

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

⑤デヒワラ・マウントラビニア

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

⑤デヒワラ・マウントラビニア 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	2-3
2.1.5 水質および水量	2-3
2.1.6 環境条件	2-5
2.1.7 保護区	2-6
2.1.8 動植物	2-8
2.2 社会環境	2-10
2.2.1 行政制度	2-10
2.2.2 人口統計	2-10
2.2.3 保健・疾患	2-11
2.2.4 宗教・民族	2-11
2.2.5 貧困率	2-12
2.2.6 歴史と文化(遺産)	2-12
2.2.7 経済	2-13
2.2.8 土地利用	2-16
2.2.9 水供給と衛生	2-19
2.2.10 廃棄物	2-23
2.3 下水道整備の必要性	2-23
第3章 下水道計画の基本条件	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	3-5
3.1.5 設計汚水水質	3-5

第4章	下水道の基本計画と設計	4-1
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	4-2
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	下水処理プロセス	4-5
4.3.3	臭気対策	4-8
4.3.4	汚泥処理処分	4-8
4.4	オンサイト施設と腐敗槽汚泥管理	4-10
4.4.1	オンサイト施設	4-10
4.4.2	腐敗槽の構造	4-10
4.4.3	腐敗槽の維持管理	4-11
第5章	プロジェクト実施のための組織制度改革	5-1
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	デヒワラ・マウントラビニア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 (西部南) 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
第6章	事業費	6-1
6.1	概算事業費	6-1
6.1.1	概算事業費	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
第7章	財務計画	7-1
7.1	デヒワラ・マウントラビニア 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	7-2
7.2.1	建設、O&M 及び設備更新の費用負担	7-2
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	7-4
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.....	7-8
第8章	環境社会配慮.....	8-1
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.....	8-5
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
第9章	結論と提言.....	9-1
9.1	F/S 実施の可能性.....	9-1
9.2	結論と提言.....	9-1
APPENDIX	1
	APPENDIX 1: DEHIWALA – MT. LAVINIA WASTE WATER FLOW CALCULATION.....	A-1
	APPENDIX 2: INFLOW SEWAGE QUALITY.....	A-2
	APPENDIX 3: LAYOUT PLAN, SEWER DESIGN CALCULATIONS AND LONGITUDINAL CROSS SECTION.....	A-4
	APPENDIX 4: DRAFT AMENDMENT OF TOLERANCE DISCHARGE LIMITS.....	A-23
	APPENDIX 5: GENERAL LAYOUT OF SEPTIC TANK.....	A-26
	APPENDIX 6: DETAIL OF PROJECT COSTS AND ANNUAL FUND REQUIREMENT.....	A-28
	APPENDIX 7: DETAIL OF ANNUAL FUND REQUIREMENT.....	A-29
	APPENDIX 8: BREAKDOWN OF OPERATING EXPENDITURE.....	A-30
	APPENDIX 9: REGULATIONS AND ORGANIZATIONS RELATED TO ESC.....	A-31
	APPENDIX 10: COMPARISON WITH JICA GUIDELINES.....	A-35
	APPENDIX 11: INTERNATIONAL COMMITMENTS RELATED TO ESC.....	A-36
	APPENDIX 12: RECORD OF CONSULTATION WITH PUBLIC AND AUTHORITIES.....	A-37
	APPENDIX 13: DRAFT EMP AND EMOF.....	A-40

掲載表一覧

表 1	概算事業費	S-2
表 2.1-1	水質調査結果（デヒワラ・マウントラビニア）	2-4
表 2.1-2	流量調査結果	2-5
表 2.1-3	デヒワラ・マウントラビニア周辺で見られる主な動物類	2-8
表 2.1-4	デヒワラ・マウントラビニア周辺で見られる主な植物類	2-9
表 2.2-1	デヒワラ・マウントラビニア MC の人口	2-10
表 2.2-2	年齢階級別の慢性疾患率	2-11
表 2.2-3	糖尿病および高血圧の有病率	2-11
表 2.2-4	宗教別人口	2-11
表 2.2-5	民族別人口	2-11
表 2.2-6	貧困率	2-12
表 2.2-7	デヒワラ・マウントラビニア MC の考古学的保護記念物	2-12
表 2.2-8	西部州の産業別 GDP（現在価格）	2-13
表 2.2-9	デヒワラ動物園の入場者数と入場料収入	2-13
表 2.2-10	コロンボ県の月平均家庭所得の内訳（2012/13）	2-15
表 2.2-11	コロンボ県の土地利用状況	2-16
表 2.2-12	デヒワラ・マウントラビニア MC における飲料水施設の状況	2-19
表 2.2-13	デヒワラ・マウントラビニア MC における利用種別消費状況（2013-2015）	2-20
表 2.2-14	デヒワラ・マウントラビニア MC における衛生施設の状況	2-22
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	3-4
表 3.1-6	計画汚水量	3-5
表 3.1-7	設計汚水水質	3-5
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	4-5
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	デヒワラ・マウントラビニア 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	デヒワラ・マウントラビニア 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デヒワラ・マウントラビニア MC	7-5
表 7.2-2	NWSDB の下水道料金単価（第3回値上分）の計算デヒワラ・マウントラビニア MC	7-5
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）	7-7
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.....	8-3
-------------------------	-----

掲載図一覧

図 1	デヒワラ・マウントラビニア下水道整備計画.....	S-1
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	月別平均最高・最低気温	2-1
図 2.1-2	月平均降水量	2-1
図 2.1-3	プロジェクト対象地域の地形図	2-2
図 2.1-4	プロジェクト対象地域の地質図	2-3
図 2.1-5	位置図	2-4
図 2.1-6	Colombo Fort 観測点の PM10 レベル	2-6
図 2.1-7	コロombo地区の自然破壊を受けやすい地域.....	2-7
図 2.2-1	デヒワラ動物園の入場者数	2-14
図 2.2-2	デヒワラ動物園の入場料収入	2-14
図 2.2-3	月当たり家庭所得の比較	2-15
図 2.2-4	デヒワラ・マウントラビニア MC の土地利用状況	2-17
図 2.2-5	土地利用計画	2-18
図 2.2-6	民間提案のデヒワラ・マウントラビニア MC の下水道整備計画.....	2-21
図 2.2-7	Karadiyana 処分場（左）、コンポスト施設（右）	2-23
図 3.1-1	デヒワラ・マウントラビニアにおける M/P 地域.....	3-4
図 4.1-1	デヒワラ・マウントラビニア下水道整備計画.....	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	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）	4-5
図 4.3-4	処理施設配置図	4-6
図 4.3-5	同時凝集法の原理	4-7
図 4.3-6	圧入型スクリーブレス脱水機の構造.....	4-9
図 4.3-7	汚泥処分方法	4-9
図 4.3-8	堆積型コンポスト装置	4-10
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	デヒワラ・マウントラビニア MC の黒字（赤字）の傾向	7-2
図 7.1-2	デヒワラ・マウントラビニア MC の収入から経常支出を引いた残高の傾向.....	7-2
図 7.1-3	デヒワラ・マウントラビニア MC の収入、無償及び返済の傾向.....	7-2
図 7.1-4	デヒワラ・マウントラビニア MC の資本収支残高の傾向	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.....	7-3
図 7.2-2	料金値上げの実施スケジュール例	7-4
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）	7-6
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）	7-6
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ombo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ombo圏
GOSL	Government of Sri Lanka	スリランカ政府
GCS	Greater Colombo Sewerage	大コロombo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

MOCPWS	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	オキシデーションディッチ
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

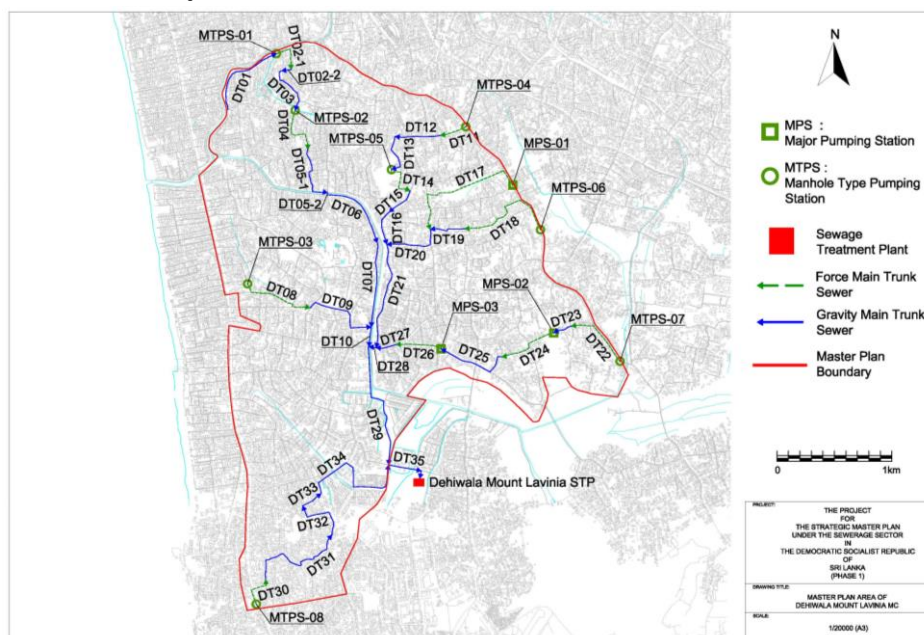
第1章では本プロジェクト及び成果の一つであるスリランカ全土を対象とした「戦略的下水道マスタープラン」の策定の背景を説明した。そして、「戦略的下水道マスタープラン」では下水道を整備する15の優先都市やこの優先15都市から「都市下水道マスタープラン」を策定する下記の5都市の選定経緯について説明した。

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

第2章ではデヒワラ・マウントラビニアの対象区域の現状として、自然環境、社会環境と下水道の必要性から述べ、自然環境では対象地域の河川水質のBiochemical Oxygen Demand (BOD：生物化学的酸素要求量)、アンモニア、リン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ている。また、社会環境ではデヒワラ・マウントラビニアが属するコロ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ている。また、97%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を述べた。

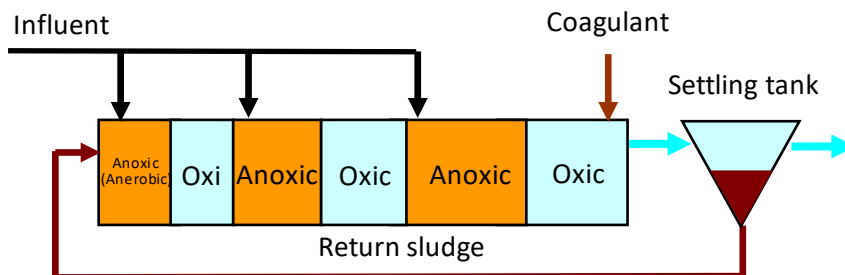
第3章では下水道計画の基本条件を説明した。計画目標年次2046年、下水道サービスエリアはデヒワラ・マウントラビニア市の981ha、下水道供用人口106,100人、日最大汚水量約20,000m³/日と設定した。

第4章では下水道の基本計画と設計を説明した。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)、汚泥処理はスクリ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 デヒワラ・マウントラビニア下水道整備計画



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を述べた。デヒワラ・マウントラビニアの下水道事業は NWSDB 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、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章では事業費を積算した。表1に示す内容で総額約192億円（税抜）、維持管理費は年間2.2億円となった。

表1 概算事業費

	Amount		Total Amount	Total Amount
	L.C. (LKR)	F.C. (JPY)	LKR	JPY
1 Construction Cost				
A Dehiwala Mount Lavinia STP (Q=20,000m ³ /day)	2,792,727,273	3,225,600,000	6,981,818,182	5,376,000,000
B Trunk Sewer & Pump Station	2,319,693,000	2,022,846,000	4,946,765,000	3,809,010,000
C Branch Sewer & Pump Station	2,003,645,000	715,050,000	2,932,281,000	2,257,857,000
D House Connection	2,652,500,000	0	2,652,500,000	2,042,425,000
Sub-total of 1(A-D)	9,768,565,273	5,963,496,000	17,513,364,182	13,485,292,000
2 Administration cost	1,184,000,000	0	1,184,000,000	911,680,000
3 Consulting cost	465,000,000	1,022,000,000	1,792,273,000	1,380,050,000
4 Physical contingency for construction cost	605,000,000	336,000,000	1,041,364,000	801,850,000
5 Price escalation for construction cost	2,343,000,000	587,000,000	3,105,338,000	2,391,110,000
6 Land acquisition and compensation	-	-	-	-
7 Interest during construction	0	164,000,000	212,987,000	164,000,000
8 Front-end Fee	0	37,000,000	48,052,000	37,000,000
9 Tax and duty	4,286,000,000	0	4,286,000,000	3,300,220,000
Sub-total of (2-9)	8,883,000,000	2,146,000,000	11,670,013,000	8,985,910,000
Total including Tax and Duty	18,651,565,273	8,109,496,000	29,183,378,000	22,471,201,000
Total excluding Tax and Duty	14,365,565,273	8,109,496,000	24,897,378,000	19,170,981,000
Eligible Portion (1, 3, 4, 5 and 7)	13,181,565,273	8,072,496,000	23,665,326,000	18,222,301,000
Non-Eligible Portion (2, 6, 8 and 9)	5,470,000,000	37,000,000	5,518,052,000	4,248,900,000

Source: JET

第7章では財務計画を提案した。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はデヒワラ・マウントラビニア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52.01 Sri Lanka Rupee (LKR: スリランカルピー) /m³、ケース2では43.56LKR/m³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について検討した。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) 時における環境社会配慮調査をまとめた。

第9章の結論では、デヒワラ・マウントラビニアの下水道事業は、水環境の保全及び改善の観点からその実施効果は極めて高いと考えられるが、下水処理場用地が確認できず速やかな事業実施はできないため、今後本プロジェクトにおいては F/S の実施は行わない点説明し、速やかな事業実施のためには下水処理場用地を確認すべきであると提案した。

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、Government of Sri Lanka（GOSL：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。

GOSL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) National Water Supply & Drainage Board（NWSDB：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、バドゥッラ、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
- バドゥッラ
- 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-⑤）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、「デヒワラ・マウントラビニア」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、デヒワラ・マウントラビニア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

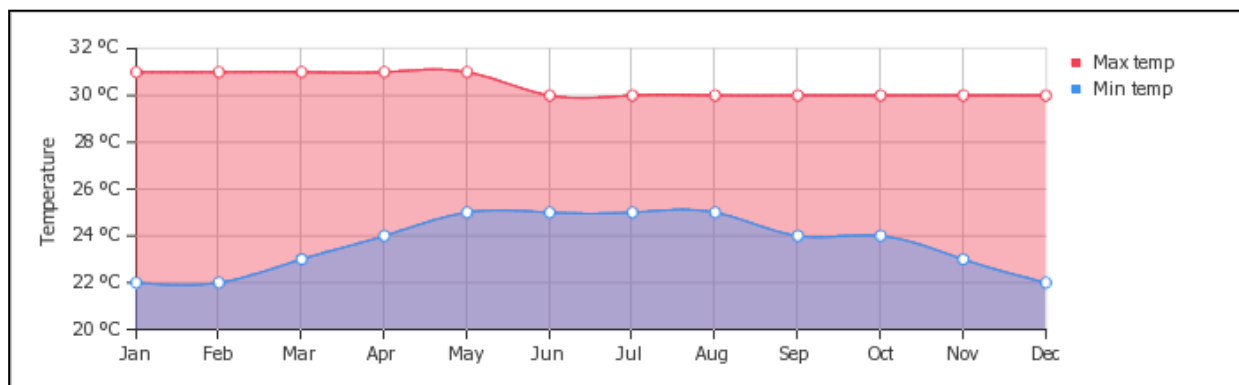
2.1.1 気象

(1) 概況

デヒワラ・マウントラビニア Municipal Council (MC:市評議会) エリアとその周辺は、Wet Zone、Low Country Zone などの範囲内である。主にガンパハ、コロンボ地区の降雨量は西部州で最低であり、12月～3月中旬の乾季の平均年間降水量は1,700 mmを上回る程度である。

(2) 気温

デヒワラ・マウントラビニア MC は年間を通じて温度変化が小さく、年間平均気温は 27.5°C である。月別平均最高・最低気温は図 2.1-1 の通りである。

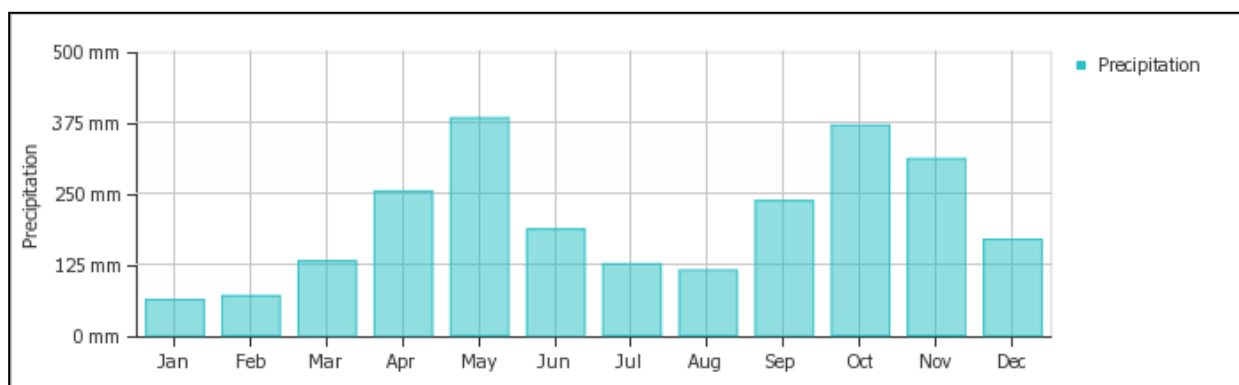


Source: JET, using Department of Meteorology data

図 2.1-1 月別平均最高・最低気温

(3) 降水量

デヒワラ・マウントラビニア MC エリアは主に南西モンスーンの期間中、2,000～3,000 mmの平均年間降水量の多くを得る。月平均降水量は、図 2.1-2 に示す通りである。

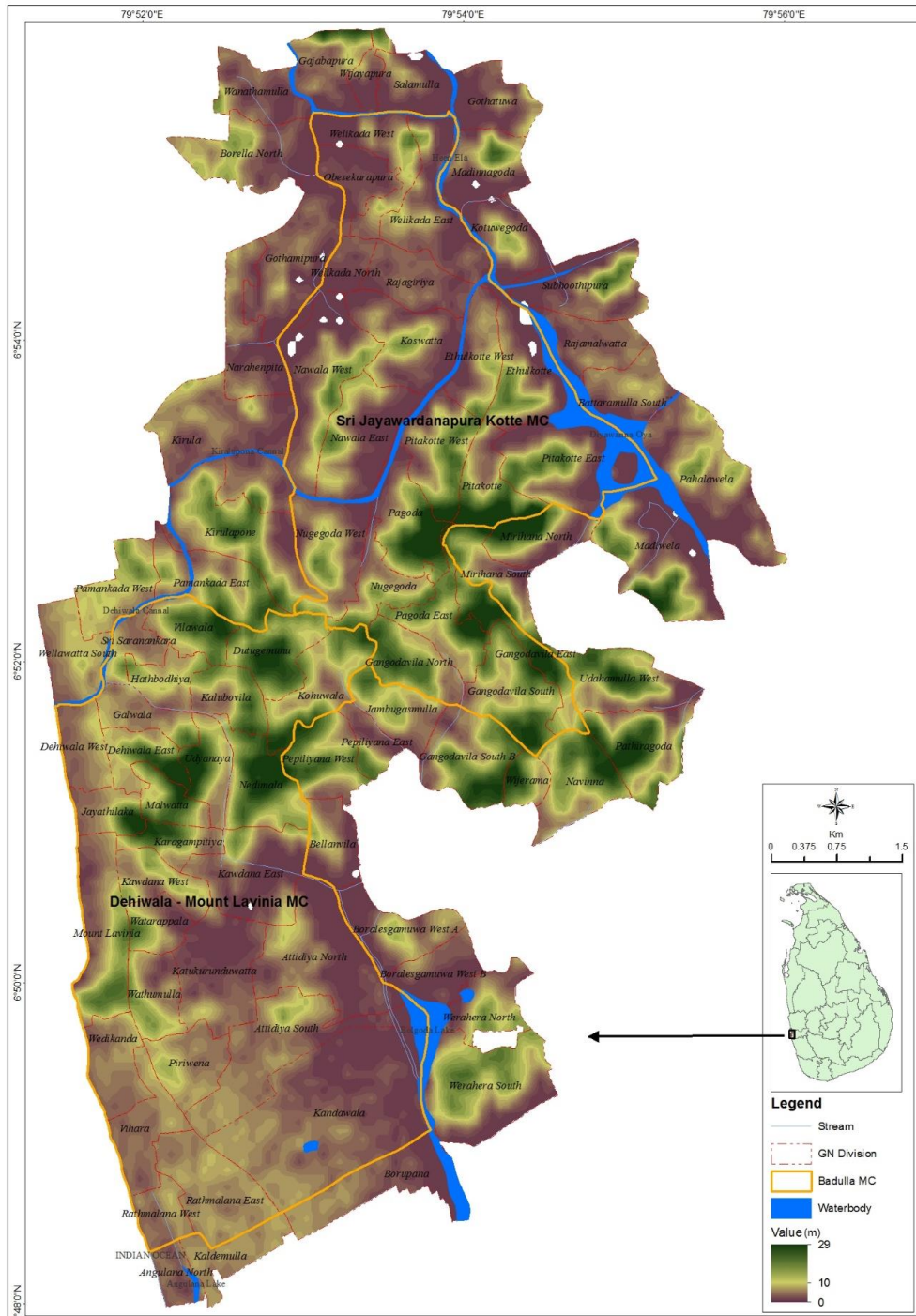


Source: JET, using Department of Meteorology data

図 2.1-2 月平均降水量

2.1.2 地形

デヒワラ・マウントラビニア MC は西部州に位置しており、コロンボ市中心部のすぐ南に位置するコロンボ最大の郊外区域である。マウントラビニアビーチが海側の境界であり、陸側はラテライト土壌からなる岩山で形成されている。地形図を図 2.1-3 に示す。

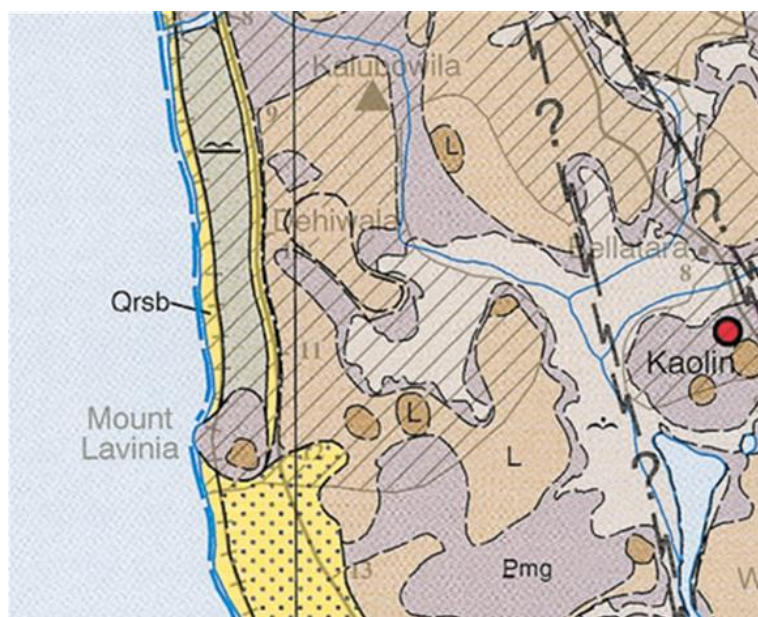


Source: Survey Department of Sri Lanka

図 2.1-3 プロジェクト対象地域の地形図

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。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。地質の特徴を図 2.1-4 に示した。



L - Laterite discontinuous caps
Pmg - undifferentiated Proterozoic gneiss
Pmkg - undifferentiated charnockitic gneiss
Qrsb - beach Sand
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

デヒワラ運河はデヒワラ・マウントラビニア MC の北の境界を形成している。デヒワラ運河水系は、表面排水や洪水を排除する上で重要な役割を果たしている。Weras Ganga と Bolgoda 湖の周りには大規模な湿地帯があり、また Belanwila や Attidiya 沼地およびその他の水域は、生物多様性保存と遊水池として機能している。

2.1.5 水質および水量

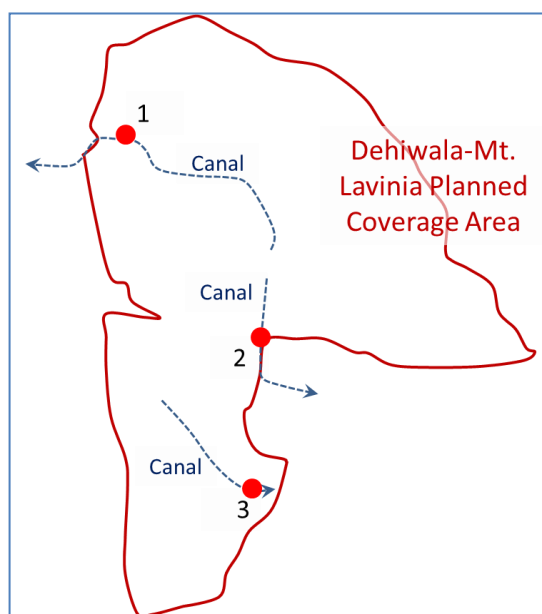
(1) 水質

デヒワラ・マウントラビニアにおいて、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、スリランカ排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 2.1-1 に、調査位置図を図 2.1-5 に示す。

表 2.1-1 水質調査結果 (デヒワラ・マウントラビニア)

Dehiwala-Mt. Lavinia		1	2	3	Criteria
pH	-	7.2	7.2	7.1	-
Temperature	°C	29.4	29.1	28.9	-
Odor	-	Objectionable	Objectionable	Objectionable	ND
Color	mg Pt/L	<15	22	32	100
EC	uS/cm	382	353	452	700
Turbidity	NTU	22	11	25	-
TSS	mg/l	38	34	55	40
TDS	mg/l	270	250	320	-
DO	mg/l	Nil	0.9	Nil	5
BOD	mg/l	50	38	34	4
COD	mg/l	51	41	41	15
Nitrate	mg/l	0.29	0.66	0.44	10
Ammonia	mg/l	2.96	1.94	1.26	0.59
T-P	mg/l	0.17	0.58	0.62	-
PO ₄ ³⁻ - P	mg/l	0.08	0.35	0.43	0.4
Cl	mg/l	28.7	30.2	34	600
T-N	mg/l	3.27	2.64	1.74	-
Fecal Coliform	/100ml	100	700	14x10 ²	1x10 ³
Total Coliform	/100ml	157x10 ⁴	3x10 ⁶	167x10 ⁴	1x10 ⁴

Note: 網掛け部分は、Objectionable / 目安以上の値
 Source: JET



Source: JET

図 2.1-5 位置図

デヒワラ・マウントラビニア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)、DO、BOD、COD、Ammonia、Phosphate、Fecal Coliform 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。

なお全ての地点は市街地からの排水であり、分布の状況から汚染状況が確認された。

(2) 下水道整備により期待される効果

上記の通り、デヒワラ・マウントラビニア地区においては汚染が認められる。TSS は下水処理目標の 35mg/L を現状で大きく上回っており、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 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 Fecal および Total Coliform は消毒により大幅に減少する。

汚濁負荷削減効果に関して、BOD を例にとり試算する。今回の水質測定点へ到達する流入汚水が全て下水処理（目標値 20mg/L）されるものと仮定すると、BOD 値は約 57%まで低減化される。

以上から、下水道整備によるデヒワラ・マウントラビニアの水環境向上は、十分に効果が見込まれる。

(3) 水量

2016年8月4日、デヒワラ・マウントラビニアにおいて行われた流量調査結果は表 2.1-2 の通りである。なお、地点-1、2 および 3 は、いずれも独立した排水路である。

表 2.1-2 流量調査結果

Station	Flow Rate (m ³ /s)	Increase Rate (%)	Date
1	0.088	-	27-08-2016
2	0.035	-	
3	0.004	-	

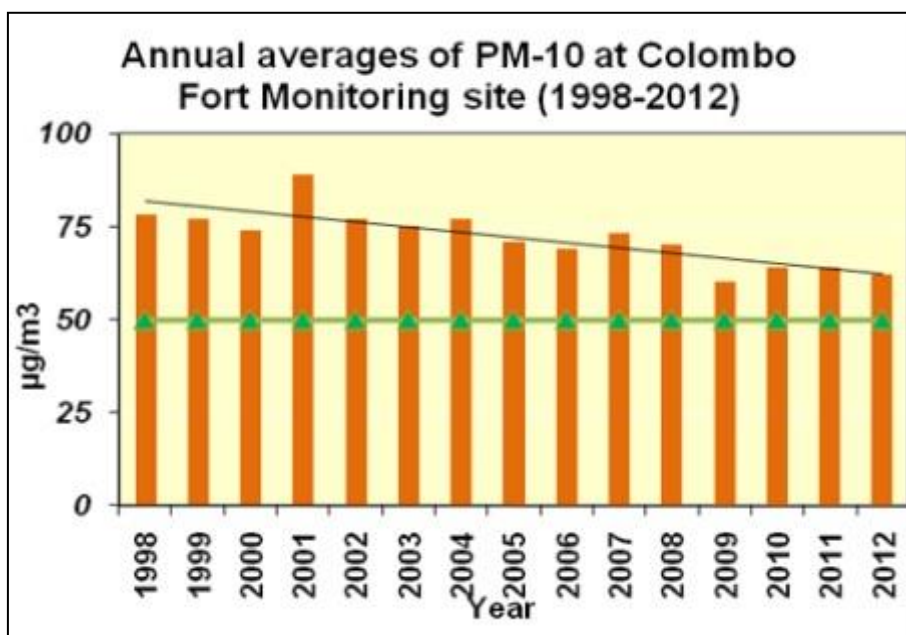
Source: JET

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、70~80µg/m³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 2.1-6）。なお、このレベルは、WHOのガイドライン（50 µg/m³）を上回っている。

