

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

③バドゥツラ

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

③バドゥツラ 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	2-3
2.1.3 地質	2-4
2.1.4 水文	2-5
2.1.5 水質および水量	2-6
2.1.6 環境条件	2-8
2.1.7 保護区	2-8
2.1.8 動植物	2-12
2.2 社会環境	2-13
2.2.1 行政制度	2-13
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	2-16
2.2.8 土地利用	2-19
2.2.9 水供給と衛生	2-21
2.2.10 廃棄物	2-23
2.3 下水道整備の必要性	2-23
第3章 下水道計画の基本条件	3-1
3.1 基本条件	3-1
3.1.1 目標年次	3-1
3.1.2 計画及び設計基準	3-1
3.1.3 下水道サービス対象地域の選定	3-3
3.1.4 計画汚水量	3-5
3.1.5 設計汚水水質	3-5

第4章	下水道の基本計画と設計	4-1
4.1	下水道整備計画	4-1
4.2	下水収集設備	4-1
4.2.1	下水道管渠	4-2
4.2.2	ポンプ施設	4-2
4.2.3	取付け管	4-2
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	4-7
4.3.4	水処理	4-8
4.3.5	汚泥処理処分	4-9
4.4	オンサイト施設と腐敗槽汚泥管理	4-12
4.4.1	オンサイト施設	4-12
4.4.2	腐敗槽の構造	4-12
4.4.3	腐敗槽の維持管理	4-12
第5章	プロジェクト実施のための組織制度改革	5-1
5.1	下水道事業の実施体制	5-1
5.1.1	スリランカにおける実施体制の事例	5-1
5.1.2	バドゥッラMCにおける公共事業の実施状況	5-1
5.1.3	実施体制のオプション	5-3
5.1.4	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	5-5
5.2.2	RSC (ウバ) の組織	5-6
5.2.3	MC の組織	5-6
5.3	事業実施に向けた各機関の能力強化	5-6
5.3.1	人材確保	5-6
5.3.2	人材育成	5-8
5.3.3	機材、車両の調達	5-9
5.3.4	顧客サービス	5-9
5.4	下水道建設プロジェクトの実施	5-9
5.4.1	PMU	5-9
5.4.2	プロジェクト事務所	5-9
第6章	事業費	6-1
6.1	概算事業費	6-1
6.1.1	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
第7章	財務計画	7-1
7.1	バドゥッラMCの財務状況	7-1
7.2	下水道整備と運営維持管理 (O&M) の財務計画	7-2
7.2.1	建設、O&M 及び設備更新の費用負担	7-2
7.2.2	必要な下水道料金計算の方法論	7-3
7.2.3	下水道料金単価計算の前提条件	7-4
7.2.4	下水道料金単価計算の結果	7-5
7.2.5	家庭の支払可能性	7-6

7.2.6	改訂された下水道料金表の例 (タイプ2、NWSDB 用)	7-7
7.3	財務計画の結論	7-8
第8章	環境社会配慮	8-1
8.1	現在の状況	8-1
8.2	環境社会配慮関連法規の概要	8-1
8.3	相手国制度と JICA ガイドラインの乖離	8-1
8.4	国際公約	8-1
8.5	スコーピング	8-1
8.6	環境社会配慮の TOR	8-3
8.6.1	環境社会配慮の目的	8-3
8.6.2	対象となる項目	8-3
8.6.3	対象地域	8-3
8.6.4	対象期間	8-3
8.6.5	環境社会配慮調査の内容と方法	8-3
8.6.6	影響の予測と評価	8-5
8.6.7	EMP と EMoP の計画	8-5
8.6.8	ステークホルダー協議	8-5
8.7	ドラフト EMP と EMoP	8-6
8.8	環境社会配慮活動計画	8-6
第9章	結論と提言	9-1
9.1	F/S 実施の可能性	9-1
9.2	結論と提言	9-1
APPENDIX		1
APPENDIX 1:	BADULLA WASTE WATER FLOW FORECAST	A-1
APPENDIX 2:	INFLOW SEWAGE QUALITY	A-2
APPENDIX 3:	LAYOUT PLAN, SEWER DESIGN CALCULATIONS AND LONGITUDINAL CROSS SECTION	A-4
APPENDIX 4:	DRAFT AMENDMENT OF TOLERANCE DISCHARGE LIMITS	A-14
APPENDIX 5:	GENERAL LAYOUT OF SEPTIC TANK	A-17
APPENDIX 6:	DETAIL OF PROJECT COSTS AND ANNUAL FUND REQUIREMENT	A-19
APPENDIX 7:	DETAIL OF ANNUAL FUND REQUIREMENT	A-20
APPENDIX 8:	BREAKDOWN OF OPERATING EXPENDITURE	A-21
APPENDIX 9:	REGULATIONS AND ORGANIZATIONS RELATED TO ESC	A-22
APPENDIX 10:	COMPARISON WITH JICA GUIDELINES	A-26
APPENDIX 11:	INTERNATIONAL COMMITMENTS RELATED TO ESC	A-27
APPENDIX 12:	RECORD OF CONSULTATION WITH PUBLIC AND AUTHORITIES	A-28
APPENDIX 13:	DRAFT EMP AND EMoP	A-31

掲載表一覧

表 1	概算事業費	S-2
表 2.1-1	水質調査結果 (バドゥッラ)	2-6
表 2.1-2	流量調査結果	2-8
表 2.1-3	森林の種類と面積	2-8
表 2.1-4	河川・運河堤防区域	2-11
表 2.1-5	バドゥッラ地域の動植物相	2-12
表 2.2-1	人口 (バドゥッラ MC / 2012 年)	2-13
表 2.2-2	年齢別の慢性疾患率	2-13
表 2.2-3	糖尿病と高血圧症疾患率	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	遺産的価値のある建物・土地	2-15
表 2.2-8	ウバ州の産業別 GDP (現在価格)	2-16
表 2.2-9	調査対象県等の貧困人数指数	2-17
表 2.2-10	バドゥッラ県の月平均家庭所得と内訳 (2012/13)	2-18
表 2.2-11	バドゥッラ県の土地利用状況	2-19
表 2.2-12	バドゥッラ MC の土地利用状況	2-19
表 2.2-13	バドゥッラ MC における飲料水施設の整備状況	2-21
表 2.2-14	バドゥッラ MC における利用種別消費状況	2-21
表 2.2-15	バドゥッラ MC における衛生施設の整備状況	2-22
表 3.1-1	汚水量算定基準	3-1
表 3.1-2	下水管渠設計に用いた係数値	3-2
表 3.1-3	管種	3-2
表 3.1-4	ポンプ施設のタイプ	3-3
表 3.1-5	M/P 地域に含まれる DSD 及び GND	3-4
表 3.1-6	計画汚水量	3-5
表 3.1-7	設計汚水水質	3-5
表 4.2-1	主要な管渠一覧	4-2
表 4.2-2	主要なポンプ施設	4-2
表 4.3-1	想定流入水質及び許容放流基準	4-8
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	バドゥッラ MC における公共事業の実施状況	5-2
表 5.1-3	下水道事業実施体制のオプション	5-3
表 5.2-1	下水道事業の各段階における各機関の役割分担	5-4
表 5.3-1	国立大学、単科大学及び工業高校の学部	5-7
表 5.3-2	NWSDB と同業民間企業での毎月の給料及び手当	5-7
表 5.3-3	NWSDB 研修センターの研修プログラムに追加すべき項目	5-8
表 5.3-4	既存下水道事業における下水設備維持管理に使用される重機の所有台数	5-9
表 6.1-1	概算事業費	6-1
表 6.1-2	運転維持管理費	6-2
表 7.1-1	バドゥッラ MC の収支概要	7-1
表 7.2-1	都市 M/P で提案される下水道料金単価の計算バドゥッラ MC	7-5
表 7.2-2	NWSDB の下水道料金単価 (第 3 回値上分) の計算バドゥッラ MC	7-5
表 7.2-3	改訂された下水道料金表の例：家庭用 (2024 年時点)	7-7

表 7.2-4	改訂された下水道料金表の例：非家庭用（2024年時点）	7-7
表 8.5-1	スコーピング評価とその理由	8-1
表 8.6-1	ESC 関連調査内容	8-3

掲載図一覧

図 1	バドゥッラ下水道整備計画.....	S-1
図 2.1-1	農業ゾーンーバドゥッラ	2-1
図 2.1-2	月平均最高・最低気温	2-2
図 2.1-3	月間平均降水量	2-2
図 2.1-4	バドゥッラ地区の標高	2-3
図 2.1-5	周辺地域の地質図	2-4
図 2.1-6	対象地域の排水系統および表流水域	2-5
図 2.1-7	調査位置図	2-7
図 2.1-8	保護森林区域	2-9
図 2.1-9	動物保護区域	2-10
図 2.2-1	調査対象県等の貧困人数指数	2-17
図 2.2-2	月当たり家庭所得の比較	2-18
図 2.2-3	バドゥッラ MC の土地利用状況	2-20
図 2.2-4	処分場	2-23
図 3.1-1	バドゥッラにおける M/P 地域.....	3-4
図 4.1-1	バドゥッラ下水道整備計画	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 ³ /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	4-5
図 4.3-5	下水処理場配置図	4-6
図 4.3-6	膜分離活性汚泥法 (MBR) の処理フロー.....	4-7
図 4.3-7	汚泥処理のフロー	4-9
図 4.3-8	圧入型スクリーブレス脱水機の構造.....	4-10
図 4.3-9	汚泥の最終処分法	4-10
図 4.3-10	堆積型コンポスト設備	4-11
図 5.2-1	現在の NWSDB 下水道部門の組織図.....	5-5
図 5.2-2	NWSDB 下水部門の組織図案.....	5-5
図 5.2-3	計画から O&M までの業務の実施担当部署	5-6
図 7.1-1	バドゥッラ MC の近年の黒字・赤字の傾向	7-2
図 7.1-2	バドゥッラ MC の近年の職員給与の傾向	7-2
図 7.1-3	バドゥッラ MC の総収入から経常支出を引いた額の近年の傾向.....	7-2
図 7.1-4	バドゥッラ MC の収入、無償及び返済の近年の傾向	7-2
図 7.2-1	下水道料金単価の二つのタイプの違いと対象機関.....	7-3
図 7.2-2	料金値上げの実施スケジュール例	7-4
図 7.2-3	将来の下水道料金と支払可能性の比較 (タイプ 1)	7-6
図 7.2-4	将来の下水道料金と支払可能性の比較 (タイプ 2)	7-6
図 8.8-1	ESC 計画.....	8-6

略語表

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

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

要約

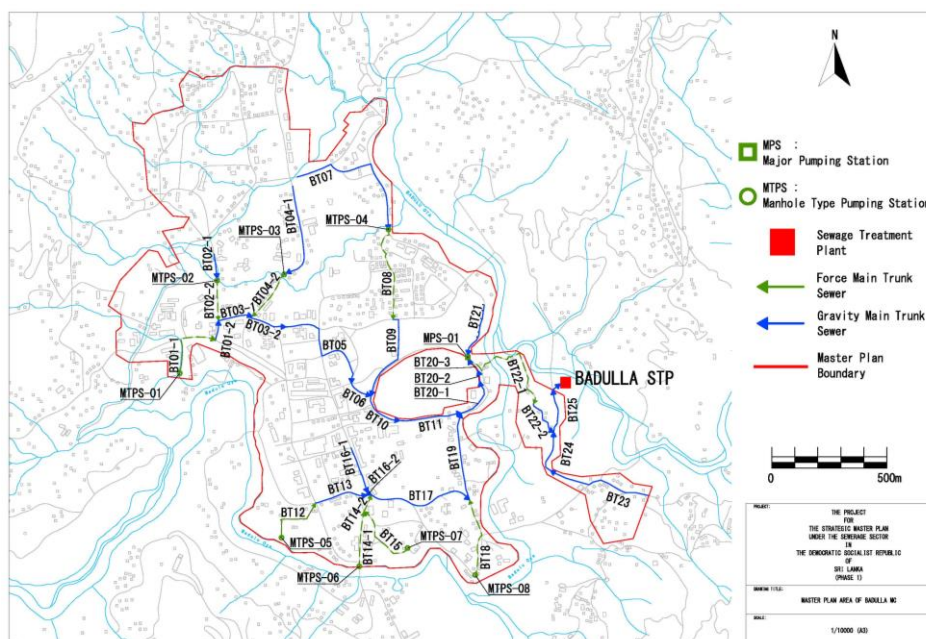
第1章では本プロジェクト及び成果の一つであるスリランカ全土を対象とした「戦略的下水道マスタープラン」の策定の背景を説明した。そして、「戦略的下水道マスタープラン」では下水道を整備する15の優先都市やこの優先15都市から「都市下水道マスタープラン」を策定する下記の5都市の選定経緯について説明した。

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

第2章ではバドゥツラにおける対象区域の現状として、自然環境、社会環境とプロジェクトの必要性を述べ、自然環境では対象地域を流れるバドゥツラ・オヤ川の Biochemical Oxygen Demand (BOD: 生物化学的酸素要求量)、アンモニア、リン及び大腸菌群数の増加が認められ、人の活動による水質悪化を示していた。また、社会環境ではバドゥツラが属するバドゥツラ県の平均家庭所得は全国平均を21%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た。

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バドゥツラ市の中心部の235ha、下水道供用人口23,200人、日最大汚水量約4,000m³/日と設定した。

第4章では下水道の基本計画と設計を説明した、下水道施設の基本計画として図1に管渠ルート、ポンプ場及び下水処理場の位置を示した。下水処理方式は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 バドゥッラ下水道整備計画

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。バドゥッラの下水道事業は National Water Supply & Drainage Board (NWSDB : 国家上下水道公社) が実施すべきと提案した。その理由は、すでに水道事業を NWSDB が行っており下水道との一体化は料金徴収などのコストを縮減できる、また、NWSDB の人材を活用できる点からである。また、人材の能力強化のために NWSDB 研修センターの研修内容の充実や OJT による技術の習得を提案した。

第 6 章では事業費を積算した。具体的には表 1 に示す内容で総額約 49 億円 (税抜)、維持管理費は年間 0.44 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 Anuradhapura STP (Q=13,600m ³ /day)	558,545,455	645,120,000	1,396,363,636	1,075,200,000
	B Trunk Sewer & Pump Station	880,842,000	257,822,000	1,215,675,000	936,070,000
	C Branch Sewer & Pump Station	478,622,000	161,910,000	688,895,000	530,449,000
	D House Connection	580,000,000	0	580,000,000	446,600,000
	Sub-total of 1(A-D)	2,498,009,455	1,064,852,000	3,880,933,636	2,988,319,000
2	Administration cost	303,000,000	0	303,000,000	233,310,000
3	Consulting cost	378,000,000	701,000,000	1,288,390,000	992,060,000
4	Physical contingency for construction cost	152,000,000	58,000,000	227,325,000	175,040,000
5	Price escalation for construction cost	540,000,000	92,000,000	659,481,000	507,800,000
6	Land acquisition and compensation	-	-	-	-
7	Interest during construction	0	31,000,000	40,260,000	31,000,000
8	Front-end Fee	0	9,000,000	11,688,000	9,000,000
9	Tax and duty	1,082,000,000	0	1,082,000,000	833,140,000
	Sub-total of (2-9)	2,455,000,000	891,000,000	3,612,143,000	2,781,350,000
	Total including Tax and Duty	4,953,009,455	1,955,852,000	7,493,077,000	5,769,669,000
	Total excluding Tax and Duty	3,871,009,455	1,955,852,000	6,411,077,000	4,936,529,000
	Eligible Portion (1, 3, 4, 5 and 7)	3,568,009,455	1,946,852,000	6,096,389,000	4,694,219,000
	Non-Eligible Portion (2, 6, 8 and 9)	1,385,000,000	9,000,000	1,396,688,000	1,075,450,000

Note: L.C. = Local Cost, F.C. = Foreign Cost

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 はバドゥッラ下水道のみの維持管理費から設定した下水道料金で、ケース 2 は NWSDB が運営している下水道から算定した下水道料金である。この結果、ケース 1 の下水道料金単価は 45.82LKR/m³、ケース 2 では 38.77LKR/m³ で両料金とも世銀の家庭の支払可能性の上限を下回っていた。

第 8 章では環境社会配慮について検討した。自然環境または社会環境に影響を及ぼすと考えられる項目を抽出するためのスコーピング結果と Feasibility Study (F/S : 実行可能性 (フィージビリティ) 調査) 時における環境社会配慮調査をまとめた。

第 9 章の結論では、バドゥッラの下水道事業は、水環境の保全及び改善の観点からその実施効果は極めて高いと考えられるが、最終処分場が確認できないため、速やかな事業実施に進むことは難しい点指摘した。提言として固形廃棄物を含めた最終処分場の整備または確保を提言した。

第1章 背景と目的

1.1 背景

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

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

そこで、Government of Sri Lanka（GOSL：スリランカ政府）は2010年に策定された国家方針（出典：Department of National Planning, 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、バドゥツラ、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
- バドゥツラ
- 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-③）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、「バドゥツラ」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、バドゥツラ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。

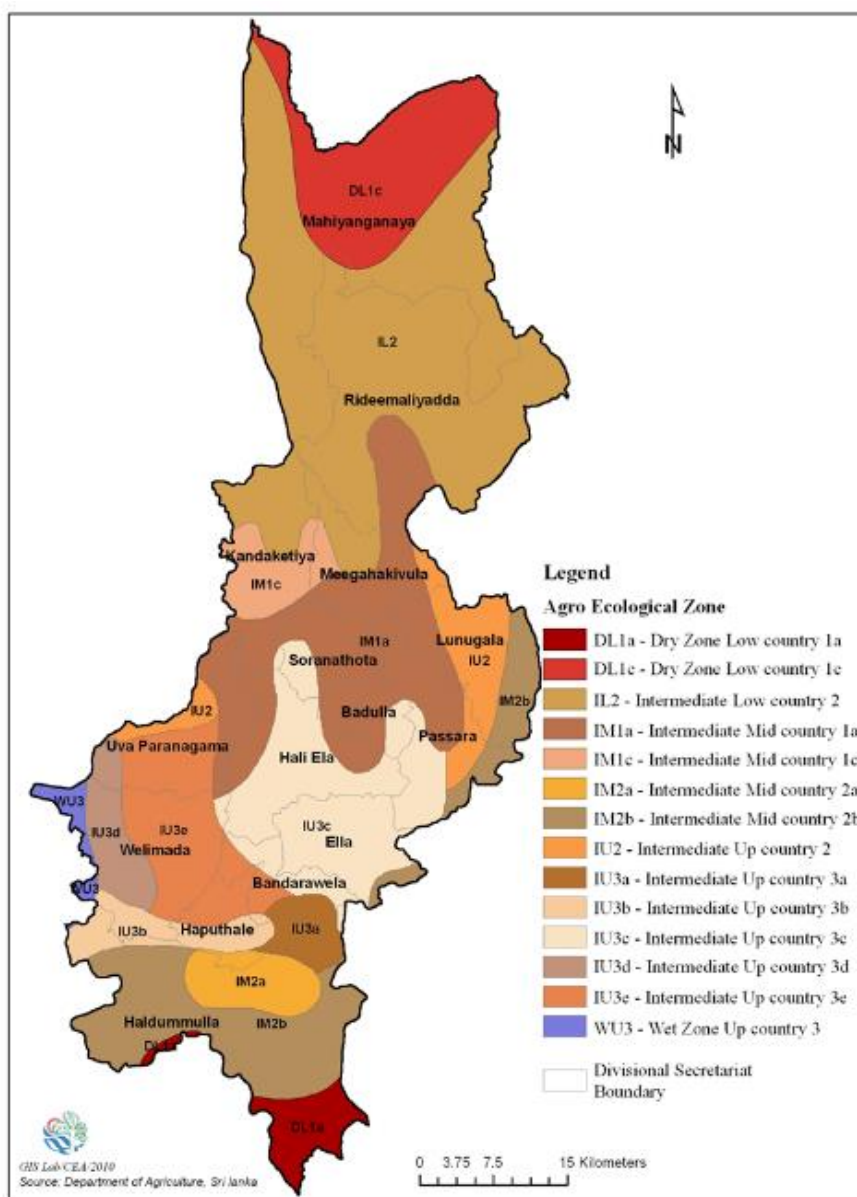
第2章 対象区域の現状

2.1 自然環境

2.1.1 気象

(1) 概況

図 2.1-1 示すように、バドゥッラ地区は、現在の土地利用、土壌、植生、雨量などのパラメータを基に、14 種類の農業ゾーンに区別することができる。バドゥッラ市とその周辺は IM1a と IU3c 農業生態地域に属している。

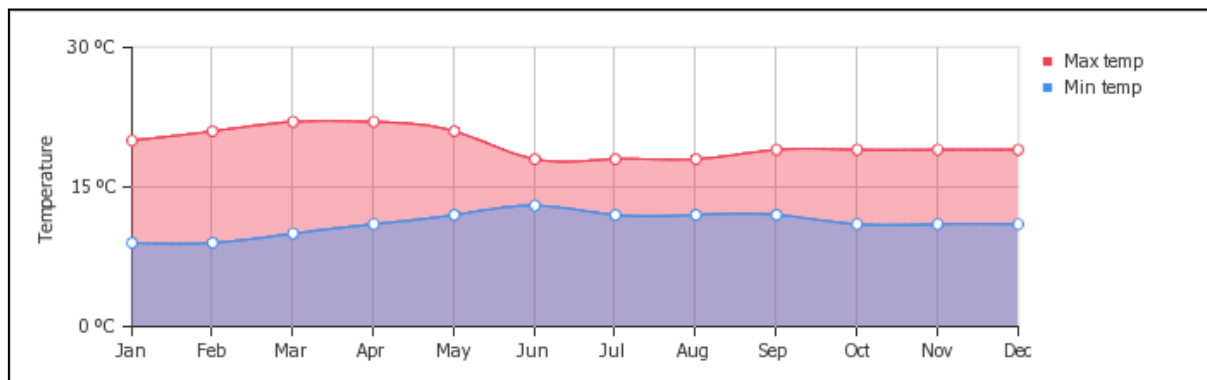


Source: Department of Sri Lanka

図 2.1-1 農業ゾーン—バドゥッラ

(2) 気温

バドゥッラ地区の年間平均気温は高い標高に応じて比較的低い。気温が最も暑い月は3~4月である。一方最低気温は1月に最も低く10℃まで低下する。月間平均の最高および最低温度は図2.1-2のとおりである。

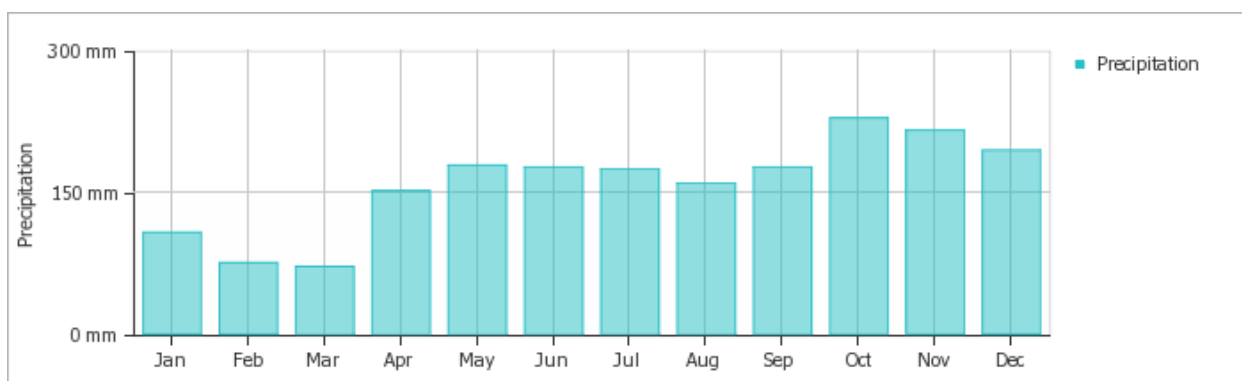


Source: JET, using Department of Meteorology data

図 2.1-2 月平均最高・最低気温

(3) 降水量

地区の平均年間降水量は2,000mm前後であるが、中央高原、ナムヌワラおよびルンガラ尾根の地域では2,500mmを上回ることもある。降水量はモンスーン対流とサイクロンにもよるものである。北東モンスーンは、一般的に、12月から2月に降雨をもたらす。一方で、干ばつはバドゥッラ地区の重要な気候特性である。部分的な干ばつは、中間地帯で2月から頻繁に発生する。月間平均降水量は、図2.1-3の通りである。

