)×2	Inverted Siphon			3.15	-1.700	4.34	To ST22

SEWER DESIGN CALCULATIONS							Master Plan Area		Unit Sewer Water (m <sup>3</sup> /s/ha)			Legend		P
							Sri Jayawardenapura Kotte MC		0.000280			⊙: Main Sewer		P_ 2
Line No.	Catchment Area		Length	Design Outflow			Design Sewer Line						Note	
	Area (ha)	Accumulated Area (ha)	Accumulated Length (m)	Sewer Water Outflow		Total Outflow (m <sup>3</sup> /s)	Dia (Internal Diameter) (mm)	Slope (%)	V (m/s)	Cap (m <sup>3</sup> /s)	Existing Ground Level	Sewer Invert Elevation		Earth Covering
				Area Input (m <sup>3</sup> /s)	Point Input (m <sup>3</sup> /s)						Upper (m)	Lower (m)		Upper (m)
ST22	99.47	2145.19	646	0.601		0.601	GRP ⊙ 1200 (1200)	0.60	0.84	0.955	3.15	-0.350	2.29	
			7014								2.18	-0.957	1.92	
			19								2.18	-2.000	3.57	
ST23		2145.19	7033	0.601		0.601	GRP ⊙ 600 (600)×2	Inverted Siphon			2.18	-2.000	3.57	
			1051								2.18	-1.200	2.17	
ST24	51.18	2196.37	8083	0.615		0.615	GRP ⊙ 1200 (1200)	0.60	0.84	0.955	4.18	-2.425	5.39	To ST42
			304											
			304	0.058		0.058	HDPE ⊙ 250 (228.6)	Force Main			2.40	-3.600	5.76	From MPS-04
ST25	208.25	208.25	694								14.57	13.333	1.00	
			988	0.082		0.082	GRP ⊙ 600 (600)	1.20	0.75	0.213	14.57	12.767	1.20	
ST26	85.89	294.14	16								3.31	0.992	1.71	
			1004	0.082		0.082	HDPE ⊙ 355 (324.8)	Inverted Siphon			3.31	-4.700	7.67	
ST27		294.14	418								3.20	-4.700	7.56	
			1421	0.105		0.105	GRP ⊙ 600 (600)	1.20	0.75	0.213	3.20	0.760	1.83	
ST28	82.24	376.38	1476								2.89	0.100	2.18	To ST30
			1476	0.038		0.038	GRP ⊙ 400 (400)	1.80	0.70	0.088	7.63	5.578	1.65	
ST29	135.79	135.79	42								2.89	-1.955	4.14	
			1518	0.143		0.143	GRP ⊙ 700 (700)	1.00	0.76	0.293	2.89	-1.997	4.80	
ST30		512.17	43								3.51	-1.997	4.80	
			1561	0.143		0.143	GRP ⊙ 400 (400)	Inverted Siphon			3.51	-9.600	12.10	
ST31		512.17	93								3.18	-9.000	11.77	
			1653	0.143		0.143	GRP ⊙ 700 (700)	1.00	0.76	0.293	3.18	-2.450	4.92	
ST32		512.17	404								2.56	-2.563	4.41	To ST38
			404	0.005		0.005	HDPE ⊙ 110 (98)	Force Main			9.48	8.368	1.01	From MTPS-03
ST33	19.16	19.16	1203								32.73	31.624	1.00	
			1607	0.028		0.028	GRP ⊙ 400 (400)	1.80	0.70	0.088	32.73	30.084	2.24	
ST34	80.63	99.79	12								2.20	0.543	1.25	
			1619	0.028		0.028	HDPE ⊙ 225 (201)	Inverted Siphon			2.20	-2.000	3.99	
ST35		99.79	289								2.21	-2.000	4.00	
			1907	0.042		0.042	GRP ⊙ 400 (400)	1.80	0.70	0.088	2.21	0.300	1.50	
ST36	51.91	151.70	506								2.63	-0.380	2.60	
			2413	0.046		0.046	GRP ⊙ 500 (500)	1.50	0.74	0.146	2.63	-0.480	2.60	
ST37	11.97	163.67	1044								2.56	-1.519	3.57	
			3456	0.195		0.195	GRP ⊙ 700 (700)	1.00	0.76	0.293	2.56	-2.593	4.44	
ST38	18.81	694.65	779								3.12	-4.035	6.45	To ST41
			779	0.025		0.025	HDPE ⊙ 180 (164.6)	Force Main			2.81	1.634	1.00	From MTPS-04
ST39	91.00	91.00	1313								8.70	7.526	1.00	
			2091	0.038		0.038	GRP ⊙ 400 (400)	1.80	0.70	0.088	8.70	6.898	1.41	
ST40	43.91	134.91	1122								3.12	-0.520	3.23	
			4578	0.247		0.247	GRP ⊙ 800 (800)	0.90	0.79	0.397	3.12	-4.135	6.45	
ST41	53.41	882.97	245								4.18	-6.136	8.95	
			8328	0.863		0.863	GRP ⊙ 1400 (1400)	0.50	0.83	1.193	4.18	-6.338	8.04	To MPS-05
ST42	4.47	3083.81	2516								3.07	0.551	1.00	From MPS-05
			10843	0.950		0.950	GRP ⊙ 1600 (1600)	0.50	0.89	1.581	3.07	-2.168	6.89	
ST43	308.19	3392.00	279								6.24	-2.188	6.91	
			11122	0.950		0.950	GRP ⊙ 1600 (1600)	0.50	0.89	1.581	6.24	-2.188	6.91	
ST44		3392.00									0.00	-2.594	1.08	To STP



PROJECT: THE PROJECT FOR THE STRATEGIC MASTER PLAN UNDER THE SEWERAGE SECTOR IN THE DEMOCRATIC SOCIALIST REPUBLIC OF SRI LANKA (PHASE I)

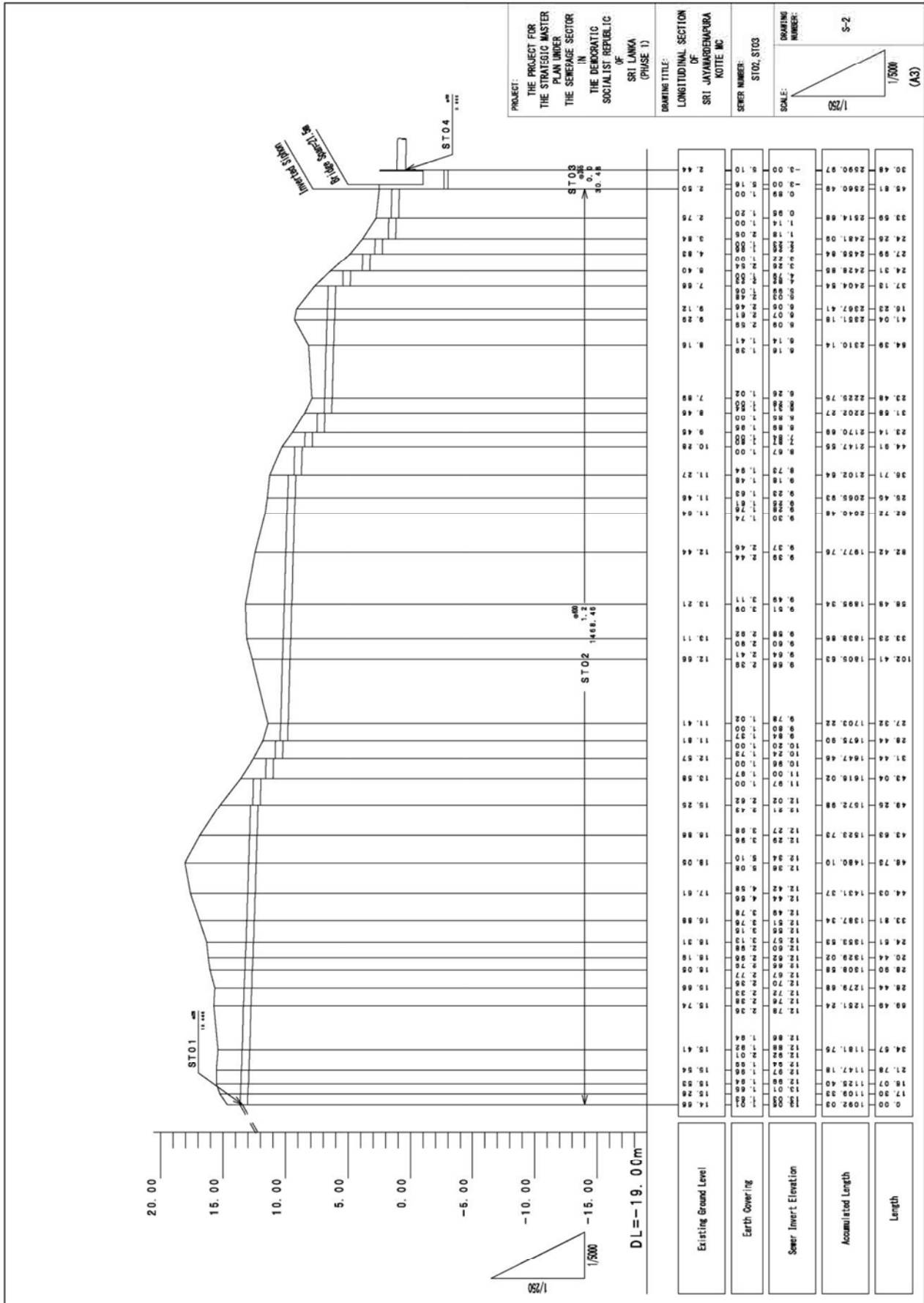
DRAWING TITLE: LONGITUDINAL SECTION OF SRI JAYAWARDENAPURA KOTTE MC

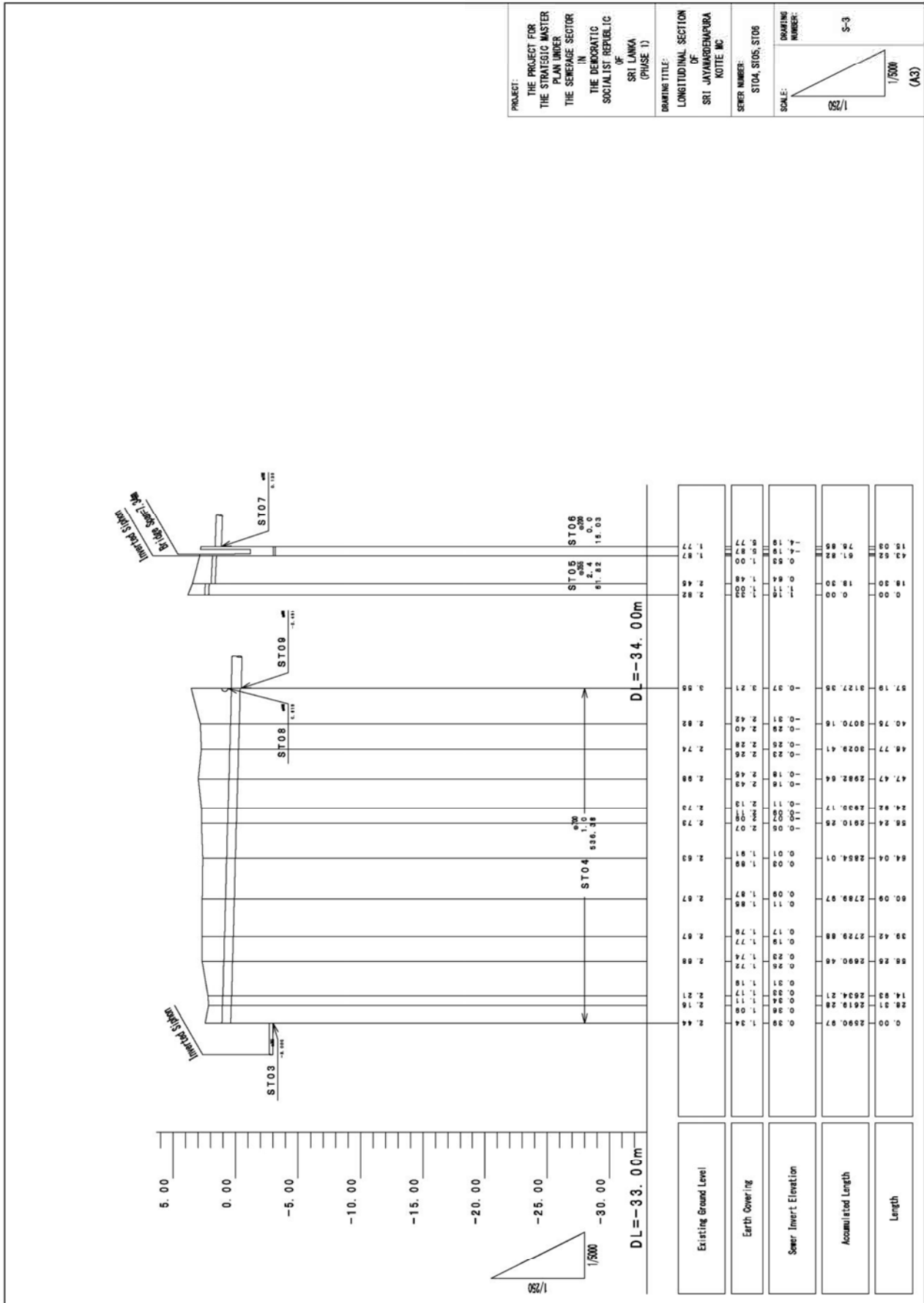
SEWER NUMBER: ST01

DRAWING NUMBER: S-1

SCALE: 1/500 (A3)

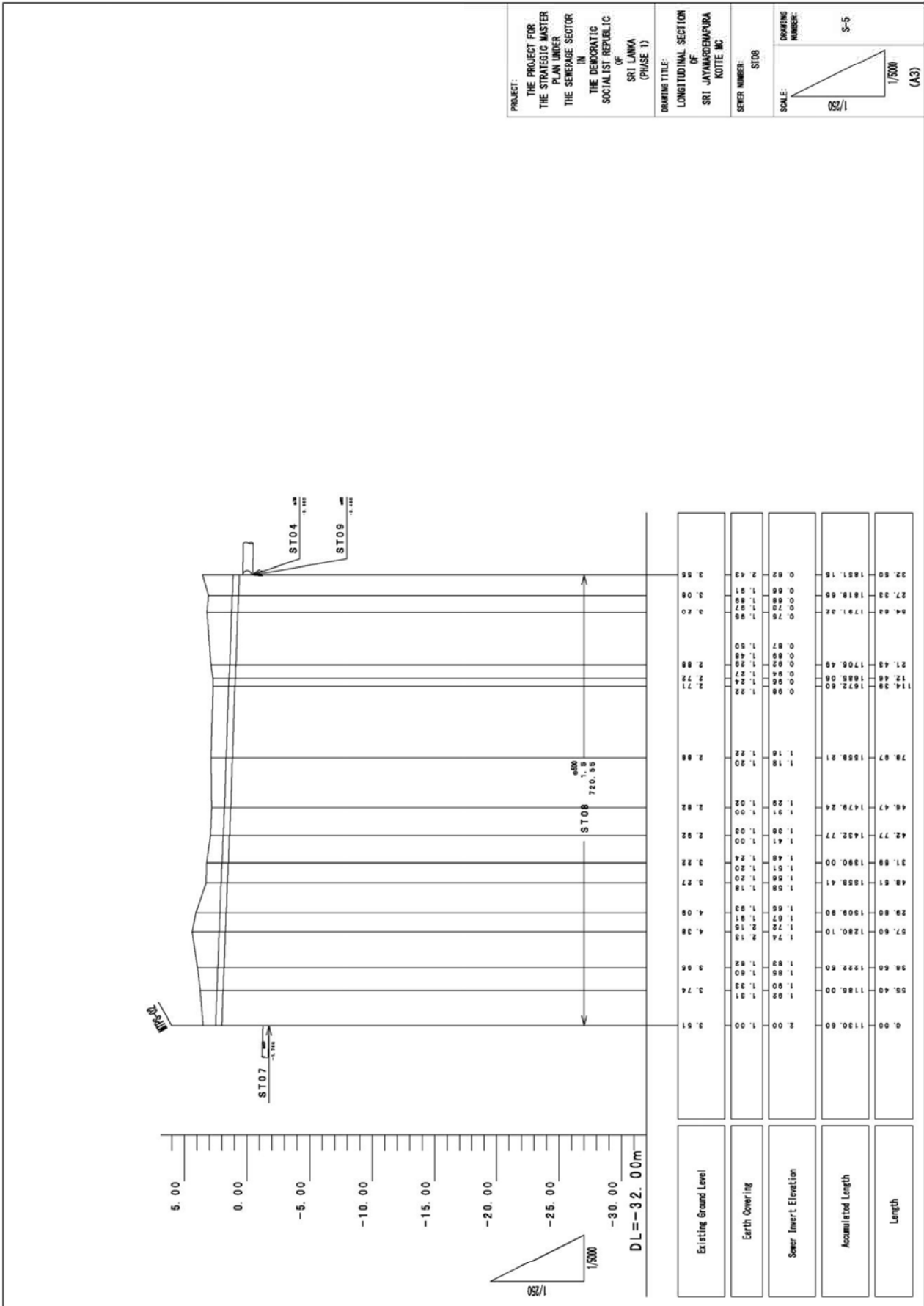












PROJECT:  
 THE PROJECT FOR  
 THE STRATEGIC MASTER  
 PLAN UNDER  
 THE SEWERAGE SECTOR  
 IN  
 THE DEMOCRATIC  
 SOCIALIST REPUBLIC  
 OF  
 SRI LANKA  
 (PHASE 1)

