

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

### ④ヌワラエリア

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

### ④ヌワラエリヤ

#### 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 .....	2-5
2.1.6 環境条件 .....	2-8
2.1.7 保護区 .....	2-8
2.1.8 動植物 .....	2-9
2.2 社会環境 .....	2-12
2.2.1 行政制度 .....	2-12
2.2.2 人口統計 .....	2-13
2.2.3 保健・疾患 .....	2-13
2.2.4 宗教・民族 .....	2-14
2.2.5 貧困率 .....	2-14
2.2.6 歴史と文化(遺産) .....	2-14
2.2.7 経済 .....	2-15
2.2.8 土地利用 .....	2-17
2.2.9 水供給と衛生 .....	2-19
2.2.10 廃棄物 .....	2-22
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

<b>第4章</b>	<b>下水道の基本計画と設計</b>	<b>4-1</b>
4.1	下水道整備計画	4-1
4.2	下水収集設備	4-1
4.2.1	下水道管渠網	4-1
4.2.2	ポンプ施設	4-2
4.2.3	取付け管	4-2
4.3	下水処理施設	4-3
4.3.1	処理法	4-3
4.3.2	下水処理場用地と施設配置	4-5
4.3.3	臭気対策	4-6
4.3.4	水処理	4-6
4.3.5	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	4-10
<b>第5章</b>	<b>プロジェクト実施のための組織制度改革</b>	<b>5-1</b>
5.1	下水道事業の実施体制	5-1
5.1.1	スリランカにおける実施体制の事例	5-1
5.1.2	ヌワラエリヤ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	5-2
5.1.4	下水道事業の最適な実施体制	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	5-4
5.2.2	RSC(中央)の組織	5-5
5.2.3	MCの組織	5-6
5.3	事業実施に向けた各機関の能力強化	5-6
5.3.1	人材確保	5-6
5.3.2	人材育成	5-8
5.3.3	機材、車両の調達	5-8
5.3.4	顧客サービス	5-9
5.4	下水道建設プロジェクトの実施	5-9
5.4.1	PMU	5-9
5.4.2	プロジェクト事務所	5-9
<b>第6章</b>	<b>事業費</b>	<b>6-1</b>
6.1	概算事業費	6-1
6.1.1	建設費及び事業費	6-1
6.1.2	運転維持管理費	6-2
6.2	段階的整備計画	6-2
<b>第7章</b>	<b>財務計画</b>	<b>7-1</b>
7.1	ヌワラエリヤMCの財務状況	7-1
7.1.1	ヌワラエリヤMCの財務状況	7-1
7.1.2	ヌワラエリヤMCの水道部門の財務状況	7-4
7.2	下水道整備と運営維持管理(O&M)の財務計画	7-5
7.2.1	建設、O&M及び設備更新の費用負担	7-5
7.2.2	必要な下水道料金計算の方法論	7-6
7.2.3	下水道料金単価計算の前提条件	7-7

7.2.4	下水道料金単価計算の結果	7-8
7.2.5	家庭の支払可能性	7-9
7.2.6	改訂された下水道料金表の例 (タイプ2、NWSDB 用)	7-10
7.3	財務計画の結論	7-11
<b>第8章</b>	<b>環境社会配慮</b>	<b>8-1</b>
8.1	現在の状況	8-1
8.2	環境社会配慮関連法規の概要	8-1
8.3	相手国制度と JICA ガイドラインの乖離	8-1
8.4	国際公約	8-1
8.5	スコーピング	8-1
8.6	環境社会配慮の TOR	8-3
8.6.1	環境社会配慮の目的	8-3
8.6.2	対象となる項目	8-3
8.6.3	対象地域	8-3
8.6.4	対象期間	8-3
8.6.5	環境社会配慮調査の内容と方法	8-3
8.6.6	影響の予測と評価	8-5
8.6.7	EMP と EMoP の計画	8-5
8.6.8	ステークホルダー協議	8-5
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
<b>第9章</b>	<b>結論と提言</b>	<b>9-1</b>
9.1	実施の可能性	9-1
9.2	リスクと緩和策	9-1
9.3	結論と提言	9-2
<b>APPENDIX</b>		<b>1</b>
APPENDIX 1:	NUWARA ELIYA WASTE WATER FLOW CALCULATION	A-1
APPENDIX 2:	INFLOW SEWAGE QUALITY	A-2
APPENDIX 3:	DRAFT AMENDMENT OF TOLERANCE DISCHARGE LIMITS	A-4
APPENDIX 4:	DRAFT AMENDMENT OF TOLERANCE DISCHARGE LIMITS	A-18
APPENDIX 5:	LAND CONFIRMATION FOR STP	A-21
APPENDIX 6:	GENERAL LAYOUT OF SEPTIC TANK	A-22
APPENDIX 7:	REGULATIONS AND ORGANIZATIONS RELATED TO ESC	A-24
APPENDIX 8:	DETAIL OF ANNUAL FUND REQUIREMENT	A-25
APPENDIX 9:	BREAKDOWN OF OPERATING EXPENDITURE	A-26
APPENDIX 10:	REGULATIONS AND ORGANIZATIONS RELATED TO ESC	A-27
APPENDIX 11:	COMPARISON WITH JICA GUIDELINES	A-31
APPENDIX 12:	INTERNATIONAL COMMITMENTS RELATED TO ESC	A-32
APPENDIX 13:	RECORD OF CONSULTATION WITH PUBLIC AND AUTHORITIES	A-33
APPENDIX 14:	DRAFT EMP AND EMoP	A-36

## 掲載表一覧

表 1	概算事業費	S-2
表 2.1-1	水質調査結果 (ヌワラエリヤ)	2-5
表 2.1-2	流量調査結果	2-8
表 2.1-3	ヌワラエリヤ周辺で見られる主な動物類	2-9
表 2.1-4	ヌワラエリヤ周辺で見られる主な植物類	2-11
表 2.2-1	ヌワラエリヤ MC の人口	2-13
表 2.2-2	年齢階級別の慢性疾患率	2-13
表 2.2-3	糖尿病および高血圧の有病率	2-13
表 2.2-4	宗教別人口	2-14
表 2.2-5	民族別人口	2-14
表 2.2-6	貧困率	2-14
表 2.2-7	ヌワラエリヤの文化的重要箇所	2-14
表 2.2-8	中部州の産業部門別 GDP (現在価格)	2-15
表 2.2-9	ヌワラエリヤ県の観光客数と収入 (ハッガラ植物園およびホートンプレインズ国立公園) Source: Annual Statistical Reports- Sri Lanka Tourism Development Authority (Annual Reports of 2011,2012,2013,2014)	2-15
表 2.2-10	ヌワラエリヤ県の月平均家庭所得と内訳 (2012/13 年度)	2-17
表 2.2-11	ヌワラエリヤの土地利用	2-18
表 2.2-12	ヌワラエリヤ MC の土地利用	2-18
表 2.2-13	ヌワラエリヤ MC における飲料水施設の整備状況	2-20
表 2.2-14	利用種別ごとの水道消費状況	2-20
表 2.2-15	ヌワラエリヤ MC における衛生施設の整備状況	2-21
表 2.2-16	ヌワラエリヤ MC における固体廃棄物の発生元	2-22
表 2.2-17	ヌワラエリヤ MC における廃棄物の組成	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	想定流入水質及び許容放流基準	4-7
表 5.1-1	6都市における水道、下水道事業の実施体制	5-1
表 5.1-2	ヌワラエリヤ 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 5.2-2	ヌワラエリヤ MC で必要となる業務とそれを担当する部署	5-6
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	ヌワラエリヤ MC の財務状態計算書	7-1

表 7.1-2	ヌワラエリヤ MC の収支計算書 .....	7-2
表 7.1-3	ヌワラエリヤ MC のキャッシュフロー計算書 .....	7-2
表 7.1-4	ヌワラエリヤ MC の観光施設入場料収入の傾向 .....	7-3
表 7.1-5	2015 年におけるヌワラエリヤ MC 水道部門の収支 .....	7-4
表 7.1-6	ヌワラエリヤ MC の水道部門の収支の傾向 .....	7-4
表 7.2-1	都市 M/P で提案される下水道料金単価の計算ヌワラエリヤ MC.....	7-8
表 7.2-2	NWSDB の下水道料金単価（第 3 回値上分）の計算ヌワラエリヤ MC .....	7-8
表 7.2-3	改訂された下水道料金表の例：家庭用（2024 年時点） .....	7-10
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） .....	7-10
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
表 9.2-1	リスクと緩和策 .....	9-1

## 掲載図一覧

図 1	ヌワラエリヤ下水道整備計画.....	S-1
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	ヌワラエリヤ地域の排水系と表流水域.....	2-4
図 2.1-6	調査位置図.....	2-6
図 2.1-7	ヌワラエリヤにおける汚染の状況.....	2-7
図 2.1-8	グレゴリー湖の環境保護区域.....	2-9
図 2.2-1	ヌワラエリヤ MC の行政区画.....	2-12
図 2.2-2	ヌワラエリヤ県（ハッガラ植物園およびホートンプレインズ国立公園）における観光客数.....	2-16
図 2.2-3	ヌワラエリヤ県（ハッガラ植物園およびホートンプレインズ国立公園）における観光収入.....	2-16
図 2.2-4	月当り家庭所得の比較.....	2-17
図 2.2-5	ヌワラエリヤの土地利用.....	2-19
図 2.2-6	ヌワラエリヤ廃棄物処分場.....	2-23
図 3.1-1	ヌワラエリヤにおける M/P 地域.....	3-4
図 4.1-1	ヌワラエリヤ下水道整備計画.....	4-1
図 4.3-1	窒素の挙動.....	4-3
図 4.3-2	Kandy 下水処理場 (14,000m <sup>3</sup> /d, 窒素除去 OD 法).....	4-4
図 4.3-3	オキシデーションディッチ法のフロー.....	4-4
図 4.3-4	候補地（左：南側より、右：北側より）.....	4-5
図 4.3-5	下水処理場配置図.....	4-6
図 4.3-6	汚泥処理のフロー.....	4-8
図 4.3-7	圧入型スクリープレス脱水機の構造.....	4-8
図 4.3-8	汚泥の最終処分法.....	4-9
図 4.3-9	堆積型コンポスト設備.....	4-9
図 5.2-1	現在の NWSDB 下水道部門の組織図.....	5-4
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.....	5-5
図 7.1-1	ヌワラエリヤ MC、ビクトリア公園入場料収入の傾向.....	7-3
図 7.1-2	ヌワラエリヤ MC、グレゴリー湖入場料収入の傾向.....	7-3
図 7.1-3	ヌワラエリヤ MC、ムーンプレイン入場料収入.....	7-3
図 7.1-4	ヌワラエリヤ MC、入場料収入合計.....	7-3
図 7.1-5	ヌワラエリヤ MC の水道部門の収支の傾向.....	7-5
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.....	7-6
図 7.2-2	料金値上げの実施スケジュール例.....	7-7
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）.....	7-9
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）.....	7-9
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	晴天時平均下水流量
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	マハウエリ河川事務所
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

MOCPCS	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	Pradeshiya 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

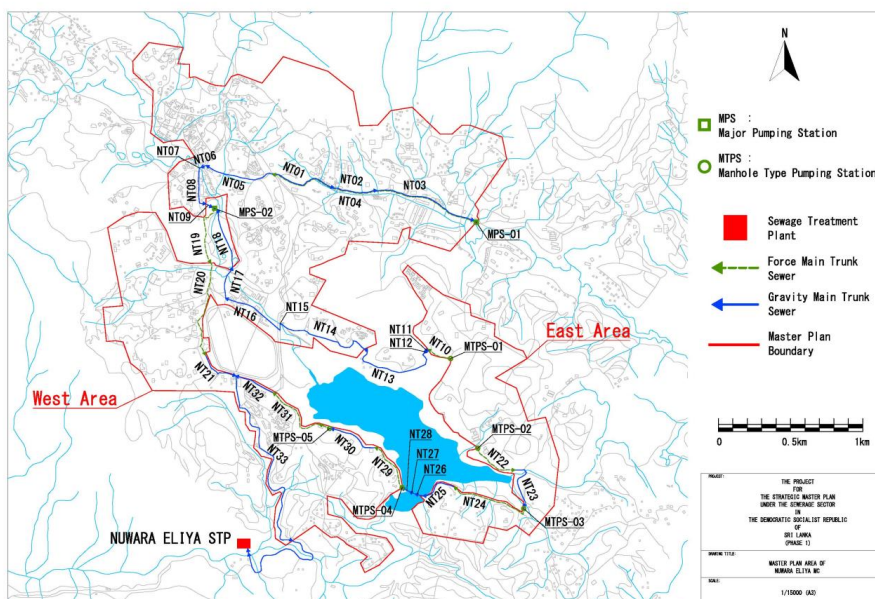
第1章では本プロジェクト及び成果の一つであるスリランカ全土を対象とした「戦略的下水道マスタープラン」の策定の背景を説明した。そして、「戦略的下水道マスタープラン」では下水道を整備する15の優先都市やこの優先15都市から「都市下水道マスタープラン」を策定する下記の5都市の選定経緯について説明した。

- 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
- ヌワラエリヤ
- デヒワラ・マウントラビニア

第2章ではヌワラエリヤ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を述べ、自然環境では環境保護区であるグレゴリー湖では汚水に由来する Biochemical Oxygen Demand (BOD：生物化学的酸素要求量) や大腸菌群数の増加が確認され人の活動による水質悪化を示している。また、社会環境ではヌワラエリヤが属するヌワラエリヤ県の平均家庭所得は全国平均を17%下回り、下水道整備を行う場合より効率的に下水を収集・排除できる地域をサービスエリアとしなければならないことを示している。

第3章では下水道計画の基本条件を説明した。具体的には計画目標年次2046年、下水道サービスエリアはヌワラエリヤの中心市街地の515ha、下水道供用人口19,100人、日最大汚水量約4,700m<sup>3</sup>/日と設定した。

第4章では下水道の基本計画と設計を説明した。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。下水処理方式は維持管理が容易で窒素除去などの高度処理に対応できるキャンディで採用した窒素除去オキシデーションディッチ法とした。また、汚泥処理はスクリュープレス脱水機による機械脱水+コンポスト処理とした。



Source: JET

図1 ヌワラエリヤ下水道整備計画

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。ヌワラエリヤの水道事業はヌワラエリヤ MC が行っているため、運営維持管理は MC が行うことが望ましいと提案した。ただし、下水処理場の維持管理は技術者の確保が難しいと考えられるため、National Water Supply & Drainage Board (NWSDB：国家上下水道公社) に運転維持管理を委託することをすした。そして、事業の計画から建設までは工事監理業務の経験が豊富な NWSDB に委託するほうが効率的である。

第6章では事業費を積算した。具体的には、表1に示す内容で総額約79億円(税抜)、維持管理費は年間0.52億円となった。

表1 概算事業費

		Amount		Total Amount	Total Amount
		L.C. (LKR)	F.C. (JPY)	LKR	JPY
1	Construction Cost				
	A Nuawra Eliya STP (Q=4,700m <sup>3</sup> /day)	786,161,039	758,016,000	1,770,597,403	1,363,360,000
	B Trunk Sewer & Pump Station	1,544,441,000	1,168,923,000	3,062,523,000	2,358,143,000
	C Branch Sewer & Pump Station	1,048,513,000	352,170,000	1,505,877,000	1,159,525,000
	D House Connection	477,500,000	0	477,500,000	367,675,000
	Sub-total of 1(A-D)	3,856,615,039	2,279,109,000	6,816,497,403	5,248,703,000
2	Administration cost	484,000,000	0	484,000,000	372,680,000
3	Consulting cost	374,000,000	682,000,000	1,259,714,000	969,980,000
4	Physical contingency for construction cost	239,000,000	125,000,000	401,338,000	309,030,000
5	Price escalation for construction cost	926,000,000	218,000,000	1,209,117,000	931,020,000
6	Land acquisition and compensation	-	-	-	-
7	Interest during construction	0	64,000,000	83,117,000	64,000,000
8	Front-end Fee	0	15,000,000	19,481,000	15,000,000
9	Tax and duty	1,753,000,000	0	1,753,000,000	1,349,810,000
	Sub-total of (2-9)	3,776,000,000	1,104,000,000	5,209,766,000	4,011,520,000
	Total including Tax and Duty	7,632,615,039	3,383,109,000	12,026,263,000	9,260,223,000
	Total excluding Tax and Duty	5,879,615,039	3,383,109,000	10,273,263,000	7,910,413,000
	Eligible Portion (1, 3, 4, 5 and 7)	5,395,615,039	3,368,109,000	9,769,783,000	7,522,733,000
	Non-Eligible Portion (2, 6, 8 and 9)	2,237,000,000	15,000,000	2,256,481,000	1,737,490,000

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はヌワラエリヤ MC が下水道事業を行う場合の下水道料金で、ケース2はNWSDBが運営している全国の下水道利用者からの収入を考慮して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50.42 Sri Lanka Rupee (LKR：スリランカルピー) /m<sup>3</sup>、ケース2では39.66LKR/m<sup>3</sup>で両料金とも世銀の家庭の支払可能性の上限を下回っていた。

第8章では環境社会配慮について検討した。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、ヌワラエリヤの下水道事業は、世界的観光地で観光人口も大きく、観光資源であるグレゴリー湖の水質保全のためには下水道の効果は大きく、その事業実施優先度は極めて高い。また、水道及び最終処分場は日本の支援により建設され、水の上流(上水道)から下流(下水道)まで支援することで支援の相乗効果が高まる。

本プロジェクトでは下水処理場用地は確認されているものの、中継ポンプ場の位置などは確定されておらず、F/S実施する場合には同期間中にその位置及び必要面積を確定し、下水処理場用地と合わせて早期の取得を行うようにすべきである。また、下水処理場用地は森林局の山のふもとの用地を造成し、アクセス道路として川に橋をかけることになる。よって、事業実施期間中のプロジェクトコストの上昇を防ぐため、F/Sを実施する場合、同調査においては地質調査等の基礎調査を行い建設コストの積算に注意する必要がある。

## 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) 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-④）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、「ヌワラエリヤ」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、ヌワラエリヤ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

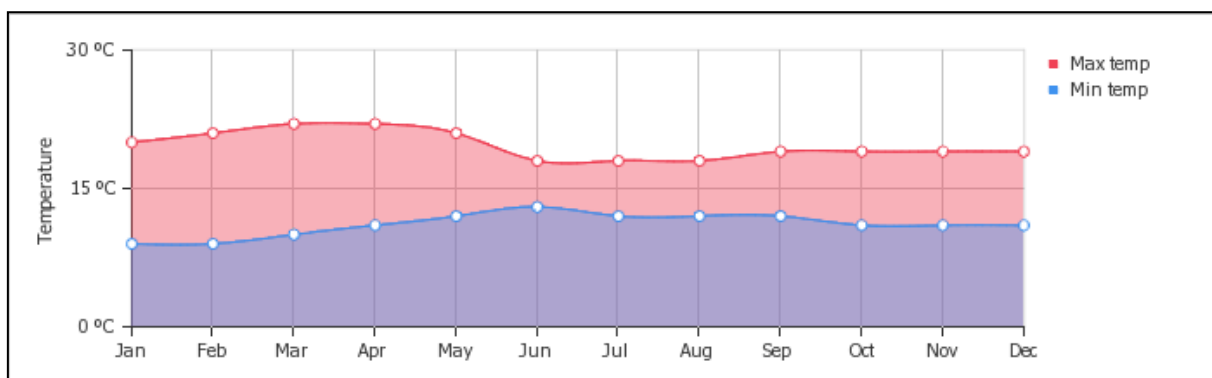
#### 2.1.1 気象

##### (1) 概況

ヌワラエリヤはスリランカの中部州に位置し、北にキャンディ県、北西にケーガッラ県、南西にヘラトゥナプラ県、東にバドゥッラ県という4県によって囲まれている。大きな特徴として、最高降雨量と最低温度がこの地区にて記録されていることが挙げられる。

##### (2) 気温

当地区では温度は比較的低温で、平均最高気温は16°Cから27°C程度で推移している。最低気温は7.2°Cにまで低下する。

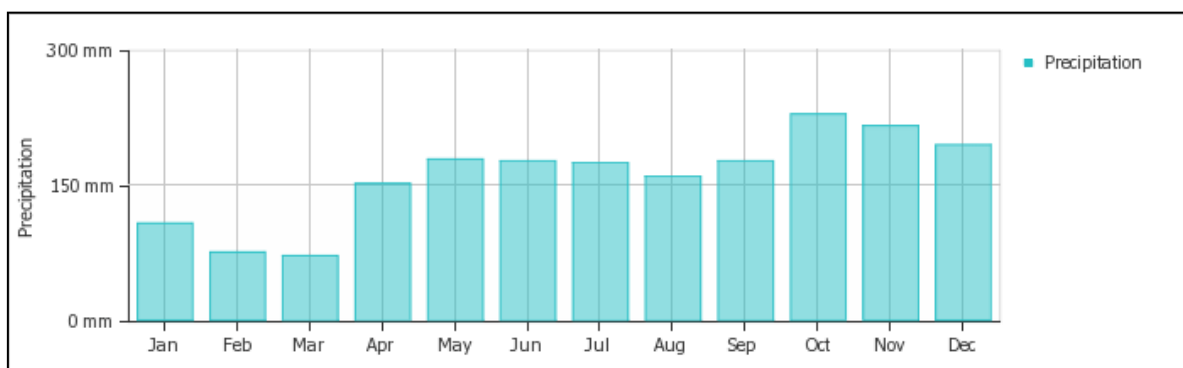


Source: JET, using Department of Meteorology data

図 2.1-1 月別平均最高・最低気温

##### (3) 降水量

主に東南および北西モンスーンによる降雨が顕著である。北東モンスーンは6月に始まり、9月まで大雨と風をもたらす。年間平均降雨量は2,500 mmである。Watawalaではスリランカ最高の年間降雨量5,588 mmを観測したことがある。



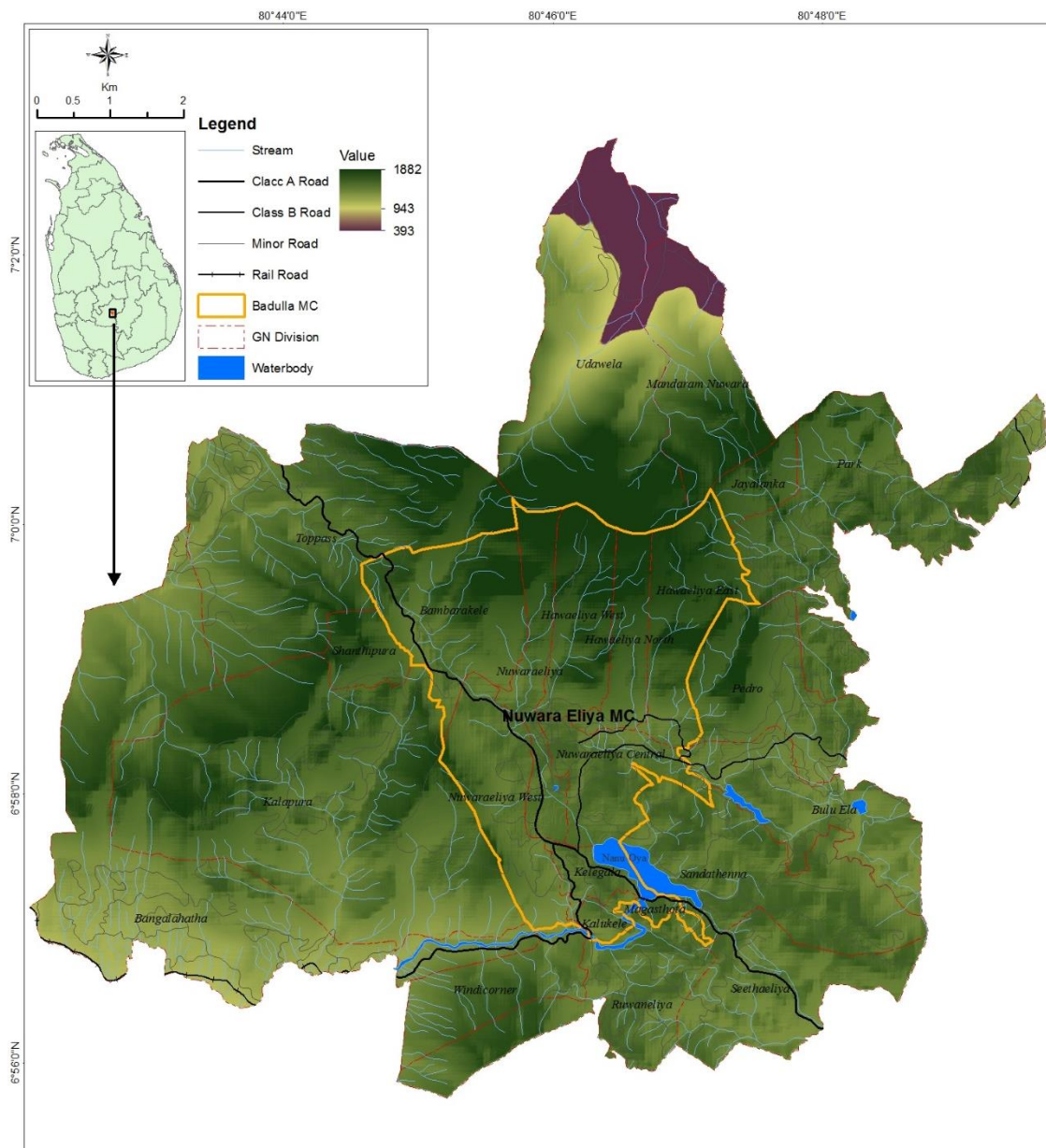
Source: JET, using Department of Meteorology data

図 2.1-2 月平均降水量

### 2.1.2 地形

ヌワラエリヤは標高 1,868m に位置している。当地域の地形図を図 2.1-3 に示す。

自然地理学的に、ヌワラエリヤは国の最高準平原の中心に位置している。ヌワラエリヤの周辺地域は、山脈、高原などにより構成されている。また峰、盆地、高原、尾根、谷や崖がある。高原となっているのは、Horton Plains、Hawa Eliya、Mipilimana、Sita Eliya と Ambewela である。河川は、中央山脈を横断するマハウエリ川以外は急流となっている。



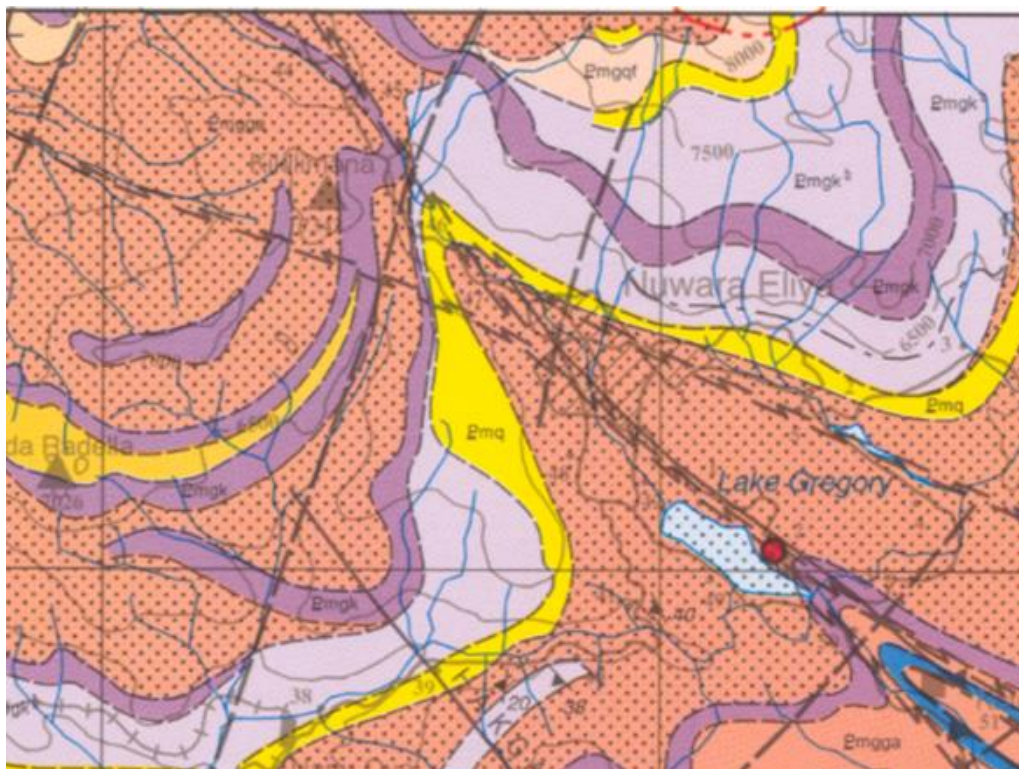
Source: Survey Department of Sri Lanka

図 2.1-3 プロジェクト対象地域の地形図



### 2.1.3 地質

当地域は先カンブリア紀の複合的高地地質である。グラニュライト相岩（片麻岩、シリマナイト、グラファイト片麻岩、珪岩、大理石、および数種のチャルノック岩）がヌワラエリヤの面積の大部分を占めている。一般的に高密度な土壤断面がカバーするエリアでは、岩床の確認が多くの場所では困難である。また石英岩が地滑りの起因となっている。当該地域地質図を図 2.1-4 に示す。