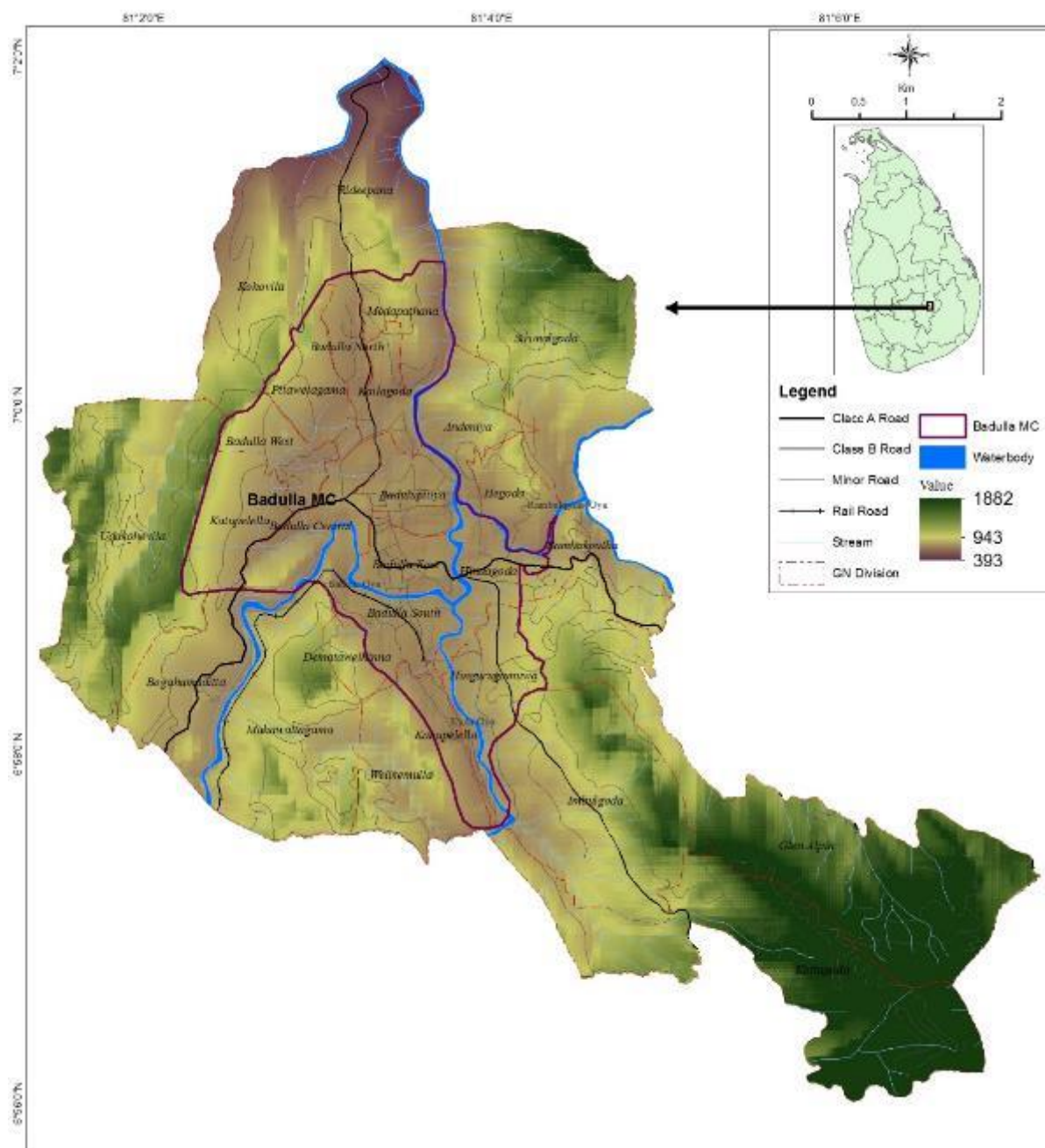


Source: JET, using Department of Meteorology data

図 2.1-3 月間平均降水量

2.1.2 地形

バドゥッラと周辺地域の地形を図 2.1-4 に示す。バドゥッラ地区は中部の高地の東側に位置し、標高は約 680m、狭い谷や複雑な地帯に位置している。中心にはバドゥッラオヤ川が流れている。中心にはバドゥッラオヤ川が流れている。

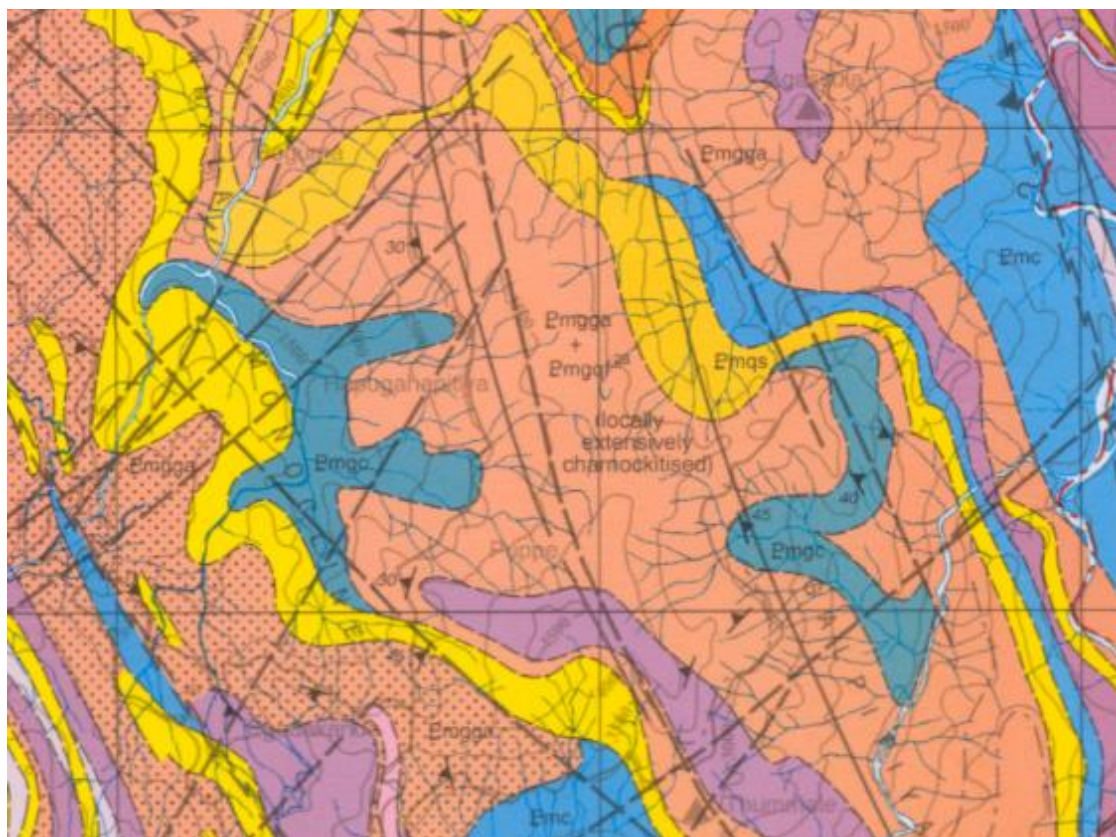


Source: Survey Department of Sri Lanka

図 2.1-4 バドゥッラ地区の標高

2.1.3 地質

バドゥッラ地域の境界は鉍化帯、温泉、剪断帯によって形成されている。図 2.1-5 に主要な地質特性を示す。

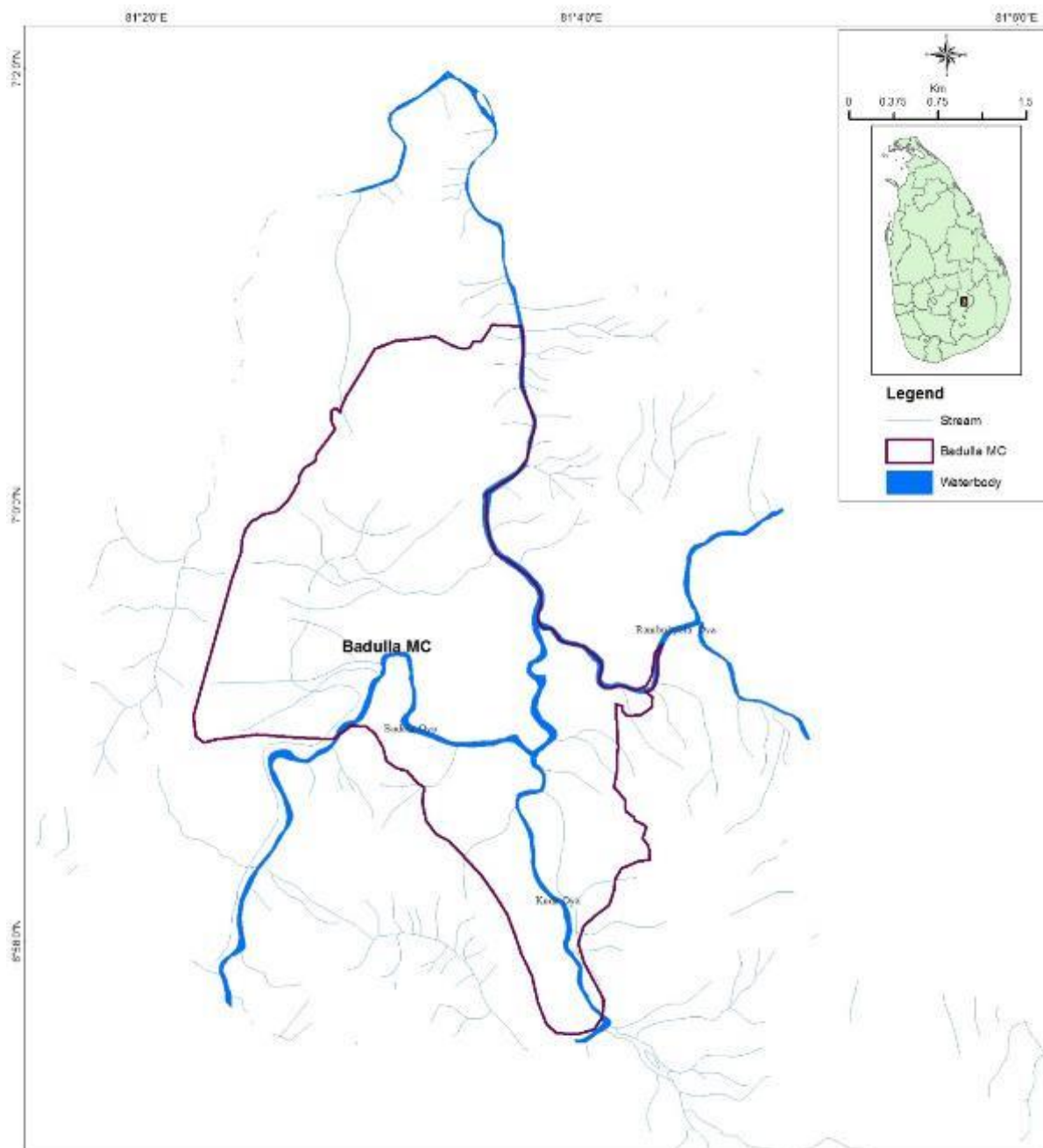


Pmog- undifferentiated felsic orthogneisses
Pmmhb- biotite Hornblende migmatites
Pmgr – Granitic Gneiss
Source: Geological Survey and Mines Bureau

図 2.1-5 周辺地域の地質図

2.1.4 水文

中央高原で三方に囲まれ、その中心に北向きに流れるウマ、バドゥルオヤ川、ロガルオヤ川およびその支流が流れ、深い谷に流れ込むバドゥルオヤがバドゥッラ地区の特徴である。図 2.1-6 に、その地域の排水系統と地表水域を示す。



Source: Survey Department of Sri Lanka

図 2.1-6 対象地域の排水系統および表流水域

2.1.5 水質および水量

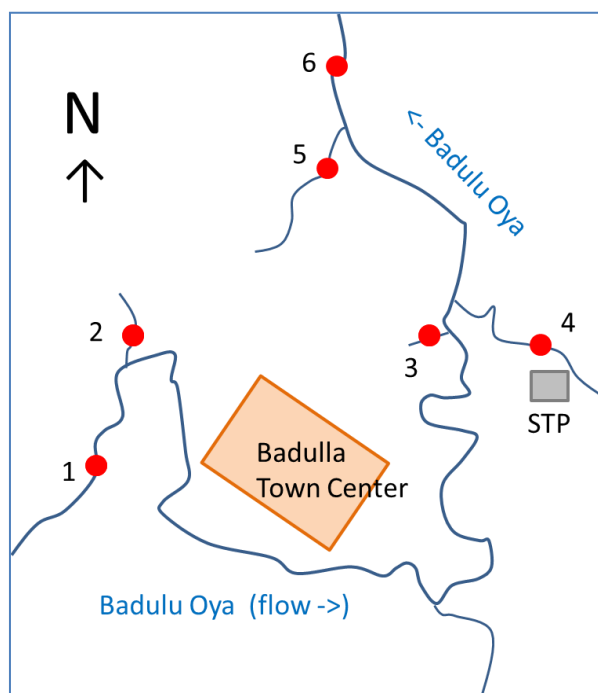
(1) 水質

バドゥッラにおいて、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 2.1-7 に示す。

表 2.1-1 水質調査結果（バドゥッラ）

Badulla		1	2	3	4	5	6	Criteria
pH	-	8.1	7.2	8.3	8.2	7.7	7.2	-
Temperature	°C	29.4	28.8	23.6	25.2	27.6	27	-
Odor	-	-	!	!	-	-	-	ND
Color	mg Pt/L	<15	<15	37	<15	42	<15	100
EC	uS/cm	230	486	484	202	635	298	700
Turbidity	NTU	9	42	52	6	7	14	-
TSS	mg/l	8	76	64	4	5	9	40
TDS	mg/l	170	320	340	140	450	200	-
DO	mg/l	7.8	0.2	1.8	7.3	3.4	6.3	5
BOD	mg/l	<4	120	85	<4	45	5	4
COD	mg/l	12	169	203	<4	40	30	15
Nitrate	mg/l	1.26	0.38	0.41	0.06	0.12	0.32	10
Ammonia	mg/l	3.7	0.24	0.13	0.98	4.5	<0.02	0.59
T-P	mg/l	0.08	1.3	1.48	0.05	0.52	0.18	-
PO ₄ ³⁻ - P	mg/l	0.07	0.59	0.59	0.04	0.42	0.14	0.4
Cl	mg/l	7	54.2	37.5	6	36	9.7	600
Total Nitrogen (T-N : 全窒素)	mg/l	5.15	0.64	0.55	1.13	4.66	0.32	-
Fecal Coliform	/100ml	88	10x10 ⁵	71x10 ⁶	10x10 ²	6x10 ²	96	1x10 ³
Total Coliform	/100ml	20x10 ²	2x10 ¹⁰	10x10 ⁸	10x10 ³	10x10 ⁴	4x10 ⁴	1x10 ⁴

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



Source: JET

図 2.1-7 調査位置図

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

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

分布の状況からは、地点-2、3 および 5 の市街中心からの排水が、本川（地点-1 および 6）や支流（地点-4）よりも汚染されている状況が確認された。なお、本川の下流（地点-6）においても、比較的低レベルであるものの、排水による汚染が認められた。

(2) 下水道整備により期待される効果

上記の通り、バドゥッラ地区においては汚染状況が認められるが、TSS は下水処理目標の 35mg/L を現状で大きく上回っており、大幅な水質改善が期待できる。DO 値の低い嫌気性の水質は処理場での曝気により容易に改善される。BOD や COD による湖への負荷は、活性汚泥による有機物分解により低減される。Ammonia は、好気菌により変化、低減される。また Fecal および Total Coliform は消毒により大幅に減少する。

そのため、下水道整備によるバドゥッラの水環境向上は、十分に効果が見込まれる。

(3) 水量

2016 年 8 月 4 日、バドゥッラにおいて行われた流量調査結果は表 2.1-2 の通りである。なお、本川上の地点-1 および 6 と、各々排水路である地点-4 および 5 を並べて記した。

表 2.1-2 流量調査結果

Station	Flow Rate (m ³ /s)	Increase Rate (%)	Date
1	0.484	-	04-08-2016
6	0.855	76.49	
4	0.080	-	
5	0.028	-	

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、バドゥッラにおける近年の大気質データは無いことが分かった。

現況として、大型車両や列車の排気により、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、バドゥッラ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、都市化と軽工業、企業、ホテル、レストランなどに起因する。また A5・B36 高速道路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。なおバドゥッラは主要交通ハブ・列車の終着点となっており、列車の往来によっても騒音・振動が発生している。これらの都市活動全てが、対象地域内における高いノイズレベルを引き起こしている。

2.1.7 保護区

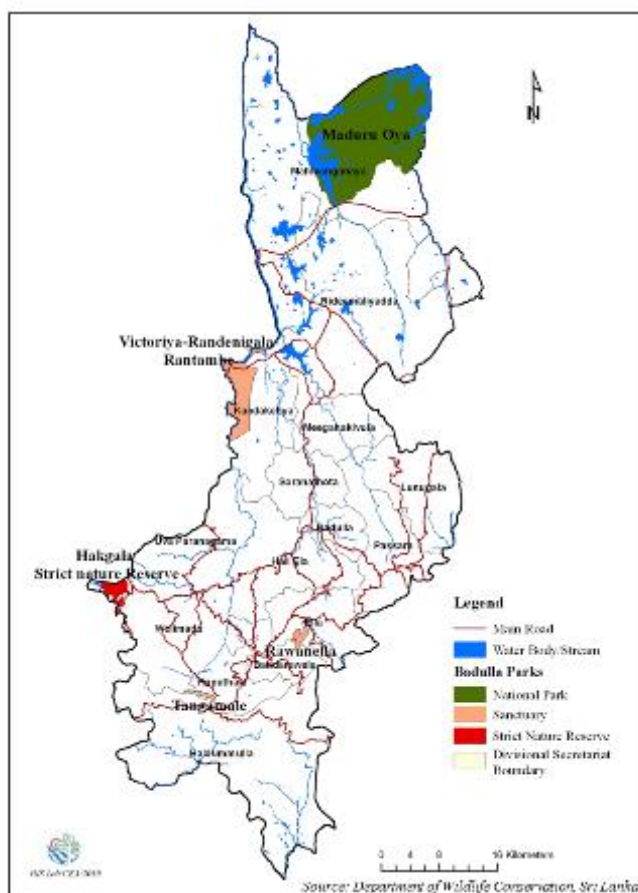
(1) 保護区

バドゥッラ地区の約 20% (54,271 ha) は自然林である (表 2.1-3)。動植物保護条例で保護されている区域をそれぞれ図 2.1-8 および図 2.1-9 に示す。

表 2.1-3 森林の種類と面積

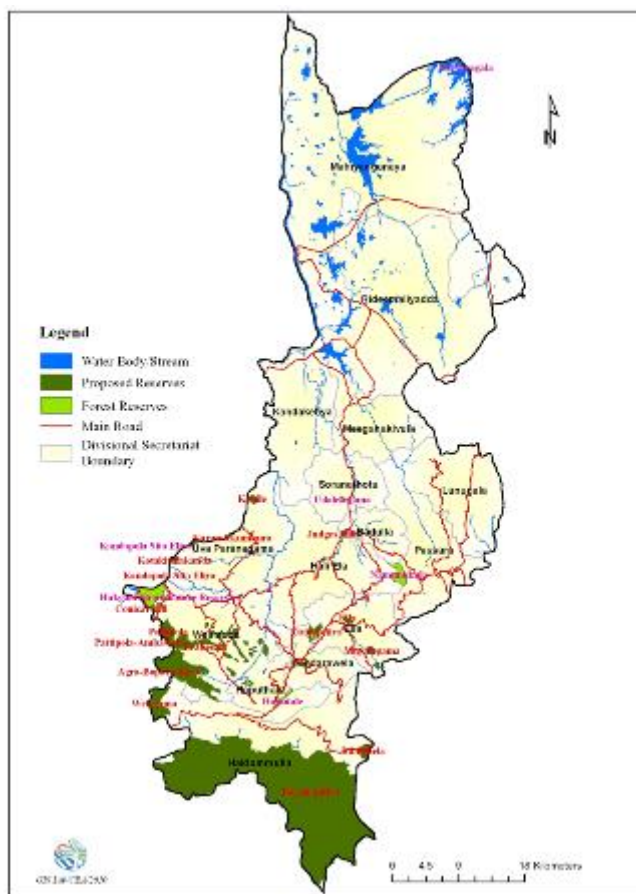
Forest Type	Extent (ha)
Mon-tane forests	93
Sub-Mon tane forests	3888
Lowland rain forests	1577
Moist monsoon forests	17517
Dry monsoon forests	3353
Spare forests	27843
Total	54271

Source: Forest Department



Source: Department of Wildlife Conservation

図 2.1-8 保護森林区域



Source: Forest Department

図 2.1-9 動物保護区域

(2) バッファージーン

規程されたバッファージーンは存在していないものの、自然破壊を受けやすい地区は Central Environmental Authority (CEA : 中央環境局) の規定の下で定められている。これらの地域は、自然および保護区のための緩衝地帯と考えることができる。バッファージーンとは、CEA により以下の通り規程されている。

- 100m from the boundaries of or within any area declared under the National Heritage Wilderness Act No. 4 of 1988
- 100m from the boundaries of or within any area declared under the Forest Ordinance (Chapter 451)
- any erodable area declared under the Soil Conservation Act (Chapter 450)
- any flood area declared under the Flood Protection Ordinance (Chapter 449)
- any flood protection area declared under the Sri Lanka Land Reclamation and Development Corporation Act 15 of 1968 as amended by Act 52 of 1982
- 60 meters from the bank of public stream as defined in the Crown Lands Ordinance (Chapter 454) and having the width of more than 25 meters at any point of its course.
- 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 (Chapter 188).
- any area declared under the Botanic Gardens Ordinance (Chapter 446).
- within 100 meters from the boundaries of, or within , any area declared as a Sanctuary under the Fauna and Flora Protection Ordinance (Chapter 469).

- Within a distance of one mile of the boundary of a National Reserve declared under the Fauna & Flora Protection Ordinance
- within 100 meters from the high flood level contour of, or within, a public lake as defined in the Crown Land Ordinance (Chapter 454) including those declared under section 71 of the said Ordinance.

さらに、「バドゥッラ都市開発地域開発計画」で、河川や運河の堤防区域が指定されている。その詳細を表 2.1-4 に示す。

表 2.1-4 河川・運河堤防区域

No.	Name of the River / Canal	Reservation from the bank (m)
1	Badulu Oya	15.0
2	Kuda Oya	15.0
3	Rambukpotha Oya	15.0
4	Dalada Ela	3.0
5	Kendala Ela	3.0
6	Badulupitiya Ela	3.0
7	Aluth (new) Ela	3.0
8	Hindagoda Ela	3.0
9	Hingarugmuwa Ela	3.0
10	Angane Ela	3.0
11	Hambawela Andeniya Ela	3.0
12	All Kanduru and Mal kanduru	3.0
13	All other canals	3.0
14	All springs	100 meters radius from the centre point or centre line of the spring
15	All other water sources	100 meters radius from the centre point or centre line of the water source

Source: Urban Development Authority (UDA : 都市開発庁)

2.1.8 動植物

バドゥツラ地域の動植物相を文献および現地調査を通じて行った。結果は、表 2.1-5 の通りである。詳細についてはさらなる現地調査が必要である。

表 2.1-5 バドゥツラ地域の動植物相

Species	Significant Species	Common Name	Source
Butterflies	<i>Troides darsius</i> Gray,1852	The Common Birdwing	Abreira, 1996
	<i>Nacaduba Sinhala</i> Ormiston,1924	The Pale Ceylon 6-Lineblue	Abreira, 1996
Amphibians	<i>Bufo atukoralei</i> Bogert and Senanayake,1966	Athukorale's Dwarf Toad	Dutta & Mammendra-Arachchi, 1996
	<i>Rana gracilis</i> Gravenhorst,1829	Sri Lanka Wood-frog	Dutta & Mammendra-Arachchi, 1996
Reptiles	<i>Balanophis ceylonensis</i> Gunther,1858	Blossom Krait	De Silva, 1980
	<i>Boiga barnesi</i> Gunther,1869	Barnes's cat Snake	De Silva, 1980
	<i>Cercaspis carinatus</i> Kuhl,1820	Sri Lanka Wolf Snake	De Silva, 1980
	<i>Chrysopelea taprobanica</i> Smith,1943	Sri Lankan Flying Snake	De Silva, 1980
	<i>Lycodon striatus sinhaleys</i> Shaw,1802	Shaw's Wolf Snake	De Silva, 1980
	<i>Oligodon sublineatus</i> Dum. & Bibr.,1854	Dumeril's Kukri Snake	De Silva, 1980
	<i>Xenochrophis asperrimus</i> Boulenger,1891	Checkered Keelback	De Silva, 1980
Birds	<i>Cylindrophis maculates</i> Linne,1754	Sri Lanka Pipe Snake	De Silva, 1980
	<i>Galloperdix bicalcarata</i>	Sri Lanka Spurfowl	Henry, 1971
	<i>Gallus lafayetii</i>	Sri Lanka Junglefowl	Henry, 1971
	<i>Loriculus beryllinus</i>	Sri Lanka Hanging Parrot, Lorikeet	Henry, 1971
	<i>Psittacula calthropae</i>	Sri Lanka Layard's Parakeet	Henry, 1971
	<i>Ocyrceros gingalensis</i>	Sri Lanka Grey Hornbill	Henry, 1971
Mammals	<i>Pycnonotus melanicterus</i>	Black-crested Bulbul, Black-capped Bulbul	Henry, 1971
	<i>Trachypithecus senex</i> Erxleben,1777	Purple-faced Leaf Monkey	Petiyagoda, 1991
	<i>Macaca sinica</i> Linnaeus,1771	Toque Monkey	Petiyagoda, 1991
	<i>Melursus ursinus</i> Shaw,1791	Sloth Bear	Petiyagoda, 1991
	<i>Paradoxurus zeylonensis</i> Pallas,1777	Golden Palm-cat	Petiyagoda, 1991
Fresh Water Fishes	<i>Pteropodidae</i>	Flying foxes, Old World fruit bats	Petiyagoda, 1991
	<i>Garra ceylonensis</i> Bleeker,1863	Stone sucker	Petiyagoda, 1991
	<i>Clarias brachysoma</i> Gunther,1864	Walking catfish	Petiyagoda, 1991
	<i>Aplocheilus dayi</i> Steindachner,1892	Day's killifish	Petiyagoda, 1991

2.2 社会環境

2.2.1 行政制度

バドゥッラ Municipal Council (MC : 市評議会) は 1963 年に設立された。ウバ州、バドゥッラ DSD に位置し、総面積の 10.4 km² は 15 区域に分かれている。

2.2.2 人口統計

バドゥッラ DSD の人口は 75,042 人、バドゥッラ MC の人口は 42,237 人である。GN Division 毎の人口を以下の表 2.2-1 に示す。

表 2.2-1 人口 (バドゥッラ MC / 2012 年)