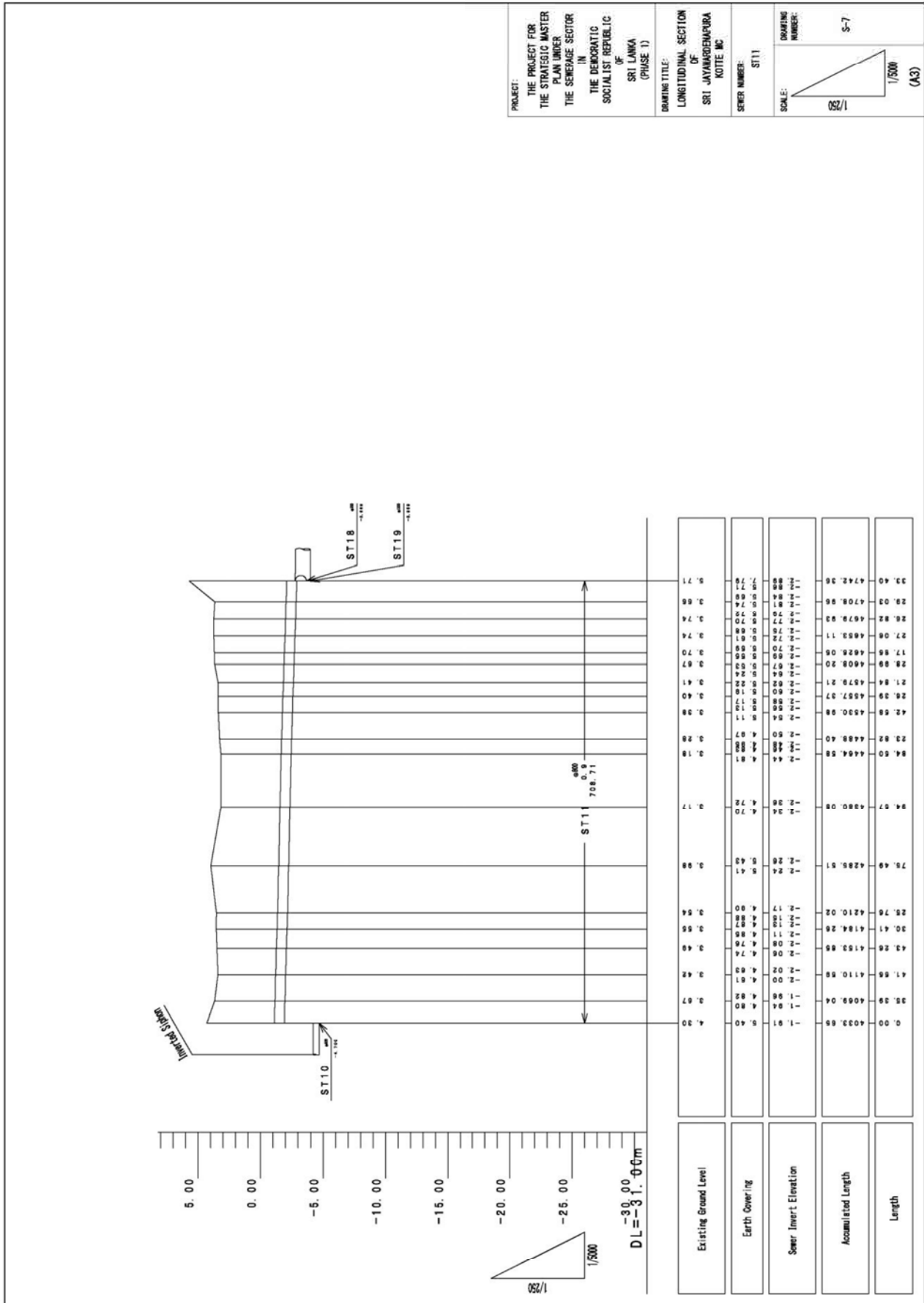
DRAWING TITLE:  
 LONGITUDINAL SECTION  
 OF  
 SRI JAYAWARDENAPURA  
 KOTTE MC

SEWER NUMBER:  
 ST08

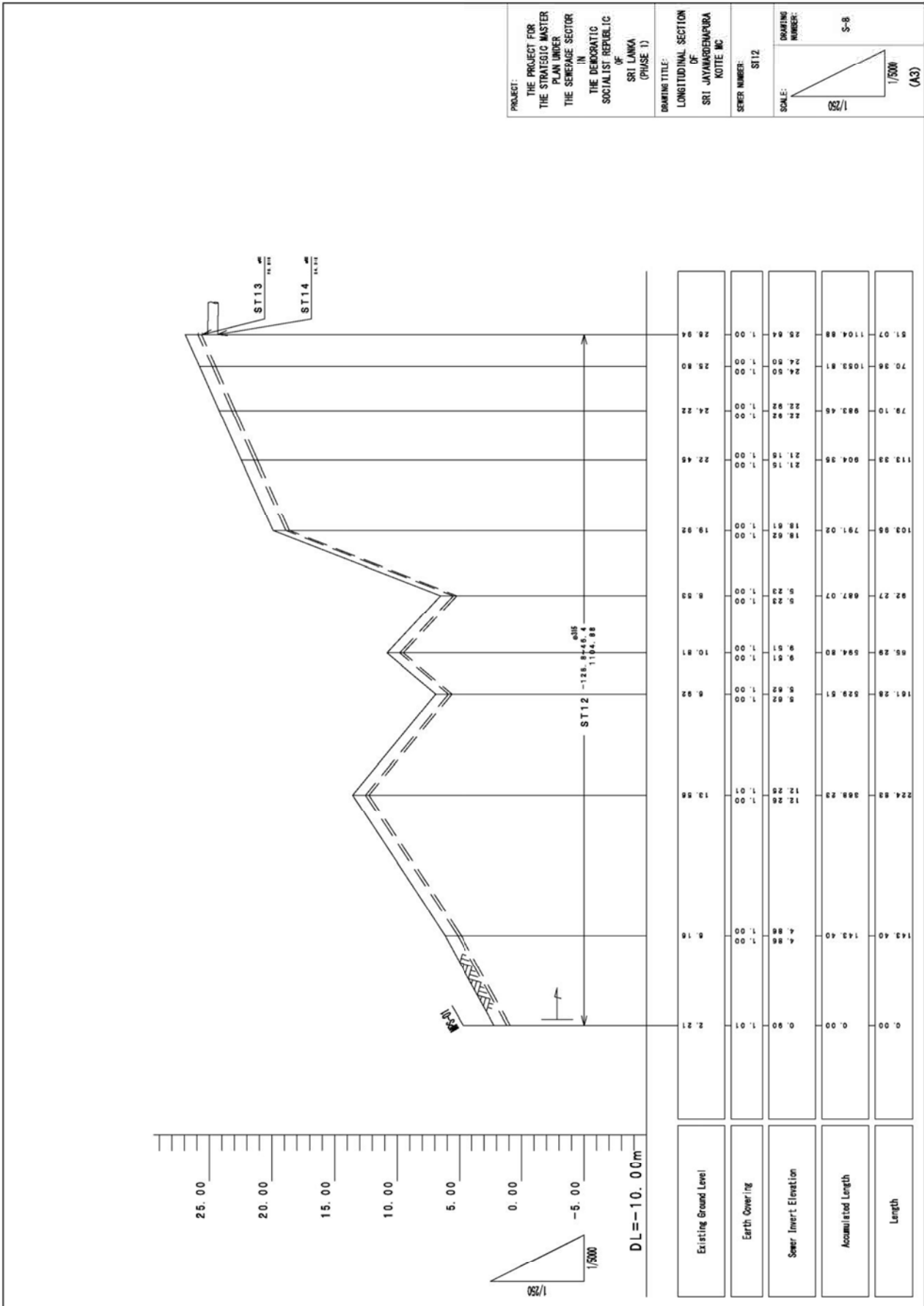
DRAWING NUMBER:  
 S-5

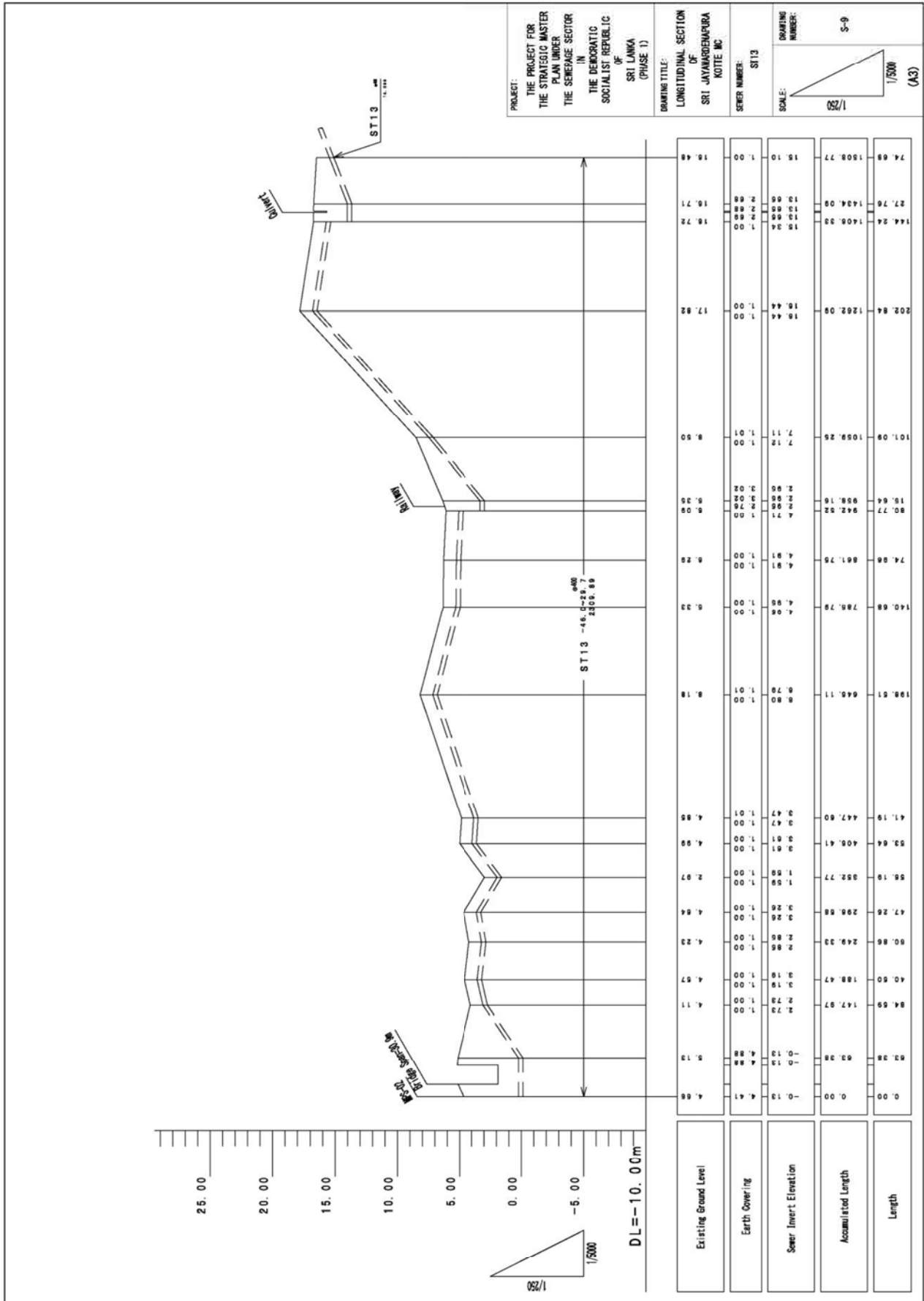
SCALE:  
 1/500  
 1/500  
 1/500  
 (A3)











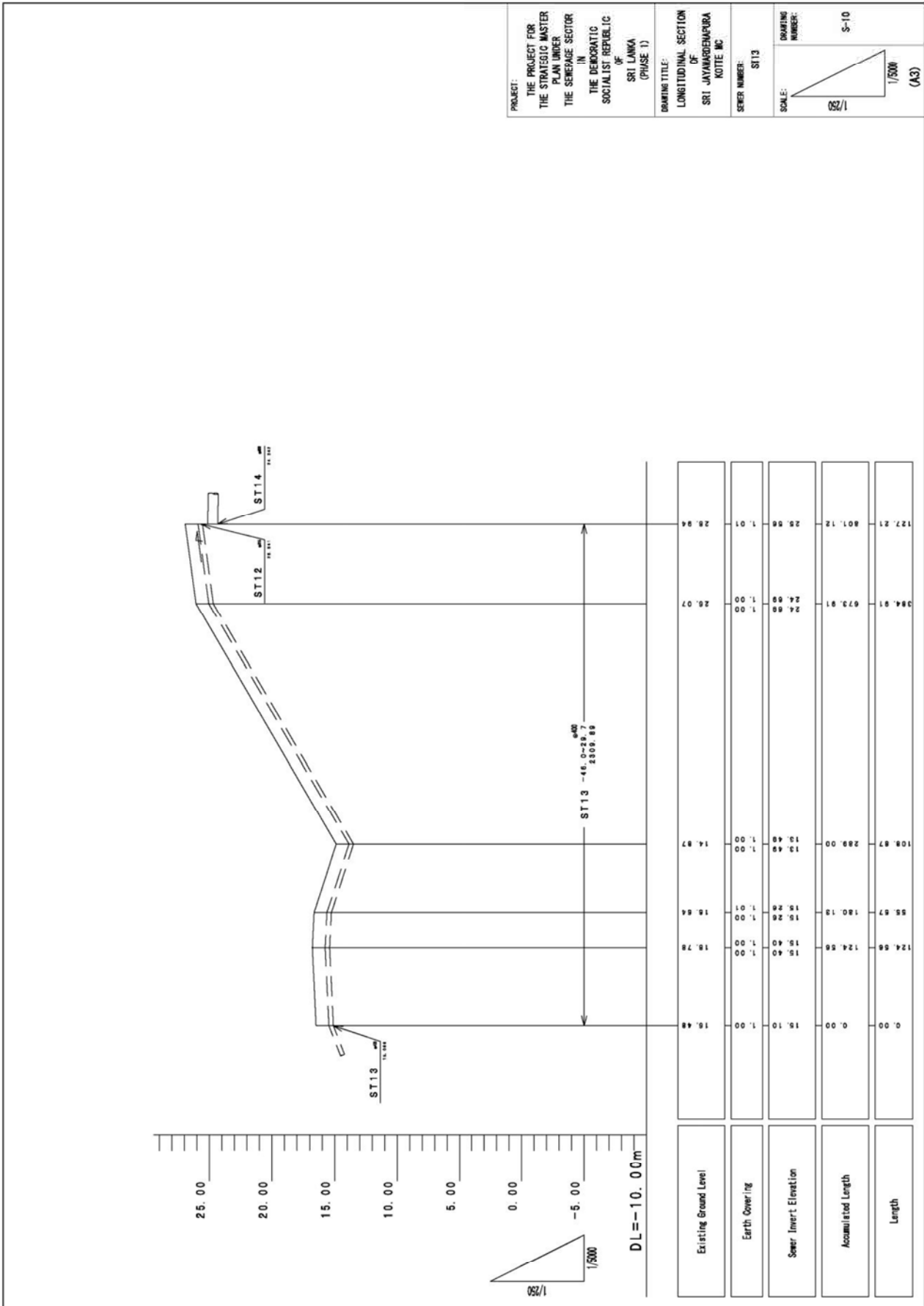
PROJECT: THE PROJECT FOR THE STRATEGIC MASTER PLAN UNDER THE SEWERAGE SECTOR IN THE DEMOCRATIC SOCIALIST REPUBLIC OF SRI LANKA (PHASE 1)