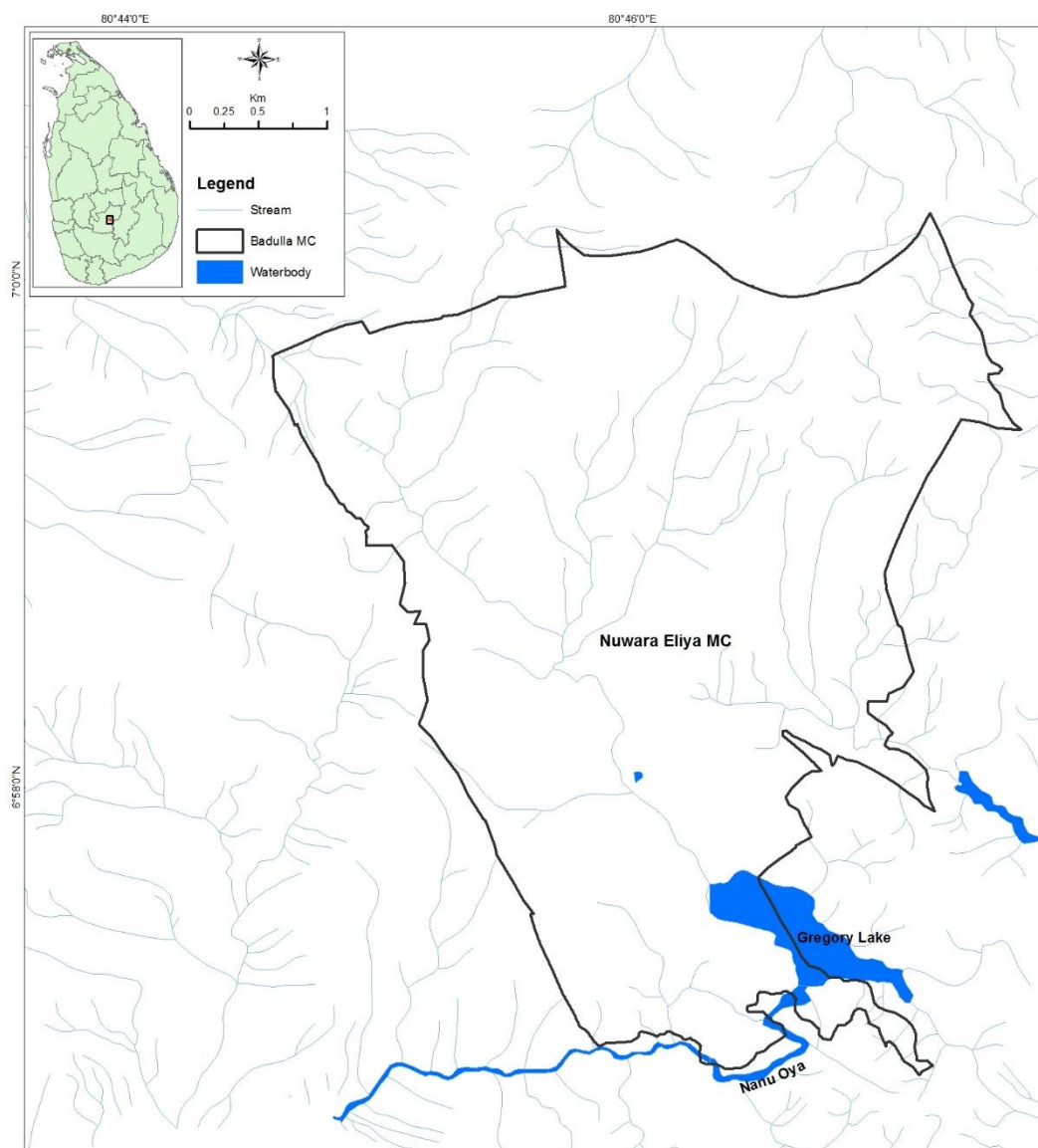
Pmq- Quartzite  
Pmga- Garnet Sillimanite Biotite Gneiss  
Pmgk- Charnockitic Gneiss  
Source: Geological Survey and Mines Bureau

図 2.1-4 プロジェクト対象地域の地質図

### 2.1.4 水文

ヌワラエリヤ地区はマハウェリ、Kelani と Walawe の河川によって流出系統が形成される。交差断面による険しい断崖からの河川は落差を得て滝を形成している。

ヌワラエリヤ MC においては、主排水路の全てがグレゴリー湖に向かって流れている。グレゴリー湖は、ヌワラエリヤ市内に位置する人工湖である。この湖の主要な流入河川は Pidurutalagala Peak に由来する Nanu Oya 川である。流域内河川のほとんどは、商業的農業の発展に伴い長年にわたって改修されている。当地域の排水系と表流水域は、図 2.1-5 に示す通りである。



Source: Survey Department of Sri Lanka

図 2.1-5 ヌワラエリヤ地域の排水系と表流水域

## 2.1.5 水質および水量

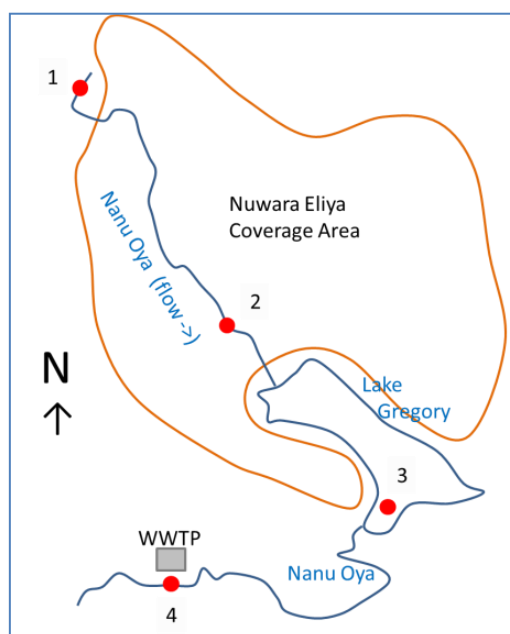
### (1) 水質

ヌワラエリヤにおいて、簡易的に採水が可能な地点を調査対象地域内から選定し、スリランカ下水放流基準項目及び環境基準項目（案）に該当する測定項目に関して水質調査を行った。結果を表 2.1-1 に、調査位置図を図 2.1-6 に示す。

表 2.1-1 水質調査結果（ヌワラエリヤ）

Nuwara Eliya		1	2	3	4	Criteria
pH	-	8.5	8.5	8.8	8.4	-
Temperature	°C	17.3	18.1	22.1	20.7	-
Odor	-	unobjectionable				ND
Color	mg Pt/L	30	<15	<15	27	100
EC	uS/cm	69	126	124	127	700
Turbidity	NTU	6	10	56	27	-
Total Suspended Solids (TSS: 浮遊物質)	mg/l	3	12	34	14	40
TDS	mg/l	56	90	80	90	-
DO	mg/l	6.1	2	7.7	7	5
BOD	mg/l	<4	<4	12	<4	4
COD	mg/l	<4	19	44	42	15
Nitrate	mg/l	0.64	1.22	0.3	1.22	10
Ammonia	mg/l	0.08	0.11	<0.02	0.32	0.59
T-P	mg/l	0.05	0.13	0.19	0.15	-
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> - P	mg/l	0.04	0.11	0.13	0.11	0.4
Cl	mg/l	2.5	7	7	7.7	600
T-N	mg/l	0.75	0.85	0.36	1.6	-
Fecal Coliform	/100ml	93	3x10 <sup>2</sup>	3x10 <sup>2</sup>	100	1x10 <sup>3</sup>
Total Coliform	/100ml	18x10 <sup>4</sup>	68x10 <sup>4</sup>	20x10 <sup>5</sup>	10x10 <sup>5</sup>	1x10 <sup>4</sup>

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



Source: JET

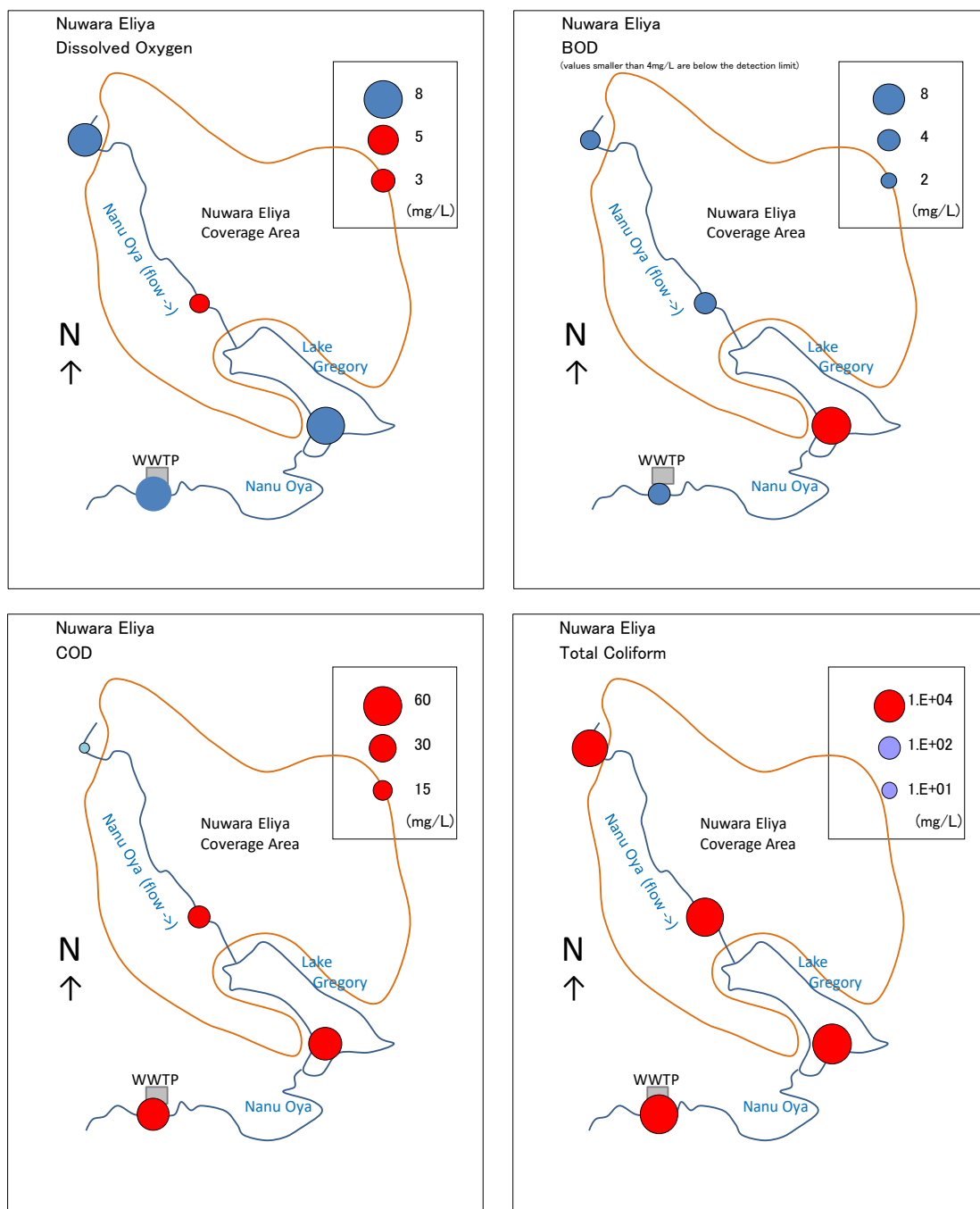
## 図 2.1-6 調査位置図

ヌワラエリヤ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、カテゴリーC（魚類および水生生物水域）を参照した。カテゴリー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ーD、E、Fより最低値を採用した。（なお、カテゴリー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、DO、BOD、COD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。

調査地点に関し、地点-1は下水道整備対象地域の上流、地点-2はその下流側、地点-3はグレゴリー湖内、地点-4は最下流（処理場放流域）である。これら地点に注目すると、以下の4パターンの汚染が確認できる。（図 2.1-7）

DOの分布より、下水道整備地区（市街地）による汚染が分かる。DO値は、その後希釈および攪乱により上昇している。BOD分布からは、湖における有機物の蓄積が、またCOD分布より市街地からの汚染および湖における蓄積の両方が観察される。また大腸菌の分布からは、全体的な汚染状況が確認された。



\*) 赤印は目安以上の地点を示す  
 Source: JET

図 2.1-7 ヌワラエリヤにおける汚染の状況

## (2) 下水道整備により期待される効果

上記の通り、ヌワラエリヤ地区においては、DO、BOD、COD および Total Coliform の分布に示されるような汚染状況が見られる。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 による湖への負荷や、COD による河川および湖への負荷は、活性汚泥による有機物分解により低減される。また Total Coliform は消毒により大幅に減少する。

以上から、下水道整備によるヌワラエリヤの水環境向上は、十分に効果が見込まれる。

## (3) 水量

2016年9月2日、ヌワラエリヤにおいて行われた流量調査結果は以下の通りである。

表 2.1-2 流量調査結果

Station	Flow Rate (m <sup>3</sup> /s)	Increase Rate (%)	Date
3	0.577	-	02-09-2016
4	0.985	70.71	
7	1.488	51.11	

Source: JET

### 2.1.6 環境条件

#### (1) 大気質

関連機関への訪問調査の結果、ヌワラエリヤにおける近年の大気質データは無いことが分かった。

現況では、A5、A7 ハイウェイ、B332 やその他の道路沿いにおける車両の排気により、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。

#### (2) 騒音・振動

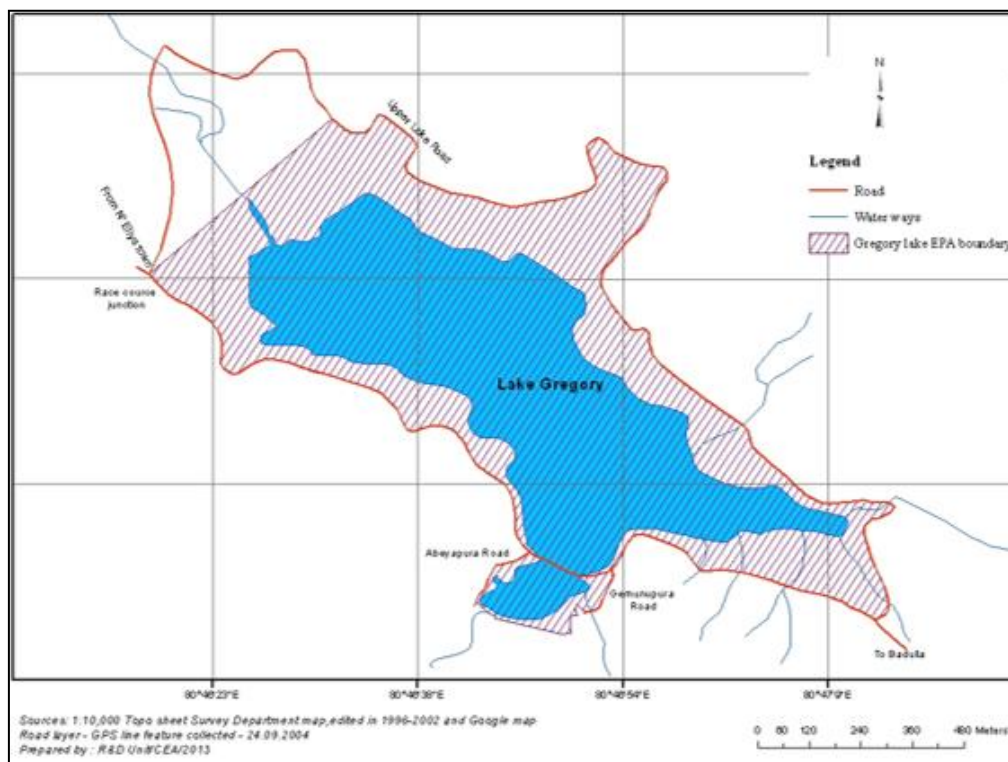
関連機関への訪問調査の結果、ヌワラエリヤにおける近年の騒音・振動データは無いことが分かった。

当該地域の現在の騒音や振動は、建設、交通、工業、商業活動等に起因している。また A5、A7 ハイウェイ、B332 やその他の道路沿いではピーク時や夜間にも大量の交通があり、騒音の原因となっている。これらの都市活動が、対象地域内において高いノイズレベルに起因している。

### 2.1.7 保護区

#### (1) グレゴリー湖環境保護区

グレゴリー湖は、英国植民地時代（1872～1877年）の間に Nanu Oya をせき止めて造られた。その歴史と自然資源を考慮し、Central Environmental Authority（CEA：中央環境局）は、グレゴリー湖の図 2.1-8 に示す範囲を環境保護区として定めた（Section 24 C and 24 D of National Environmental Act in the Government Gazette Notification Number 1487/10 (5-March 2007)）。



Source: JET

図 2.1-8 グレゴリー湖の環境保護区域

## (2) Galway's Land 国立公園

Galway's Land 国立公園は、ヌワラエリヤの市域内に位置する小さな国立公園 (0.29 km<sup>2</sup>) であり、1938 年 5 月 27 日に野生生物保護区となった。その後、山岳生態系を保全するため、2006 年 5 月 18 日に国立公園に昇格した。また、スリランカで最も重要な野鳥観察箇所の一つとして、ヌワラエリヤ、Galway's Land のビクトリア公園が挙げられている。Galway's Land は約 20 の希少な渡り鳥と 30 の在来種を保有している。また公園内には、原生および外国原産の貴重な花の種も存在する。

この森林保護区では、Hadun diviya、ベンガルヤマネコ属の *rubiginosus phillipsi*、Weli Muwa、ホエジカ類およびその他の一般的な動物の生息が確認されている。

## 2.1.8 動植物

ヌワラエリヤ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 ヌワラエリヤ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		
Insects	Butterflies	Pieridae	5 species	<i>Catopsila Pomona</i> (Common emigrant)	LC
				<i>Appias galena</i> (Lessor albatros)	LC
		Papilionidae	15 species	<i>Papilio polymnestor</i> (Blue mormon)	LC
				<i>Troides darsisus</i> (Sri Lankan birdwing)	LC
Gastropods	Snails/slugs		8 species		LC

Class	Type	Taxa		Significant Species (common name)	Conservation Status (IUCN 3.1)	
		Family	Species			
Amphibians	Frogs	Rhacophoridae	18 species	<i>Pseudophilautus reguis</i>	Def	
		Ranidae		<i>Hylarana gracilis</i> (Gravenhorsts frog)	LC	
		etc				
Reptiles	Crocodiles			<i>Crocodylus palustris</i> (Marsh crocodile)	VU	
	Tortoises		3 species			
	Lizards		7 species	<i>Chamaeleo zelanicus</i> (Indian chameleon)	LC	
	Geckos		10 species	<i>Geckoella yakhuna</i> (Northern sri Lanka gecko)	VU	
				<i>Cnemaspis podihuna</i> (Deraniyagala day gecko)	VU	
	Skinks		8 species	<i>Eutropis madaraszi</i> (Spotted skink)	VU	
	Monitor Lizards	Varanadae	2 species	<i>Varanus bengalensis</i> (Bengal monitor)	LC	
	Snakes		40 species	<i>Varanus salvator</i> (Asian water monitor)	LC	
Birds				<i>Pavo cristatus</i> (Indian peacock)	LC	
				<i>Gallus lafayetii</i> (Sri Lankan Jungle fowl)	LC	
				<i>Galloperdix bicalcarata</i> (Sri Lanka spurfowl)	LC	
	Horn bills					
	Woodpeckers					
	Kingfishers					
	Bee eaters					
	Fly catchers					
	Pigeons					
					<i>Pelecanus philippensis</i> (Spot-billed pelican)	NT
					<i>Anhinga melanogaster</i> (Oriental dater)	NT
					<i>Phalacrocorax fuscicollis</i> (Indian cormorant)	LC
					<i>Haliaeetus leucogaster</i> (White-bellied sea eagle)	LC
Mammals	Primates	Cercopithecidae		<i>Macaca sinica</i> (Toque macaque)	EN	
				<i>Semnopithecus vetulus</i> (Purple-faced langur)	EN	
				<i>Paradoxurus zeylonensis</i> (Golden palm civet)	VU	
				<i>Lutra lutra</i> (Eurasian otter)	NT	
				<i>Herpestes vitticollis</i> (Stripe-necked mongoose)	LC	
				<i>Prionailurus viverrinus</i> (Fishing cat)	VU	
				Tragulidae	<i>Moschiola kathygre</i> (Yellow-striped chevrotain)	LC
Fish				<i>Oreochromis mossambicus</i> (Mozambique tilapia)	NT	
				<i>Oreochromis niloticus</i> (Nile tilapia)	NA	
				<i>Labeo rohita</i> (Rohu)	LC	
				<i>Carassius auratus</i> (Goldfish)	Dom	
				<i>Hypothalmichthys molitrix</i> (Silver carp)	NT	
				<i>Cirrhinus mrigala</i> (Mrigal carp)	VU	
				<i>Catla catla</i> (Indian carp)	LC	
				<i>Arishichthys nobilis</i> (Bighead carp)	Def.	
				<i>Clarias brachysoma</i> (Walking catfish)	NT	
				<i>Channa striata</i> (Snakehead murrel)	LC	
	Puntius		<i>Puntius singhala</i>	NA		
	Rasbora					
				<i>Garra ceylonensis</i> (Ceylon long sucker)	NA	

Sources:  
 Manamendraarachchi and Adikari (2014)  
 IUCN Redlist  
 JET

: Legend: IUCN 3.1 scale



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



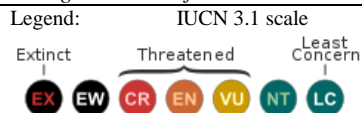
表 2.1-4 ヌワラエリヤ周辺で見られる主な植物類

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
Rutaceae		<i>Chloroxylon swietenia</i> (Ceylon stainwood)	VU
Malvaceae		<i>Berrya cordifolia</i> (Trinomalee wood)	VU
Meliaceae		<i>Azadirachta indica</i> (Neem wood)	LC
Moraceae		<i>Artocarpus heterophyllus</i> (Jackfruit)	LC
Anacardiaceae		<i>Mangifera indica</i> (Mango)	LC
Anacardiaceae		<i>Anchardium occidentale</i> (Cashew)	LC
Anacardiaceae		<i>Mangifera zeylanica</i> (Eth amba)	VU
Arecaceae		<i>Cocus nucifera</i> (Coconut)	LC
Lamiaceae		<i>Tectona grandis</i> (Teak)	LC
Fabaceae		<i>Gliricidia sepium</i>	LC
Fabaceae		<i>Leucaena leucocephala</i> (White leadtree)	LC
Ebenaceae		<i>Diospyros ebenum</i> (Ceylon ebony)	LC
		<i>Felicium leucocephala</i>	
Lamiaceae		<i>Vitex altissima</i>	LC
Rubiaceae		<i>Canthium dicoccum</i>	
Ochnaceae		<i>Ochna obtusata</i>	LC
Alangiaceae		<i>Alangium salvifolium</i>	LC
		<i>Mixcomwlum minurum</i>	
		<i>Drypetes lanceolate</i>	
Celastra		<i>Gymnosporia emarginata</i>	
Salviniaceae		<i>Salvinia molesta</i> (Kariba weed)	LC
Pontederiaceae		<i>Eichhrnia crassipes</i> (Water hyacinth)	LC
Typhaceae		<i>Typha angustifolia</i> (Narrowleaf cattail)	LC
Araceae		<i>Pistia stratiotes</i>	LC
Anisophyleaceae		<i>Anisophyllea cinnamomoides</i> (Weli piyanna)	VU
Asteraceae		<i>Vernonia zeylanica</i> (Ironweed)	LC
Apocynaceae		<i>Willughbeia cirrhifera</i>	VU

Source:

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

Legend:

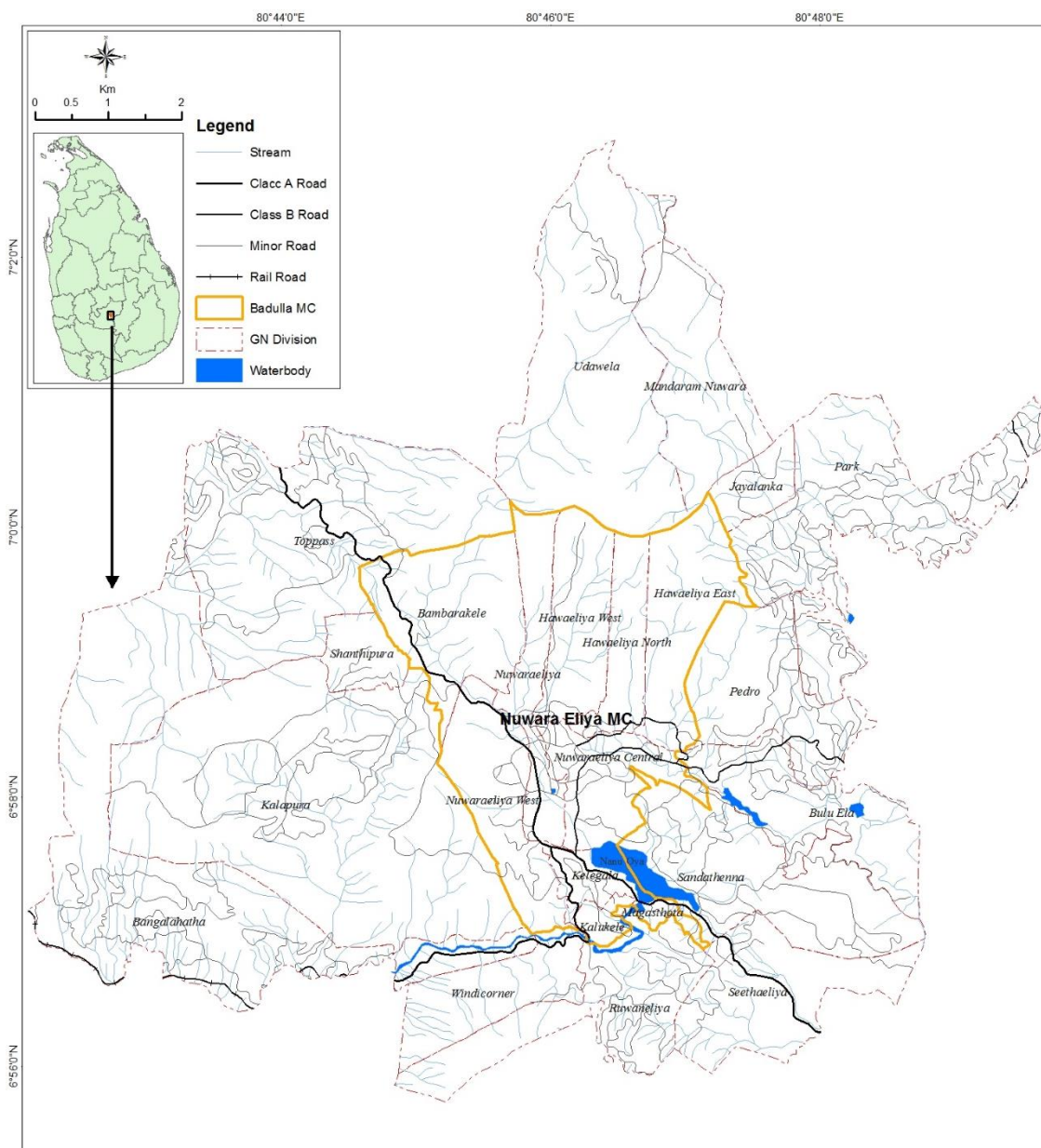


Dom: Domesticated  
 Def: Data deficient  
 NA: Data not available

## 2.2 社会環境

### 2.2.1 行政制度

ヌワラエリヤ MC は、市の発展に関わるあらゆる事業の管理のため 1949 年に設立され、市内で行われた全計画を担当してきた。MC は、ヌワラエリヤ部門事務局 (DSD)、ヌワラエリヤ県、中部州、スリランカの下位に属する。ヌワラエリヤ MC 区の総面積は 13 km<sup>2</sup> であり、10 区からなる。中部州は 5,674 km<sup>2</sup> であり、ヌワラエリヤ県は 1,741 km<sup>2</sup>、ヌワラエリヤ DSD は 478 km<sup>2</sup> である。ヌワラエリヤ MC の行政区域の詳細は、図 2.2-1 に示す通りである。