Name of GND	Total	Male		Female	
		No	%	No	%
Pitawelagama	2,824	1,308	46	1,516	54
Badulla North	4,062	1,948	48	2,114	52
Medapathana	2,297	1,086	47	1,211	53
Kailagoda	2,440	1,157	47	1,283	53
Badulupitiya	5,153	2,357	46	2,796	54
Badulla Central	3,347	1,462	44	1,885	56
Badulla West	2,753	1,203	44	1,550	56
Katupelella	2,437	1,134	47	1,303	53
Badulla South	3,557	1,668	47	1,889	53
Badulla East	4,159	2,156	52	2,003	48
Hindagoda	3,079	1,451	47	1,628	53
Hingurugamuwa	4,139	1,960	47	2,179	53
Kanupelella	1,990	919	46	1,071	54
Total	42,237	19,809	47	22,428	53

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

2.2.3 保健・疾患

バドゥッラ県とスリランカ国の年齢グループ別の慢性疾患率は表 2.2-2 の通りである。

表 2.2-2 年齢別の慢性疾患率

	Less than 15 years	15-24 years	25-59 years	60 and above
Badulla District	3.5%	4.8%	15.7%	44.8%
Sri Lanka	2.8%	3.3%	18.5%	55.2%

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

表 2.2-3 は、15 歳以上の糖尿病と高血圧症の疾患率を示す。バドゥッラ県は全国平均よりも低い数値となっている。

表 2.2-3 糖尿病と高血圧症疾患率

	Diabetes	High Blood Pressure
Badulla District	4.8%	7.0%
Sri Lanka	7.2%	9.2%

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

2.2.4 宗教・民族

宗教ごとのバドゥッラ県の人口は表 2.2-4 に示す通りであり、仏教徒が多数派である。

表 2.2-4 宗教別人口

Buddhist	Hindu	Islam	Roman Catholic	Other Christian	Other	Badulla District Total
591,980	157,372	47,293	12,231	6,524	0	815,400
72.6%	19.3%	5.8%	1.5%	0.8%	0.0%	100%

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

民族ごとのバドゥッラ県の人口は表 2.2-5 に示す通りであり、シンハラ人が多数派である。

表 2.2-5 民族別人口

Sinhala	SL Tamil	Indian Tamil	SL Moor	Other	Badulla District Total
595,242	22,016	150,849	44,847	3,261	815,400
73	2.7	18.5	5.5	0.4	100%

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

2.2.5 貧困率

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

表 2.2-6 貧困率

	Poor HH %		
	2006/07	2009/10	2012/13
Sri Lanka	12.6	7.0	5.3
Uva Province	23.8	12.0	13.5
Badulla District	21.0	10.9	10.4

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

2.2.6 歴史と文化 (遺産)

保護された土地と歴史的、考古学的、建築的価値のある遺産は、「Badulla 都市開発地域開発計画」によって特定されている。詳細は以下の表 2.2-7 に示す。

表 2.2-7 遺産的価値のある建物・土地

No.	Name of the land & the Building	ownership		GND
1	Valuers' Building at Ridipana	Govt.	78 A	Badulla North
2	Sorabora Inscription at Public Library	Govt.	78 B	Badulla East
3	Salusala Building	Govt.	78 B	Badulla East
4	District Secretariat	Govt.	78 B	Badulla East
5	Prison Building	Govt.	78 B	Badulla East
6	Old Provincial Council Building	Govt.	78 B	Badulla East
7	Willsark Plyground	Govt.	78 B	Badulla East
8	Old Govt. Agent Office and land	Govt.	78 B	Badulla East
9	Uva Club Building	Govt.	78 B	Badulla East
10	Four Kachcheri Quarters at Powatta	Govt.	78 P	Badulla West
11	Irrigation Quarters at Polwatta	Govt.	78 C	Badulla Central
12	Old Fort at Welekade	Govt.	78 D	Badulla Central
13	Old building Complex in the Hospital	Govt.	78 D	Badulla Central
14	Old building complex and land around the vicinity of the Inn (Ambalama)	Govt.	78 D	Badulla Central
15	Court Building	Govt.	78 D	Badulla Central
16	Badulla Municipal Building	Govt.	78 D	Badulla Central
17	SSP Bungalow	Govt.	78 D	Badulla Central
18	Judge's Bungalow	Govt.	78 D	Badulla Central
19	Asst. Govt. Agent Office and its land	Govt.	78 D	Badulla Central
20	Railway Station and its Quarters	Govt.	78 F	Badulla - Kanupalalla
21	Buiding Material Corporaton	Govt.	78 F	Badulla - Kanupalalla
22	Director of Health Services's Office	Govt.	78 P	Badulla - Kalagoda
23	Paddy Marketing Board Building	Govt.	78 P	Badulla - Kalagoda
24	Rose bank Building	Govt.	78 P	Badulla - Kalagoda
25	Health Education Unit Office	Govt.	78 P	Badulla - Kalagoda
26	Tisahami's Tomb at Badulupitiya	Govt.	78 J	Badulla - Badulupitiya
27	Malwatta Land of Municipality	Govt.	78 J	Badulla - Badulupitiya
28	Race Course Ground	Govt.	78 J	Badulla - Badulupitiya
29	Old Building in Malwatta	Govt.	78 J	Badulla - Badulupitiya
30	Kothaawala Walawwa (in front of Bus Depot of Passara Road	Govt.	78 K	Hindagoda
31	Museums Walawwa	Private	78 A	Budulla North
32	Muthiyangana Raja Maha Vihara	Private	78 B	Budulla East
33	Badulla Katharagama Devalaya	Private	78 B	Budulla East
34	Hindu Kovil at Badulla Pahala Veediya	Private	78 B	Budulla East
35	Monk' Quarter of Methodist Church	Private	78 B	Budulla East
36	Old Mosque at Maha Veediya	Private	78 B	Budulla East
37	Methodist Church at Wele Kade	Private	78 D	Budulla Central
38	Uva Hotel in front of Muthiyangana Raja Maha Viharaya	Private	78 D	Badulla Central
39	Quarter of Commercial Company located at right side of Springville Road	Private	78 E	Badulla - Hingarugamuwa
40	Quarters of Commercial Company	Private	78 E	Badulla - Hingarugamuwa
41	Browns Bungalow	Private	78 E	Badulla - Kanupalalla
42	Commercial Company's Building	Private	78 F	Badulla - kailagoda
43	Ratwatta Walawwa and its land	Private	78 P	Badulla - kailagoda
44	Taldena Walawwa and its land	Private	78 P	Badulla - kailagoda
45	Dimbulana Walawwa and its land	Private	78 P	Badulla - kailagoda
46	Kailagoda Pirivena	Private	78 P	Badulla - kailagoda
47	Old Gallinda (Rocked well) in font of Taldena Walawwa	Private	78 P	Badulla - kailagoda
48	Talagoda Walawwa	Private	78 P	Badulla - kailagoda
49	Rambukpotha Walawwa	Private	78 P	Badulla - kailagoda
50	Elder's Home	Private	78 P	Badulla - Kailagoda
51	Gal Bungalow (Rock bungalow) at Katupalalla Area	Private	78 H	Badulla - katupalalla
52	Anglican Church and its land	Private	78 J	Badulla - Badulupitiya
53	Mosque and land	Private	78 J	Badulla - Badulupitiya
54	Old building of Vihara maha Devi Girls Vidyalaya	Private	78 J	Badulla - Badulupitiya

Source: Development Plan for Badulla Urban Development Area', Urban Development Authority

2.2.7 経済

(1) 概況

バドゥツラ MC を含むバドゥツラ県では、農業が住民の主な産業である。バドゥツラ県の農業は、灌漑地での稲作から、野菜栽培、紅茶やコーヒー、ココア、コショウなどの商業用作物まで多様化している。バドゥツラはヌワラエリヤに次いで、紅茶生産で有名である。農業関連の製造業と観光業も、少ないが行われている。表 2.2-8 は、ウバ州の産業別 GDP を示している。

表 2.2-8 ウバ州の産業別 GDP (現在価格)

		Unit: Million LKR							
No.	Sector	2010		2011		2012		2013	
1	Agriculture	82,298	32.5%	84,822	28.5%	94,581	26.1%	107,981	26.3%
2	Industry	49,023	19.4%	67,339	22.6%	80,391	22.2%	90,486	22.1%
3	Services	121,857	48.1%	145,173	48.8%	187,003	51.7%	211,505	51.6%
	GDP	253,177	100.0%	297,335	100.0%	361,975	100.0%	409,972	100.0%
	GDP Share Percentage	4.5		4.5		4.8		4.7	

Source: CBSL Annual Report 2014

ウバ州の GDP は、国の GDP のうち約 4~5%に相当する。サービス業が、州の GDP の 50%を占める最大の産業である（国平均：56.8%）。農業は、GDP の約 30%を占めている（国平均：10.8%）。サービス業が最大の経済的価値を生み出しているが、国のレベルに比べると比較的低い割合になっている。

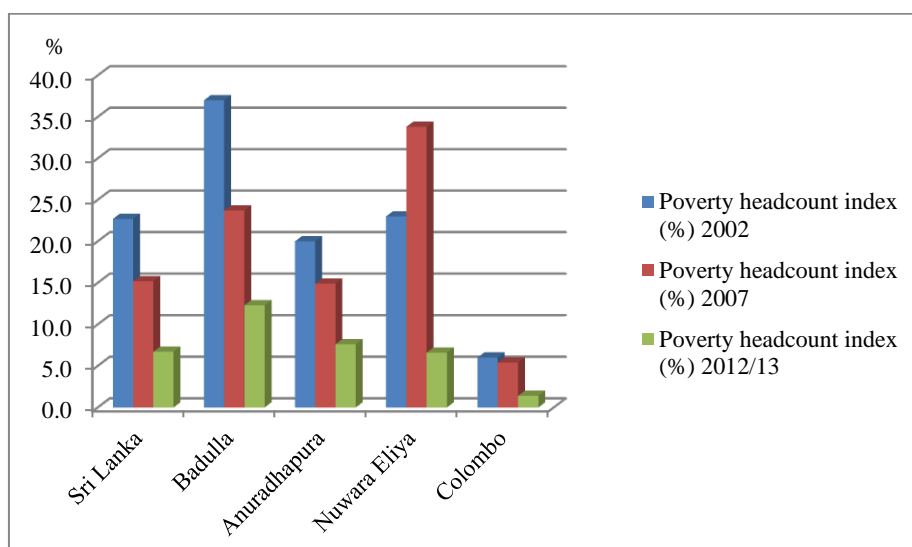
(2) 所得水準

バドゥッラ県は、スリランカ国の他県に比べて貧困者数の人口割合の高い県の一つである¹。2002年の法定貧困ライン（The Official Poverty Line：OPL）は、月一人当り総支出で、1,423LKRであった。その値は、コロンボ消費者物価指数を用いて物価調整がなされている。表 2.2-9 および図 2.2-1 は、いくつかの県の貧困人数指数（Poverty headcount index）を示している。表 2.2-9 に示されるように、バドゥッラで貧困状態にある人口は、2002年に全体の37%であった。しかし、2007年にはそれが23.7%に改善し、2012/13年度には12.3%にさらに改善した。バドゥッラの貧困人数指数は、過去10年改善してきたが、まだ国家平均よりも高い。

表 2.2-9 調査対象県等の貧困人数指数

District	Poverty headcount index (%)		
	2002	2007	2012/13
Sri Lanka	22.7	15.2	6.7
Badulla	37.0	23.7	12.3
Anuradhapura	20.0	14.9	7.6
Nuwara Eliya	23.0	33.8	6.6
Colombo	6.0	5.4	1.4

Source: JET, based on The Spatial Distribution of Poverty in Sri Lanka, DCS - Sri Lanka, 2015, and Poverty Indicators Household Income and Expenditure Survey - 2006/07, DCS, 2008



Source: JET, based on The Spatial Distribution of Poverty in Sri Lanka, Department of Census and Statistics - Sri Lanka, 2015, and Poverty Indicators Household Income and Expenditure Survey - 2006/07, Department of Census and Statistics, 2008

図 2.2-1 調査対象県等の貧困人数指数

¹ P.16, Annual Performance and Account Report – 2014, District Secretariat Badulla, 2014

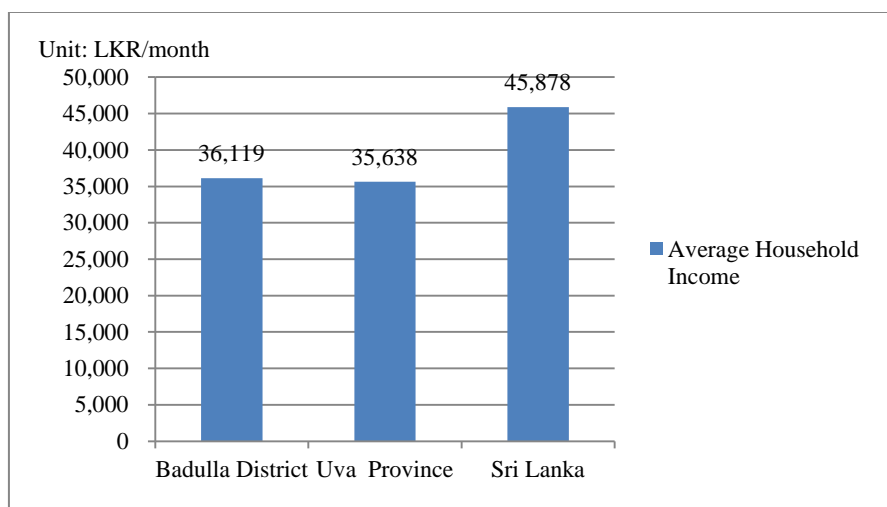
(3) 家庭所得

平均家庭所得は、“Household Income and Expenditure Survey 2012/2013”のデータを活用した(表 2.2-10 および図 2.2-2 に抜粋)。表 2.2-10 に示すように、バドゥッラ県の月平均家庭所得は 2012/13 年度に 36,119LKR であった。「賃金／給与」が、所得の 29.9%を占め、最大の所得源となっている。図 2.2-2 は、バドゥッラ県の家庭所得が国家平均を 21%下回っており、ウバ州の平均よりも若干高いことを示している。バドゥッラでは、下水道料金が計画される際には、家庭の支払可能性 (Affordability To Pay (ATP：支払可能額)) に、特に注意する必要がある。

表 2.2-10 バドゥッラ県の月平均家庭所得と内訳 (2012/13)

No.	Sector	Unit: LKR/month	
		Badulla District	%
1	Average Household Income	36,119	
2	Per capita	9,369	
3	Ave. No. of Income Receivers	1.7	
4	Wage/ Salaries	11,587	29.9%
5	Agricultural Activities	6,800	17.5%
6	Non Agric. Activities	4,455	11.5%
7	Other Cash Income	4,783	12.3%
8	Income by Adhoc Gain	3,182	8.2%
9	Non Monetary Income	5,312	13.7%
10	Income In Kind	2,669	6.9%

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



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

図 2.2-2 月当たり家庭所得の比較

2.2.8 土地利用

バドゥッラ県の土地利用状況を表 2.2-11 に示す。またバドゥッラ MC の土地利用を表 2.2-12 および図 2.2-3 に示す。

表 2.2-11 バドゥッラ県の土地利用状況

ඉඩම් ස්වභාවය Nature of land	භූමි ප්‍රමාණය (හෙක්ටයාර) Area (Hec)	ප්‍රතිශතය Percentage (%)
01.අස්වැද්දෙන ලද කුඹුරු - Asweddumized paddy land		
1. වාරිමාර්ග - Irrigated	24979.6	8.7
11.අභස්විදියෙන් - Rainfed	6056.0	2.1
02.තේ - Tea	34042.0	11.9
03. රබර් - Rubber	922.0	0.3
04. පොල් - Coconut	3608.0	1.3
05. කුරුඳු - Cinnamon	330.0	0.1
06. වෙනත් වගාවන් - Other crops	32929.7	11.5
07.වනාන්තර- Forests		0.0
1. ඝන වනාන්තර - Dense forests	47782.0	16.7
11. විවෘත වනාන්තර - Open forests	26646.0	9.3
111. වගා කරන ලද වනාන්තර - Planted forests	7034.0	2.5
08.ලඳු කැළෑ හා භේන - Grass lands/Chena	58328	20.4
09. වගුරු හා කඩොලාන කැළෑ - Marshes and Mangroves	165.0	0.1
10.ගෙවතු - Home gardens	1556.0	0.5
11.ජලාශ - Reservoirs	6098.0	2.1
12.ගොඩනැගිලි- Building	3093.0	1.1
13වැලි හා ගල් පර - Sand and Mountain	4731.0	1.7
14. මුදු බිම් හා අත්හරින ලද ඉඩම් - Abandoned land	350.1	0.1
15.වෙනත් (පුජා භූමි, මාර්ග,පුසාන භූමි ආදිය) OtherB (sacred places, roads,cemetery etc)	27449.6	9.6
එකතුව - Total	286100.0	100.0

Source - District Land use Planning Office

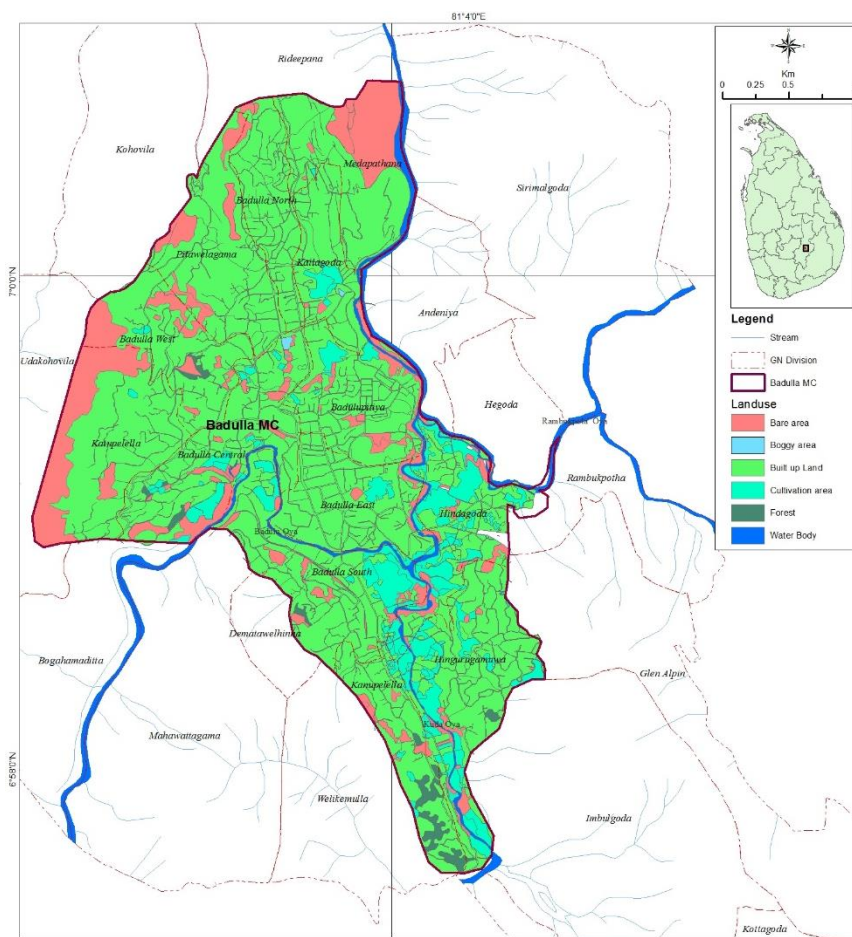
バドゥッラの約 68%は住宅地、水田は 6%が Badulu Oya 川沿いに位置しており、森林は 14%市の周辺に位置している。

表 2.2-12 バドゥッラ MC の土地利用状況

Landuse Type	Area (Hec)
Builtup Area	0.04
Barren Land	4.65
Cemetry	1.66
Forest	12.34
Grassland	9.30
Homesteads	719.38
Water	24.89
Mixed Crop	12.25
Marshy	0.76
Other Cultivation	12.69
Park	3.91
Paddy	65.98
Playground	11.07
Rubber	4.24
Railway	0.55
Road	47.60

Sand	0.39
Scrubs	131.92
Tea	1.95

Source: Survey Department of Sri Lanka



Source: Survey Department of Sri Lanka

図 2.2-3 バドゥッラ MC の土地利用状況

2.2.9 水供給と衛生

(1) 水供給

バドゥッラ MC の上水道の状況を表 2.2-13 に示す。バドゥッラ MC の水道普及率は 100% で、バドゥッラ WSS(Water Supply Scheme) により MC およびその郊外に供給されている。水道事業の運営・管理は NWSDB により行われている。一方、水道が普及しているものの未だ掘削井戸を使用する家庭もある。

表 2.2-13 バドゥッラ MC における飲料水施設の整備状況

No.	Name of GND	GN Code	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	Pitawelagama	78 L	721	7	2	4	522	124	52	0	0	0	1	0	0	9
2	Badulla North	78 A	1,058	9	5	2	765	144	122	4	1	0	6	0	0	0
3	Medapathana	78 M	593	47	32	16	295	17	39	107	1	0	20	0	0	19
4	Kailagoda	78 G	590	21	2	0	507	46	6	1	1	0	2	0	0	4
5	Badulupitiya	78 J	1,135	5	0	0	1,081	29	14	0	2	0	3	0	1	0
6	Badulla Central	78 D	793	19	8	4	699	52	6	1	0	0	1	0	0	3
7	Badulla West	78 C	684	15	6	2	529	98	12	3	0	0	13	0	0	6
8	Katupelella	78 H	642	5	1	3	387	51	137	6	0	0	40	0	0	12
9	Badulla South	78	914	75	41	6	472	179	115	8	0	0	8	0	4	6
10	Badulla East	78 B	998	2	0	0	894	83	12	1	1	0	0	0	4	1
11	Hindagoda	78 K	761	7	10	0	638	90	15	0	0	0	1	0	0	0
12	Hingurugamuwa	78 E	1,106	19	33	3	704	154	35	149	1	0	7	0	0	1
13	Kanupelella	78 F	526	16	11	6	419	49	9	16	0	0	0	0	0	0
	Total		10,521	247	151	46	7,912	1,116	574	296	7	0	102	0	9	61
	Badulla DSD Total		18,835	911	1,029	225	9,162	1,955	1,235	1,595	131	0	2,508	0	9	75

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

水源はバドゥル・オヤ(Badulu Oya)川であり、Mediriya、Kumarasinghe Mawatha および Westmorland で取水されている。

バドゥッラ市街では乾季において深刻な水不足が生じ、NWSDB は新規貯水池をバドゥル・オヤ川沿いの Demodera に建設している。

バドゥッラ MC における水消費状況は表 2.2-14 の通りである。

表 2.2-14 バドゥッラ MC における利用種別消費状況

Type of Consumption	Year		
	2013	2014	2015
Household	2,063,006	2,169,158	2,075,569
Commercial and Industrial	216,540	242,306	238,915
Institutional	456,482	453,392	399,838
Others	143,958	168,217	142,040

Source: JET

(2) 衛生

バドゥッラ MC の下水・衛生施設の状況を表 2.2-15 に示す。約 99%が臭気の上昇を防ぐトラップのついた腐敗槽のトイレを利用している。

表 2.2-15 バドゥッラ MC における衛生施設の整備状況

No.	Name of GND	Total	Water Seal Toilet	Pour Flush Toilet (Not Water Trap)	Direct Pit	Other	Not Using Toilet
1	Pitawelagama	721	717	1	1	0	2
2	Badulla North	1,058	1057	0	1	0	0
3	Medapathana	593	588	1	4	0	0
4	Kailagoda	590	589	0	1	0	0
5	Badulupitiya	1,135	1132	0	3	0	0
6	Badulla Central	793	792	0	1	0	0
7	Badulla West	684	684	0	0	0	0
8	Katupelella	642	639	2	1	0	0
9	Badulla South	914	910	0	0	1	3
10	Badulla East	998	976	22	0	0	0
11	Hindagoda	761	761	0	0	0	0
12	Hingurugamuwa	1,106	1105	0	1	0	0
13	Kanupelella	526	525	0	1	0	0
	Total	10,521	10,475	26	14	1	5
	Badulla DSD Total	18,835	18,542	219	48	1	25

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

バドゥッラ 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最終的にバドゥル・オヤ (Badulu Oya)川に未処理のまま放流されている。

Badulupitiyaのような人口密集地においては、雨季に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、最終的にバドゥル・オヤ川を汚染している。

その他の排水施設として、病床数1,490を有するバドゥッラ総合病院は、嫌気分解や散水ろ床法による処理後、塩素消毒を行いバドゥル・オヤ川に通じる排水路に放流している。

バドゥッラMCには大きな工場は無いが、車両整備場、ホテル、屠殺場などからの産業排水及び病院の有害排水は、環境保護ライセンス (EPL) に従って処理が行われている。なお、EPLは中央環境局 (CEA) のバドゥッラ県事務所により発行されている。

2.2.10 廃棄物

バドゥッラ MC の廃棄物発生量は 50 トン/日であり、その内の 25 – 28 トンは MC により収集され、市内の処分場に運ばれる。但し、この処分場はコンポストや分別を行う施設であり、最終処分場の設立は検討中である。



Source: JET

図 2.2-4 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、バドゥッラ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バドゥッラ市街地では有効に機能せず、市内を流れるにあるバドゥル・オヤ川では汚水に由来する BOD、アンモニア、リン及び大腸菌群数の増加が確認されている (2.1.5 参照)。