DRAWING TITLE: LONGITUDINAL SECTION OF SRI JAYAWARDENAPURA KOTTE MC

SEWER NUMBER: ST13

DRAWING NUMBER: S-9

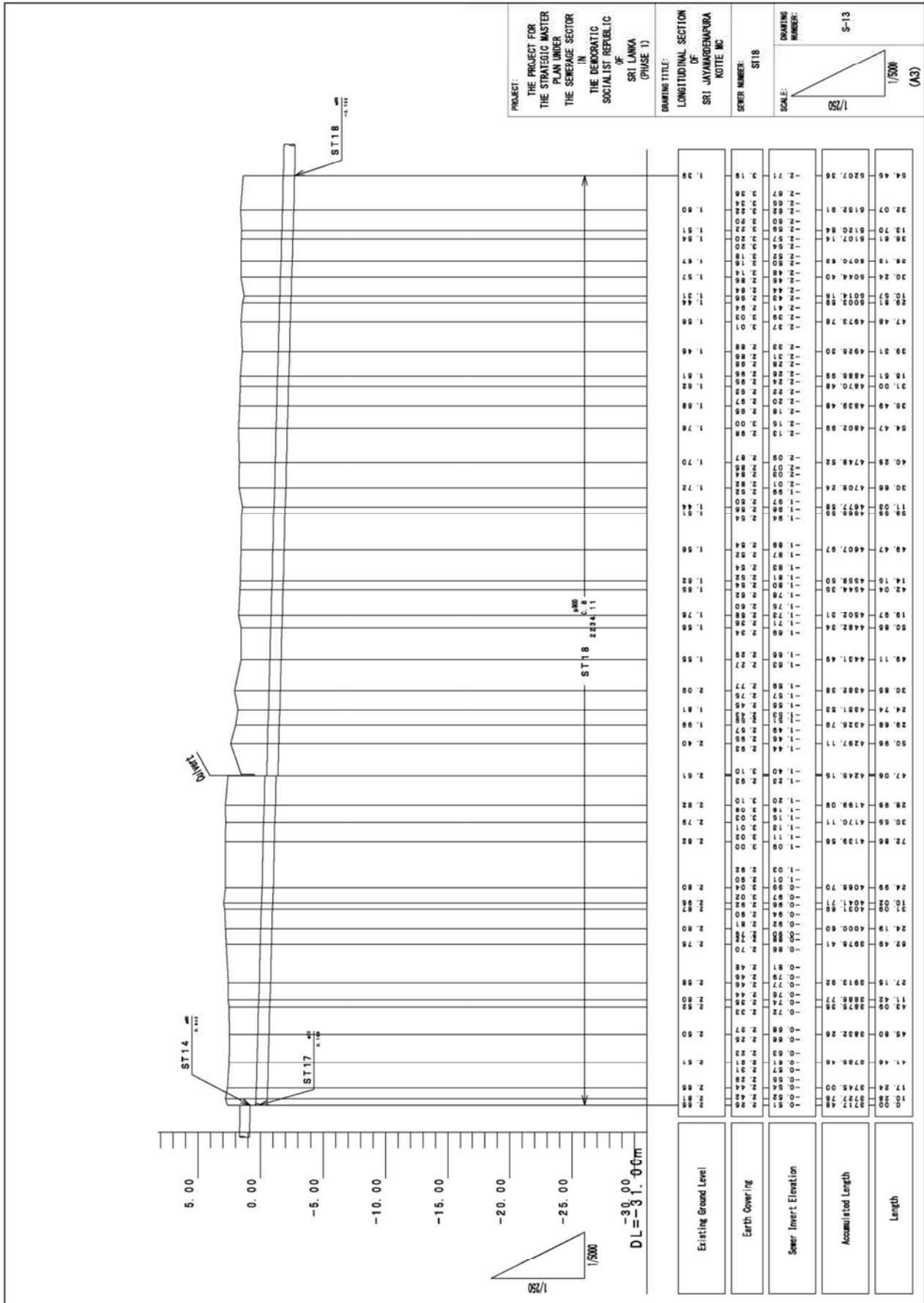
SCALE: 1/500 (A3)