Source: Survey Department of Sri Lanka

図 2.2-1 ヌワラエリヤ MC の行政区画

## 2.2.2 人口統計

スリランカ国勢調査統計局によると、ヌワラエリヤ DSD の人口密度は 454 人/km<sup>2</sup>、ヌワラエリヤ県は 421 人/km<sup>2</sup>、中部州は 465 人/km<sup>2</sup>であった。なお、ヌワラエリヤ MC の 2012 年の人口は 30,129 人であった。GND および性別に基づく人口は表 2.2-1 の通りである。

表 2.2-1 ヌワラエリヤ MC の人口

Name of GND	Total	Male		Female	
		No	%	No	%
Hawaeliya East	2,273	1,080	48%	1,193	52%
Bambaralkele	3,143	1,508	48%	1,635	52%
Nuwara Eliya West	2,481	1,353	55%	1,128	45%
Kalapura	3,465	1,726	50%	1,739	50%
Nuwara Eliya	1,290	708	55%	582	45%
Nuwara Eliya Central	4,292	2,016	47%	2,276	53%
Hawaeliya North	2,216	1,044	47%	1,172	53%
Hawaeliya West	2,072	1,014	49%	1,058	51%
Bulu Ela	1,751	846	48%	905	52%
Sandathanna	2,816	1,398	50%	1,418	50%
Kalegala	1,829	857	47%	972	53%
Kalukele	1,093	512	47%	581	53%
Magasthota	1,408	705	50%	703	50%
Total	30,129	14,767	49%	15,362	51%

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

## 2.2.3 保健・疾患

年齢グループに基づく、全国およびヌワラエリヤ県の慢性疾患率は以下の通りである。数値から、ヌワラエリヤ地区の数値が国の値以下であることがわかる (表 2.2-2)。

表 2.2-2 年齢階級別の慢性疾患率

	Less than 15 years	15-24 years	25-59 years	60 and above
Nuwara Eliya District	2.8%	3.4%	14.5%	51.7%
Sri Lanka	2.8%	3.3%	18.5%	55.2%

Source: National Survey on Self-reported Health in Sri Lanka 2014, DCS

15 歳以上の人口の糖尿病および高血圧の有病率は、ヌワラエリヤ地区がスリランカの平均値を下回っている (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
Nuwara Eliya District	3.0%	6.6%
Sri Lanka	7.2%	9.2%

Source: National Survey on Self-reported Health in Sri Lanka 2014, DCS

## 2.2.4 宗教・民族

宗教別のヌワラエリヤ地区人口は表 2.2-4 に示す通りである。

表 2.2-4 宗教別人口

Buddhist	Hindu	Islam	Roman Catholic	Other Christian	Other	Nuwara Eliya District Total
276,281	361,073	21,198	32,504	14,837	707	706,600
39.1%	51.1%	3.0%	4.6%	2.1%	0.1%	

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

民族別のヌワラエリヤ地区人口は表 2.2-5 に示す通りである。

表 2.2-5 民族別人口

Sinhala	SL Tamil	Indian Tamil	SL Moor	Other	Nuwara Eliya District Total
279,814	31,797	375,911	16,958	2,120	706,600
39.6%	4.5%	53.2%	2.4%	0.3%	

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

## 2.2.5 貧困率

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

表 2.2-6 貧困率

	Poor HH %		
	1990/91	2006/07	2009/10
Sri Lanka	26.1	12.6	7.0
Central Province	30.7	18.2	8.2
Nuwara Eliya District	20.1	27.5	7.1

Source: Census and Statistics Department

## 2.2.6 歴史と文化 (遺産)

文化的に重要な箇所は、主に Hanguranketha、Kothmale、および Walapane DSD に集中している。文化遺産のほとんどは、古代の礼拝所とシンハラ王関連のものである。表 2.2-7 に代表例を挙げる。

表 2.2-7 ヌワラエリヤの文化的重要箇所

Location	Significance
Hanguranketha	Ancient cave temples
Pothgul Vihara	Rooftop made of stone slates covered in copper sheets
Arathana Raja Maha Vihara	Wood carvings from Kandyan Era
Liniyagala Maha Vihara	Wall paintings dating to 300 BC

Source: Development Plan for Nuwara Eliya Urban Development Area', Urban Development Authority

## 2.2.7 経済

### (1) 概況

ヌワラエリヤは、中部州の標高約 2,000m の高地に位置し、世界最大の紅茶の輸出元の一つである、スリランカの紅茶産業の中心地である。市郊外には、何エーカーもの紅茶の大農場と多くの紅茶工場がある。表 2.2-8 は、キャンディ、マータレー、およびヌワラエリヤを含む中部州の国内総生産（Gross Domestic Product : GDP）を示している。

表 2.2-8 中部州の産業部門別 GDP（現在価格）

		Unit: Million LKR							
No	Sector	2010		2011		2012		2013	
1	Agriculture	101,741	18.1%	113,969	17.7%	117,963	15.6%	148,885	15.5%
2	Industry	161,227	28.7%	179,054	27.8%	224,035	29.7%	336,117	35.0%
3	Services	299,776	53.3%	351,309	54.5%	433,583	57.4%	474,917	49.5%
	GDP	562,744	100.0%	644,332	100.0%	755,580	100.0%	959,918	100.0%
	GDP Share Percentage	10.0		9.8		10.2		11.1	

Source: CBSL Annual Report 2014

中部州は、国の GDP の 10~11% に貢献している。サービス産業が、州の総 GDP の 50~60% を生み出す最大の産業部門である。その主な理由の一つは、次節で述べるとおり多くの観光地が存在していることである。

### (2) 観光業

ヌワラエリヤは涼しい気候と美しい景色に恵まれた、有名観光地の一つである。また、ゴルフ場やハッガラ植物園、グレゴリー湖、ビクトリア公園などといった多くの観光施設がある。表 2.2-9、図 2.2-2、図 2.2-3 は、ヌワラエリヤ県にある 2 つの主要な観光地（ハッガラ植物園及びホートンプレインズ国立公園）の過去 4 年間の観光客数および観光収入を示している。

表 2.2-9 ニワラエリヤ県の観光客数と収入（ハッガラ植物園およびホートンプレインズ国立公園）

Year	Destination	2011	2012	2013	2014
No. of Foreign Visitors	Hakgala <sup>*1</sup>	10,092	12,489	14,713	18,071
	Horton Plains <sup>*2</sup>	29,854	39,123	34,065	69,979
No. of Local Visitors	Hakgala	500,024	587,743	511,873	578,825
	Horton Plain	166,818	184,744	46,511	198,274
Total No. of Visitors	Hakgala	510,116	600,232	526,586	596,896
	Horton Plain	196,672	223,867	80,576	268,253
Year		2011	2012	2013	2014
Revenue: Foreign Visitors (LKR)	Hakgala & Horton Plain	60,675,021	83,836,172	80,077,973	149,769,933
Revenue: Local Visitors (LKR)	Hakgala & Horton Plain	28,152,670	32,247,950	22,838,860	33,567,770
Total Revenue (LKR)	Hakgala & Horton Plain	88,827,691	116,084,122	102,916,833	183,337,703

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

Notes: \*1; Hakgala Botanical Garden, \*2; Horton Plains National Park

大部分の観光客はスリランカ人である。両観光地への外国人およびスリランカ人観光客数は、徐々に増加している。2014 年には、少なくとも 60 万人の観光客がヌワラエリヤに来ていたと考えられる。また、観光収入の合計額は急増している。現地社会における観光収入は、上述の収入だけではなく、その他の観光施設、ホテル、レストラン、移動手段、土産物屋なども含まれる。これらも含めると、社会における観光収入は上述の収入額よりも、はるかに大きな額になると予想される。

下水道システムの整備は、湖沼と河川の水環境の保全に寄与するため、下水道は観光産業と地域経済の持続的な成長に寄与することが期待される。

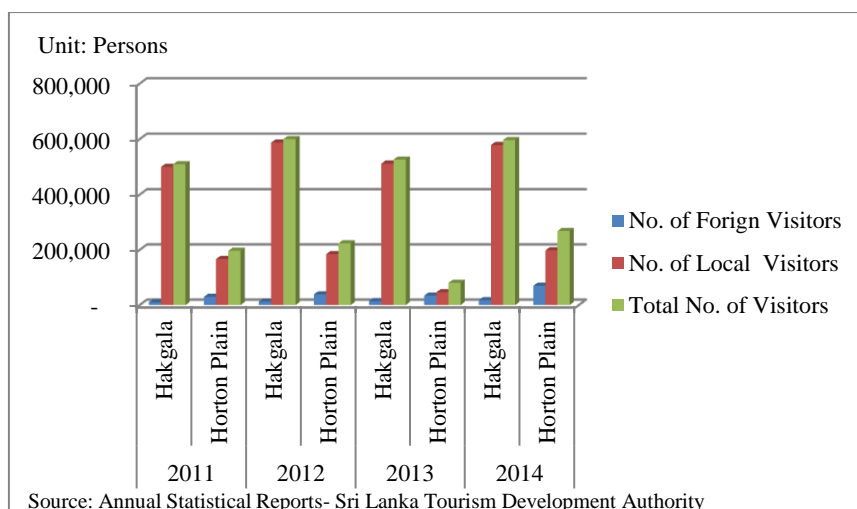


図 2.2-2 ヌワラエリヤ県（ハッガラ植物園およびホートンプレインズ国立公園）における観光客数

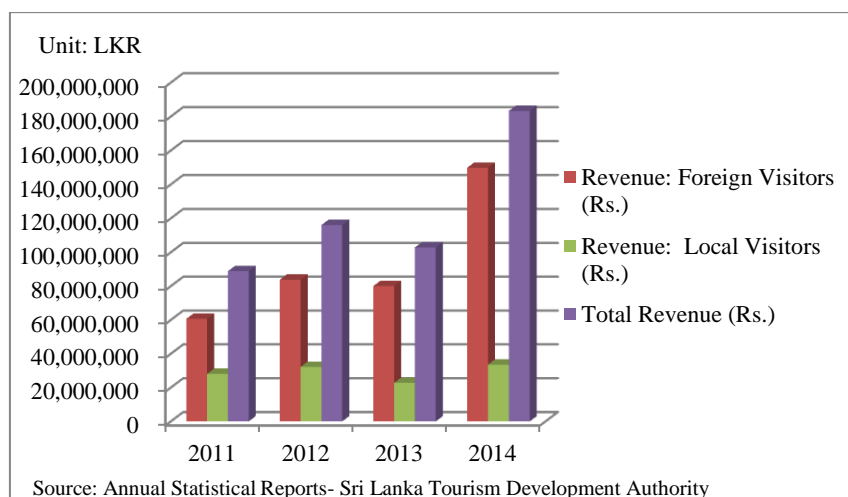


図 2.2-3 ヌワラエリヤ県（ハッガラ植物園およびホートンプレインズ国立公園）における観光収入

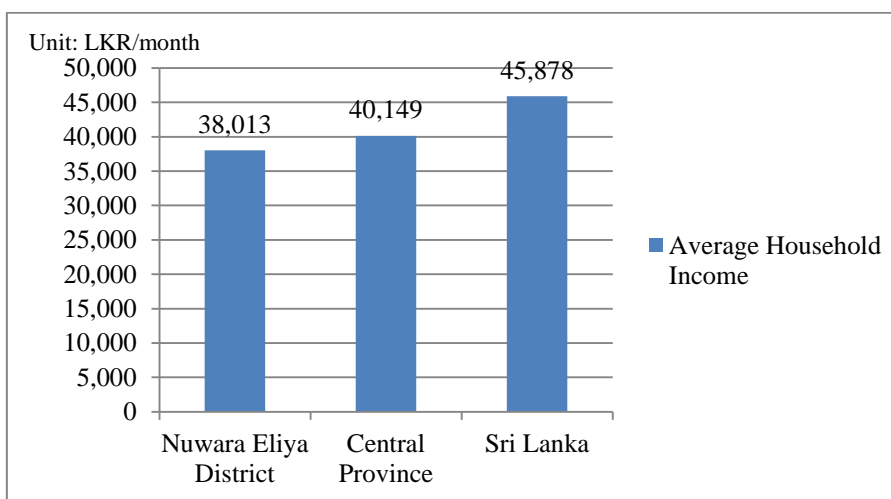
### (3) 家庭所得

平均家庭所得のデータは、「家庭所得及び支出調査 2012/2013 (Household Income and Expenditure Survey 2012/2013)」を参照し、その抜粋を表 2.2-10 及び図 2.2-4 に示した。表 2.2-10 のように、ヌワラエリヤ県の平均月家庭所得は、2012/13 年度で 38,013LKR であった。賃金・給与が 42%と、収入源のうちの最大部分を占めていた。ヌワラエリヤ県の家庭所得は国家平均よりも 17% 低く、中部州の平均よりもわずかに下回っている (図 2.2-4)。ヌワラエリヤで下水道料金が計画される場合、家庭の支払能力に特別な注意が必要である。

表 2.2-10 ヌワラエリヤ県の月平均家庭所得と内訳 (2012/13 年度)

Unit: LKR/month			
No.	Sector	Nuwara Eliya District	%
1	Average Household Income	38,013	
2	Per capita	9,074	
3	Ave. No. of Income Receivers (persons)	1.9	
4	Wage/Salaries	16,686	42.1%
5	Agricultural Activities	2,647	6.7%
6	Non-Agriculture Activities	4,798	12.1%
7	Other Cash Income	4,678	11.8%
8	Income by Adhoc Gain	5,172	13.1%
9	Non-Monetary Income	4,032	10.2%
10	Income in Kind	1,600	4.0%

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, DCS, Ministry of Policy Planning Economic Affairs

図 2.2-4 月当り家庭所得の比較

### 2.2.8 土地利用

ヌワラエリヤ県の土地利用状況を以下の表 2.2-11 に、ヌワラエリヤ MC の土地利用を表 2.2-12 と図 2.2-5 に示す。市の約 30%は住宅地、約 17%は森林、約 13%は自然保護区、約 10%は茶畑と開発可能な地区は限られている。

表 2.2-11 ニワラエリヤの土地利用

ඉඩම් ස්වභාවය Nature of land	භූමි ප්‍රමාණය (හෙක්ටයාර) Area (Hec)	ප්‍රතිශතය Percentage (%)
01.අස්වද්දන ලද කුඹුරු - Asweddumized paddy land		
1. වාරිමාර්ග - Irrigated	6,073.1	3.5
11.අහස්දියෙන් - Rainfed	76.1	0.0
02.තේ - Tea	40,826.0	23.4
03. රබර් - Rubber	23.0	0.0
04. පොල් - Coconut	8.0	0.0
05. කුරුඳු- Cinnamon	32.0	0.0
06. වෙනත් වගාවන් - Other crops	23,040.4	13.2
07.වනාන්තර- Forests		
1. ඝන වනාන්තර - Dense forests	37,073.5	21.3
11. විවෘත වනාන්තර - Open forests	7,577.8	4.4
111. වගා කරන ලද වනාන්තර - Planted forests	10,404.0	6.0
08.ලඳු කැළෑ හා භේන - Grass lands/Chena	16,098.0	9.2
09. වගුරු හා කඩොලාන කැළෑ - Marshes and Mangroves	560.4	0.3
10.ගෙවතු - Home gardens	13,243.7	7.6
11.ජලාශ - Reservoirs	3,500.0	2.0
12.ගොඩනැගිලි- Building	2,639.8	1.5
13වැලි හා ගල් පර - Sand and Mountain	2,044.0	1.2
14. මුඩු බිම් හා අත්හැරින ලද ඉඩම් - Abandoned land	4,770.7	2.7
15.වෙනත් (සුභ භූමි, මාර්ග,සුභාන භූමි ආදිය)	6,109.5	3.5
Other (sacred places, roads,cemetery etc)		
එකතුව - Total	174,100.0	100.0

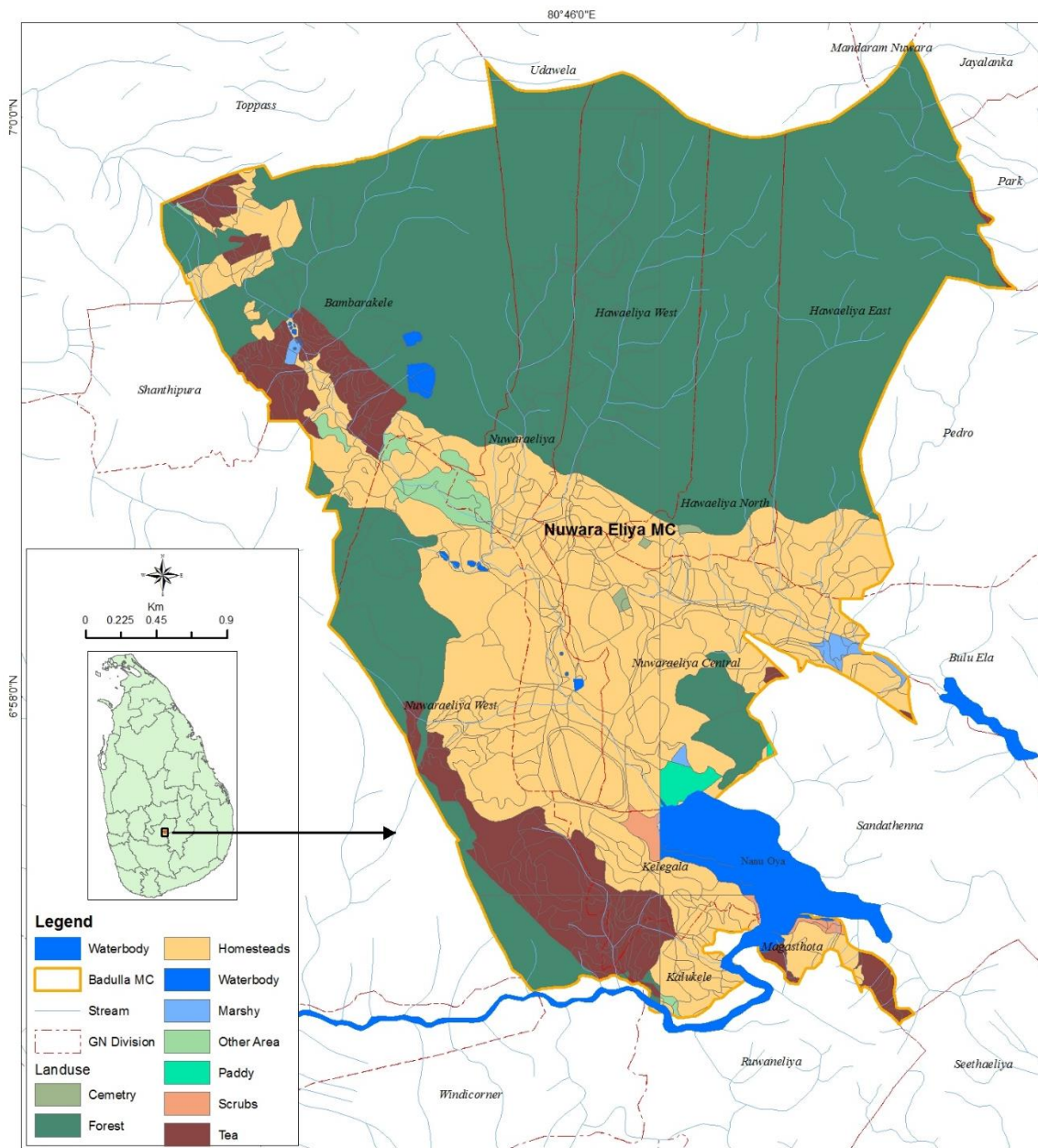
Source: District Land use Planning Office

表 2.2-12 ニワラエリヤMCの土地利用

Type of Land Use	Area (ha)
Residential Area	377
Commercial and Institutional Area	139
Agricultural Area	41
Water Area	52
Nature Conservation, Parks & Recreation	165
Tea Estate	142
Forest	231
Others	152
Total	1,299

Source: Land Use 2002- 2017 ( Nuwara Eliya Municipal Council)





Source: District Land use Planning Office

図 2.2-5 ヌワラエリヤの土地利用

## 2.2.9 水供給と衛生

### (1) 水供給

ヌワラエリヤ MC における飲料水施設の整備状況を表 2.2-13 に示す。水道普及率は 96% で MC により運営・維持管理管理されている。

表 2.2-13 ヌワエリヤ MC における飲料水施設の整備状況

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
1	Hawaeliya East	580	8	2	17	360	138	15	0	0	0	39	0	0	1
2	Bambaralkele	787	32	10	22	428	117	17	56	14	0	76	0	0	15
3	Nuwara Eliya West	578	8	1	66	301	60	130	1	1	0	10	0	0	0
4	Kalapura	840	35	141	88	58	94	180	198	0	0	46	0	0	0
5	Nuwara Eliya	272	1	4	0	205	45	11	5	0	0	0	0	0	1
6	Nuwara Eliya Central	1017	24	4	7	718	103	16	125	1	0	0	0	0	19
7	Hawaeliya North	542	8	8	2	263	77	15	125	2	0	39	0	0	3
8	Hawaeliya West	490	13	0	1	392	67	14	1	0	0	2	0	0	0
9	Bulu Ela	429	25	4	7	329	52	1	2	0	0	8	0	0	1
10	Sandathanna	683	25	79	73	331	89	58	1	3	0	16	0	0	8
11	Kalegala	453	3	0	0	379	55	16	0	0	0	0	0	0	0
12	Kalukele	289	6	2	0	205	57	5	1	0	0	12	0	0	1
13	Magasthota	377	7	0	0	265	82	19	2	0	0	0	2	0	0
	Total	7,337	195	255	283	4,234	1,036	497	517	21	0	248	2	0	49

Source: Census of Population and Housing 2012, DCS

水道水源は主に以下のもので、井戸群から供給している。

- Upper Nanu Oya 集水地域井戸群
- Upper Bomburu Ela 集水地域井戸群
- いくつかの表流水

利用者種別ごとの水道消費量を表 2.2-14 に示す。水道使用の約 70%を家庭利用が占め、商工業が約 20%程度を占めている。

表 2.2-14 利用種別ごとの水道消費状況

Year	2013	2014	2015
Type of Consumption			
Household	1,612,459	1,120,804	1,077,381
Commercial and Industrial	246,707	286,997	280,232
Institutional	50,682	70,337	118,018
Others	4,480	8,310	13,573
Total (m <sup>3</sup> /year)	1,914,328	1,486,448	1,489,204

Source: Nuwara Eliya Municipal Council

## (2) 衛生状況

ヌワエリヤ MC における衛生施設の整備状況を表 2.2-15 に示す。97% (6,852) が臭気の上昇を防ぐトラップのついたトイレを利用している。

表 2.2-15 ヌワラエリヤMCにおける衛生施設の整備状況

No.	Name of GND	Total	Water Trap Toilet	Pour Flush Toilet (Not Water Trap)	Direct Pit	Other	Not Using Toilet
1	Hawaeliya East	580	570	10	0	0	0
2	Bambaralkele	787	721	65	0	0	1
3	Nuwara Eliya West	578	493	70	15	0	0
4	Kalapura	840	721	119	0	0	0
5	Nuwara Eliya	272	262	7	1	0	2
6	Nuwara Eliya Central	1,017	965	52	0	0	0
7	Hawaeliya North	542	530	12	0	0	0
8	Hawaeliya West	490	482	8	0	0	0
9	Bulu Ela	429	420	9	0	0	0
10	Sandathanna	683	610	68	0	0	5
11	Kalegala	453	437	16	0	0	0
12	Kalukele	289	277	12	0	0	0
13	Magasthota	377	364	13	0	0	0
	Total	7,337	6,852	461	16	0	8

Source: Census of Population and Housing 2012, DCS

ヌワラエリヤMCに下水道システムはない。このため、し尿は腐敗槽により処理を行い、家庭の台所やバスルームから発生する雑排水は、公共の排水路を通じて未処理のまま最終的にNanu Oya川とBomburu Oya川に放流されている。

市の中心部や人口密集地では、腐敗槽を建設するスペースが問題となり、し尿処理が適切に行われず、水質悪化の要因となっている。また、雨季には土中への浸透が難しいため腐敗槽や浸漬槽から汚水があふれ、腐敗槽周辺を汚染している。

腐敗槽の汚泥はMCが要請に基づき引抜きを行いMoon Plain衛生埋立地で処理処分されている。

その他の排水施設としては、ヌワラエリヤ総合病院は、曝気、沈澱槽、嫌気分解槽、乾燥床からなる排水処理システムを備えている。処理された排水は塩素殺菌され、Bomburu Ela川に至る排水路に放流されている。

ヌワラエリヤMCには、水環境に影響を与えると懸念される工場はないが、自動車修理工場や、ホテル、食肉処理業者といったあらゆる産業排水及び病院の有害排水は、Environmental Protection License (EPL: 環境保護ライセンス) に従って処理が行われている。なお、EPLは中央環境局 (CEA) のヌワラエリヤ県事務所により発行されている。

## 2.2.10 廃棄物

ヌワラエリヤ MC による固体廃棄物の発生元は、表 2.2-16 のように分類されている。

表 2.2-16 ヌワラエリヤ MC における固体廃棄物の発生元

Residential	27.2%
Commercial	48.4%
Institutions	13.2%
Industries	11.3%

Source: Nuwara Eliya MC

ヌワラエリヤ MC で発生する廃棄物の組成は表 2.2-17 のとおりである。

表 2.2-17 ヌワラエリヤ MC における廃棄物の組成

Kitchen waste	74.6%
Paper	7.8%
Textiles	1.0%
Grass & wood	4.8%
Soft Plastics	4.2%
Hard Plastics	0.9%
Rubber & leather	0.4%
Metal	0.9%
Glass & bottles	1.7%
Stone & ceramic	0.5%
Other	3.2%

Source: Nuwara Eliya MC

ヌワラエリヤは優れた固形廃棄物管理システムを持っている。市街収集システムを通じて収集した廃棄物は、町の中心部から約 4 km に位置している最終処分場（Moon Plain 衛生埋立地）に搬送される。この処分場は 2003 年に JICA の「地方都市環境衛生改善計画(The Study on Improvement of Solid Waste Management in the Secondary Cities in Sri Lanka)」のパイロットプロジェクトとして JICA 事業により整備された。

ここでは、処分エリア、浸出水処理施設、し尿処理施設、感染性廃棄物の排出ピット、小規模焼却炉、資源回収施設が備えられている（図 2.2-6）。現在の処分場の面積は約 2 ha で、今後 10～15 年の使用が計画されている。



Waste Disposal Area



Leachate Collection and Treatment System



Medical Waste Disposal Facility



Source: JET

図 2.2-6 ニワラエリヤ廃棄物処分場

### 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) 後の開発目標として持続可能な開発目標(SDGs)を設定し、この中で衛生関連では、「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。

現在、2012 年現在スリランカの下水道普及率は 2.4%であり、ヌワラエリヤでは下水処理場はなく汚水処理は腐敗槽に代表されるオンサイト施設のみである。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ヌワラエリヤ市街地では有効に機能せず、市の中心にあるグレゴリー湖では汚水に由来する BOD や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

1999年2月にJICA資金により、“THE STUDY ON GREATER KANDY AND NUWARAELIYA WATER SUPPLY AND ENVIRONMENTAL IMPROVEMENT PLAN IN THE DEMOCRATIC SOCIALIST REPUBLIC OF SRI LANKA”が作成された。この計画では、目標年次を2005年及び2015年とし、管渠整備は自然流下管約17km、圧送管約2km、下水処理法を曝気式ラグーン法（The aerated lagoon method）、処理場の計画汚水量は2,800 m<sup>3</sup>/日としている。また、計画人口はヌワラエリヤMCが算出した2005年、2015年次人口を出典としている。上記の計画を参考に、本M/Pでは、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	75%	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	1.25 times	of ADWF
Hourly Maximum Dry Weather Flow	1.6 times	of ADWF
Peak Dry Weather Flow (PDWF: 晴天時最大汚水量)	3 times	of ADWF
Infiltration	20%	of ADWF

Planning of Sewer Pipe System: PDWF + Infiltration

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

Source: JET

##### (2) 幹線

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

**Hazen William 式**

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

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

**表 3.1-2 下水管渠設計に用いた係数値**

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

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

Source: JET

**b. 流速**

最小流速 : 0.65 m/s

最大流速 : 3.0 m/s

**c. 余裕率**

管径 600 mm 以下 : 200%以上

管径 700 mm 以上 : 150%以上

**d. 最小土被り**

1.0 m

**e. 最小管径**

幹線 : 225 mm (圧送管を除く)