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

第3章 下水道計画の基本条件

3.1 基本条件

NWSDBは2014年11月に自国資金により、“Pre-Feasibility Report on Wastewater Collection, Treatment and Disposal System for Badulla Urban Area”を作成した。この計画では目標年次を2044年とし、管渠整備は自然流下管約17km、圧送管約5.3km、下水処理法を活性汚泥法、処理場の計画汚水量は4,000m³/日としている。また、計画人口は、Department of Census and Statistics (DCS：政府統計局)及びバドゥッラ統計局が2012年に集計したものを出典としている。本M/Pでは、上記の計画を参考に、2012年の国勢調査結果及び対象地域の拡充を考慮し、以下の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、処理水放流及び再利用に関して、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	35%	of Domestic Flow
Average Dry Weather Flow (ADWF：晴天時平均下水量)	Domestic + Non-domestic flow	
Daily maximum dry weather flow	1.1 times	of ADWF
Hourly Maximum Dry Weather Flow	1.6 times	of ADWF
Peak Dry Weather Flow (PDWF：晴天時最大汚水量)	3 times	of ADWF
Infiltration	20%	of ADWF

Planning of Sewer Pipe System: PDWF + Infiltration

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

Source: JET

(2) 下水道管渠

a. 幹線の流量計算

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

Manning式

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

ここで、Q: 流量 (m³/sec), V: 流速 (m/sec),

n: 粗度係数, R: 径深 (m),

S: 動水勾配, A: 断面積 (m²)

Hazen William 式

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

ここで、 Q: 流量 (m³/sec), V: 流速 (m/sec),

C: 流速係数, R: 径深 (m),

S: 動水勾配, A: 断面積 (m²)

表 3.1-2 下水管渠設計に用いた係数値

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

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。

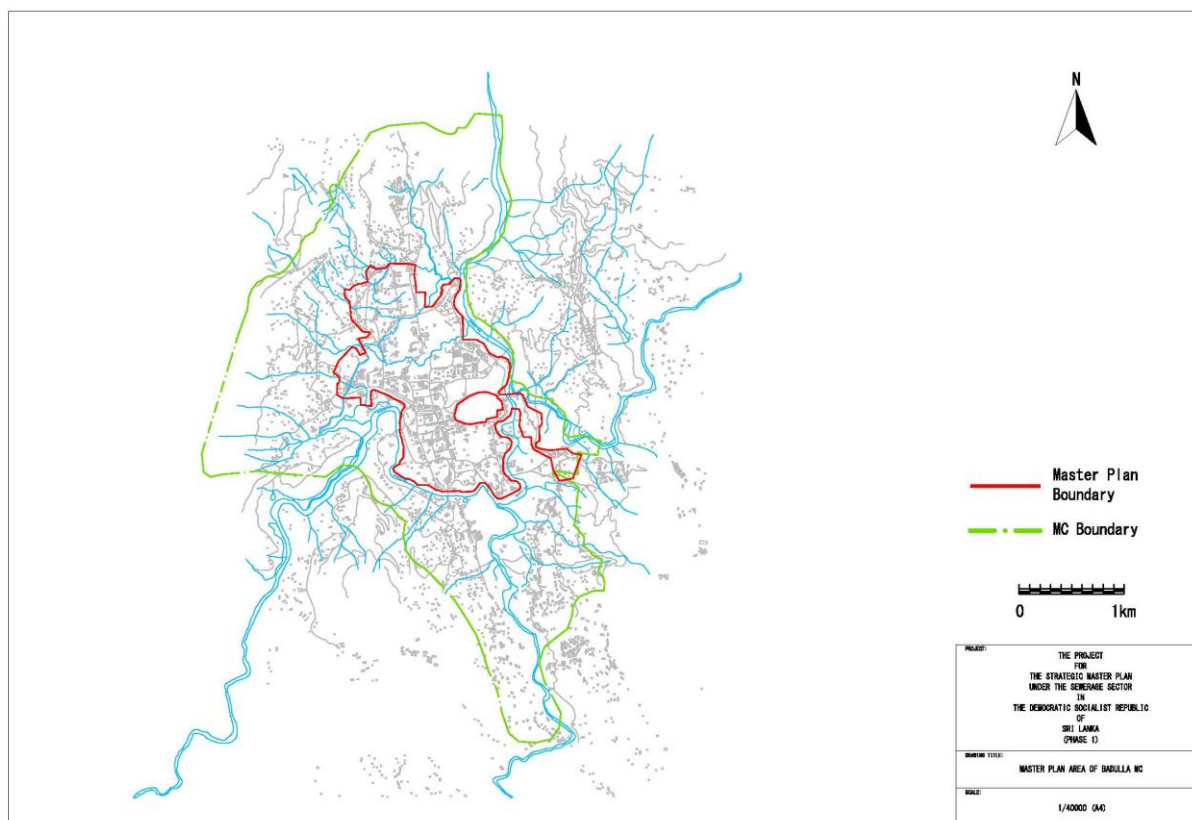
- 原水水質及び排水基準
- 用地が下水処理場への適用条件を満たしているか
- 建設費及び運営維持管理費
- 運営維持管理が容易であること

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 バドゥツラにおける 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
1	Badulla DSD	
1.1	78L	Pitawelagama
1.2	78A	Badulla North
1.3	78G	Kailagoda
1.4	78J	Badulupitiya
1.5	78D	Badulla Central
1.6	78C	Badulla West
1.7	78B	Badulla East
1.8	78K	Hindagoda

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

3.1.4 計画汚水量

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

表 3.1-6 計画汚水量

M/P Area (ha)	Item	2046	Remarks	
235	a Population	23,200		
	b Water Consumption (l/d/cap)	120		
	c Sewage Ratio (%)	80		
	d Domestic Flow (m ³ /d)	2,227	$d = a \times b \times c$	
	e Non-Domestic Flow (m ³ /d)	779	$e = d \times 35\%$	
	f Point Source (m ³ /d)			
	g Infiltration (m ³ /d)	601	$g = (d + e + f) \times 20\%$	
	h Daily Average Flow (m ³ /d)	3,607	$h = d + e + f + g$	
	i Daily Maximum Flow (m ³ /d)	3,908	$i = (d + e + f) \times 1.1 + g$	For STP design
	j Hourly Maximum Flow (m ³ /d)	5,411	$j = (d + e + f) \times 1.6 + g$	For PS design
	k Peak Flow (m ³ /d)	9,619	$k = (d + e + f) \times 3.0 + g$	For Sewer design

Source: JET

3.1.5 設計汚水水質

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

表 3.1-7 設計汚水水質

	Influent Wastewater
	Design
BOD ₅	240
COD	600
TSS	160
T-N	45
T-P	6

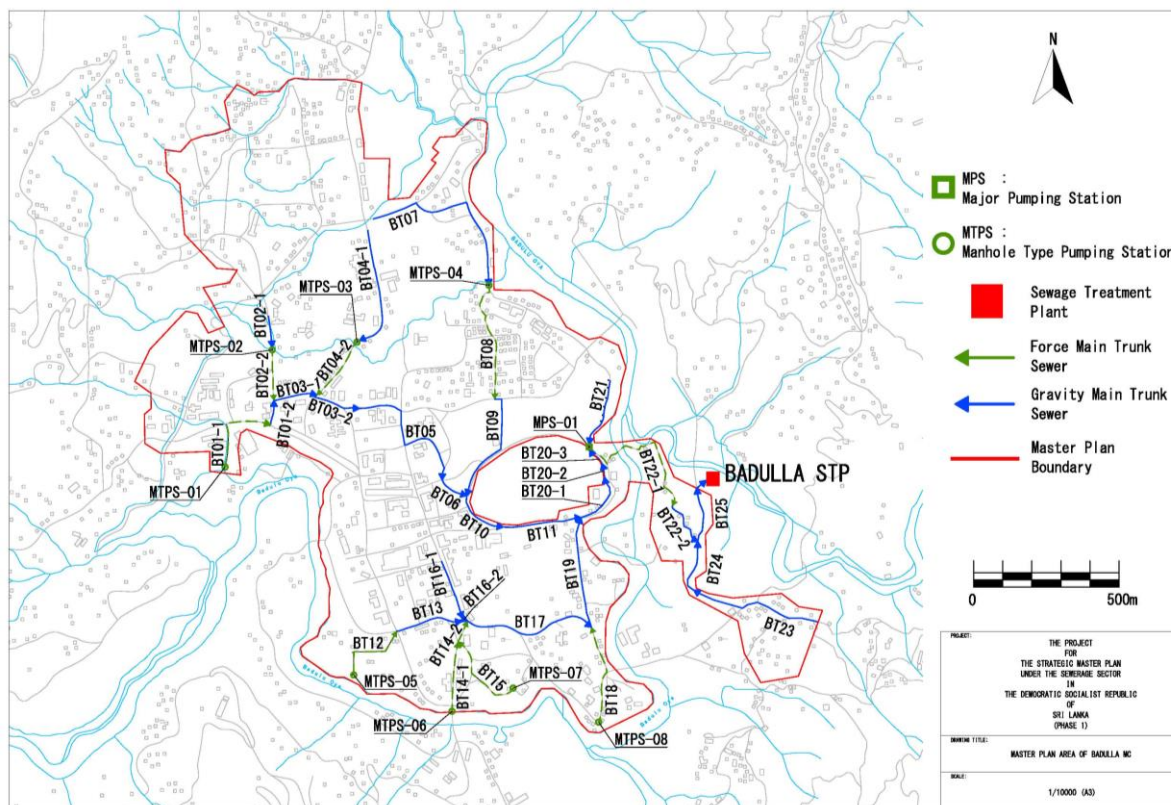
Unit: mg/L

Source: JET

第4章 下水道の基本計画と設計

4.1 下水道整備計画

バドゥッラ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 バドゥッラ下水道整備計画

4.2 下水収集設備

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

4.2.1 下水道管渠

主要な管渠一覧を表 4.2-1 に示す。

表 4.2-1 主要な管渠一覧

Item	Diameter	Material	Length	Remarks
<u>Branch Sewer</u>	225mm	HDPE Pipe	35,250m	Including Force Main
	Sub-Total (Branch Sewer)		35,250m	
<u>Trunk Sewer</u>	225mm	HDPE Pipe	2,208m	Pipe Jacking (121m)
	315mm	HDPE Pipe	1,053m	
	355mm	HDPE Pipe	785m	Pipe Jacking (59m)
	400mm	GRP Pipe	750m	Pipe Jacking (119m)
	450mm	GRP Pipe	105m	
	500mm	GRP Pipe	185m	
	600mm	GRP Pipe	726m	Pipe Jacking (57m)
	700mm	GRP Pipe	725m	Pipe Jacking (95m)
	110mm	HDPE Pipe	1,540m	Force Main
	125mm	HDPE Pipe	175m	Force Main
	160mm	HDPE Pipe	659m	Force Main
	355mm	HDPE Pipe	537m	Force Main, Pipe Jacking (142m)
	Sub-Total (Trunk Sewer)		8,881m	
<u>Total</u>	Branch Sewer + Trunk Sewer		44,131m	
	<u>Crossing:</u> Railway Crossing (None), River Crossing (1 location)			

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 6.3 m ³ /min	20 m	3+(1)	To require the land about 0.08 ha for MPS
MTPS-01	Approximately 0.3 m ³ /min	15 m	1+(1)	
MTPS-02	Approximately 0.8 m ³ /min	20 m	1+(1)	
MTPS-03	Approximately 1.2 m ³ /min	25 m	1+(1)	
MTPS-04	Approximately 1.2 m ³ /min	30 m	1+(1)	
MTPS-05	Approximately 0.5 m ³ /min	15 m	1+(1)	
MTPS-06	Approximately 0.3 m ³ /min	15 m	1+(1)	
MTPS-07	Approximately 0.2 m ³ /min	15 m	1+(1)	
MTPS-08	Approximately 0.3 m ³ /min	15 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

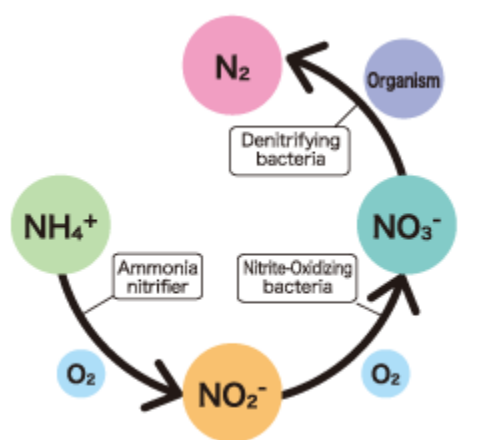
目標年次の 2046 年には約 5,800 世帯があると試算される。これは 2046 年次の人口が約 23,200 人、国家統計局が発行した“Household Income and Expenditure Survey 2012/13”が示す一世帯の平均家族数が 4 人であることを基に算出した。

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。バドゥッラ 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 (NO₃-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

バドゥッラの下水道計画では、日最大汚水量は 4,000 m³/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 OD 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、建設中のキャンディ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 にキャンディ下水処理場を示す。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

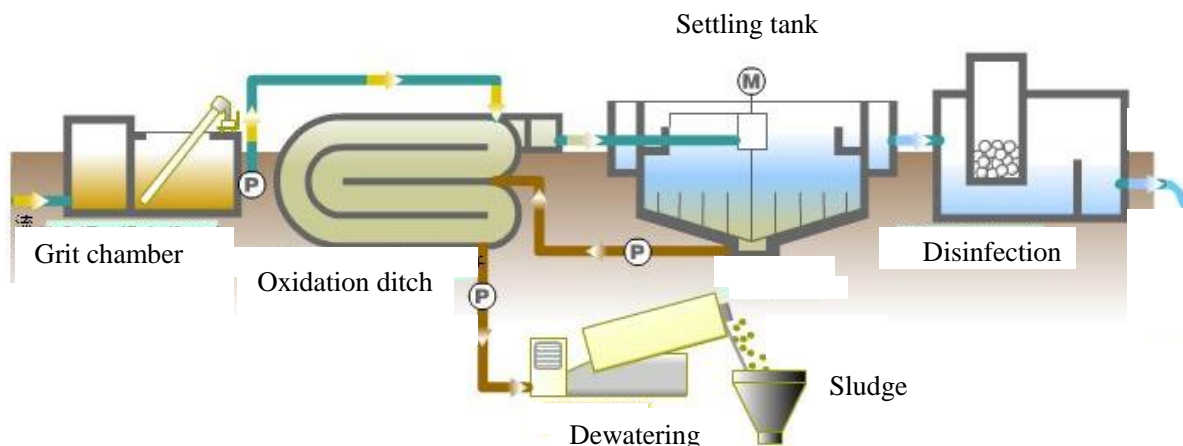
図 4.3-2 Kandy 下水処理場 (14,000m³/d、窒素除去 OD 法)

以上を考慮するとバドゥッラ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ため、流量負荷変動に対応でき
- プロセスの冗長性によりトラブル発生に対する許容度大きい。
- 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

下水処理場用地については、NWSDB により市の東南部のクダ川沿いの候補地を利用する連絡を受けている。候補地は腐敗槽汚泥処理施設が計画されていた、面積 0.8ha の民有地である。敷地の中央部を高圧送電線が通っているため、高圧送電線から 17.5m 以内に構造物を建設することができない建築制限がかかり、使用可能な用地は大幅に少なくなっている。図 4.3-4 に用地の状況を示す。

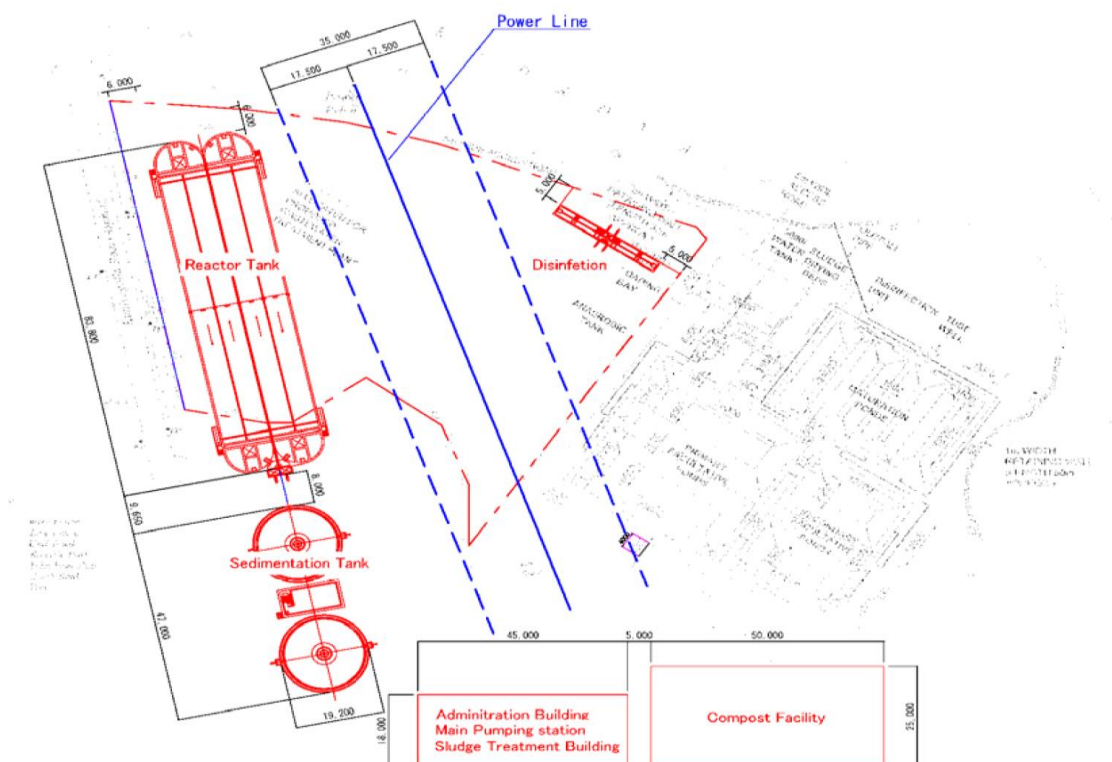


Source: JET

図 4.3-4 候補地

(2) 施設配置

処理プロセスが窒素除去 OD という条件で、必要敷地面積は 1.3ha と算定された。図 4.3-5 は候補地における施設の配置図である。配置図の右半分は腐敗槽汚泥処理施設である。



Source: JET

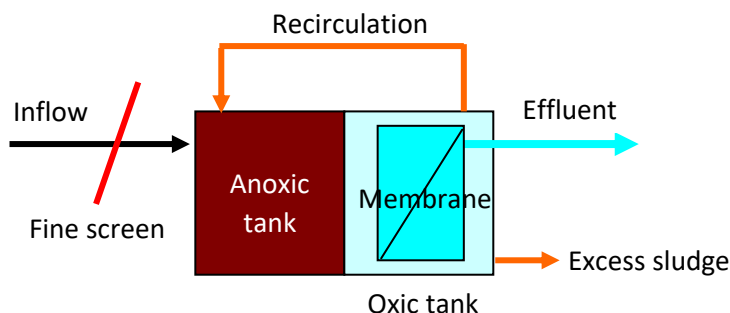
図 4.3-5 下水処理場配置図

図に見られるように、利用可能な敷地が小さいため、全ての施設を敷地内に配置することは不可能である。追加の用地購入あるいは高度にコンパクトなプロセスの導入を検討する必要がある。

コンパクトなプロセスを検討する場合、必要敷地面積が小さいだけでなく、4.3.1(1)で述べたように、許容放流基準を遵守する必要性から、硝化・脱窒により窒素除去が可能な高度処理プロセスであることが求められる。

一般的に生物学的高度処理プロセスでは10～12時間程度の生物反応槽滞留時間（HRT）が必要とされるが、膜分離活性汚泥法（MBR）であれば、標準活性汚泥法と同じ6時間程度のHRTで高度処理が可能である。MBRは活性汚泥法の一つであるが、通常、最終沈殿池で重力によって行われる固液分離を、ろ過膜で行うことが特徴である。固液分離を重力沈殿に依存しないため、生物反応槽内のMLSS濃度を10,000mg/L程度にまで高く保持することが可能であり、これにより生物反応速度を高めることができる。

図 4.3-6 に MBR（浸漬型）の処理フローを示す。



Source: JET

図 4.3-6 膜分離活性汚泥法（MBR）の処理フロー

MBR は、下記の特徴により必要敷地面積を OD 法の 1/5 程度とすることができる。

- 生物反応槽の必要 HRT が 6 時間程度と短い。
- 最初沈殿池及び最終沈殿池は必要ない。
- 大腸菌はろ過膜により阻止されるため、消毒設備が省略可能である。
- 余剰汚泥の濃度が高いため、汚泥濃縮設備は省略可能である。

MBR の課題として、ろ過膜表面を曝気により連続的に洗浄する必要があるため、エネルギー消費量が大きかったことがあげられていたが、最近では技術の進歩により、エネルギー消費量は標準活性汚泥法よりもやや大きい程度にまで改善されてきている。

その他のコンパクトプロセスとしては、各種の生物保持担体を用いて、生物反応槽内の生物量をもつことを高める方式があり、様々な企業から独自の担体を用いた処理プロセスが市場に出ている。しかしながら、生物反応槽 HRT は一般的に 9 時間程度が必要であり、最初沈殿池と最終沈殿池を設置することから、必要敷地面積は MBR ほどには縮小できない。

4.3.3 臭気対策

OD 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。脱臭プロセスとしては、下記のようなものがある。

- 活性炭吸着
- 生物脱臭+活性炭吸着
- 土壌脱臭

土壌脱臭は最も簡単な方法であるが、強力な脱臭が必要な場合には活性炭が必要である。

4.3.4 水処理

(1) 必要処理レベル

バドゥツラの下水は、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ため、次回調査で詳細に検討する。

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 N₂ 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まられ、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

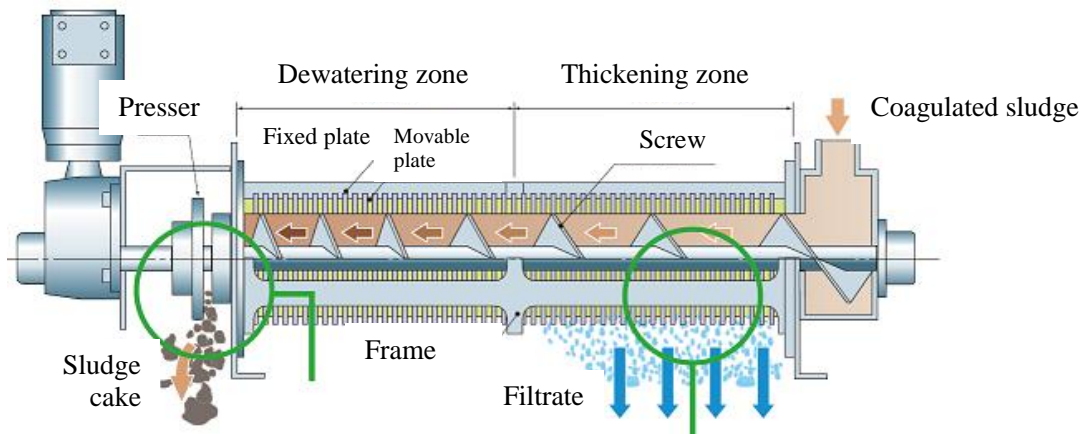
ODから発生する余剰汚泥は濃縮後、脱水される。濃縮は重力によって行われる。脱水機の機種によっては、濃縮工程は省略され、余剰汚泥が直接脱水されることがある。余剰汚泥単独では容易に嫌気性分解されないため、嫌気性消化は、通常、適用されない。



Source: JET

図 4.3-7 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ン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) スクリーン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、(3) 余剰汚泥の濃縮無しでの直接脱水も可能、といった理由で、スクリーンプレス脱水機が広まっている。



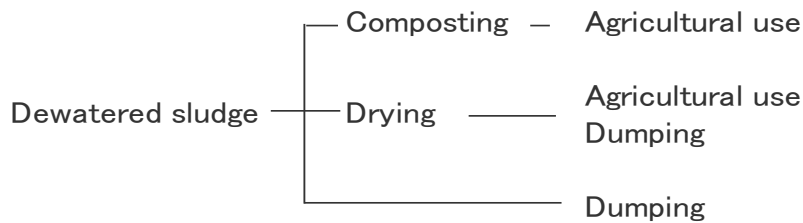
Source : Japan Sewage Treatment Plant Constructors Association

図 4.3-8 圧入型スクリーブレス脱水機の構造

(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、バドゥツラの場合、日最大汚水量における汚泥発生量は 0.46DS_t/日 (4,000×(160-8)×0.75×10⁻⁶)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 2.3_t/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。

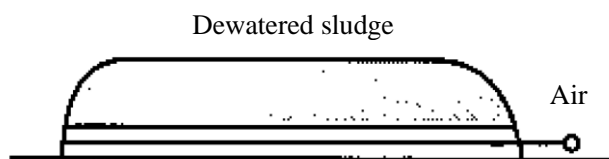


Source: JET

図 4.3-9 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 4.3-10 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

バドゥッラ MC すべてが下水道サービスエリアとならないため、中心市街地以外の人口密度が低いエリアは汚水処理としては腐敗槽によるオンサイト施設が有効な対策となる。このため、腐敗槽の設計、建設および維持管理は、適切な機能を維持するため Sri Lanka Standard (SLS : スリランカ基準) 745 パート 2 : 2009 に従い行うべきである。

4.4.2 腐敗槽の構造

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

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

4.4.3 腐敗槽の維持管理

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

(i) 汚泥引抜き

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

(ii) 開閉カバー

開閉カバーはし尿以外の一般ごみなどの侵入や転落を防ぐため、常に密封し、破損した場合はすぐに修理・交換する。

(iii) 蚊

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

(iv) 閉塞

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

第5章 プロジェクト実施のための組織制度改革

下水道事業を計画、設計、建設、Operation and Maintenance (O&M：維持管理)の各段階で適切に実施するためには、NWSDB、関係する 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 バドゥッラ MC における公共事業の実施状況

バドゥッラ MC では下水道事業は未だ実施されていない。表 5.1-2 には MC における 5 つの公共事業、即ち、水道、廃棄物、オンサイト施設管理、道路建設/管理、雨水排除の実施状況を示した。