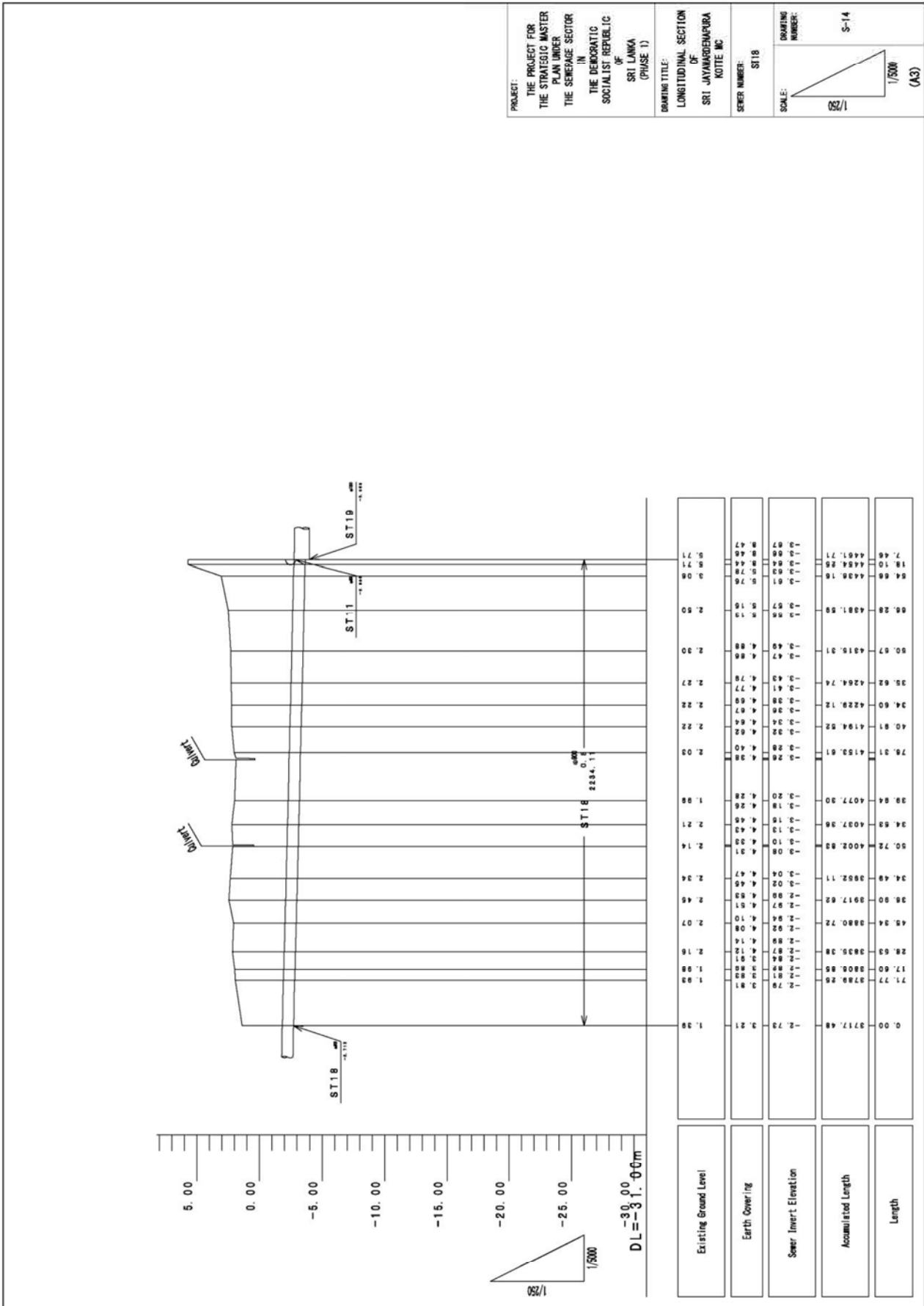




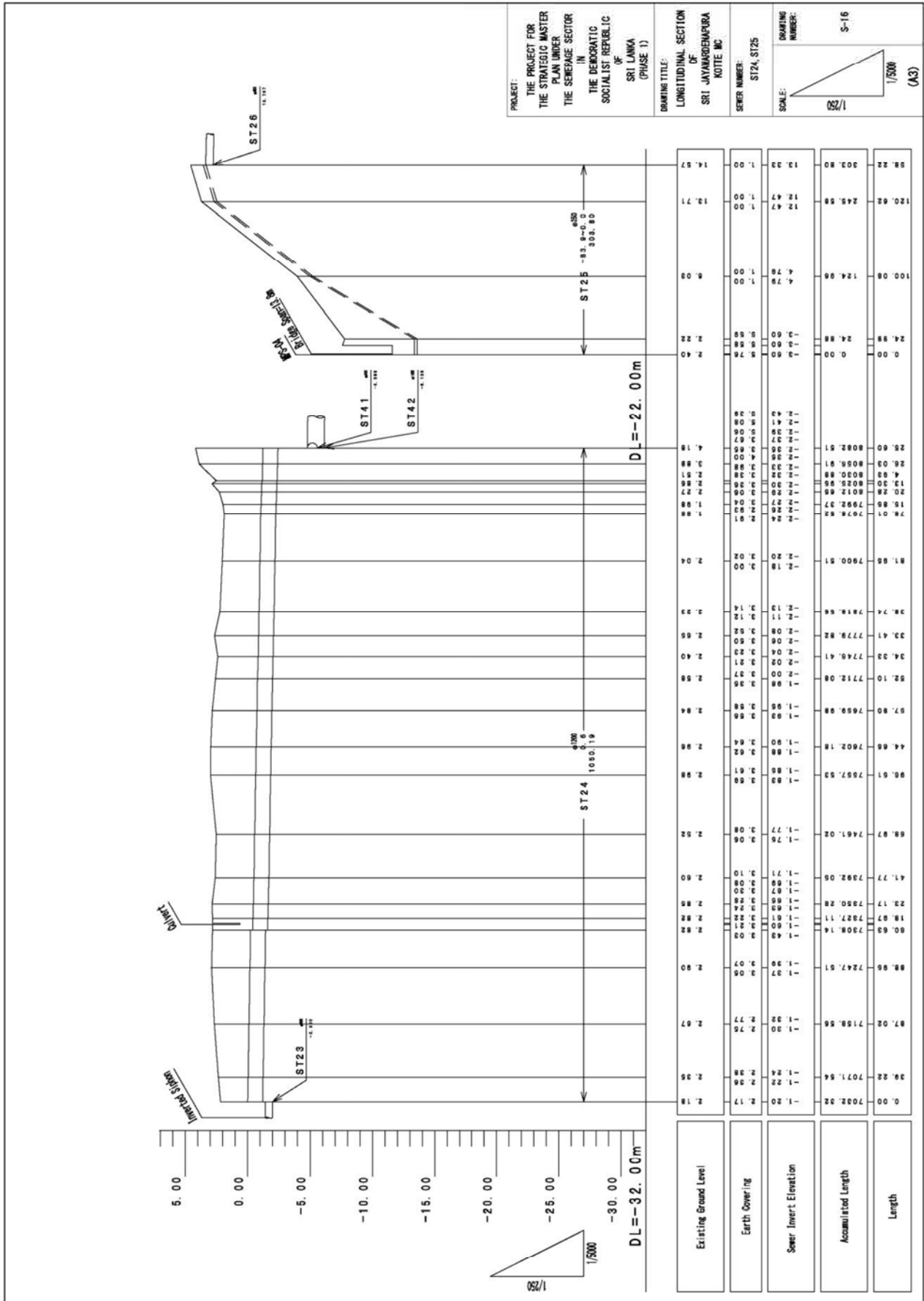






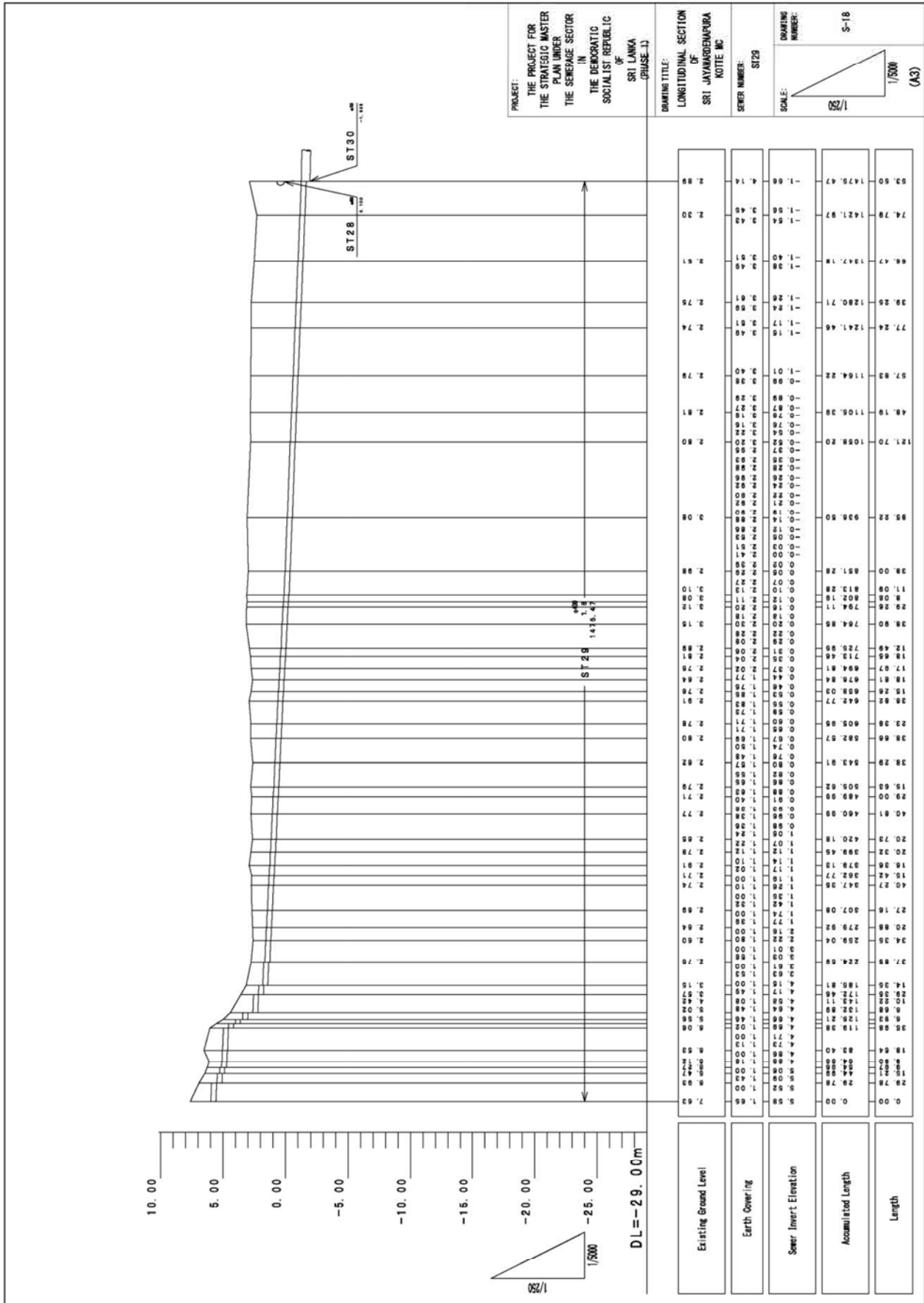


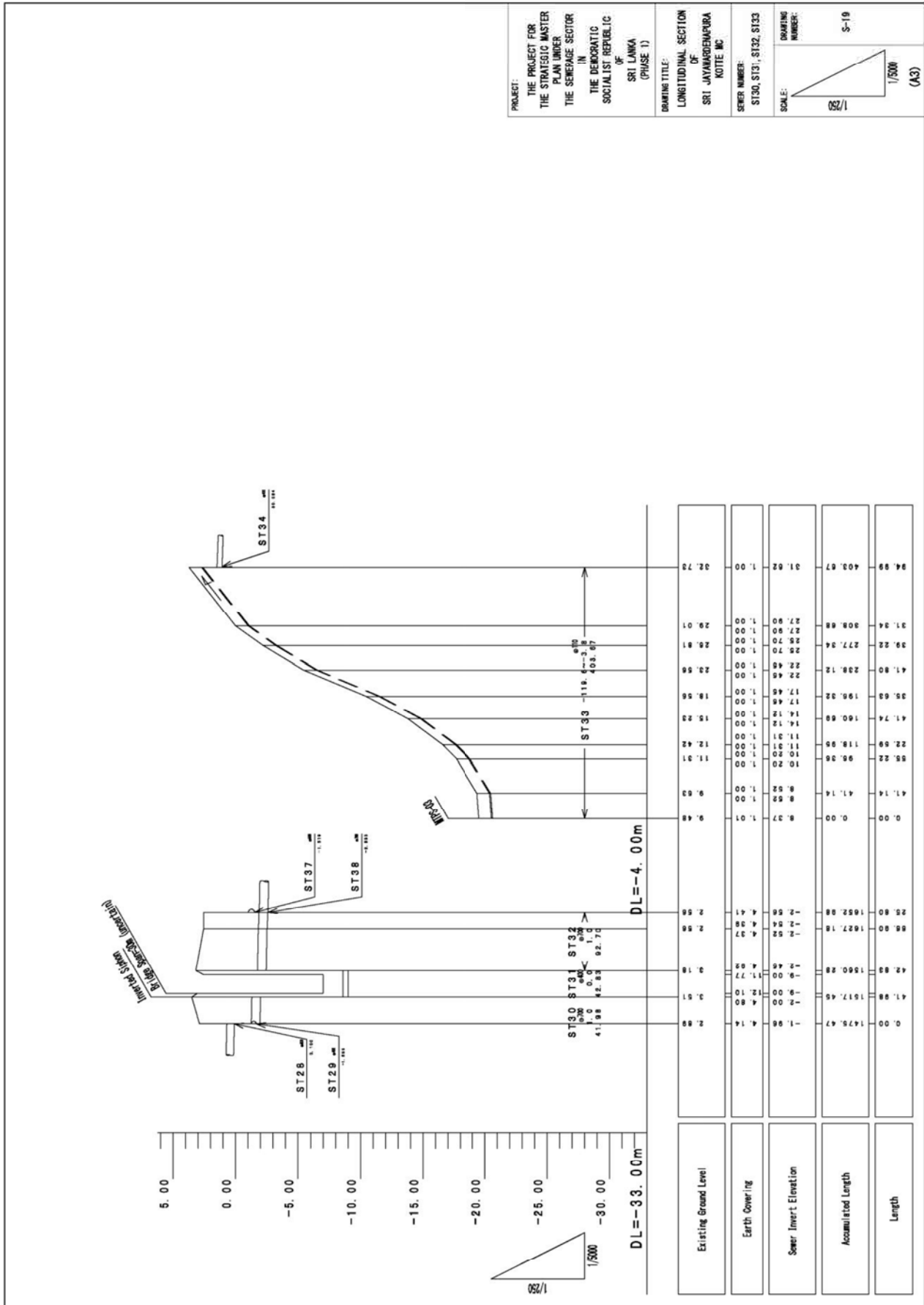


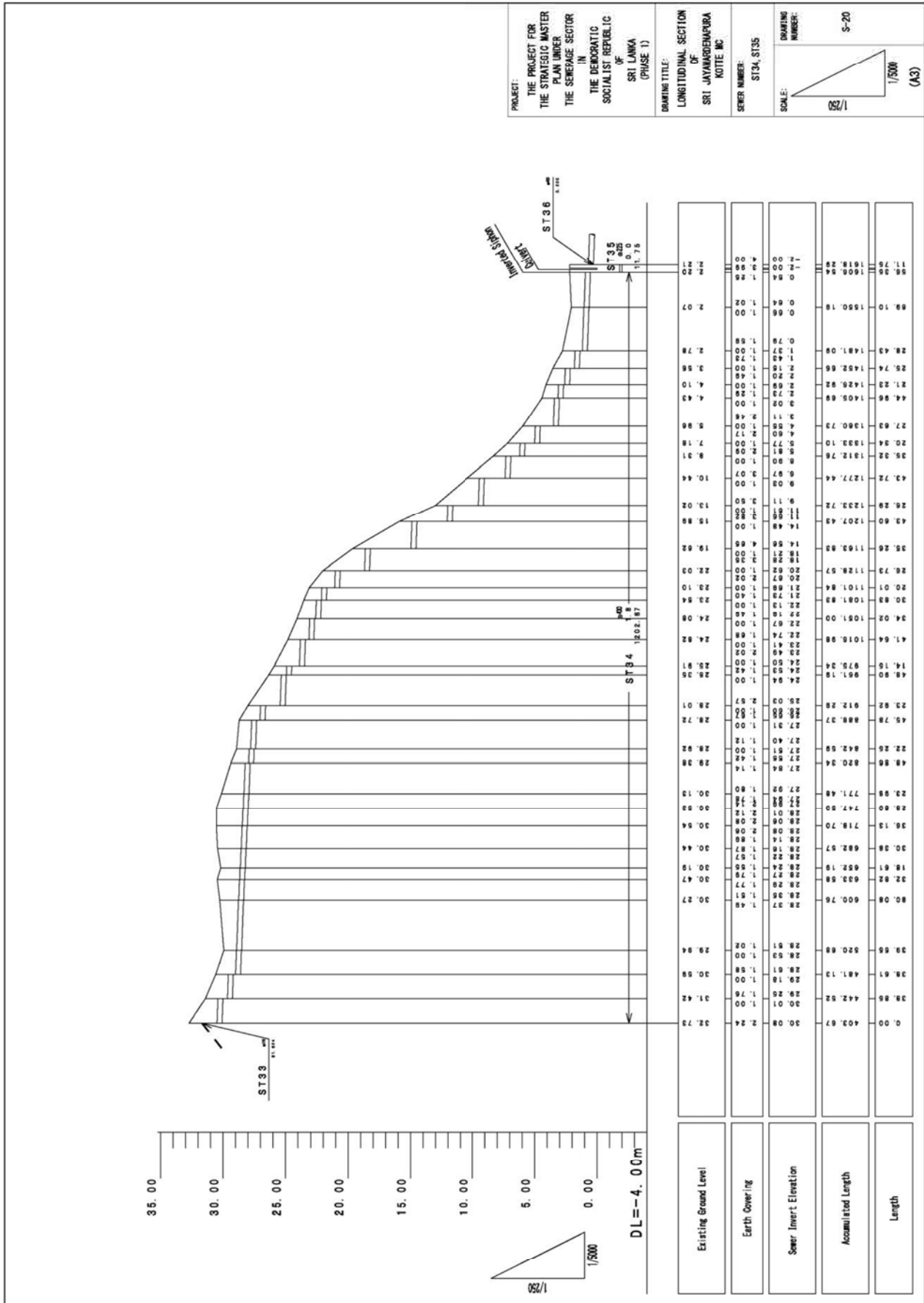


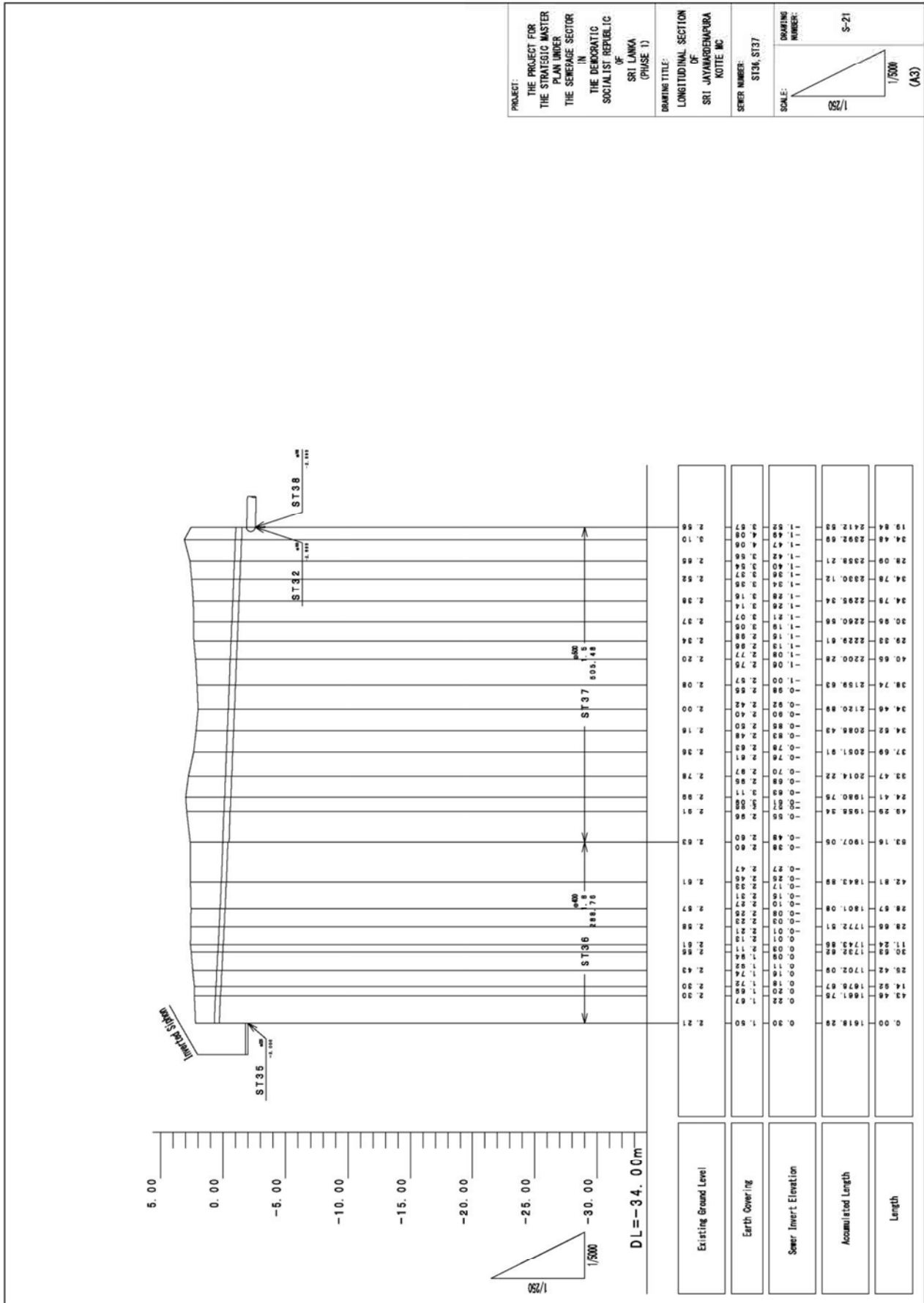




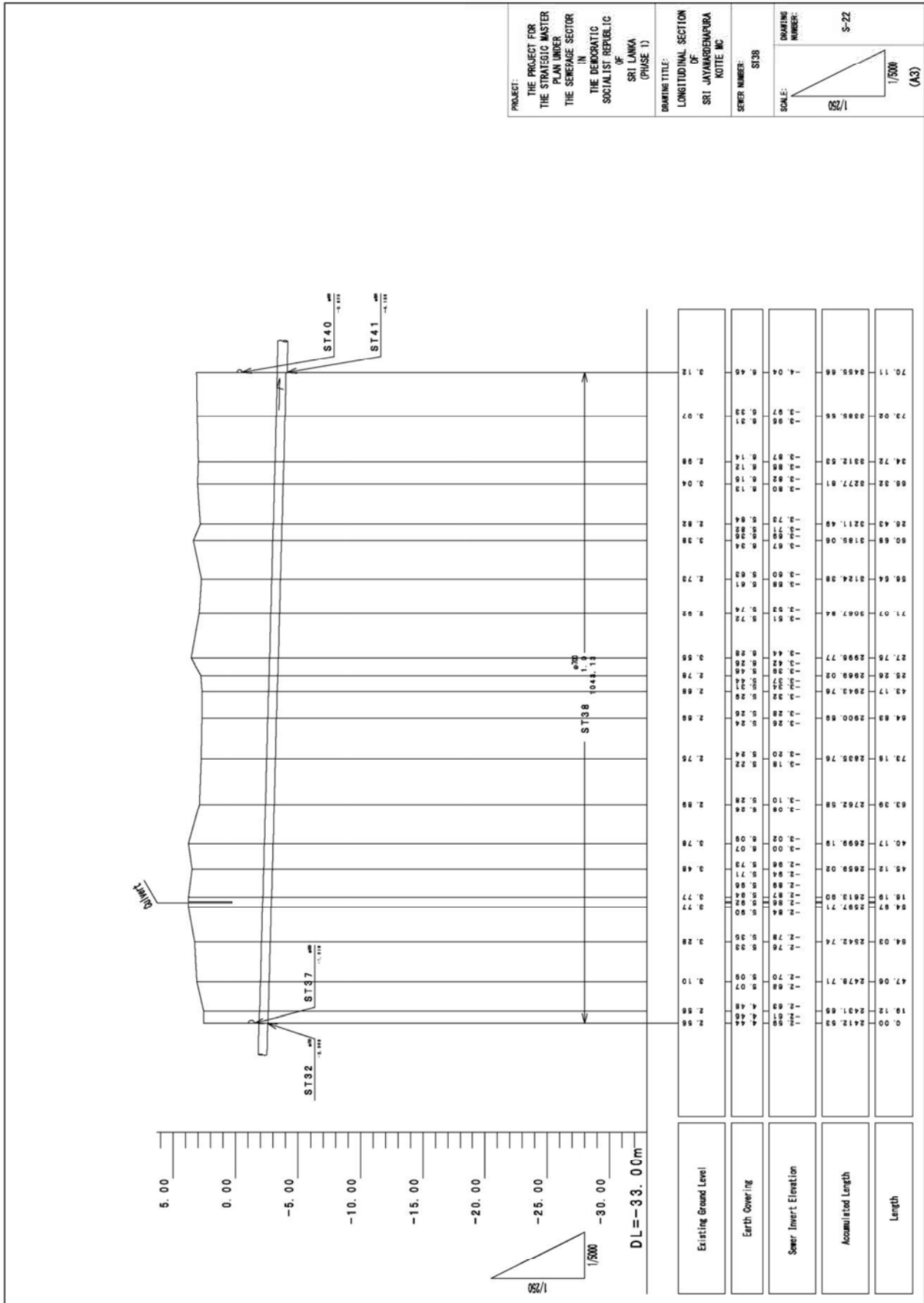


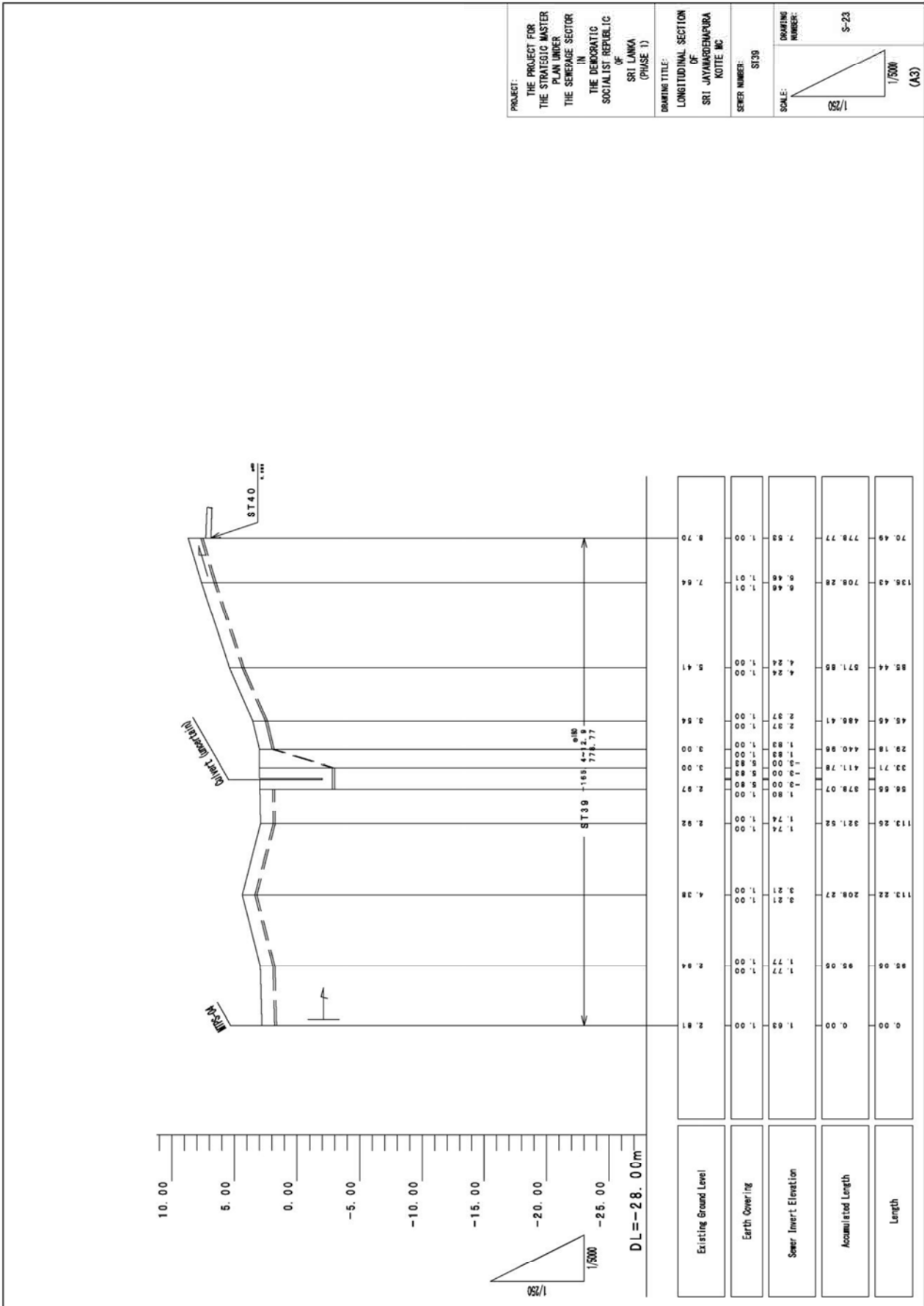












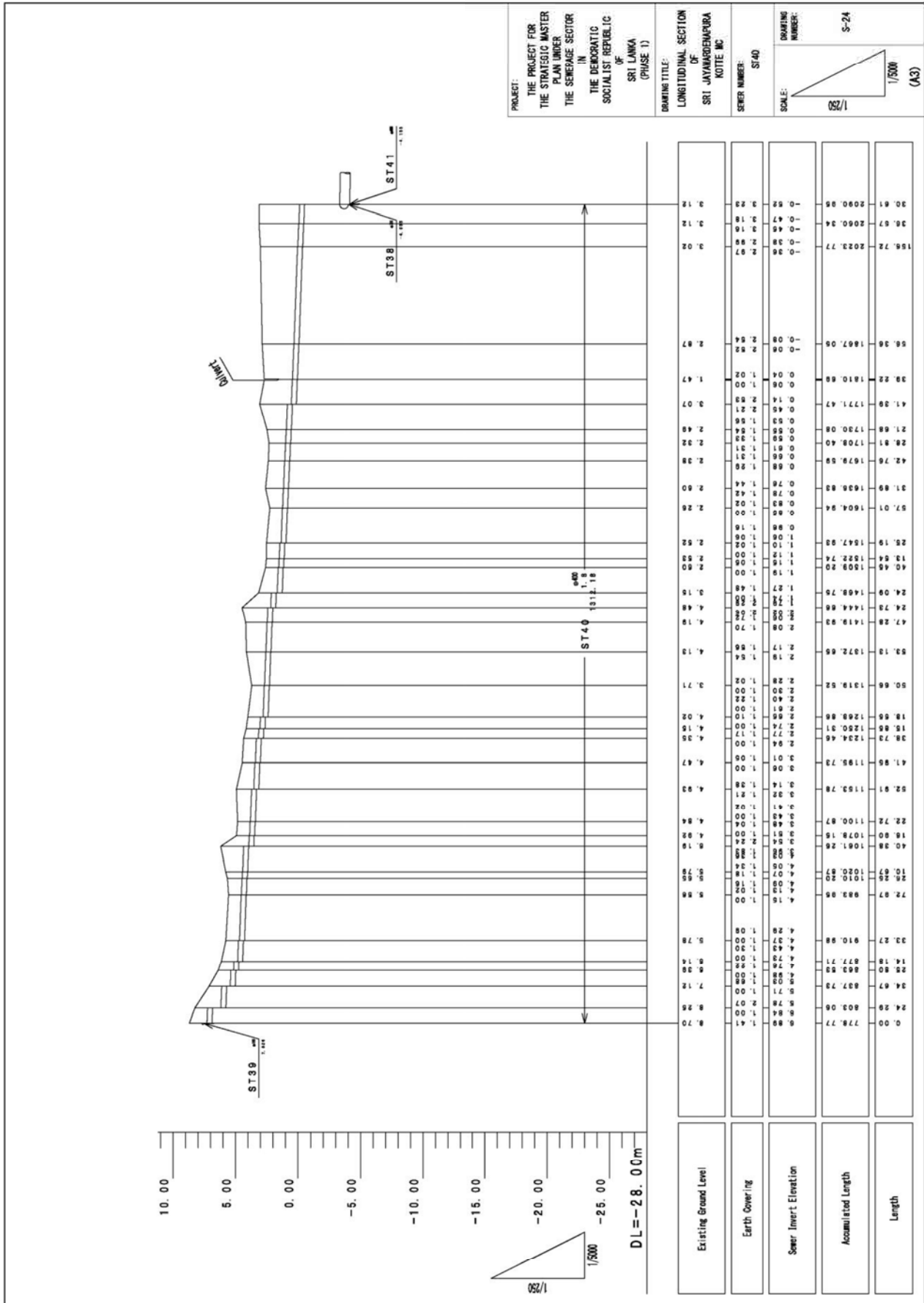
PROJECT:  
 THE PROJECT FOR  
 THE STRATEGIC MASTER  
 PLAN UNDER  
 THE SEWERAGE SECTOR  
 IN  
 THE DEMOCRATIC  
 SOCIALIST REPUBLIC  
 OF  
 SRI LANKA  
 (PHASE 1)

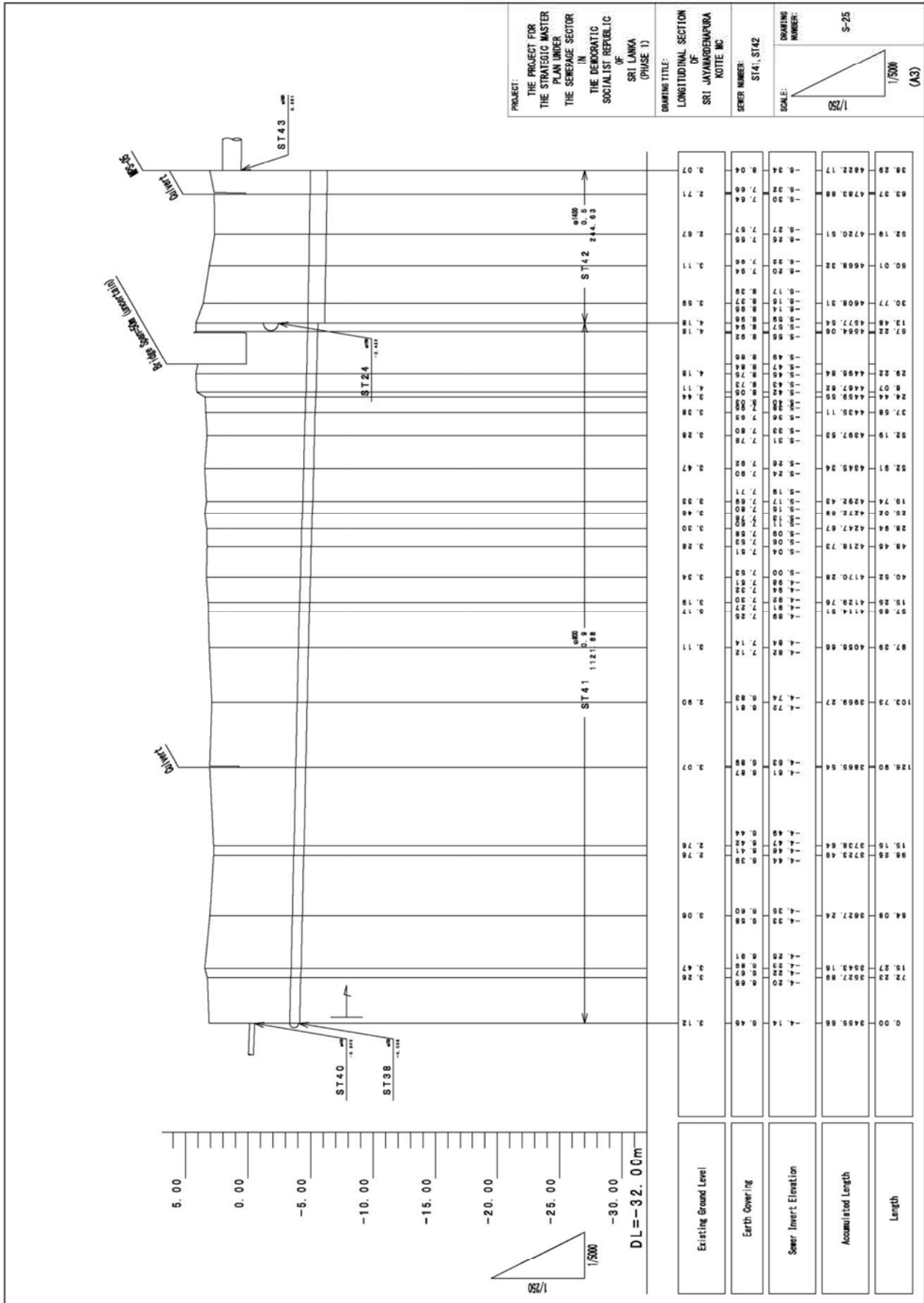
DRAWING TITLE:  
 LONGITUDINAL SECTION  
 OF  
 SRI JAYAWARDENAPURA  
 KOTTE MC

SEWER NUMBER:  
 S139