支線 : 160 mm (圧送管を除く)

取付け管 : 110 mm

**f. 管種**

管種を表 3.1-3 に示す。

**表 3.1-3 管種**

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

Source: JET



### (3) ポンプ施設

表 3.1-4 にポンプ施設のタイプを示す。タイプは、Manhole Type Pumping Station (MTPS : マンホールポンプ施設) とポンプ場施設 (Major Pumping Station : MPS) に大別される。セイロン電力公社 (Ceylon Electricity Board : CEB) の技術的要件として、ポンプ施設に変圧器を設置しない場合は 42 kVA 以下でなければならない。反対に、42 kVA より大きくなる場合は変圧器等の設備が必要となり、ポンプ場施設が必要となる。他に、周辺環境と立地条件に応じて MTPS でも用地取得が必要となる場合がある。

表 3.1-4 ポンプ施設のタイプ

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

Source: JET

### (4) 下水処理場

下水処理場は以下を考慮する。

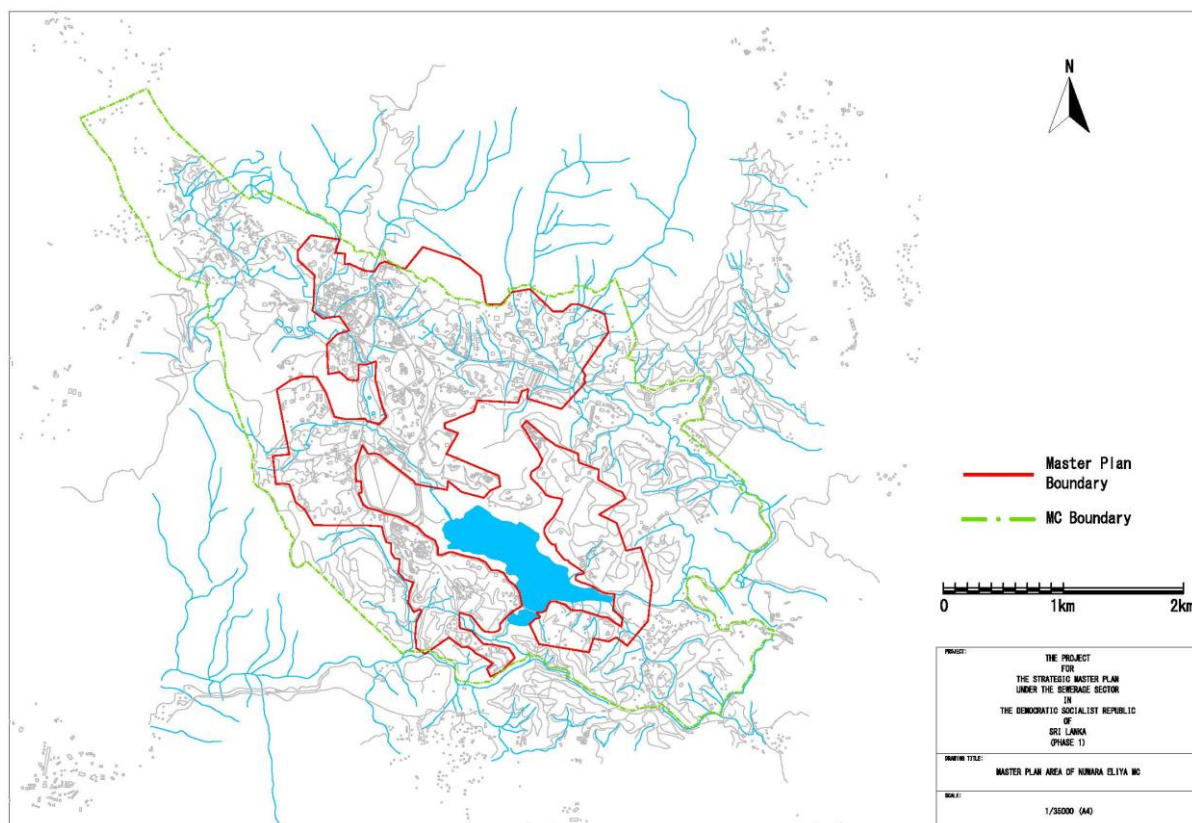
- 原水水質及び排水基準
- 用地が下水処理場への適用条件を満たしているか
- 建設費及び運営維持管理費
- 運用維持管理が容易であること

#### 3.1.3 下水道サービス対象地域の選定

本 M/P の下水道サービス対象地域は下記を考慮して決められている。

- 目標年次の 2046 年に、人口及び発展度合が成熟状態と推測されること
- 大規模商業地域や学校、ホテル、住宅、宗教施設等があること
- 住宅地域の人口密度が高いこと
- 下水道管渠整備を実施した方が効率的であり、かつ、効果的と考えられること

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 ヌワリエリヤにおける 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
<b>Nuwara Eliya DSD</b>		
1.1	535H	Havaeliya East
1.2	535L	NuwaraEliya West
1.3	535	Nuwara Eliya
1.4	535D	Nuwara Eliya Central
1.5	535G	Hawaeliya North
1.6	535F	Hawaeliya West
1.7	535C	Kelegala
1.8	535B	Kalukele
2.1	535D	Nuwara Eliya Central
2.2	535E	Sandathenna
2.3	535A	Magasthota

Source: JET based on data of DCS

### 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	
		West Area	East Area	Total		
West: 419	a Population	16624	2,476	19,100		
	b Water Consumption (l/d/cap)	120	120	120		
	c Sewage Ratio (%)	80	80	80		
	d Domestic Flow (m <sup>3</sup> /d)	1,596	238	1,834	$d = a \times b \times c$	
	e Non-Domestic Flow (m <sup>3</sup> /d)	1,197	179	1,376	$e = d \times 75\%$	
East: 96	f Point Source (m <sup>3</sup> /d)					
	g Infiltration (m <sup>3</sup> /d)	559	83	642	$g = (d + e + f) \times 20\%$	
Total: 515	h Daily Average Flow (m <sup>3</sup> /d)	3,352	500	3,852	$h = d + e + f + g$	
	i Daily Maximum Flow (m <sup>3</sup> /d)	4,050	604	4,655	$i = (d + e + f) \times 1.1 + g$	For STP design
	j Hourly Maximum Flow (m <sup>3</sup> /d)	5,028	750	5,778	$j = (d + e + f) \times 1.6 + g$	For PS design
	k Peak Flow (m <sup>3</sup> /d)	8,938	1,334	10,272	$k = (d + e + f) \times 3.0 + g$	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
BOD5	240
COD	600
TSS	160
T-N	45
T-P	6

Unit: mg/L

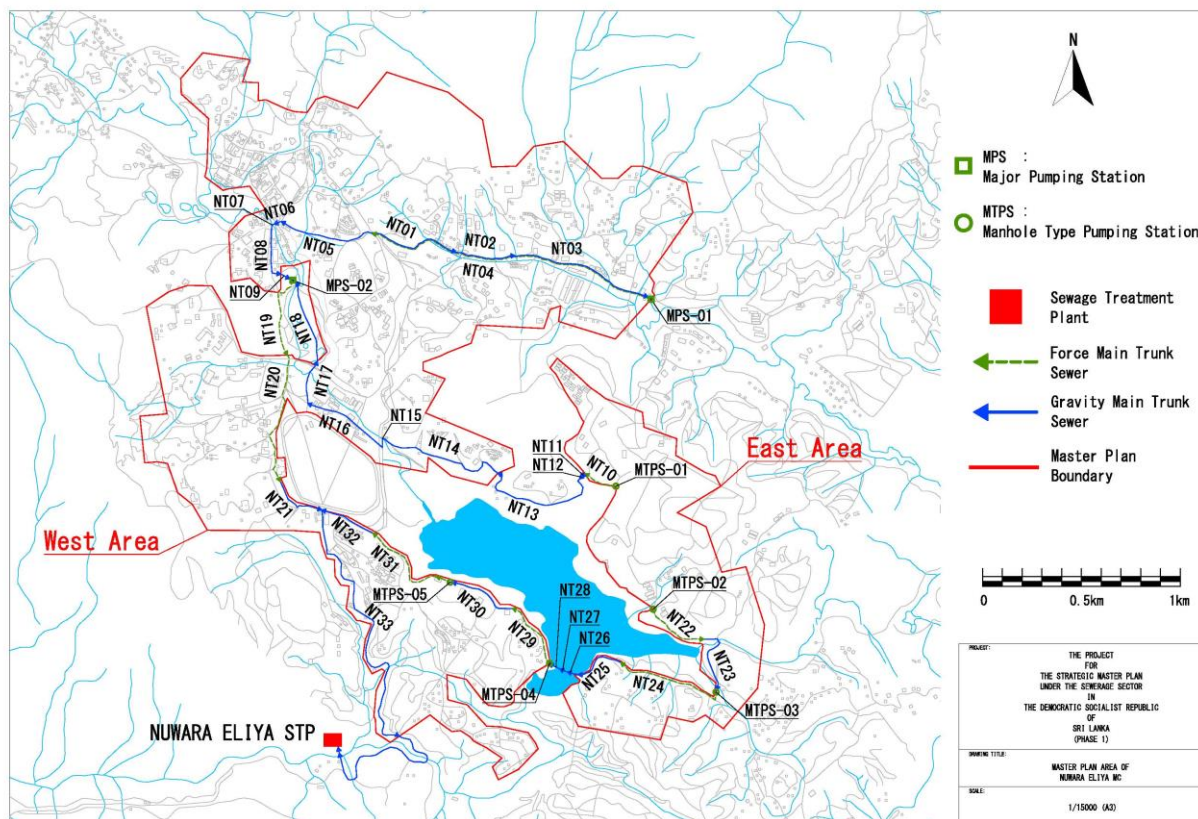
Source: JET



## 第4章 下水道の基本計画と設計

### 4.1 下水道整備計画

ヌワラエリヤ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 ニワラエリヤ下水道整備計画

### 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 下水道管渠網

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	77,250m	Including Force Main
	Sub-Total (Branch Sewer)		77,250m	
Trunk Sewer	225mm	HDPE Pipe	1,938m	Pipe Jacking (323m)
	280mm	HDPE Pipe	1,638m	Pipe Jacking (321m)
	315mm	HDPE Pipe	482m	Pipe Jacking (157m)
	400mm	GRP Pipe	1,897m	Pipe Jacking (762m)
	450mm	GRP Pipe	400m	
	600mm	GRP Pipe	292m	
	700mm	GRP Pipe	2,398m	Pipe Jacking (1,201m)
	110mm	HDPE Pipe	1,438m	Force Main, Pipe Jacking (252m)
	140mm	HDPE Pipe	580m	Force Main
	180mm	HDPE Pipe	19m	Force Main
	200mm	HDPE Pipe	1,524m	Force Main
	280mm	HDPE Pipe	9m	Force Main, Pipe Jacking (9m)
	315mm	HDPE Pipe	1,133m	
	Sub-Total (Trunk Sewer)		13,743m	Sub-Total (Pipe Jacking) 3,022m
Total	Branch Sewer + Trunk Sewer		90,993m	
	Crossing: Railway Crossing (None), River Crossing (7 locations)			

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

Source: JET

#### 4.2.2 ポンプ施設

主要なポンプ施設を表 4.2-2 に示す。

表 4.2-2 主要なポンプ施設

Item No.	Design Flow	Total Pump Head	Unit	Remarks
MPS-01	Approximately 2.0 m <sup>3</sup> /min	70 m	3+(1)	To require the land about 0.12 ha for MPS
MPS-02	Approximately 5.4 m <sup>3</sup> /min	30 m	3+(1)	To require the land about 0.08 ha for MPS
MTPS-01	Approximately 0.4 m <sup>3</sup> /min	20 m	1+(1)	
MTPS-02	Approximately 0.3 m <sup>3</sup> /min	10 m	1+(1)	
MTPS-03	Approximately 0.6 m <sup>3</sup> /min	25 m	1+(1)	
MTPS-04	Approximately 0.7 m <sup>3</sup> /min	30 m	1+(1)	
MTPS-05	Approximately 0.9 m <sup>3</sup> /min	25 m	1+(1)	

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

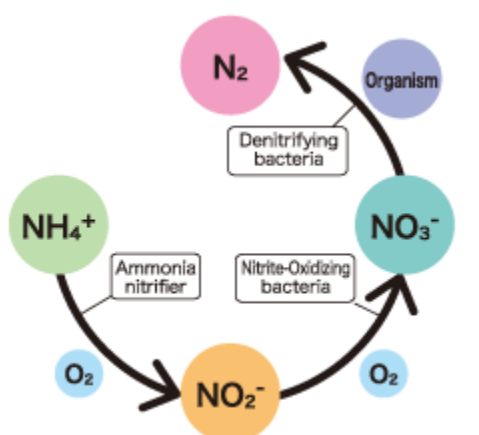
目標年次の 2046 年には、約 4,800 世帯が居住していると試算される。これは 2046 年次の人口が約 19,100 人、DCS が発行した “Household Income and Expenditure Survey 2012/13” が示す一世帯の平均家族数が 4 人であることを参考に算出した。

## 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。ヌワラエリヤ 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 (NO<sub>3</sub>-N として) 以下という基準である。



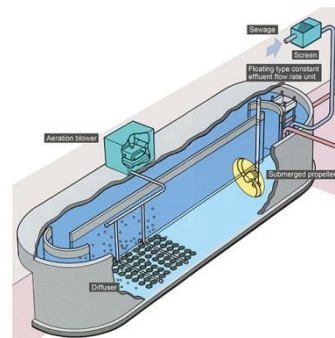
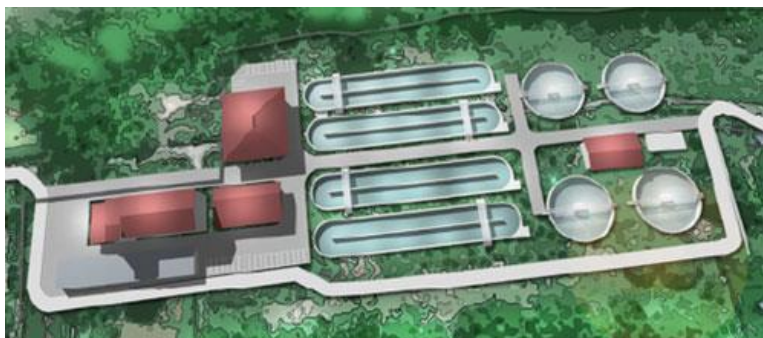
Source: <http://www.zeolite-anammox.com/#faq/c12z9>

図 4.3-1 窒素の挙動

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

#### (2) 必要用地面積算定における処理法の設定

ヌワラエリヤの下水道計画では、日最大汚水量は 4,700m<sup>3</sup>/日である。この規模の下水処理施設で最も広く用いられているのは、長時間活性汚泥法のひとつであるオキシデーションディッチ法 (OD 法) である。OD 法は通常的设计を若干変更するだけで脱窒を行うことができる。現在、建設中の Kandy 下水処理場は窒素除去可能な OD 法を採用している。図 4.3-2 に Kandy 下水処理場を示す。同処理場の OD は散気装置とプロペラを装備しており、散気装置のオン/オフにより、無酸素条件と好気条件を交互に作り出すことができる。無酸素条件と好気条件の継続時間は 1 : 1 である。なお、窒素除去率に関して日本の下水道設計指針では、85%程度とされている。



Source: JFE

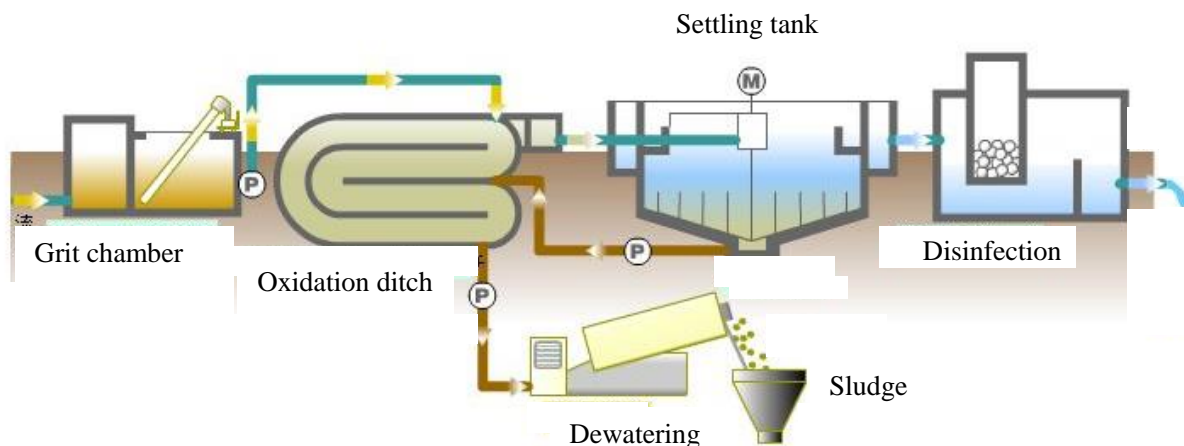
図 4.3-2 Kandy 下水処理場 (14,000m<sup>3</sup>/d, 窒素除去 OD 法)

以上を考慮するとヌワレリヤ下水処理場の処理プロセスを窒素除去 OD 法と仮定することは合理的である。

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さらなる情報が必要である。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。

### (3) オキシデーションディッチの特性

一般的な OD 法のフローを図 4.3-3 に示す。



Source: JET

図 4.3-3 オキシデーションディッチ法のフロー

OD 法は主として小規模な下水処理施設に用いられる。OD 法の特性は下記のとおりである。

- プロセス構成がシンプルであり機器数が少ないため、運転が容易である。
- 生物反応タンクは長円形または馬蹄形である。
- 最初沈殿池は省略される。
- 長い SRT を保つために反応タンク容積が大きいと、流量負荷変動に対応できる。
- プロセスの冗長性によりトラブル発生に対する許容度が大きい。
- 無酸素条件を組み込むことにより窒素除去が可能。
- 余剰汚泥発生量が削減される。



以上の特性から、OD 法は小規模下水処理施設に広く用いられている。その一方で、OD 法は必要敷地面積が大きいことから、大規模施設には不向きである。

#### 4.3.2 下水処理場用地と施設配置

##### (1) 下水処理場用地

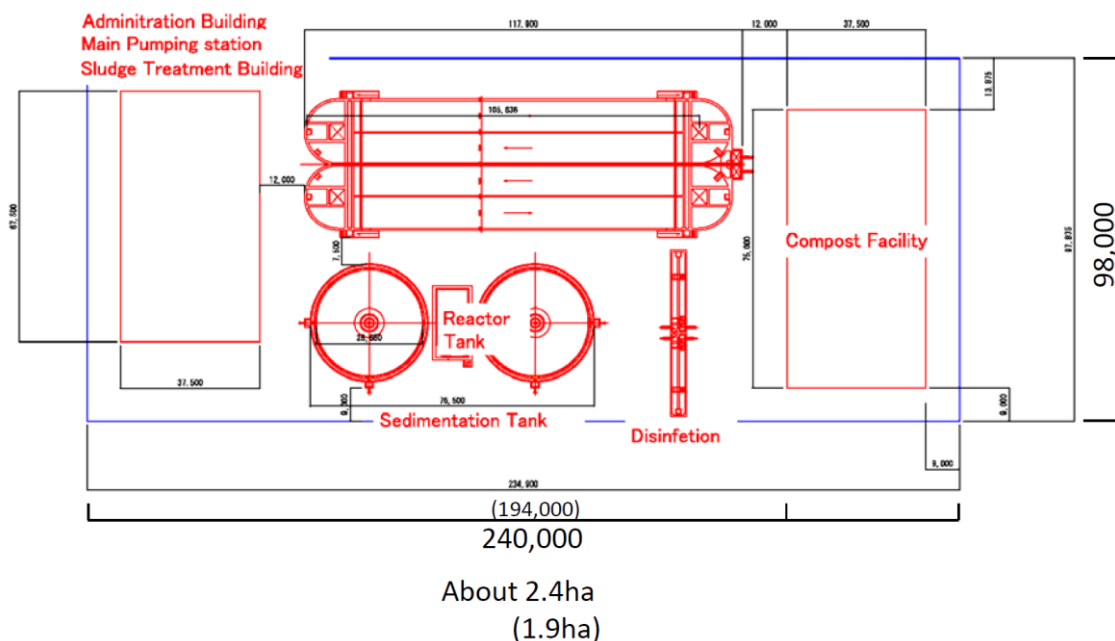
下水処理場用地は、市の南西部のナヌ川沿いの森林局の丘の斜面で周囲には家が数軒しかない。この用地は公共用地でレターにより用地取得準備を確認している(APPENDIX 5)。しかしながら、下水処理場を作るには、かなり長いアクセス道路とナヌ川に橋の建設が必要となる。図 4.3-4 に候補地を示す。



図 4.3-4 候補地（左：南側より、右：北側より）

##### (2) 施設配置

処理プロセスが窒素除去オキシデーションディッチという条件で、必要敷地面積はコンポスト施設を含んで 2.4ha と算定された。図 4.3-5 は仮想の長方形用地における施設の配置図である。



Note: The number in the ( ) is length / area excluding the compost facility.  
 Source: JET

図 4.3-5 下水処理場配置図

### 4.3.3 臭気対策

Oxidation Ditch (OD : オキシデーションディッチ) の臭気発生源としては下記がある。

- 沈砂池
- OD
- 汚泥処理プロセス

これらの内では、沈砂池と汚泥処理プロセスが主な臭気源である。ODからの臭気はさほど強くない。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。ヌワラエリヤの場合、処理場近傍には住民がいないことを考慮すると、強力な脱臭は必要ない。臭気対策は沈砂池と汚泥処理施設を建屋に入れば十分である。

### 4.3.4 水処理

#### (1) 必要処理レベル

ヌワラエリヤの下水は、OD法あるいは同等のプロセスによって処理される。想定流入水質と許容放流基準を表 4.3-1 に示す。想定流入水質は、モラトゥワ/ラトマラナ処理場、ジャエラ/エカラ処理場及びコロombo市近郊のいくつかの下水処理場における測定結果に基づき、NWSDBとの協議により決定した。目標処理水質は許容放流基準以下としているが、放流先の流量で希釈倍率が変わる点に留意が必要である。

表 4.3-1 想定流入水質及び許容放流基準

Unit: mg/L	Inflow	Effluent
	Design Raw Water Quality	Tolerance limit
BOD5	240	30
COD	600	250
TSS	160	50
T-N	45	-
TKN	-	150
NH4-N	-	50
NO3-N	-	10
T-P	6	-
Soluble-P	-	5

Source: JET

## (2) 主な単位プロセス

### 1) スクリーンと沈砂池

図 4.3-3 に示されるように、流入下水はまずスクリーン・沈砂池に流入し、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、OD 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除去しなければならない。

### 2) オキシデーションディッチ

沈砂池通過後、流入下水は生物反応槽である OD に流入する。下水は活性汚泥と混合され、槽内に約 24 時間滞留する。槽内の混合液は連続的にローターあるいはプロペラにより攪拌される。酸素は通常、ローターの攪拌により供給される。しかしながら、混合液攪拌がプロペラによって行われる場合には、酸素供給は散気装置により行われる。槽内に滞留している間、汚水中の有機物は生物学的に分解され、アンモニア性窒素は硝酸性窒素に硝化される。OD 内に無酸素条件を導入することで脱窒が生じ、硝酸は  $N_2$  ガスに還元される。無酸素条件は、間欠曝気あるいは曝気強度の調整によって無酸素領域を生成することにより導入できる。

### 3) 沈殿池

混合液は円形の沈殿池に流入し、約 6 時間滞留する。ここで固液分離が行われる。上澄み液は沈殿池の越流堰から流出する。池内に沈殿した固形物は池中央底部の汚泥収集ピットに集められ、OD に返送される。

### 4) 消毒槽

処理水は放流前に病原菌によるリスク低減のため、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。この他に UV (紫外線) を消毒に用いる場合もある。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 が適用される。

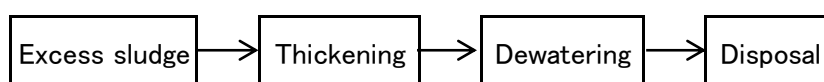
### 4.3.5 汚泥処理処分

#### (1) 生成汚泥の性状

OD は最初沈殿池がないため、余剰汚泥のみが発生する。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。これに対して、最初沈殿池汚泥は炭水化物を多く含んでいる。OD からの余剰汚泥は SRT が長いため、好氣的に安定化されている。このため、臭気発生は一般的に最初沈殿池汚泥よりもかなり少ない。

#### (2) 汚泥処理

OD から発生する余剰汚泥は濃縮後、脱水される。濃縮は重力によって行われる。脱水機の機種によっては、濃縮工程は省略され、余剰汚泥が直接脱水されることがある。余剰汚泥単独では容易に嫌気性分解されないため、嫌気性消化は、通常、適用されない。

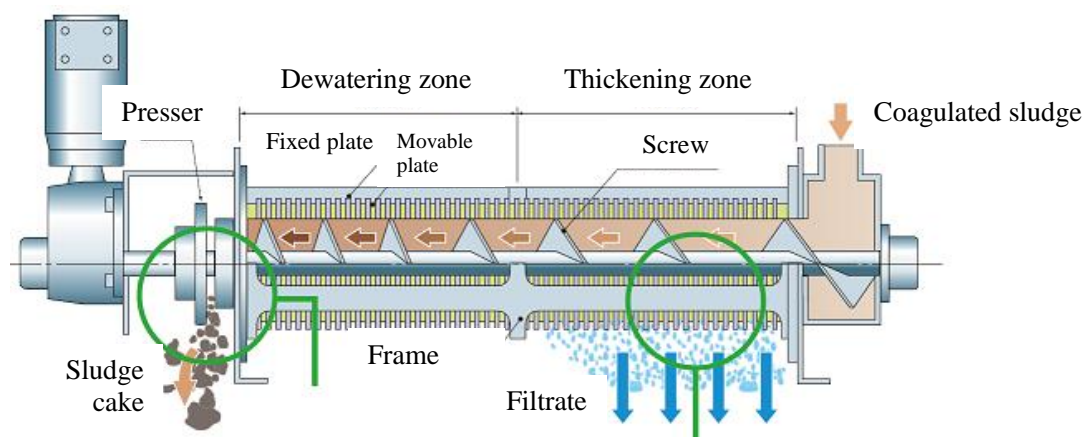


Source: JET

図 4.3-6 汚泥処理のフロー

OD 法から発生する濃縮余剰汚泥の脱水には、ベルトプレス脱水機やスクリープレス脱水機が広く用いられる。両タイプとも高分子凝集剤による凝集処理が脱水前に必要である。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である。



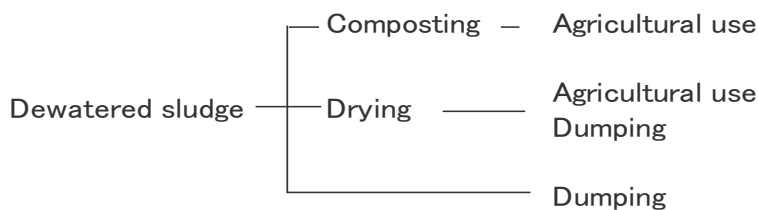
Source : Japan Sewage Treatment Plant Constructors Association

図 4.3-7 圧入型スクリープレス脱水機の構造

#### (3) 汚泥処分

発生汚泥量は除去 SS 量に 0.75 をかけることにより計算できる。一般的に OD 法では SS 除去率 95% であるため、ヌワラエリヤの場合、日最大汚水量における汚泥発生量は  $0.54DS_t/\text{日}(4,700 \times (160-8) \times 0.75 \times 10^{-6})$  と計算される。脱水汚泥の含水率が 80% とすると、脱水汚泥量は  $2.7t/\text{日}$  となる。

水処理プロセスから発生する余剰汚泥の最終処分にはいくつかの選択肢がある。

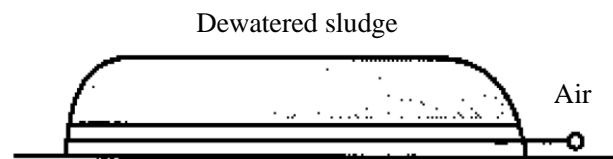


Source: JET

図 4.3-8 汚泥の最終処分法

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。コンポストプロセスでは、有機物は分解、安定化される。十分に熟成したコンポスト製品には不快臭は無い。また、コンポスト化過程では発酵温度は 80-90℃まで上昇するので、病原菌は不活化される。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、茶畑の肥料等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、厳しい製品品質管理とユーザー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り、これはアヌラーダプラのゴミコンポスト化設備で採用されている。図 4.3-9 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。