Dehiwala - Mt. Lavinia Municipal Council (DMMC : デヒワラ・マウントラビニア 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。交通量の多い幹線道路（Galle Road）およびその他の道路、機関車の交通による塵埃や排煙などの高レベルの大気汚染状況が認められる。こうした汚染は交通の混雑ピーク時に悪化する。また運河からの悪臭は固形廃棄物の腐敗により生じ、特に水位が低い乾季の間に悪化する。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 2.1-6 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、建設、交通、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（Galle Road）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いる。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・振動レベルの原因となっている。

2.1.7 保護区

コロンボ Flood Detention Area Wetlands（約 1,200 ヘクタール）は、コロンボに散在する淡水湿地、開水路、湖、水田などの大規模な水系である。現在、湿地（399 ヘクタール）の一部が保護区として制定され、国有化されている。残りの約 800 ヘクタールは、個人所有の水田である。

● Bellanwila-Attidiya サンクチュアリ

Bolgoda 川の上流域に位置している Bellanwila-Attidiya サンクチュアリ（BAS）は、IUCN（1989）によるアジアの湿地リストに記載され、動植物保護条例（Gazette Extraordinary No. 620/9 -25th July 1990）の下でサンクチュアリとして宣言されている。また、バードライフ・インターナショナルによる重要バードエリアとしても規定されている（7th Aug. 2009）。

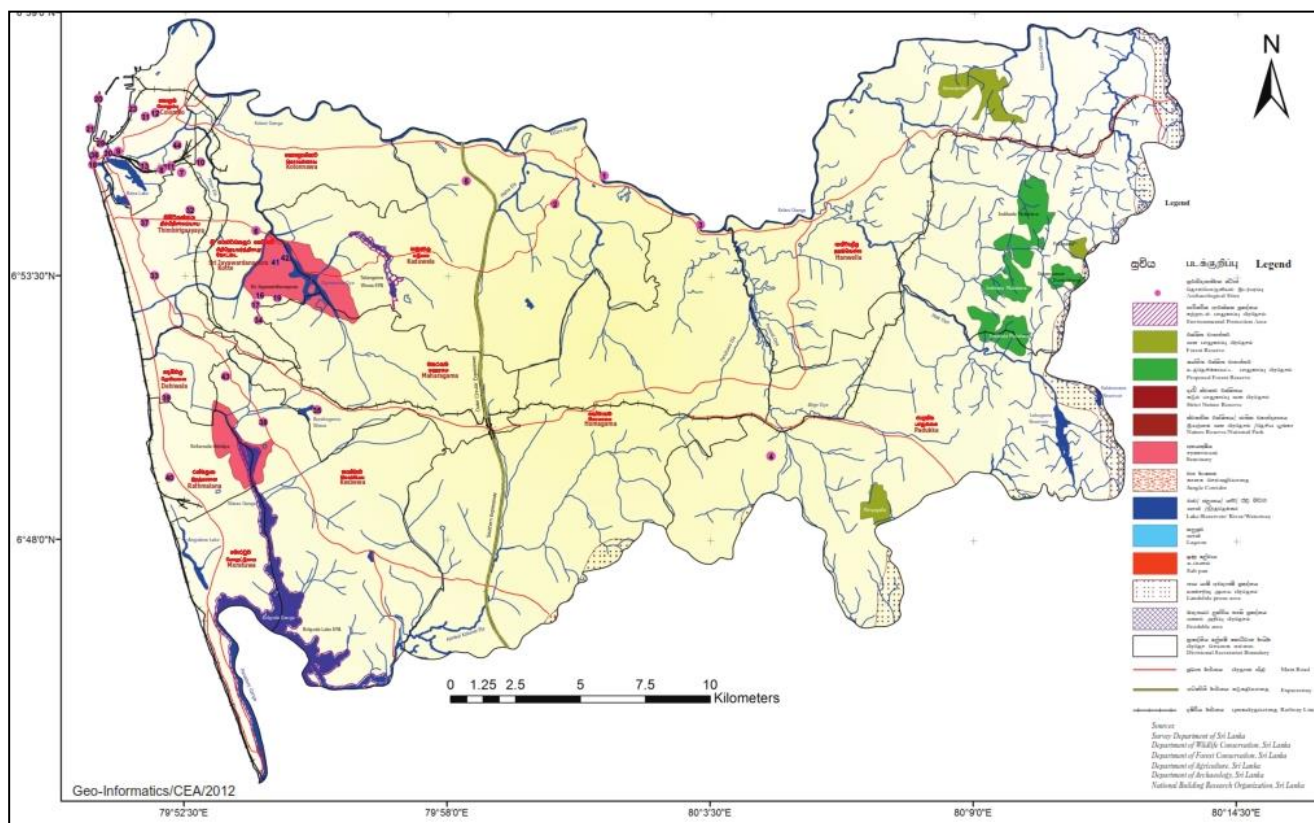
● Diyawanna Oya 湿原

Diyawanna Oya 湿原は、スリジャヤワルダナプラコッテ MC の近隣に位置している。この湿原は、西部州コロンボ地区のケラニ川の左岸に位置する人工運河の水系に属する。Kolonnawa 湿地、Heen-ela 湿地と Kotte 湿地もまた、この水系の主な流域として機能している。またコロンボ市内の主要な排水システムや遊水池としての機能や、レクリエーション環境の提供、周辺地域における住民の収入源、動植物の退避地としての役割などがある。

(1) 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) の規定により定められている。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 2.1-7 に示す。



Source: Central Environmental Authority

図 2.1-7 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

デヒワラ・マウントラビニア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。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 デヒワラ・マウントラビニア周辺で見られる主な動物類

Class	Type	Taxa		Significant Species (common name)	Conservation Status (IUCN 3.1)
		Family	Species		
Birds		Megalaimidae		<i>Megalaima zeylanica</i> (Brownheaded barbet)	LC
				<i>Megalaima flavifrons</i> (Yellow-fronted barbet)	LC
		Alcedinidae		<i>Halcyon smyrnensis</i> (White-throated kingfisher)	LC
				<i>Pelargopsis capensis</i> (Stork-billed kingfisher)	LC
		Cuculidae		<i>Centropus sinensis</i> (Greater coucal)	LC
		Psittaculidae		<i>Psittacula krameri</i> (Rose-ringed parakeet)	LC
		Ardeidae		<i>Ardeola grayii</i> (Indian pond heron)	LC
				<i>Dupetor flavicollis</i> (Black bittern)	LC
		Columbidae		<i>Ducula aenea</i> (Green imperial pigeon)	LC
				<i>Columba livia</i> (Rock dove)	LC
		Picidae		<i>Picus chlorolophus</i> (Lesser yellownape)	LC
		Accipitridae		<i>Spilornis cheela</i> (Crested serpend eagle)	LC
				<i>Haliaeetus leucogaster</i> (White-bellied sea eagle)	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		
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	Lizards	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 parvimaclatus</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	
	Snakes	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	
Mammals	Bats	Pteropodidae		<i>Pteropus giganteus</i> (Indian flying fox)	LC
		Vespertilionidae		<i>Kerivoula picta</i> (Painted bat)	LC
		Herpestidae		<i>Herpestes brachyurus</i> (Short-tailed mongoose)	LC
			<i>Herpestes edwardsii</i> (Indian grey mongoose)	LC	
	Rodents	Muridae		<i>Bandicota bengalensis</i> (Lesser bandicoot rat)	LC
				<i>Bandicota indica</i> (Greater bandicoot rat)	LC
				<i>Rattus rattus</i> (Black rat)	LC
		Sciuridae		<i>Funambulus palmarum</i> (Indian palm squirrel)	LC
			<i>Hystrix indica</i> (Indian Crested porcupine)	LC	
Fish		Osphronemidae		<i>Trichogaster pectoralis</i> (Snakeskin gourami)	LC
		Cichlidae		<i>Oreochromis mossambicus</i> (Mozambique tilapia)	NT
				<i>Etilopius suratensis</i> (Green chromide)	LC
		Anabantiade		<i>Anabus testudineus</i> (Climbing perch)	NA
		Bagridae		<i>Mystus vittatus</i> (Striped sward catchfish)	LC
		Heteropneustidae		<i>Heteropneustes fossilis</i> (Asian stinging cathish)	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
		<i>Puntius bimaculatus</i> (Redside barb)	NA

Sources:

Manamendraarachchi and Adikari (2014)

IUCN Redlist

JET

: Legend:

IUCN 3.1 scale



Dom: Domesticated

Def: Data deficient

NA: Data not available

表 2.1-4 デヒワラ・マウントラビニア周辺で見られる主な植物類

Taxa		Significant Species (common name)	Conservation Status (IUCN 3.1)
Family	Species		
Moraceae		<i>Ficus religiosa</i> (Bodhi tree)	LC
Putranjivaceae		<i>Drypete sepiaria</i> (Weera)	LC
Sapotaceae		<i>Manilkara hexandra</i> (Palu)	LC
Asteraceae		<i>Vernonia zeylanica</i> (Ironweed)	LC
Apocynaceae		<i>Willughbeia cirrhifera</i>	VU
Anacardiaceae		<i>Mangifera indica</i> (Mango)	None
		<i>Spondias dulcis</i> (Ambarella)	None
		<i>Annona reticulate</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>Musa x paradisaca</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
	Salviniaceae		<i>Lygodium spp.</i> (Climbing fern)
		<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>Rhynchospora 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 Warnasooriya (2014)

Manamendraarachchi and Adikari (2014)

Munashingha et al., (2009)

Dharmasena, (1993)

Wijerathna and Baladurage

IUCN Redlist

JET

Legend:

IUCN 3.1 scale



Dom: Domesticated

Def: Data deficient

NA: Data not available

2.2 社会環境

2.2.1 行政制度

DMMCは1959年に設立された。市には2つの事務部門、すなわちDehiwala DSDとRatmalana DSDがあり、西部州コロombo県内にある。DMMCの総面積は21km²で、29区から構成される。西部州の面積は3,684km²、Dehiwala DSD、Ratmalana DSDとコロombo県の面積は、それぞれ8 km²、13 km²、699 km²である。

なおコロombo県の森林面積は15 km²、また内水面は23 km²であり、西部州の内水面は91 km²である。

2.2.2 人口統計

(1) 人口

スリランカ国勢調査統計局によると、西部州、コロombo県およびデヒワラ・マウントラビニアMCの人口密度は、それぞれ1,652、3,487および8,784人/km²である。2012年のデヒワラ・マウントラビニアMCの人口は184,468人、Dehiwala DSDとRatmalana DSDの人口はそれぞれ88,962人および95,506人であった。割合は、51.77%および48.23%である。GNDと性別に基づく人口の数値を以下の表に示す。

表 2.2-1 デヒワラ・マウントラビニアMCの人口

Name of GND	Total	Male		Female	
		No	%	No	%
Dehiwala DSD					
Sri Saranankara	6,367	3,111	49	3,256	51
Vilawala	6,334	3,095	49	3,239	51
Dutugemunu	4,806	2,388	50	2,418	50
Kohuwala	5,475	2,567	47	2,908	53
Kalubovila	5,517	2,674	48	2,843	52
Hathbodhiya	6,228	3,049	49	3,179	51
Galwala	5,671	2,814	50	2,857	50
Dehiwala West	5,184	2,499	48	2,685	52
Dehiwala East	6,767	3,262	48	3,505	52
Udyanaya	5,914	2,891	49	3,023	51
Nedimala	9,058	4,356	48	4,702	52
Malwatta	3,543	1,714	48	1,829	52
Jayathilaka	4,374	2,108	48	2,266	52
Karagampitiya	5,633	2,826	50	2,807	50
Kawdana East	8,091	3,847	48	4,244	52
Dehiwala DSD Total	88,962	43,201	49	45,761	51
Ratmalana DSD					
Mount Lavinia	8,373	4,255	51	4,118	49
Kawdana West	6,624	3,199	48	3,425	52
Watarappala	6,311	3,116	49	3,195	51
Wathumulla	4,608	2,210	48	2,398	52
Katukurunduwatta	12,166	5,944	49	6,222	51
Attidiya North	8,854	4,284	48	4,570	52
Attidiya South	7,683	3,686	48	3,997	52
Piriwena	5,018	2,380	47	2,638	53
Wedikanda	7,585	3,635	48	3,950	52
Vihara	6,443	3,097	48	3,346	52
Rathmalana West	5,736	2,847	50	2,889	50
Rathmalana East	6,564	3,408	52	3,156	48

Name of GND	Total	Male		Female	
		No	%	No	%
Kandawala	9,541	4,725	50	4,816	50
Ratmalana DSD Total	95,506	46,786	49	48,720	51
DMMC Total	184,468	89,987	49	94,481	51

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

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県の慢性疾患率は表 2.2-2 の通りである。

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ombo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

	糖尿病	高血圧症
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ombo県人口は表 2.2-4 に示す通りであり、仏教徒が大半を占めている。

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ombo県人口は表 2.2-5 に示す通りであり、シンハラ人が多数派である。

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

	% of Poor Households		
	2006/07	2009/10	2012/13
Sri Lanka	12.6	7.0	5.3
Western Province	6.5	3.0	1.5

Source: Census and Statistics Department

2.2.6 歴史と文化 (遺産)

歴史的には、デヒワラ・マウントラビニア MC がカバーするエリアはコーッテ王国 (1412~1597年) の一部であり、Pepiliyana、Nedimala、Attidiya と Kalubowila によって構成されていた。Dehiwala の南部と Ratmalana は共に一つの大きな湿原地帯であり、人口はまばらであった。デヒワラ・マウントラビニア MC エリア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 デヒワラ・マウントラビニア MC の考古学的保護記念物

Monument	GND	DSD	Description
Pushparama Vihara, Ratmalana	No. 546 BRatmalana Vihara division	Dehiwala	Ancient image house
Subodharama Purana Vihara	Karagampitiya	Dehiwala	Ancient image house, Sathsathi Mandira, Bana preaching hall, Awasage and relict chamber
Christ Church Cemetery		Ratmalana	The ancient four tombs engravings in the Christian cemetery
Galkissa Samudrasanna Vihara	No. 546-A Wedikanda	Ratmalana	The ancient Buddha shrine
Ratmalana Dewala watta	Ratmalana West	Ratmalana	The ancient Dewale house and other antiques
The ancient two Storied Building of School for blind	Ratmalana town	Ratmalana	The ancient Dewale house and other antiques

Source: Department of Archaeology

2.2.7 経済

(1) 概況

西部州のコロンボ県に位置する、デヒワラ・マウントラビニアの主要産業は、工業、商業施設、レストラン、観光、ならびにホテルである。デヒワラは、近年急激に発展してきた。アパートやスーパーマーケットが数多く建設されている。マウントラビニアは、郊外住宅地域と美しく長い砂浜に恵まれ、店舗とレストランがあるリゾート地域を含んでいる。多くの大規模工場も、デヒワラの南部に位置するラトマラナ-アッティディヤ地域に見られる。表 2.2-8 は、コロンボ県、ガンパハ県、カルタラ県を含む西部州の 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。サービス業が州の GDP の 60~65%を占める最大の産業である（国平均：56.8%）。工業は、州の GDP の 30~35%を占めている（国平均：32.5%）。サービス業が、西部州の GDP の最大部分を生み出し続けてきた。

(2) 観光

デヒワラ・マウントラビニアは、動物園に加え、多数のレストランやホテルが隣接する美しく長い砂浜に恵まれたスリランカの観光地の一つである。スリランカ人および外国人のためのアパートも多く立地している。表 2.2-9、図 2.2-1 および図 2.2-2 は、過去 4 年間のデヒワラ動物園の入場者数と収入額を示している。

表 2.2-9 デヒワラ動物園の入場者数と入場料収入

Year	2011	2012	2013	2014
No. of Foreign Visitors	20,446	21,188	27,120	28,823
No. of Local Visitors	1,689,755	1,412,062	1,429,322	1,249,562
Total No. of Visitors	1,710,201	1,433,250	1,456,442	1,278,385
Revenue: Foreign Visitors (LKR)	24,717,750	25,108,000	34,521,500	46,895,300
Revenue: Local Visitors (LKR)	130,922,050	110,039,210	112,079,300	98,383,110
Total Revenue (LKR)	155,639,800	135,147,210	146,600,800	145,278,410

Source: Annual Statistical Reports- Sri Lanka Tourism Development Authority (Annual Reports of 2011,2012,2013,2014)

訪問客の大部分は国内旅行者であった。しかし、近年国内訪問者数は減少傾向にある。他方で、外国人訪問者数は同時期に増加してきた。2014年には、デヒワラ動物園に1,278,000人の観光客が訪問した。入場料収入の合計は減ってきてはいるものの、いまだに145百万LKRに上っている。地域社会の観光収入は、動物園の入場料だけではなく、他の観光施設、例えばホテル、レストラン、交通、土産物屋などでも発生する。仮に、これらの収入を含めると、観光業の社会的な収入は、上述の金額よりもはるかに大きいと想定される。

下水道システムの整備は、海岸の水環境保全に寄与する。そのため、当該地域の観光業と経済の持続的な成長に寄与するであろう。

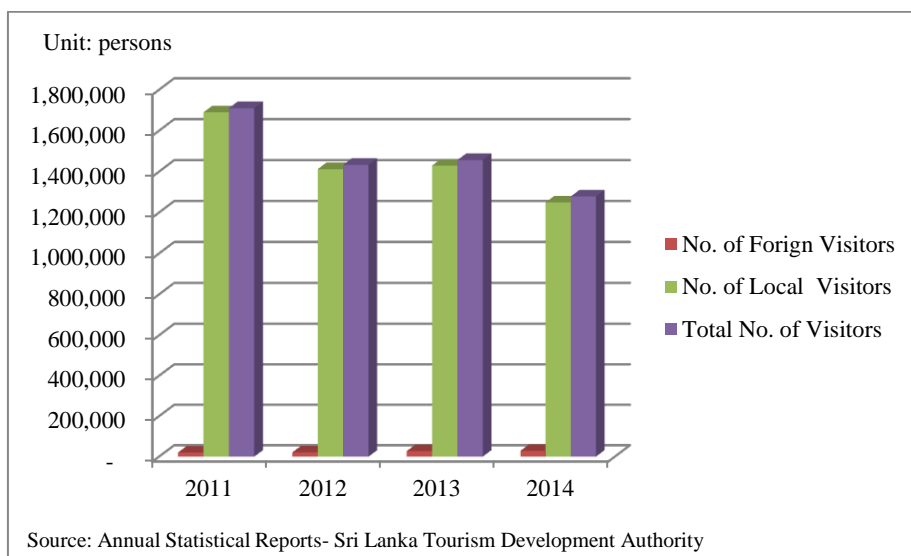


図 2.2-1 デヒワラ動物園の入場者数

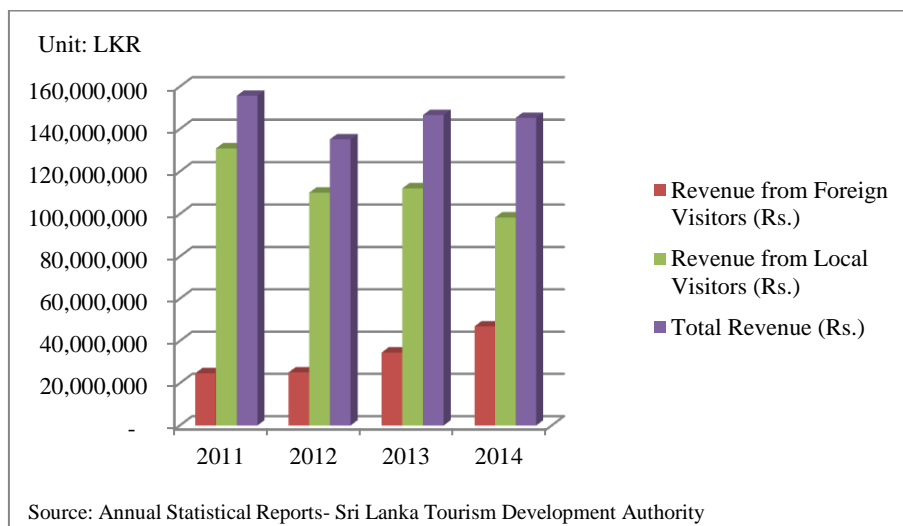


図 2.2-2 デヒワラ動物園の入場料収入

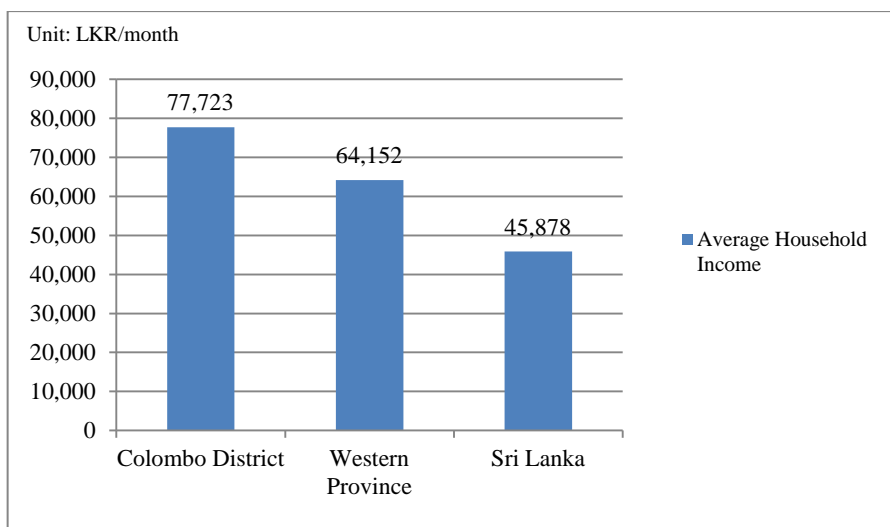
(3) 家庭所得

平均家庭所得は、“Household Income and Expenditure Survey 2012/2013”のデータを参照し、その抜粋を、表 2.2-10 および図 2.2-3 に示した。表 2.2-10 のように、コロombo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」（会社員としての収入）が、所得の 37.4% を占め、最も大きな所得源となっている。図 2.2-3 は、コロombo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。デヒワラ・マウントラビニアでは、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）に、注意する必要がある。

表 2.2-10 コロombo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 2.2-3 月当たり家庭所得の比較

2.2.8 土地利用

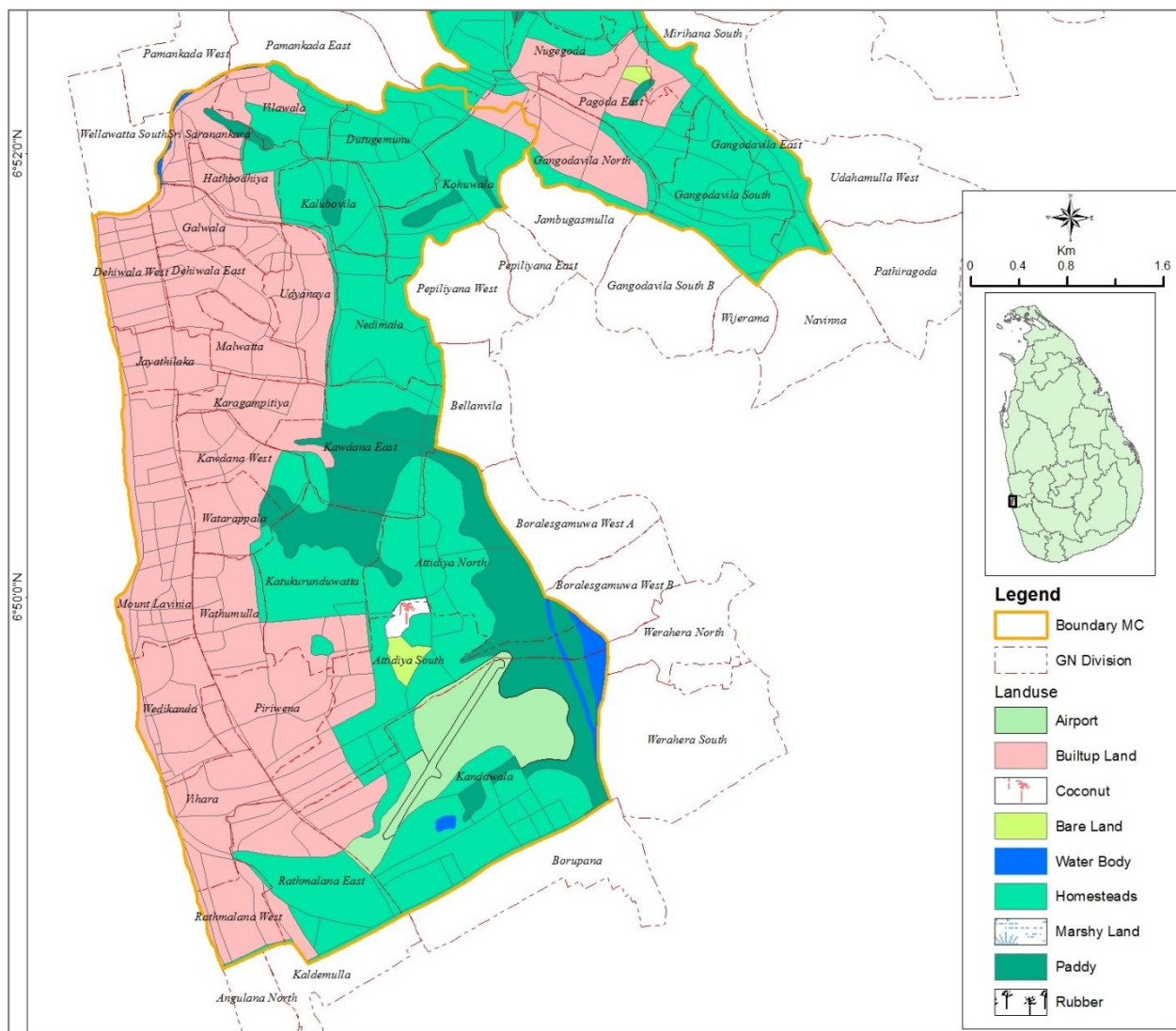
コロンボ県の土地利用は、表 2.2-11 に示す通りである。デヒワラ・マウントラビニア MC エリアの土地利用状況は、GIS ツールを使用して管理されており、図 2.2-4 に示す。

表 2.2-11 コロンボ県の土地利用状況

ඉඩම් ස්වභාවය Nature of land	භූමි ප්‍රමාණය (හෙක්ටයාර) Area (Hec)	ප්‍රතිශතය Percentage (%)
01.අස්වද්දන ලද කුඹුරු - Asweddumized paddy land		
1. වාරිමාර්ග - Irrigated	1971.3	2.8
11.අභස්ඞියෙන් - Rainfed	5737.5	8.2
02.තේ - Tea	67.2	0.1
03. රබර් - Rubber	16558.0	23.6
04. පොල් - Coconut	2928.6	4.2
05. කුරුඳු- Cinnamon	152.8	0.2
06. වෙනත් වසාවන් - Other crops	418.4	0.6
07.වනාන්තර- Forests		0.0
1. ඝන වනාන්තර - Dense forests	1237.4	1.8
11. විවෘත වනාන්තර - Open forests	8.0	0.0
111. වසා කරන ලද වනාන්තර - Planted forests	618.3	0.9
08.ලඳු කැලෑ හා ඡේන - Grass lands/Chena	584.1	0.8
09. වඳුරු හා කෘමිකාලාන කැලෑ - Marshes and Mangroves	2226.2	3.2
10.ගෙවතු - Home gardens	19154.4	27.3
11.ජලාශ - Reservoirs	1705.9	2.4
12.ගොඩනැගිලි- Building	11199.0	16.0
13වැලි හා ගල් පර - Sand and Mountain	58.8	0.1
14. මුදු සීමි හා අත්හැරින ලද ඉඩම් - Abandoned land	598.4	0.9
15.වෙනත් (පුජා භූමි, මාර්ග,පුජාන භූමි ආදිය)	4917.8	7.0
Other (sacred places, roads,cemetery etc)		
එකතුව - Total	70141.9	100.0

Source: District Land use Planning Office

デヒワラ・マウントラビニア MC のほとんどが開発されており (図 2.2-4)、現在水田として利用されている場所は Urban Development Authority (UDA : 都市開発庁) の計画ではリクリエーション地区に転換する計画となっている (図 2.2-5)。