DRAWING NUMBER:  
 S-23

SCALE:  
 1/500  
 1/500  
 (A3)





PROJECT:  
 THE PROJECT FOR  
 THE STRATEGIC MASTER  
 PLAN UNDER  
 THE SEWERAGE SECTOR  
 OF  
 THE DEMOCRATIC  
 SOCIALIST REPUBLIC  
 OF  
 SRI LANKA  
 (PHASE I)

DRAWING TITLE:  
 LONGITUDINAL SECTION  
 OF  
 SRI JAYAWARDENAPURA  
 KOTTE MC

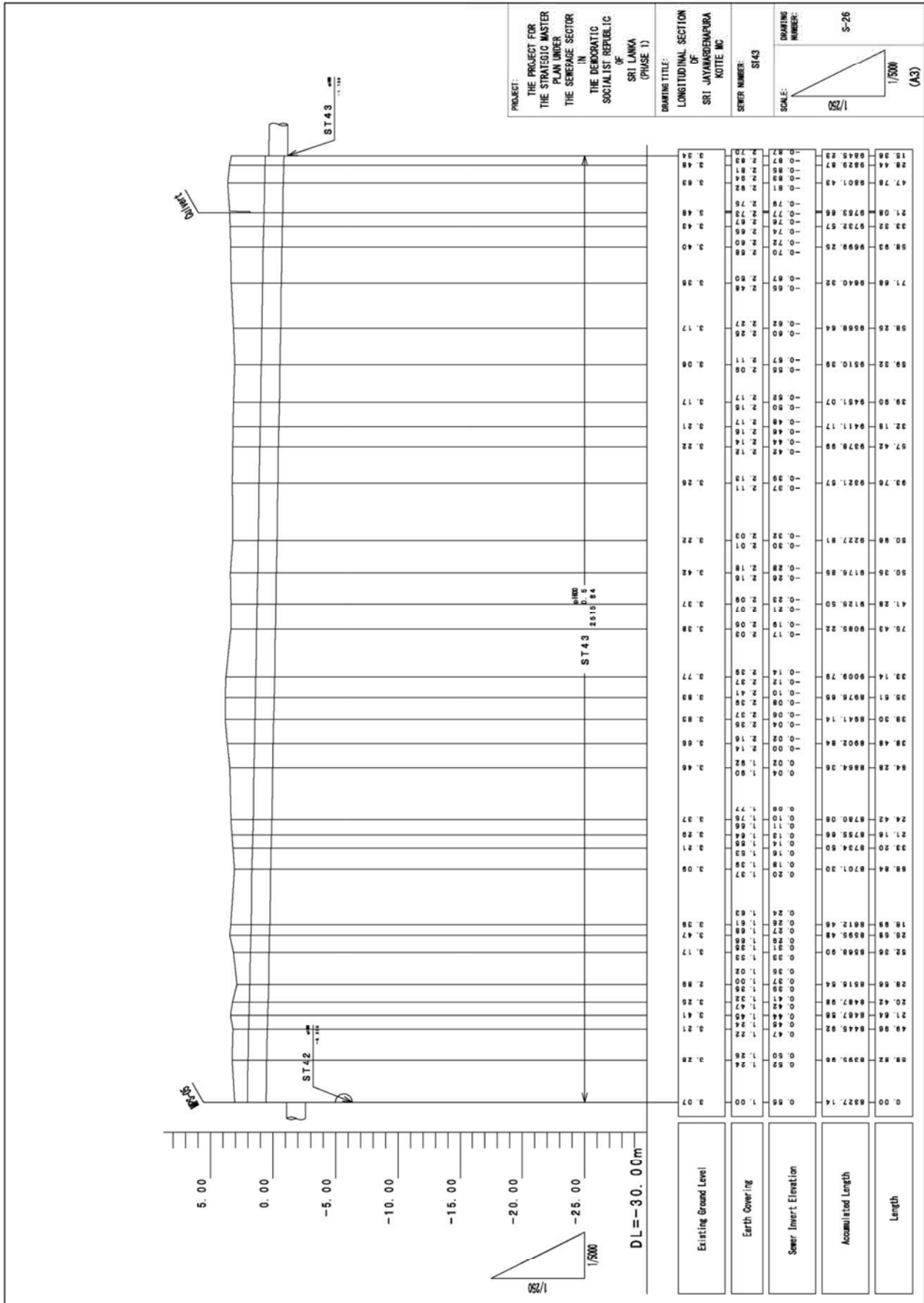
SEWER NUMBER:  
 ST 41, ST 42

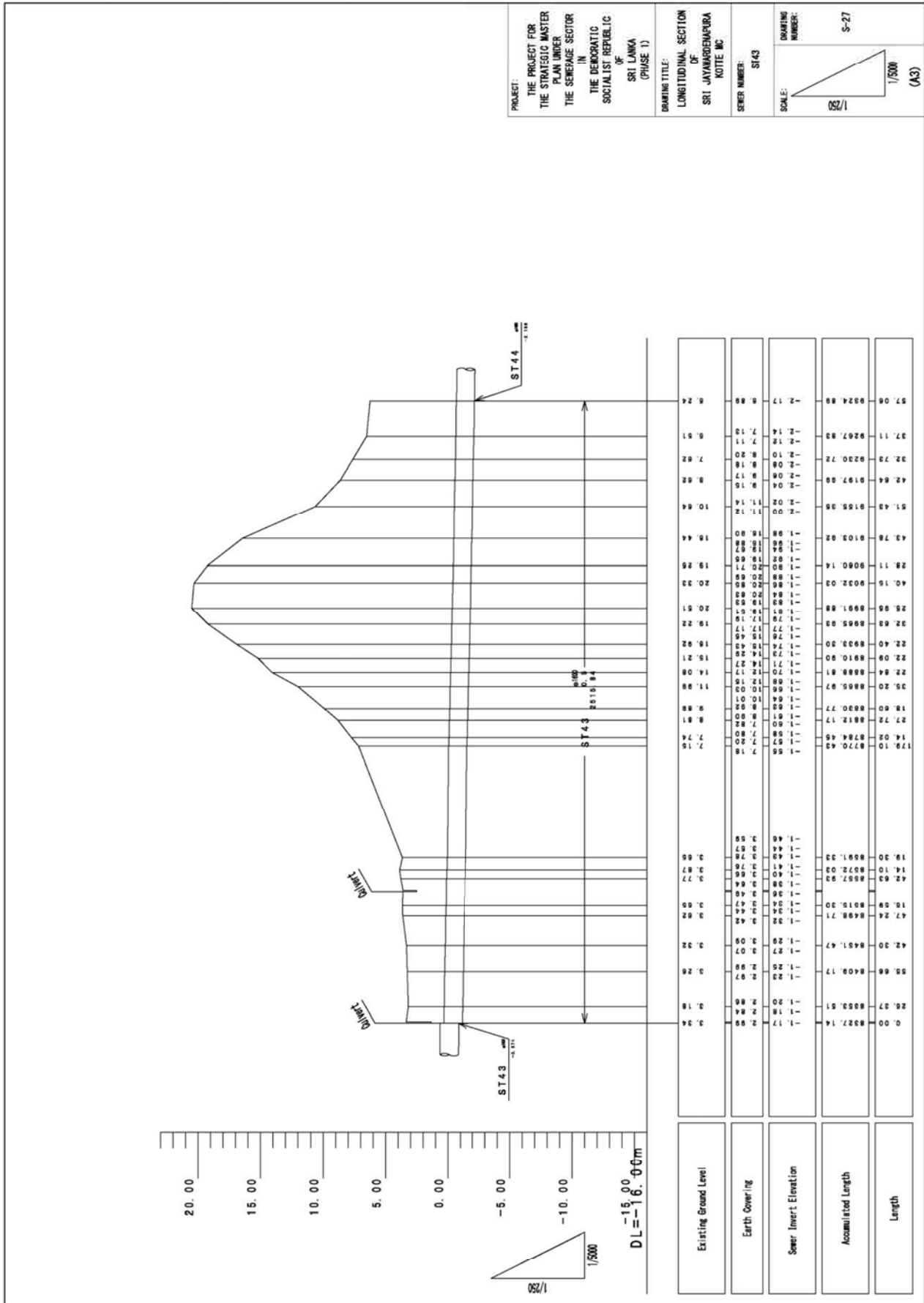
SCALE:  
 1/250

DRAWING NUMBER:  
 S-25

(A3)









## APPENDIX 4: Draft Amendment of Tolerance Discharge Limits

### Schedule III

**Tolerance limit values for the discharge of wastewaters or effluents (Industrial / domestic) from a prescribed activity into the inland surface waters**