Source: JET

図 4.3-9 堆積型コンポスト設備

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。

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%以下とな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。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

ヌワラエリヤの中心市街地以外は人口密度も低く、汚水処理としては腐敗槽によるオンサイト施設が衛生対策としては有効である。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 6** 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 Regional Support Center (RSC：地域サポートセンター)、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
Colombo Municipal Council (CMC：コロンボ市)	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、下水道事業はコロンボ MC 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 ヌワラエリヤ MC における公共事業の実施状況

ヌワラエリヤ 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。

表のとおり、すべての事業について、計画段階から O&M 段階まで、概ね民間委託なしに MC 独自に実施している。財源としては、水道事業では料金、その他事業では MC の予算や国の補助金で賄っている。

表 5.1-2 ヌワラエリヤ MC における公共事業の実施状況

Water works	Responsible organization		MC Engineering department
	Works		O&M of intake/storage tank, distribution, billing and collection
	Type of tasks	Planning & Designing	no
		Construction	Implementing
		O&M	Implementing
	Financing sources		Service charge
	Tariff system		MC tariff system
	Staff	Engineer	1
		Technical officer	1
		Others	74
Out-sourcing		no	
Solid waste management	Responsible organization		MC Health department
	Works		
	Type of tasks	Planning & Designing	Implementing
		Construction	Implementing
		O&M	Implementing
	Financing sources		MC budget without any subsidy
	Service charge		Economic center 65,000 SLR/month
	Dumping site	Location	Moon Plain (owned by MC)
		Capacity	19,000m3 (Extent of the land 20 years)
	Collection	Method	
		Vehicles	Compactor 2, Tractor 4, Cart 20,
	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	no
		Construction	Implementing
		O&M	Implementing
	No. of septic tanks	At present	8,000
		Future	10,000
	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	2 times/year
		Procedure	By gully sucker dump to septage tank at Moon plain
	Sludge disposal site	Sludge disposal site	Moons plain Sanitary land filling site(
		Service charge	Installation
	Sludge disposal	Sludge disposal	Tariff
		Staff	Supervisor
PHI	3		
Upper level labor	14		
Labors	90		
Out-sourcing		no	
Road construction and maintenance works	Responsible organization		MC Engineering department
	Works		E grade roads with in Council Limit
	Type of tasks	Planning & Designing	no
		Construction	Implementing
		O&M	no
	Financing sources		Mainly MC budget, PC and national level budget also is used.
	Staff	Engineer	1
		Technical officer	2
		Others	0
	Out-sourcing	Details	Compactor 2, Tractor 4, Cart 20,
Type of contract		Construction/Rehabilitation	
Storm water management	Responsible organization		MC Health department
	Works		Clearing of drains/Cleaning of blockages
	Type of tasks	Planning & Designing	no
		Construction	Implementing
		O&M	Implementing
	Existing drainage system		Open drain system
	Financing sources		MC budget
	Staff	Engineer	1
		Technical officer	4
		Others	40
Out-sourcing		no	

Source: MC

### 5.1.3 実施体制のオプション

上述のようなヌワラエリヤ MC における公共事業の実施状況下で、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 of sewer networks	NWSDB	P/O supervised by NWSDB	LA	P/O supervised by LA	LA
O&M of STP			NWSDB		
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。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 下水道事業の最適な実施体制

ヌワラエリヤ MC の場合は水道事業を MC が運営しているため、料金徴収を水道と一緒にできる、顧客サービスを他の事業と一体的にできるなどの理由から、下水道事業も MC が運営するのがよい。ただし、事業の計画から建設段階では、プロジェクトの管理監督業務で十分な経験を有する多くのスタッフが必要なため、NWSDB に委託するのが効率的である。水管路施設の O&M は MC で対応できるが、STP の O&M を MC が実施する場合には、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、NWSDB に委託する方がよい。

従って、オプション-3 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

ヌワラエリヤ 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（中央）、MC の分担する業務内容を先ず明確にする必要がある。

表 5.2-1 は当 MC で最適な選択肢であるオプション-3 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。

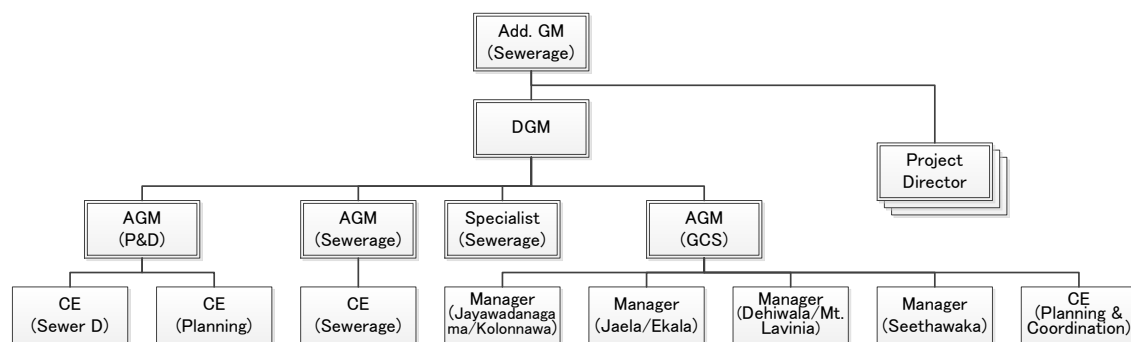
表 5.2-1 下水道事業の各段階における各機関の役割分担

Option-3		Stage of sewerage works			
		Planning	Designing	Construction	O&M
NWSDB	Tasks	Supervision Decision of STP site and others	Supervision	Supervision	O&M of STP
	Staff	* Project Team	* PD under DGM * Staff in PMU	⇒	⇒
RSC	Tasks		Supporting project activities	⇒	Supporting O&M of STP
	Staff		* Manager in sewerage works	⇒	* Staff in STP * Staff for sewer networks
MC	Tasks	Supervision of planning works	Acquisition of STP site Supervision of designing works	Supervision of STP and sewer networks construction	Supervision of O&M of STP
	Staff	* Staff for tasks above	⇒	⇒	*Staff for supervision of sewerage works *Staff for sewer networks *Staff for house connection *Staff for monitoring environment etc. *Staff for public awareness *Staff for customer service

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。

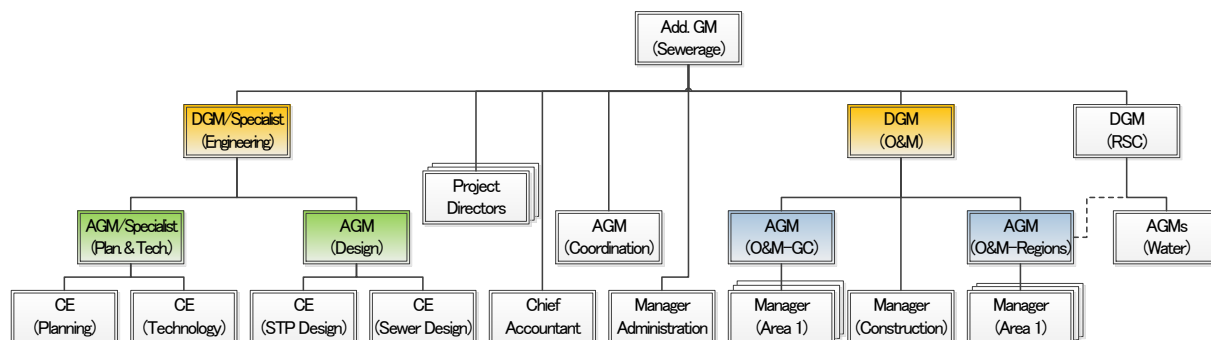


Source: JET

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 Assistant General Manager (AGM : 部長補佐) の下に業務を行っているが、AGM (計画・技術) と AGM (設計) に分ける。さらに、地方における下水道事業の増加に対応するため、AGM (O&M-大コロambo圏) に加えて、AGM (O&M-地方) を設置する。

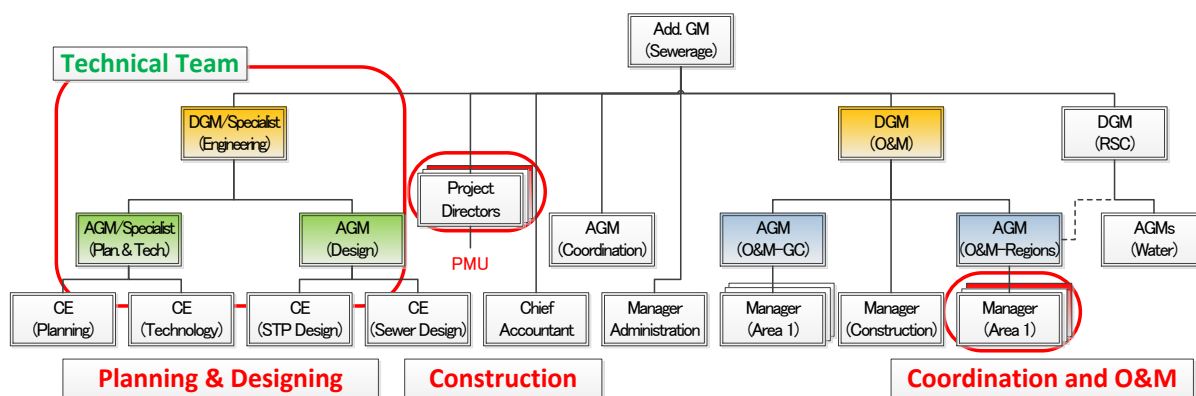


Source: JET

図 5.2-2 NWSDB 下水部門の組織図案

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

また、AGM (O&M-地方) の下にマネージャーを置き、RSC に協力しながらプロジェクトの調整を行い、O&M 段階ではマネージャーの下に実際に下水処理場の 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 (中央) の組織

ヌワラエリヤ MC の水道事業は MC が運営しているため、現在のところ RSC (中央) は MC の事業には関与していない。しかしながら、下水道事業において計画から O&M までを MC が NWSDB に委託するため、RSC (中央) の関与が重要となる。

AGM (O&M-地方) の下に置くプロジェクト担当のマネージャーについては、RSC (中央) にも席を置き、DGM (中央) の下で現場での調整を行う。ただ、RSC には下水道に関する経験がないため、AGM (O&M-地方) を通して RSC に技術的支援を行う。

O&M 段階では MC から委託を受けて、下水処理場の運転維持管理に必要な組織をマネージャーの下に置く。

### 5.2.3 MC の組織

ヌワラエリヤ MC は事業の計画から建設段階で、プロジェクトの進捗管理、下水処理場やポンプ場の用地取得、管路網建設工事の業務調整、戸別接続を実施し、また O&M 段階では下水管路施設の O&M、下水処理場 O&M の監督、下水処理場の周辺環境や放流水のモニタリング、下水道普及啓発、戸別接続の促進を実施する。さらに、水道や他の公共事業と一体的に下水道事業に関する顧客サービスを実施する。そのため、MC にはそれらの業務を実施する組織が必要となる。表 5.2-2 には MC の下水道事業で必要になる業務とそれを担当する部署を示した。

表 5.2-2 ヌワラエリヤ MC で必要となる業務とそれを担当する部署

Stage	Task	Department in charge
Planning to Construction	Project management	Engineering Department
	Acquisition of STP and pumping stations site	
	Coordination for sewer networks construction	
O&M	House connection	Health Department
	O&M of sewer networks	
	Supervision of O&M of STP	
	Monitoring of effluent and vicinities of STP	
	Public awareness	
	Promotion of house connection	
Customer service		

Source: JET

## 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、O&M 段階では AGM (O&M-地方) の下にマネージャーを置き、その下に実際に STP の 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

MC では下水道事業を運営管理するために、表 5.2-2 に示した業務を実施する必要があり、そのための人材を確保する必要がある。一部の人材については現在実施している水道やその他の公共事業の組織から回すが、不足する人材については新たに雇用することになる。ヌワラエリヤが含まれ中部州ではキャンディ MC にペラデニア大学があり、地元の人材確保も可能である。

### 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、多くの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) 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。MC が用意する必要のある台数等は表 5.3-4 に示した既存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

ヌワラエリヤ MC では現在でも水道事業に係る顧客サービスを実施しているが、下水道事業が加わると、例えば臭気や管路の詰りなど、水道とは異なる苦情が増加する。そのため、既存の下水道事業における対応策を参考にして、顧客サービスの強化を検討しておく必要がある。

#### 5.4 下水道建設プロジェクトの実施

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

##### 5.4.1 PMU

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

##### 5.4.2 プロジェクト事務所

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

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





## 第6章 事業費

### 6.1 概算事業費

#### 6.1.1 建設費及び事業費

建設費は、NWSDB の価格一覧書“RATES 2016”を参考に算出した。“RATES 2016”に記載がない工種はスリランカにおける類似の JICA 案件、Pre-F/S 等を参考とした。建設費の積算表を **APPENDIX 7** 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 79 億円（約 103 億 LKR）と算出された。概算事業費算出の詳細を **APPENDIX 8** 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 Nuawra Eliya STP (Q=4,700m <sup>3</sup> /day)	786,161,039	758,016,000	1,770,597,403	1,363,360,000
B Trunk Sewer & Pump Station	1,544,441,000	1,168,923,000	3,062,523,000	2,358,143,000
C Branch Sewer & Pump Station	1,048,513,000	352,170,000	1,505,877,000	1,159,525,000
D House Connection	477,500,000	0	477,500,000	367,675,000
Sub-total of 1(A-D)	3,856,615,039	2,279,109,000	6,816,497,403	5,248,703,000
2 Administration cost	484,000,000	0	484,000,000	372,680,000
3 Consulting cost	374,000,000	682,000,000	1,259,714,000	969,980,000
4 Physical contingency for construction cost	239,000,000	125,000,000	401,338,000	309,030,000
5 Price escalation for construction cost	926,000,000	218,000,000	1,209,117,000	931,020,000
6 Land acquisition and compensation	-	-	-	-
7 Interest during construction	0	64,000,000	83,117,000	64,000,000
8 Front-end Fee	0	15,000,000	19,481,000	15,000,000
9 Tax and duty	1,753,000,000	0	1,753,000,000	1,349,810,000
Sub-total of (2-9)	3,776,000,000	1,104,000,000	5,209,766,000	4,011,520,000
Total including Tax and Duty	7,632,615,039	3,383,109,000	12,026,263,000	9,260,223,000
Total excluding Tax and Duty	5,879,615,039	3,383,109,000	10,273,263,000	7,910,413,000
Eligible Portion (1, 3, 4, 5 and 7)	5,395,615,039	3,368,109,000	9,769,783,000	7,522,733,000
Non-Eligible Portion (2, 6, 8 and 9)	2,237,000,000	15,000,000	2,256,481,000	1,737,490,000

Source: JET

### 6.1.2 運転維持管理費

表 6.1-2 に運転維持管理費を示す。モラトゥワ/ラトマラナ下水処理場の維持管理費を基に算出した。詳細は APPENDIX 9 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)	Total Amount (JPY)
Nuwara Eliya	67,127,000	51,850,000

Source: JET

### 6.2 段階的整備計画

ヌワリエリヤは、処理場計画流量が 4,700 m<sup>3</sup>/d、計画対象地域が 515 ha、概算事業費約 79 億円（約 103 億 LKR）と小規模なため、段階的に整備する必要はないと判断した。

## 第7章 財務計画

### 7.1 ヌワラエリヤ MC の財務状況

#### 7.1.1 ヌワラエリヤ MC の財務状況

表 7.1-1、表 7.1-2、及び表 7.1-3 は、ヌワラエリヤ MC の財務諸表の抜粋を示している。ヌワラエリヤ MC では、他のほとんどの MC とは異なり、経済活動を財務諸表に取りまとめている。基本的には、ヌワラエリヤ 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。

毎年の黒字と赤字は翌年度に繰り越される。しかし、他の MC と同様にヌワラエリヤ MC は、MC で働いているが中央政府に所属している職員給与の返済（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 7.1-2 の無償収入（Revenue Grant）勘定に含まれている。

表 7.1-1 ヌワラエリヤ MC の財務状態計算書

As at 31st December 2015

Unit: million LKR

Description	2014	2015
<b>Assets</b>		
<b>Current Assets</b>		
Cash and Cash Equivalent	23.537	57.442
Investments	8.263	6.617
Prepayments	2.840	3.542
Receivables	226.522	203.351
Stores in hand	17.171	23.468
<b>Total</b>	<b>278.333</b>	<b>294.420</b>
<b>Non Current Assets</b>		
Fixed Assets	341.663	405.941
<b>Total</b>	<b>341.663</b>	<b>405.941</b>
<b>Total Assets</b>	<b>619.996</b>	<b>700.361</b>
<b>Equity and Liabilities</b>		
<b>Current Liabilities</b>		
Payables	31.187	80.747
Receipts in Advance	4.255	5.325
Deposits	34.204	38.113
<b>Total</b>	<b>69.646</b>	<b>124.185</b>
<b>Non Current Liabilities</b>		
Loan Capital	65.352	60.262
<b>Total</b>	<b>65.352</b>	<b>60.262</b>
<b>Net Assets/Equity</b>		
Accumulated Fund (Municipal Fund)	137.808	106.319
Revenue Contribution for Capital	344.341	408.619
Reserves	2.846	0.976
<b>Total</b>	<b>484.995</b>	<b>515.914</b>
<b>Total Equity &amp; Liabilities</b>	<b>619.993</b>	<b>700.361</b>

Source: 2015 Financial Statement, Municipal Council - Nuwara Eliya

表 7.1-2 ヌワラエリヤ MC の収支計算書  
 for the year ended 31st December 2015

Unit: million LKR

Description	2014	2015
<b>Revenue</b>		
Rates and Taxes	81.957	79.081
Rent	87.807	38.733
Licenses	16.771	17.773
Fees for Services	16.237	19.879
Warrant Cost & Fines	0.733	0.881
Other Revenue	70.016	85.719
Revenue Grants	100.395	239.688
<b>Total Revenue</b>	<b>373.916</b>	<b>481.754</b>
<b>Expenditure</b>		
<b>Recurrent Expenditure</b>		
Personal Emoluments	135.166	234.841
Travelling Expenditure	2.434	0.701
Supplies	83.913	62.252
Maintenance Expenditure	25.686	29.294
Services	25.183	25.106
Interest Payments	2.396	5.502
Transfers	5.928	3.190
Pensions, Retirement Benefits, and Gratuities & Other Recurrent Expenditure	2.366	1.450
<b>Total Recurrent Expenditure</b>	<b>283.072</b>	<b>362.336</b>
<b>Capital Expenditure</b>		
Capital Expenditure	72.141	112.078
<b>Total Capital Expenditure</b>	<b>72.141</b>	<b>112.078</b>
<b>Total Recurrent &amp; Capital Expenditure</b>	<b>355.213</b>	<b>474.414</b>
<b>Excess of Total Revenue over Total Expenditure</b>	<b>18.703</b>	<b>7.340</b>

Source: 2015 Financial Statement, Municipal Council - Nuwara Eliya

表 7.1-3 ヌワラエリヤ MC のキャッシュフロー計算書  
 Year Ended 31st December 2015

Unit: million LKR

Description	2014	2015
<b>Cash Flow from Operational Activities</b>		
Total Cash Provided from Operations (a)	390.490	503.308
Total Cash disbursed to Operations (b)	364.804	462.003
<b>Net Cash Flows From Operational Activities c=(a-b)</b>	<b>25.686</b>	<b>41.305</b>
<b>Cash Flow from Investment Activities</b>		
Total Cash Provided from Investment Activities (d)	0.000	0.000
Total Cash disbursed to Investment (e)	4.925	7.403
<b>Net Cash Flows From Investment Activities f=(d-e)</b>	<b>-4.925</b>	<b>-7.403</b>
<b>Cash Flows From Financing Activities</b>		
Total Cash Provided from Financing Activities (g)	15.196	15.498
Total Cash disbursed to Financing Activities (h)	14.852	15.530
<b>Net Cash Flows From Financing Activities i=(g-h)</b>	<b>0.344</b>	<b>-0.032</b>
<b>Net Movement in Cash j=c+f+i</b>	<b>21.105</b>	<b>33.870</b>
<b>Opening Cash Balance as at January 1st, 2015</b>	<b>2.432</b>	<b>23.537</b>
<b>Closing Cash Balance as at January 1st, 2015</b>	<b>23.537</b>	<b>57.407</b>

Source: 2015 Financial Statement, Municipal Council - Nuwara Eliya

表 7.1-2 の最後の行に示されたように、ヌワラエリヤ MC は 2014 年と 2015 年に、給与返済分を反映したうえで、年間黒字（総収入のうち総費用を超える部分）を計上した。ヌワラエリヤ MC は、2015 年末に 106 百万 LKR の黒字蓄積資金（Accumulated Fund）を有している（表 7.1-1）。また MC は、60 百万 LKR の借入金元本（Loan Capital）および 203 百万 LKR の巨額の売掛金（Receivables）を有している（表 7.1-1）。しかし、借入金額はそれほど大きくはなく、売掛金も現在のところ深刻な問題を引き起こしてはいない。キャッシュフローに関しては、MC は一定額の黒字のキャッシュ残高

を有しており、2015年には57百万LKRに増加している（表7.1-3）。結果として、ヌワラエリヤMCの財務状況は、極めて良好であると考えられる。

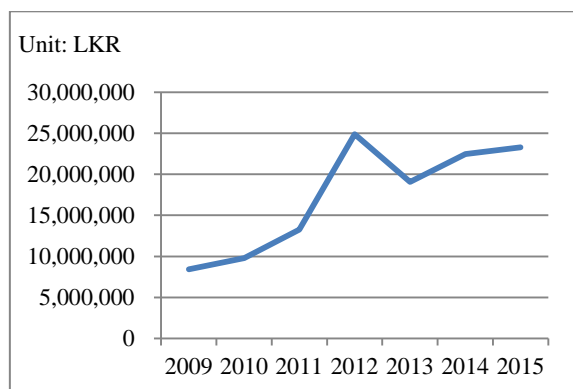
MC職員によると、観光地（ハッガラ植物園、グレゴリー湖など）の入場料を含む観光収入が大きく、しかも増加し続けているとのことであった。これは、ヌワラエリヤMCが良好な財務状況にある主な理由の一つである。観光関連の収入は表7.1-2のその他の収入（Other Revenue）に含まれている。以下の表7.1-4、図7.1-1～図7.1-4は、過去数年の観光収入の傾向を示している。

表 7.1-4 ヌワラエリヤMCの観光施設入場料収入の傾向

Unit: LKR

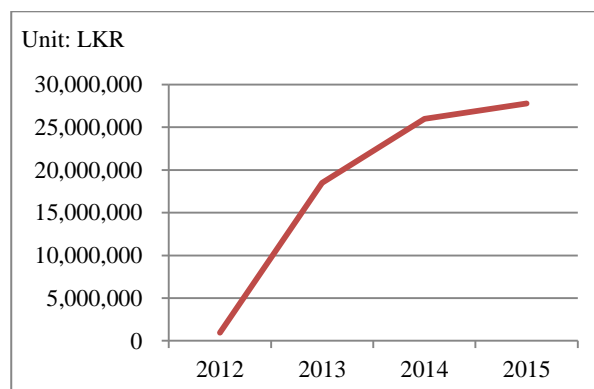
Year	Victoria Park	Gregory Lake	Moon Plane	Total
2009	8,410,108.00	0.00	0.00	8,410,108.00
2010	9,790,620.00	0.00	0.00	9,790,620.00
2011	13,256,281.00	0.00	0.00	13,256,281.00
2012	24,882,495.00	943,087.00	0.00	25,825,582.00
2013	19,061,080.00	18,511,380.00	0.00	37,572,460.00
2014	22,447,423.19	25,999,941.28	957,385.94	49,404,750.41
2015	23,262,657.15	27,777,986.63	4,142,991.12	55,183,634.90
Total	121,110,664.34	73,232,394.91	5,100,377.06	199,443,436.31

Source: Nuwara Eliya MC



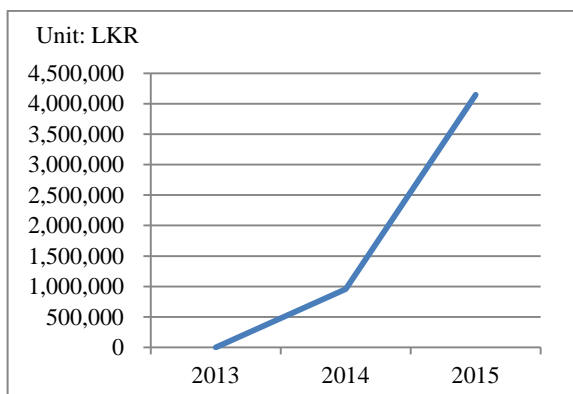
Source: Nuwara Eliya MC

図 7.1-1 ヌワラエリヤMC、ビクトリア公園入場料収入の傾向



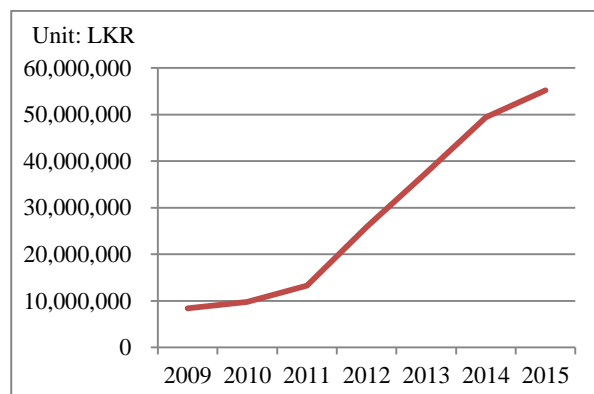
Source: Nuwara Eliya MC

図 7.1-2 ヌワラエリヤMC、グレゴリー湖入場料収入の傾向



Source: Nuwara Eliya MC

図 7.1-3 ヌワラエリヤMC、ムーンプレイン入場料収入



Source: Nuwara Eliya MC

図 7.1-4 ヌワラエリヤMC、入場料収入合計

過去のヌワラエリヤ MC の良好な財務状況を考慮すると、ヌワラエリヤ MC は財務的な観点からは、下水道施設の維持管理を自分達で行う能力があるといえる。

### 7.1.2 ヌワラエリヤ MC の水道部門の財務状況

ヌワラエリヤ MC の水道サービスは、NWSDB ではなく MC 自身によって運営されている。MC の水道部門の財務状況を見ることは重要である。表 7.1-5 は、2015 年の財務諸表に含まれている MC の収支計算書の注記の抜粋である。これは、水道サービスの収入および経常支出、資本支出の詳細を示している。ヌワラエリヤ MC の水道部門は、2015 年に 6.65 百万 LKR のプラスの残高（収入から経常支出と資本支出を引いたもの）を計上した。MC によると、水道サービスの O&M 予算は維持管理のために十分に確保されているとのことであった。ヌワラエリヤ MC の水道部門は、その収入額の 15% に当たる黒字を生み出すことができた。

表 7.1-5 2015 年におけるヌワラエリヤ MC 水道部門の収支

Unit: million LKR

Description		Water Services
<b>1</b>	<b>Revenue</b>	
	Rates and Taxes	37.161
	Rent	
	Licenses	
	Fees for Services	2.633
	Warrant Cost & Fines	0.010
	Other Revenue	0.325
	Revenue Grants	5.689
	<b>Total Revenue</b>	<b>45.818</b>
<b>2</b>	<b>Expenditure</b>	
<b>2.1</b>	<b>Recurrent Expenditure</b>	
	Personal Emoluments	26.109
	Travelling Expenditure	0.004
	Supplies & Requisites	8.485
	Repairs and Maintenance of Capital Assets	0.185
	Transportation Communication Utility & Other Services	4.364
	Interests, Payments, Dividends and Bonuses	0.000
	Grants (Contributions and Subsidies)	0.021
	Pensions, Retirement Benefits, and Gratuities	0.002
	<b>Total Recurrent Expenditure</b>	<b>39.170</b>
<b>2.2</b>	<b>Capital Expenditure</b>	<b>0.000</b>
	<b>Total Expenditure</b>	<b>39.170</b>
<b>3</b>	<b>Balance (Revenue - Expenditure)</b>	<b>6.648</b>

Source: 2015 Financial Statement, Municipal Council - Nuwara Eliya

表 7.1-6 および図 7.1-5 は、年間の総収入と総支出、利益もしくは損失の変化を示している。水道部門は、過去 5 年間、一定額の利益を計上し続けてきたことがわかる。しかし、利益の総収入に占める割合は 2014 年、2015 年と低下してきた。

表 7.1-6 ヌワラエリヤ MC の水道部門の収支の傾向

Unit: LKR

Year	2011	2012	2013	2014	2015
Total Income	37,341,246	42,947,978	48,254,748	48,409,342	45,817,393
Total Expenditure	22,170,105	24,273,554	22,524,305	29,398,238	39,169,338
Profit / Loss (-)	15,171,141	18,674,424	25,730,443	19,011,104	6,648,055