Source: Survey Department of Sri Lanka

図 2.2-4 デヒワラ・マウントラビニア MC の土地利用状況

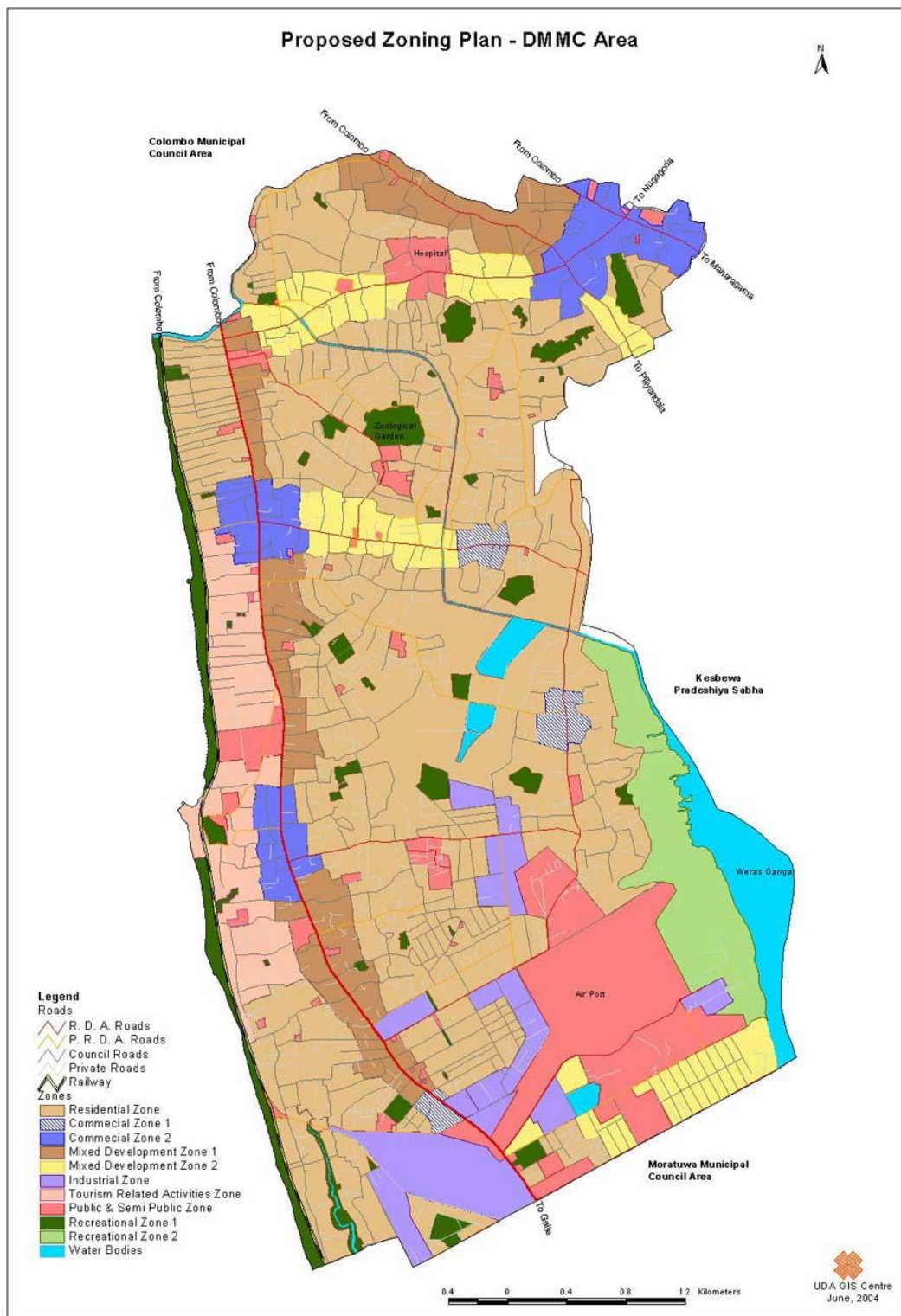


図 2.2-5 土地利用計画

2.2.9 水供給と衛生

(1) 水供給

MCにおける飲料水施設の状況は表 2.2-12 の通りである。デヒワラ・マウントラビニア MC の水道普及率は 100% で、一般家庭や企業等の接続数は 57,600 件である。一方、水道が普及しているものの未だ公共給水栓や掘削井戸を使用する家庭もある。

表 2.2-12 デヒワラ・マウントラビニア MC における飲料水施設の状況

No.	Name of GND	Total	Protected Well Within Premises	Protected Well Out Side Premises	Un Protected Well	Tap Within Unit	Tap Within Premises	Tap Outside Premises	Rural Water Project	Tube Well	Bourses	River , Tank, Stream	Rain Water	Bottle Water	Other
Dehiwala DSD															
1	Sri Saranankara	1,546	32	2	-	1,395	81	28	-	5	-	-	-	2	1
2	Vilawala	1,512	41	2	-	1,342	69	25	-	-	-	-	-	32	1
3	Dutugemunu	1,246	79	-	-	1,129	15	22	-	1	-	-	-	-	-
4	Kohuwala	1,482	92	3	-	1,345	35	4	-	-	-	-	-	3	-
5	Kalubovila	1,397	89	3	-	1,167	123	9	-	4	-	-	-	1	1
6	Hathbodhiya	1,566	60	-	-	1,446	50	8	-	-	-	-	-	2	-
7	Galwala	1,365	12	-	-	1,320	13	13	-	3	-	-	-	4	-
8	Dehiwala West	1,464	7	-	-	1,213	6	238	-	-	-	-	-	-	-
9	Dehiwala East	1,692	20	2	-	1,599	34	25	-	2	-	3	-	4	3
10	Udyanaya	1,443	39	-	2	1,316	70	14	-	1	-	-	-	-	1
11	Nedimala	2,407	100	14	2	2,147	120	14	-	8	-	-	-	1	1
12	Malwatta	923	38	3	-	866	6	5	-	-	5	-	-	-	-
13	Jayathilaka	1,116	7	-	-	1,000	57	48	-	-	-	-	-	4	-
14	Karagampitiya	1,391	45	8	-	1,290	35	11	-	-	-	-	-	-	2
15	Kawdana East	2,141	116	6	1	1,911	81	20	-	6	-	-	-	-	-
Dehiwala DSD Total		22,691	777	43	5	20,486	795	484	-	30	5	3	-	53	10
Ratmalana DSD															
1	Mount Lavinia	2,195	18	1	1	2,034	66	44	-	6	-	-	-	3	22
2	Kawdana West	1,667	45	3	-	1,569	17	27	-	1	-	-	-	3	2
3	Watarappala	1,591	76	2	1	1,312	39	155	-	1	-	-	-	2	3
4	Wathumulla	1,330	57	2	1	1,246	3	10	-	1	-	-	-	9	1
5	Katukurunduwatta	3,034	67	8	-	2,761	126	50	-	5	-	-	-	10	7
6	Attidiya North	2,314	191	7	1	1,775	247	73	-	5	-	-	-	5	10
7	Attidiya South	2,052	185	4	2	1,617	118	38	-	2	-	-	77	9	-
8	Piriwena	1,354	62	-	-	1,108	53	124	-	1	-	-	-	6	-
9	Wedikanda	2,021	21	-	-	1,821	130	40	-	3	-	-	-	6	-
10	Vihara	1,598	5	-	-	1,443	113	28	-	3	-	-	-	4	2
11	Rathmalana West	1,412	16	7	-	1,015	300	69	-	2	-	-	-	-	3
12	Rathmalana East	1,695	2	4	-	1,258	364	66	-	-	-	-	-	-	1
13	Kandawala	2,310	64	11	1	1,863	339	22	-	2	-	-	5	2	1
Ratmalana DSD Total		24,573	809	49	7	20,822	1,915	746	-	32	-	-	82	59	52
DMMC		47,264	1,586	92	12	41,308	2,710	1,230	0	62	5	3	82	112	62

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

水道使用状況は表 2.2-13 の通りである。デヒワラ・マウントラビニア MC は水道普及率は 100%

であるが使用量の拡張に追いつかず、使用のピーク時には水圧不足のトラブルが生じるなど水量の拡張が必要となっている。

表 2.2-13 デヒワラ・マウントラビニア MC における利用種別消費状況 (2013-2015)

	2013	2014	2015
Household	11,584,470	11,794,176	12,304,450
Commercial and Industrial	1,298,161	1,416,786	1,515,378
Institutional	274,601	286,811	303,745
Others	154,214	150,155	155,773
Total	13,311,446	13,647,928	14,279,346

Unit: m³/year

Source: National Water Supply & Drainage Board

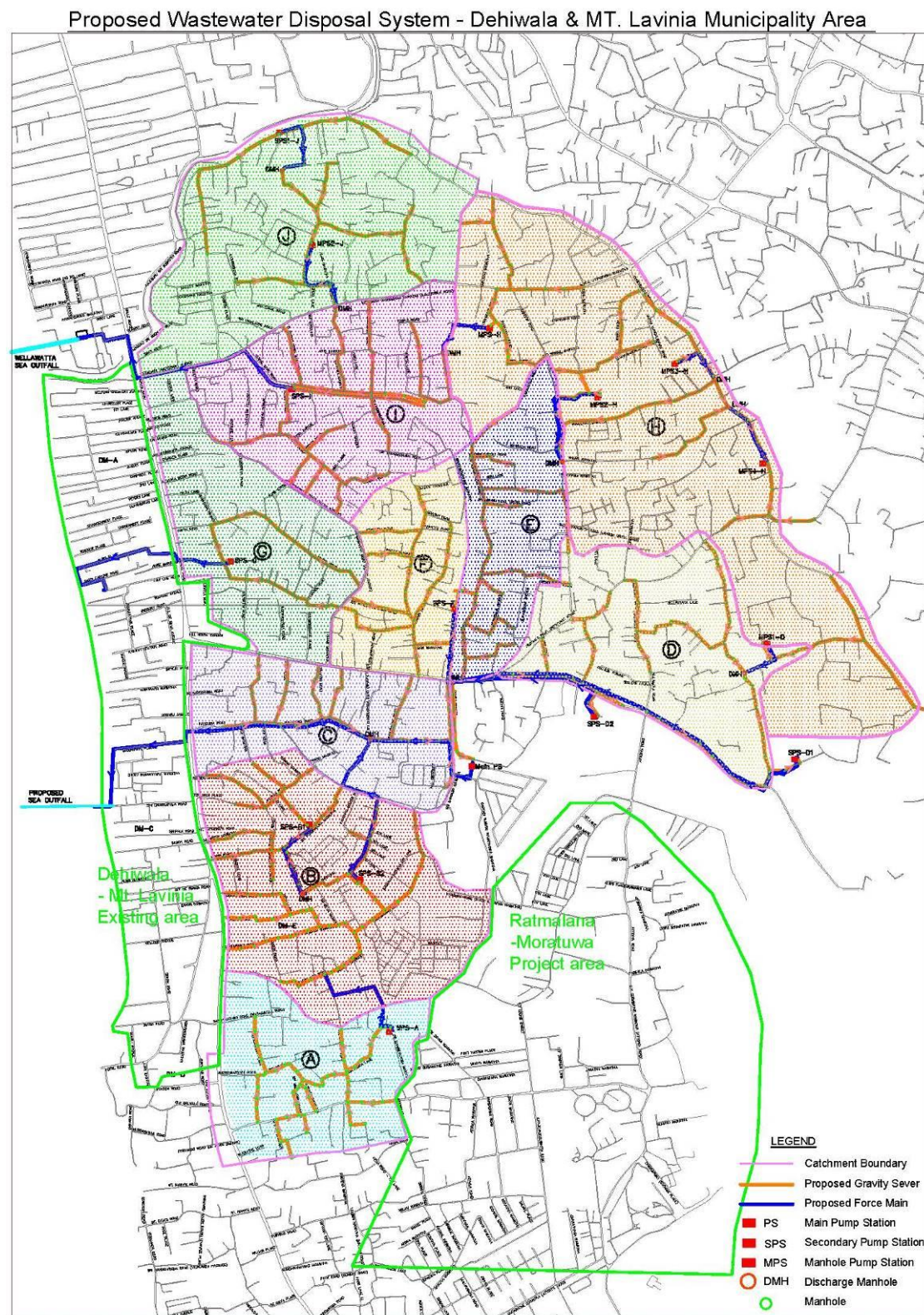
(2) 衛生

下水管は2か所で整備されており（図 2.2-6）、沿岸部のマウントラビニアから Wellawatte へと伸びる地域（緑のラインで囲った左側の地域）と 1987 以降 Asian Development Bank (ADB: アジア開発銀行) により「大コロombo圏 (Greater Colombo) 排水管理プロジェクト」で整備されたマウントラビニア交差点からデヒワラ水路に架かる橋までのゴールロードの各区域を含むマウントラビニア GN 地区である（緑で塗られた地域）。

民間提案の下水道整備計画では既存下水道区域の補強及びその他の区域の整備が検討されている。

デヒワラ・マウントラビニア MC は一部の汚水のみ下水道により収集され海洋放流されているが、大部分の汚水は腐敗槽により処理されている。し尿処理の大部分は、腐敗槽である。

表 2.2-14 にデヒワラ・マウントラビニア MC の衛生施設の状況を示す。約 97%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。



Source: National Water Supply & Drainage Board

図 2.2-6 民間提案のデヒワラ・マウントラビニア MC の下水道整備計画

表 2.2-14 デヒワラ・マウントラビニア MC における衛生施設の状況

No.	Name of GND	Total	Water Seal Toilet	Pour Flush Toilet (Not Water Trap)	Direct Pit	Other	Not Using Toilet
Dehiwala DSD							
1	Sri Saranankara	1,546	1,501	5	38	2	0
2	Vilawala	1,512	1,413	21	76	2	0
3	Dutugemunu	1,246	1,202	15	29	0	0
4	Kohuwala	1,482	1,399	5	78	0	0
5	Kalubovila	1,397	1,336	36	25	0	0
6	Hathbodhiya	1,566	1,563	0	1	1	1
7	Galwala	1,365	1,358	6	1	0	0
8	Dehiwala West	1,464	1,463	0	1	0	0
9	Dehiwala East	1,692	1,669	11	10	0	2
10	Udyanaya	1,443	1,420	15	8	0	0
11	Nedimala	2,407	2,356	25	24	0	2
12	Malwatta	923	920	2	1	0	0
13	Jayathilaka	1,116	1,056	3	57	0	0
14	Karagampitiya	1,391	1,356	9	26	0	0
15	Kawdana East	2,141	2,099	15	27	0	0
Dehiwala DSD Total		22,691	168	22,111	402	5	5
Ratmalana DSD							
1	Mount Lavinia	2,195	2,179	3	12	0	1
2	Kawdana West	1,667	1,663	3	0	0	1
3	Watarappala	1,591	1,584	5	2	0	0
4	Wathumulla	1,330	1,327	2	1	0	0
5	Katukurunduwatta	3,034	2,941	88	4	1	0
6	Attidiya North	2,314	2,218	36	59	1	0
7	Attidiya South	2,052	2,002	47	3	0	0
8	Piriwena	1,354	1,330	8	14	0	2
9	Wedikanda	2,021	1,977	8	34	1	1
10	Vihara	1,598	1,510	1	83	1	3
11	Rathmalana West	1,412	1,405	0	7	0	0
12	Rathmalana East	1,695	1,633	30	1	30	1
13	Kandawala	2,310	2,125	29	154	1	1
Ratmalana DSD Total		24,573	260	23,894	374	35	10
DMMC		47,264	428	46,005	776	40	15

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

2.2.10 廃棄物

デヒワラ・マウントラビニア MC の廃棄物発生量は 175 トン/日であり、発生率は 933 グラム/人/日である。各世帯、商業施設等から発生された廃棄物は MC または民間業者により回収され Karadiyana 処分場で処理処分される。

また、Kalubowila のコロンボ南教育病院やその他のいくつかの医療センターの医療廃棄物は、特別に処理された後 Karadiyana 処分場で処分されている。図 2.2-7 に処分場とコンポスト施設の様子を示す。



Source: JET

図 2.2-7 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デヒワラ・マウントラビニアでは有効に機能せず、水域では汚水に由来する BOD、アンモニア、リン、そして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 下水道計画の基本条件

3.1 基本条件

NWSDB は自国資金で 2013 年 3 月に、“Project Proposal for Extension of Piped Sewerage Coverage for Dehiwala - Mt. Lavinia Municipal Council Area”を作成した。この計画では目標年次を 2040 年とし、処理場の代わりに、管径 1,500mm の HDPE 管を約 1.7km 使用して海洋放流を実施する方法が提案されている。計画人口は、2001 年の国勢調査による 2013 年次人口を参考としていた。しかしながら、2012 年の国勢調査により、計画人口が過大に評価されていることが明らかとなった。下水道計画を行う上で、人口は重要な要因であるため、本 M/P では、上記を参考に、2012 年の国勢調査結果及び対象地域の拡充を考慮し、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で討議し、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	30%	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: Peak Dry Weather Flow (PDWF : 晴天時最大汚水量) + 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

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

ここで、 Q: 流量 (m³/sec), V: 流速 (m/sec),
 n: 粗度係数, R: 径深 (m), S: 動水勾配, A: 断面積 (m²)

Hazen William 式

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

ここで、 Q: 流量 (m³/sec), V: 流速 (m/sec),
 C: 流速係数, R: 径深 (m), S: 動水勾配, A: 断面積 (m²)

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

Note: 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

表 3.1-3 に、使用する管種を示す。

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

この他に、道路に設置されるマンホールの直径や MTPS のマンホールサイズ等も要因として考えられる。

(4) 下水処理場

下水処理場は以下を考慮する。

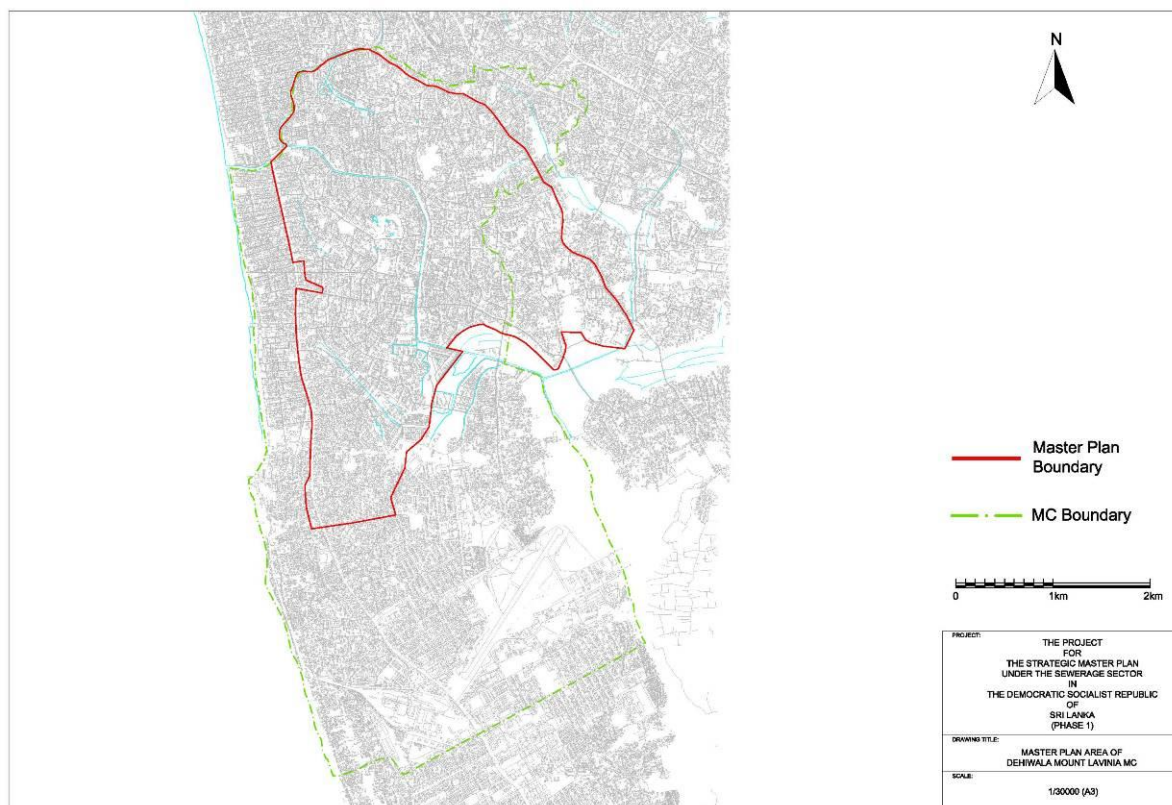
- 原水水質及び排水基準
- 用地が下水処理場への適用条件を満たしているか
- 建設費及び運転維持管理費
- 運転維持管理が容易であること

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



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

図 3.1-1 デヒワラ・マウントラビニアにおける M/P 地域

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	Dehiwala DSD		2	Ratmalana DSD	
1.1	538C	Sri Saranankara	2.1	539/42C	Kawdana West
1.2	537	Vilawala	2.2	544	Watarappola
1.3	537A	Dutugemunu	2.3	544A	Wathumulla
1.4	537B	Kohuwala	2.4	545A	Katukurunduwatta
1.5	538	Kalubowila	3	Kesbewa DSD	
1.6	538B	Hathbodhiya	3.1	535	Pepiliyana West
1.7	538A	Galwala	3.2	535A	Bellanwila
1.8	540	Dehiwala East	3.3	535B	Divulpitiya West
1.9	536A	Udyanaya			
1.1	536	Nedimala			
1.11	539/42A	Malwatta			
1.12	539/42	Karagampitiya			
1.13	539/42B	Kawdana East			

Source: JET based on data of Department of Census and Statistics

3.1.4 計画汚水量

セクション I 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設定した。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	
981	a Population	106,100		
	b Water Consumption (l/d/cap)	120		
	c Sewage Ratio (%)	80		
	d Domestic Flow (m ³ /d)	10,186	$d = a \times b \times c$	
	e Non-Domestic Flow (m ³ /d)	3,056	$e = d \times 30\%$	
	f Point Source (m ³ /d)	-		
	g Infiltration (m ³ /d)	2,648	$g = (d + e + f) \times 20\%$	
	h Daily Average Flow (m ³ /d)	15,890	$h = d + e + f + g$	
	i Daily Maximum Flow (m ³ /d)	17,876	$i = (d + e + f) \times 1.15 + g$	For STP design
	j Hourly Maximum Flow (m ³ /d)	23,835	$j = (d + e + f) \times 1.6 + g$	For PS design
	k Peak Flow (m ³ /d)	42,374	$k = (d + e + f) \times 3.0 + g$	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 ₅	240
COD	600
TSS	160
T-N	45
T-P	6

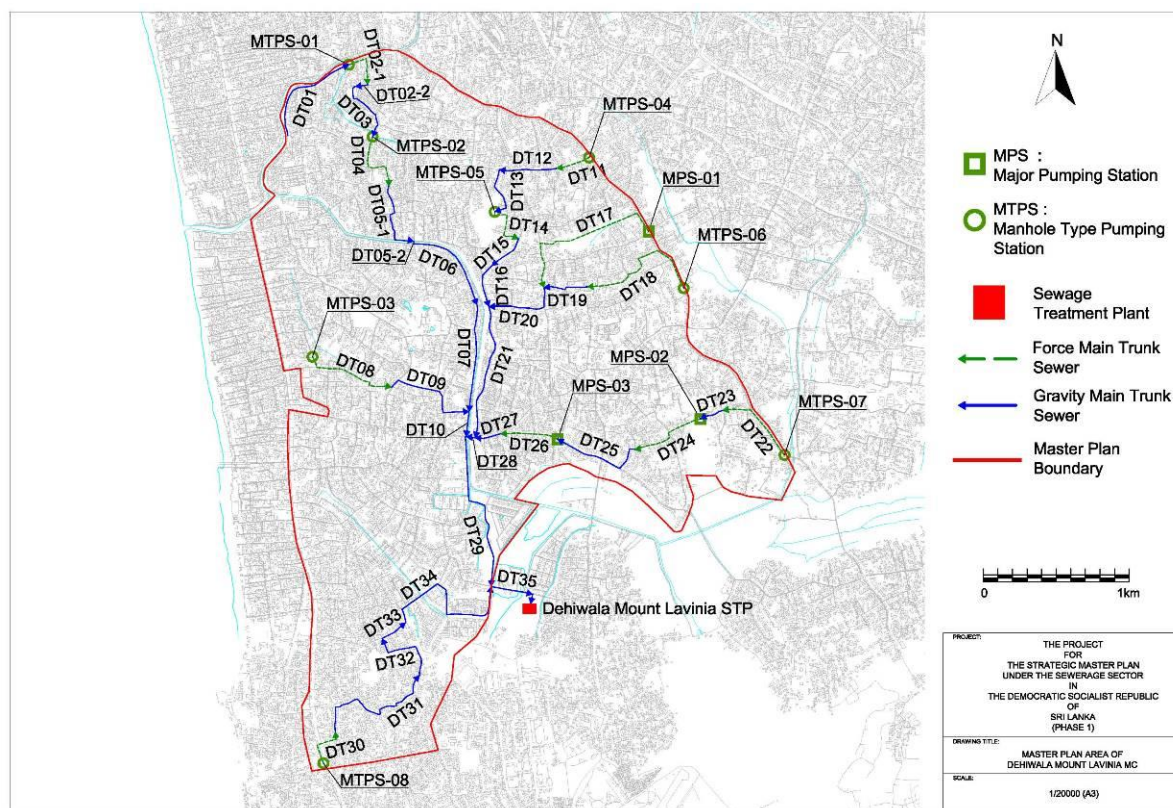
Unit: mg/L

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

デヒワラ・マウントラビニア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 デヒワラ・マウントラビニア下水道整備計画

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	147,150m	Including Force Main
	Sub-Total (Branch Sewer)		147,150m	
Trunk Sewer	225mm	HDPE Pipe	1,149m	
	280mm	HDPE Pipe	85m	
	315mm	HDPE Pipe	855m	
	355mm	HDPE Pipe	1,262m	
	400mm	GRP Pipe	1,958m	Pipe Jacking (110m)
	450mm	GRP Pipe	714m	Pipe Jacking (153m)
	500mm	GRP Pipe	662m	Pipe Jacking (57m)
	600mm	GRP Pipe	2,758m	Pipe Jacking (885m)
	700mm	GRP Pipe	1,649m	Pipe Jacking (1,192m)
	1000mm	GRP Pipe	1,133m	Pipe Jacking (671m)
	1200mm	GRP Pipe	290m	Pipe Jacking (290m)
	110mm	HDPE Pipe	557m	Force Main
	125mm	HDPE Pipe	305m	Force Main
	160mm	HDPE Pipe	1,893m	Force Main
	180mm	HDPE Pipe	1,741m	Force Main
	225mm	HDPE Pipe	469m	Force Main
	250mm	HDPE Pipe	529m	Force Main
315mm	HDPE Pipe	400m	Force Main	
Sub-Total (Trunk Sewer)			18,409m	Sub-Total (Pipe Jacking) 3,358m
Total	Branch Sewer + Trunk Sewer		165,559m	
	Crossing: Railway Crossing (None), River Crossing (4 locations)			

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 1.7 m ³ /min	40 m	2+(1)	To require the land about 0.08 ha for MPS
MPS-02	Approximately 3.5 m ³ /min	25 m	2+(1)	To require the land about 0.08 ha for MPS
MPS-03	Approximately 5.2 m ³ /min	20 m	2+(1)	To require the land about 0.08 ha for MPS
MTPS-01	Approximately 0.9 m ³ /min	20 m	1+(1)	
MTPS-02	Approximately 2.7 m ³ /min	20 m	1+(1)	
MTPS-03	Approximately 1.7 m ³ /min	30 m	1+(1)	
MTPS-04	Approximately 0.2 m ³ /min	10 m	1+(1)	
MTPS-05	Approximately 1.5 m ³ /min	30 m	1+(1)	
MTPS-06	Approximately 1.2 m ³ /min	40 m	1+(1)	
MTPS-07	Approximately 1.2 m ³ /min	30 m	1+(1)	
MTPS-08	Approximately 0.3 m ³ /min	15 m	1+(1)	

Note: 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

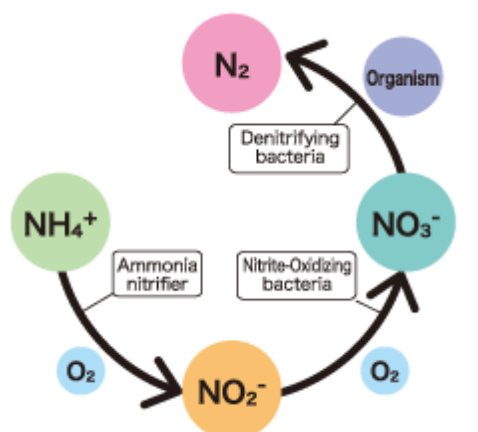
目標年次の 2046 年には約 26,500 世帯があると試算される。これは 2046 年次の人口が約 106,000 人、政府統計局が発行した“Household Income and Expenditure Survey 2012/13”が示す一世帯の平均家族数が 4 人であることを参考に算出した。

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。デヒワラ・マウントラビニア 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。許容放流基準の改定案を 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 ($\text{NO}_3\text{-N}$ 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。

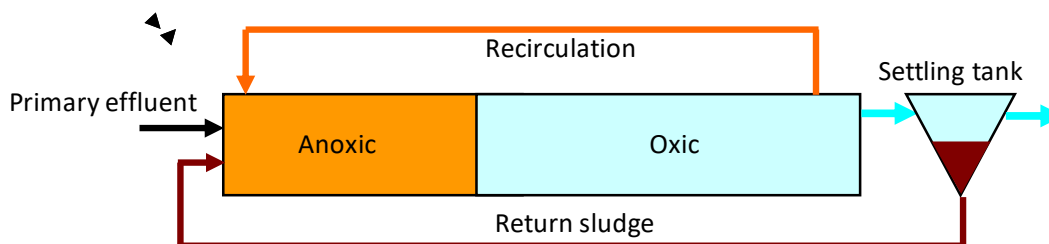
(2) 必要用地面積算定における処理法の設定

デヒワラ・マウントラビニアの下水処理場用地はまだ決まっていないため、必要敷地面積は適当な処理プロセスを仮定して算出する必要がある。デヒワラ・マウントラビニアの下水道計画は、

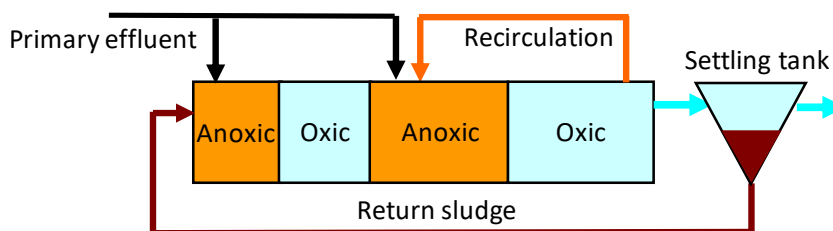
日最大汚水量が 20,000m³/日であり、これは小規模でなく中規模の下水道である。小規模な下水処理施設で広く用いられているオキシデーションディッチプロセスはデヒワラ・マウントラビニアの下水道には不向きである。

脱窒による窒素除去が必要であることを考慮すると、A₂O プロセスのような生物学的栄養塩類除去（BNR）プロセスがデヒワラ・マウントラビニア下水処理場の必要敷地面積算定には適当である。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。

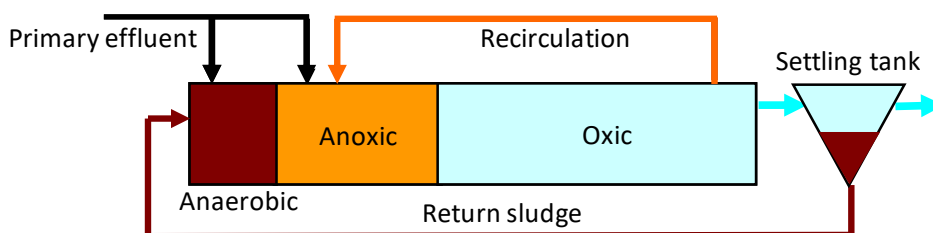
MLE (Modified Ludzack-Ettinger) process : N removal