表 5.1-2 バドゥツラ MC における公共事業の実施状況

Water works	Responsible organization		NWSDB, RSC Uva
	Water supply schemes		30
	Blanch offices		23
	Planning & Designing		Engineer 4, Technical 3
	WTP	Full scale	2
		Partial scale	2
		Out-sourcing	New house connection, security, cleaning service
	Laboratory		2
		Out-sourcing	Analysis of pesticides and heavy metals
	Meter reading		40
Charge collection		40	
		Out-sourcing	-
Solid waste management	Responsible organization		MC
	Works		Collection, Transportation to dump site and Composting
	Type of tasks	Planning & Designing	Implementing
		Construction	Implementing
		O&M	Implementing
	Financing sources		MC budget
	Service charge		no
	Dumping site	Location	owned by MC
		Capacity	100,000 tons
	Collection	Method	
		Vehicles	Compactor 1, Tractor 2, Cart 10
	Staff	Supervisor	1
		PHI	3
		Upper level labor	-
Labors		-	
Out-sourcing		no	
On-site sanitation	Responsible organization		MC
	Works		Provide instruction on construction of facilities, de-sludging of septic tanks, taking legal action against rules violation .
	Type of tasks	Planning & Designing	Implementing
		Construction	Implementing
		O&M	Implementing
	No. of septic tanks	At present	5,400
		Future	10,000
	Financing sources		Service charge, MC budget
	Services	Installation	Provide contractors for Property /land owner or House holder
		Approval	MC
		Supervisor	MC
	Sludge removal	Frequency	Depending on situation, 1-3 times/year
		Procedure	Submit application to the MC, site visit, if the job can be done, the client pays the service charge.
		Sludge disposal site	Sludge Disposal Site and temporary use the Solid waste management site which is not adequate and suitable.
	Service charge	Installation	By Property /land owner or House holder
		Sludge disposal	Tariff (2,634 LKR)
	Staff	Supervisor	1
PHI		3	
Labors		10	
Out-sourcing		no	
Road construction and maintenance works	Responsible organization		MC
	Works		Type C and D
	Type of tasks	Planning & Designing	Implementing
		Construction	Implementing
		O&M	Implementing
	Financing sources		MC budget, Government subsidy
	Staff	Engineer	1
		Technical officer	3
Others		80	
Out-sourcing	Details	no	
	Type of contract	no	
Storm water management	Responsible organization		MC
	Works		Construction of drains, clearing of blockages, cleaning of drains
	Type of tasks	Planning & Designing	Implementing
		Construction	Implementing
		O&M	Implementing
	Existing drainage system		No proper drainage pipe system exist and dreains (Open /Closesd) been used.
	Financing sources		MC budget, Government subsidy
	Staff	Engineer	1
Technical officer		3	
Others		30	
Out-sourcing		no	

Source: MC

表のとおり、水道事業は NWSDB が事業を運営している。実際のところ、NWSDB の RSC（ウバ）が 30 か所の事業のうちの一つとして実施している。また、オンサイト施設については土地所有者や家主が管理しており、MC は料金を取って汚泥の引き抜きとその処分を行っている。それ以外の廃

棄物、道路建設/管理、雨水排除の3事業についてはMCが計画段階からO&M段階まで、概ね民間委託なしに独自に実施しており、財源としてはMCの予算や国の補助金で賄っている。

5.1.3 実施体制のオプション

上述のようなバドゥッラMCにおける公共事業の実施状況中で、下水道事業の実施体制として表5.1-3の5つのオプションがある。

表 5.1-3 下水道事業実施体制のオプション

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

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

Source: JET

オプション-1と2では下水道事業はNWSDBが運営を行う。違いはO&Mを民間委託するかどうかである。オプション-3から5はMCが下水道の事業主となる。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

バドゥッラMCの場合は水道事業をNWSDBが実施しているため、以下の理由で下水道事業もNWSDBが実施するのがよい。

1. 下水道料金を低く設定できる。

水道事業と下水道事業を一体的に実施することにより、例えば経理や人事、顧客サービス、料金徴収などの業務を共通化できるため、下水道料金を低く設定できる。

2. NWSDBの人材を活用することができる。

バドゥッラ MC の水道事業を実施する RSC (ウバ) や GC で既に下水道を運営している GCS AGM の下に組織された GCS 事務所には多くの技術者や熟練職員がいるため、下水道事業の円滑な立上げのためには一部の職員をバドゥッラの下水道事業に回すことが有効である。一方、MC が水道事業を実施せず、下水道事業のみを実施する場合には、必要な技術者、作業員を全て雇用し、一からトレーニングする必要がある、効率的でない。

そのため、オプション-1 と 2 が最適な下水道事業実施体制となる。

5.2 実施体制確立のための組織作り

バドゥッラ 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 (ウバ)、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 に、当 MC で最適なオプションである 1 と 2 における、計画段階から O&M 段階までの各機関の役割分担を示した。

表 5.2-1 下水道事業の各段階における各機関の役割分担

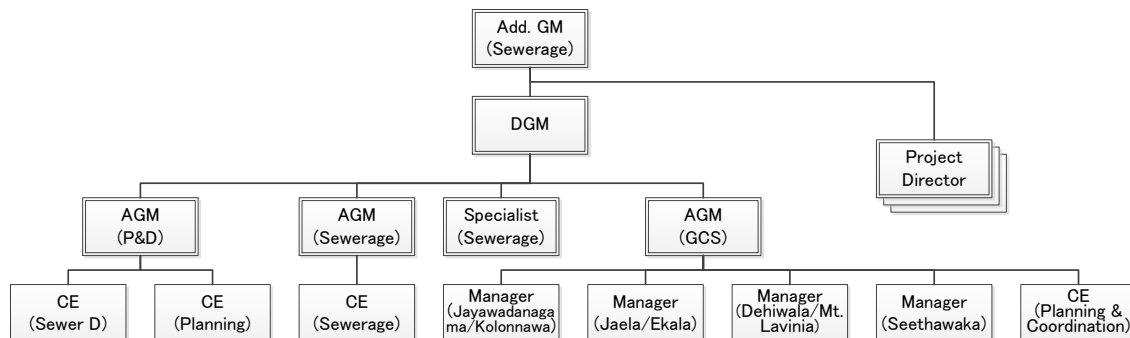
Option-1		Stage of sewerage works			
		Planning	Designing	Construction	O&M
NWSDB	Tasks	Supervision Decision of STP site and others	Supervision	Supervision	O&M of sewerage works Consideration of out-sourcing
	Staff	* Technical Team	* PD under DGM * Staff in PMU	⇒	⇒
RSC	Tasks		Supporting project activities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

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

Source: JET

5.2.1 NWSDB 下水道部門の組織

現在の NWSDB 下水道部門の組織は図 5.2-1 のとおりであるが、今後 GC 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。

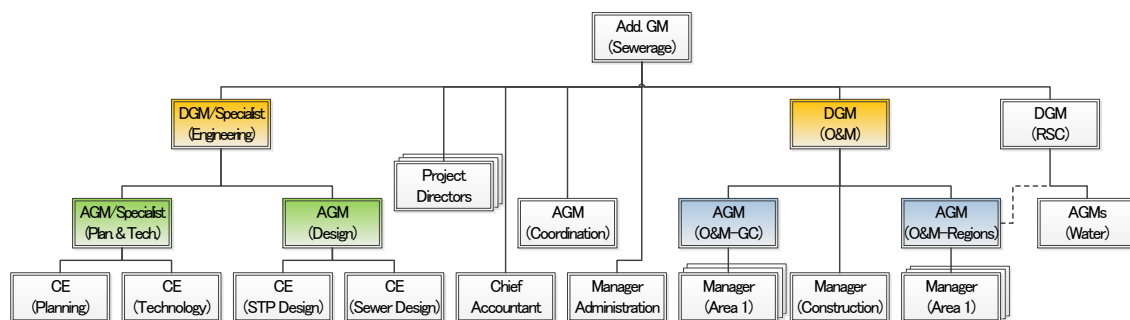


Source: JET

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-GC) に加えて、AGM (O&M-地方) を設置する。

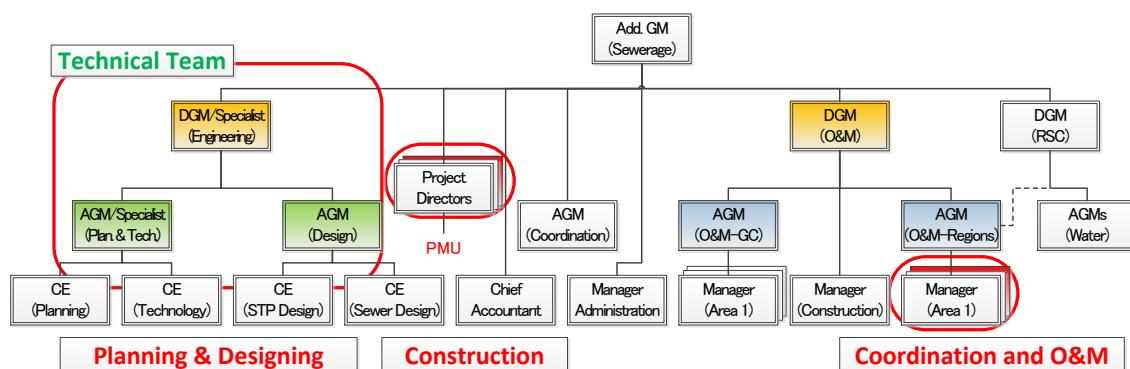


Source: JET

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 Addi.GM 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 段階ではマネジャーの下に実際に下水処理場と管路施設の O&M を実施する組織を設置する。



Source: JET

図 5.2-3 計画から O&M までの業務の実施担当部署

5.2.2 RSC (ウバ) の組織

AGM (O&M-地方) の下に置くプロジェクト担当のマネジャーについては、RSC (ウバ) にも席を置き、DGM (ウバ) 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 RSC は下水道に係る顧客サービスを水道事業と一体的に行うため、必要な組織を作る必要がある。

5.2.3 MC の組織

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

5.3 事業実施に向けた各機関の能力強化

5.3.1 人材確保

(1) NWSDB

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

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

表 5.3-1 国立大学、単科大学及び工業高校の学部

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

Source: JET

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

表 5.3-2 NWSDB と同業民間企業での毎月の給料及び手当

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

Source: JET

(2) MC

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

5.3.2 人材育成

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

(1) NWSDB 研修センターにおける研修

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

表 5.3-3 NWSDB 研修センターの研修プログラムに追加すべき項目

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

Source: JET

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

(2) オンザジョブトレーニング (OJT)

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

5.3.3 機材、車両の調達

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

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

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

Source: JET

5.3.4 顧客サービス

RSC(ウバ)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 6** に示す。なお、用地取得費及び補償費は含んでいない。

概算事業費は、下記の条件で算出した。

建設費	:	2017年1月価格による積算
コンサルサービス費用	:	2017年1月価格による積算
コンサルサービス期間	:	2019年～2023年
建設期間	:	2021年～2023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 49 億円（約 64 億 Sri Lanka Rupee (LKR：スリランカルピー)）と算出された。概算事業費算出の詳細を **APPENDIX 7** に示す。

表 6.1-1 概算事業費

	Amount		Total Amount	Total Amount
	L.C. (LKR)	F.C. (JPY)	LKR	JPY
1 Construction Cost				
A Anuradhapura STP (Q=13,600m ³ /day)	558,545,455	645,120,000	1,396,363,636	1,075,200,000
B Trunk Sewer & Pump Station	880,842,000	257,822,000	1,215,675,000	936,070,000
C Branch Sewer & Pump Station	478,622,000	161,910,000	688,895,000	530,449,000
D House Connection	580,000,000	0	580,000,000	446,600,000
Sub-total of 1(A-D)	2,498,009,455	1,064,852,000	3,880,933,636	2,988,319,000
2 Administration cost	303,000,000	0	303,000,000	233,310,000
3 Consulting cost	378,000,000	701,000,000	1,288,390,000	992,060,000
4 Physical contingency for construction cost	152,000,000	58,000,000	227,325,000	175,040,000
5 Price escalation for construction cost	540,000,000	92,000,000	659,481,000	507,800,000
6 Land acquisition and compensation	-	-	-	-
7 Interest during construction	0	31,000,000	40,260,000	31,000,000
8 Front-end Fee	0	9,000,000	11,688,000	9,000,000
9 Tax and duty	1,082,000,000	0	1,082,000,000	833,140,000
Sub-total of (2-9)	2,455,000,000	891,000,000	3,612,143,000	2,781,350,000
Total including Tax and Duty	4,953,009,455	1,955,852,000	7,493,077,000	5,769,669,000
Total excluding Tax and Duty	3,871,009,455	1,955,852,000	6,411,077,000	4,936,529,000
Eligible Portion (1, 3, 4, 5 and 7)	3,568,009,455	1,946,852,000	6,096,389,000	4,694,219,000
Non-Eligible Portion (2, 6, 8 and 9)	1,385,000,000	9,000,000	1,396,688,000	1,075,450,000

Note: L.C. = Local Cost, F.C. = Foreign Cost

Source: JET

6.1.2 運転維持管理費

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

表 6.1-2 運転維持管理費

	Total Amount (LKR)	Total Amount (JPY)
Badulla	57,129,000	44,128,000

Source: JET

6.2 段階的整備計画

バドゥッラは、処理場計画流量が 4,000 m³/日、計画対象地域が 235 ha、概算事業費約 49 億円（約 64 億 LKR）と小規模なため、段階的整備を実施する必要はないと判断した。

第7章 財務計画

7.1 バドゥッラ MC の財務状況

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

表 7.1-1 バドゥッラ MC の収支概要

Unit: million LKR

	Year	2012	2013	2014	2015
Revenue					
	Assessment Rates	16.8	18.54	17.54	19.07
	Rent	30.2	20.16	29.98	32.57
	License Fees	7.76	10.38	11.75	11.34
	Charges for Service	3.97	5.6	4.84	4.11
	Warrant Cost / Fine	3.56	1.24	2.09	2.78
	Stamp Duty	11.94	17.82	7.32	23.44
	Court Fines	2.11	1.22	11.29	5.4
	Other Revenue	8.3	1.25	20.62	1.28
	Total	84.64	76.21	105.43	99.99
Expenditure					
	Personal Emoluments	62.73	105.24	119.7	177.26
	Travelling Expenses	0.63	0.84	0.42	0.27
	Supplies & Equipment	13.54	13.68	16.58	14.73
	Repairs to Capital Assets	22.43	27.12	15.7	35.2
	Transport – Communication	3.21	6.29	11.4	13.26
	Interest & Dividends Utility	6.56	5.27	5.08	6.06
	Grants – Contribution	2.26	2.13	3.72	4.01
	Pension Gratuity	2.92	3.09	3.6	2.67
	Total	114.28	163.66	176.20	253.46
Actual revenue over Recurrent Expenditure					
	Revenue, Grant & Reimbursement	75.04	85.74	104.56	161.35
	Capital Receipts & Grants	6.15	5.05	9.11	22.59
	Capital Expenditure	8.14	19.85	31.99	36.32
	Total Surplus (deficits)	43.41	-16.51	10.91	-5.85

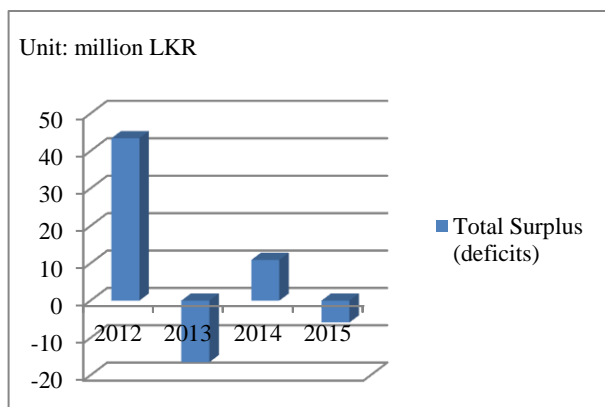
Source: Badulla MC

表 7.1-1 の最後の行に示されたように、バドゥッラ MC は 2012 年と 2014 年に年間黒字を、2013 年と 2015 年に年間赤字を記録した。「収入（Revenue）」と「収入、無償及び返済（Revenue, Grant & Reimbursement）」の合計額に対する赤字額の割合は、2013 年と 2015 年にそれぞれ、-10.2% および -2.2% であった。これらの割合は控えめで、制御可能であると考えられる。（図 7.1-1）。

職員給与（Personal Emoluments）はバドゥッラにおいて過去数年間増加してきた（図 7.1-2）。そのため、収入から経常支出を引いた額は赤字であり、年々拡大している（図 7.1-3）。しかし、「収入、無償及び返済（Revenue, Grant & Reimbursement）」の額が、収入から経常支出を引いたマイナスを補うのに十分なほど増加した（図 7.1-4）。すなわち、バドゥッラ MC に所属している職員の給与は、急増することなく制御されてきた。

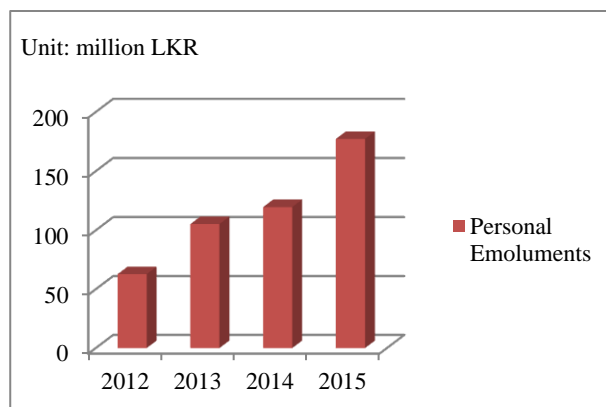
MCによると、MCの預金には約10百万LKRの残高があるとのことである。バドゥツラMCは、予算管理を適切に行っていると考えられるが、預金残高はMCが将来さらに赤字を被る場合には、十分とは言えない。バドゥツラMCでは、慎重な財務管理がまだ必要とされている。

バドゥツラMCの財務状況は良好であるが、十分な余裕があるとは言えない。そのため、下水道サービスは、建設費用は中央政府の負担として(外国融資の場合でも、返済は中央政府負担)、NWSDBによって整備されることが提案される。下水道料金は、必要なO&M費用を完全に回収できるように設定されるべきである。



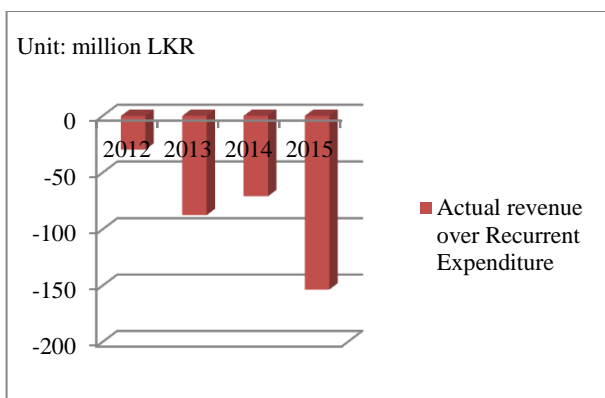
Source: JET, based on Badulla MC data

図 7.1-1 バドゥツラMCの近年の黒字・赤字の傾向



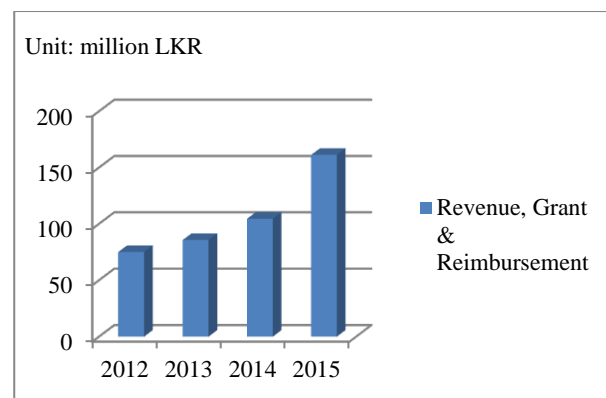
Source: JET, based on Badulla MC data

図 7.1-2 バドゥツラMCの近年の職員給与の傾向



Source: JET, based on Badulla MC data

図 7.1-3 バドゥツラMCの総収入から経常支出を引いた額の近年の傾向



Source: JET, based on Badulla MC data

図 7.1-4 バドゥツラMCの収入、無償及び返済の近年の傾向

7.2 下水道整備と運営維持管理(O&M)の財務計画

7.2.1 建設、O&M及び設備更新の費用負担

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

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

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。

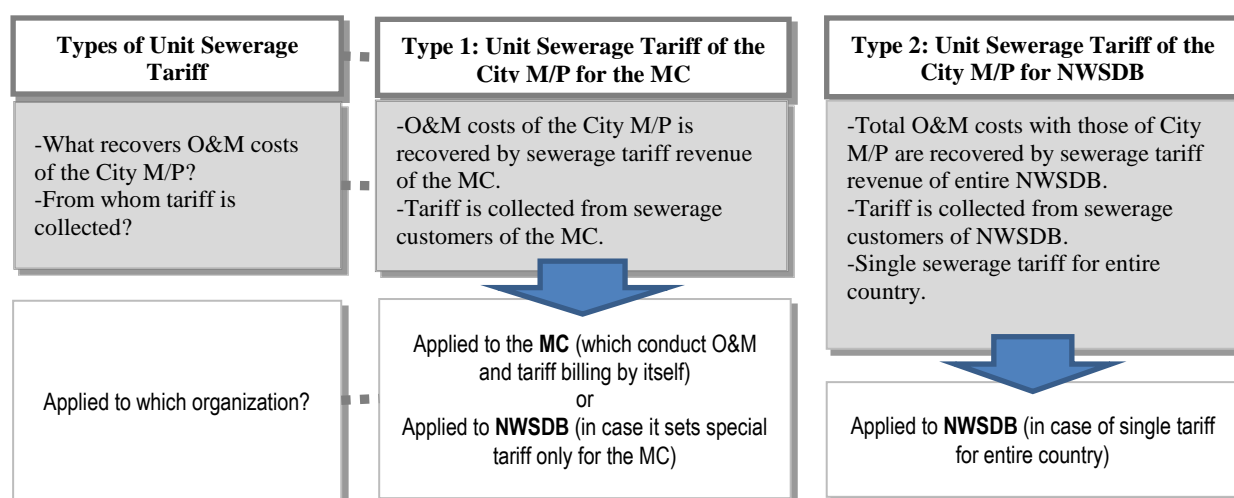
そのため、下水道料金は下水道施設の O&M 費用を回収できるように設定される。

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 で提案された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の値上げが始めに実施されるべきである。その後、都市 M/P の料金値上げ、下水処理場のフル稼働までに行われることになるであろう (図 7.2-2)。

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

Source: JET

図 7.2-2 料金値上げの実施スケジュール例

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

7.2.3 下水道料金単価計算の前提条件

必要な下水道料金単価は、以下の前提で計算されている。

- 都市 M/P の下水道使用者の総水使用量は、都市 M/P の設計基準から引用する。
- インフレーションは下水道料金単価の計算には反映されておらず、提案される料金は実質価格である。実際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バドゥツラ MC

No.	Items	Unit	Description	Amount
1	Annual O&M costs	LKR/year	Total	57,128,738
2	Expected profit (10%) (=1x10%)	LKR/year	Total	5,712,874
3	O&M costs with profit (=1+2)	LKR/year	Total	62,841,612
4	Sewage Flow	m ³ /day	Domestic Flow	2,227
		m ³ /day	Non-Domestic Flow	779
		m ³ /year	Total	1,097,190
5	Sewage Ratio	%		80.0
6	Water Consumption Volume *1	m ³ /year	Total	1,371,488
7	Unit Sewerage Tariff (=3/6)	LKR/m ³		45.82

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、45.82LKR/m³と算出され、検針された水使用量に乗じて料金が求められる。MCが下水道施設のO&Mと料金徴収を行う場合には、MCがこの料金単価に基づき料金表を作成することが提案される。

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

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

表 7.2-2 NWSDB の下水道料金単価 (第3回値上分) の計算バドゥツラ MC

Items	Unit	Description	Amount
Operating Expense	LKR	Existing (2015) *1	410,282,866
		New facilities (City M/P) *2	57,128,738
		Total	467,411,604
Income to be subtracted from Expense	LKR	Connection Charge	25,531,614
		P&D/Bowser *3	160,854,906
		Total	186,386,520
O&M costs after subtraction	LKR	Total	281,025,084
Expected Profit (5%)	LKR	Total	14,051,254
O/M costs after subtraction plus profit	LKR	Total	295,076,338
Water Consumption Volume of Sewerage Customers	m ³ /year	Existing (2015)	6,240,008
		New facilities (City M/P)	1,371,488
		Total	7,611,496
Unit Sewerage Tariff	LKR	-	38.77

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

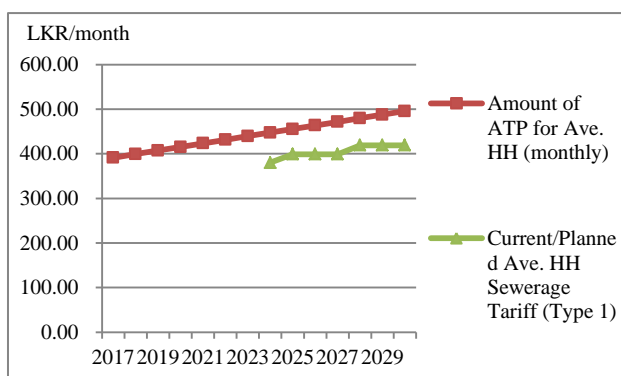
都市 M/P で想定された事業が実施された場合、NWSDB は下水処理場のフル稼働までに、家庭用、商業用、および工業用の下水道料金単価の加重平均が 38.77LKR/m³ になるように料金表を作成し、料金値上げを行うことが提案される。