Source: 2015 Financial Statement, Municipal Council - Nuwara Eliya

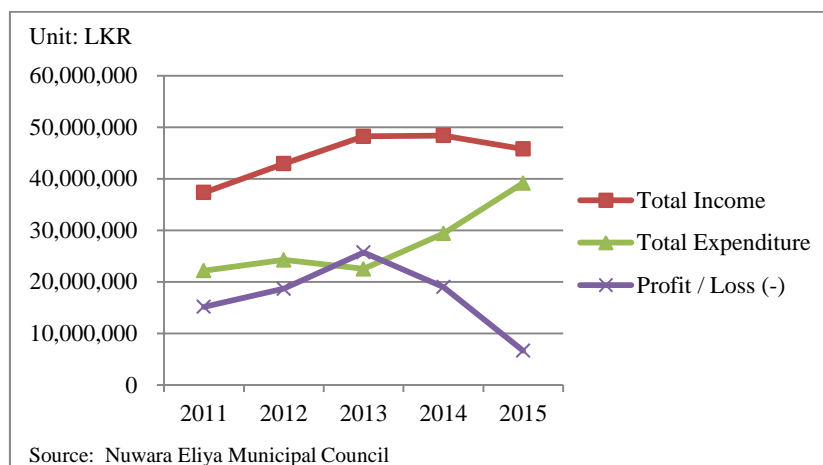


図 7.1-5 ヌワラエリヤ MC の水道部門の収支の傾向

過去数年間、ヌワラエリヤ MC の水道部門は、収入から経常支出と資本支出を控除した値で黒字を計上してきた。仮に近い将来に下水道が整備されて、MC が運転維持管理を行う場合には、水道部門は MC の下水道部門を支援できる財務能力を有している。

## 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 費用だけでさえ回収することは、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。

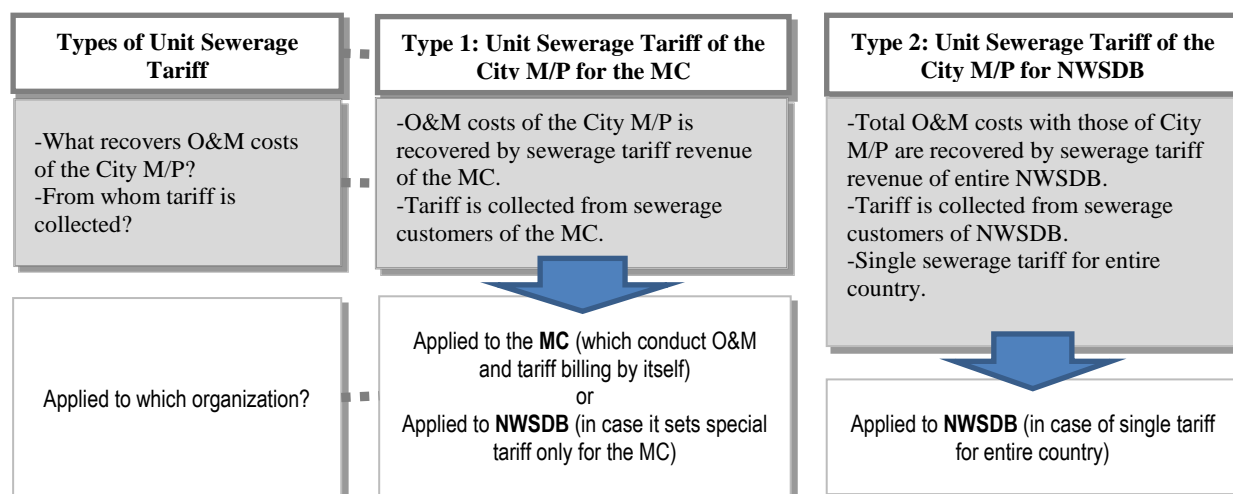
そのため、下水道料金は下水道施設の O&M 費用を回収できるように設定される。

## 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 年に設定した）。

都市 M/P で提案する下水道料金は、新規下水処理施設の 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 の料金値上げが、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、下水道料金値上げ（あるいは創設）は一度だけ、下水道施設の操業開始までには行われなければならない。

### 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ヌワラエリヤ MC

No.	Items	Unit	Description	Amount
1	Annual O&M costs	LKR/year	Total	67,126,267
2	Expected profit (10%) (=1x10%)	LKR/year	Total	6,712,627
3	<b>O&amp;M costs with profit (=1+2)</b>	LKR/year	<b>Total</b>	<b>73,838,894</b>
4	Sewage Flow	m <sup>3</sup> /day	Domestic Flow	1,834
		m <sup>3</sup> /day	Non-Domestic Flow	1,376
		m <sup>3</sup> /year	Total	1,171,650
5	Sewage Ratio	%		80.0
6	<b>Water Consumption Volume</b> *1	m <sup>3</sup> /year	<b>Total</b>	<b>1,464,563</b>
7	<b>Unit Sewerage Tariff (=3/6)</b>	LKR/m <sup>3</sup>		<b>50.42</b>

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

Source: JET

必要な下水道料金単価は、50.42LKR/m<sup>3</sup>と算出され、検針された水使用量に乗じて料金が求められる。MCが下水道施設のO&Mと料金徴収を行う場合には、MCがこの料金単価に基づき料金表を作成することが提案される。

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

表 7.2-2 は、都市 M/P 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) の計算ヌワラエリヤ MC

Items	Unit	Description	Amount
Operating Expense	LKR	Existing (2015) *1	410,282,866
		New facilities (City M/P) *2	67,126,267
		<b>Total</b>	<b>477,409,133</b>
Income to be subtracted from Expense	LKR	Connection Charge	25,531,614
		P&D/Bowser *3	160,854,906
		<b>Total</b>	<b>186,386,520</b>
O&M costs after subtraction	LKR	<b>Total</b>	291,022,613
Expected Profit (5%)	LKR	<b>Total</b>	14,551,131
O/M costs after subtraction plus profit	LKR	<b>Total</b>	<b>305,573,744</b>
Water Consumption Volume of Sewerage Customers	m <sup>3</sup> /year	Existing (2015)	6,240,008
		New facilities (City M/P)	1,464,563
		<b>Total</b>	<b>7,704,571</b>
Unit Sewerage Tariff	LKR	-	<b>39.66</b>

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

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

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

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

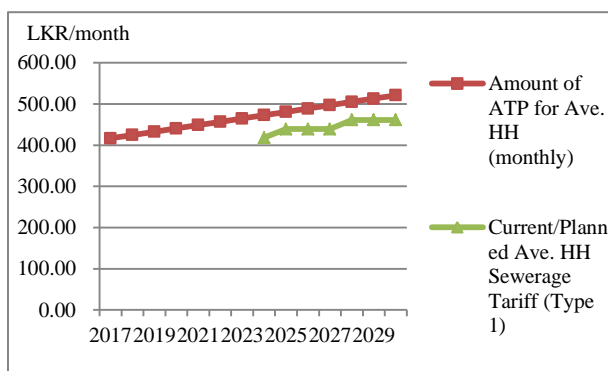
都市 M/P が実施された場合、NWSDB は下水処理場のフル稼働までに、家庭用、商業用、および工業用の下水道料金単価の加重平均が 39.66LKR/m<sup>3</sup> になるように料金表を作成し、料金値上げを行うことが提案される。

### 7.2.5 家庭の支払可能性

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

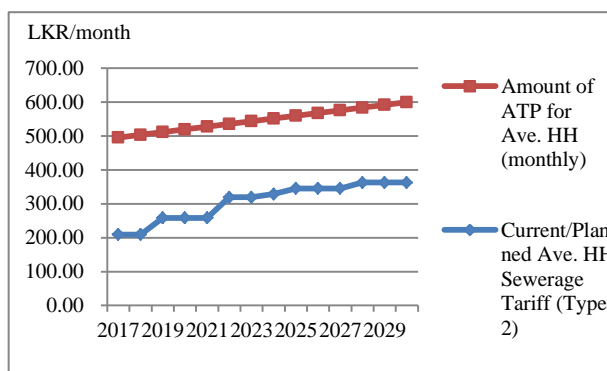
- 3回目の都市 M/P の料金値上を 2024 年に設定
- 平均家庭所得の過去の増加率が今後も継続
- 家庭用、商業用、及び工業用の各下水道料金単価が同じ割合で値上げされる。そのため、仮に商業用と工業用使用者の単価が家庭用よりも高く引き上げられれば、家庭用の月額料金を低く抑えることができる。

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、ヌワラエリヤ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は、家庭の支払可能性上限額の 88~91% 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。しかし、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、再度チェックする必要がある。

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 42~62% 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。

### 7.2.6 改訂された下水道料金表の例（タイプ2、NWSDB用）

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

**表 7.2-3 改訂された下水道料金表の例：家庭用（2024年時点）**

Sewerage tariff: Domestic; 50% 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; 65% of the following water supply tariff

Government hospital; 65% 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 50%）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) ヌワラエリヤ MC の財政状況は非常に良好である。財務的な観点からは、ヌワラエリヤ MC は過去の良好な財務状況から、下水道施設を自ら運転・維持管理できる能力を有するといえることができる。
- B) 過去数年間、ヌワラエリヤ MC の水道部門は、黒字を計上してきた。仮に近い将来下水道が整備され MC によって運転維持管理されるならば、水道部門は MC の下水道部門をサポートできる財務能力を有していると考えられる。
- C) 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。
- D) 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。
- E) MC 用のタイプ 1 の下水道料金単価は、50.42LKR/m<sup>3</sup>
- F) NWSDB 用のタイプ 2 の下水道料金単価は、39.66LKR/m<sup>3</sup>
- G) 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 の請求額は支払可能性上限額を若干下回り、他方で、タイプ 2 の請求額は支払可能性上限額の半分程度であった。
- H) 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ヌワラエリヤ 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 10** 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 11** 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ヌワラエリヤ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 12** 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	B-	
1 Air pollution	P/C	B-	Dust and exhaust gases are generated during construction.
	O	D	No impacts are expected during operation.
2 Water pollution	P/C	B-	Excavation and runoff will cause turbidity during construction.
	O	B+	Treatment of sewage and greywater will reduce water pollution.
3 Soil pollution	P/C	B-	Construction equipment and transfer of construction materials contribute to soil pollution.
	O	D	No impacts are expected during operation.
4 Waste	P/C	B-	Construction waste will be generated.
	O	B-	Sludge will be generated during operation of treatment facilities.
5 Noise and vibrations	P/C	B-	Noise and vibrations will be generated during construction.
	O	B-	Noise and vibrations will be generated during operation.
6. Ground subsidence	P/C	C-	Impacts are unknown and require investigation.
	O	C-	Impacts are unknown and require investigation.
7. Offensive odors	P/C	D	No impacts are expected during construction.
	O	B-/B+	B-: Odor will be generated at the WWTP during operation. B+: Improved sewerage collection and environmental conditions will reduce offensive odors in the Project area.

Item	Evaluation		Reason
	P/C	B-	
8 Geographical features	P/C	B-	WWTP construction activities will alter features of the site and impact surrounding lands.
	O	B-	If found to be necessary, landslide prevention measures will alter features of the surrounding land.
9 Bottom sediment	P/C	D	No impacts are expected during construction.
	O	B+	Reduction of waste water flow into Gregory Lake will reduce impacts and 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	C-	Forest reserves are located adjacent to and within the Project area and may be impacted. The extent of impact is unknown and requires investigation.
	O	C-	
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-	The poor and other socially vulnerable populations may be impacted by construction activities.
	O	C-	Impacts are unknown and require investigation.
19a Indigenous and ethnic populations	P/C	C-	The poor and other 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 are expected to benefit from improved water environment.
23 Children's rights	P/C	C-	Child labor may occur during construction.
	O	C+	Children are expected to benefit from improved water environment.
24 Cultural heritage	P/C	C-	Construction activities may impact heritage sites.
	O	C+	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. Landslide prevention devices for the WWTP (if necessary) may also affect landscape.
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地域となる。

### 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 Subsidence	P/C	C-	Study: Geographic conditions.	F/S stage
		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	B-	Study: Geographic conditions, construction method. Method: Geographical survey.	F/S stage
		O	B-	Study: Geographical conditions, landslide prevention methods. Method: Geographical survey.	F/S stage
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	C-	Study: Status of protect lands, construction locations/methods. Method: Site survey, hearing survey of concerned parties.	N/A
		O	C-	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. Method: Site surveys, hearing surveys of concerned parties.	F/S
		O	D		
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 population	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	P/C	C-	Study: Social and economic conditions.	In progress

	of benefits and damages	O	C-	Method: Hearing surveys of concerned parties, public consultation.	(M/P, F/S stage)
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+	Study: Health and working conditions of women. Method: Hearing survey of concerned parties, data collection.	In progress (M/P, F/S stage)
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+	Study: Water borne diseases and children Method: Hearing survey of concerned parties, data collection.	In progress (M/P, F/S stage)
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+	Study: Impacts of pollution on heritage sites. Method: Hearing survey of concerned parties.	
24a	Landscapes	P/C	B-	Study: Location of parks, tourism sites, and other valuable sites, construction locations and methods. Method: Site survey, hearing survey of concerned parties.	In progress (M/P, F/S, EIA, D/D stage)
		O	B-		
25	Infectious Diseases such as HIV/AIDS	P/C	B-	Study: Prevalence of AIDS/HIV and other infectious diseases, current prevention programs. Method: Data collection, hearing surveys of concerned parties.	In progress (M/P, F/S stage)
		O	B+	Study: Prevalence of water borne and other environmental diseases. Method: Data collection, hearing surveys of concerned parties	

Source: JET

### 8.6.6 影響の予測と評価

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

### 8.6.7 EMP と EMoP の計画

事業計画の実施により回避できない環境影響が発生する、または発生すると予測された場合、影響の対策方法を示す 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、実施にな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 13 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 14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"> <li>➢ Environmental policies, plans and programs</li> <li>➢ National level research</li> </ul>
		Feb					
		Mar					
		Apr					
5 Cities MP (Pre-F/S)	2016	May		5 local authorities	2 local authorities	Preparation study for Initial Environmental Examination (IEE: 初期影響評価) /EIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Literature search</li> <li>➢ Site survey</li> </ul>
		Jun					
		Jul					
		Aug					
		Sep					
Feasibility Study	2017	May		Nuwara Eliya MC (If selected for F/S)		EIA Study	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ EMP(draft)</li> <li>➢ Monitoring Plan(draft)</li> <li>➢ EIA Report</li> <li>➢ Resettlement Action Plan</li> <li>➢ Stakeholder Meeting</li> </ul>
		Jun					
		Jul					
		Aug					
		Sep					
		Oct					
		Nov					
		Dec					

Source: JET

図 8.8-1 ESC 計画

## 第9章 結論と提言

### 9.1 実施の可能性

ヌワエリヤは下水処理場用地も確認されかつ、日本の円借款事業「地方都市環境衛生改善計画 (The Study on Improvement of Solid Waste Management in the Secondary Cities in Sri Lanka)」のパイロットプロジェクトにより、廃棄物最終処分場が整理され適正に運営されている。

下水道事業の実施において、下水処理場の用地と最終処分場の確保が最も重要である。ヌワエリヤでは現時点でヌワエリヤ市が下水処理場用地として森林局の用地の転用手続き開始し、最終処分場も確保していることから、F/S 実施後に速やかに下水道整備を実施できる可能性がある。よって、ヌワエリヤを F/S 対象地域とする。

なお、現地調査時に MC から「候補地は二次林であり、保護の必要な天然林などと異なり特別な手続きは必要ない」と説明を受けているが、次回調査で書面上の確認をとることに留意する。

### 9.2 リスクと緩和策

プロジェクト実施段階におけるリスクと緩和策を表 9.2-1 に示す。特に下水処理場及びポンプ場の用地取得による延滞とアクセス道路を含む下水処理場の建設費の増加が実施段階のリスクとなる。

表 9.2-1 リスクと緩和策

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

Source: JET

### 9.3 結論と提言

ヌワラエリヤの下水道事業は、世界的観光地で観光人口も大きく、観光資源であるグレゴリー湖の水質保全のためには下水道の効果は大きく、その事業実施優先度は極めて高い。また、水道及び最終処分場は日本の支援により建設され、水の上流（上水道）から下流（下水道）まで支援することで支援の相乗効果が高まる。

本プロジェクトでは下水処理場用地は確認されているものの、中継ポンプ場の位置などは確定されておらず、F/S 実施期間中にその位置及び必要面積を確定し、下水処理場用地と合わせて早期の取得を行うようにすべきである。また、下水処理場用地は森林局の山のふもとの用地を造成し、アクセス道路として川に橋をかけることになる。よって、事業実施期間中のプロジェクトコストの上昇を防ぐため、F/S においては地質調査等の基礎調査を行い建設コストの積算に留意することが必要である。

## **APPENDICES**

APPENDIX

APPENDIX 1: Nuwara Eliya Waste Water Flow Calculation

Nuwara Eliya Wastewater Flow Forecast

Water consumption 120 lpcd  
 Domestic Waste Water /Water 80%  
 Non-Domestic ww/Domestic 75%  
 Infiltration 20%

1	Nuwara Eliya DSD		Population 2001	Population 2012	Population 2046	% covered	Population 2046 in covered area	Water consumption(cum/d)	Domestic Waste Water Flow (cum)	Non-Domestic Flow(cum/d)	Domestic + Non-Domestic Waste Water Flow (cum/d)	Infiltration (cum/d)	Total Waste Water Flow (cum/d)
1.1	535H	Hawaeliya East	2327	2273	2273	85	1932	232	185	139	325	65	390
1.2	535L	NuwaraEliya West	2540	2481	2481	95	2357	283	226	170	396	79	475
1.3	535	Nuwara Eliya	1878	1290	1290	100	1290	155	124	93	217	43	260
1.4	535D	Nuwara Eliya Central	4712	4292	4292	90	3863	464	371	278	649	130	779
1.5	535G	Hawaeliya North	2686	2216	2216	100	2216	266	213	160	372	74	447
1.6	535F	Hawaeliya West	1888	2072	2363	100	2363	284	227	170	397	79	476
1.7	535C	Kelegala	1874	1829	1829	100	1829	219	176	132	307	61	369
1.8	535B	Kalukele	1131	1093	1093	65	710	85	68	51	119	24	143
		<b>Sub Total 1</b>	<b>19036</b>	<b>17546</b>	<b>17837</b>		<b>16560</b>	<b>1987</b>	<b>1590</b>	<b>1192</b>	<b>2782</b>	<b>556</b>	<b>3338</b>
2.1	535D	Nuwara Eliya Central	4712	4292	4292	10	429	52	41	31	72	14	87
2.2	535E	Sandathenna	2803	2816	2834	30	850	102	82	61	143	29	171
2.3	535A	Magasthota	1518	1408	1408	85	1197	144	115	86	201	40	241
		<b>Sub Total 2</b>	<b>9033</b>	<b>8516</b>	<b>8534</b>		<b>2476</b>	<b>297</b>	<b>238</b>	<b>178</b>	<b>416</b>	<b>83</b>	<b>499</b>
		<b>TOTAL</b>	<b>28069</b>	<b>26062</b>	<b>26371</b>		<b>19036</b>	<b>2284</b>	<b>1827</b>	<b>1371</b>	<b>3198</b>	<b>640</b>	<b>3838</b>



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

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

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

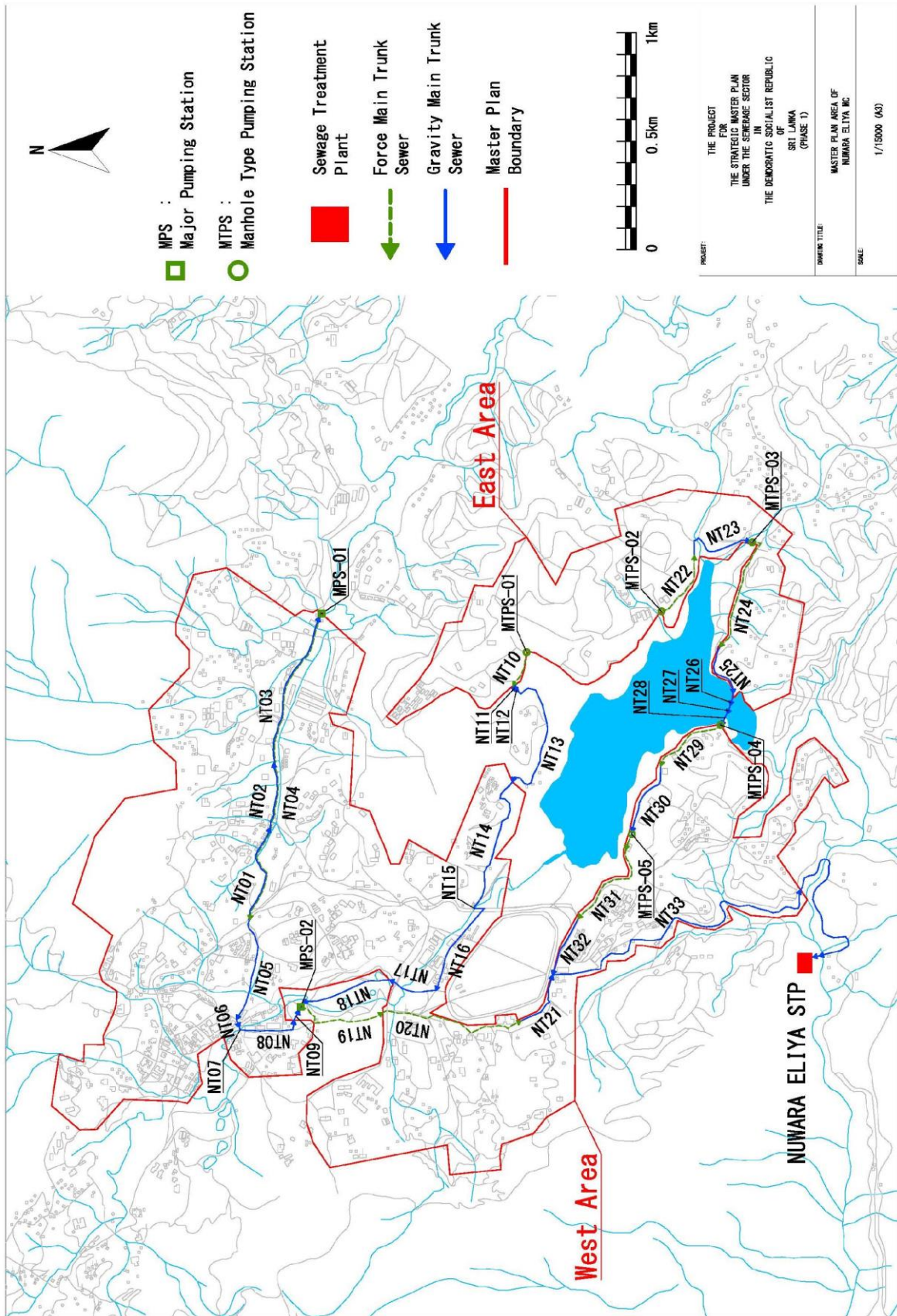
\*\*\*Average of 1-year measurement

**The Result of Sewage Analysis**

	Raddolugama			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.

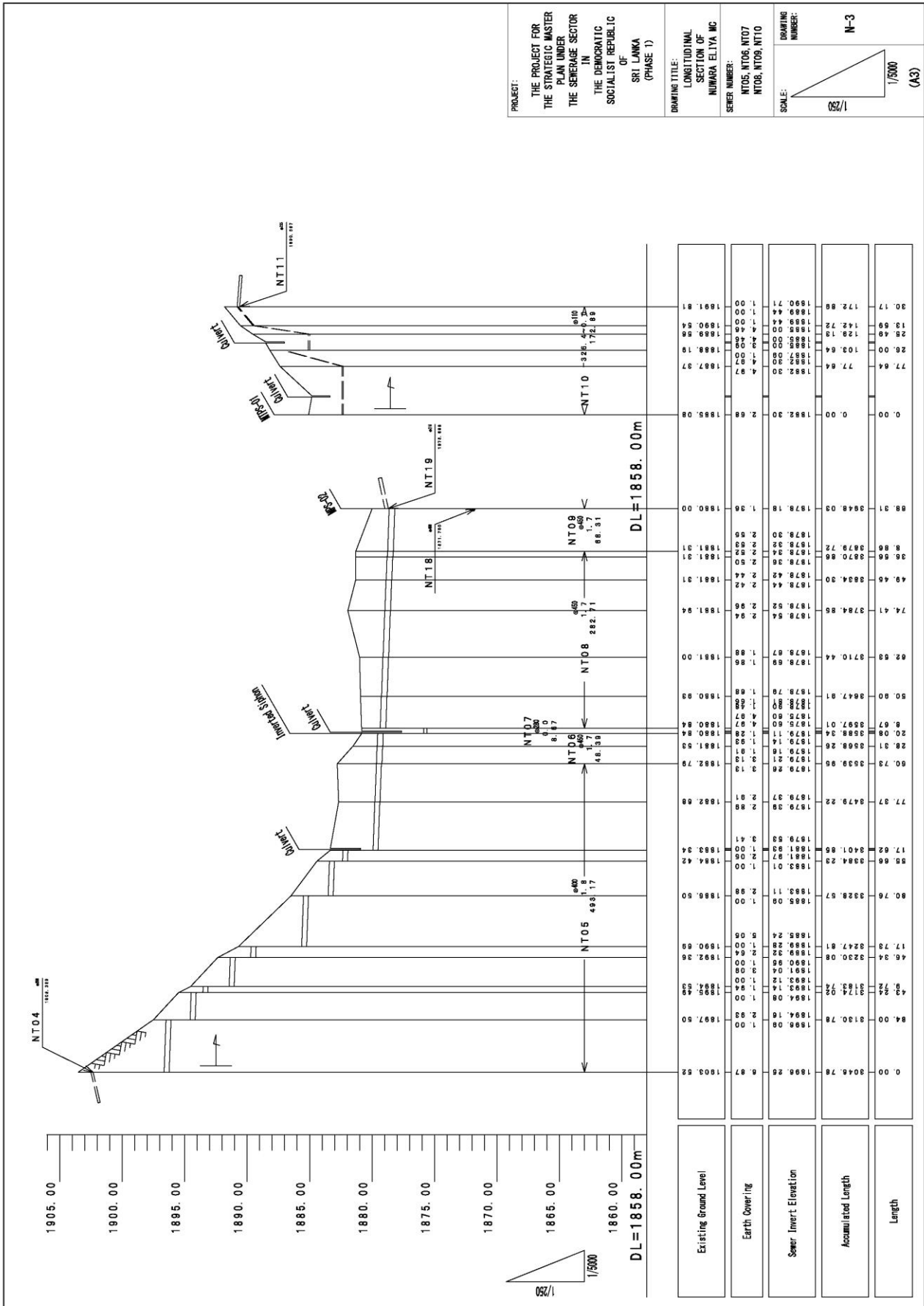
### APPENDIX 3: Draft Amendment of Tolerance Discharge Limits



SEWER DESIGN CALCULATIONS										Master Plan Area		Unit Sewer Water (m <sup>3</sup> /s/ha)		Legend	P							
										West Area		East Area		0.000246		0.000160		◎:Main Sewer	P. 1			
										NuwaraEliya MC												
Line No.	Catchment Area			Accumulated Length (m)	Design Outflow			Design Sewer Line							Note							
	West Area		East Area		Sewer Water Outflow			Dia (Internal Diameter) (mm)	Slope (%)	V (m/s)	Cap (m <sup>3</sup> /s)	Existing Ground Level Upper Lower (m)	Sewer Invert Upper Lower (m)	Earth Covering Upper Lower (m)								
	Area (ha)	Accumulated Area (ha)	Area (ha)		Accumulated Area (ha)	Total Area (ha)	West Area (m <sup>3</sup> /s)									East Area (m <sup>3</sup> /s)	Point Input (m <sup>3</sup> /s)	Total Outflow (m <sup>3</sup> /s)				
	Area (ha)	Accumulated Area (ha)	Area (ha)		Accumulated Area (ha)	Total Area (ha)	West Area (m <sup>3</sup> /s)	East Area (m <sup>3</sup> /s)	Point Input (m <sup>3</sup> /s)	Total Outflow (m <sup>3</sup> /s)												
NT01	26.76	26.76			26.76				0.007	0.007												
NT02	31.39	58.15			31.39				0.014	0.014												
NT03	73.29	131.44			73.29				0.032	0.032												
NT04		131.44			131.44				0.032	0.032												
NT05	23.01	154.45			23.01				0.038	0.038												
NT06	46.27	200.72			46.27				0.049	0.049												
NT07		200.72			0.00				0.049	0.049												
NT08	8.62	209.34			8.62				0.051	0.051												
NT09		209.34			0.00				0.051	0.051												
NT10			35.38	35.38	35.38				0.006	0.006												
NT11				35.38	35.38				0.006	0.006												
NT12				35.38	35.38				0.006	0.006												
NT13				35.38	35.38				0.006	0.006												
NT14	39.49	39.49			39.49				0.010	0.010												
NT15		39.49			0.00				0.010	0.010												
NT16	6.48	45.97			6.48				0.011	0.011												
NT17	85.02	130.99			85.02				0.032	0.032												
NT18		130.99			0.00				0.032	0.032												
NT19		340.33			0.00				0.089	0.089												
NT20		340.33			0.00				0.089	0.089												
NT21	5.85	346.18			5.85				0.085	0.085												
NT22			24.51	24.51	24.51				0.004	0.004												
NT23		15.00		39.51	15.00				0.006	0.006												
NT24		14.87		54.38	14.87				0.009	0.009												
NT25		6.35		60.73	6.35				0.010	0.010												
NT26				60.73	0.00				0.010	0.010												
NT27				60.73	0.00				0.010	0.010												
NT28				60.73	0.00				0.010	0.010												
NT29	7.16	7.16			7.16				0.002	0.010												
NT30	8.65	15.81			8.65				0.004	0.010												
NT31	7.40	23.21			7.40				0.006	0.010												
NT32	2.59	25.80			2.59				0.006	0.010												
NT33	46.91	418.89			46.91				0.103	0.015												