Two stage split inflow process : N removal



A₂O (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。

しかしながら、処理プロセスの最終決定には処理場用地に関する情報をもっと必要である。現時点では用地に関してはわずかな情報しかないため、個別の処理技術に関する詳細な検討は行わず、単に大まかに分類された処理プロセスによって検討するものとする。

4.3.2 下水処理プロセス

(1) 必要処理レベル

流入水質及び目標水質は暫定的にスリジャヤワルダナプラコッテ処理場のものと同じとした。
 表 4.3-1 に想定水質を示す。

表 4.3-1 流入水質及び放流水質

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

(mg/L)

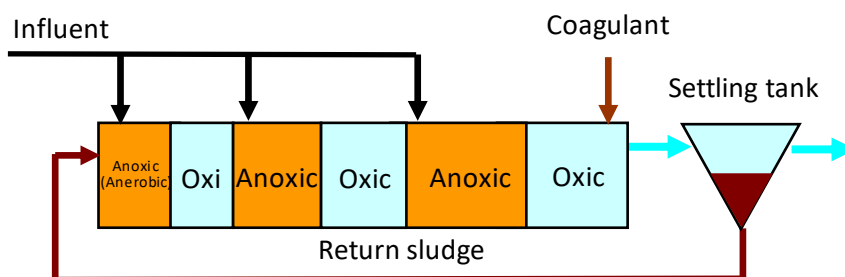
Source: JET

(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) 高度に都市化した地域なので、必要用地面積はできるだけ小さいこと。
- 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 4.3-3 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 4.3-3 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 HRT は 10 時間以下であり、コンパクトな施設配置とすることができる。

(3) 施設配置

図 4.3-4 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。必要敷地面積は、約 2ha (5acre) である。

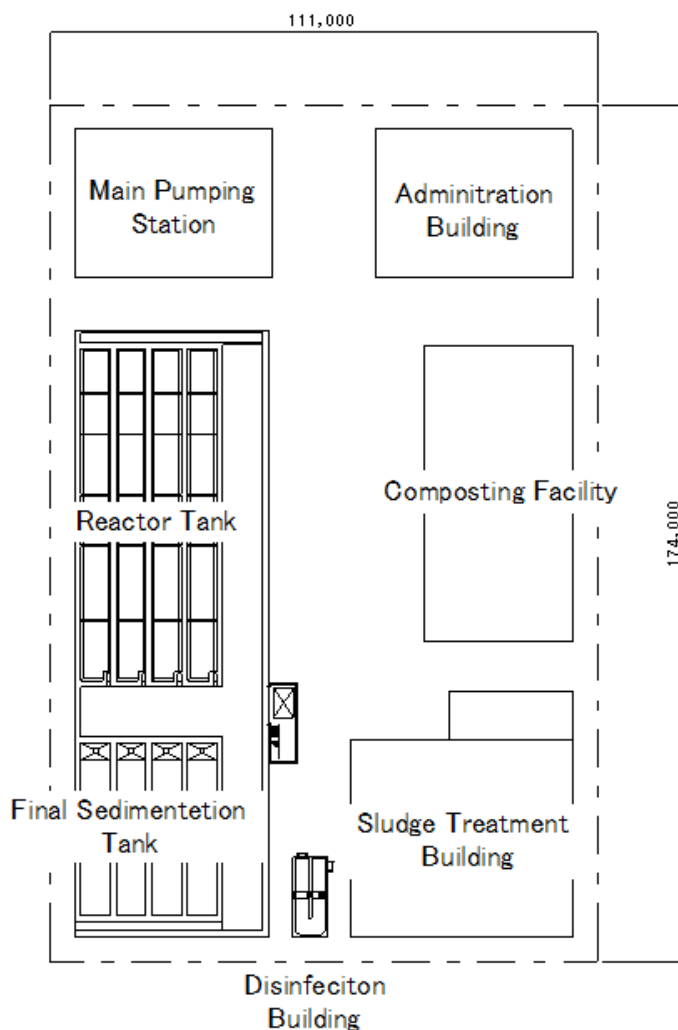


図 4.3-4 処理施設配置図

(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

本施設では必要敷地面積削減のため、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 4.3-5 に同時凝集法の原理を示す。

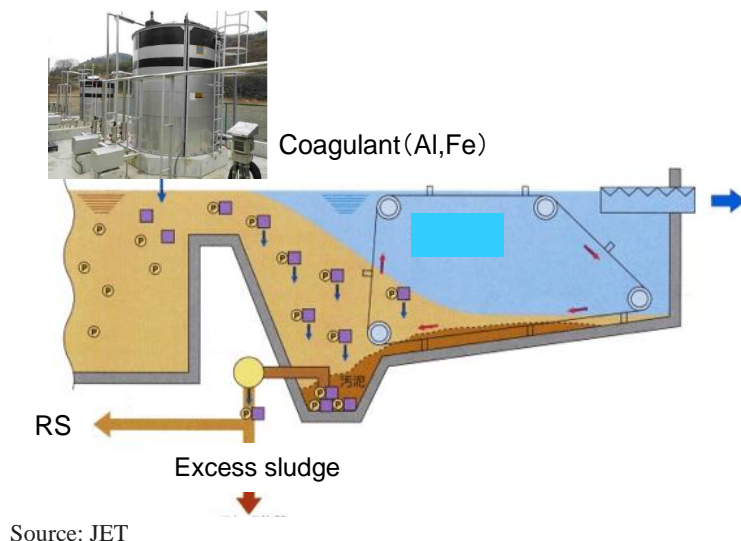


図 4.3-5 同時凝集法の原理

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 $25m^3/m^2/日$ 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 ($NaOCl$) 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。

4.3.3 臭気対策

臭気発生源としては下記が考えられる。

- 腐敗槽受入設備
- 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

土壌脱臭は最も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。

4.3.4 汚泥処理処分

(1) 生成汚泥の性状

デヒワラマウントラビニア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 20t/日と見積もられており、これは 4DS_t/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

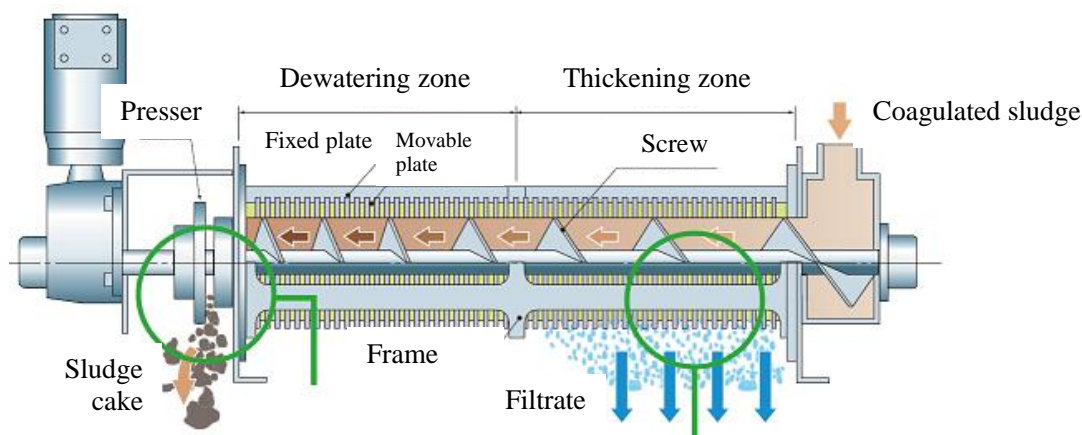
濃縮工程は、脱水工程に供給される汚泥量を低減するために重要な工程である。余剰汚泥は重力のみでは十分な濃縮ができないため、機械濃縮が効率的かつ迅速である。余剰汚泥の機械濃縮法としては、常圧浮上濃縮、遠心濃縮、重力ベルト濃縮、スクリュープレス濃縮が多く用いられており、これらを F/S で検討する。

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、スクリープレス脱水機が広まっている(図 4.3-6)。

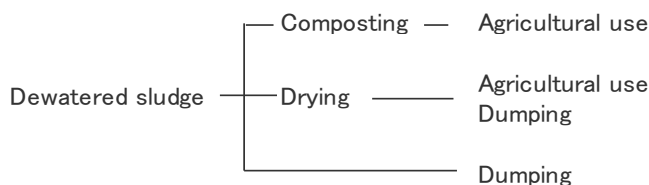


Source : Japan Sewage Treatment Plant Constructors Association

図 4.3-6 圧入型スクリープレス脱水機の構造

(3) 汚泥処分

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 4.3-7 に示すようにいくつかの選択肢がある。



Source: JET

図 4.3-7 汚泥処分方法

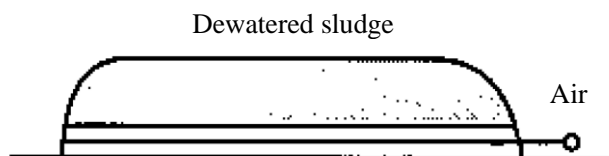
下水汚泥は植物の必須栄養素である窒素とリンを含んでいる。このため、脱水汚泥はコンポストあるいは乾燥汚泥として農業利用することが理想的である。汚泥のコンポスト化の場合、含水率や C/N 比を調整するための前調整として、通常、何らかの有機物が添加される。有機物は、コンポスト化過程で分解・安定化される。

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 4.3-8 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。



Source: JET

図 4.3-8 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

デヒワラ・マウントラビニアは海岸沿いの汚水は下水処理区域ではないため、この地区では腐敗槽が汚水処理の改善策となる。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、Operation and Maintenance (O&M：維持管理)の各段階で適切に実施するためには、NWSDB、関係する地方サポートセンター (RSC)、そして各市議会 (MC) 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 Colombo Municipal Council (CMC：コロンボ市) が事業主であり、ポンプ場や管路網の O&M はコロンボ 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、即ちモラトゥワ/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 デヒワラ・マウントラビニア MC における公共事業の実施状況

デヒワラ・マウントラビニア 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 デヒワラ・マウントラビニア MC における公共事業の実施状況

Water works	Responsible organization		NWSDB, RSC Western South
	Water supply schemes		14
	Blanch offices		14
	Planning & Designing		Engineer 2, Technical 3, Others 3
	WTP	Full scale	0
		Partial scale	2
		Out-sourcing	Care taker works and adding Chlorine
	Laboratory		2
		Out-sourcing	no
	Meter reading		15
Charge collection		5	
Out-sourcing		no	
Solid waste management	Responsible organization		MC Health department
	Works		Door to Door collection in houses and business places including sweeping roads and clean small side drains.
	Type of tasks	Planning & Designing	Implementing
		Construction	no
		O&M	Implementing
	Financing sources		Service charge, MC budget, Government subsidy (for labourers salary), Western Province Council subsidy.
	Service charge		For business
	Dumping site	Location	Karadiana dumping site. Owned by WMA
		Capacity	
	Collection	Method	Door to Door collection
		Vehicles	Compactors=15, Drum trucks=8, tractors=25, container currier=2
	Staff	Supervisor	1
		PHI	3
		Upper level labor	10
Labors		90	
Out-sourcing		no	
On-site sanitation	Responsible organization		MC Health department
	Type of tasks	Planning & Designing	Implementing
		Construction	Implementing
		O&M	Implementing
	No. of septic tanks	At present	78,734 (all houses)
		Future	-
	Financing sources		Service charge, MC budget
	Services	Installation	Property /land owner or House holder
		Approval	MC PHI (public health inspector)
		Supervisor	MC PHI (public health inspector)
	Sludge removal	Frequency	Depending on situation
		Procedure	By gully sucker
		Sludge disposal site	Sewage pumping station in Mt. Lavinia
	Service charge	Installation	By Property /land owner or House holder
		Sludge disposal	Domestic=Rs.1968.50, Business places=Rs.5606.40
	Staff	PHI	1
Labors		21	
Out-sourcing		no	
Road construction and maintenance works	Responsible organization		MC
	Works		D & E roads
	Type of tasks	Planning & Designing	Implementing
		Construction	Implementing
		O&M	Implementing
	Financing sources		MC budget
	Staff	Engineer	2
		Technical officer	3
		Others	48
Out-sourcing	Details	-	
	Type of contract	-	
Storm water management	Responsible organization		MC
	Works		Mainly cleaning of blockages
	Type of tasks	Planning & Designing	Implementing
		Construction	Implementing
		O&M	Implementing
	Existing drainage system		Main canals 10km, Road side drains 125km
	Financing sources		MC budget
	Staff	Engineer	1
		Technical officer	1
Others		75	
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（西部南）が 14 か所の事業のうちの一つとして実施している。また、オンサイト施設については土地所有者や家主が管理しており、MC は料金を取って汚泥の引き抜きとその処分を行っている。それ以外の廃棄物、道路建設/管理、雨水排除の 3 事業については 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。

5.1.3 実施体制のオプション

上述のようなデヒワラ・マウントラビニア 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 (PS : 地区評議会))
 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

デヒワラ・マウントラビニア 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。

デヒワラ・マウントラビニア MC の水道事業を実施する Regional Support Center (RSC : 地域サポートセンター) (西部南) や Greater Colombo (GC : 大コロombo圏) で既に下水道を運営している Greater Colombo Sewerage (GCS : 大コロombo圏下水) Assistant General Manager (AGM : 部長補佐) の下に組織された GCS 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デヒワラ・マウントラビニアの下水道事業に回すことが有効である。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ため、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

デヒワラ・マウントラビニア 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 (西部南)、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

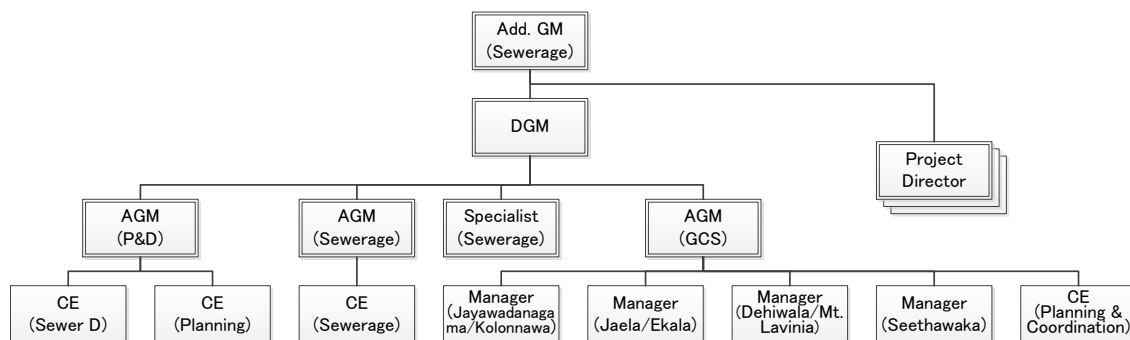
Option-1		Stage of sewerage works			
		Planning	Designing	Construction	O&M
NWSDB	Tasks	Supervision Decision of STP site and others	Supervision	Supervision	O&M of sewerage works Consideration of out-sourcing
	Staff	* Technical Team	* PD under DGM * Staff in PMU	⇒	⇒
RSC	Tasks		Supporting project activities	⇒	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: JET

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ombo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。

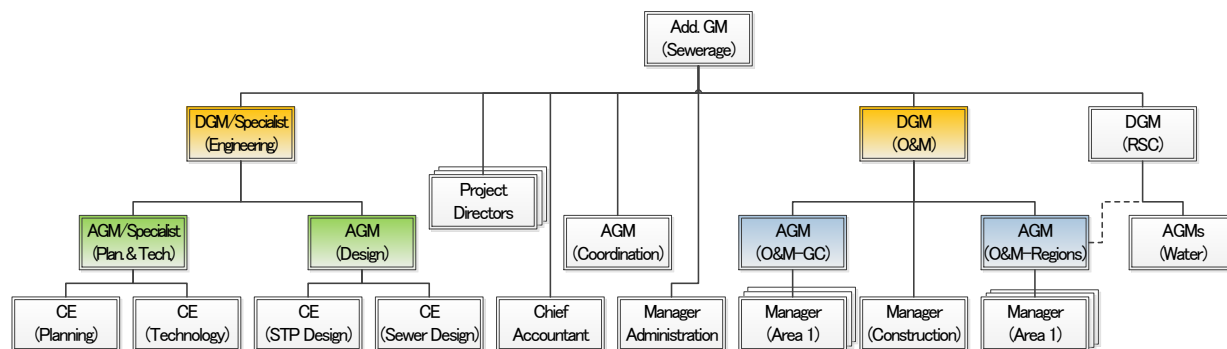


Source: JET

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) 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ombo圏) に加えて、AGM (O&M-地方) を設置する。

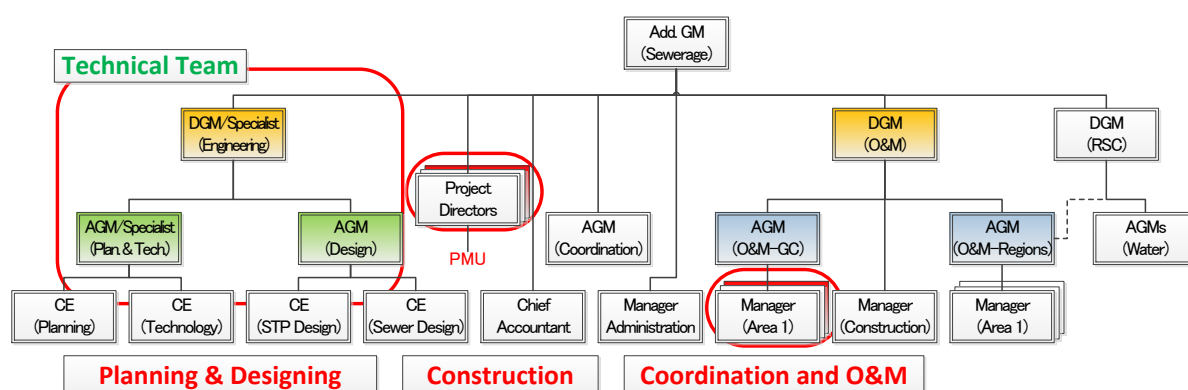


Source: JET

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ombo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（西部南）の組織

デヒワラ・マウントラビニア 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（西部南）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

デヒワラ・マウントラビニア 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

デヒワラ・マウントラビニア 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ombo圏) が担当する。AGM (O&M-大コロombo圏) では既にジャエラ/エカラやモラトゥワ/ラトマラナ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、同様にデヒワラ・マウントラビニアにおいても同様に実施する。

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 概算事業費

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～2024年
建設期間	:	2021年～2024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 192 億円（約 249 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 Dehiwala Mount Lavinia STP (Q=20,000m ³ /day)	2,792,727,273	3,225,600,000	6,981,818,182	5,376,000,000
B Trunk Sewer & Pump Station	2,319,693,000	2,022,846,000	4,946,765,000	3,809,010,000
C Branch Sewer & Pump Station	2,003,645,000	715,050,000	2,932,281,000	2,257,857,000
D House Connection	2,652,500,000	0	2,652,500,000	2,042,425,000
Sub-total of 1(A-D)	9,768,565,273	5,963,496,000	17,513,364,182	13,485,292,000
2 Administration cost	1,184,000,000	0	1,184,000,000	911,680,000
3 Consulting cost	465,000,000	1,022,000,000	1,792,273,000	1,380,050,000
4 Physical contingency for construction cost	605,000,000	336,000,000	1,041,364,000	801,850,000
5 Price escalation for construction cost	2,343,000,000	587,000,000	3,105,338,000	2,391,110,000
6 Land acquisition and compensation	-	-	-	-
7 Interest during construction	0	164,000,000	212,987,000	164,000,000
8 Front-end Fee	0	37,000,000	48,052,000	37,000,000
9 Tax and duty	4,286,000,000	0	4,286,000,000	3,300,220,000
Sub-total of (2-9)	8,883,000,000	2,146,000,000	11,670,013,000	8,985,910,000
Total including Tax and Duty	18,651,565,273	8,109,496,000	29,183,378,000	22,471,201,000
Total excluding Tax and Duty	14,365,565,273	8,109,496,000	24,897,378,000	19,170,981,000
Eligible Portion (1, 3, 4, 5 and 7)	13,181,565,273	8,072,496,000	23,665,326,000	18,222,301,000
Non-Eligible Portion (2, 6, 8 and 9)	5,470,000,000	37,000,000	5,518,052,000	4,248,900,000

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。運転維持管理費はモラトゥワ/ラトマラナ下水処理場の維持管理費を基に算出した。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)
Dehiwala Mount Lavinia	285,644,000	220,636,000

Source: JET

6.2 段階的整備計画

計画対象地域の面積は 981 ha、概算事業費約 192 億円（約 249 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、全体事業費は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 デヒワラ・マウントラビニア MC の財務状況

表 7.1-1 は、デヒワラ・マウントラビニア MC の収入・支出の概要を示している。基本的に、デヒワラ・マウントラビニア 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、デヒワラ・マウントラビニア 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。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 デヒワラ・マウントラビニア MC の収支概要

Unit: million LKR

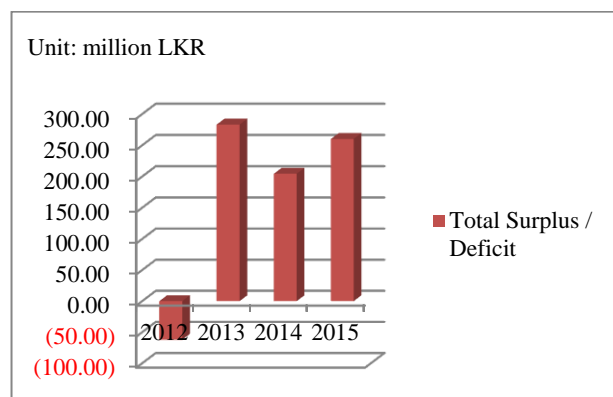
Year	2012	2013	2014	2015
Revenue				
Assessment Rates	156.53	382.00	339.88	364.51
Rent	16.24	18.34	16.97	17.30
License Fees	15.24	26.43	39.03	25.81
Charges for Services	39.58	55.11	63.54	66.80
Warrant Cost/Fine	26.34	31.35	33.61	35.88
Stamp Duty	0.00	0.00	0.00	0.00
Court Fines	0.00	0.00	0.00	0.00
Other Revenue	193.28	291.43	319.88	252.40
Total	447.21	804.66	812.91	762.70
Expenditure				
Personal Emoluments	493.97	523.48	591.57	743.71
Travelling Expenses	5.09	6.96	6.09	5.06
Supplies & Equipment	126.96	154.88	98.96	84.51
Repairs to Capital Assets	48.29	48.34	247.49	112.14
Transport	143.11	128.28	151.25	134.87
Interest & Dividends	5.36	6.85	7.37	6.62
Grants	16.69	15.36	14.74	19.03
Pensions Gratuity	11.48	9.21	10.28	10.08
Total	850.95	893.36	1,127.75	1,116.02
Actual Revenue over Recurrent Expenditure	-403.74	-88.70	-314.84	-353.32
Revenue Grants & reimbursements	371.30	412.24	612.34	665.79
Capital Receipts & Grants	21.12	30.82	0.44	2.50
Capital Expenditure	50.72	71.18	93.38	54.80
Total Surplus / Deficit	-62.04	283.18	204.56	260.17

Source: Dehiwara - Mt.Lavinia MC

表 7.1-1 の最後の行に示されたように、デヒワラ・マウントラビニア MC は 2013 年以来、給与返済と資本無償を反映した値で、年間黒字を計上してきた。

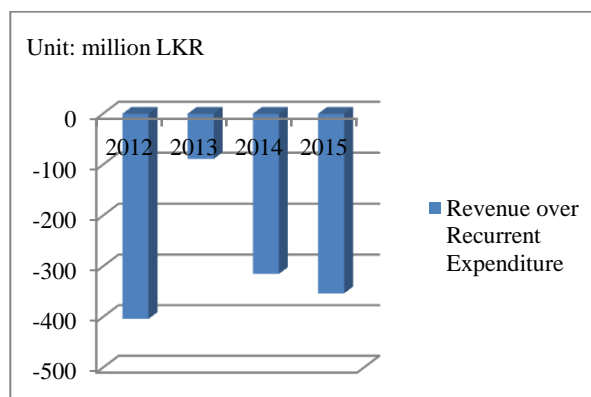
2013 年以降の年間黒字額は、約 200~300 百万 LKR で安定している (図 7.1-1)。経常収支に関しては、MC は過去数年間赤字であった (図 7.1-2)。図 7.1-3 に示されたように、「収入、無償及び返済 (Revenue Grants & Reimbursement)」額は、金額が大きく増加してきた。2012 年以外は、これらの収入、無償及び返済額 (371 百万 LKR から 666 百万 LKR) は、経常収支の残高 (-89 から -353 百万 LKR) のマイナスよりもはるかに大きなものであった。さらに、図 7.1-4 に示されたように、資本収支残高 (資本収入から資本支出を引いた額) の規模は、デヒワラ・マウントラビニア MC では比較的小さい (-30 から -93 百万 LKR)。結果として、2013 年から 2015 年まで、収入、無償及び返済が経常収支と資本収支の損失をカバーすることができた。

デヒワラ・マウントラビニア MC の財務状況は、適切な経常支出管理と控えめな資本支出により、非常に良い状態にある。



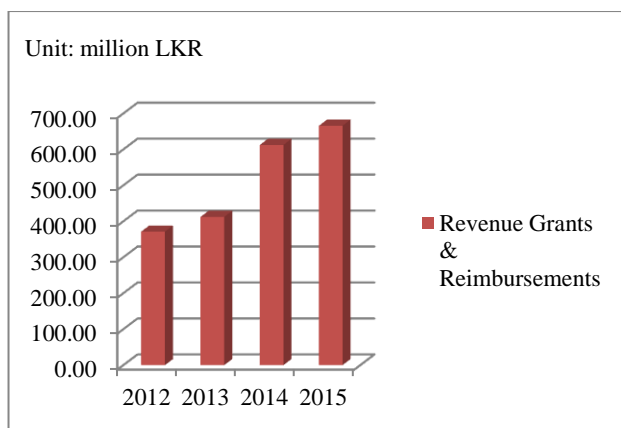
Source: JET, based on Dehiwara - Mt.Lavinia MC data

図 7.1-1 デヒワラ・マウントラビニア MC の黒字（赤字）の傾向



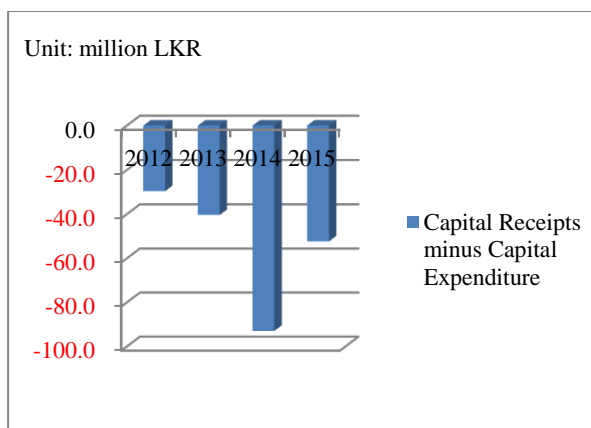
Source: JET, based on Dehiwara - Mt.Lavinia MC data

図 7.1-2 デヒワラ・マウントラビニア MC の収入から経常支出を引いた残高の傾向



Source: JET, based on Dehiwara - Mt.Lavinia MC data

図 7.1-3 デヒワラ・マウントラビニア MC の収入、無償及び返済の傾向



Source: JET, based on Dehiwara - Mt.Lavinia MC data

図 7.1-4 デヒワラ・マウントラビニア MC の資本収支残高の傾向

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・下水道事業を中央政府が無償で負担すること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 費用を回収することでさえ、通常難しい。

そこで、本調査では、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。

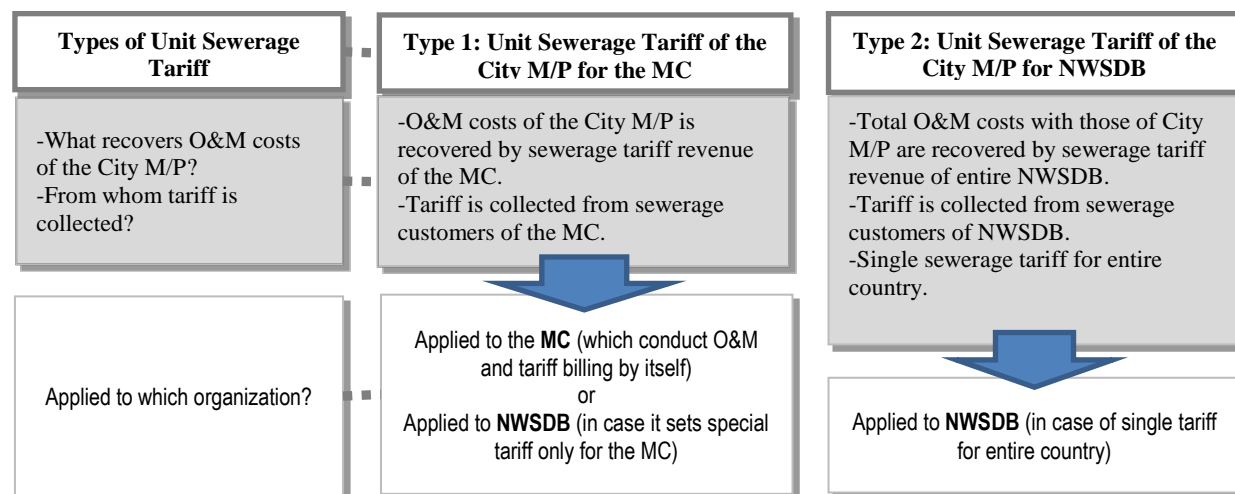
そのため、下水道料金は下水道施設の O&M 費用を回収できるように設定される。

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）。

都市 M/P で提案する下水道料金は、新規の下水処理施設の 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であろう（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（あるいは創設）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、以下の前提で計算する。