7.2.5 家庭の支払可能性

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

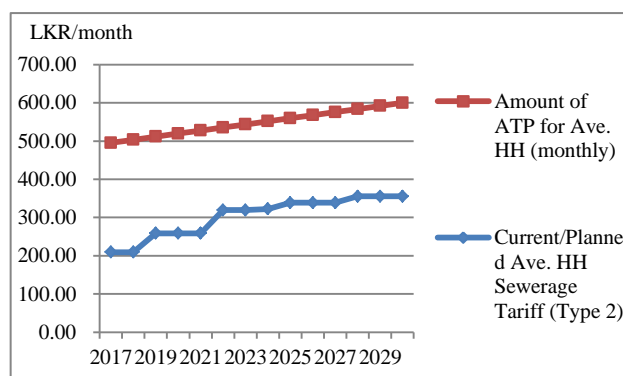
- 3回目の都市 M/P の料金値上を 2024 年に設定
- 平均家庭所得の過去の増加率が今後も継続
- 家庭用、商業用、及び工業用の各下水道料金単価が同じ割合で値上げされる。そのため、もしも商業用と工業用使用者の単価が家庭用よりも高く引き上げられれば、家庭用の月額料金を低く抑えることができる。

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



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

図 7.2-3 将来の下水道料金と支払可能性の比較 (タイプ 1)



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

図 7.2-4 将来の下水道料金と支払可能性の比較 (タイプ 2)

図 7.2-3 に示された通り、タイプ 1 における家庭用使用者の下水道料金月額、家庭の支払可能性上限額の 85~88% 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、支払可能額上限の 42~61% 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); 140% of the following water supply tariff

Industries (non SME & Govt. Institution); 140% 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が、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) バドゥッラ MC の財政状況は良好である。しかし、十分な余裕があるとは言えない。そのため、下水道サービスは、建設費用は中央政府の負担として（外国融資の場合でも、返済は中央政府負担）、NWSDB によって創設されることを提案する。
- B) スリランカ国で次の費用負担原則が下水道サービスに適用されることを提案する。
 - 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。
- C) 2 つのタイプの下水道料金単価が計算された。タイプ 1 は、MC 地域から徴収される下水道料金収入によって、プロジェクトの O&M 費用を回収するように計算された単価である。タイプ 2 は、NWSDB の全下水道使用者からの下水道料金収入を含めた総収入で、都市 M/P の O&M 費用を含む NWSDB 下水道部門の総 O&M 費用を回収するように計算された単価である。
- D) MC 用のタイプ 1 の下水道料金単価は、45.82LKR/m³
- E) NWSDB 用のタイプ 2 の下水道料金単価は、38.77LKR/m³
- F) タイプ 1、タイプ 2 の両方の単価に基づく下水道料金請求額は、ともに家庭の支払可能性 (ATP) の上限額（平均家庭所得の 1%）の範囲内にあった。これは、平均的な家庭が値上げされた請求額を支払うことができることを示唆している。タイプ 1 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。
- G) 実際の料金表の作成前には、平均家庭所得の最新情報を用いて、今後、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バドゥツラ MC 特有の法規はなかった。国家レベルの環境社会配慮関連法規又は関連組織は「戦略的下水道 M/P」又は当報告書の APPENDIX 9 に記載してある。

8.3 相手国制度と JICA ガイドラインの乖離

JICA 環境社会配慮ガイドライン（2010年4月）及びスリランカ国の環境関連法規を比較した。結果は APPENDIX 10 に示してある。JICA が協力を実施する場合で、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バドゥツラ特有の国際公約はなかった。スリランカ国加盟の国際公約は APPENDIX 11 に記載する。

8.5 スコーピング

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

表 8.5-1 スコーピング評価とその理由

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

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

8.6 環境社会配慮の TOR

8.6.1 環境社会配慮の目的

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

8.6.2 対象となる項目

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

8.6.3 対象地域

工事現場・施設、又はその周辺が調査対象市域となる。

8.6.4 対象期間

計画、実施、オペレーション期間が調査対象期間となる。

8.6.5 環境社会配慮調査の内容と方法

調査すべき情報と対応策を以下の表 8.6-1 に示す。

表 8.6-1 ESC 関連調査内容

Item			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	C-	Study: Geographic conditions. Method: Geographical survey.	F/S stage
		O	D	N/A	N/A
09	Bottom Sediments	P/C	D	N/A	N/A
		O	B+	Study: Sediment conditions of water bodies. Method: Site surveys, literature surveys, water quality surveys.	F/S, EIA stage
10	Biota and Ecosystems	P/C	C-	Study: Inventory of flora and fauna in the construction area.	F/S, EIA stage
		O	C+/C-	Method: Site survey, hearing survey of concerned parties	
10a	Protected lands	P/C	D	N/A	N/A
		O	D	N/A	N/A
11	Water Usage	P/C	C-	Study: Water use practices of local communities, impacts of sewerage treatment on water usage. Method: Site surveys, hearing surveys of concerned parties.	In progress (M/P, F/S stage)
		O	C-		
12	Accidents	P/C	B-	Study: Construction/industrial safety regulations, traffic safety/accident prevention methods. Method: Site surveys, literature survey, hearing surveys of concerned parties.	In progress (M/P, F/S stage)
		O	B-	Study: Industrial safety regulations. Method: Literature surveys.	
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	
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 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-		
19a	Indigenous and ethnic populations	P/C	C-	Study: Census/demographic data, economic status, and land use patterns of affected peoples. Method: Hearing survey of concerned parties, relevant laws and regulations.	In progress (M/P, F/S, EIA stage)
		O	C-		
20	Misdistribution of benefits and damages	P/C	C-	Study: Social and economic conditions. Method: Hearing surveys of concerned parties, public consultation.	In progress (M/P, F/S stage)
		O	C-		
21	Local Conflicts of interest	P/C	C-	Study: Risks and prevalence of conflicts of interest. Method: Hearing surveys of concerned parties, public consultation.	In progress (M/P, F/S stage)
		O	C-		
22	Gender	P/C	C-	Study: Working conditions/statistics of women, gender equality policies. Method: Hearing survey of concerned parties, relevant laws and	In progress (M/P, F/S stage)

				regulations.	
		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 significant cultural, religious, and tourism sites, construction locations and methods. Method: Site survey, hearing survey of concerned parties.	In progress (M/P, F/S, EIA, D/D stage)
		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可能性が予測された場合、対策方法を示す Environmental Management Plan (EMP : 環境管理計画) と、その対策の責任組織、実施方法、期間等、実施に当たっての管理方法を示す Environmental Monitoring Plan (EMoP : モニタリング計画) を作成する。内容には実施項目、頻度、体制、予算の検討を含める。

8.6.8 ステークホルダー協議

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

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

8.7 ドラフトEMPとEMoP

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

8.8 環境社会配慮活動計画

環境社会配慮関連の調査は以下に示す図8.8-1の通りを行う。

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

Source: JET

図 8.8-1 ESC 計画

第9章 結論と提言

9.1 F/S 実施の可能性

バドゥッラは国の Regional Growth Centre でコロンボからスリランカの東側に行く拠点として人口密度も高く重要な都市である。市内を流れるにあるバッドゥル・オヤ川では汚水に由来する BOD、アンモニア、リン及び大腸菌群数の増加が確認されている水。このため、水質の保全及び改善のためには下水の更なる処理が必要であり、効率的に下水を処理することができる下水道の整備が必要である。

しかしながら、バドゥッラにおいては固形廃棄物の最終処分場を現在検討中の段階であり、下水汚泥を及び下水中のごみを適正に処分することは難しく、環境に多大なる影響を及ぼす。

このため、環境社会配慮の観点から F/S 実施後に速やかに事業実施を行うことができないため、バドゥッラを本プロジェクトにおける F/S 対象地域とはしない。

9.2 結論と提言

バドゥッラの下水道事業は、水環境の保全及び改善の観点からその実施効果は極めて高いと考えられるが、最終処分場が確認できず速やかな事業実施はできないため、本プロジェクトでの F/S の実施は現時点では難しい。このため、スリランカ側への提言として固形廃棄物を含めた最終処分場の整備または確保を提言する。

APPENDICES

APPENDIX

APPENDIX 1: Badulla Waste Water Flow Forecast

BADULLA WASTE WATER FLOW CALCULATION

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

1	Badulla DSD	Population 2001	Population 2012	Population 2046	% covered	Population covered area 2046	Water consumption(cum/d)	Domestic Waste Water Flow (cum)	Non-Domestic Flow(cum/d)	Domestic + Non-Domestic Water Flow (cum/d)	Infiltration (cum/d)	Total Waste Water Flow (cum/d)
1.1	Pitawelagama	2,711	2824	3019	65%	1962	235	188	66	254	51	305
1.2	Badulla North	3,528	4062	5117	50%	2559	307	246	86	332	66	398
1.3	Kailagoda	2,276	2440	2734	85%	2324	279	223	78	301	60	361
1.4	Badulupitiya	4,373	5153	6743	100%	6743	809	647	227	874	175	1049
1.5	Badulla Central	5,213	3347	3347	100%	3347	402	321	112	434	87	521
1.6	Badulla West	2,381	2753	3492	30%	1048	126	101	35	136	27	163
1.7	Badulla East	5,253	4159	4159	100%	4159	499	399	140	539	108	647
1.8	Hindagoda	2,603	3079	4054	25%	1014	122	97	34	131	26	158
		28,338	27817	32665		23155	2779	2223	778	3001	600	3601

APPENDIX 2: Inflow Sewage Quality

Inflow sewage quality - Measured data of inflow sewage -

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

	Raddolugama ¹⁾	Maththegoda ¹⁾	Hikkaduwa ¹⁾	Moratuwa/ Rathmalana**	Ja-Ela/ Ekara***	Average	Design raw water quality	Moratuwa/Rathmalana (First stage planned values)	
pH at 26°C	6.7	6.4	7.0	6.6-8.5	-	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

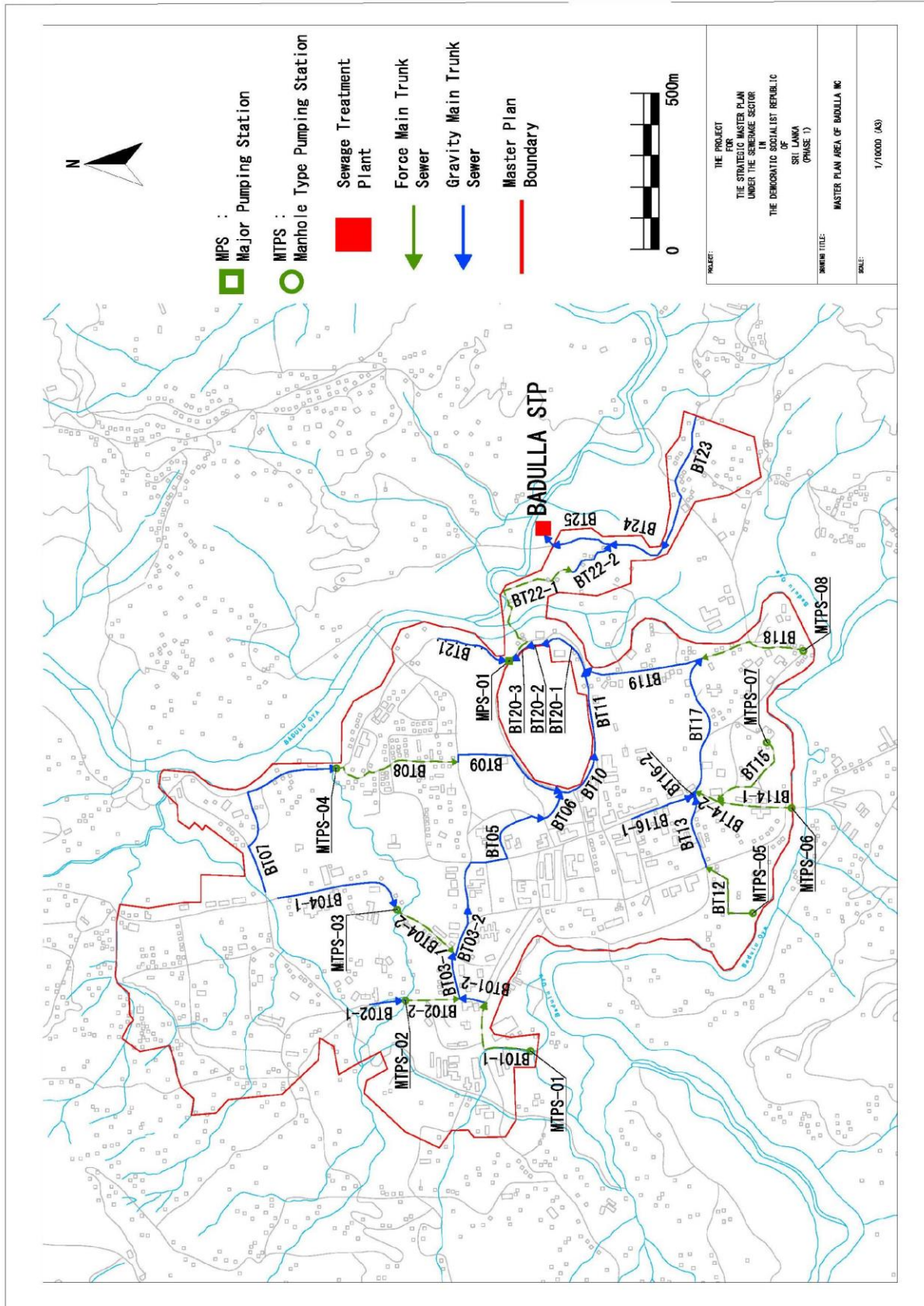
***Average of 1-year measurement

The Result of Sewage Analysis

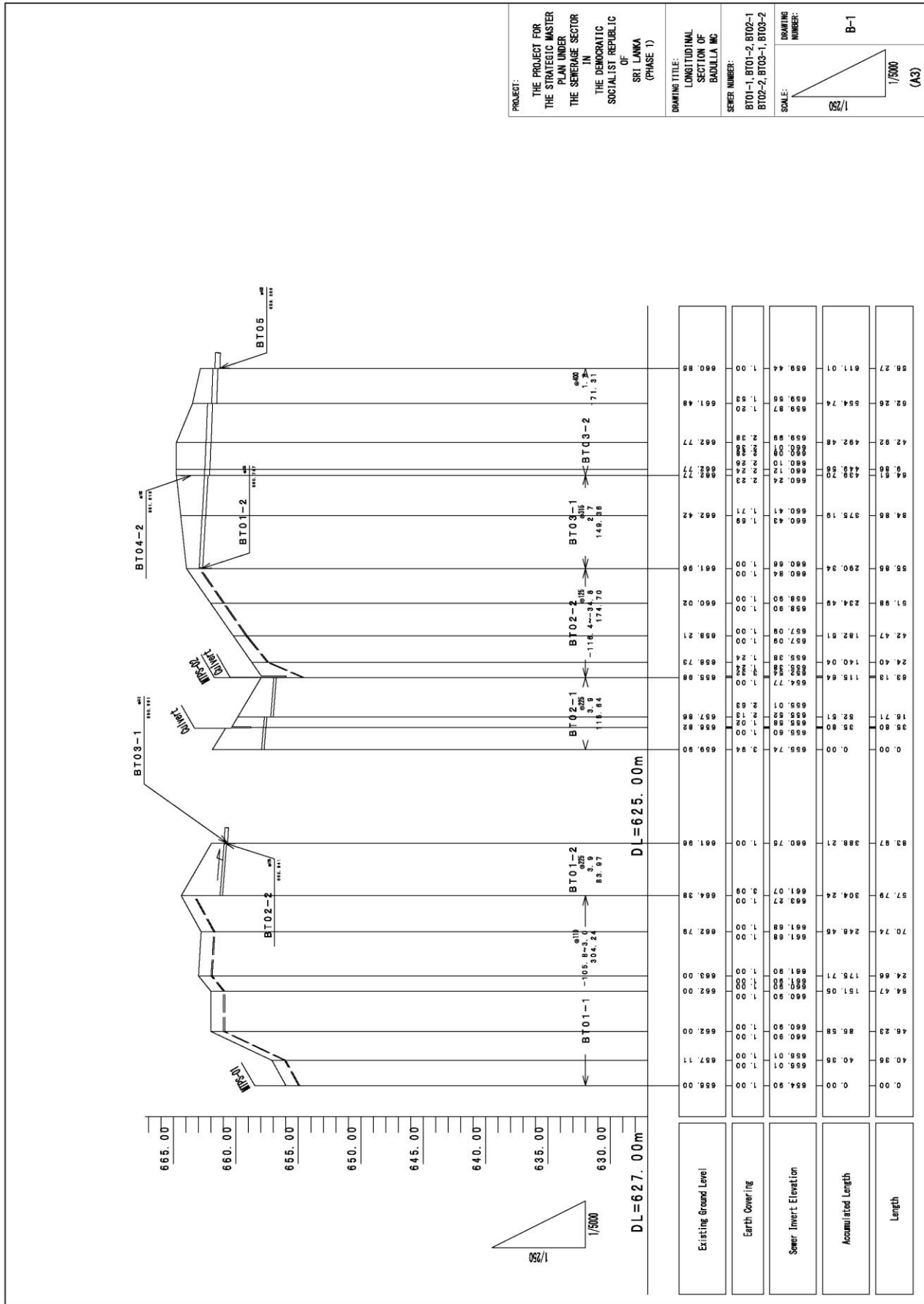
	Raddolugama			Maththegoda			Hikkaduwa		
	23,24 Nov.2016	29,30 Nov.2016	5,6 Dec 2016	25,26 Nov.2016	1,2 Dec 2016	7,8 Dec 2016	27,28 Dec 2016	3,4 Dec 2016	9,10 Dec 2016
pH at 26°C	6.6	6.93	6.7	6.2	6.9	6.2	7.3	6.42	7.4
Total Suspended Solids at 104°C	814*	115	211	54	115	100	59	165	194
Chemical Oxygen Demand 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

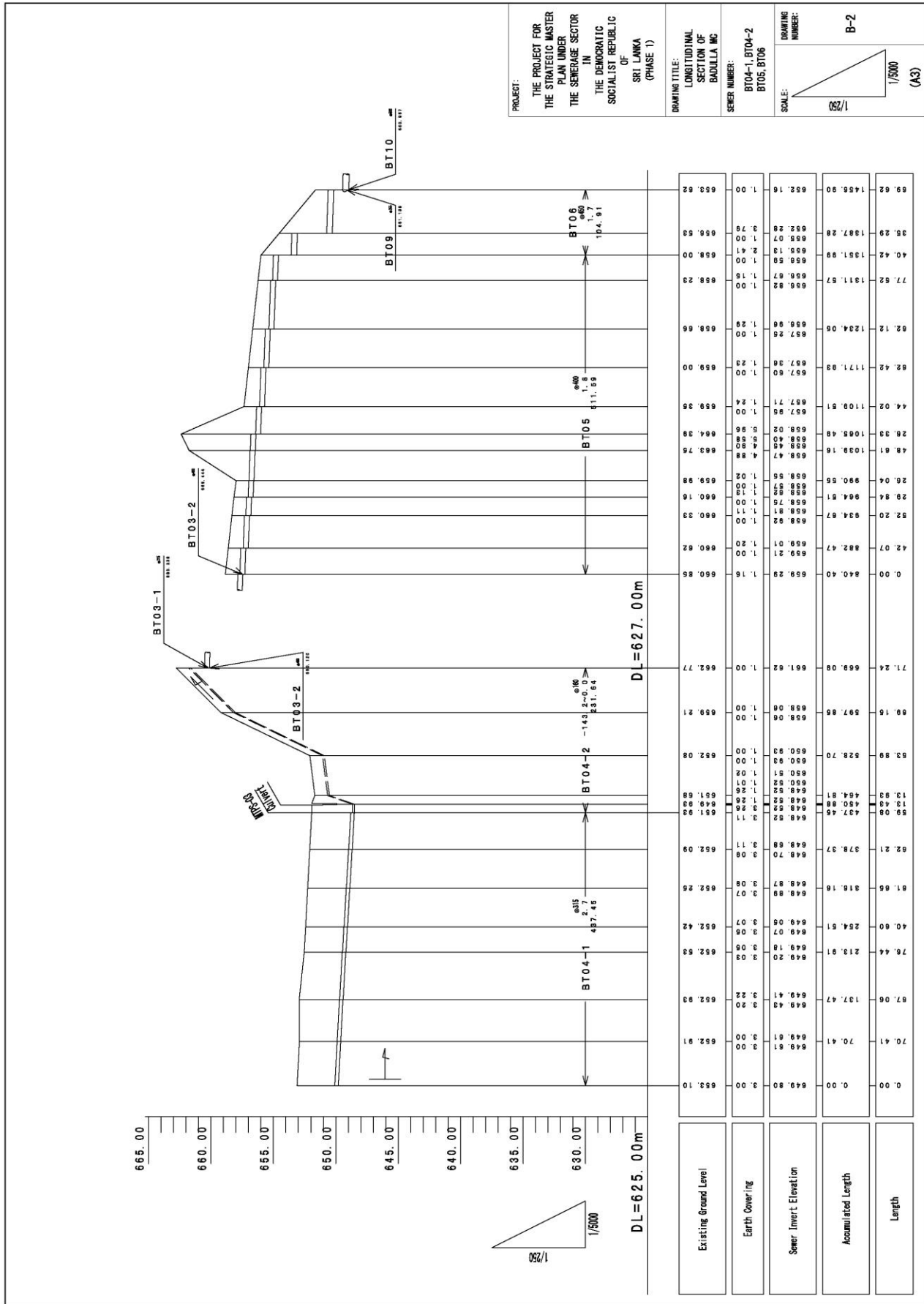
*JET considered values in gray as outliers and not used for the design.

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



SEWER DESIGN CALCULATIONS							Master Plan Area		Unit Sewer Water (m ³ /s/ha)			Legend		P
							Badulla MC		0.000474			⊙:Main Sewer		P. 1
Line No.	Catchment Area		Length		Design Outflow			Design Sewer Line					Note	
	Area (ha)	Accumulated Area (ha)	Accumulated Length (m)	Area Input (m ³ /s)	Point Input (m ³ /s)	Total Outflow (m ³ /s)	Dia (Internal Diameter) (mm)	Slope (%)	V (m/s)	Cap (m ³ /s)	Existing Ground Level Upper Lower (m)	Sewer Invert Elevation Upper Lower (m)		Earth Covering Upper Lower (m)
BT01-1	10.32	10.32	305	0.005		0.005	HDPE ⊙ 110				656.00	654.896	1.00	From MTPS-01
BT01-2	0.45	10.77	389	0.005		0.005	HDPE ⊙ 225	3.90	0.65	0.021	664.38	663.273	1.00	To BT03-1
BT02-1	14.70	14.70	116	0.007		0.007	HDPE ⊙ 225	3.90	0.65	0.021	659.90	655.743	3.94	To MTPS-02
BT02-2	9.26	23.96	291	0.011		0.011	HDPE ⊙ 125				655.98	652.538	3.32	From MTPS-02
BT03-1	1.85	36.58	538	0.017		0.017	HDPE ⊙ 315	2.70	0.68	0.043	661.96	660.841	1.00	From BT01-2 and BT02-2
BT03-2	2.01	81.57	841	0.039		0.039	GRP ⊙ 400	1.80	0.70	0.088	662.77	660.238	2.23	From BT03-1 and BT04-2
BT04-1	40.45	40.45	438	0.019		0.019	HDPE ⊙ 315	2.70	0.68	0.043	661.96	660.661	1.00	To BT05
BT04-2	2.53	42.98	669	0.020		0.020	HDPE ⊙ 160				662.77	661.616	1.00	To BT03-2
BT05	8.20	89.77	512	0.043		0.043	GRP ⊙ 400	1.80	0.70	0.088	653.10	649.801	3.00	From BT03-2
BT06	5.55	95.32	1457	0.045		0.045	GRP ⊙ 450	1.70	0.74	0.118	651.93	648.520	3.11	To BT10
BT07	9.32	9.32	648	0.004		0.004	HDPE ⊙ 225	3.90	0.65	0.021	658.00	656.594	1.00	From BT06 and BT09
BT08	33.08	42.40	428	0.020		0.020	HDPE ⊙ 160				658.00	655.130	2.41	To BT10
BT09	4.17	46.57	402	0.022		0.022	HDPE ⊙ 355	2.40	0.70	0.055	653.62	651.139	2.14	To BT11
BT10	5.87	147.76	185	0.070		0.070	GRP ⊙ 500	1.50	0.74	0.146	653.62	650.957	2.16	To BT12
BT11	9.21	156.97	271	0.074		0.074	GRP ⊙ 600	1.20	0.75	0.213	652.89	650.539	1.74	To BT20-1
BT12	14.74	14.74	269	0.007		0.007	HDPE ⊙ 110				651.02	649.412	1.00	From MTPS-05
BT13	3.19	17.93	241	0.008		0.008	HDPE ⊙ 225	3.90	0.65	0.021	657.01	655.902	1.00	To BT16-2
BT14-1	6.23	6.23	239	0.003		0.003	HDPE ⊙ 110				657.01	655.797	1.00	From MTPS-06
BT14-2		11.15	386	0.005		0.005	HDPE ⊙ 110				657.70	654.799	2.69	From BT15
BT15	4.92	4.92	306	0.002		0.002	HDPE ⊙ 110				658.01	656.906	1.00	From MTPS-07
BT16-1	2.56	2.56	215	0.001		0.001	HDPE ⊙ 225	3.90	0.65	0.021	648.00	646.896	1.00	From BT14-2
BT16-2		20.49	15	0.010		0.010	HDPE ⊙ 225	3.90	0.65	0.021	656.71	655.606	1.00	From BT13 and BT16-1
BT17	9.38	41.02	466	0.019		0.019	HDPE ⊙ 315	2.70	0.68	0.043	657.70	654.769	2.72	From BT14-2 and BT16-2
BT18	9.00	9.00	343	0.004		0.004	HDPE ⊙ 110				658.01	654.632	3.08	To BT19
BT19	5.55	55.57	383	0.026		0.026	GRP ⊙ 355	2.40	0.70	0.055	655.88	653.235	2.35	From MTPS-08
BT20-1	2.90	215.44	244	0.102		0.102	GRP ⊙ 600	1.20	0.75	0.213	650.82	649.716	1.00	From BT17 and BT18
BT20-2		215.44	2176	0.102		0.102	GRP ⊙ 400	0.00	0.00	0.000	655.88	653.199	2.34	From BT11 and BT19
BT20-3		215.44	34	0.102		0.102	GRP ⊙ 600	1.20	0.75	0.213	651.02	645.665	4.75	To BT25
BT21	4.27	4.27	246	0.002		0.002	HDPE ⊙ 225	3.90	0.65	0.021	647.34	643.000	3.94	From MTPS-01
BT22-1		219.71	537	0.104		0.104	HDPE ⊙ 355				647.34	643.000	3.94	From MPS-01
BT22-2		219.71	2789	0.104		0.104	GRP ⊙ 600	1.20	0.75	0.213	646.96	643.000	3.55	To BT25
BT23	7.12	7.12	458	0.003		0.003	HDPE ⊙ 225	3.90	0.65	0.021	646.96	645.110	1.24	From MTPS-01
BT24	0.96	8.08	188	0.004		0.004	HDPE ⊙ 225	3.90	0.65	0.021	647.36	646.147	1.00	From MPS-01
BT25	7.21	235.00	3147	0.111		0.111	GRP ⊙ 700	1.00	0.76	0.293	658.67	654.864	3.29	From BT22-2 and BT24