No.	Parameter	Unit, type of limit	Tolerance limit values for Inland surface waters
1.	Total suspended solids	mg/l, max.	50
2.	Total dissolved solids	mg/l, max.	1000
3.	pH at ambient temperature	-	6.0 – 8.5
4.	Biochemical oxygen demand (BOD <sub>5</sub> in 5 days at 20 <sup>o</sup> C)	mg/l, max.	30
5.	Temperature at the point of discharge	<sup>o</sup> C, max.	Ambient water temperature ± 5 or 40 whichever is lesser
6.	Oils and greases	mg/l, max.	10
7.	Phenols (as C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH)	mg/l, max.	1.0
8.	Chemical oxygen demand (COD)	mg/l, max.	250
9.	Colour  (Maximum spectral absorption coefficient)	Wave length range  436 nm, (Yellow range) 525 nm, (Red range) 620 nm, (blue range)	  7m <sup>-1</sup> 5m <sup>-1</sup> 3m <sup>-1</sup>
10.	Dissolved phosphates (as P)	mg/l, max.	5



11.	Total Kjeldhal nitrogen (as N)	mg/l,max.	150
12.	Ammoniacal nitrogen (as N)	mg/l,max.	50
13.	Nitrate (as N)	mg/l,max.	10
14.	Cyanide (as CN)	mg/l,max.	0.05
15.	Total residual chlorine (as Cl <sub>2</sub> )	mg/l,max.	0.5
16.	Chlorides (as Cl)	mg/l,max.	400
17.	Fluorides (as F)	mg/l,max.	2.0
18.	Sulphides (as S)	mg/l,max.	0.5
19.	Arsenic, total (as As)	mg/l,max.	0.05
20.	Cadmium, total (as Cd)	mg/l,max.	0.03
21.	Chromium, total (as Cr)	mg/l,max.	0.05
22.	Chromium, hexavalent (as Cr <sup>6+</sup> )	mg/l,max.	0.01
23.	Copper, total (as Cu)	mg/l,max.	0.05
24.	Iron, total (as Fe)	mg/l,max.	3.0
25.	Lead, total (as Pb)	mg/l,max.	0.05
26.	Mercury, total (as Hg)	mg/l,max.	0.001
27.	Nickel, total (as Ni)	mg/l,max.	0.2
28.	Selenium, total(as Se)	mg/l,max.	0.05
29.	Zinc, total (as Zn)	mg/l,max.	2.0
30.	Silver, total (as Ag)	mg/l,max.	0.035
31.	Pesticides (Total)	mg/l,max.	0.005
32.	Surfactants (Total)	mg/l, max.	5.0
33.	Faecal coliform	MPN/100ml, max.	150

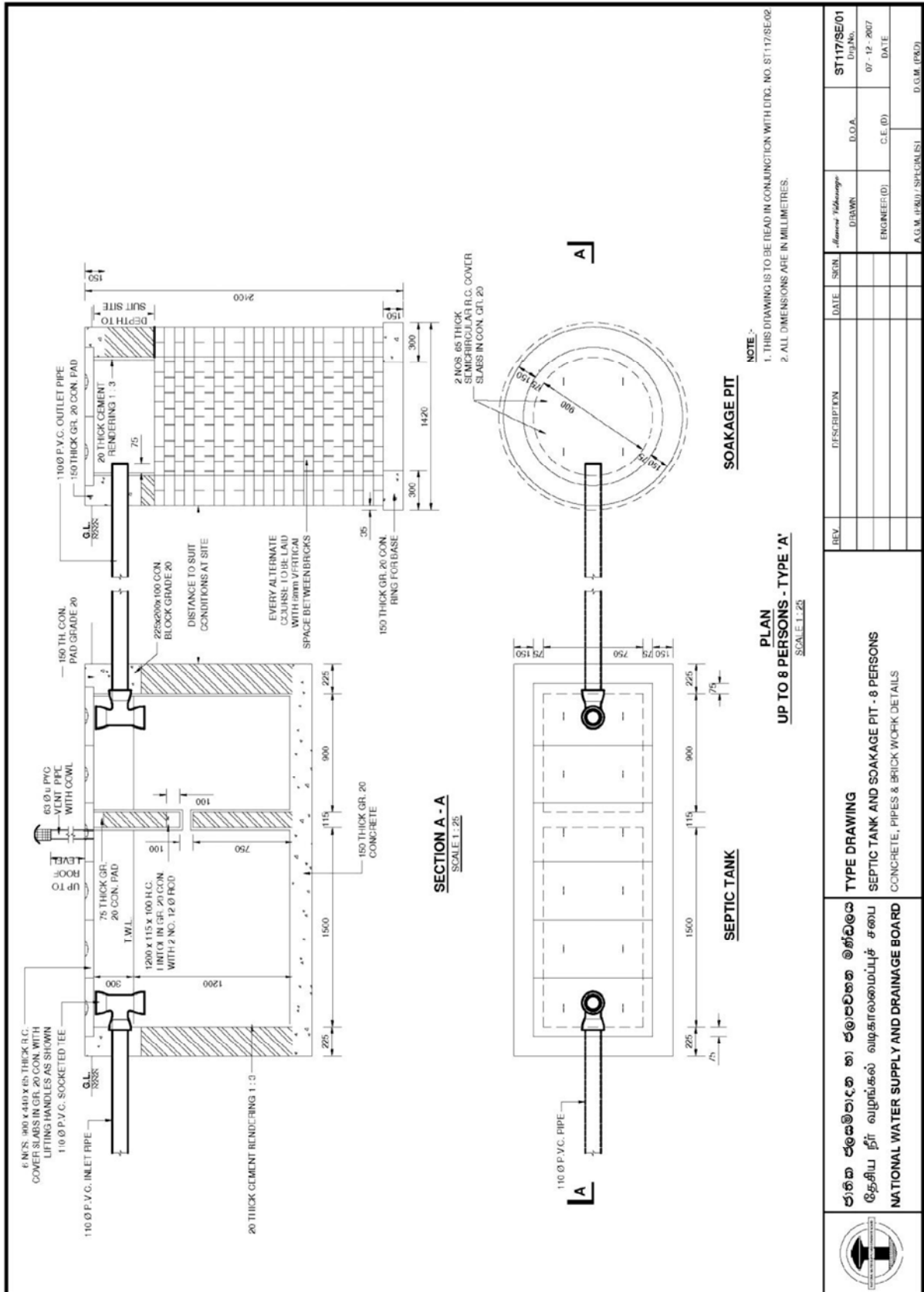
			250
34.	Sulphates (as S)	mg/l, max.	
35.	Radio Active Material:		
	(a) Alpha emitters	micro curie/ml, max	10 <sup>-8</sup>
	(b) Beta emitters	micro curie/ml, max	10 <sup>-7</sup>

**Note 1:** All efforts should be made to remove unpleasant odour as practicable as possible.

**Note 2:** These limit values are based on the premise that for inland surface water the dilution factor may be at least 1:8. In an event where the dilution factor is found to be less, the limit values in the Schedule should be adjusted on a proportional basis so as to give rise to more stringent limit values.

**Note 3:** The above mentioned general standards and criteria should cease to apply with regard to a particular industry when industry specific standards and criteria are stipulated for that industry.

### APPENDIX 5: General Layout of Septic Tank







## APPENDIX 6: Detail of Project Costs

Sri Jayawardenapura Kotte				Master Plan Area = 3392 ha				USD=	145	LKR
				USD=	USD=		112	YEN		
				ILKR	JPY		0.770	YEN		
Item Description	Type	Unit	Quantity	Unit Price		Amount		Total Amount	Total Amount	
				L.C	F.C	L.C	F.C			
				LKR	JPY	LKR	JPY	LKR	JPY	
<b>I Construction Cost</b>										
<b>A STP</b>										
<b>A1 STP</b>										
Sn Jayawardenapura Kotte STP (Q=15,000m <sup>3</sup> /day)	Absorb 2400 USD/m <sup>3</sup>	Lot	1			4,887,772.727	5,644,800,000	12,218,181.818	9,408,000,000	
<b>Sub-total of A</b>						<b>4,887,772.727</b>	<b>5,644,800,000</b>	<b>12,218,181.818</b>	<b>9,408,000,000</b>	
<b>B Trunk Sewer</b>										
Supply and install of HDPE OD315	Depth not exceeding 1.5m	m	238	2,900	6,900	691,000	1,641,000	2,872,000	2,175,000	
Supply and install of HDPE OD315	Depth not exceeding 2.5m	m	209	4,100	7,200	857,000	2,813,000	2,166,000	2,166,000	
Supply and install of HDPE OD315	Depth not exceeding 3.5m	m	144	4,800	7,200	633,000	1,016,000	1,978,000	1,533,000	
Supply and install of HDPE OD315	Depth not exceeding 4.5m	m	32	5,800	7,600	174,000	245,000	492,000	379,000	
Supply and install of HDPE OD315	Depth not exceeding 5.5m	m	53	6,400	7,900	337,000	416,000	877,000	675,000	
Supply and install of HDPE OD315	Depth not exceeding 6.5m	m	63	3,100	8,700	197,000	538,000	891,000	680,000	
Supply and install of GRP-FRP ND400	Depth not exceeding 1.5m	m	1,266	3,800	22,700	4,813,000	28,734,000	42,177,000	32,438,000	
Supply and install of GRP-FRP ND400	Depth not exceeding 2.5m	m	894	4,900	23,000	4,378,000	20,551,000	31,068,000	23,922,000	
Supply and install of GRP-FRP ND400	Depth not exceeding 3.5m	m	742	7,300	23,000	5,418,000	17,676,000	27,674,000	21,222,000	
Supply and install of GRP-FRP ND400	Depth not exceeding 4.5m	m	502	8,500	23,400	4,269,000	11,751,000	19,530,000	15,038,000	
Supply and install of GRP-FRP ND400	Depth not exceeding 5.5m	m	538	8,700	10,400	4,593,000	12,334,000	20,957,000	15,893,000	
Supply and install of GRP-FRP ND400	Depth not exceeding 6.5m	m	251	9,800	25,700	2,455,000	5,977,000	10,165,000	7,827,000	
Supply and install of GRP-FRP ND400	Depth not exceeding 7.5m	m	54	10,100	33,700	540,000	1,368,000	2,187,000	1,684,000	
Supply and install of GRP-FRP ND500	Depth not exceeding 1.5m	m	434	5,800	28,300	2,517,000	12,281,000	18,466,000	14,719,000	
Supply and install of GRP-FRP ND500	Depth not exceeding 2.5m	m	277	7,600	28,800	1,048,000	7,969,000	12,797,000	9,560,000	
Supply and install of GRP-FRP ND500	Depth not exceeding 3.5m	m	224	8,000	28,800	1,790,000	6,444,000	10,199,000	7,823,000	
Supply and install of GRP-FRP ND500	Depth not exceeding 4.5m	m	539	12,800	29,200	6,896,000	15,733,000	27,317,000	21,040,000	
Supply and install of GRP-FRP ND500	Depth not exceeding 5.5m	m	438	13,100	29,200	6,006,000	13,388,000	23,993,000	18,013,000	
Supply and install of GRP-FRP ND500	Depth not exceeding 6.5m	m	155	14,700	29,600	2,274,000	8,578,000	6,211,000	6,310,000	
Supply and install of GRP-FRP ND500	Depth not exceeding 7.5m	m	129	15,100	29,600	1,940,000	5,823,000	6,943,000	5,125,000	
Supply and install of GRP-FRP ND600	Depth not exceeding 1.5m	m	311	6,800	34,000	2,111,000	11,267,000	16,753,000	12,980,000	
Supply and install of GRP-FRP ND600	Depth not exceeding 2.5m	m	387	7,800	34,500	3,017,000	13,544,000	20,347,000	15,067,000	
Supply and install of GRP-FRP ND600	Depth not exceeding 3.5m	m	505	12,000	34,500	6,076,000	19,492,000	32,094,000	24,713,000	
Supply and install of GRP-FRP ND600	Depth not exceeding 4.5m	m	332	13,700	34,900	4,533,000	11,599,000	19,617,000	15,053,000	
Supply and install of GRP-FRP ND600	Depth not exceeding 5.5m	m	430	14,000	34,900	6,014,000	14,997,000	25,484,000	19,631,000	
Supply and install of GRP-FRP ND700	Depth not exceeding 1.5m	m	218	13,700	35,500	2,987,000	13,879,000	4,545,000	3,500,000	
Supply and install of GRP-FRP ND700	Depth not exceeding 2.5m	m	30	16,200	35,500	487,000	1,063,000	1,885,000	1,496,000	
Supply and install of GRP-FRP ND700	Depth not exceeding 3.5m	m	43	8,200	47,400	355,000	1,813,000	2,786,000	2,106,000	
Supply and install of GRP-FRP ND700	Depth not exceeding 4.5m	m	230	10,100	43,000	2,270,000	9,451,000	14,694,000	11,160,000	
Supply and install of GRP-FRP ND700	Depth not exceeding 5.5m	m	216	10,800	43,600	1,651,000	9,474,000	15,870,000	12,276,000	
Supply and install of GRP-FRP ND700	Depth not exceeding 6.5m	m	57	11,200	44,800	1,218,000	2,563,000	4,545,000	3,500,000	
Supply and install of GRP-FRP ND700	Depth not exceeding 7.5m	m	45	20,200	44,200	907,000	1,985,000	3,385,000	2,683,000	
Supply and install of GRP-FRP ND800	Depth not exceeding 1.5m	m	267	8,900	51,400	2,377,000	13,738,000	20,706,000	15,538,000	
Supply and install of GRP-FRP ND800	Depth not exceeding 2.5m	m	268	10,900	53,000	2,917,000	13,917,000	20,991,000	16,183,000	
Supply and install of GRP-FRP ND800	Depth not exceeding 3.5m	m	104	16,300	52,000	1,699,000	5,419,000	8,737,000	6,727,000	
Supply and install of GRP-FRP ND800	Depth not exceeding 4.5m	m	225	18,600	52,600	2,262,000	9,252,000	14,669,000	11,362,000	
Supply and install of GRP-FRP ND800	Depth not exceeding 5.5m	m	404	19,100	52,600	9,433,000	25,977,000	43,149,000	33,240,000	
Supply and install of GRP-FRP ND800	Depth not exceeding 6.5m	m	183	21,400	53,200	3,914,000	9,738,000	16,550,000	12,744,000	
Supply and install of GRP-FRP ND800	Depth not exceeding 7.5m	m	105	22,000	53,700	2,311,000	5,588,000	9,568,000	7,367,000	
Supply and install of GRP-FRP ND900	Depth not exceeding 1.5m	m	247	12,300	65,000	4,738,000	15,313,000	24,190,000	18,656,000	
Supply and install of GRP-FRP ND900	Depth not exceeding 2.5m	m	280	18,800	62,000	5,435,000	49,799,000	78,810,000	60,684,000	
Supply and install of GRP-FRP ND900	Depth not exceeding 3.5m	m	463	20,300	62,000	9,400,000	25,977,000	47,045,000	36,275,000	
Supply and install of GRP-FRP ND900	Depth not exceeding 4.5m	m	89	22,600	65,200	2,026,000	5,048,000	9,355,000	7,203,000	
Supply and install of GRP-FRP ND900	Depth not exceeding 5.5m	m	275	23,200	65,200	6,389,000	17,403,000	28,990,000	22,473,000	
Supply and install of GRP-FRP ND1200	Depth not exceeding 1.5m	m	117	13,200	100,600	1,550,000	11,811,000	16,889,000	13,005,000	
Supply and install of GRP-FRP ND1200	Depth not exceeding 2.5m	m	463	15,200	101,200	7,012,000	46,834,000	78,810,000	60,684,000	
Supply and install of GRP-FRP ND1200	Depth not exceeding 3.5m	m	298	24,400	101,200	7,277,000	30,182,000	46,474,000	35,376,000	
Supply and install of GRP-FRP ND1200	Depth not exceeding 4.5m	m	171	27,100	101,800	4,622,000	17,365,000	27,176,000	20,971,000	
Supply and install of GRP-FRP ND1200	Depth not exceeding 5.5m	m	564	27,700	103,800	15,611,000	57,445,000	90,335,000	69,481,000	
Supply and install of GRP-FRP ND1200	Depth not exceeding 6.5m	m	308	28,200	102,500	8,703,000	31,542,000	56,597,000	48,711,000	
Supply and install of GRP-FRP ND1400	Depth not exceeding 1.5m	m	243	15,200	190,200	3,675,000	45,085,000	63,793,000	48,813,000	
Supply and install of GRP-FRP ND1600	Depth not exceeding 2.5m	m	364	17,200	190,800	6,279,000	69,434,000	96,433,000	74,233,000	
Supply and install of GRP-FRP ND1600	Depth not exceeding 3.5m	m	776	28,300	190,800	21,966,000	148,053,000	214,237,000	164,962,000	
Supply and install of GRP-FRP ND1600	Depth not exceeding 4.5m	m	287	30,200	191,400	8,666,000	54,920,000	79,981,000	61,593,000	
Supply and install of GRP-FRP ND1600	Depth not exceeding 5.5m	m	106	31,100	191,400	3,301,000	20,311,000	29,682,000	22,855,000	
Supply and install of GRP-FRP ND1600	Depth not exceeding 6.5m	m	140	33,700	192,000	4,713,000	26,863,000	39,602,000	30,494,000	
Supply and install of HDPE OD110	Depth not exceeding 1.5m	m	604	600	1,000	347,000	404,000	767,000	590,000	
Supply and install of HDPE OD180	Depth not exceeding 1.5m	m	718	800	2,500	573,000	1,796,000	2,869,000	2,231,000	
Supply and install of HDPE OD180	Depth not exceeding 2.5m	m	11	1,700	2,500	19,000	25,000	44,000	33,000	
Supply and install of HDPE OD225	Depth not exceeding 1.5m	m	1,020	900	3,700	913,000	4,043,000	6,711,000	4,786,000	
Supply and install of HDPE OD275	Depth not exceeding 4.0m	m	17	1,800	5,700	31,000	43,000	77,000	59,000	
Supply and install of HDPE OD350	Depth not exceeding 1.5m	m	179	900	4,800	161,000	638,000	1,275,000	982,000	
Supply and install of HDPE OD315	Depth not exceeding 1.5m	m	1,105	1,000	7,700	1,105,000	8,508,000	12,154,000	9,139,000	
Supply and install of HDPE OD400	Depth not exceeding 1.5m	m	1,943	1,200	12,800	2,331,000	24,867,000	34,626,000	26,602,000	
Supply and install of HDPE OD400	Depth not exceeding 3.0m	m	203	1,600	12,800	164,000	1,311,000	1,567,000	1,417,000	
Supply and install of HDPE OD400	Depth not exceeding 5.5m	m	117	1,700	12,800	198,000	1,494,000	2,138,000	1,566,000	
Supply and install of GRP-FRP ND400(P)	Depth not exceeding 10m	m	86	35,600	275,814	3,077,000	23,839,000	34,037,000	26,208,000	
Supply and install of GRP-FRP ND500(P)	Depth not exceeding 10m	m	117	37,000	327,484	4,370,000	44,867,000	63,199,000	48,711,000	
Supply and install of GRP-FRP ND600(P)	Depth not exceeding 10m	m	297	38,200	379,522	11,455,000	112,464,000	137,733,000	121,420,000	
Supply and install of GRP-FRP ND700(P)	Depth not exceeding 10m	m	1,133	40,600	479,710	45,995,000	543,459,000	791,766,000	578,875,000	
Supply and install of GRP-FRP ND800(P)	Depth not exceeding 10m	m	2,559	77,900	550,319	186,556,000	1,408,305,000	2,015,574,000	1,551,953,000	
Supply and install of GRP-FRP ND900(P)	Depth not exceeding 10m	m	379	75,500	637,179	28,613,000	241,886,000	343,785,000	263,971,000	
Supply and install of GRP-FRP ND1200(P)	Depth not exceeding 10m	m	158	85,700	853,622	13,277,000	115,219,000	180,212,000	146,493,000	
Supply and install of GRP-FRP ND1600(P)	Depth not exceeding 10m	m	245	109,000	1,020,404	24,666,000	249,621,000	350,848,000	273,158,000	
Supply and install of GRP-FRP ND1600(P)	Depth not exceeding 10m	m	880	109,000	1,020,404	95,913,000	945,333,000	1,335,005,000	1,019,110,000	
Supply and install of HDPE OD180(P)	Depth not exceeding 10m	m	63	30,500	242,925	1,918,000	14,649,000	20,943,000	16,176,000	
Supply and install of HDPE OD300(P)	Depth not exceeding 10m	m	15	30,700	235,541	405,000	3,510,000	5,019,000	3,865,000	
Supply and install of HDPE OD350(P)	Depth not exceeding 10m	m	125	31,000	244,056	1,814,000	13,749,000	21,392,000	16,331,000	
Supply and install of HDPE OD350(P)	Depth not exceeding 10m	m	46	32,000	254,100	1,469,000	11,666,000	16,620,000	12,797,000	
Supply and install of HDPE OD400(P)	Depth not exceeding 10m	m	148	35,600	275,814	5,268,000	40,811,000	58,271,000	44,868,000	
Temporary road reinstatement/Asphalt concrete	Add 10% of packet(W=1.2)	m <sup>2</sup>	38,609	2,000	0	77,217,000	0	77,217,000	59,457,000	
Permanent road reinstatement/Asphalt concrete	Add 10% of packet(W=1.2)	m <sup>2</sup>	38,609	4,910	0	189,569,000	0	189,569,000	143,968,000	
<b>B2 Pump Station</b>										
Manhole Type Pumping Station		pc	4							