- 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。実際の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デヒワラ・マウントラビニア MC

No.	Items	Unit	Description	Amount
1	Annual O&M costs	LKR/year	Total	285,643,689
2	Expected profit (10%) (=1x10%)	LKR/year	Total	28,564,369
3	O&M costs with profit (=1+2)	LKR/year	Total	314,208,058
4	Sewage Flow	m ³ /day	Domestic Flow	10,186
		m ³ /day	Non-Domestic Flow	3,056
		m ³ /year	Total	4,833,330
5	Sewage Ratio	%		80.0
6	Water Consumption Volume *1	m ³ /year	Total	6,041,663
7	Unit Sewerage Tariff (=3/6)	LKR/m ³		52.01

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、52.01LKR/m³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 で想定された事業完了後、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) の計算デヒワラ・マウントラビニア MC

Items	Unit	Description	Amount
Operating Expense	LKR	Existing (2015) *1	410,282,866
		New facilities (City M/P) *2	285,643,689
		Total	695,926,555
Income to be subtracted from Expense	LKR	Connection Charge	25,531,614
		P&D/Bowser *3	160,854,906
		Total	186,386,520
O&M costs after subtraction	LKR	Total	509,540,035
Expected Profit (5%)	LKR	Total	25,477,002
O/M costs after subtraction plus profit	LKR	Total	535,017,037
Water Consumption Volume of Sewerage Customers	m ³ /year	Existing (2015)	6,240,008
		New facilities (City M/P)	6,041,663
		Total	12,281,671
Unit Sewerage Tariff	LKR	-	43.56

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

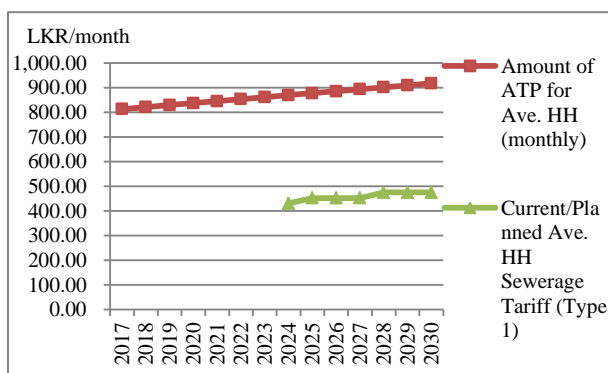
都市 M/P が実施された場合、NWSDB は下水処理場のフル稼働までに、家庭用、商業用、および工業用の下水道料金単価の加重平均が 43.56LKR/m³ になるように料金表を作成し、料金値上げを行うことが提案される。

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（Affordability To Pay（ATP：支払可能額））が、以下の3点を前提として分析した。

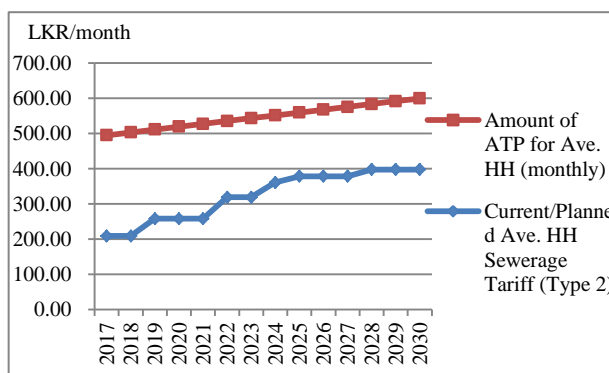
- 3回目の都市M/Pの料金値上を2024年に設定
- 平均家庭所得の過去の増加率が今後も継続
- 家庭用、商業用、及び工業用の各下水道料金単価が同じ割合で値上げされる。そのため、仮に商業用と工業用使用者の単価が家庭用よりも高く引き上げられれば、家庭用の月額料金を低く抑えることができる。

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50~53%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42~68%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、使用者ごとに存在する。表7.2-3と表7.2-4は、（タイプ2でNWSDB用の）多種多様な下水道料金表の中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; 75% of the following water supply tariff

Government hospital; 75% 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ことが想定される。その場合、水

道料金に乘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。

- A) デヒワラ・マウントラビニア MC の財政状況は極めて良好な状況にある。
- B) 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が提案される。
 - 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。
- C) 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。
- D) MC 用のタイプ 1 の下水道料金単価は、 $52.01\text{LKR}/\text{m}^3$
- E) NWSDB 用のタイプ 2 の下水道料金単価は、 $43.56\text{LKR}/\text{m}^3$
- F) 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%）の範囲内にあった。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。タイプ 1 とタイプ 2 の下水道料金請求額は、ともに支払可能性上限額の 68% 以下にあった。
- G) 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デヒワラ・マウントラビニア 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 に記載してある。

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。結果は APPENDIX 10 に示してある。JICA が支援する場合で、両ガイドラインに大きな違いが見られた場合、両ガイドライン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デヒワラ・マウントラビニア MC 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のため、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	O	
1 Air pollution	B-		Dust and exhaust gases are generated during construction.
		D	No impacts are expected during operation.
2 Water pollution	B-		Excavation and runoff will cause turbidity during construction.
		B+	Treatment of sewage and greywater will reduce water pollution.
3 Soil pollution	B-		Construction equipment and transfer of construction materials contribute to soil pollution.
		D	No impacts are expected during operation.
4 Waste	B-		Construction waste will be generated.
		B-	Sludge will be generated during operation of treatment facilities.
5 Noise and vibrations	B-		Noise and vibrations will be generated during construction.
		B-	Noise and vibrations will be generated during operation.
6. Ground subsidence	C-		Impacts are unknown and require investigation.
		C-	Impacts are unknown and require investigation.
7. Offensive odors	D		No impacts are expected during construction.
		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	C-		Impacts are unknown and require investigation.

Item	Evaluation		Reason
	O	D	
	O	D	No impacts are expected during operation.
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可能性のある項目を抽出し、その影響の規模や内容を検討することである。

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			Study/Countermeasure	Status
No.	Title	Evaluation		
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	N/A	N/A
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+	Study: Water pollution standards, treatment methods, water quality, flow rates, pollution loads.	Complete (M/P stage)
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	N/A	N/A
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-	Study: Sludge generation. Method: Treatment method.	F/S stage
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-	Study: Treatment method and possible noise generation.	F/S stage
06	Ground	P/C C-	Study: Geographic conditions.	F/S stage

Item			Study/Countermeasure	Status
No.	Title	Evaluation		
	Subsidence	O C-	Method: Geographic survey.	
07	Offensive Odors	P/C D	N/A	N/A
		O B-/B+	Study: Current odor conditions, treatment method. Method: Site surveys, hearing surveys of concerned parties.	In progress (M/P, F/S stage)
08	Geographical Features	P/C C-	Study: Geographic conditions. Method: Geographical survey.	F/S stage
		O D	N/A	N/A
09	Bottom Sediments	P/C D	N/A	N/A
		O B+	Study: Sediment conditions of water bodies. Method: Site surveys, literature surveys, water quality surveys.	F/S, EIA stage
10	Biota and Ecosystems	P/C C-	Study: Inventory of flora and fauna in the construction area.	F/S, EIA stage
		O C+/C-	Method: Site survey, hearing survey of concerned parties	
10a	Protected lands	P/C D	N/A	N/A
		O D	N/A	N/A
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-	Study: Industrial safety regulations. Method: Literature surveys.	In progress (M/P, F/S stage)
13	Global Warming	P/C D	N/A	N/A
		O D	N/A	N/A
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	N/A	N/A
15	Local Economies	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+		
16	Land Use	P/C C-	Study: Land use practices of local communities.	F/S
		O D	Method: Site surveys, hearing surveys of concerned parties.	
17	Social Institutions	P/C D	N/A	N/A
		O D	N/A	N/A
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.	In progress (M/P, F/S stage)
		O C-	Method: Hearing surveys of concerned parties, public consultation.	

Item			Study/Countermeasure	Status	
No.	Title	Evaluation			
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-	Study: Water pollution standards, construction methods. Method: Site survey, literature survey of regulations and standards.	

Source : JET

8.6.6 影響の予測と評価

前項 (Section 8.6 : 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の通りを行う。

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"> ➢ Environmental policies, plans and programs ➢ National level research
		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)	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Literature search ➢ Site survey
		Jun					
		Jul					
		Aug					
		Sep					
Feasibility Study	2017	May		Dehiwara – Mt. Lavinia MC (If selected for F/S)		EIA Study	<ul style="list-style-type: none"> ➢ EMP(draft) ➢ Monitoring Plan(draft) ➢ EIA Report ➢ Resettlement Action Plan ➢ Stakeholder Meeting
		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 F/S 実施の可能性

デヒワラ・マウントラビニアはコロンボ MC 及び行政上の首都スリジャヤワルダナプラ・コッテ MC に隣接しており、供用人口も大きく、水域では汚水に由来する BOD、アンモニア、リンや大腸菌群数の増加が確認されている。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。

しかしながら、デヒワラ・マウントラビニアにおいては下水汚泥の最終処分場は適正に運営されていたが、下水処理場用地を確認することができなかった。

このため、F/S 実施後に速やかに下水処理施設整備を実施できない可能性が高いため、デヒワラ・マウントラビニアを本プロジェクトにおける F/S 対象地域とはしない。

9.2 結論と提言

デヒワラ・マウントラビニアの下水道事業は、水環境の保全及び改善の観点からその実施効果は極めて高いと考えられるが、下水処理場用地が確認できず速やかな事業実施はできないため、F/S の実施は現時点では難しい。このため、速やかな事業実施のためには下水処理場用地を確認すべきである。

APPENDICES

APPENDIX

APPENDIX 1: Dehiwala – Mt. Lavinia Waste Water Flow Calculation

DEHIWALA MOUNT LAVINIA - WASTE WATER FLOW CALCULATION

120 lpcd
 80 % of Domestic Water Consumption
 30 % of Domestic Waste Water Flow
 20 % of (Domestic + Non - Domestic) Waste Water Flow

Water Consumption
 Domestic Waste Water Flow
 Non- Domestic Waste Water Flow
 Infiltration

S/No.	GND No.	GND	Population 2001	Population 2012	Population 2046	% covered	Population 2046 in covered area	Domestic Water Consumption (cum/d)	Domestic Waste Water Flow (cum/d)	Non - Domestic Waste Water Flow (cum/d)	(Domestic + Non-Domestic) Waste Water Flow(cum/d)	Infiltration (cum/d)	Total waste Water Flow (cum/d)
1 Dehiwala DSD													
1.1	538C	Sri Saranankara	6781	6367	6367	100%	6367	764	611	183	795	159	954
1.2	537	Vilwala	8477	6334	6334	100%	6334	760	608	182	790	158	948
1.3	537A	Dutugemunu	5941	4806	4806	50%	2403	288	231	69	300	60	360
1.4	537B	Kohuwala	7508	5475	5475	50%	2738	329	263	79	342	68	410
1.5	538	Kalubowila	5755	5517	5517	100%	5517	662	530	159	689	138	826
1.6	538B	Hathbodhiya	6740	6228	6228	100%	6228	747	598	179	777	155	933
1.7	538A	Galwala	6263	5671	5671	100%	5671	681	544	163	708	142	849
1.8	540	Dehiwala East	7039	6767	6767	100%	6767	812	650	195	845	169	1013
1.9	536A	Udayanaya	6283	5914	5914	100%	5914	710	568	170	738	148	886
1.1	536	Nedimala	9442	9058	9058	100%	9058	1087	870	261	1130	226	1357
1.11	539/42A	Malwatta	4604	3543	3543	100%	3543	425	340	102	442	88	531
1.12	539/42	Karagampitiya	6115	5633	5633	100%	5633	676	541	162	703	141	844
1.13	539/42B	Kawdana East	8344	8091	8091	60%	4855	583	466	140	606	121	727
		Sub Total 1	89292	79404	79404		71027	8523	6819	2046	8864	1773	10637
2		Ratmalana DSD						0	0	0	0	0	0
2.1	539/42C	Kawdana West	6972	6624	6624	100%	6624	795	636	191	827	165	992
2.2	544	Watarappola	6908	6311	6311	100%	6311	757	606	182	788	158	945
2.3	544A	Wathumulla	6186	4608	4608	80%	3686	442	354	106	460	92	552
2.4	545A	Katukurunduwatta	11925	12166	12535	65%	8148	978	782	235	1017	203	1220
		Sub Total 2	31991	29709	30078		24769	2972	2378	713	3091	618	3709
3		Kesbawa DSD								0	0		
3.1	535	Pepliyana West	5263	5039	5039	100%	5039	605	484	145	629	126	755
3.2	535A	Belanwila	3576	3413	3413	100%	3413	410	328	98	426	85	511
3.3	535B	Divulpiyana West	2645	2631	2631	70%	1843	221	177	53	230	46	276
		Sub Total 3	11484	11083	11083		10284	1235	988	296	1285	257	1542
		Grand Total	132767	120196	120565		106090	12731	10185	3055	13240	2648	15888

GND's where population increased from 2001 -2012

APPENDIX 2: Inflow Sewage Quality

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 ¹⁾	Maththegoda ¹⁾	Hikkaduwa ¹⁾	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	6.6-6.5	-	6.7		pH at 26°C
Total Suspended Solids at 104°C	163	90	139	232	-	156	160	Total Suspended Solids at 104°C
Chemical Oxygen Demand Total	609	473	446	274	628	486	600	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	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	Total Nitrogen
Total Phosphorous	5.9	3.3	2.9	2.8	-	3.7	6	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

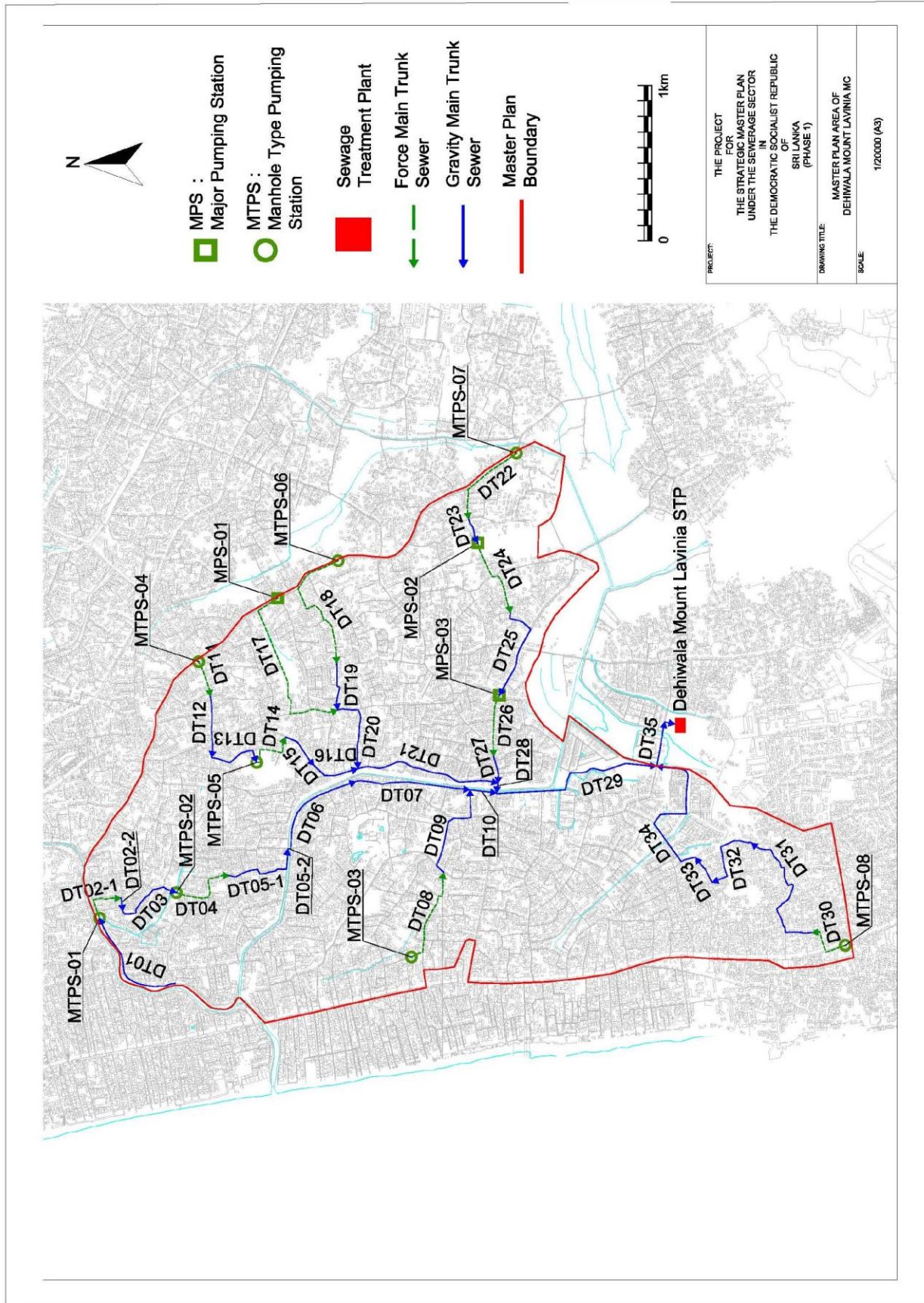
***Average of 1-year measurement

The Result of Sewage Analysis

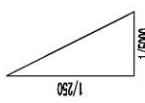
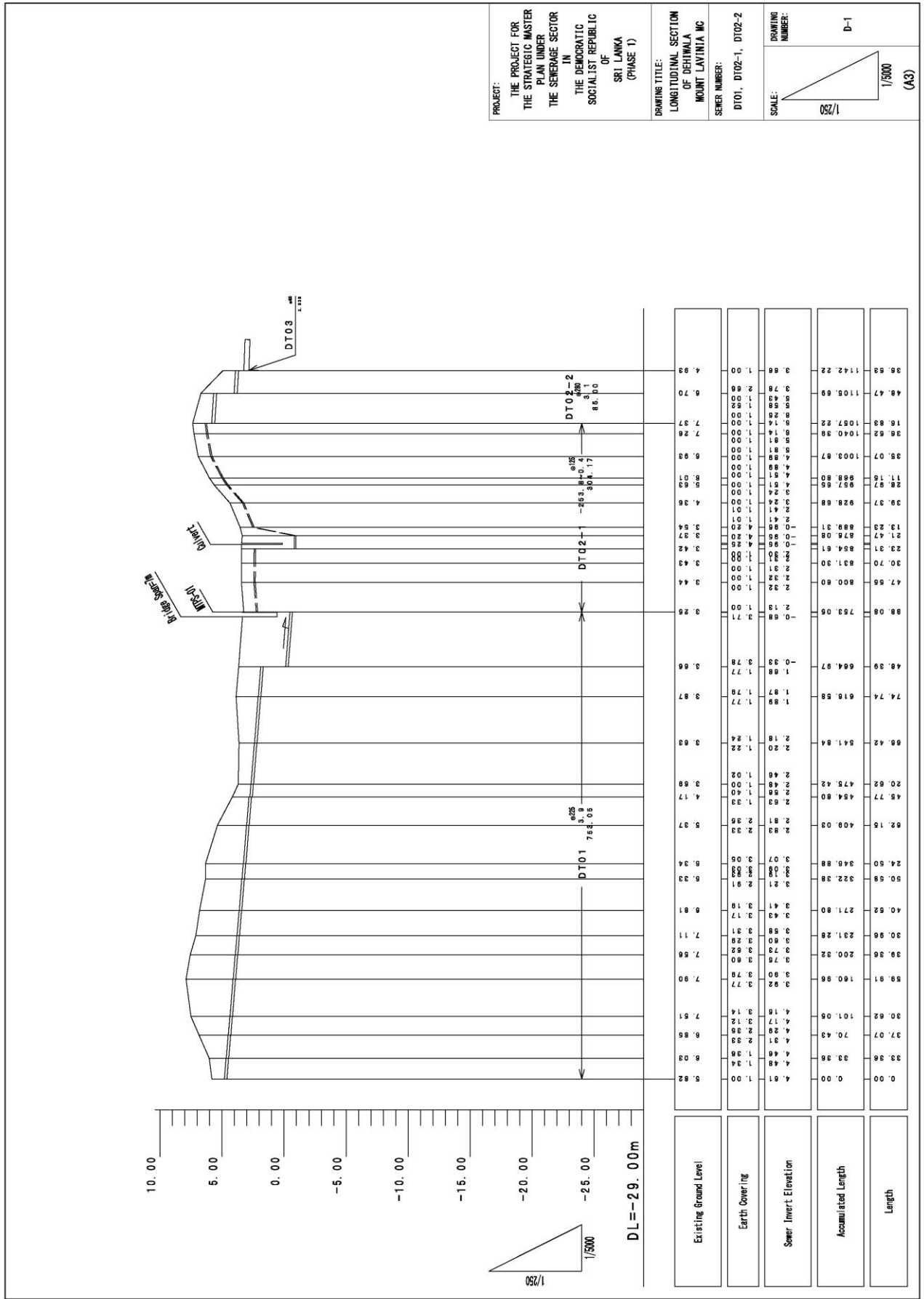
	Raddolugama				Maththegoda				Hikkaduwa			
	23,24 Nov.2016	29,30 Nov.2016	5,6 Dec.2016	25,26 Nov.2016	1,2 Dec 2016	7,8 Dec 2016	27,28 Dec.2016	3,4 Dec.2016	9,10 Dec.2016			
pH at 26°C	6.6	6.93	6.7	6.2	6.9	6.2	7.3	6.42	7.4			
Total Suspended Solids at 104°C	814*	115	211	54	115	100	59	165	194			
Chemical 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 ³ /s/ha)			Legend		P
							Dehiwala Mount Lavinia MC		0.000500			⊙: Main Sewer		P. 1
Line No.	Catchment Area		Length	Design Outflow			Design Sewer Line					Note		
	Area	Accumulated Area	Accumulated Length	Sewer Water Outflow		Total Outflow	Dia (Internal Diameter)	Slope	V	Cap	Existing Ground Level		Sewer Invert Elevation	Earth Covering
	(ha)	(ha)	(m)	Area Input	Point Input	(m ³ /s)					Upper Lower		Upper Lower	Upper Lower
				(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(mm)	(%)	(m/s)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	
DT01	⊙	12.93	12.93	753	0.006	0.006	HDPE ⊙ 225	3.90	0.65	0.021	3.82	4.607	1.00	To MTFS-01
DT02-1	⊙	14.50	27.43	305	0.014	0.014	HDPE ⊙ 125				3.25	-0.675	3.71	From MTFS-01
DT02-2	⊙		27.43	1058	0.014	0.014	HDPE ⊙ 280	3.10	0.67	0.033	7.37	6.250	1.00	
DT03	⊙	45.72	73.15	85	0.037	0.037	GRP ⊙ 400	1.80	0.70	0.088	7.37	5.584	1.52	
DT04	⊙	17.34	90.49	448	0.045	0.045	HDPE ⊙ 225				4.93	3.664	1.00	To MTFS-02
DT05-1	⊙	60.43	150.92	1590	0.075	0.075	GRP ⊙ 600	1.20	0.75	0.213	3.93	1.063	2.46	From MTFS-02
DT05-2	⊙		150.92	469	0.075	0.075	HDPE ⊙ 355				3.93	2.712	1.01	
DT06	⊙	87.44	238.36	2059	0.119	0.119	GRP ⊙ 700	1.00	0.76	0.293	11.41	10.197	1.00	
DT07	⊙	20.70	259.06	535	0.130	0.130	GRP ⊙ 700	1.00	0.76	0.293	11.41	8.179	2.62	To DT10
DT08	⊙	53.02	53.02	2593	0.027	0.027	HDPE ⊙ 180				3.43	-0.105	2.93	From MTFS-03
DT09	⊙	13.72	66.74	18	0.033	0.033	GRP ⊙ 400	1.80	0.70	0.088	3.43	-1.200	4.29	
DT10	⊙	0.80	326.60	674	0.163	0.163	GRP ⊙ 700	1.00	0.76	0.293	3.54	-1.200	4.40	To DT29
DT11	⊙	5.64	5.64	173	0.003	0.003	HDPE ⊙ 110				3.54	-0.305	3.14	
DT12	⊙	5.70	11.34	4198	0.006	0.006	HDPE ⊙ 225	3.90	0.65	0.021	15.44	14.332	1.00	From MTFS-04
DT13	⊙	27.52	38.86	237	0.019	0.019	HDPE ⊙ 315	2.70	0.68	0.043	20.51	19.403	1.00	
DT14	⊙	9.63	48.49	395	0.024	0.024	HDPE ⊙ 160				20.51	18.960	1.34	To MTFS-05
DT15	⊙	3.20	51.69	632	0.026	0.026	HDPE ⊙ 355	2.40	0.70	0.055	12.03	10.817	1.00	From MTFS-05
DT16	⊙	4.19	55.88	378	0.028	0.028	GRP ⊙ 400	1.80	0.70	0.088	6.60	5.446	1.00	
DT17	⊙	55.84	55.84	1369	0.028	0.028	HDPE ⊙ 180				6.60	5.446	1.01	From MFS-01
DT18	⊙	37.79	37.79	271	0.019	0.019	HDPE ⊙ 160				15.42	13.214	1.87	To DT20
DT19	⊙	2.72	40.51	1639	0.020	0.020	GRP ⊙ 315	2.70	0.68	0.043	13.15	11.078	1.74	From MTFS-06
DT20	⊙	17.62	113.97	313	0.057	0.057	HDPE ⊙ 450	1.70	0.74	0.118	2.41	-2.009	3.71	
DT21	⊙	25.79	195.64	1999	0.098	0.098	GRP ⊙ 600	1.20	0.75	0.213	6.80	-2.242	5.13	To DT29
DT22	⊙	40.50	40.50	1099	0.020	0.020	HDPE ⊙ 160				6.55	5.365	1.01	
DT23	⊙	1.15	41.65	939	0.021	0.021	HDPE ⊙ 315	2.70	0.68	0.043	19.52	18.348	1.00	To DT20
DT24	⊙	74.50	116.15	952	0.058	0.058	HDPE ⊙ 250				4.44	2.377	1.91	From MTFS-06
DT25	⊙	22.97	139.12	952	0.070	0.070	GRP ⊙ 500	1.50	0.74	0.146	20.45	19.297	1.00	
DT26	⊙	33.37	172.49	311	0.086	0.086	HDPE ⊙ 315				20.45	18.176	1.98	To DT20
DT27	⊙	0.76	173.25	1262	0.087	0.087	GRP ⊙ 600	1.20	0.75	0.213	19.52	16.105	3.12	From DT17 and DT19
DT28	⊙	5.20	374.09	517	0.187	0.187	GRP ⊙ 700	1.00	0.76	0.293	19.52	15.937	3.13	
DT29	⊙	72.93	773.62	1779	0.387	0.387	GRP ⊙ 1000	0.70	0.81	0.634	6.80	4.519	1.82	To DT28
DT30	⊙	9.23	9.23	939	0.020	0.020	HDPE ⊙ 160				4.80	0.399	3.25	
DT31	⊙	40.10	49.33	582	0.025	0.025	HDPE ⊙ 355	2.40	0.70	0.055	2.46	1.296	1.01	From MTFS-07
DT32	⊙	31.07	80.40	167	0.040	0.040	GRP ⊙ 400	1.80	0.70	0.088	5.74	4.587	1.00	
DT33	⊙	16.53	96.93	749	0.048	0.048	GRP ⊙ 450	1.70	0.74	0.118	3.74	4.441	1.00	To MPS-02
DT34	⊙	110.45	207.38	529	0.103	0.103	GRP ⊙ 600	1.20	0.75	0.213	1.52	0.221	1.00	From MPS-02
DT35	⊙		981.00	1278	0.490	0.490	GRP ⊙ 1200	0.60	0.84	0.955	11.84	10.603	1.00	From MPS-03
				662							11.84	10.327	1.01	
				1939							4.05	1.330	2.21	To MPS-03
				400							4.05	2.746	1.01	
				2338							14.47	13.171	1.00	
				179							14.47	12.453	1.41	
				2517							4.80	3.192	1.00	
				62							4.80	-1.142	5.23	
				2952							3.60	-1.203	4.09	
				1133							3.60	-2.542	5.13	
				5330							2.13	-3.735	4.85	To DT35
				320							6.27	5.159	1.01	From MTFS-08
				320							12.35	11.243	1.00	
				975							12.35	8.555	3.46	
				1294							1.81	-0.721	2.19	
				508							2.71	-2.396	4.65	
				1801							2.71	-2.396	4.65	
				197							1.76	-2.791	4.09	
				1998							1.76	-2.791	4.09	
				1106							1.76	-2.941	4.09	
				3104							2.13	-4.689	6.21	
				290							2.13	-5.289	6.20	From DT29 and DT34
				5620							5.20	-5.463	9.45	To STP