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

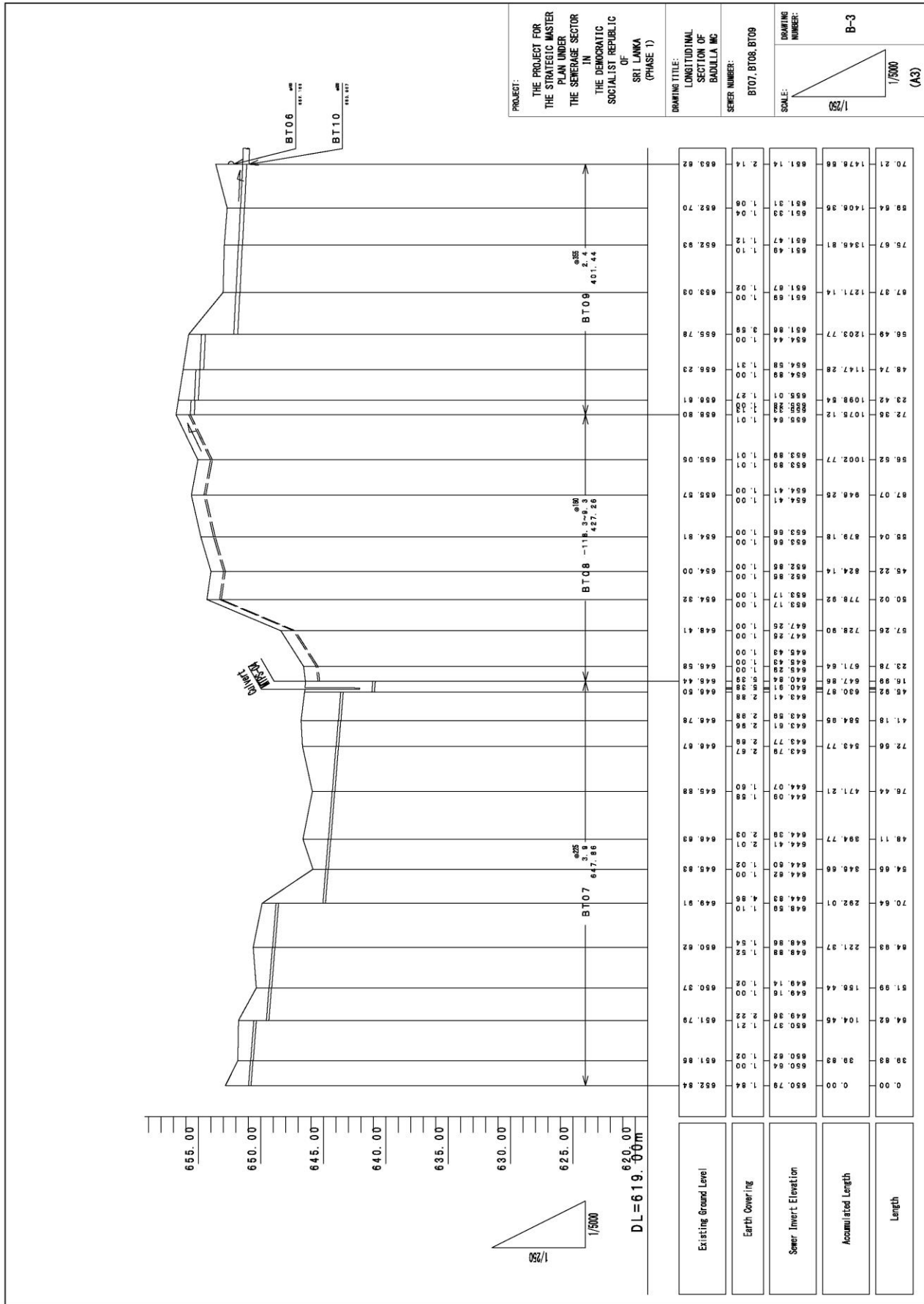
DRAWING TITLE:
 LONGITUDINAL
 SECTION OF
 BADULLA MC

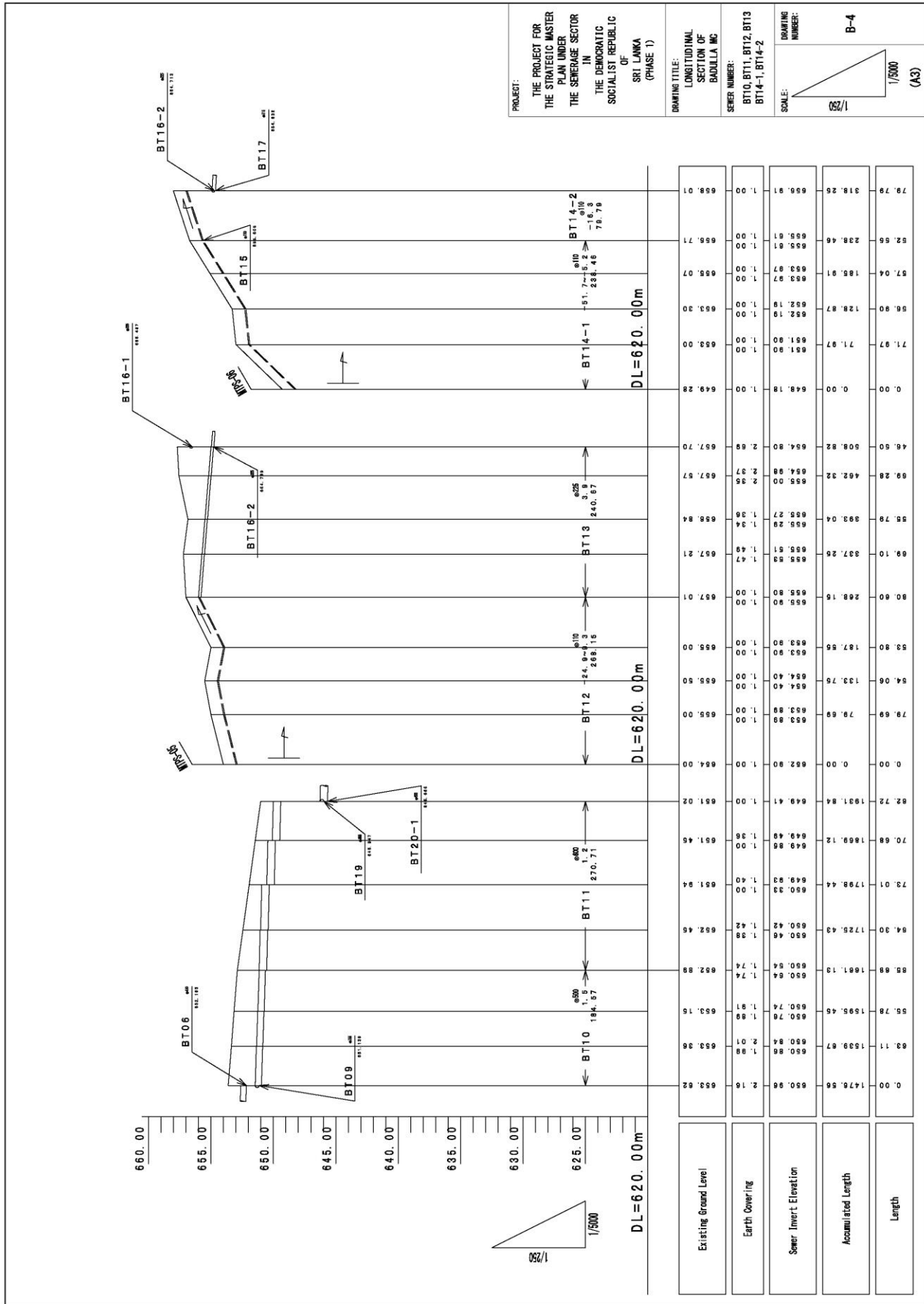
SERIAL NUMBER:
 BT04-1, BT04-2
 BT05, BT06

SCALE:

 1/250 1/500 (A3)

DRAWING NUMBER:
 B-2



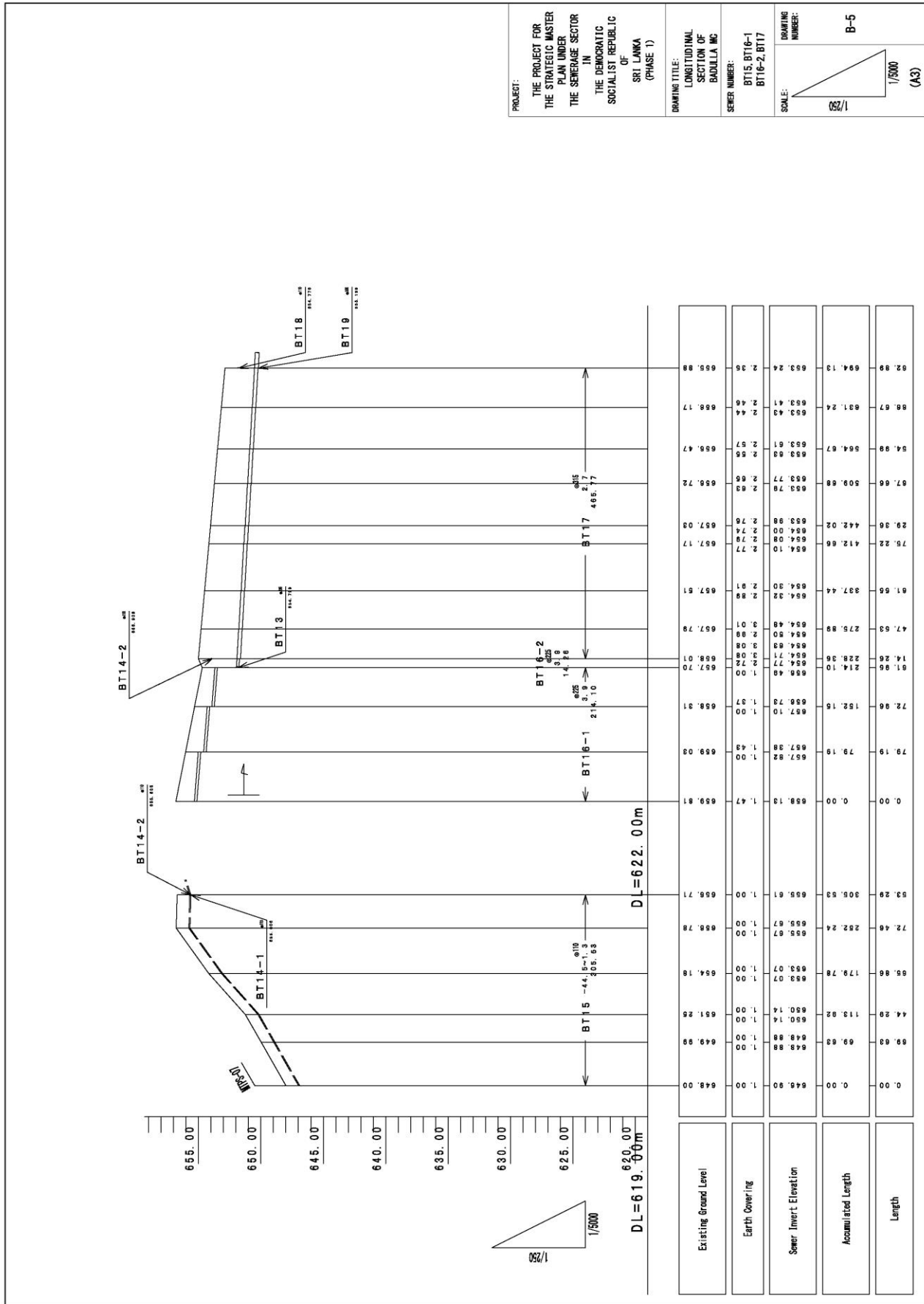


PROJECT:
 THE PROJECT FOR
 THE STRATEGIC MASTER
 PLAN UNDER
 THE SEWERAGE SECTOR
 IN
 THE DEMOCRATIC
 SOCIALIST REPUBLIC
 OF
 SRI LANKA
 (PHASE 1)

DRAWING TITLE:
 LONGITUDINAL
 SECTION OF
 BADULLA MC

SEWER NUMBER:
 BT10, BT11, BT12, BT13
 BT14-1, BT14-2

SCALE:
 1/500
 DRAWING NUMBER:
 B-4
 (A3)



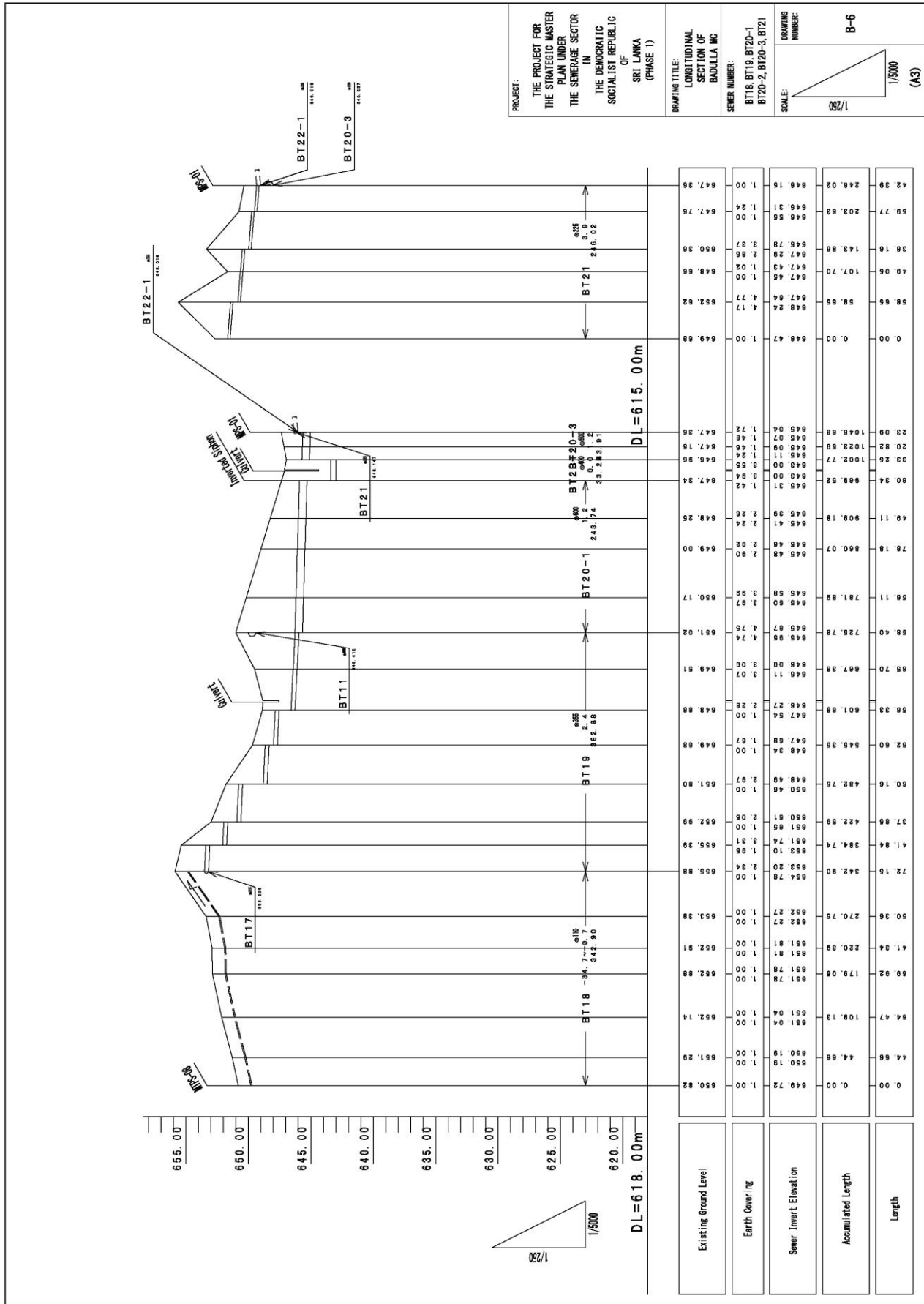
PROJECT:
 THE PROJECT FOR
 THE STRATEGIC MASTER
 PLAN UNDER
 THE SEWERAGE SECTOR
 IN
 THE DEMOCRATIC
 SOCIALIST REPUBLIC
 OF
 SRI LANKA
 (PHASE 1)

DRAWING TITLE:
 LONGITUDINAL
 SECTION OF
 BADULLA MC

SERIAL NUMBER:
 BT15, BT16-1
 BT16-2, BT17

SCALE:
 1/250
 1/500
 (A3)

DRAWING NUMBER:
 B-5



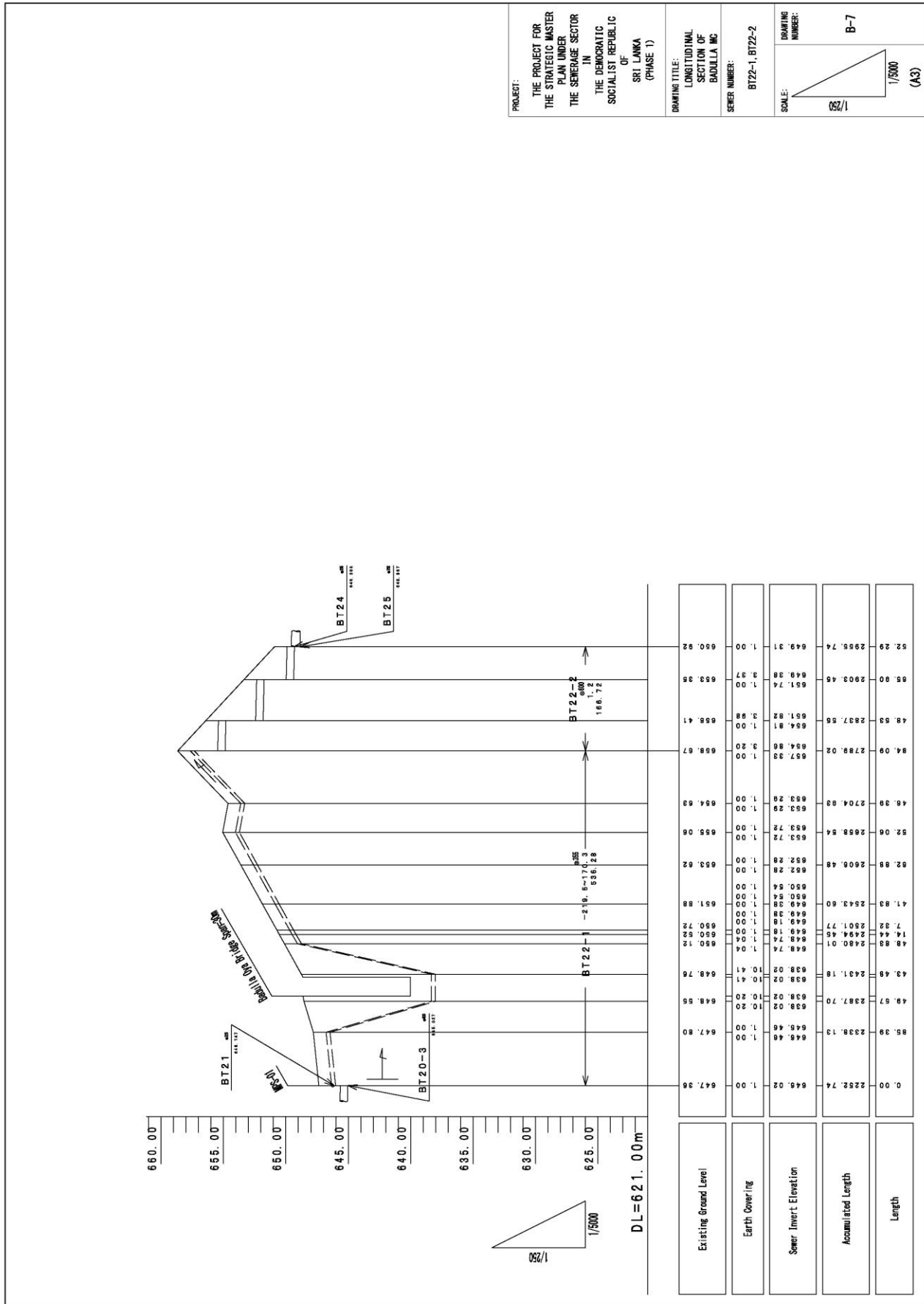
PROJECT:
 THE PROJECT FOR
 THE STRATEGIC MASTER
 PLAN UNDER
 THE SEWERAGE SECTOR
 IN
 THE DEMOCRATIC
 SOCIALIST REPUBLIC
 OF
 SRI LANKA
 (PHASE 1)

DRAWING TITLE:
 LONGITUDINAL
 SECTION OF
 BADULLA MC

SERIAL NUMBER:
 BT18, BT19, BT20-1
 BT20-2, BT20-3, BT21

SCALE:
 1/500
 (A3)

DRAWING NUMBER:
 B-6



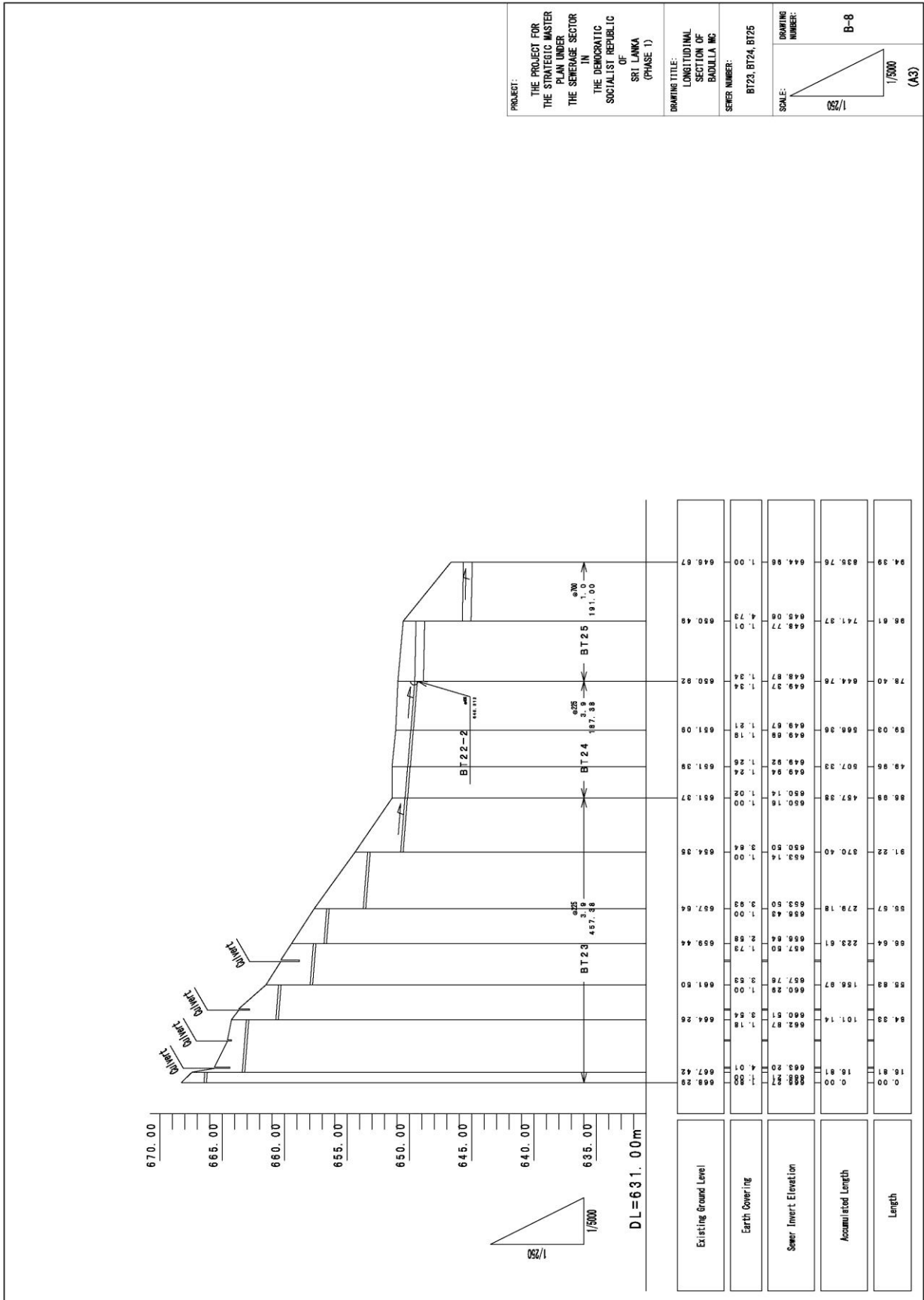
PROJECT:
 THE PROJECT FOR
 THE STRATEGIC MASTER
 PLAN UNDER
 THE SEWERAGE SECTOR
 IN
 THE DEMOCRATIC
 SOCIALIST REPUBLIC
 OF
 SRI LANKA
 (PHASE 1)