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

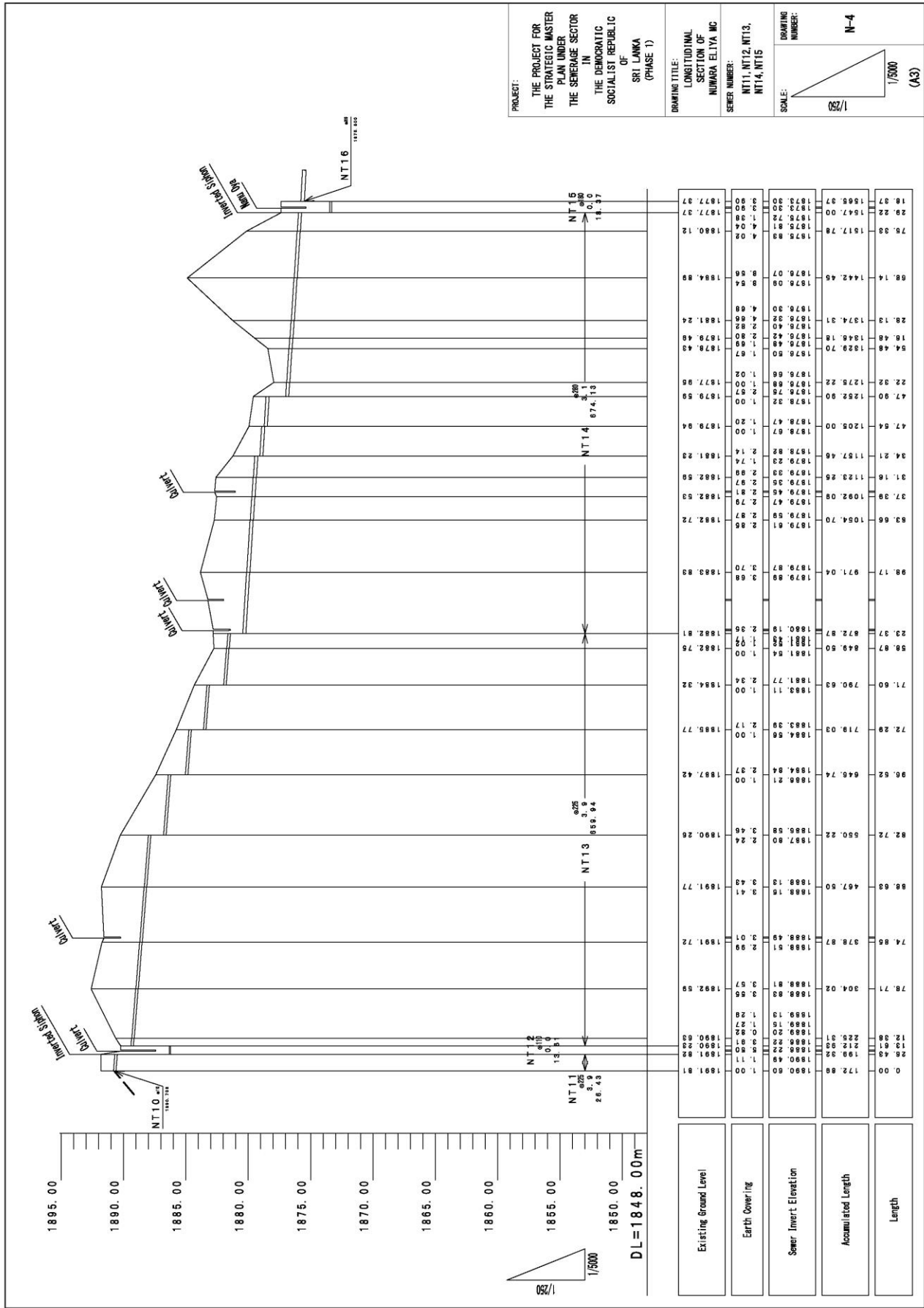
DRAWING TITLE:  
 LONGITUDINAL  
 SECTION OF  
 NUMARA ELYA, MC

SEWER NUMBER:  
 NT05, NT06, NT07  
 NT08, NT09, NT10

DRAWING NUMBER:  
 N-3

SCALE:  
 1/250

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 NUMARA ELYA, WC

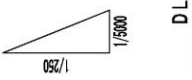
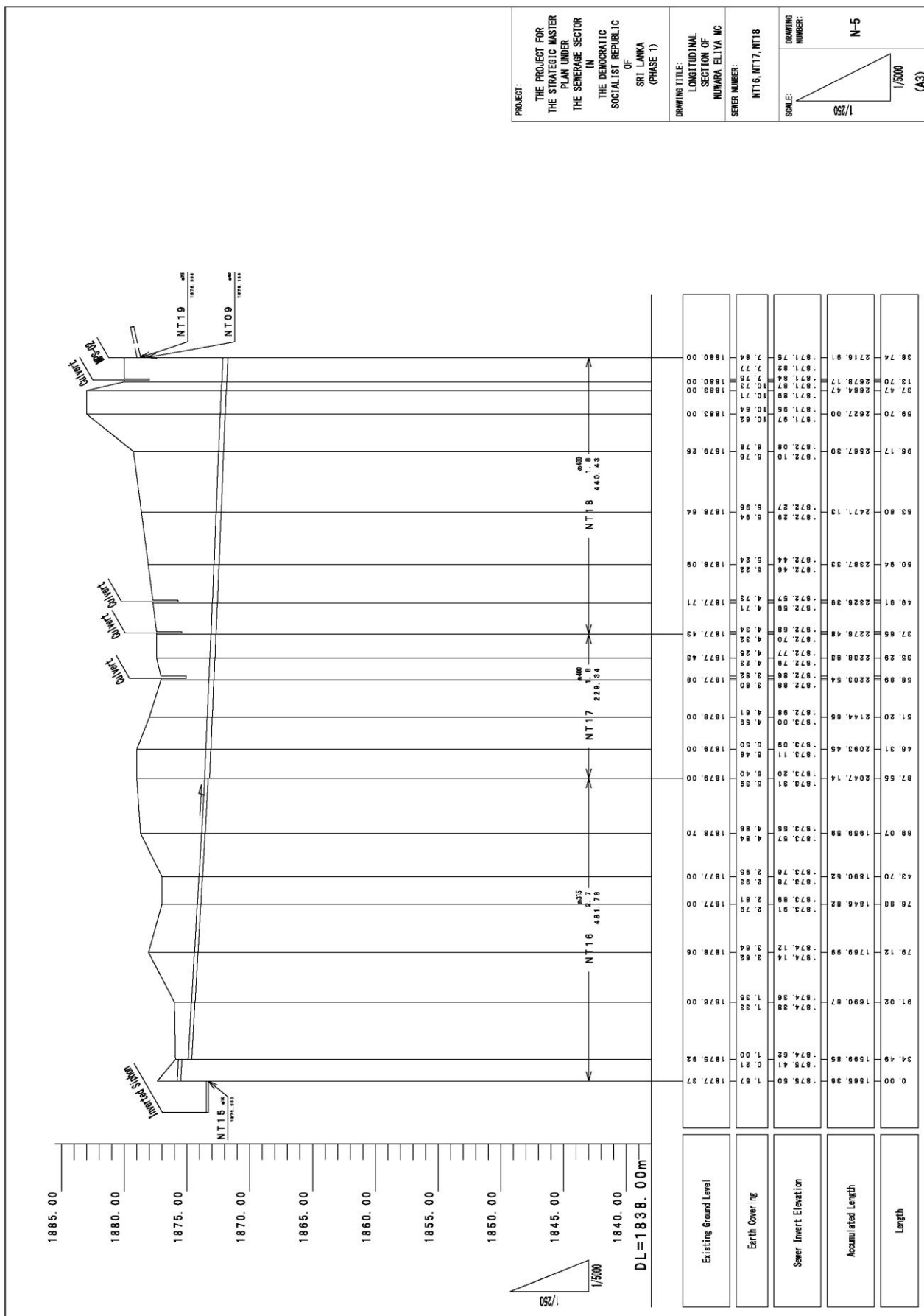
SEWER NUMBER: NT11, NT12, NT13, NT14, NT15

SCALE: 1/250

DRAWING NUMBER: N-4

(A3)





DL = 1838.00m

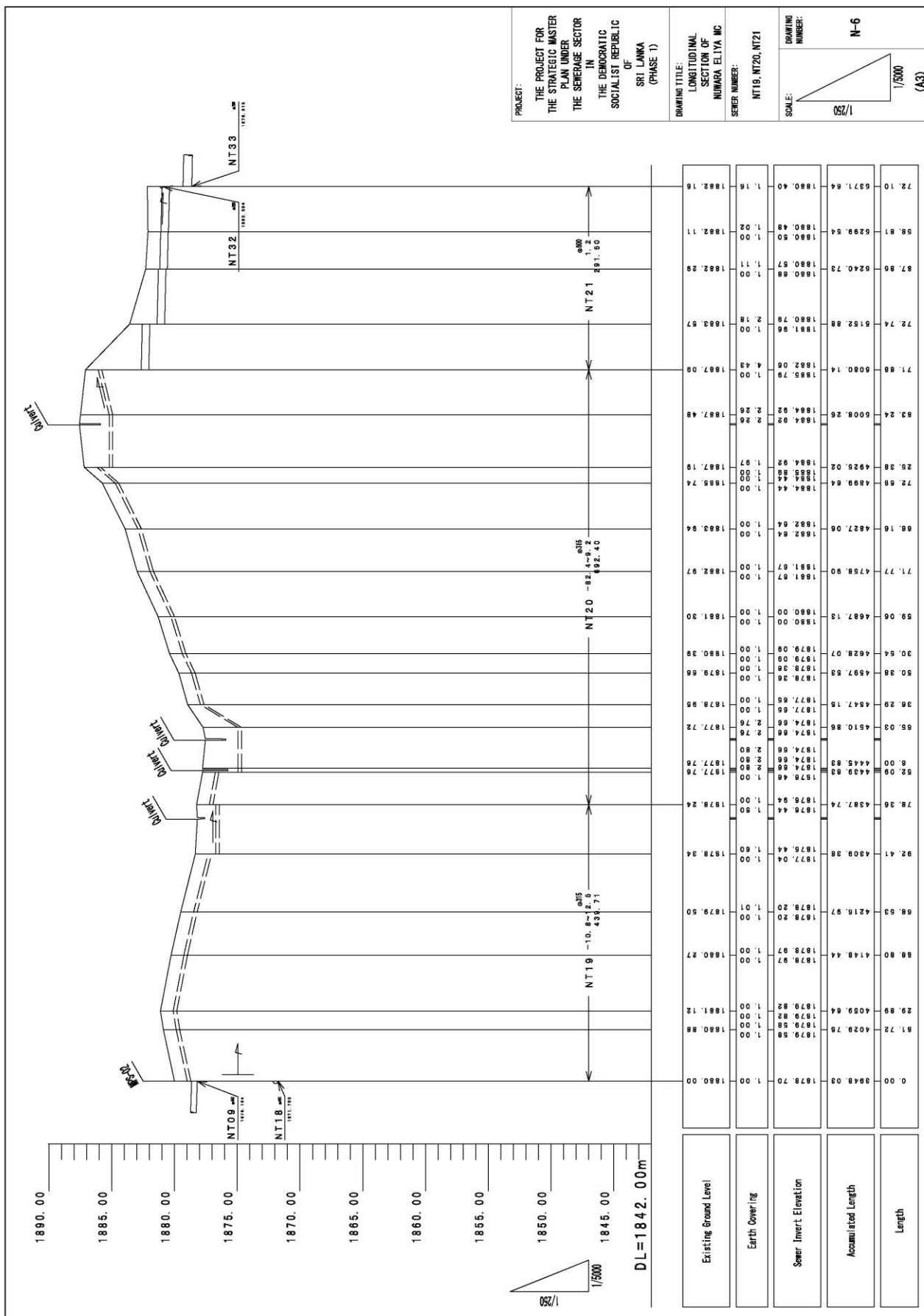
PROJECT: THE PROJECT FOR THE STRATEGIC MASTER PLAN UNDER THE SEWERAGE SECTOR IN THE DEMOCRATIC SOCIALIST REPUBLIC OF SRI LANKA (PHASE 1)

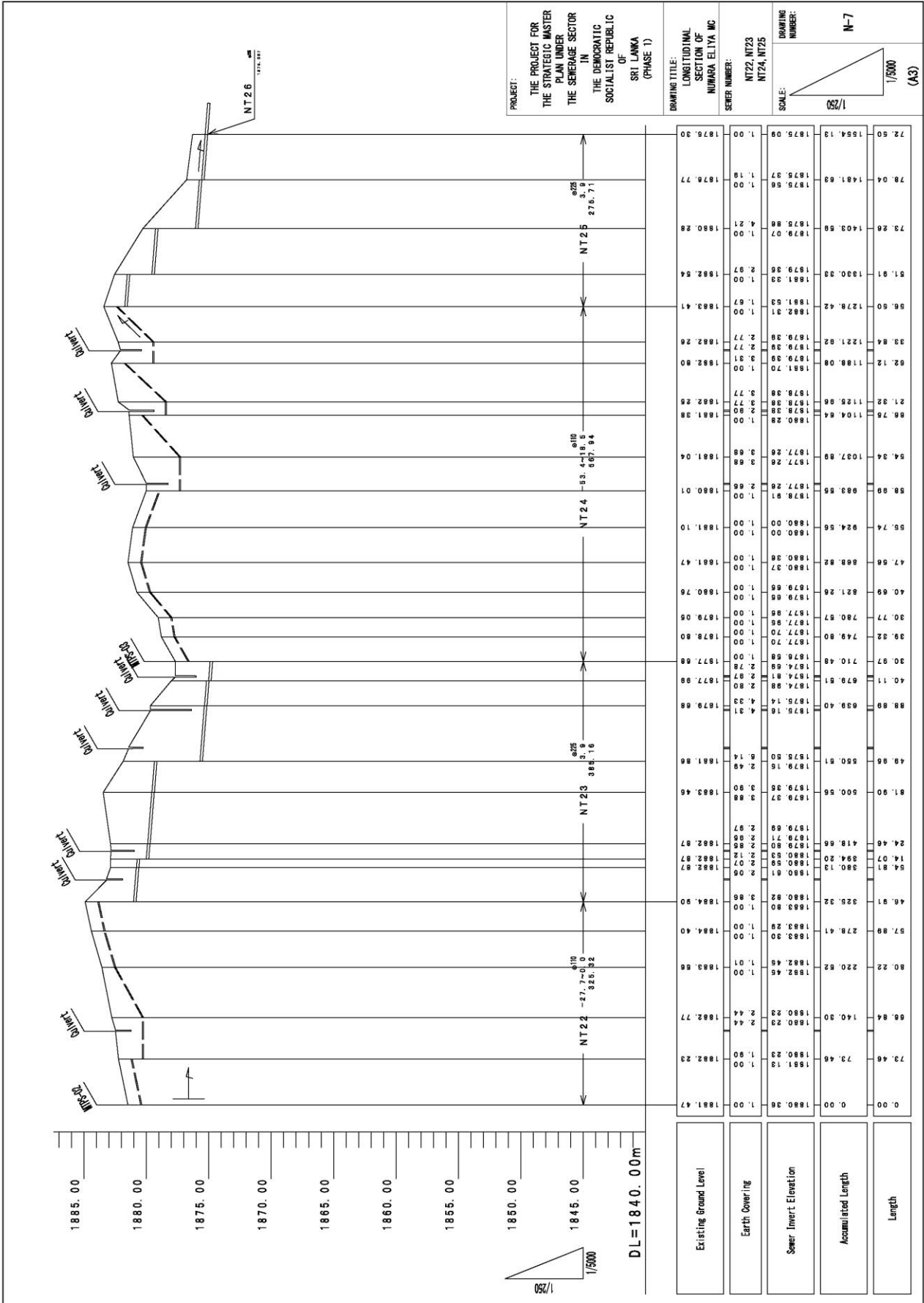
DRAWING TITLE: LONGITUDINAL SECTION OF NUWARA ELYA, WC

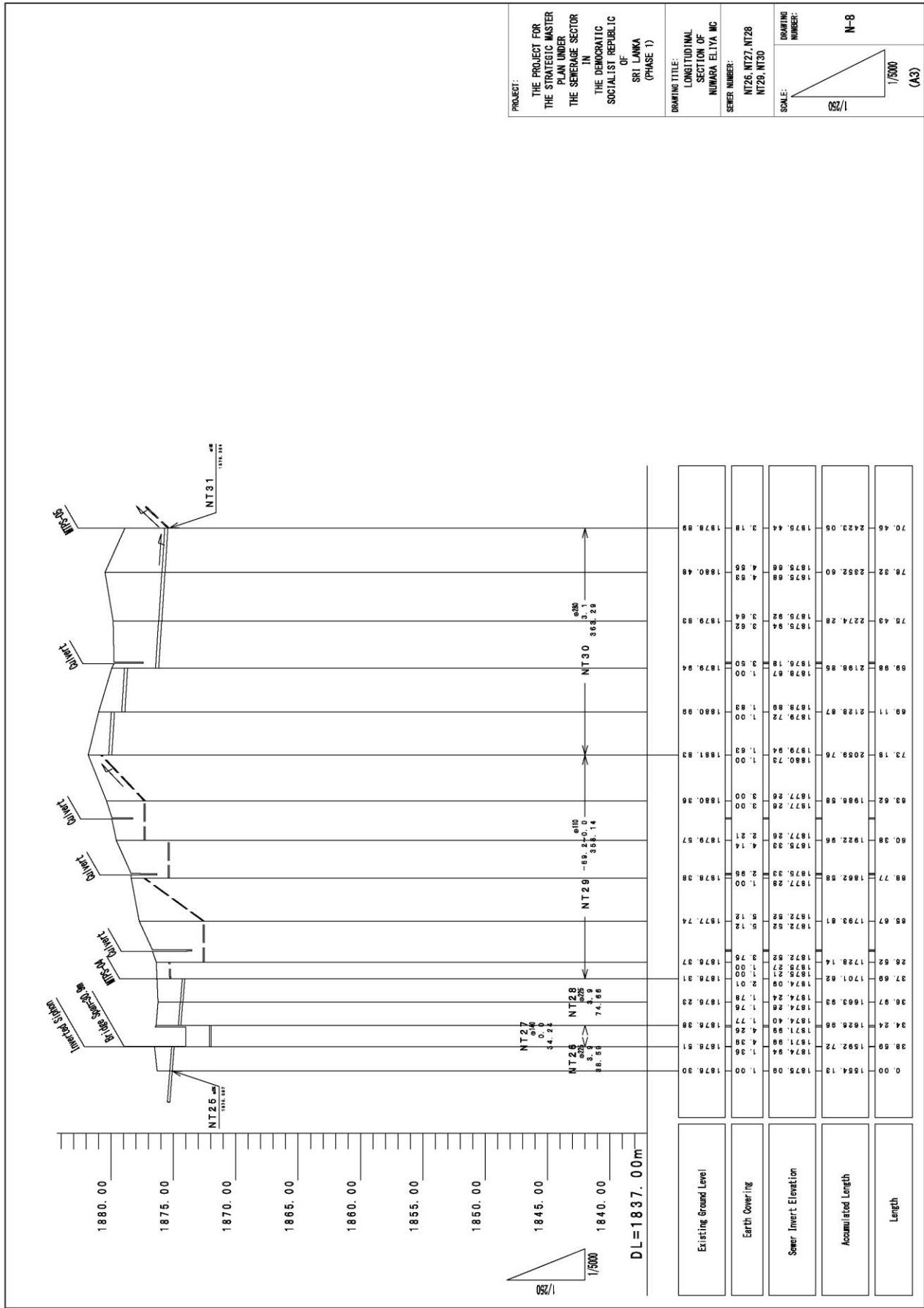
SERIAL NUMBER: NT16, NT17, NT18

DRAWING NUMBER: N-5

SCALE: 1/250







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

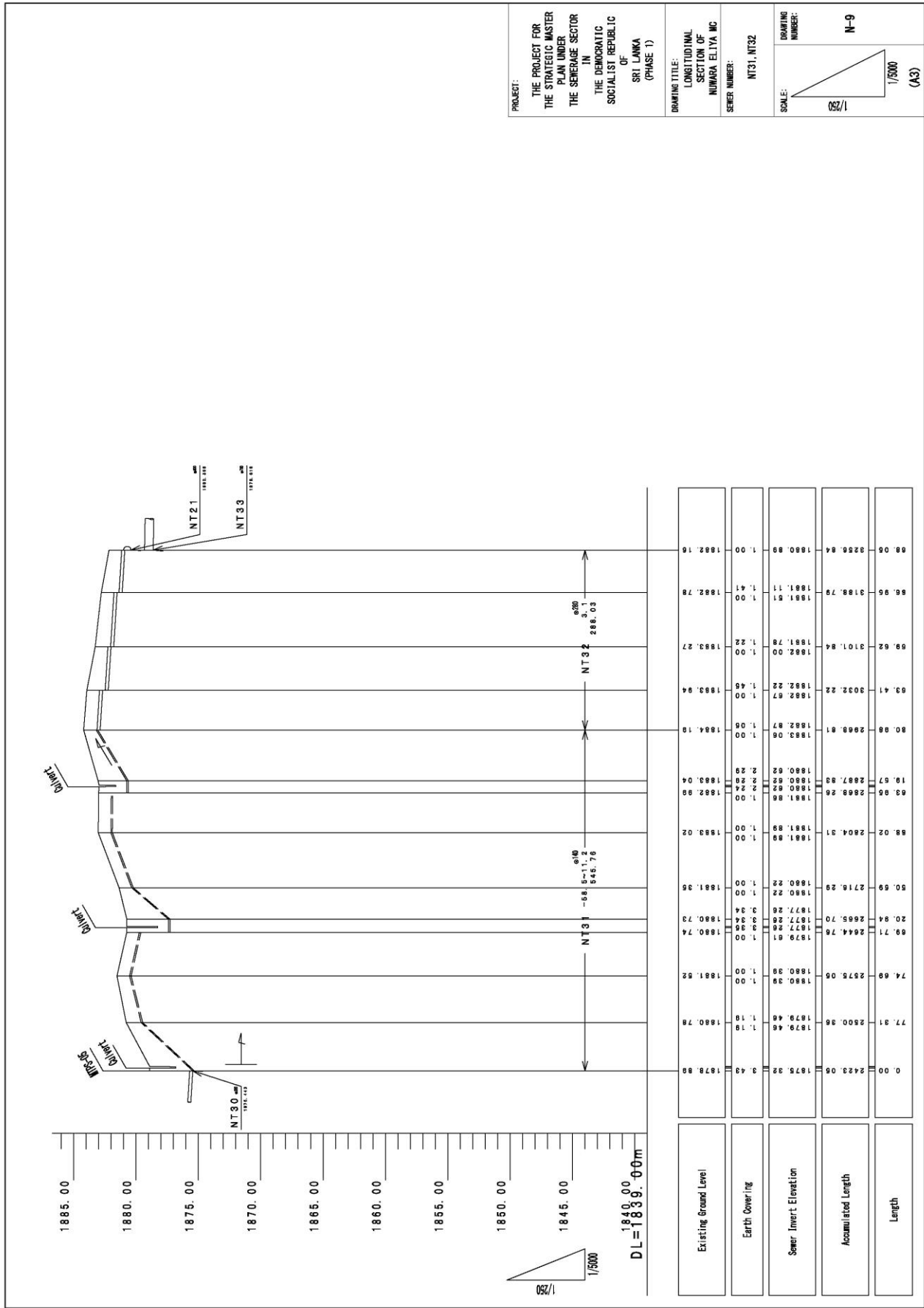
DRAWING TITLE:  
 LONGITUDINAL  
 SECTION OF  
 NUMARA ELIYA WC

SERIAL NUMBER:  
 NT26, NT27, NT28  
 NT29, NT30

SCALE:  
 1/250

DRAWING NUMBER:  
 N-8

(A3)



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

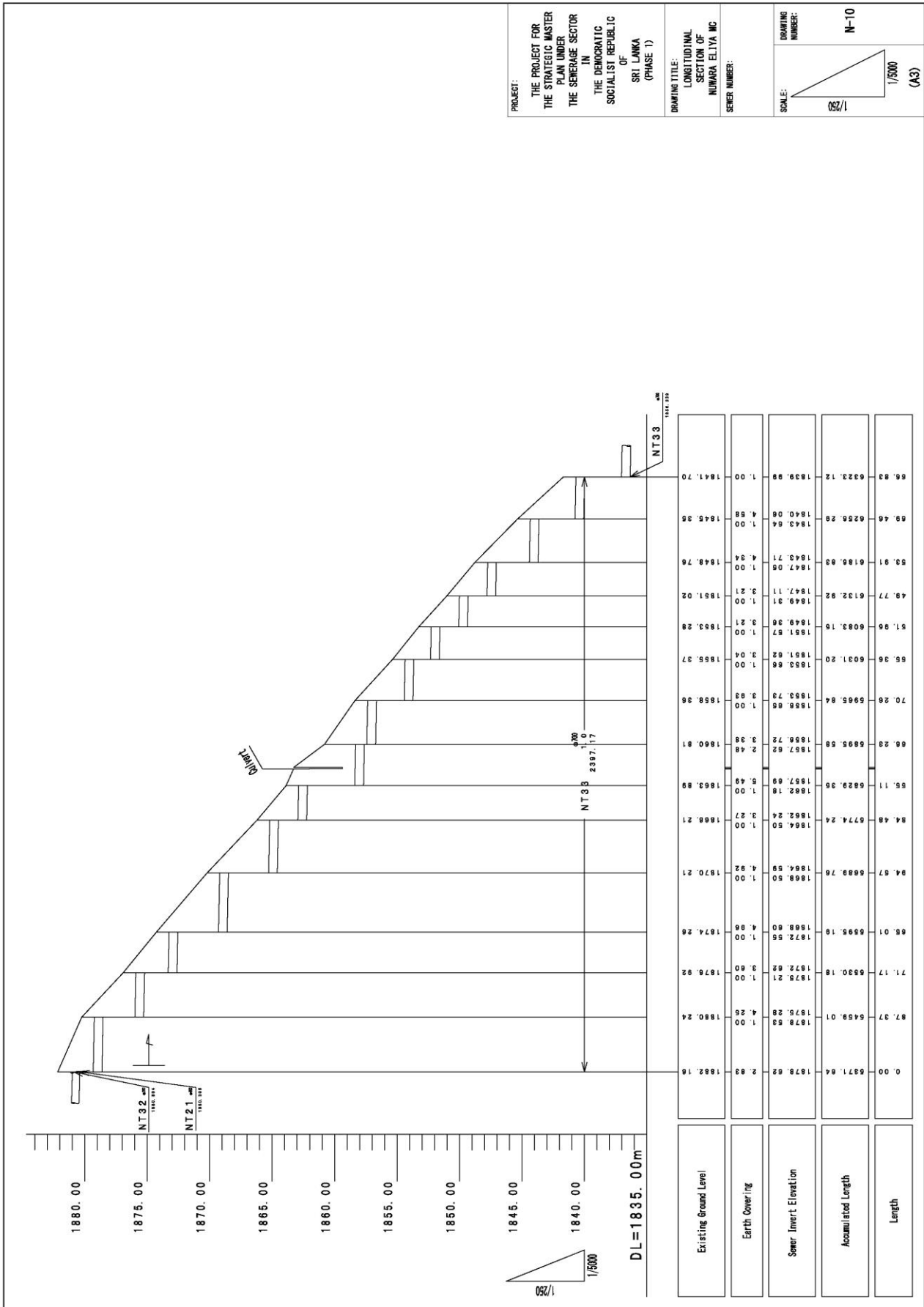
DRAWING TITLE: LONGITUDINAL SECTION OF NUMARA ELIYA, MC