DL = -29.00m

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

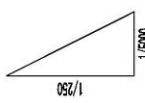
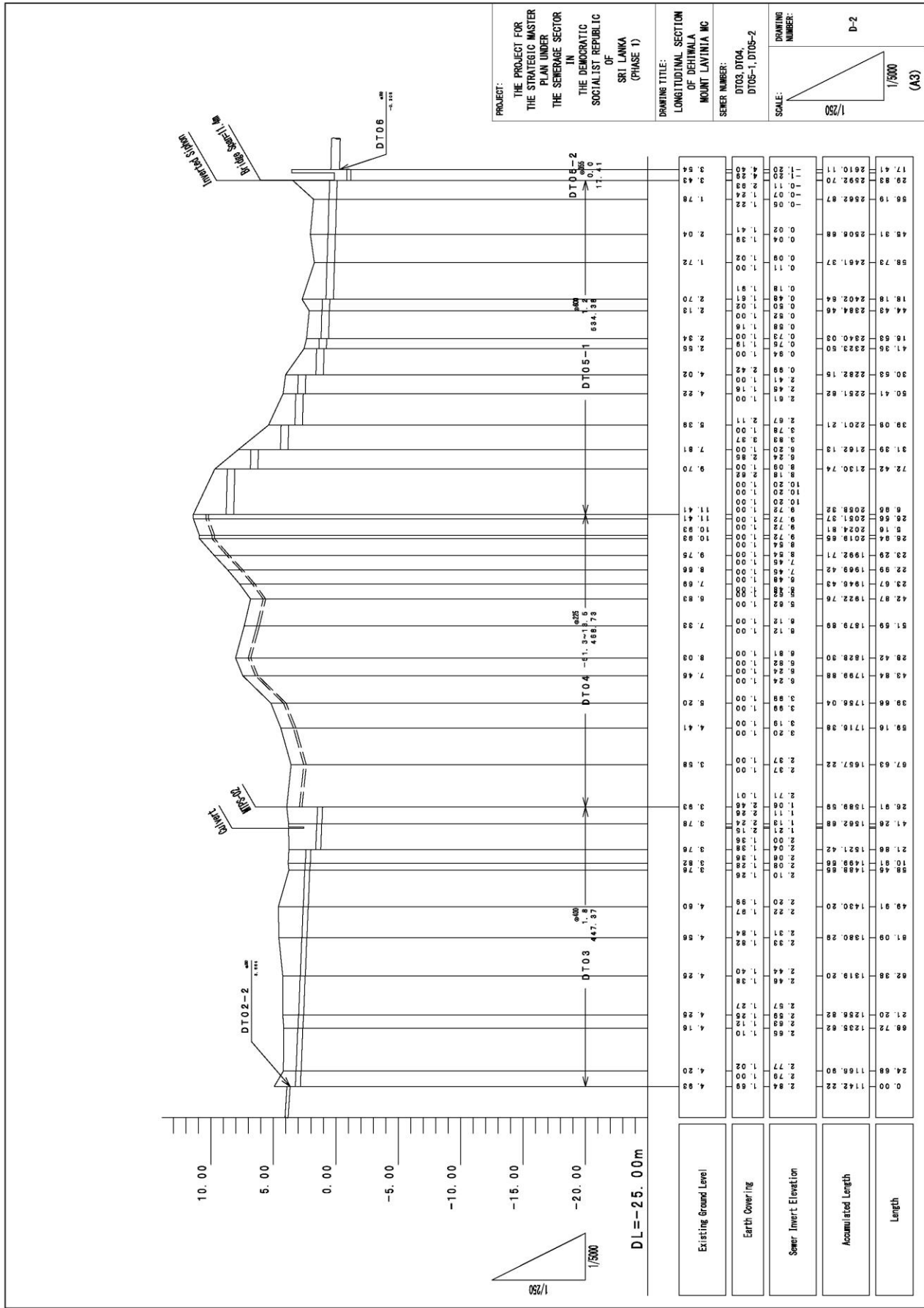
DRAWING TITLE:
 LONGITUDINAL SECTION
 OF DEHIWALA
 MOUNT LAVINIA WC

SEWER NUMBER:
 DT01, DT02-1, DT02-2

DRAWING NUMBER:
 D-1

SCALE:
 0.250/1

1/500
 (A3)



DL = -25.00m

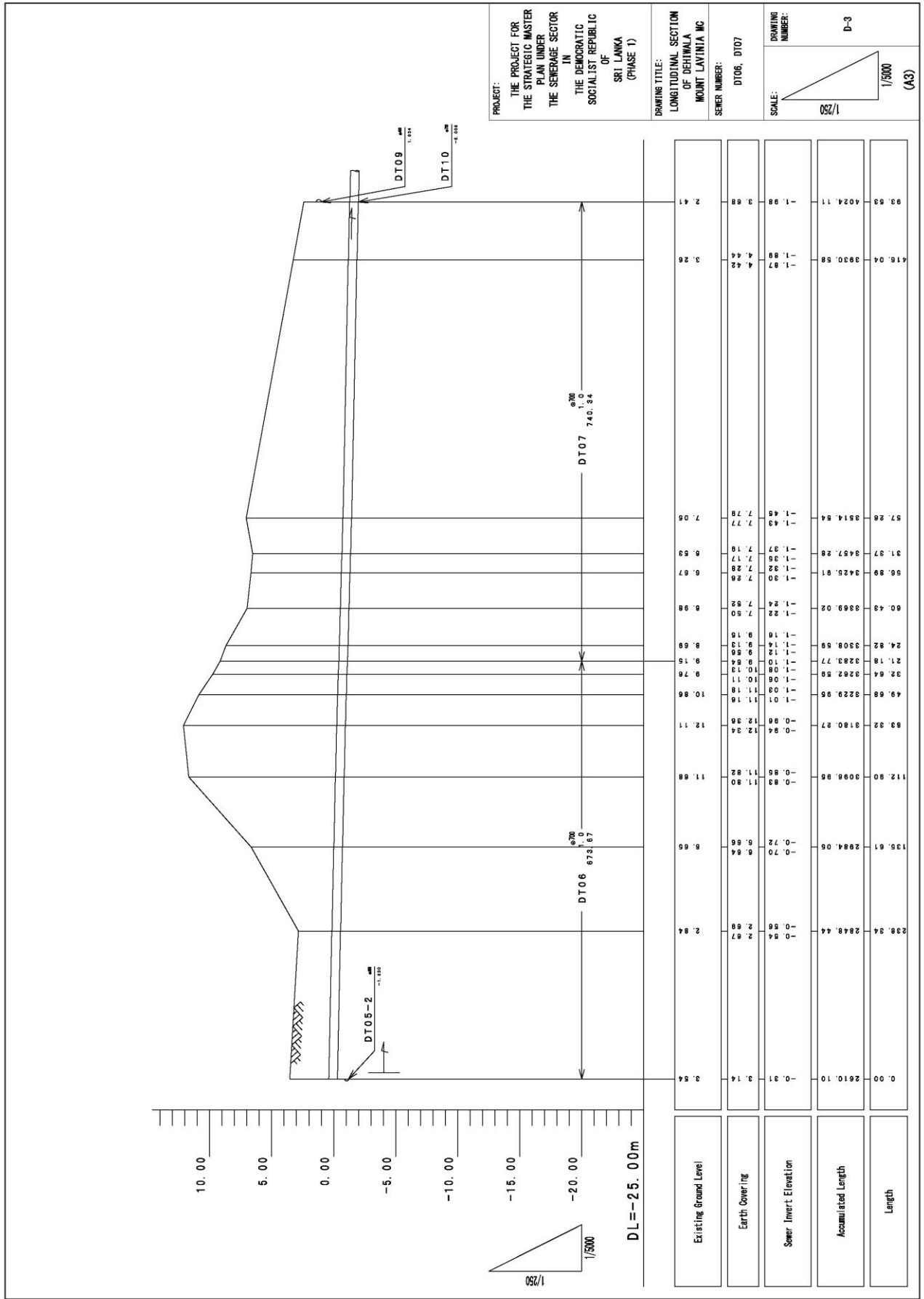
PROJECT:
 THE PROJECT FOR
 THE STRATEGIC MASTER
 PLAN UNDER
 THE SEWERAGE SECTOR
 IN
 THE DEMOCRATIC
 SOCIALIST REPUBLIC
 OF
 SRI LANKA
 (PHASE 1)

DRAWING TITLE:
 LONGITUDINAL SECTION
 OF DEHIWALA
 MOUNT LAVINIA WC

SEWER NUMBER:
 DT03, DT04,
 DT05-1, DT05-2

DRAWING NUMBER:
 D-2

SCALE:
 0G2/1
 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)

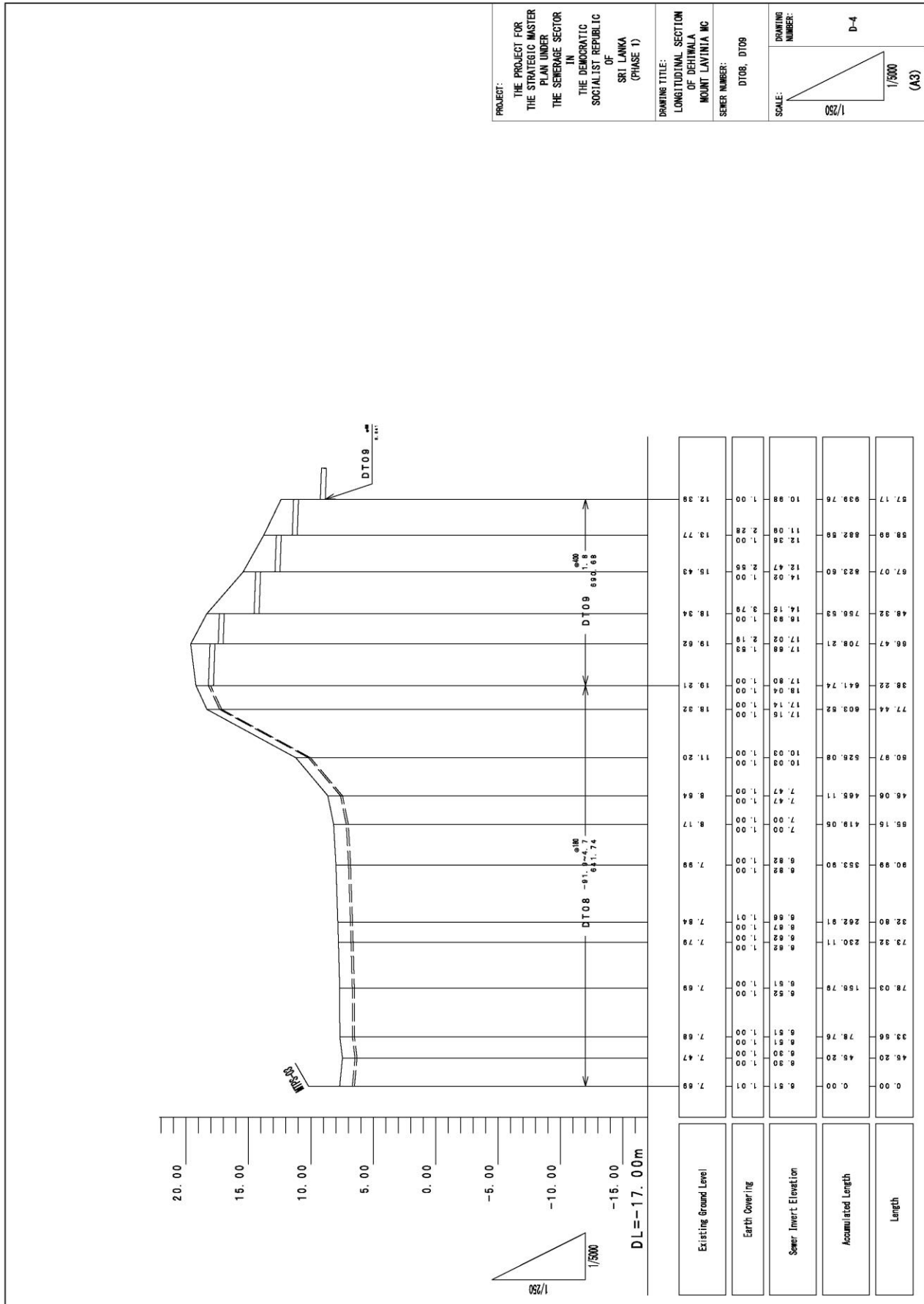
DRAWING TITLE:
 LONGITUDINAL SECTION
 OF DEHIWALA
 MOUNT LAVINIA WC

SEWER NUMBER:
 DT06, DT07

SCALE:
 1/250

DRAWING NUMBER:
 D-3

(A3)



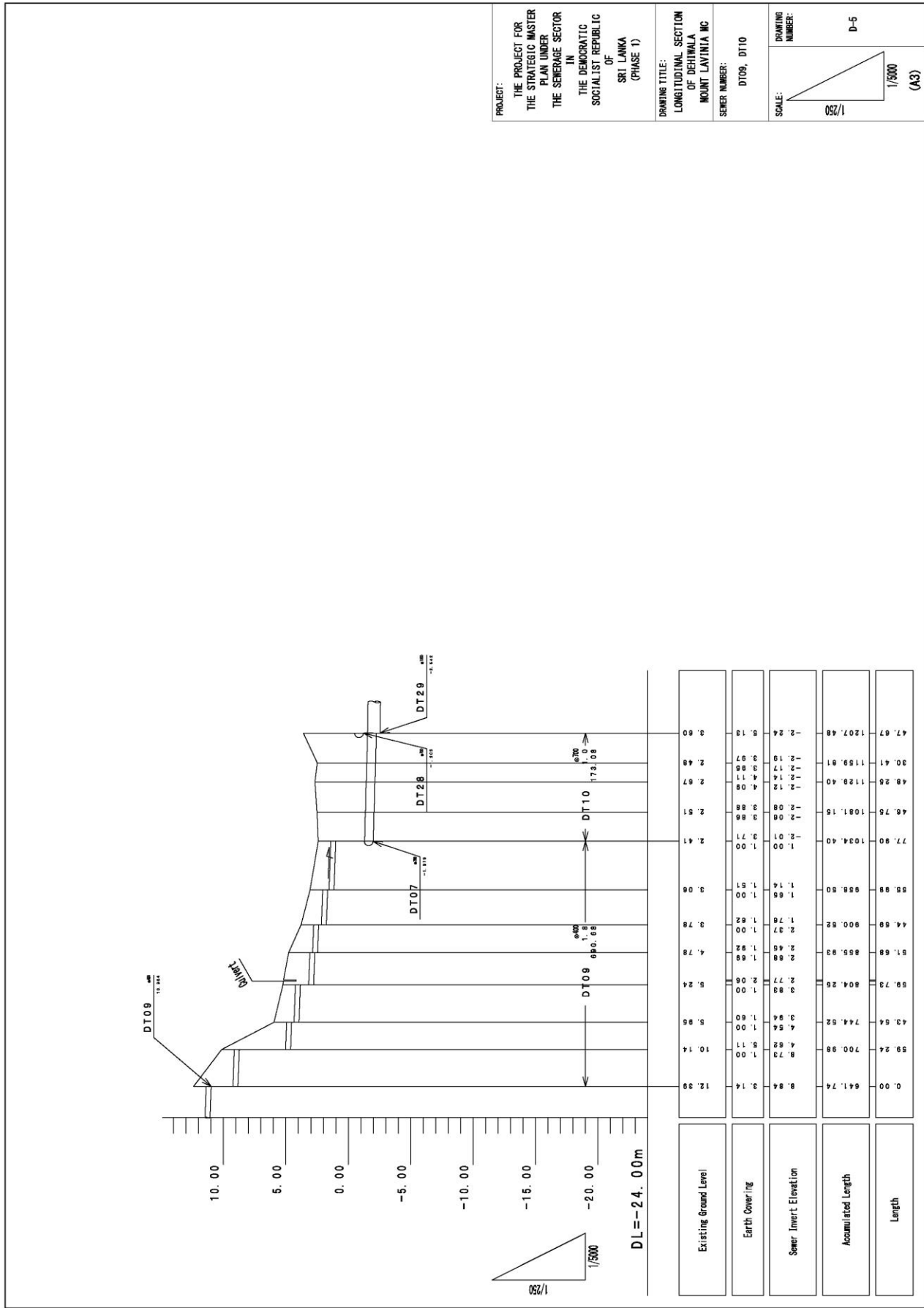
PROJECT:
 THE PROJECT FOR
 THE STRATEGIC MASTER
 PLAN UNDER
 THE SEWERAGE SECTOR
 IN
 THE DEMOCRATIC
 SOCIALIST REPUBLIC
 OF
 SRI LANKA
 (PHASE 1)

DRAWING TITLE:
 LONGITUDINAL SECTION
 OF DEHIWALA
 MOUNT LAVINIA WC

SEWER NUMBER:
 DT08, DT09

DRAWING NUMBER:
 D-4

SCALE:
 0G2/1
 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)

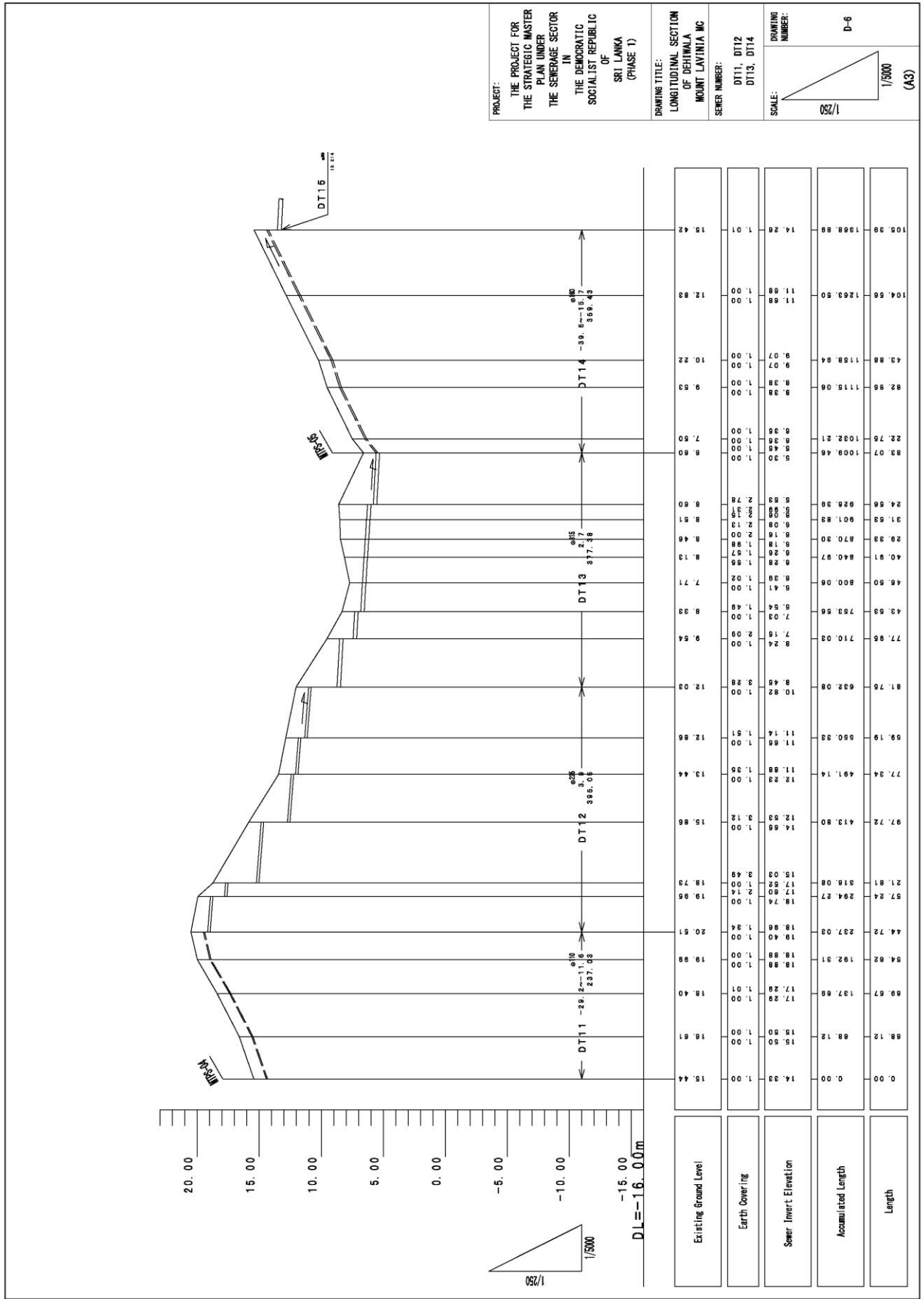
DRAWING TITLE:
 LONGITUDINAL SECTION
 OF DEHIWALA
 MOUNT LAVINIA WC

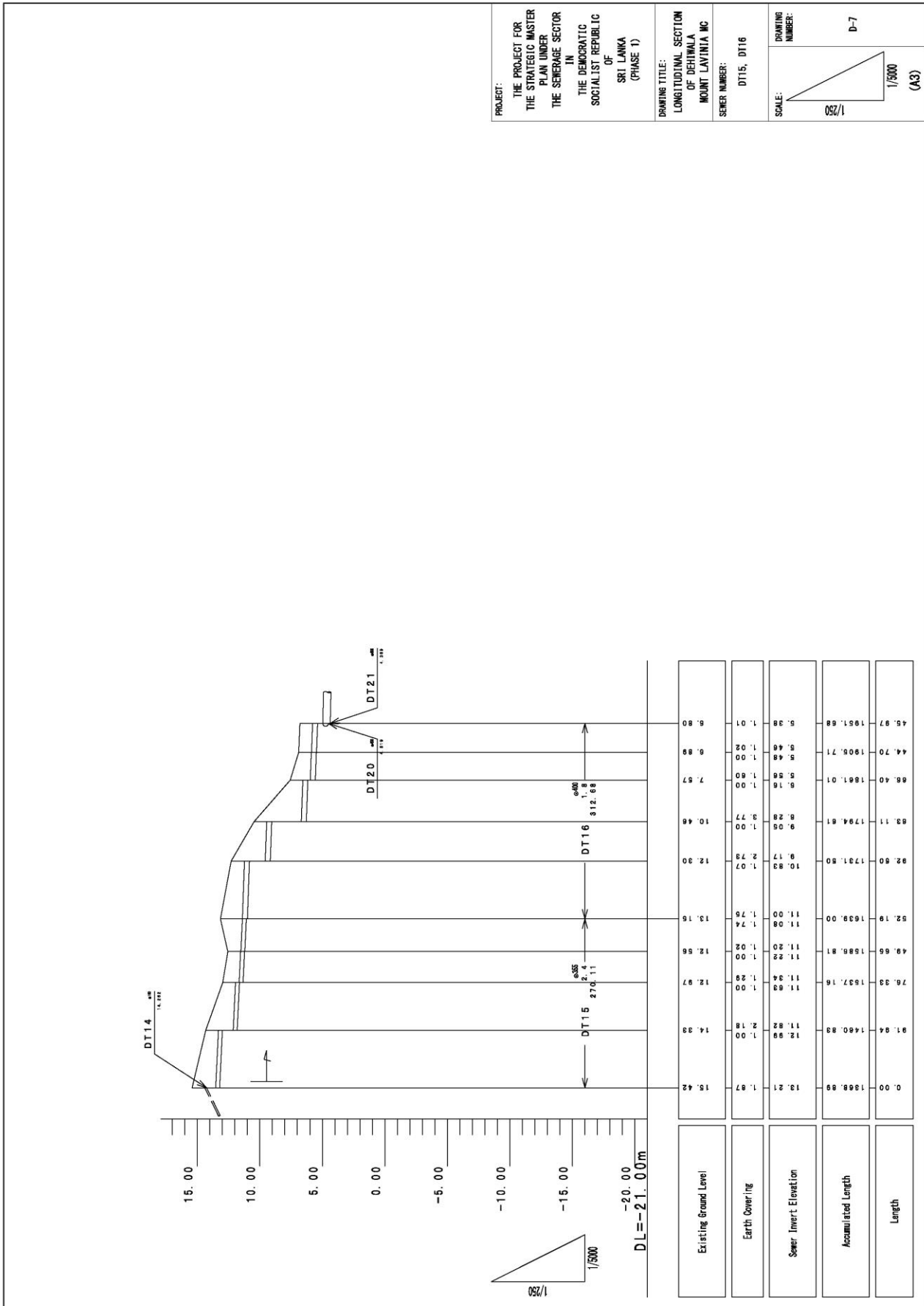
SEWER NUMBER:
 DT09, DT10

DRAWING NUMBER:
 D-5

SCALE:
 052/1

1/5000
 (A3)





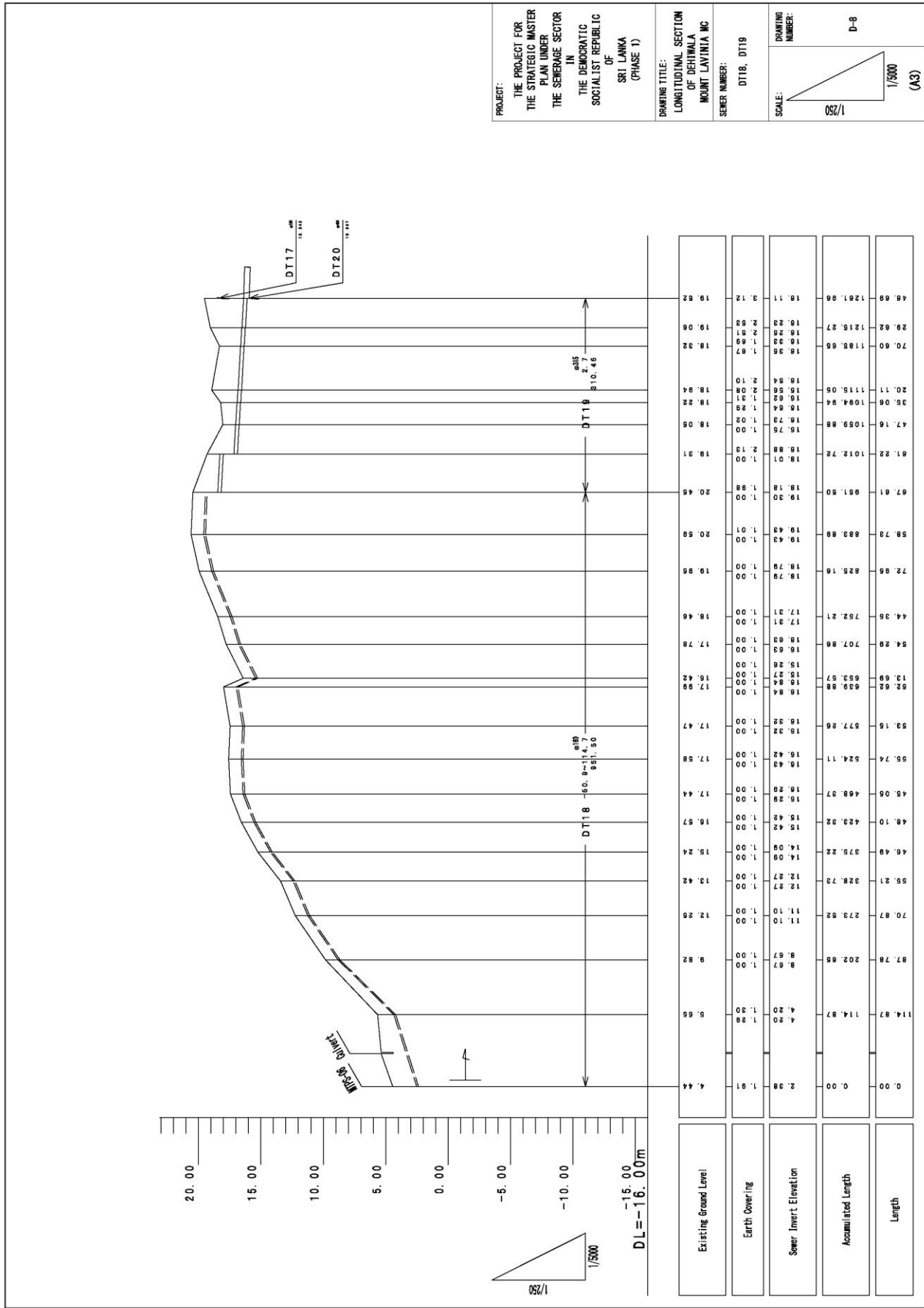
PROJECT:
 THE PROJECT FOR
 THE STRATEGIC MASTER
 PLAN UNDER
 THE SEWERAGE SECTOR
 IN
 THE DEMOCRATIC
 SOCIALIST REPUBLIC
 OF
 SRI LANKA
 (PHASE 1)

DRAWING TITLE:
 LONGITUDINAL SECTION
 OF DEHIWALA
 MOUNT LAVINIA WC

SEWER NUMBER:
 DT15, DT16

DRAWING NUMBER:
 D-7

SCALE:
 0G2/1
 1/5000
 (A3)



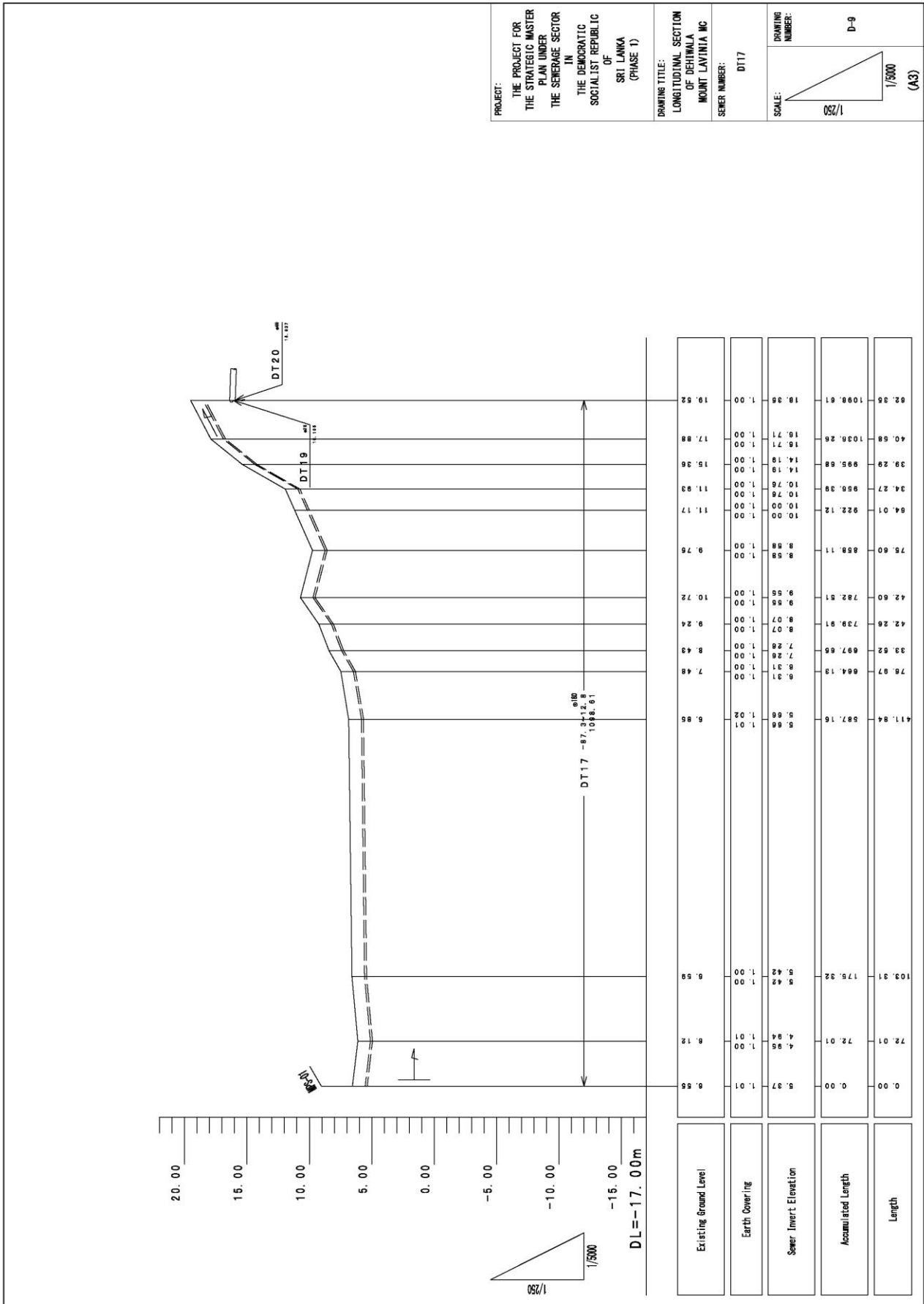
PROJECT:
 THE PROJECT FOR
 THE STRATEGIC MASTER
 PLAN UNDER
 THE SEWERAGE SECTOR
 IN
 THE DEMOCRATIC
 SOCIALIST REPUBLIC
 OF
 SRI LANKA
 (PHASE 1)