## APPENDIX 7: Detail of Annual Fund Requirement

**Annual Fund Requirement of Sri Jayawardenapura Kotte**

Base Year: 2017  
 Exchange Rates: 1 US Dollar = 181.5 Sri Lankan Rupees (Rs.)  
 Inflation: 3.2%  
 FC: 1.6%  
 LC: 3.2%

FC & LC: million JPY  
 LC: million LKR

Item	2017		2018		2019		2020		2021		2022		2023		2024		2025		2026		2027		Total	
	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC		
<b>A. ELIGIBLE WORKS</b>	1,258	27,492	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,258	27,492
1. Procurement / Construction	1,047	4,487	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,047	4,487
2. Operation	165	1,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	165	1,000
3. Maintenance	45	1,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	1,000
4. Contingency	100	1,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	1,000
5. Other	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>B. NON-ELIGIBLE WORKS</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1. Procurement / Construction	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2. Operation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3. Maintenance	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4. Contingency	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5. Other	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>C. Interest during Construction</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1. Interest during Construction	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2. Interest during Construction	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3. Interest during Construction	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>D. Reserve for Contingency</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1. Reserve for Contingency	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2. Reserve for Contingency	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>GRAND TOTAL (A+C+D)</b>	1,258	27,492	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,258	27,492

## APPENDIX 8: Breakdown of Operating Expenditure

### Moratuwa Ratmalana - 8119

Type of Expenditure	Moratuwa Ratmalana WWTP	Moratuwa Ratmalana Distribution Network	Moratuwa (Soysapura)	Total
Salary			21,586,000.00	21,586,000.00
Utility Cost	9,460,008.00	3,300,000.00	103,000.00	12,863,008.00
Chemical Cost	383,000.00	-	-	383,000.00
Repair and Maintenance Cost	810,050.00	142,950.00	1,271,000.00	2,224,000.00
Establishment Cost	862,000.00	-	1,115,000.00	1,977,000.00
Security and Rent Cost	1,162,000.00	2,324,000.00	1,121,000.00	4,607,000.00
<b>Total</b>	<b>12,677,058.00</b>	<b>5,766,950.00</b>	<b>25,196,000.00</b>	<b>43,640,008.00</b>

### Soysapura

Present, Inflow, 5000m<sup>3</sup>/d (RS/m<sup>3</sup>/d/year)

Capacity, 17000m<sup>3</sup>/d (RS/m<sup>3</sup>/d/year)

Treatment Plant and Network  
 39.13 LKR/m<sup>3</sup>/day

			Total Amount (LKR)
Sri Jayawardanapura Kotte MC	35000	m <sup>3</sup> /d → 35000 x 39.13 x 365 =	499,876,455
Anuradhapura MC	14000	m <sup>3</sup> /d → 1400 x 39.13 x 365 =	199,950,582
Badulla MC	4000	m <sup>3</sup> /d → 4000 x 39.13 x 365 =	57,128,738
Nuwara Eliya MC	4700	m <sup>3</sup> /d → 4700 x 39.13 x 365 =	67,126,267
Dehiwala-Mt Lavinia MC	20000	m <sup>3</sup> /d → 20000 x 39.13 x 365 =	285,643,689



## APPENDIX 9: Regulations and Organizations Related to ESC

In Sri Lanka, various environmental legislations and standards are in force pertaining to wastewater collection, treatment, and disposal practices in order to safeguard the environment. It should be noted that many number of statutes exist which deal with this subject directly or indirectly. The most important legislations and standards are;

- National Environmental Act No. 47 of 1980 and No. 56 of 1988 and its amendments
- Tolerance limits for the discharge of industrial waste in to inland surface waters
- Tolerance limits for industrial effluents discharged on land for irrigation purpose
- Tolerance limits for industrial and domestic effluents discharged into marine coastal areas
- Tolerance limits for discharge of effluents into public sewers with central treatment plants
- Hazardous Waste Disposal
- Air Quality and Offensive Odor
- Noise and Vibration
- Marine Pollution Prevention Act no 59 of 1981
- Coast Conservation Act No. 57 of 1981 amended by Act No 64 of 1988 and its amendments
- Flood Protection Ordinance No 4 of 1924
- Land development Ordinance of 1935
- Nuisance Ordinance No. 15 of 1862 as amended by act No 57 of 1946
- State Land Ordinance No 8 of 1947
- Soil Conservation Act No 25 of 1951
- Urban Development Authority Law No 41 of 1978
- Mahaweli Authority of Sri Lanka Act No 23 of 1979
- Municipal Councils Ordinance No 29 of 1947 amended by act no 61 of 1981
- Fauna and Flora Protection Ordinance No 2 of 1987
- Agrarian Services Act No 58 of 1979 amended by Act No. 4 of 1991
- Irrigation Ordinance No 32 of 1946, amended by No 48 of 1968 and by No 13 of 1994
- Forest Ordinance No 16 of 1907 as amended by Act No 23 of 1995

### Approvals Required for a Sewerage Project

The proposed Project and each of its subprojects will be in full concurrence with legal requirements of the relevant Government Ministries and agencies.

### Central Environmental Authority (CEA)

Approval of CEA under EIA regulations is required for the implementation of any “Prescribed Project” and valid Environmental Protection License (EPL) is required to discharge effluents in to the environment.

### Coast Conservation and Coastal Resources Management Department (CC&CRMD - Commonly known as CCD)

Approval of the Director General of CC&CRMD is required for any development activity to be carried out within the Coastal Zone as defined under Coast Conservation Act.

### Local Authority (LA) (Municipal Councils, Urban Councils or Pradeshiya Sabha)

To carryout construction activities of the project, the approval of relevant Local Authority must be obtained.

### Mahaweli Authority of Sri Lanka (MASL)

As the responsible agency for Mahaweli River, the MASL has been vested with the authority of granting permission for development works in the Mahaweli River and its reservation. Moreover, MASL is also a Project Approving Agency Gazette under the NEA.

### Road Development Authority (RDA), Provincial Road Development Authority (PRDA)

If the project activities require to lay pipelines along provincial or national roads, the approval of PRDA or RDA is required.



### **Department of Archaeology**

It is the state agency responsible for conservation of archaeological artefacts and structures of historical interest whether lying or hidden beneath the surface of the ground or in any water/lake. Any development project on such land will have to be permitted by the Director General of Archaeology.

### **The Forest Department**

The Forest Department in its role as statutory custodian of state forests and lands and the plantation of new forests, has been vested with powers so as to not granting permission for any development activity within any land declared, proposed or defined under the Forest Ordinance.

### **The Department of Wild Life Conservation**

The Department of Wild Life Conservation has been vested with the powers as to not grant permission for development projects which are proposed to be located within, or within a 1 mile radius of National Reserves declared under the Fauna and Flora Protection Ordinance without carrying out EIA.

### **Department of Agrarian Development**

Filling of any paddy cultivation land is envisaged for the construction of sewerage treatment plants, laying of pipelines or related structures, approval of the Department, of Agrarian Development is required.

### **Urban Development Authority (UDA)**

If the development activities of the proposed project are within an area declared under UDA law, approval of UDA is required.

## APPENDIX 10: Comparison with JICA Guidelines

There are some gaps between the current Sri Lankan Regulations and JICA Guideline, but they are rather insignificant. The governmental laws pay less attention to the social impacts than JICA Guidelines. Thus, the preparing of the Resettlement Action Plan (RAP) is not mandatory. The 30 day term for public comment that the government stipulates differs greatly from the recommended 120-day JICA policy. Although JICA's guidelines suggest that the project proponents should disclose information related to it, under the Sri Lanka's legislation, the responsibility of information disclosure is incurred not by the project proponent but by the PAA.

### Comparison of JICA and Sri Lankan Policies and Guidelines

Item	JICA Guidelines	Sri Lankan Policies and Regulations
EIA / IEE Process	At the scoping stage and EIA draft report stage, the project proponent has to hold stakeholder meetings in the area to explain the contents. The comments should be reflected in the plan. EIA reports / RAP will be disclosed 120 days prior to concluding the agreement documents.	Stakeholders are provided an opportunity to comment in the scoping stage. The stakeholders are usually related governmental organizations (not local community/general public). The stakeholders and public can submit queries and comments on the EIA draft report. The comments should be addressed in the final report. EIA reports will be opened for 30 days for public comments.
Environmental Checklist	A check list is provided for each sector. These items should be included in the EIA report.	The PAA shall prepare terms of reference for an EIA. No specific checklist is provided.
Involuntary Resettlement Process	The project proponent is obliged to prepare a RAP. If number of resettled household is small (e.g. one household), the RAP can be simplified one. The RAP is prepared as part of the EIA Report.	In case that the number of resettled households is 20 or more, the NIRP requires a RAP.
Compensation for land resettlement	Full replacement cost must be applied as much as possible.	The Land Acquisition Act (LAA) provides for the payment of compensation on the basis of "market value" which is defined as the "amount which the land might be expected to have realized if sold by a willing seller in the open market as a separate entity". The National Involuntary Resettlement Policy (NIRP) recommends that compensation for loss of land, structures, other assets and income should be based on full replacement cost and should be paid promptly together with transaction costs.
Compensation for non-registered residents	All residents before the cut-off-date are eligible.	The LAA does not have any provisions on this issue. The NIRP recommends that affected persons who do not have documented title to land should receive fair and just treatment.
Grievance redress mechanism	The project proponent is obliged to have a grievance redress mechanism.	The LAA provides a limited grievance redress mechanism whereby certain grievances of the affected persons relating to compensation can be referred to the Board of Review established under the LAA. The NIRP recommends the establishment of an internal monitoring system by project executing agencies to monitor the implementation of RAPs and handling of grievances. Grievances redress mechanism formally instituted by the project authorities with the support of the Divisional Secretaries of the project area.

## APPENDIX 11: International Commitments related to ESC

### International Commitments

A list of Environment-related International Conventions, Protocols, and Treaties is given in Table.