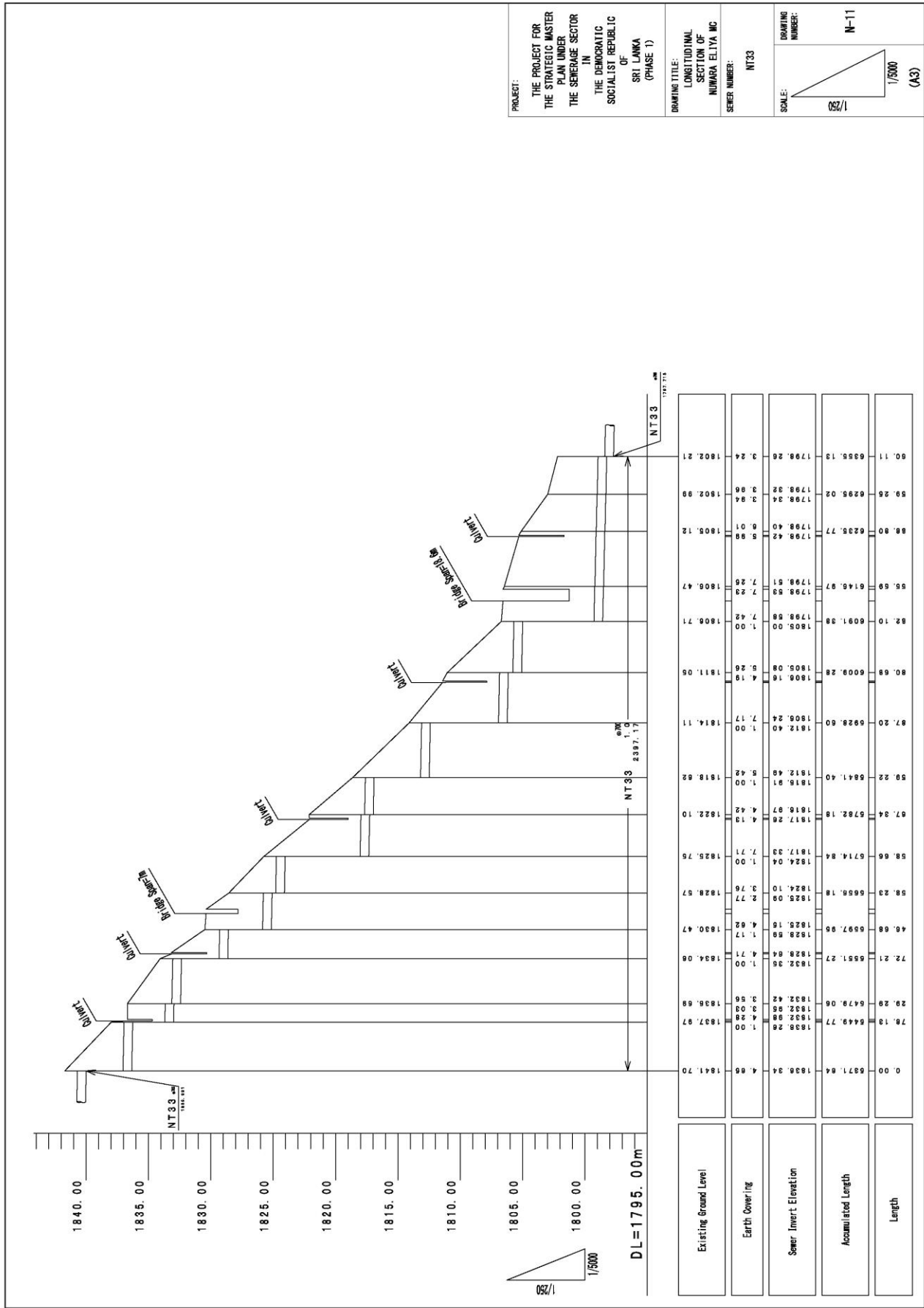
SERIAL NUMBER: NT31, NT32

DRAWING NUMBER: N-9

SCALE: 1/250

SCALE: 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)

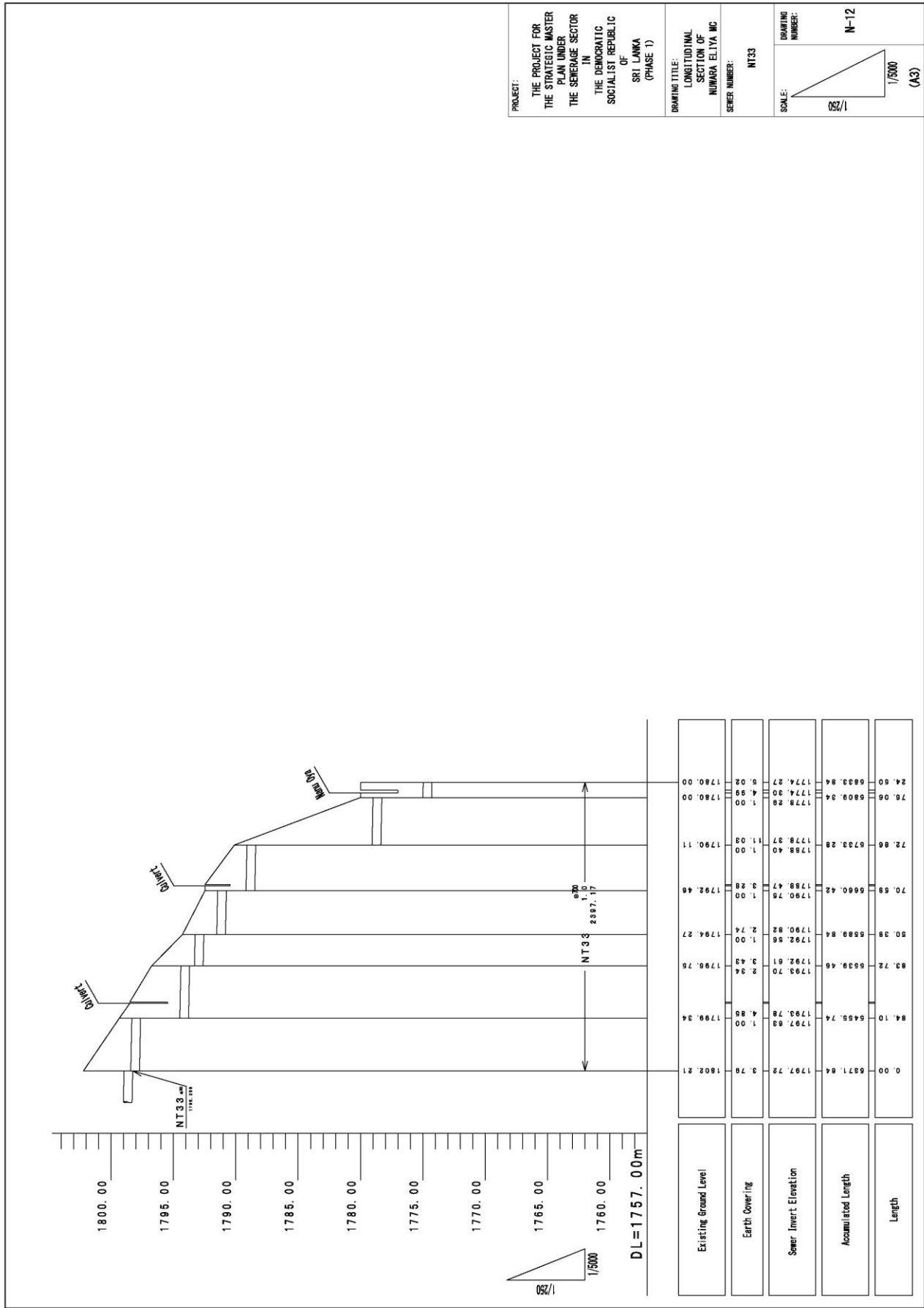
DRAWING TITLE:  
 LONGITUDINAL  
 SECTION OF  
 NUMARA ELIYA MC

SERIAL NUMBER:  
 NT33

DRAWING NUMBER:  
 N-11

SCALE:  
 1/250


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  
 NUMARA ELIYA, WC

SEWER NUMBER:  
 NT33

SCALE:  
 1/500  
 (A3)

DRAWING NUMBER:  
 N-12



## APPENDIX 4: Draft Amendment of Tolerance Discharge Limits

### Schedule III

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

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

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

		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: Land Confirmation for STP

නුවරඑළිය නාගරික කොමිසාරිස්  
நுவரெலியா மாநகர சபை ஆணையாளர்  
THE MUNICIPAL COMMISSIONER  
NUWARA ELIYA  
කාර්යාලය } 052-2222274  
அலுவலகம் } 052-2222275  
Office }  
ලැයිස් } 052-2222274  
பெக்ஸ் }  
Fax }  
නිවස } 052-2222371  
வாசஸ்தலம் }  
Residence }  
ඊ-මේල් } mcne76@yahoo.com  
மின் அஞ்சல் }  
E-mail }  
වෙබ් } www.nuwaraeliya.mc.gov.lk  
වෙබ් }  
Web }



CPC/NE/MC/WW/2016/ (JAICA)  
මගේ අංකය } .....  
எனது இல. }  
My No. }  
ඔබේ අංකය } .....  
உமது இல. }  
Your No. }  
නාගරික කාර්යාලය  
நகர சபை அலுவலகம்  
The Municipal Office  
2016.09. 20  
දිනය .....

නුවරඑළිය නුවරෙලියා Nuwara - Eliya

Team Leader,  
The Project for the Strategic Master Plan under  
Sewerage Sector in Democratic Socialist of Sri Lanka,  
Team Leader Office,  
No. 25, Sangabho Mawatha, Borupana Road,  
Ratmalana.

Dear Sir,

### Confirmation on the Land Availability for the Construction of a sewerage Treatment Plant for Nuwara Eliya MC Area.

This has reference to your letter No: TL-PSMPSS/Muni.Commissioner-Nuwara Eliya/ 0052 and dated 01<sup>st</sup> September 2016 regarding the above subject.

02. First of all I have to thank you for selecting our city as one of the five important cities for "Strategic Master Plan under Sewerage Sector" and we hopefully waiting for "Detail Feasibility Study".

03. The proposed STP Site for Nuwara Eliya city is located at right bank side of Nanu-oya stream and next to Pedro Tea Plantation area at Black pool, Nanu-oya, and Hatton – Nuwara Eliya main road.

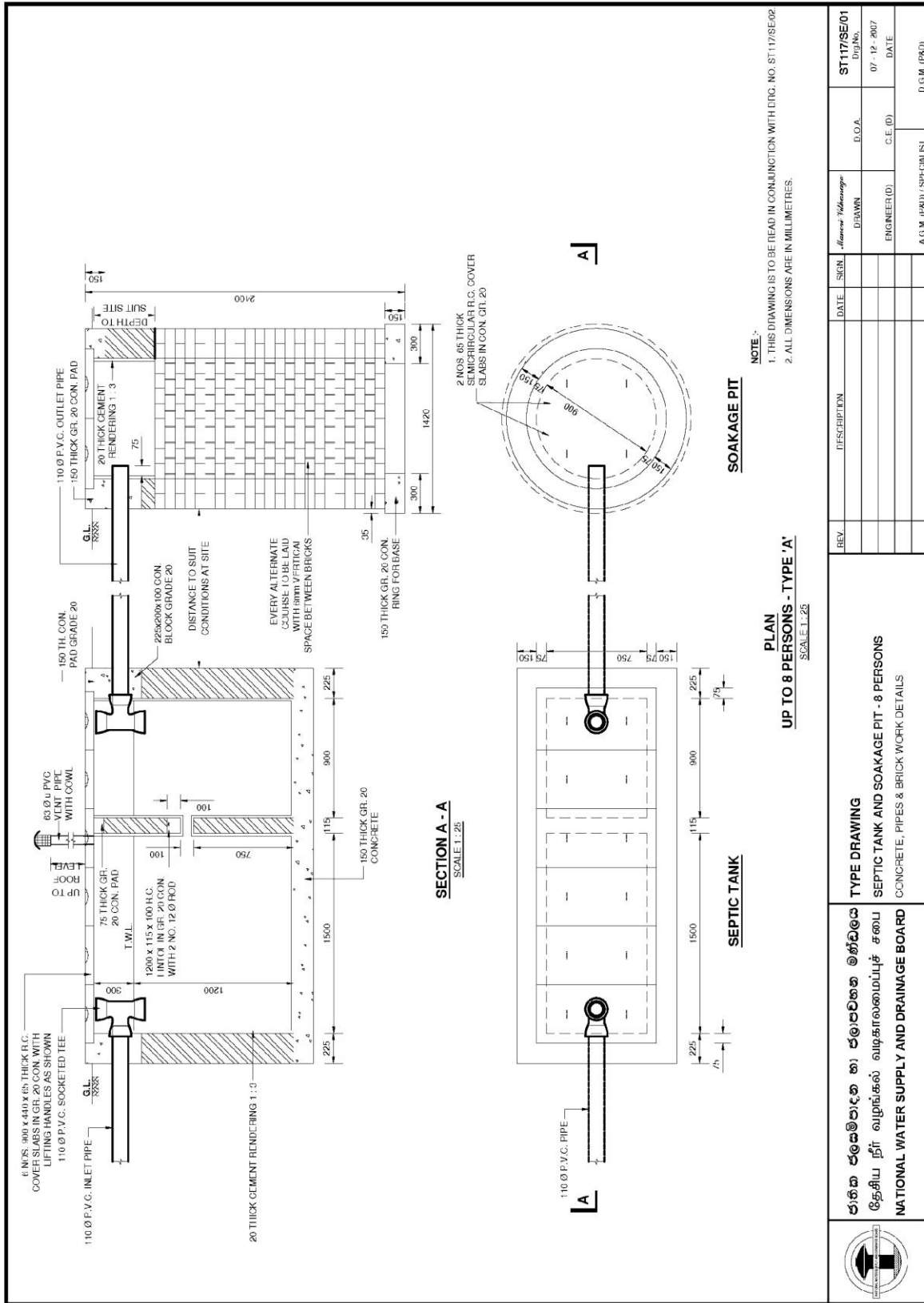
04. We are now almost above 50% of the acquisition procedure for above STP site.

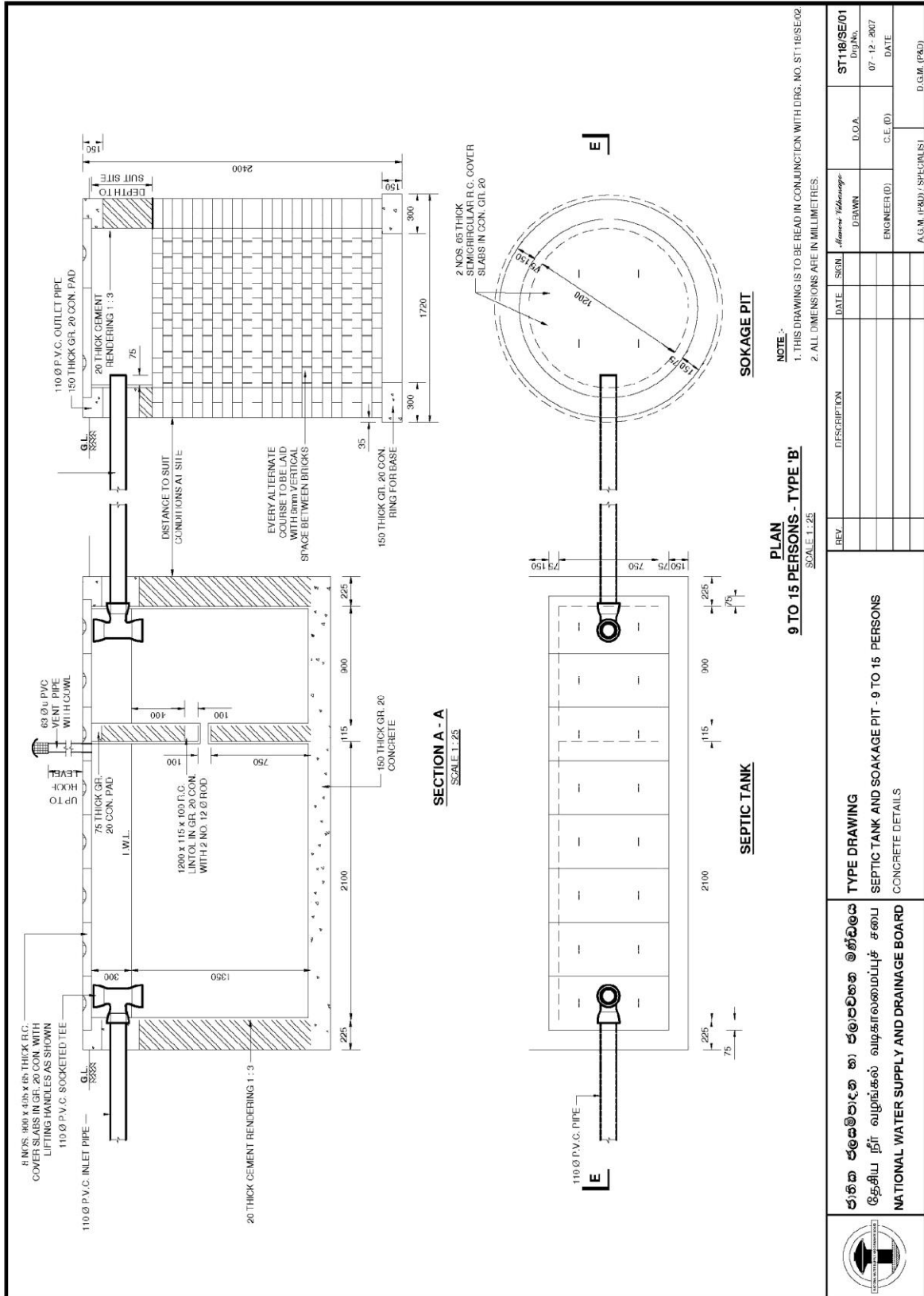
05. Therefore, I can confirm our council can acquire the proposed STP site without any difficulties for sewerage project.

Thank you.  
Yours Faithfully,

  
R.M.K.R.B. Rathnayake,  
Municipal Commissioner,  
Municipal Council – Nuwara Eliya.  
R.M.K.R.B.  
Municipal Commissioner  
Municipal Council  
Nuwara Eliya.

# APPENDIX 6: General Layout of Septic Tank







## APPENDIX 8: Detail of Annual Fund Requirement

**Annual Fund Requirement of Nuwara Eliya MC**  
 Jan 2017  
 Base Year for Cost Estimation  
 Price Escalation: 5%  
 Physical Contingency 3.8%

FC & Total : million JPY  
 LC : million LKR

Jan 2017  
 FC : 1.6%  
 LC : 3.8%

Physical Contingency 3.8%

Item	2017		2018		2019		2020		2021		2022		2023		2024		2025		2026		Total	
	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC
<b>A. ELIGIBLE PORTION</b>																						
A) Procurement / Construction	2,612	5,021	2,612	5,021	2,612	5,021	2,612	5,021	2,612	5,021	2,612	5,021	2,612	5,021	2,612	5,021	2,612	5,021	2,612	5,021	2,612	5,021
STP / Sewer	1,387	2,787	1,387	2,787	1,387	2,787	1,387	2,787	1,387	2,787	1,387	2,787	1,387	2,787	1,387	2,787	1,387	2,787	1,387	2,787	1,387	2,787
House Sewer	1,225	2,234	1,225	2,234	1,225	2,234	1,225	2,234	1,225	2,234	1,225	2,234	1,225	2,234	1,225	2,234	1,225	2,234	1,225	2,234	1,225	2,234
House Connection	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Base cost for IC, A, B, and C	2,612	5,021	2,612	5,021	2,612	5,021	2,612	5,021	2,612	5,021	2,612	5,021	2,612	5,021	2,612	5,021	2,612	5,021	2,612	5,021	2,612	5,021
Price Escalation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Physical Contingency	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total (A, B, and C)</b>	<b>2,612</b>	<b>5,021</b>	<b>2,612</b>	<b>5,021</b>	<b>2,612</b>	<b>5,021</b>	<b>2,612</b>	<b>5,021</b>	<b>2,612</b>	<b>5,021</b>	<b>2,612</b>	<b>5,021</b>	<b>2,612</b>	<b>5,021</b>	<b>2,612</b>	<b>5,021</b>	<b>2,612</b>	<b>5,021</b>	<b>2,612</b>	<b>5,021</b>	<b>2,612</b>	<b>5,021</b>
<b>B. NON-ELIGIBLE PORTION</b>																						
B) Procurement / Construction	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Base cost for IC, A, B, and C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Price Escalation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Physical Contingency	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total (D, E, and F)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>GRAND TOTAL (A+B+C+D)</b>	<b>2,612</b>	<b>5,021</b>	<b>2,612</b>	<b>5,021</b>	<b>2,612</b>	<b>5,021</b>	<b>2,612</b>	<b>5,021</b>	<b>2,612</b>	<b>5,021</b>	<b>2,612</b>	<b>5,021</b>	<b>2,612</b>	<b>5,021</b>	<b>2,612</b>	<b>5,021</b>	<b>2,612</b>	<b>5,021</b>	<b>2,612</b>	<b>5,021</b>	<b>2,612</b>	<b>5,021</b>



## APPENDIX 9: Breakdown of Operating Expenditure

### Moratuwa Ratmalana – 8119

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

### Soysapura

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

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

Treatment Plant and Network

39.13 LKR/m<sup>3</sup>/day

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

## **APPENDIX 10: Regulations and Organizations Related to ESC**

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

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

### **Approvals Required for a Sewerage Project**

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

### **Central Environmental Authority (CEA)**

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

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

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

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

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

### **Mahaweli Authority of Sri Lanka (MASL)**

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

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

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

### **Department of Archaeology**

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

### **The Forest Department**

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

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

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

### **Department of Agrarian Development**

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

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

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

### **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.

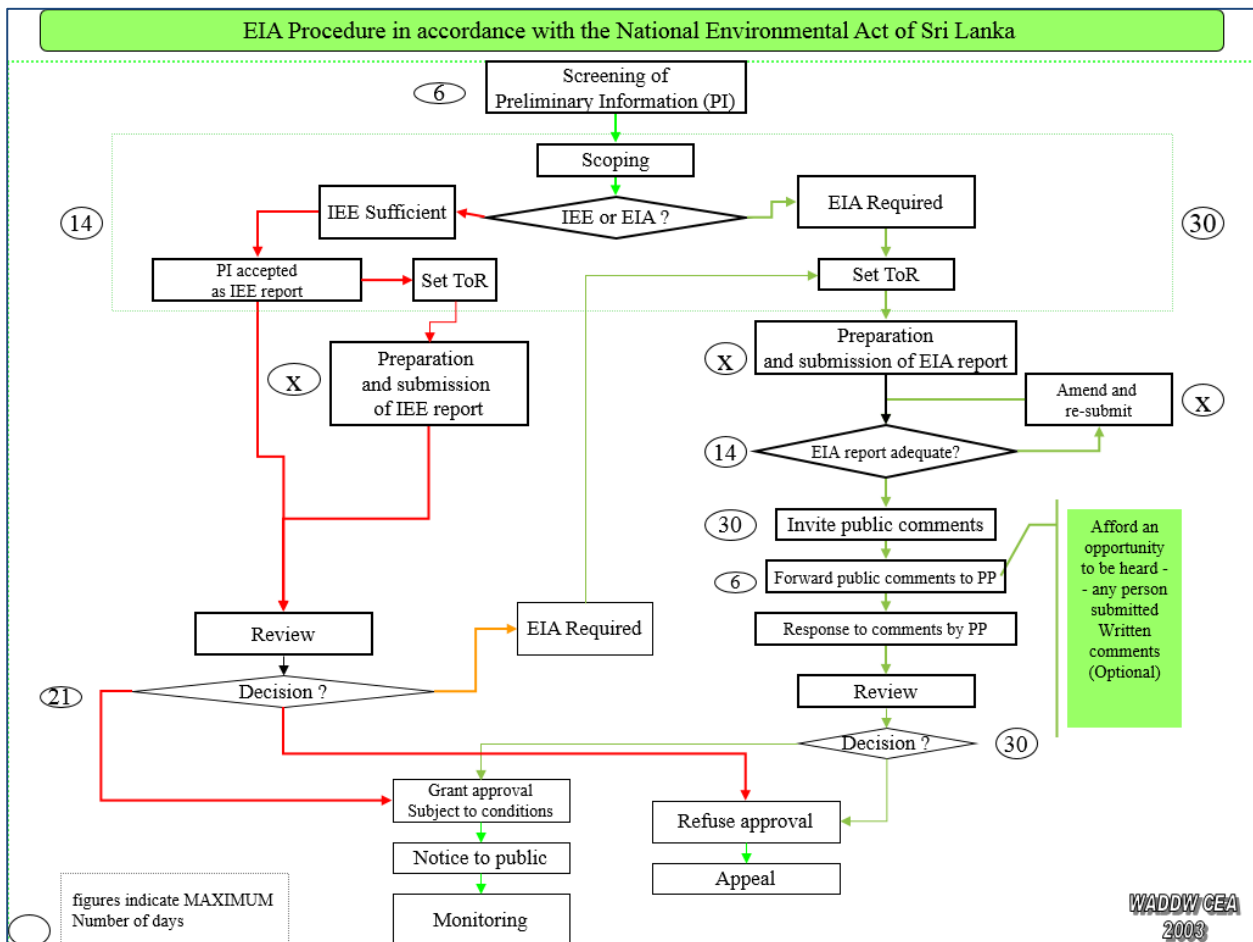
Upon review of the preliminary information provided by the project proponent (PP), if the PAA determines that the project would have no long-term adverse environmental impacts, an initial environmental examination (IEE) would be considered adequate. Under such circumstances, the proponent will be required 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 11: Comparison with JICA Guidelines

### 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 12: 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 13: Record of Consultation with Public and Authorities

### Record of Meeting/Discussion

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

Date: \_\_\_\_\_



## Record of Meeting/Discussion

<b>Date:</b>	02/11/2016	<b>Time:</b>	from 15:30	to 16:30
<b>Venue:</b>	CEJ office			
<b>Attendants</b>				
	Name	Position	Department/Organization	
	Name			
	Mr. Hemantha Withanage	Executive director	CEJ	
<b>JICA Experts (Name)</b>				
	Koji KIMURA	Deputy Team Leader	JET	
	Yudai TADAKI	Environmental and Social Consid.	JET	
	WADD Wijesooriya	Director	EMAC	
	Buddhika De Silva	Director	EMAC	
<b>Main Subject:</b>				
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: \_\_\_\_\_

## Record of Meeting/Discussion

<b>Date:</b>	02/11/2016	<b>Time:</b>	from 14:00	to 15:00
<b>Venue:</b>	Office of Professor Jayathunge, Faculty of Science, University of Colombo			
<b>Attendants</b>				
	Name	Position	Department/Organization	
	Name			
	Prof. Amaramalee Jayathunge	Prof. Zoology	Faculty of Science, University of Colombo	
<b>JICA Experts (Name)</b>				
	Koji KIMURA	Deputy Team Leader	JET	
	Yudai TADAKI	Environmental and Social Consid.	JET	
	WADD Wijesooriya	Director	EMAC	
	Buddhika De Silva	Director	EMAC	
<b>Main Subject:</b>				
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	Prof. Jayathunge's response: Odor issues should be controlled. The extent of industrial and medical waste water included in the study, or treated at the waste water treatment plant should be discussed.		
	3	Prof. Jayathunge will be leaving the department due to retirement. She will appoint others to participate in the consultations, from chemistry and biology backgrounds.		
	4			
		Actions to be taken		by Whom
				until When

Date: \_\_\_\_\_

## **APPENDIX 14: Draft EMP and EMoP**

### **Mitigation Measures**

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

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

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

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

Environmental Impact / Issue	Mitigation Measure	Implementing Organization	Responsible Organization
	coastal conditions of the area. ■ Ensure the necessary effluent quality for disposal to inland waters		
Odor from STP	■ 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	■ 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 <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, PM <sub>10</sub> , SPM	Spectrometric method; High volume sampling and Gravimetric analysis	Pre-construction	Once (Baseline measurement)	Contractor / NWSDB / EMC	At STP site; 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	