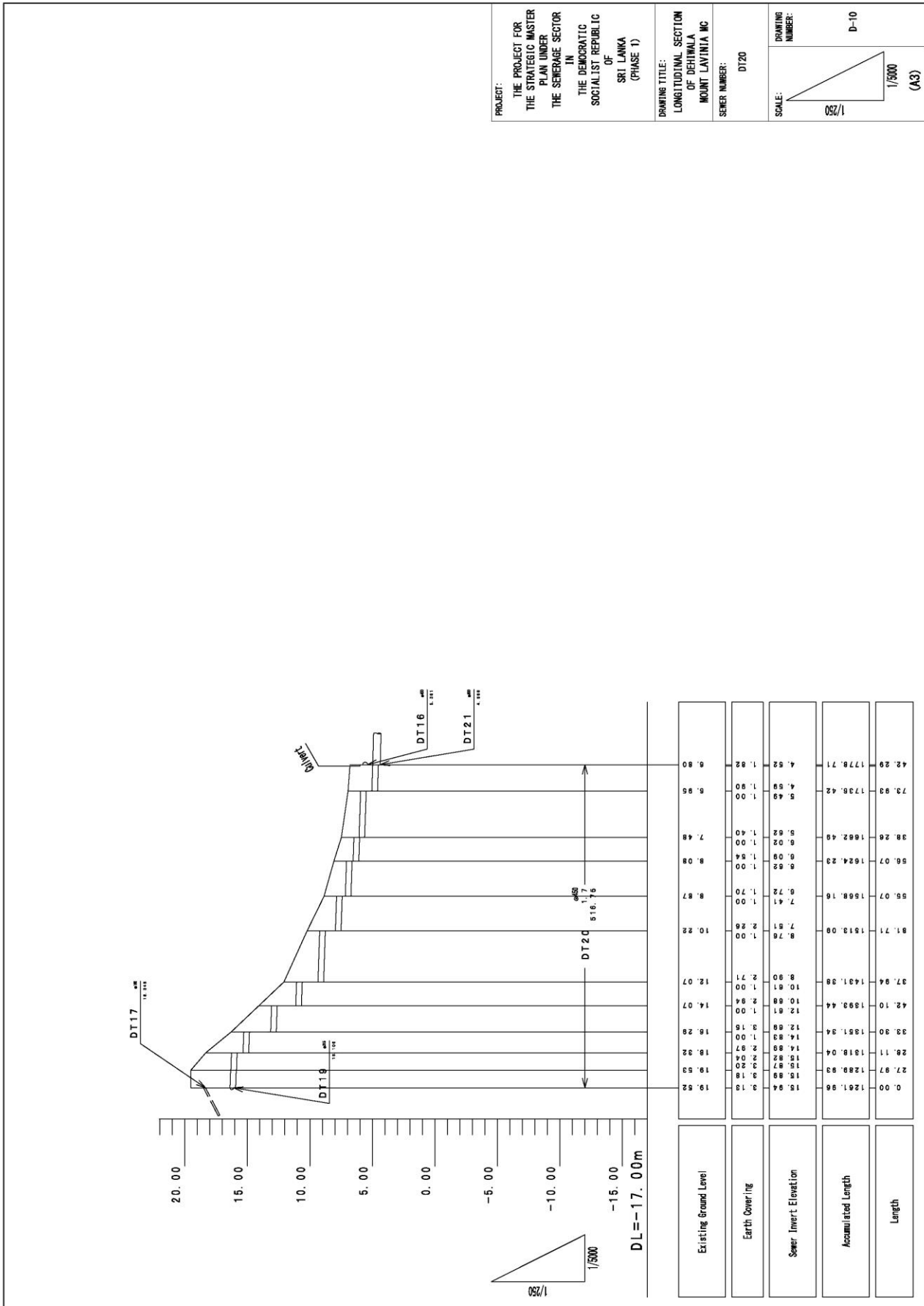
DRAWING TITLE:
 LONGITUDINAL SECTION
 OF DEHIWALA
 MOUNT LAVINIA WC

SEWER NUMBER:
 DT18, DT19

SCALE:
 0G2/1
 1/500
 (A3)

DRAWING NUMBER:
 D-8





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

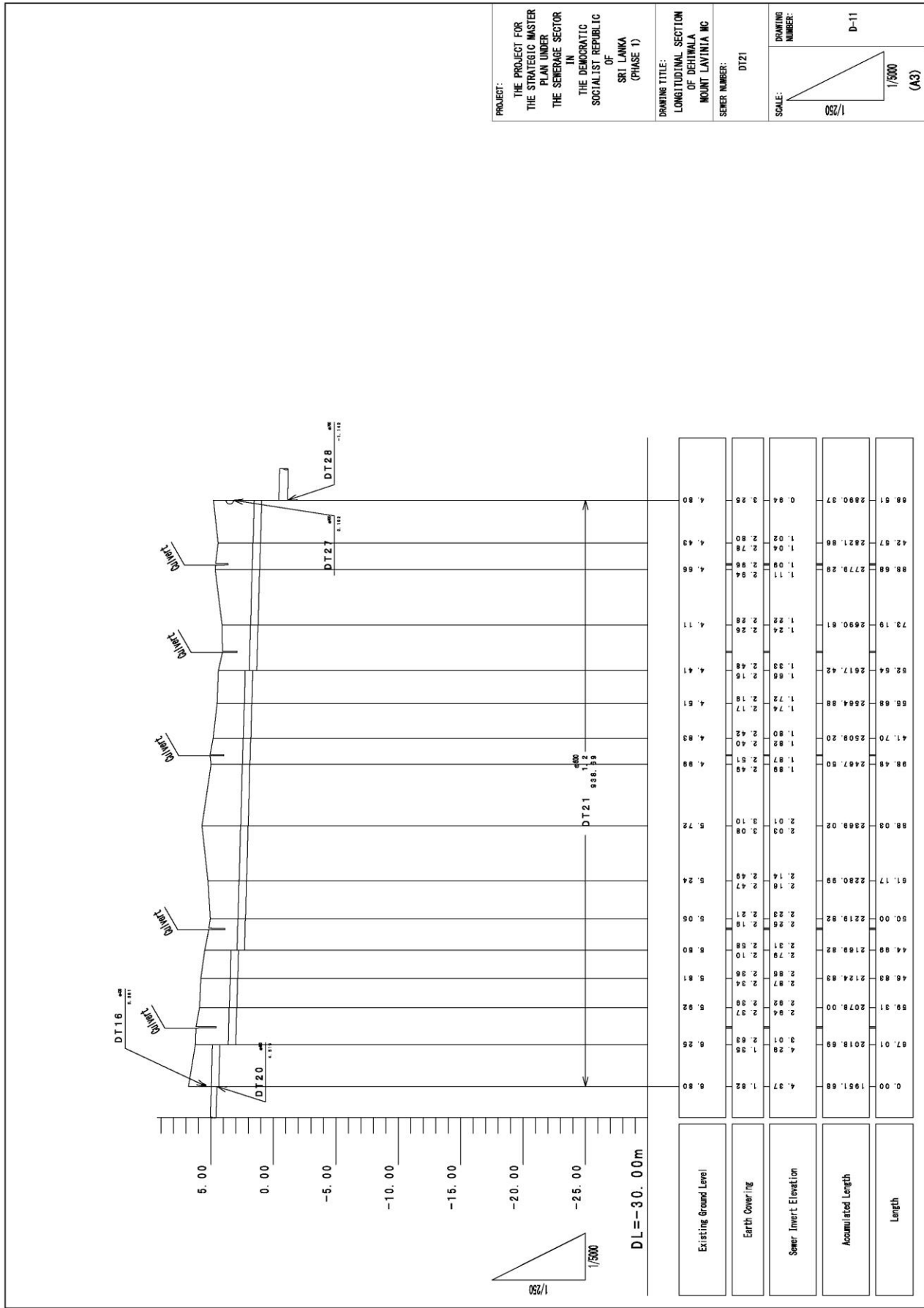
DRAWING TITLE:
 LONGITUDINAL SECTION
 OF DEHIWALA
 MOUNT LAVINIA WC

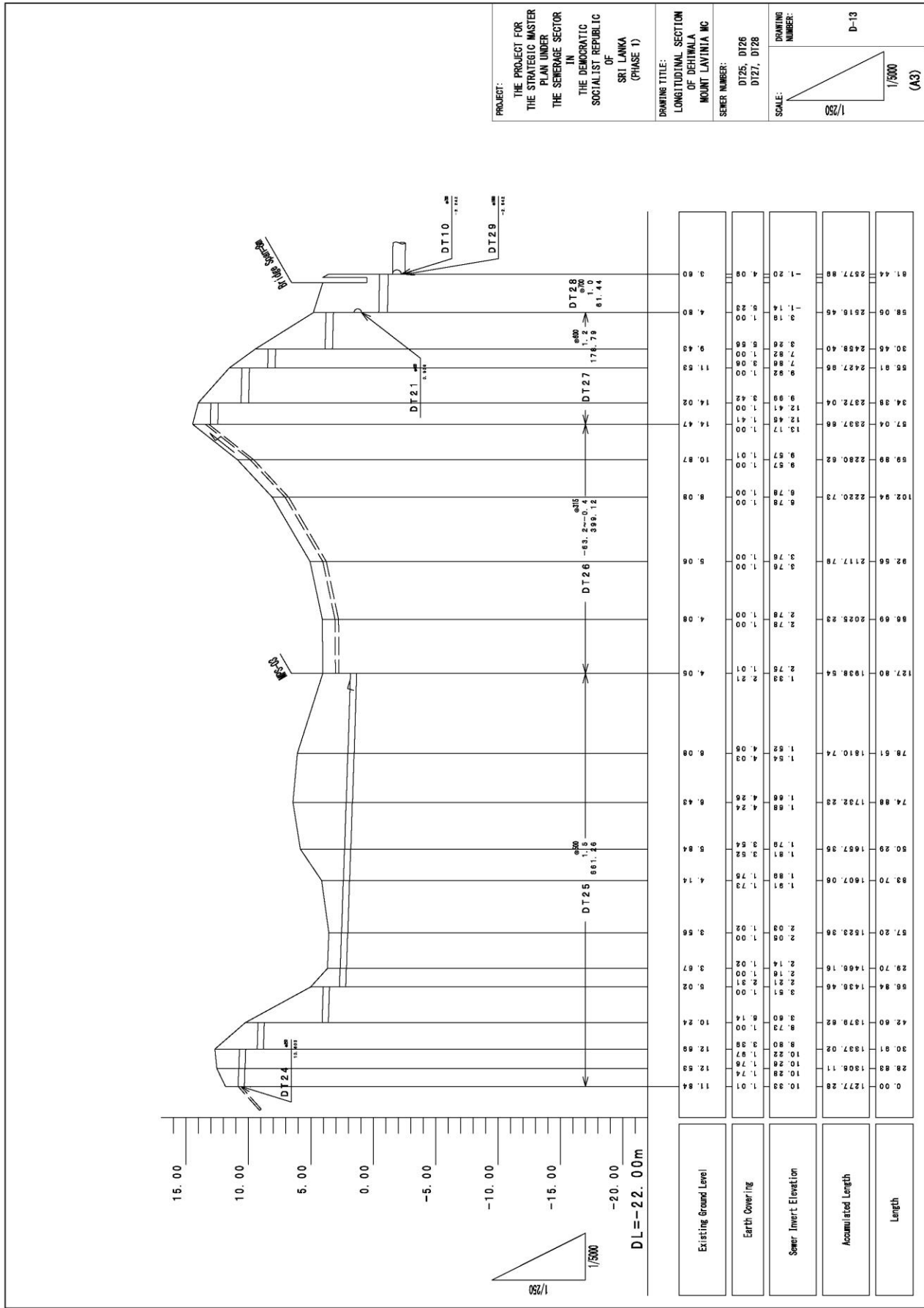
SEWER NUMBER:
 DT20

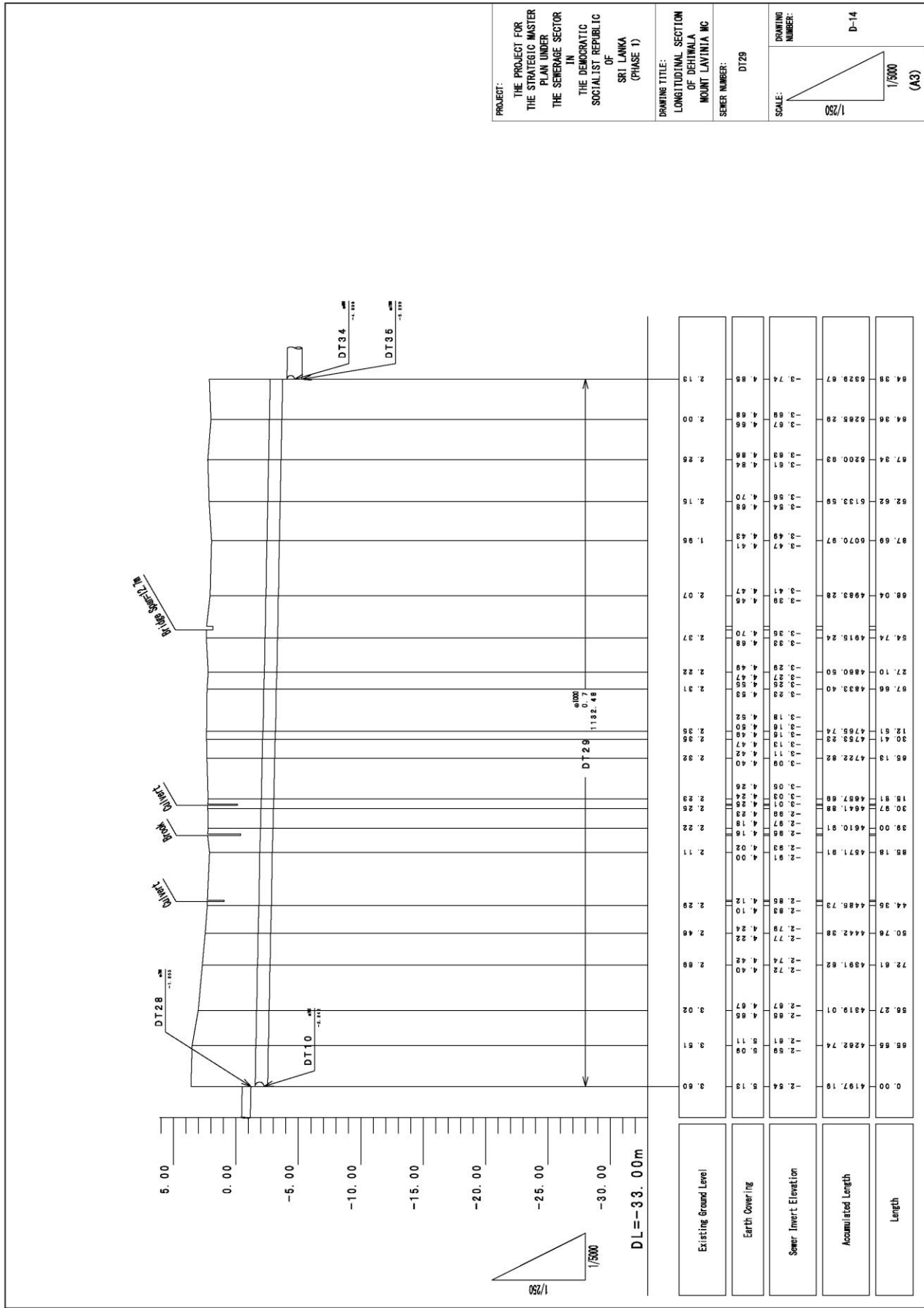
SCALE:
 1/250

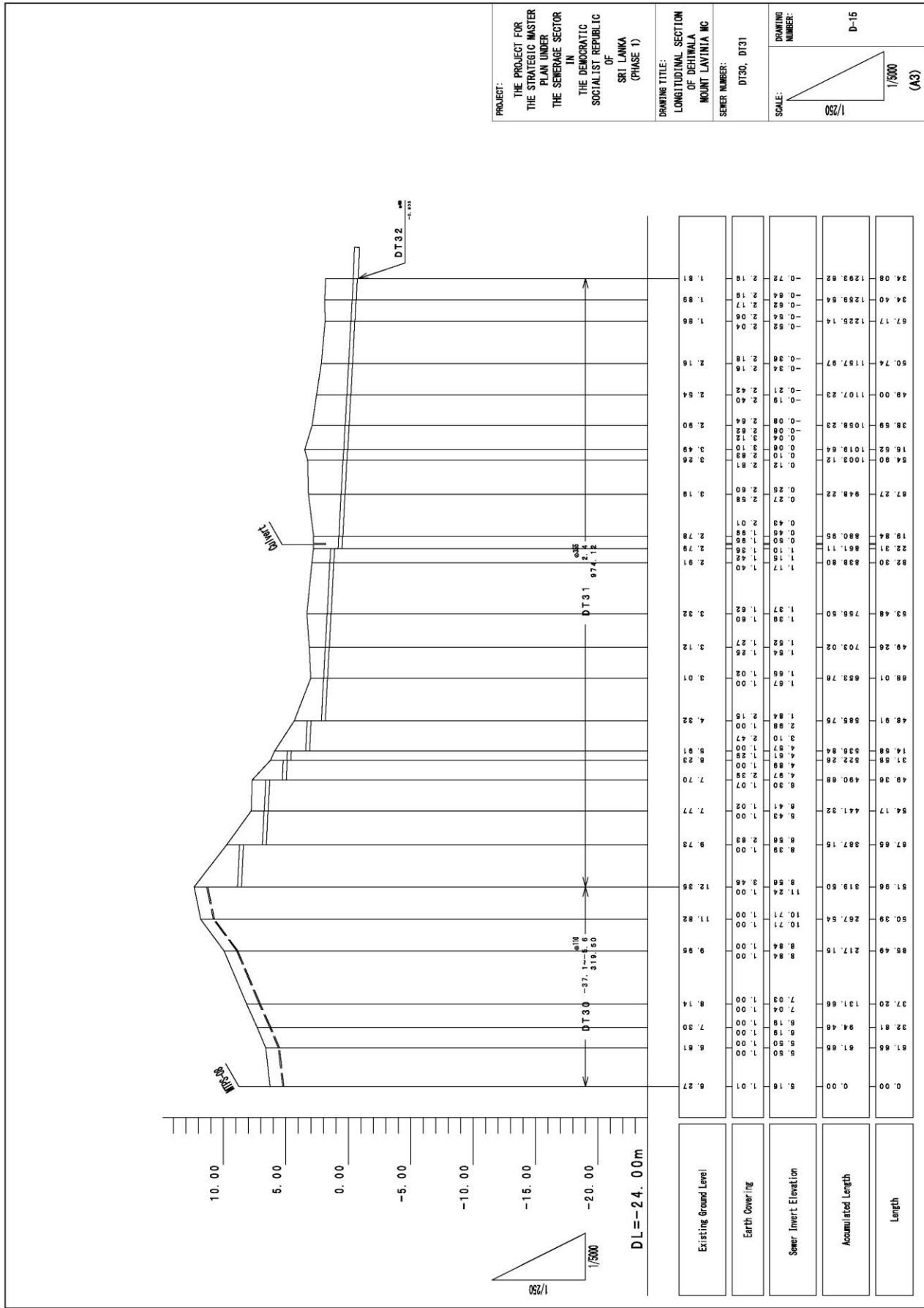
DRAWING NUMBER:
 D-10

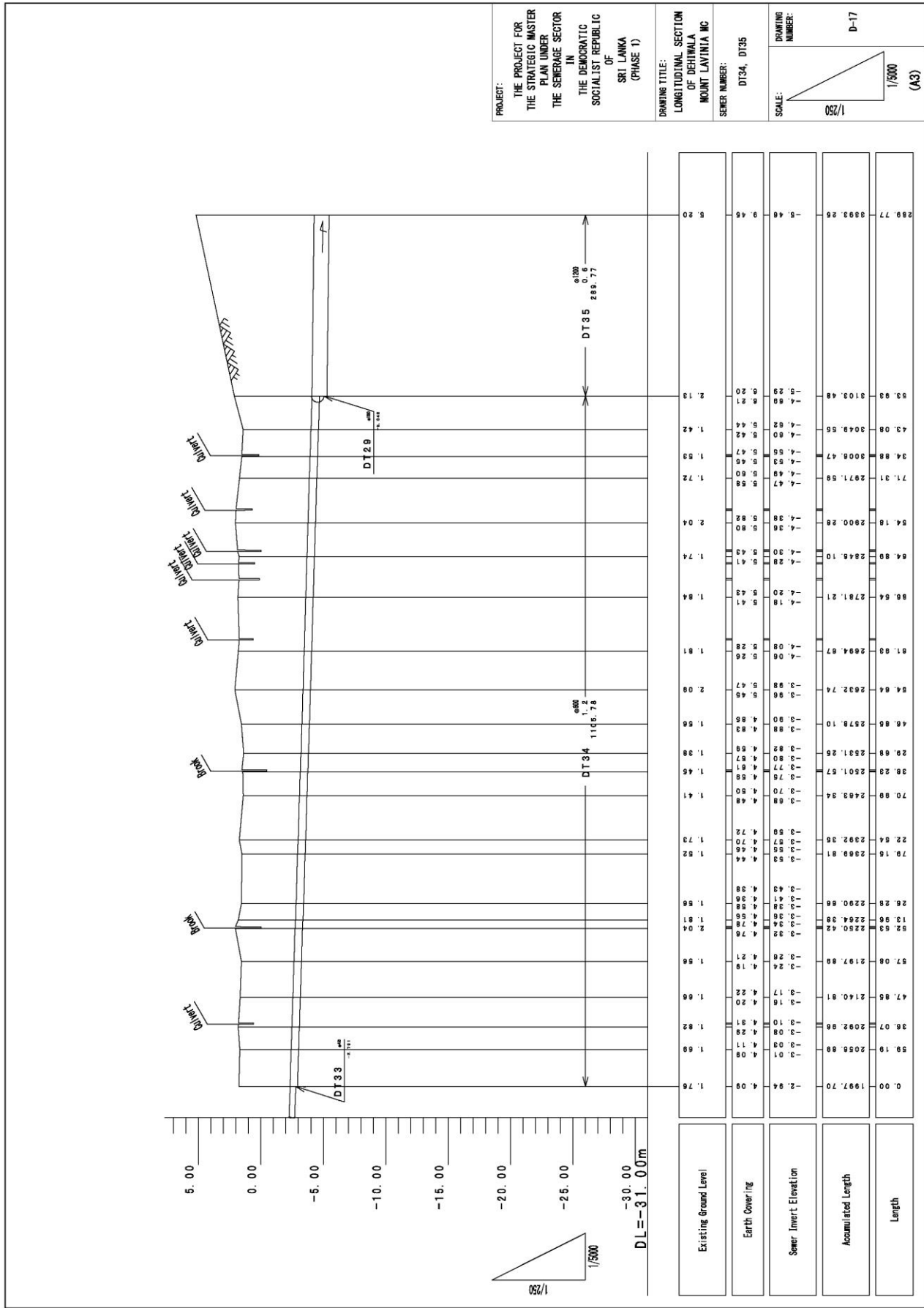
(A3)











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.	<i>Parameter</i>	<i>Unit, type of limit</i>	<i>Tolerance limit values for Inland surface waters</i>
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 ₅ in 5 days at 20 ^o C)	mg/ l, max.	30
5.	Temperature at the point of discharge	^o C, max.	Ambient water temperature ± 5 or 40 whichever is lesser
6.	Oils and greases	mg/ l, max.	10
7.	Phenols (as C ₆ H ₅ 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 ⁻¹ 5m ⁻¹ 3m ⁻¹
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 ₂)	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 ⁶⁺)	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

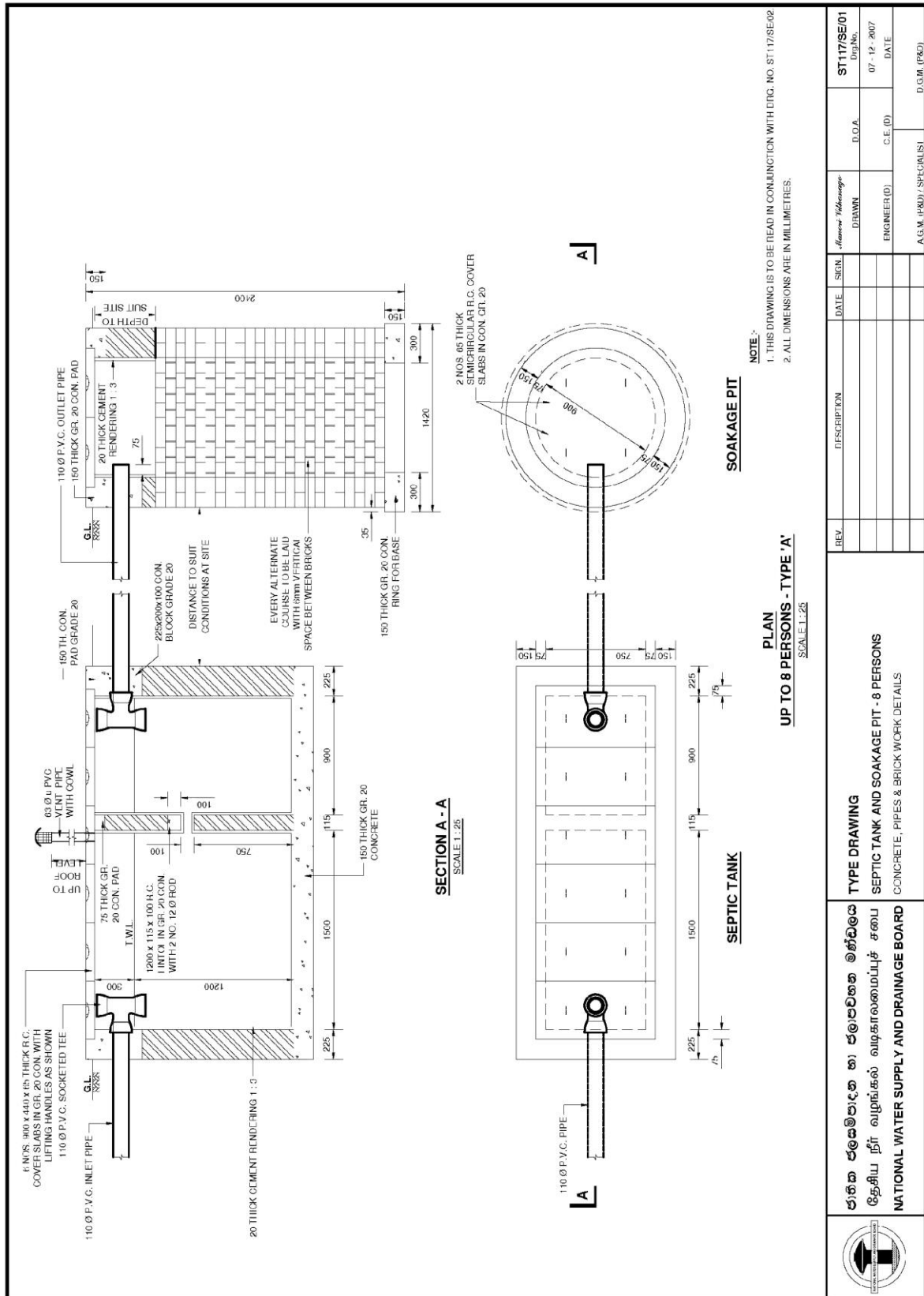
		mg/l, max	250
34.	Sulphates (as S)		
35.	Radio Active Material:		
	(a) Alpha emitters	micro curie/ml, max	10 ⁻⁸
	(b) Beta emitters	micro curie/ml, max	10 ⁻⁷

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 and Annual Fund Requirement