DRAWING TITLE:
 LONGITUDINAL
 SECTION OF
 BAULLA MC

SERIAL NUMBER:
 BT22-1, BT22-2

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

DRAWING NUMBER:
 B-7



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 BT23, BT24, BT25 BADULLA MC

SEWER NUMBER: BT23, BT24, BT25

DRAWING NUMBER: B-8

SCALE: 1/250

1/5000 (A3)

APPENDIX 4: Draft Amendment of Tolerance Discharge Limits

Schedule III

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

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

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

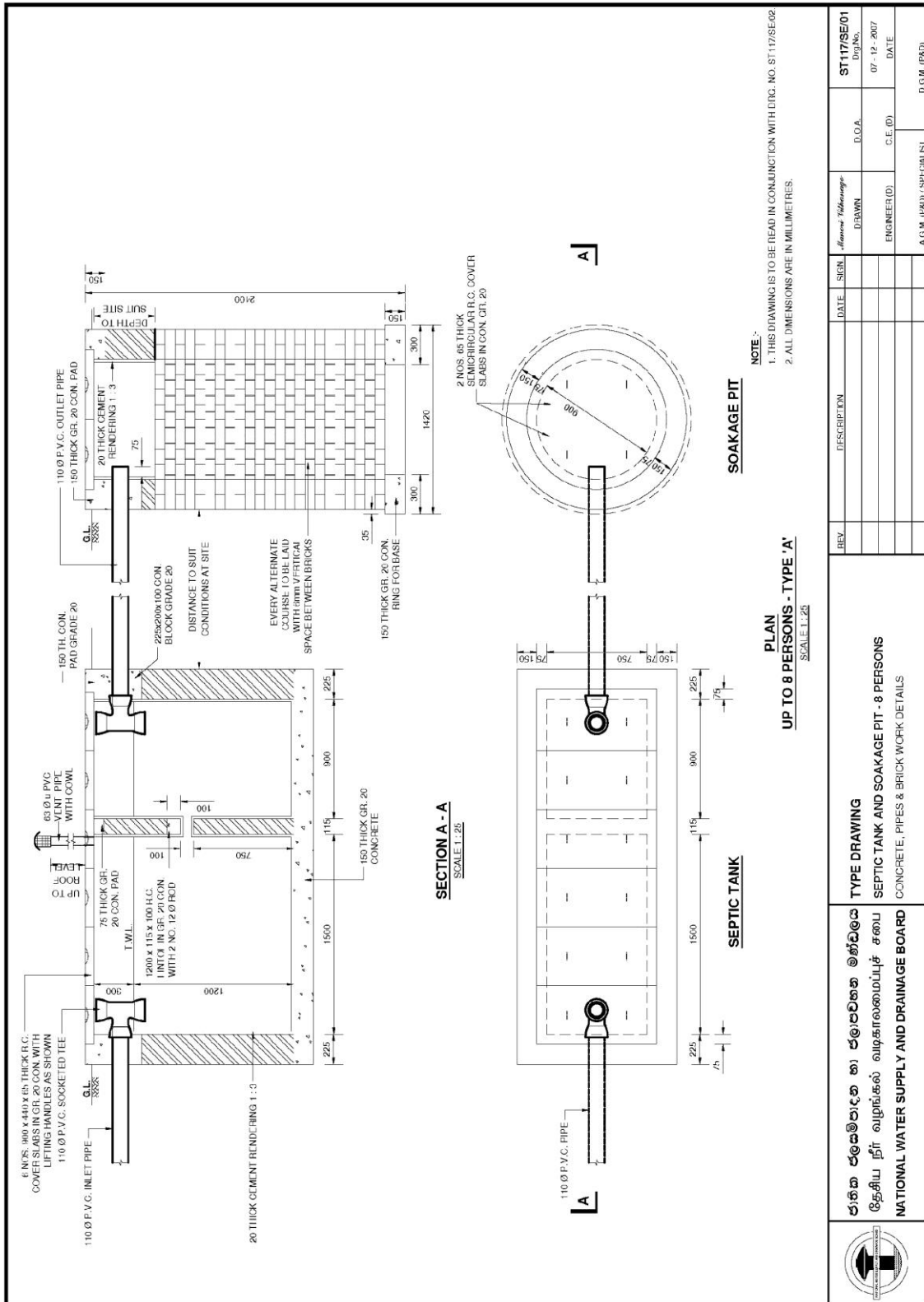
		mg/l, max	250
34.	Sulphates (as S)		
35.	Radio Active Material:		
	(a) Alpha emitters	micro curie/ml, max	10 ⁻⁸
	(b) Beta emitters	micro curie/ml, max	10 ⁻⁷

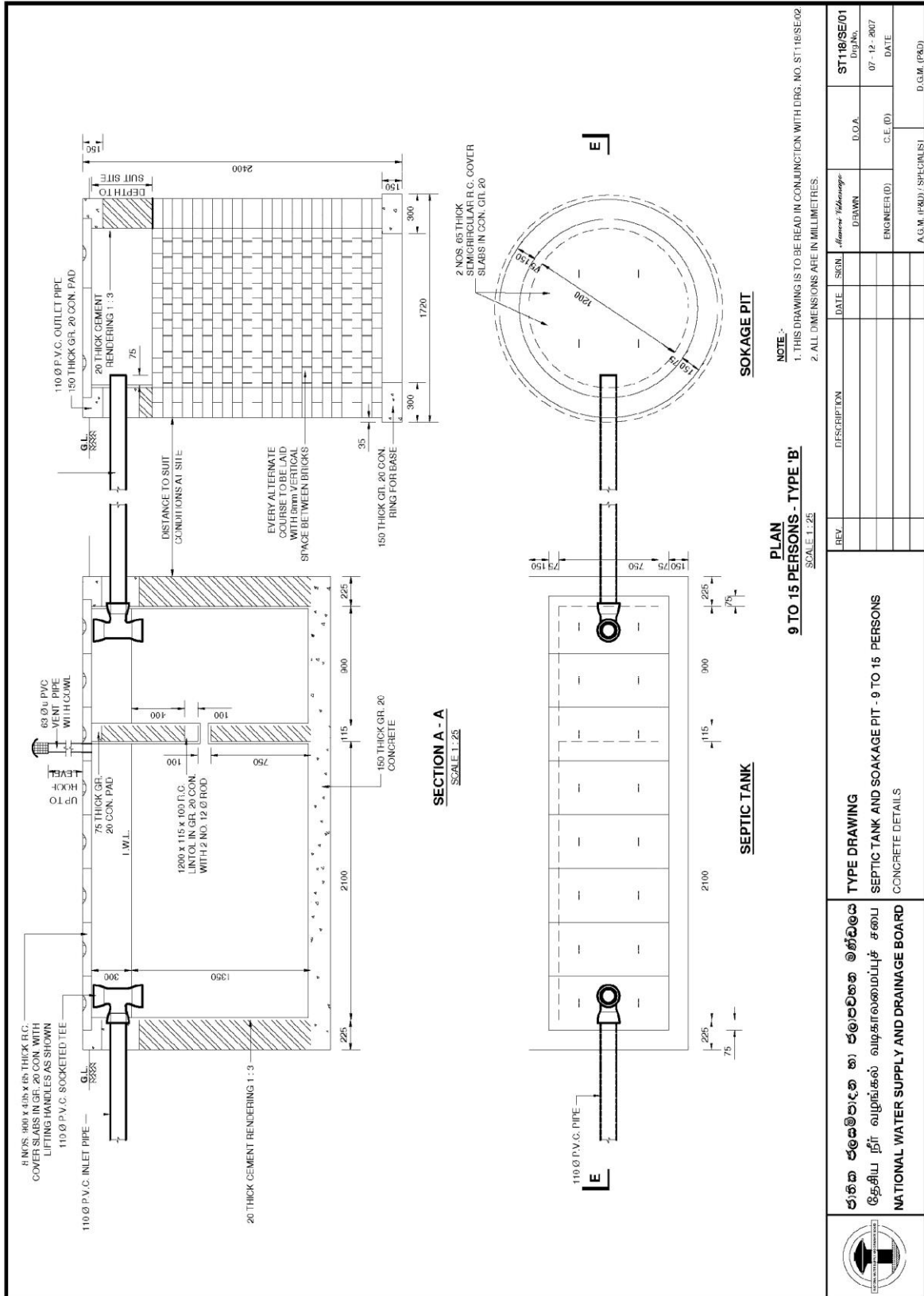
Note 1: All efforts should be made to remove unpleasant odour as practicable as possible.

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

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

APPENDIX 5: General Layout of Septic Tank





APPENDIX 6: Detail of Project Costs and Annual Fund Requirement

Item Description	Spec	Unit	Quantity	Unit Price		Amount		Total Amount	Total Amount
				L.C.	F.C.	L.C.	F.C.		
				LKR	JPY	LKR	JPY		
Badulla Master Plan Area = 235 ha									
				USD=	145			LKR	
				USD=	112			YEN	
				ILKR	0.770			YEN	
I Construction Cost									
A STP									
A1 STP									
Badulla STP (Q=4,000m ³ /day)	About 2400 USD/m ³	Ls	1			558,545,455	645,120,000	1,396,363,636	1,075,200,000
Sub-total of A						558,545,455	645,120,000	1,396,363,636	1,075,200,000
B									
B1 Trunk Sewer									
Supply and install of HDPE OD225	Depth : not exceeding 1.5m	m	633	2,800	3,800	1,773,000	2,407,000	4,899,000	3,772,000
Supply and install of HDPE OD225	Depth : not exceeding 2.0m	m	192	3,900	4,200	750,000	807,000	1,798,000	1,385,000
Supply and install of HDPE OD225	Depth : not exceeding 2.5m	m	263	4,400	4,200	1,155,000	1,103,000	2,587,000	1,992,000
Supply and install of HDPE OD225	Depth : not exceeding 3.0m	m	361	5,400	4,500	1,950,000	1,625,000	4,060,000	3,127,000
Supply and install of HDPE OD225	Depth : not exceeding 3.5m	m	158	5,500	4,500	869,000	711,000	1,792,000	1,380,000
Supply and install of HDPE OD225	Depth : not exceeding 4.0m	m	336	6,400	4,800	2,153,000	1,615,000	4,250,000	3,275,000
Supply and install of HDPE OD225	Depth : not exceeding 4.5m	m	143	6,500	4,800	929,000	686,000	1,820,000	1,401,000
Supply and install of HDPE OD315	Depth : not exceeding 2.0m	m	85	4,100	7,200	348,000	611,000	1,142,000	879,000
Supply and install of HDPE OD315	Depth : not exceeding 2.5m	m	127	4,400	7,200	561,000	917,000	1,752,000	1,349,000
Supply and install of HDPE OD315	Depth : not exceeding 3.0m	m	294	5,400	7,600	1,587,000	2,233,000	4,487,000	3,455,000
Supply and install of HDPE OD315	Depth : not exceeding 3.5m	m	547	5,400	7,600	2,951,000	4,154,000	8,346,000	6,426,000
Supply and install of HDPE OD355	Depth : not exceeding 1.5m	m	264	3,100	8,700	818,000	2,296,000	3,800,000	2,926,000
Supply and install of HDPE OD355	Depth : not exceeding 2.0m	m	56	4,200	9,000	237,000	507,000	895,000	689,000
Supply and install of HDPE OD355	Depth : not exceeding 2.5m	m	172	4,400	9,000	758,000	1,550,000	2,771,000	2,134,000
Supply and install of HDPE OD355	Depth : not exceeding 3.0m	m	63	5,400	9,300	338,000	582,000	1,094,000	842,000
Supply and install of HDPE OD355	Depth : not exceeding 3.5m	m	104	5,400	9,300	559,000	963,000	1,810,000	1,393,000
Supply and install of HDPE OD355	Depth : not exceeding 4.0m	m	67	6,400	9,600	431,000	647,000	1,271,000	979,000
Supply and install of GRP/FRP ND400	Depth : not exceeding 1.5m	m	393	3,800	22,700	1,492,000	8,913,000	13,067,000	10,062,000
Supply and install of GRP/FRP ND400	Depth : not exceeding 2.0m	m	56	4,900	23,000	276,000	1,294,000	1,957,000	1,507,000
Supply and install of GRP/FRP ND400	Depth : not exceeding 2.5m	m	115	7,300	23,000	840,000	2,646,000	4,276,000	3,293,000
Supply and install of GRP/FRP ND450	Depth : not exceeding 2.5m	m	35	9,300	28,800	328,000	1,016,000	1,647,000	1,269,000
Supply and install of GRP/FRP ND450	Depth : not exceeding 4.0m	m	70	12,700	29,600	884,000	2,061,000	3,561,000	2,742,000
Supply and install of GRP/FRP ND500	Depth : not exceeding 2.0m	m	66	7,400	28,800	486,000	1,892,000	2,943,000	2,266,000
Supply and install of GRP/FRP ND500	Depth : not exceeding 2.5m	m	119	8,000	28,800	951,000	3,424,000	5,398,000	4,156,000
Supply and install of GRP/FRP ND600	Depth : not exceeding 1.5m	m	227	6,400	34,000	1,454,000	7,726,000	11,488,000	8,846,000
Supply and install of GRP/FRP ND600	Depth : not exceeding 2.0m	m	87	7,800	34,500	682,000	3,015,000	4,598,000	3,540,000
Supply and install of GRP/FRP ND600	Depth : not exceeding 2.5m	m	60	12,000	34,500	724,000	2,082,000	3,428,000	2,639,000
Supply and install of GRP/FRP ND600	Depth : not exceeding 3.0m	m	49	13,700	34,900	673,000	1,714,000	2,899,000	2,232,000
Supply and install of GRP/FRP ND600	Depth : not exceeding 3.5m	m	101	14,000	34,900	1,411,000	3,519,000	5,981,000	4,605,000
Supply and install of GRP/FRP ND600	Depth : not exceeding 4.0m	m	144	15,700	35,300	2,262,000	5,086,000	8,867,000	6,828,000
Supply and install of GRP/FRP ND700	Depth : not exceeding 1.5m	m	97	8,200	42,400	792,000	4,096,000	6,111,000	4,706,000
Supply and install of HDPE OD110	Depth : not exceeding 1.5m	m	1,539	600	1,000	923,000	1,539,000	2,922,000	2,250,000
Supply and install of HDPE OD125	Depth : not exceeding 1.5m	m	150	600	1,200	90,000	180,000	324,000	249,000
Supply and install of HDPE OD125	Depth : not exceeding 3.5m	m	24	1,800	1,200	44,000	29,000	82,000	63,000
Supply and install of HDPE OD160	Depth : not exceeding 1.5m	m	645	800	2,000	516,000	1,291,000	2,193,000	1,688,000
Supply and install of HDPE OD160	Depth : not exceeding 3.5m	m	13	1,700	2,000	23,000	27,000	58,000	45,000
Supply and install of HDPE OD355	Depth : not exceeding 1.5m	m	394	1,200	10,000	473,000	3,944,000	5,595,000	4,308,000
Supply and install of HDPE OD400	Depth : not exceeding 4.0m	m	33	1,800	12,800	60,000	426,000	613,000	472,000
Supply and install of HDPE OD225(PJ)	Depth : not exceeding 10m	m	121	30,700	233,849	3,705,000	28,223,000	40,358,000	31,076,000
Supply and install of HDPE OD355(PJ)	Depth : not exceeding 10m	m	58	32,000	254,100	1,869,000	14,839,000	21,140,000	16,278,000
Supply and install of GRP/FRP ND400(PJ)	Depth : not exceeding 10m	m	119	35,600	275,814	4,235,000	32,811,000	46,847,000	36,072,000
Supply and install of GRP/FRP ND600(PJ)	Depth : not exceeding 10m	m	56	38,500	379,302	2,160,000	21,283,000	29,800,000	22,946,000
Supply and install of GRP/FRP ND700(PJ)	Depth : not exceeding 10m	m	94	40,600	479,710	3,832,000	45,280,000	62,637,000	48,231,000
Supply and install of HDPE OD355(PJ)	Depth : not exceeding 10m	m	142	32,000	254,100	4,540,000	36,052,000	51,361,000	39,548,000
Temporary road reinstatement/Asphalt concrete	Add 10% of pipeline(W=1.2)	m ²	11,715	2,000	0	23,430,000	0	23,430,000	18,041,000
Permanent road reinstatement/Asphalt concrete	Add 10% of pipeline(W=1.2)	m ²	11,715	4,910	0	57,520,000	0	57,520,000	44,290,000
B2 Pump Station									
Manhole Type Pumping Station		pc	8	22,000,000	0	176,000,000	0	176,000,000	135,520,000
Major Pumping Station		pc	1	570,000,000	0	570,000,000	0	570,000,000	438,900,000
Sub-total of B						880,842,000	257,822,000	1,215,675,000	936,070,000
C Branch Sewer									
C1									
Supply and install of HDPE OD225	Depth : not exceeding 2.5m	m	35,250	4,400	4,200	155,100,000	148,050,000	347,373,000	267,477,000
Temporary road reinstatement/Asphalt concrete	Add 10% of pipeline(W=1.2)	m ²	46,530	2,000	0	93,060,000	0	93,060,000	71,656,000
Permanent road reinstatement/Asphalt concrete	Add 10% of pipeline(W=1.2)	m ²	46,530	4,910	0	228,462,000	0	228,462,000	175,916,000
Manhole Type Pump		pc	2	1,000,000	6,930,000	2,000,000	13,860,000	20,000,000	15,400,000
Sub-total of C						478,622,000	161,910,000	688,895,000	530,449,000
D House Connection									
D1									
House Connection		HH	5,800	100,000	0	580,000,000	0	580,000,000	446,600,000
Sub-total of D						580,000,000	0	580,000,000	446,600,000
Sub-total of I						2,498,009,455	1,064,852,000	3,880,933,636	2,988,319,000
2 Administration cost						303,000,000	0	303,000,000	233,310,000
3 Consulting cost						378,000,000	701,000,000	1,288,390,000	992,060,000
4 Physical contingency for construction cost						152,000,000	58,000,000	227,325,000	175,040,000
5 Price escalation for construction cost						540,000,000	92,000,000	659,481,000	507,800,000
6 Land acquisition and compensation									
7 Interest during construction						0	31,000,000	40,260,000	31,000,000
8 Front-end Fee						0	9,000,000	11,688,000	9,000,000
9 Tax and duty						1,082,000,000	0	1,082,000,000	833,140,000
Sub-total of (2-9)						2,455,000,000	891,000,000	3,612,143,000	2,781,350,000
Total including Tax and Duty						4,953,009,455	1,955,852,000	7,493,077,000	5,769,669,000
Total excluding Tax and Duty						3,871,009,455	1,955,852,000	6,411,077,000	4,936,529,000
Eligible Portion (1, 3, 4, 5 and 7)						3,568,009,455	1,946,852,000	6,096,389,000	4,694,219,000
Non-Eligible Portion (2, 6, 8 and 9)						1,385,000,000	9,000,000	1,396,688,000	1,075,450,000

APPENDIX 8: Breakdown of Operating Expenditure

Moratuwa Ratmalana – 8119

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

Soysapura

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

Capacity, 17000m³/d (RS/m³/d/year)

Treatment Plant and Network

39.13 LKR/m³/day

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

APPENDIX 9: Regulations and Organizations Related to ESC

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.

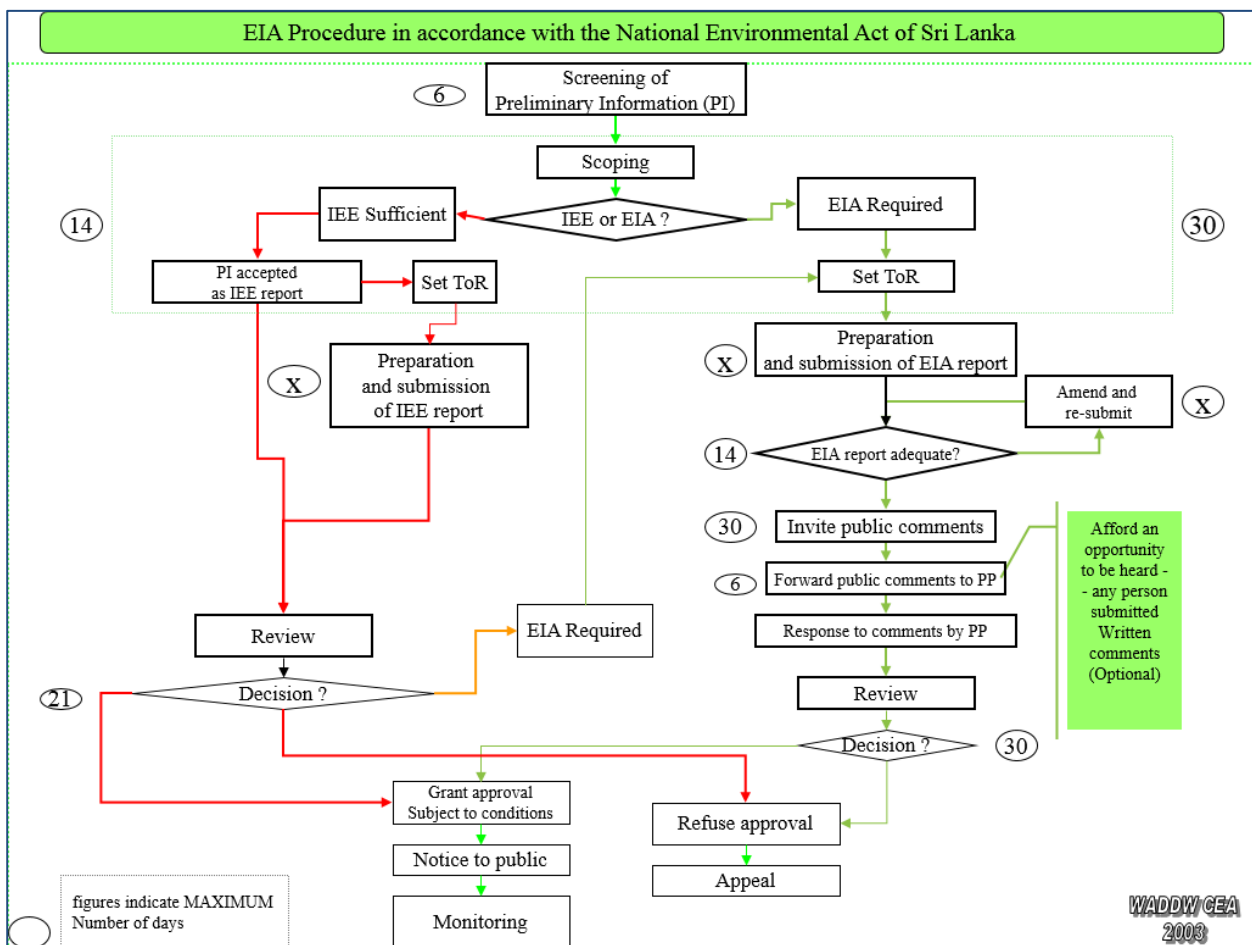
Upon review of the preliminary information provided by the project proponent (PP), if the PAA determines that the project would have no long-term adverse environmental impacts, an initial environmental examination (IEE) would be considered adequate. Under such circumstances, the proponent will be required 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 A8-1: Procedure for obtaining Environmental Clearance

APPENDIX 10: Comparison with JICA Guidelines

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

Table: Comparison of JICA and Sri Lankan Policies and Guidelines

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

APPENDIX 11: International Commitments related to ESC

International Commitments

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

Table: List of Environment-related International Conventions, Protocols, and Treaties

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

APPENDIX 12: Record of Consultation with Public and Authorities

Record of Meeting/Discussion

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

Record of Meeting/Discussion

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

Record of Meeting/Discussion

Date:	02/11/2016	Time:	from 14:00	to 15:00
Venue:	Office of Professor Jayathunge, Faculty of Science, University of Colombo			
Attendants				
	Name	Position	Department/Organization	
	Prof. Amaramalee Jayathunge	Prof. Zoology	Faculty of Science, University of Colombo	
JICA Experts (Name)				
	Koji KIMURA	Deputy Team Leader	JET	
	Yudai TADAKI	Environmental and Social Consid.	JET	
	WADD Wijesooriya	Director	EMAC	
	Buddhika De Silva	Director	EMAC	
Main Subject:				
<ol style="list-style-type: none"> To make known the JET's intention to perform M/P for the Project, and its contents. 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

APPENDIX 13: Draft EMP and EMoP

Mitigation Measures

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

Table 1: Environmental Impact – Mitigation Matrix

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

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

Environmental Impact / Issue	Mitigation Measure	Implementing Organization	Responsible Organization
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Establish and properly maintain a thick green belt along the STP site and pumping station where applicable. 		
Sludge disposal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Use dewatered sludge as fertilizer. ▪ It is recommended that the sludge be disposed at suitable site such as coconut land or suitable plantation land or through burial in to dug pits. 	NWS&DB / MMC	MMC / NWSDB

DRAFT ENVIRONMENTAL MONITORING PLAN

Objective Of Environmental Monitoring Plan

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

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

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

Environmental monitoring committee

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

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

Outline of environmental monitoring plan

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

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

Table 2: Outline of the Environmental Monitoring Plan

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

Table 3: Environmental Monitoring Schedule

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