#### List of Environment-related International Conventions, Protocols, and Treaties

No	Environment-Related International Conventions, Protocols, and Treaties
1	International Plant Protection Convention (Rome, 1951)
2	Plant Protection Agreement for the South East Asia and Pacific Region (Rome, 1956)
3	Convention on Wetlands of International Importance especially as Waterfowl Habitat (Ramsar, 1971)
4	Convention Concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage (Paris, 1972)
5	Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (Washington, 1973)
6	Convention on Conservation of Migratory Species (Bonn, 1979)
7	Vienna Convention for the Protection of the Ozone Layer (Vienna, 1985)
8	Montreal Protocol on Substances that Deplete the ozone Layer (Montreal 1987)
9	United Nations Framework Convention on Climate Change (New York, 1992)
10	Convention on Biological Diversity (Rio De Janeiro, 1992)
11	International Convention to Combat Desertification (Paris 1994)
12	United Nations Convention to Combat Desertification in those Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification, Particularly in Africa (Paris, 1994)
13	Kyoto protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change (Kyoto, 1997)
14	Cartagena protocol on Biosafety to the Convention on Biological Diversity (Cartagena, 2003)
15	Convention on Conservation of Migratory Species (Bonn, 1979)



## APPENDIX 12: Record of Consultation with Public and Authorities

### Record of Meeting/Discussion

<b>Date:</b>	02/05/2016	<b>Time:</b>	from	10:30	to	12:00
<b>Venue:</b>	CEA Director of EIA office					
<b>Attendants</b>						
	Name		Position		Department/Organization	
	Name					
	Kanthi De Silva		Director of EIA		CEA	
<b>JICA Experts (Name)</b>						
	Koji KIMURA		Deputy Team Leader		JET	
	Yudai TADAKI		Environmental and Social Consid.		JET	
	Ranjith Warusamana		Deputy Team Leader (Local expert)		JET (Local expert)	
	Ms. KPP Dharmasena		Chief Engineerg (P&D - Sewerage)		NWSDB	
<b>Main Subject:</b>						
1. Verify CEA requirments for environmental and social studies at each stage of the project						
2. Acquire documentation/guidelines related to requirements						
Topic	Contents of Discussion					Conclusion
1	By JET: General introduction of current project (Presented: IC/R presentation). JET understanding is environmental studies are required at each stage, as follows 1) National M/P: SEA required 2) Priority Cities M/P: IEE required 3) F/S for final two cities: EIA or IEE required.					
2	CEA response: SEA is not required for any stage. SEA is performed generally to determine the type of project to select. Since the current project is already defined as a sewerage project, no study is required. Furthermore, any environmental evaluation undertaken at this stage will not be considered or accepted as an SEA by CEA. There is no law or procedure for SEA.					
3	Requirements for IEE/EIA: IEE/EIA will NOT be required at the Cities M/P stage. EIA will be required for approval of the F/S for each of the selected cities. The TOR for the EIA can be issued based on the Project Proposal submitted to CEA at the the Cities M/P stage for preparation of coming EIA for the F/S.					
4	Mintiry of Land is responsible for the Resettlement Action Plan.					
	Documents: SEA for water reources and irrigation development in Sri Lanka, TOR					
Actions to be taken			by Whom		until When	



## Record of Meeting/Discussion

<b>Date:</b>	02/11/2016	<b>Time:</b>	from 15:30	to 16:30
<b>Venue:</b>	CEJ office			
<b>Attendants</b>				
	Name	Position	Department/Organization	
	Name			
	Mr. Hemantha Withanage	Executive director	CEJ	
<b>JICA Experts (Name)</b>				
	Koji KIMURA	Deputy Team Leader	JET	
	Yudai TADAKI	Environmental and Social Consid.	JET	
	WADD Wijesooriya	Director	EMAC	
	Buddhika De Silva	Director	EMAC	
<b>Main Subject:</b>				
<b>1. To make known the JET's intention to perform M/P for the Project, and its contents.</b> <b>2. To collect thoughts and opinions regarding the Project and apply them for its implementation</b>				
Topic	Contents of Discussion			Conclusion
1	By JET: General introduction of current project (Presented: IC/R presentation).			
2	CEJ: Kaduwela may be an interesting location for sewerage project. a) High domestic sewerage needs: direct dumping of domestic sewerage to Kelani River, complaints of itchinness and reactions to bathing in river, etc b) Highly industrialized: industrial effluent and solid waste in Kelani river c) Water treatment plant located downstream is affected by pollution at Kaduwela.  Many other water and land pollution issues were discussed			
3	CEJ and JET will further consult each other as the Project progresses.			
4				
	Documents: Kelani River Edatabase.pdf Content-Kelani River industrial pollution 2015 Kelani River industrial pollution			
	Actions to be taken		by Whom	until When

## Record of Meeting/Discussion

<b>Date:</b>	02/11/2016	<b>Time:</b>	from 14:00	to 15:00
<b>Venue:</b>	Office of Professor Jayathunge, Faculty of Science, University of Colombo			
<b>Attendants</b>				
	Name	Position	Department/Organization	
	Prof. Amaramalee Jayathunge	Prof. Zoology	Faculty of Science, University of Colombo	
<b>JICA Experts (Name)</b>				
	Koji KIMURA	Deputy Team Leader	JET	
	Yudai TADAKI	Environmental and Social Consid.	JET	
	WADD Wijesooriya	Director	EMAC	
	Buddhika De Silva	Director	EMAC	
<b>Main Subject:</b>				
<b>1. To make known the JET's intention to perform M/P for the Project, and its contents.</b> <b>2. To collect thoughts and opinions regarding the Project and apply them for its implementation</b>				
Topic	Contents of Discussion			Conclusion
1	By JET: General introduction of current project (Presented: IC/R presentation).			
2	Prof. Jayathunge's response: Odor issues should be controlled. The extent of industrial and medical waste water included in the study, or treated at the waste water treatment plant should be discussed.			
3	Prof. Jayathunge will be leaving the department due to retirement. She will appoint others to participate in the consultations, from chemistry and biology backgrounds.			
4				
Actions to be taken			by Whom	until When

## APPENDIX 13: Draft EMP and EMoP

### Mitigation Measures

Mitigation measures proposed with respect to the stages of: (i) planning and design (ii) construction and (iii) operation is given in Table 1.

**Table 1: Environmental Impact – Mitigation Matrix**

Environmental Impact / Issue	Mitigation Measure	Implementing Organization	Responsible Organization
	Planning and Design Phase		
Site Selection	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Site selection process shall avoid land acquisition and involuntary resettlement where possible, including impacts on vulnerable persons.</li> <li>▪ Locate sewage pipelines within the right of ways of roads to eliminate acquisition of new land.</li> <li>▪ Avoid locating sewage pumping stations and wet wells within close proximity of any inhabited areas, sensitive sites such as hospitals, schools, temples, etc. to minimize nuisance impacts from odor, rodents, etc. as much as possible</li> <li>▪ An Environmental Management Plan shall be prepared and implemented.</li> </ul>	Consultant/ NWSDB	NWSDB
Overall Environmental Management	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ The design will specify the guidelines for the proper handling and disposal of waste to predetermined authorized disposal sites;</li> </ul>	Consultant/ NWSDB	NWSDB
Discharge standards	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Consult the relevant records of national and/or local archaeological agencies regarding the archaeological potential of proposed sites of STP, pumping stations, and main sewers, to ensure that these are located in areas where there is a low risk of chance finds.</li> </ul>	Consultant/ NWSDB	NWSDB
Archaeological resources	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Telephone lines, electric poles and wires, and water pipes (old) existing within right-of-way (ROW) require shifting without disruption to services.</li> </ul>	Consultant/ NWSDB	NWSDB
Public utilities	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ In order to limit the disruption to the neighborhood and traffic flow, coordinate with NWSDB to provide guidance to the organization of construction works.</li> </ul>	Consultant/ NWSDB	NWSDB
Traffic	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ The design will specify the handling and transportation of construction materials and equipment.</li> </ul>	Consultant/ NWSDB	NWSDB
Safety	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ The design will include guidelines for site safety which will include specific requirements for physical division (fence), where necessary, of the construction site from passing pedestrians, children at play, vehicles, and any other people at risk.</li> <li>▪ The design will include guidelines for workers' safety on site and the safety of visitors. Bills of quantities and technical description of works will include needed safety equipment.</li> </ul>	Consultant/ NWSDB	NWSDB
	Construction Phase		
Soil erosion and sedimentation	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Careful planning of construction activities that lead to heavy erosion, to avoid heavy rainy seasons</li> <li>▪ Remove waste soil as soon as it is excavated, by loading directly onto trucks;</li> <li>▪ The work, permanent or temporary shall consist of measures to control soil erosion, sedimentation and water pollution. Typical measures include the use of berms, dikes, sediment basins, fiber mats, mulches, grasses, slope drains and other devices.</li> <li>▪ Adequate compaction of filled surfaces on completion and progressive re-vegetation of all disturbed areas as quickly as possible</li> <li>▪ Protection of drainage channels with berms (i.e. ridge or embankment bordering channel) to prevent overspill</li> <li>▪ Sedimentation traps will be constructed to reduce suspended solids before water is discharged to water bodies where applicable.</li> <li>▪ All debris and residual spoil material including any excess earth will be disposed only at designated locations.</li> <li>▪ The debris and spoil material will be disposed in such a manner that (i) watercourses and drainage paths are not blocked; (ii) the disposed material will not be washed away by floods and (iii) will not be a nuisance to the public.</li> </ul>	Contractor	Consultant/ NWSDB
Transport of earth material	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vehicles will be properly maintained to ensure the good running conditions and those which are not in suitable condition will be replaced.</li> <li>▪ Provide covers during transportation</li> </ul>	Contractor	Consultant/ NWSDB



Environmental Impact / Issue	Mitigation Measure	Implementing Organization	Responsible Organization
Dust Control	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Enclosing or covering the construction site in order to control the dust dispersion.</li> <li>▪ Protecting stockpiles from water and wind erosion;</li> <li>▪ Using a water truck for dust suppression on all exposed areas</li> <li>▪ Establishing and enforcing vehicle speed limits to minimize dust generation;</li> <li>▪ Use tarpaulins to cover loose material when transported to and from the site.</li> <li>▪ Locating stockpiles away from sensitive receptors;</li> <li>▪ Loaded haul trucks travelling to and from the site having loads leveled to avoid spillage;</li> <li>▪ Carrying out progressive rehabilitation of cleared land;</li> <li>▪ Eligible contractor/s who are operating burrow pits with necessary approvals / permits, will only be selected.</li> <li>▪ Noise, dust and related safety issues during loading, transportation and unloading will be controlled to meet the standards and norms</li> </ul>	Contractor	Consultant/ NWSDB
Burrow pits	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ System to collect waste cement slurry will be provided to avoid contamination of drainage paths.</li> <li>▪ Wastewater from washing of equipment used for concrete mixing and transporting of concrete will be disposed safely.</li> <li>▪ All discarded and used oil and grease will be collected, stored and disposed (reuse / sell).</li> <li>▪ All potentially water polluting chemicals and oils will be stored (a) at locations sufficiently away from watercourses and storm water drainage paths and (b) in a manner that would minimize chances of spillage.</li> <li>▪ Minimize the oil and chemical spillages during operation and properly maintain the equipment and machinery.</li> <li>▪ Debris and spoil will be disposed of only to designated places in such a manner that (i) waterways and drainage paths are not blocked, and (ii) the disposed material will not be washed away by heavy storm water flows.</li> </ul>	Contractor	Consultant/ NWSDB
Construction Waste Disposal	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ STP site should be located on the high ground to avoid water ingress</li> <li>▪ Natural drain paths should not be disturbed during any construction activity</li> </ul>	Contractor	Consultant/ NWSDB
Drainage issues	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Temporary noise barriers / screens will be placed.</li> <li>▪ All construction work will be carried out during day time as much as possible and work will be stopped after 6 pm.</li> <li>▪ Workers involved in high noise generating activities (such as compacting, concrete/cement mixing operations using the mixers) and handling high noise generating machinery and equipment will be provided with ear plugs or mufflers.</li> <li>▪ To the extent possible, attempts will be made to use equipment and machinery that produce low noise levels</li> <li>▪ Proper and regular maintenance and/or servicing of equipment and machinery will be carried out.</li> </ul>	Contractor	Consultant/ NWS&DB
Noise and vibration	Operational phase		
Impacts on Water Resources	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Prevent seepage of polluted water to the ground by applying suitable lining for the ponds, raise the levels of the site and the tanks etc as applicable.</li> <li>▪ Establish the STP on a sufficient high ground to avoid the flood impact.</li> <li>▪ Avoid spillages of septage during operation – specially during unloading - and take precautionary measures to prevent mixing septage with storm water drainage system.</li> <li>▪ As a precautionary step, it is proposed to monitor the ground water quality in the area.</li> <li>▪ Ensure the disposal of treated effluent to a reed bed (artificial wet-land) with species which suit the climatic and coastal conditions of the area.</li> <li>▪ Ensure the necessary effluent quality for disposal to inland waters</li> </ul>	NWS&DB / MC	NWS&DB / MC / Consultant
Odor from STP	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Shielding of the unloading bay to an extent to prevent odorous gases being blown away by the wind</li> <li>▪ Hydraulic arrangements that would minimize agitation of sewage during the release to the treatment system</li> <li>▪ Keeping much of the screen channel close to prevent release of gases to air</li> <li>▪ Establish and properly maintain a thick green belt along the STP site and pumping station where applicable.</li> </ul>	NWS&DB / MMC	MMC/ NWSDB

Environmental Impact / Issue	Mitigation Measure	Implementing Organization	Responsible Organization
Sludge disposal	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Use dewatered sludge as fertilizer.</li> <li>▪ It is recommended that the sludge be disposed at suitable site such as coconut land or suitable plantation land or through burial in to dug pits.</li> </ul>	NWS&DB / MMC	MMC / NWSDB

## DRAFT ENVIRONMENTAL MONITORING PLAN

### Objective Of Environmental Monitoring Plan

In order to fulfil the following objectives an appropriate Environmental Monitoring Programme (EMoP) will be carried out.

- Check the implementation of mitigatory measures to ensure whether they are in conformity with the requirements
- Ensure that the impact does not exceed legal standards
- Provide timely warnings of potential environmental damages

The EMoP characterizes the proposed mitigation and monitoring actions as a set of tasks. In the EMoP the specific responsibilities on task implementation on the project proponent, the contractor(s), and the regulatory agency (agencies) are assigned. These tasks should be implemented within a specified time/period by the agency responsible and as per the specifications set out in the EMoP.

### Environmental monitoring committee

The monitoring programme will be undertaken by a committee and all relevant line agencies, local government bodies and interested parties shall take part in the monitoring activities. An Environmental Monitoring Committee (EMC) consisting of the members from the following agencies shall be set up by CEA.

- Central Environmental Authority
- Municipal Council
- National Water Supply and Drainage Board
- Divisional Secretariat
- RDHS and Anuradhapura General Hospital
- Irrigation Department
- Archaeological Department
- Road Development Authority
- Provincial Road Development Authority
- Sri Lanka Railway
- Department of Forest Conservation
- Department of Wildlife Conservation
- Any other agency deemed necessary by the EMC

### Outline of environmental monitoring plan

Environmental Monitoring activities shall take place during Design, Construction and Operation stages of the project. Regular site inspections are required to assess whether the various mitigatory measures suggested are properly implemented and they are effective in achieving the objectives of environmental protection. Outline of the Environmental Monitoring Plan is presented in Table 2.

One important aspect of monitoring should be to assess the effectiveness of the mitigation measures suggested, where they are found lacking, appropriate new actions to mitigate any adverse effects should be undertaken. This requires measurements of selected environmental parameters at identified locations and a summary of the measurement schedule proposed is given in Table 3.



**Table 2: Outline of the Environmental Monitoring Plan**

Activity	Expected Negative Impact	Mitigation measures	Responsible for Mitigation	Responsible for Monitoring	Parameters to be monitored	Location	Frequency
Pre-construction stage	Cutting of trees	Permits to be obtained for cutting trees. Cut down of branches wherever possible, rather than cutting the whole tree	Contractor	MC/NWSDB	Number of trees in the project area	Project sites	Before commencing
		Approvals to be obtained	Contractor	MC/NWSDB	Field reports and observations	Project sites	Before commencing
Construction stage	Damages to existing roads	Excavation should be done after studying the design drawings	Contractor	MC/NWSDB	Field reports and observations	Project sites	Once every two months
		Implement a proper traffic management plan. Use sign boards and barricades	Contractor	MC/NWSDB	Field reports and observations	Project sites	Weekly
	Generation of dust	Systemic watering on excavated soil	Contractor	MC/NWSDB	Field reports and observations	Project sites	Once every two weeks
		Using a tarpaulin cover while transporting the materials such as sand, cement and excavated soil	Suppliers	MC/NWSDB	Field report and complaints if any	Off the project site	Weekly
		Taking measures to minimize the dust when loading and unloading the materials	Contractor	MC/NWSDB	Field report and complaints if any	Project site	Weekly
Increased noise level	Machinery should not produce a noise level above 75db. Relevant equipment should be used to monitor the noise levels	Contractor	MC/NWSDB	Noise reports and complaints if any	Project site	Daily	
		Contractor	MC/NWSDB	Field reports	Project site	Once every three months	
Operation and maintenance stage	Waste generation and camping on the location	Solid waste generated should be disposed properly and removed to appropriate disposal yards	Contractor	MC/NWSDB	Field reports	Project site	Once every three months
		No endemic or endangered species are damaged. Cutting of tree should be compensated by planting of more trees around the area	Contractor	MC/NWSDB	Field reports	Project site	Once every six months
	Sludge generation	Collecting sludge in an underground chamber and proper disposal of it	MC/NWSDB	MC/NWSDB	Maintenance report	Project area	Daily
Possible negative impacts on water quality and quantity		Water quality and quantity tests to be carried out regularly	MC/NWSDB	MC/NWSDB	Field reports	Project site	Once every month



**Table 3: Environmental Monitoring Schedule**

Aspect	Parameter	Method	Stage	Frequency	Responsibility	Location
Noise level	Day and Night time Noise level (dB)	Portable noise meter (range 0-120 dB(A))	Pre-construction	Once (Baseline measurement)	Contractor / NWSDB / EMC	At STP site boundary;
			Construction	Once a year	Contractor / NWSDB / EMC	Sensitive locations along the sewer network; Selected pumping stations;
			Operation	Yearly; On complaints	NWSDB / EMC	
Air quality / Odour	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, PM <sub>10</sub> , SPM	Spectrometric method; High volume sampling and Gravimetric analysis	Pre-construction	Once (Baseline measurement)	Contractor / NWSDB / EMC	At STP site;
			Construction	Two times	Contractor / NWSDB / EMC	Sensitive locations along the sewer network; Selected pumping stations;
			Operation	Yearly; On complaints	NWSDB / EMC	
Water Quality	EC, TSS, DO, BOD, COD, pH, Oil and grease, E-coli	Portable water quality meter, Spectrometric method	Pre-construction	Once (Baseline measurement)	Contractor / NWSDB / EMC	Malwathu Oya near STP site -
			Construction	Two times	Contractor / NWSDB / EMC	(i) upstream and (ii) downstream;
			Operation	Yearly; On complaints	NWSDB / EMC	Streams at sensitive locations along the sewer network; Streams at selected pumping stations;