Dehiwala Mount Lavinia		Master Plan Area = 981 ha		USD=	145	LKR					
				USD=	112	YEN					
				ILKR	0.770	YEN					
Item Description	Spec	Unit	Quantity	Unit Price		Amount		Total Amount	Total Amount		
				L.C.	F.C.	L.C.	F.C.				
				LKR	JPY	LKR	JPY	LKR	JPY		
I	Construction Cost										
A	STP										
A1	STP										
	Dehiwala Mount Lavinia STP (Q=20,000m3/day)	About 2400 USD/m3	Ls	1				2,792,727,273	3,225,600,000	6,981,818,182	5,376,000,000
	Sub-total of A							2,792,727,273	3,225,600,000	6,981,818,182	5,376,000,000
B	Trunk Sewer										
B1	Trunk Sewer										
	Supply and install of HDPE OD225	Depth : not exceeding 1.5m	m	237	2,800	3,800	663,000	900,000	1,832,000	1,411,000	
	Supply and install of HDPE OD225	Depth : not exceeding 2.0m	m	205	3,900	4,200	799,000	860,000	1,916,000	1,475,000	
	Supply and install of HDPE OD225	Depth : not exceeding 2.5m	m	105	4,400	4,200	460,000	440,000	1,031,000	794,000	
	Supply and install of HDPE OD225	Depth : not exceeding 3.5m	m	383	5,500	4,500	2,109,000	1,725,000	4,349,000	3,349,000	
	Supply and install of HDPE OD225	Depth : not exceeding 4.0m	m	218	6,400	4,800	1,397,000	1,048,000	2,758,000	2,124,000	
	Supply and install of HDPE OD280	Depth : not exceeding 2.0m	m	48	4,100	6,000	199,000	291,000	577,000	444,000	
	Supply and install of HDPE OD280	Depth : not exceeding 3.0m	m	37	5,400	6,300	197,000	230,000	496,000	382,000	
	Supply and install of HDPE OD315	Depth : not exceeding 1.5m	m	124	2,900	6,900	358,000	852,000	1,464,000	1,128,000	
	Supply and install of HDPE OD315	Depth : not exceeding 2.0m	m	131	4,100	7,200	539,000	947,000	1,769,000	1,362,000	
	Supply and install of HDPE OD315	Depth : not exceeding 2.5m	m	363	4,400	7,200	1,595,000	2,611,000	4,986,000	3,839,000	
	Supply and install of HDPE OD315	Depth : not exceeding 3.0m	m	113	5,400	7,600	609,000	856,000	1,721,000	1,325,000	
	Supply and install of HDPE OD315	Depth : not exceeding 3.5m	m	125	5,400	7,600	673,000	947,000	1,993,000	1,465,000	
	Supply and install of HDPE OD355	Depth : not exceeding 1.5m	m	183	3,100	8,700	574,000	1,611,000	2,666,000	2,053,000	
	Supply and install of HDPE OD355	Depth : not exceeding 2.0m	m	300	4,200	9,000	1,259,000	2,698,000	4,763,000	3,667,000	
	Supply and install of HDPE OD355	Depth : not exceeding 2.5m	m	411	4,400	9,000	1,809,000	3,701,000	6,615,000	5,094,000	
	Supply and install of HDPE OD355	Depth : not exceeding 3.0m	m	225	5,400	9,300	1,217,000	2,096,000	3,939,000	3,033,000	
	Supply and install of HDPE OD355	Depth : not exceeding 3.5m	m	123	5,400	9,300	663,000	1,442,000	2,146,000	1,653,000	
	Supply and install of HDPE OD355	Depth : not exceeding 4.5m	m	17	6,500	9,600	113,000	167,000	330,000	254,000	
	Supply and install of GRP/FRP ND400	Depth : not exceeding 1.5m	m	231	3,800	22,700	878,000	5,245,000	7,699,000	5,921,000	
	Supply and install of GRP/FRP ND400	Depth : not exceeding 2.0m	m	636	4,900	23,000	3,116,000	14,628,000	22,113,000	17,027,000	
	Supply and install of GRP/FRP ND400	Depth : not exceeding 2.5m	m	225	7,300	23,000	1,645,000	5,315,000	8,576,000	6,501,000	
	Supply and install of GRP/FRP ND400	Depth : not exceeding 3.0m	m	351	8,500	23,400	2,982,000	8,210,000	13,644,000	10,486,000	
	Supply and install of GRP/FRP ND400	Depth : not exceeding 3.5m	m	84	8,700	23,400	731,000	1,967,000	3,286,000	2,530,000	
	Supply and install of GRP/FRP ND400	Depth : not exceeding 4.0m	m	321	9,800	23,700	3,145,000	7,608,000	13,023,000	10,028,000	
	Supply and install of GRP/FRP ND450	Depth : not exceeding 1.5m	m	74	5,000	28,300	370,000	2,092,000	3,087,000	2,377,000	
	Supply and install of GRP/FRP ND450	Depth : not exceeding 2.0m	m	137	6,500	28,800	888,000	3,935,000	5,988,000	4,619,000	
	Supply and install of GRP/FRP ND450	Depth : not exceeding 2.5m	m	55	9,300	28,800	512,000	1,586,000	2,572,000	1,980,000	
	Supply and install of GRP/FRP ND450	Depth : not exceeding 3.0m	m	153	10,900	29,200	1,667,000	4,466,000	7,467,000	5,750,000	
	Supply and install of GRP/FRP ND450	Depth : not exceeding 3.5m	m	98	11,100	29,200	1,090,000	2,867,000	4,813,000	3,706,000	
	Supply and install of GRP/FRP ND450	Depth : not exceeding 4.5m	m	45	13,000	29,600	581,000	1,325,000	2,299,000	1,770,000	
	Supply and install of GRP/FRP ND500	Depth : not exceeding 1.5m	m	57	5,800	28,300	332,000	1,619,000	2,455,000	1,875,000	
	Supply and install of GRP/FRP ND500	Depth : not exceeding 2.0m	m	143	7,400	28,800	1,061,000	4,171,000	6,426,000	4,948,000	
	Supply and install of GRP/FRP ND500	Depth : not exceeding 2.5m	m	30	8,000	28,800	238,000	855,000	1,348,000	1,038,000	
	Supply and install of GRP/FRP ND500	Depth : not exceeding 3.5m	m	43	13,100	29,200	558,000	1,244,000	2,174,000	1,674,000	
	Supply and install of GRP/FRP ND500	Depth : not exceeding 4.0m	m	50	14,700	29,600	739,000	1,489,000	2,673,000	2,058,000	
	Supply and install of GRP/FRP ND500	Depth : not exceeding 4.5m	m	281	15,100	29,600	4,246,000	8,323,000	15,055,000	11,592,000	
	Supply and install of GRP/FRP ND600	Depth : not exceeding 1.5m	m	227	6,400	34,000	1,455,000	7,731,000	11,495,000	8,851,000	
	Supply and install of GRP/FRP ND600	Depth : not exceeding 2.0m	m	144	7,800	34,500	1,123,000	4,965,000	7,571,000	5,830,000	
	Supply and install of GRP/FRP ND600	Depth : not exceeding 2.5m	m	426	12,000	34,500	5,114,000	14,703,000	24,209,000	18,641,000	
	Supply and install of GRP/FRP ND600	Depth : not exceeding 3.0m	m	416	13,700	34,900	5,698,000	14,513,000	24,549,000	18,902,000	
	Supply and install of GRP/FRP ND600	Depth : not exceeding 3.5m	m	380	14,000	34,900	5,326,000	13,278,000	22,570,000	17,579,000	
	Supply and install of GRP/FRP ND600	Depth : not exceeding 4.5m	m	279	16,200	35,300	4,525,000	9,861,000	17,331,000	13,345,000	
	Supply and install of GRP/FRP ND700	Depth : not exceeding 3.5m	m	238	21,300	44,800	5,077,000	10,678,000	18,945,000	14,587,000	
	Supply and install of GRP/FRP ND700	Depth : not exceeding 4.0m	m	47	19,700	44,200	921,000	2,066,000	3,604,000	2,775,000	
	Supply and install of GRP/FRP ND700	Depth : not exceeding 4.5m	m	172	20,200	44,200	3,478,000	7,611,000	13,362,000	10,289,000	
	Supply and install of GRP/FRP ND1000	Depth : not exceeding 4.5m	m	462	25,600	102,400	11,822,000	47,289,000	73,236,000	56,392,000	
	Supply and install of HDPE OD110	Depth : not exceeding 1.5m	m	557	600	1,000	334,000	557,000	1,057,000	814,000	
	Supply and install of HDPE OD125	Depth : not exceeding 1.5m	m	269	600	1,200	162,000	324,000	581,000	448,000	
	Supply and install of HDPE OD140	Depth : not exceeding 4.5m	m	35	2,000	1,200	69,000	42,000	124,000	95,000	
	Supply and install of HDPE OD160	Depth : not exceeding 1.5m	m	1,778	800	2,000	1,422,000	3,556,000	6,040,000	4,651,000	
	Supply and install of HDPE OD160	Depth : not exceeding 2.0m	m	115	1,000	2,000	115,000	230,000	414,000	319,000	
	Supply and install of HDPE OD180	Depth : not exceeding 1.5m	m	1,740	800	2,500	1,392,000	4,351,000	7,043,000	5,423,000	
	Supply and install of HDPE OD225	Depth : not exceeding 1.5m	m	469	900	3,700	422,000	1,734,000	2,674,000	2,059,000	
	Supply and install of HDPE OD250	Depth : not exceeding 1.5m	m	320	900	4,800	288,000	1,536,000	2,283,000	1,758,000	
	Supply and install of HDPE OD250	Depth : not exceeding 2.5m	m	208	1,600	4,800	334,000	1,001,000	1,634,000	1,258,000	
	Supply and install of HDPE OD315	Depth : not exceeding 1.5m	m	399	1,000	7,700	399,000	3,073,000	4,390,000	3,380,000	
	Supply and install of GRP/FRP ND400(P)	Depth : not exceeding 10m	m	110	35,600	275,814	3,906,000	30,202,000	43,207,000	33,270,000	
	Supply and install of GRP/FRP ND450(P)	Depth : not exceeding 10m	m	152	37,000	327,404	5,631,000	49,828,000	70,343,000	54,164,000	
	Supply and install of GRP/FRP ND500(P)	Depth : not exceeding 10m	m	57	37,000	327,404	2,103,000	18,610,000	26,372,000	20,229,000	
	Supply and install of GRP/FRP ND600(P)	Depth : not exceeding 10m	m	884	38,500	379,302	34,053,000	335,489,000	469,753,000	361,710,000	
	Supply and install of GRP/FRP ND700(P)	Depth : not exceeding 10m	m	1,191	40,600	479,710	48,365,000	571,455,000	790,514,000	608,696,000	
	Supply and install of GRP/FRP ND1000(P)	Depth : not exceeding 10m	m	671	85,700	776,622	57,476,000	520,857,000	733,914,000	565,114,000	
	Supply and install of GRP/FRP ND1200(P)	Depth : not exceeding 10m	m	290	85,700	853,622	24,833,000	247,354,000	346,072,000	266,475,000	
	Temporary road reinstatement/Asphalt concrete	Add 10% of pipeline(W=1.2)	m2	24,289	2,000	0	48,578,000	0	48,578,000	37,405,000	
	Permanent road reinstatement/Asphalt concrete	Add 10% of pipeline(W=1.2)	m2	24,289	4,910	0	119,260,000	0	119,260,000	91,830,000	
B2	Pump Station										
	Manhole Type Pumping Station		pc	8	22,000,000	0	176,000,000	0	176,000,000	135,520,000	
	Major Pumping Station		pc	3	570,000,000	0	1,710,000,000	0	1,710,000,000	1,316,700,000	
	Sub-total of B							2,319,693,000	2,022,846,000	4,946,765,000	3,809,010,000
C	Branch Sewer										
C1	Branch Sewer										
	Supply and install of HDPE OD225	Depth : not exceeding 2.5m	m	147,150	4,400	4,200	647,460,000	618,030,000	1,450,096,000	1,116,574,000	
	Temporary road reinstatement/Asphalt concrete	Add 10% of pipeline(W=1.2)	m2	194,238	2,000	0	388,476,000	0	388,476,000	299,127,000	
	Permanent road reinstatement/Asphalt concrete	Add 10% of pipeline(W=1.2)	m2	194,238	4,910	0	953,709,000	0	953,709,000	734,556,000	
	Manhole Type Pump		pc	14	1,000,000	6,930,000	14,000,000	97,020,000	140,000,000	107,800,000	
	Sub-total of C							2,003,645,000	715,050,000	2,932,281,000	2,257,887,000
D	House Connection										
D1	House Connection										
	House Connection		HH	26,525	100,000	0	2,652,500,000	0	2,652,500,000	2,042,425,000	
	Sub-total of D							2,652,500,000	0	2,652,500,000	2,042,425,000
	Sub-total of I							9,768,565,273	5,963,496,000	17,513,364,182	13,485,292,000
2	Administration cost										

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
Total	12,677,058.00	5,766,950.00	25,196,000.00	43,640,008.00

Soysapura

Present, Inflow, 5000m³/d (RS/m³/d/year)
 Capacity, 17000m³/d (RS/m³/d/year)

Treatment Plant and Network

39.13 LKR/m³/day

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

APPENDIX 9: Regulations and Organizations Related to ESC

Acts and Regulations Relevant to the Implementation of Sewerage Sector Projects

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.

EIA Procedure Under NEA

Environmental Impact Assessment is the general process of finding the impacts on natural and social environments and proposing preventive or minimising measures to enhance positive impacts. The broader legal framework for the EIA process in Sri Lanka was laid down by the amendments made to NEA in 1988 through the National Environmental (Amendment) Act No. 56 of 1988. The provision relating to EIA is contained in Part IV C of the National Environmental Act. Regulations pertaining to this process are published in Government Gazette Extraordinary No.772/72 dated 24th June 1993 and in several subsequent amendments. The procedure stipulated in the Act for the approval of projects provides for the submission of two types of reports: Initial Environmental Examination (IEE) report or Environmental Impact Assessment (EIA) report. Such reports are required in respect of “prescribed projects” included in EIA regulations.

The EIA process is implemented through designated Project Approving Agencies (PAAs). A list of line ministries and agencies that are designated as PAAs is depicted in Government Gazette (Extra Ordinary) No. 859/14 dated February 13, 1995. The PAA’s are basically responsible for the administration of the EIA process under NEA, which includes but not limited to:

- Subject all prescribed projects to IEE/EIA requirements
- Ensure and guide proper scoping process for IEEs/EIAs
- Draft Term of Reference (ToR) for IEEs/EIAs
- Establish, conduct and participate in Technical Evaluation and reviews during and after IEE/EIA report preparation
- Ensure public notification of availability of EIA for public review
- Evaluate the comments received from the public and other agencies
- Establish appropriate mitigatory measures and ensure that they are incorporated in the approval conditions
- Ensure implementation of the conditions through effective monitoring
- Obtain concurrence of the CEA prior to taking decision on the EIA report.

In order to obtain environmental approval for a prescribed project, the project proponent should submit either an Initial Environmental Examination (IEE) report or an Environmental Impact Assessment (EIA) report as required by the PAA. Determination of whether an IEE or EIA is required for a proposed prescribed project is based on an assessment of the likely significance of the impacts of the proposed project on the environment. EIAs, rather than IEEs, are required for prescribed projects that are likely to have significant impacts. Determination of Significance is based on the consideration of both context and intensity of the

potential impacts.

In the event that an EIA is required, the PAA in consultation with CEA is responsible for subjecting the preliminary information submitted by the project proponent to environmental scoping, in order to set the Terms of Reference (TOR) for the EIA within 30 days from the date of acknowledging receipt of the preliminary information. The TOR is prepared by a scoping committee comprising experts in the relevant field, appointed by the PAA. In developing the TOR, the EIA regulations provide for the PAA to consider the views of state agencies and the public.

Upon submission of the EIA report by the project proponent, the PAA is required to determine whether issues referred to in the TOR have been addressed and notify the proponent of any inadequacies within 14 days. In the event any inadequacies are identified, the project proponent is required to make necessary amendments and resubmit the report. Once accepted, in addition to the EIA being forwarded to the CEA by the PAA, notice is also placed in a national newspaper published daily in Sinhala, Tamil and English languages inviting the public to make written comments, if any, to the PAA within 30 days from the date of first appearance of the notice. According to the legislation, public consultation is mandatory only at this stage of the EIA process. Informal consultation with Non-Governmental Organisations (NGOs), interested groups and civil society may occur during early stages of environmental studies depending on the type of project and public interest in the project. The notification would specify the times and places at which the EIA would be available to the public. As a minimum the report would be available at the CEA, PAA and in appropriate government agencies in the project area. The environmental regulations have provisions for public hearings on the project although it is not mandatory. The PAA can use its discretion and hold a public hearing if it would be in the interest of the public. The PAA is required to forward all comments, either written or raised during any public hearing, to the project proponent for review and response within 6 days of completion of the public comment period. The project proponent is required to respond to all such comments in writing to the PAA.

The Technical Evaluation Committee (TEC) appointed by the PAA would then evaluate the EIA and require the project proponent to respond to any queries raised by the TEC. The TEC would also evaluate the adequacy of the project proponent's response to any comments raised during the public comments period. Upon completion of the evaluation of the TEC, the PAA with the concurrence of the CEA would either grant approval for the implementation of the proposed project subject to specified conditions or refuse approval for implementation of the project, with reasons for doing so. This decision must be made within 30 days of the receipt of responses from the project proponent. The PAA is required to specify a period within which the approved project should be completed. In the event the proponent is unable to complete the project within the specified period, written permission for an extension has to be obtained from the PAA, 30 days prior to the expiration date.

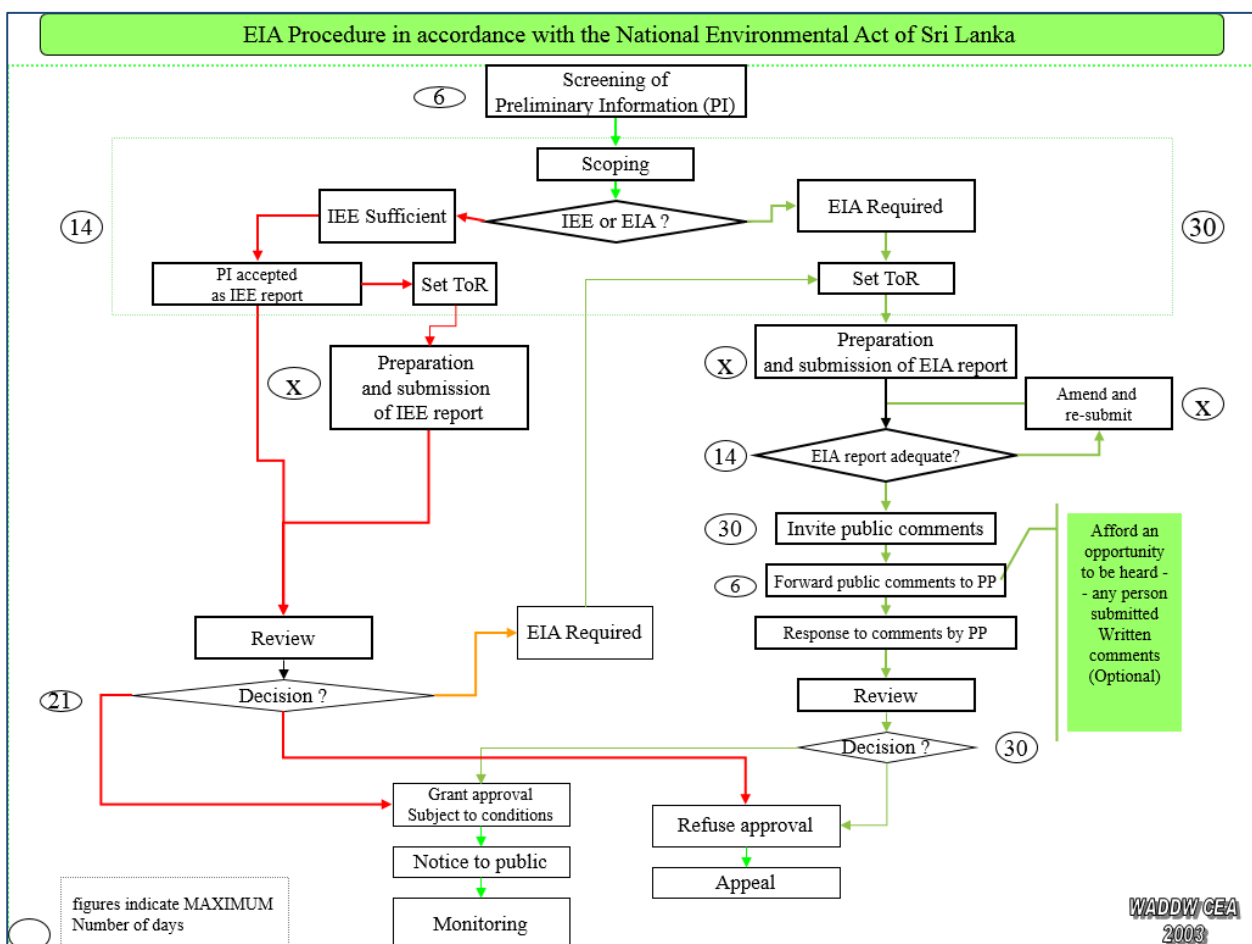
Upon review of the preliminary information provided by the project proponent (PP), if the PAA determines that the project would have no long-term adverse environmental impacts, an initial environmental examination (IEE) would be considered adequate. Under such circumstances, the proponent will be required to submit a detailed IEE for review and approval by the PAA. The IEE will identify potential environmental and social issues and the complexity of possible remedial actions. Upon reviewing the IEE, if the TEC identifies any substantial environmental issues that may arise as a result of the proposed project, the proponent will be required to undertake a detailed EIA. The IEE review process is similar to the EIA review process, except for the level of detail and analysis involved, which is proportionate to the anticipated environmental and social impacts. The IEE is not required by law to be opened for the public for comments and does not go through the public consultation process.

Projects Subject to EIA

According to the EIA regulations, "Sewerage Treatment" is not a prescribed activity requiring an IEE/EIA. However, "Laying of gas and liquid (excluding water) transfer pipelines of length exceeding 1 kilometre" is a prescriber activity. However, any project or undertaking irrespective of their magnitude, if located partly or wholly within an environmental sensitive area, will become a prescribed project requiring approval under the EIA regulations. Environmental sensitive areas are defined as;

- Any erodible area declared under the Soil Conservation Act (1951, 1953);

- Any Flood Area declared under the Flood Protection Ordinance (1924, 1955) and any Flood Protection Area declared under the Sri Lanka Land Reclamation and Development Corporation Act (1968, 1982);
- Any reservation beyond the Full Supply Level of a reservoir;
- Any archaeological reserve, ancient or protected monument as defined or declared under the Antiquities Ordinance (1965);
- Any area declared under the Botanic Gardens Ordinance (1928, 1973);
- Areas within, or less than 100m from the boundaries of any area declared under the National Heritage and Wilderness Act (1988): the Forest Ordinance;
- Areas within, or less than 100m from the boundaries of any area declared as a Sanctuary under the Fauna and Flora Protection Ordinance (1937);
- Areas within, or less than 100m from the high flood level contour of a public lake as defined by the Crown Lands Ordinance (1947, 1949, 1956) including those declared under Section 71 of the Ordinance;
- Areas 60m or less from the bank of a public stream as defined in the Crown Lands Ordinance, with a width of more than 25m at any point.



Source: Central Environmental Authority

Figure: Procedure for obtaining Environmental Clearance

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.

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

Date:	02/05/2016	Time:	from	10:30	to	12:00	
Venue:	CEA Director of EIA office						
Attendants							
	Name		Position		Department/Organization		
	Name						
	Kanthi De Silva		Director of EIA		CEA		
JICA Experts (Name)							
	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		
Main Subject:							
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	Minitry 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	

Date: _____

Record of Meeting/Discussion

Date:	02/11/2016	Time:	from 15:30	to 16:30
Venue:	CEJ office			
Attendants				
	Name	Position	Department/Organization	
	Name			
	Mr. Hemantha Withanage	Executive director	CEJ	
JICA Experts (Name)				
	Koji KIMURA	Deputy Team Leader	JET	
	Yudai TADAKI	Environmental and Social Consid.	JET	
	WADD Wijesooriya	Director	EMAC	
	Buddhika De Silva	Director	EMAC	
Main Subject:				
1. To make known the JET's intention to perform M/P for the Project, and its contents. 2. To collect thoughts and opinions regarding the Project and apply them for its implementation				
	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 itchiness 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

Date: _____

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"> ▪ Site selection process shall avoid land acquisition and involuntary resettlement where possible, including impacts on vulnerable persons. ▪ Locate sewage pipelines within the right of ways of roads to eliminate acquisition of new land. ▪ 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 	Consultant/ NWSDB	NWSDB
Overall Environmental Management	<ul style="list-style-type: none"> ▪ An Environmental Management Plan shall be prepared and implemented. 	Consultant/ NWSDB	NWSDB
Discharge standards	<ul style="list-style-type: none"> ▪ The design will specify the guidelines for the proper handling and disposal of waste to predetermined authorized disposal sites; 	Consultant/ NWSDB	NWSDB
Archaeological resources	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 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. 	Consultant/ NWSDB	NWSDB
Public utilities	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Telephone lines, electric poles and wires, and water pipes (old) existing within right-of-way (ROW) require shifting without disruption to services. 	Consultant/ NWSDB	NWSDB
Traffic	<ul style="list-style-type: none"> ▪ In order to limit the disruption to the neighborhood and traffic flow, coordinate with NWSDB to provide guidance to the organization of construction works. ▪ The design will specify the handling and transportation of construction materials and equipment. 	Consultant/ NWSDB	NWSDB
Safety	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 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. ▪ 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. 	Consultant/ NWSDB	NWSDB
Construction Phase			
Soil erosion and sedimentation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Careful planning of construction activities that lead to heavy erosion, to avoid heavy rainy seasons ▪ Remove waste soil as soon as it is excavated, by loading directly onto trucks; ▪ 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. ▪ Adequate compaction of filled surfaces on completion and progressive re-vegetation of all disturbed areas as quickly as possible ▪ Protection of drainage channels with berms (i.e. ridge or embankment bordering channel) to prevent overspill ▪ Sedimentation traps will be constructed to reduce suspended solids before water is discharged to water bodies where applicable. ▪ All debris and residual spoil material including any excess earth will be disposed only at designated locations. ▪ 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. 	Contractor	Consultant/ NWSDB

Environmental Impact / Issue	Mitigation Measure	Implementing Organization	Responsible Organization
Transport of earth material	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vehicles will be properly maintained to ensure the good running conditions and those which are not in suitable condition will be replaced. ▪ Provide covers during transportation 	Contractor	Consultant/ NWSDB
Dust Control	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Enclosing or covering the construction site in order to control the dust dispersion. ▪ Protecting stockpiles from water and wind erosion; ▪ Using a water truck for dust suppression on all exposed areas ▪ Establishing and enforcing vehicle speed limits to minimize dust generation; ▪ Use tarpaulins to cover loose material when transported to and from the site. ▪ Locating stockpiles away from sensitive receptors; ▪ Loaded haul trucks travelling to and from the site having loads leveled to avoid spillage; ▪ Carrying out progressive rehabilitation of cleared land; 	Contractor	Consultant/ NWSDB
Burrow pits	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eligible contractor/s who are operating burrow pits with necessary approvals / permits, will only be selected. ▪ Noise, dust and related safety issues during loading, transportation and unloading will be controlled to meet` the standards and norms 	Contractor	Consultant/ NWSDB
Construction Waste Disposal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ System to collect waste cement slurry will be provided to avoid contamination of drainage paths. ▪ Wastewater from washing of equipment used for concrete mixing and transporting of concrete will be disposed safely. ▪ All discarded and used oil and grease will be collected, stored and disposed (reuse / sell). ▪ 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. ▪ Minimize the oil and chemical spillages during operation and properly maintain the equipment and machinery. ▪ 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. 	Contractor	Consultant/ NWSDB
Drainage issues	<ul style="list-style-type: none"> ▪ STP site should be located on the high ground to avoid water ingress ▪ Natural drain paths should not be disturbed during any construction activity 	Contractor	Consultant/ NWSDB
Noise and vibration	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Temporary noise barriers / screens will be placed. ▪ All construction work will be carried out during day time as much as possible and work will be stopped after 6 pm. ▪ 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. ▪ To the extent possible, attempts will be made to use equipment and machinery that produce low noise levels ▪ Proper and regular maintenance and/or servicing of equipment and machinery will be carried out. 	Contractor	Consultant/ NWS&DB
Operational phase			
Impacts on Water Resources	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 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. ▪ Establish the STP on a sufficient high ground to avoid the flood impact. ▪ Avoid spillages of septage during operation – specially during unloading - and take precautionary measures to prevent mixing septage with storm water drainage system. ▪ As a precautionary step, it is proposed to monitor the ground water quality in the area. ▪ 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. ▪ Ensure the necessary effluent quality for disposal to inland waters 	NWS&DB / MC	NWS&DB / MC / Consultant

Environmental Impact / Issue	Mitigation Measure	Implementing Organization	Responsible Organization
Odor from STP	<ul style="list-style-type: none">▪ Shielding of the unloading bay to an extent to prevent odorous gases being blown away by the wind▪ Hydraulic arrangements that would minimize agitation of sewage during the release to the treatment system▪ Keeping much of the screen channel close to prevent release of gases to air▪ Establish and properly maintain a thick green belt along the STP site and pumping station where applicable.	NWS&DB / MMC	MMC / NWSDB
Sludge disposal	<ul style="list-style-type: none">▪ Use dewatered sludge as fertilizer.▪ 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.	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
	Burrowing of earth	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
	Traffic congestion	Implement a proper traffic management plan. Use sign boards and barricaes	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
	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
	Impacts on existing habitats	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
Operation and maintenance stage	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; Sensitive locations along the sewer network; Selected pumping stations;
			Construction	Once a year	Contractor / NWSDB / EMC	
			Operation	Yearly; On complaints	NWSDB / EMC	
Air quality / Odour	SO ₂ , NO ₂ , CO, PM ₁₀ , SPM	Spectrometric method; High volume sampling and Gravimetric analysis	Pre-construction	Once (Baseline measurement)	Contractor / NWSDB / EMC	At STP site; Sensitive locations along the sewer network; Selected pumping stations;
			Construction	Two times	Contractor / NWSDB / EMC	
			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 - (i) upstream and (ii) downstream; Streams at sensitive locations along the sewer network; Streams at selected pumping stations;
			Construction	Two times	Contractor / NWSDB / EMC	
			Operation	Yearly; On complaints	NWSDB / EMC	