

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）

ファイナル・レポート

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

環境

JR

18-074

ファイナル・レポートの構成

セクションⅠ 戦略的下水道マスタープラン

セクションⅡ 都市下水道マスタープラン

セクション I

戦略的下水道マスタープラン

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Ⅰ 戦略的下水道マスタープラン

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

(2016年5月)

1 LKR = 0.77540 JPY

1 USD = 143.280 LKR

1 USD = 111.099 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1期) セクション I 戦略的下水道マスタープラン

目次

目次	I
掲載表一覧	IV
掲載図一覧	VII
略語表	VIII
要約	S-1
第1章 背景	1-1
1.1 本プロジェクトの概要	1-1
第2章 戦略的下水道 M/P の必要性	2-1
2.1 現況.....	2-1
2.2 政府方針及び国家目標.....	2-1
2.3 戦略的下水道 M/P の必要性.....	2-2
第3章 対象地域	3-1
3.1 行政状況.....	3-1
3.2 社会経済状況.....	3-2
3.2.1 人口.....	3-2
3.2.2 収入.....	3-6
3.3 現在の環境状況.....	3-7
3.3.1 物理的特性.....	3-7
3.3.2 気候.....	3-8
3.3.3 環境資源.....	3-10
3.4 計画対象地区の状況.....	3-11
3.4.1 西部州.....	3-11
3.4.2 北西部州.....	3-17
3.4.3 中部州.....	3-18
3.4.4 ウバ州.....	3-21
3.4.5 南部州.....	3-22
3.4.6 サバラガムワ州.....	3-24
3.4.7 北中部州.....	3-25
3.4.8 北部州.....	3-26
3.4.9 東部州.....	3-28
第4章 下水セクターの現状	4-1
4.1 衛生施設の現状.....	4-1
4.2 下水道の現状.....	4-1
4.2.1 進行中の下水道プロジェクト.....	4-2
4.2.2 NWSDB 投資計画の下水道プロジェクト.....	4-4

4.3	下水道の運転維持管理.....	4-4
4.3.1	組織.....	4-4
4.3.2	下水管渠の管理機器.....	4-15
4.3.3	現在の維持管理状況.....	4-15
4.4	NWSDB の下水道部の組織能力の現状.....	4-16
4.4.1	計画設計.....	4-16
4.4.2	建設.....	4-17
4.4.3	戸別接続.....	4-17
4.4.4	運転維持管理.....	4-17
4.4.5	研修システム.....	4-18
4.5	NWSDB 下水道部門の財務状況.....	4-21
4.5.1	中央政府の財政状況.....	4-21
4.5.2	NWSDB の財務状況.....	4-22
4.6	オンサイト施設の現状.....	4-36
4.6.1	オンサイト施設の維持管理.....	4-36
4.7	工業排水の現状.....	4-37
4.7.1	工業開発の環境規制要求事項の現状.....	4-37
4.7.2	工業団地の排水処理施設の状況.....	4-38
4.8	医療排水の現状.....	4-40
4.8.1	病院の状況.....	4-40
4.8.2	医療排水処理施設の現況.....	4-40
第5章	下水道施設（オフサイト衛生施設）の整備方針・計画.....	5-1
5.1	目的.....	5-1
5.2	下水道整備の現状.....	5-1
5.3	下水道整備の対象都市選定.....	5-1
5.4	下水道整備優先都市の選定.....	5-2
5.4.1	下水道整備優先都市の選定のための評価項目.....	5-2
5.4.2	下水道整備優先都市の選定(各指標の重み付けと評価).....	5-4
5.4.3	各都市の特徴と必要性.....	5-10
5.4.4	都市下水道M/P 策定対象都市の選定.....	5-11
5.5	下水道技術面の検討.....	5-11
5.5.1	下水収集システム.....	5-11
5.5.2	下水処理法と推奨される技術.....	5-13
5.5.3	CEA の放流基準に基づく処理水質.....	5-17
5.5.4	汚泥、沈砂、し渣の処理.....	5-19
5.6	下水道の効果.....	5-20
5.7	費用.....	5-21
第6章	オンサイト施設の整備.....	6-1
6.1	目的.....	6-1
6.2	オンサイト施設の現状.....	6-1
6.2.1	都市地域の現状と課題.....	6-1
6.2.2	問題のある地域の現状（村落および私有地）.....	6-5
6.2.3	便所の形式と分布.....	6-5
6.3	オンサイト施設の解決策と改善.....	6-7
6.3.1	オンサイト施設の基準.....	6-7
6.3.2	オンサイト処理改善優先地区.....	6-7
6.3.3	政府機関、商業、工業のオンサイト処理.....	6-8
6.3.4	し尿処理場（腐敗槽汚泥処理場）の選定基準と候補地の選定.....	6-9

6.3.5	建設の承認手続き	6-10
6.3.6	し尿処理場（腐敗槽汚泥処理場）の維持管理	6-13
6.3.7	オンサイト施設の新しい技術	6-13
6.3.8	建設費と維持管理費	6-14
第7章	下水道整備戦略・計画	7-1
7.1	国家目標達成のための下水道整備戦略	7-1
7.2	NWSDB 下水道部門の財務改善計画	7-3
7.3	NWSDB 下水道部の組織能力改善に関する提案	7-3
7.3.1	現組織の制度的分析	7-3
7.3.2	各部門における課題	7-12
7.3.3	下水道料金計画	7-12
7.3.4	民間資金導入の可能性	7-21
7.3.5	アセット・マネジメントと財務改善	7-23
7.3.6	各戸接続促進策	7-24
7.3.7	下水道財政に関する今後の課題	7-25
7.4	オンサイト施設の改善策	7-26
7.4.1	改善のための費用	7-26
7.4.2	今後の課題	7-26
7.5	工業排水の改善策	7-29
7.5.1	工業排水の問題	7-29
7.5.2	今後の課題	7-29
7.6	表流水の水質改善策	7-30
7.6.1	排水放流基準の準拠と施行	7-30
7.6.2	モニタリング	7-30
APPENDIX	.....	1
APPENDIX 1:	.....	A-1
APPENDIX 2	.....	A-3
APPENDIX 3	.....	A-4
APPENDIX 4	.....	A-9
APPENDIX 5	.....	A-11
APPENDIX 6	.....	A-14
APPENDIX 7	.....	A-17
APPENDIX 8	.....	A-18
APPENDIX 9	.....	A-25
APPENDIX 10	.....	A-28
APPENDIX 11	.....	A-30
APPENDIX 12	.....	A-32
APPENDIX 13	.....	A-33
APPENDIX 14	.....	A-34
APPENDIX 15	.....	A-37
APPENDIX 16	.....	A-38
APPENDIX 17	.....	A-39
APPENDIX 18	.....	A-41
APPENDIX 19	.....	A-43
APPENDIX 20	.....	A-47
APPENDIX 21	.....	A-49
APPENDIX 22	.....	A-50

掲載表一覧

表 1.1-1	戦略的下水道 M/P において優先都市選定の対象となる 79 都市の一覧.....	1-2
表 2.1-1	2012 年末におけるスリランカ国の衛生施設普及率.....	2-1
表 2.2-1	スリランカ政府の下水管整備目標	2-2
表 3.1-1	下水道運営に関わる中央政府機関及び組織.....	3-1
表 3.2-1	調査期間毎の家計収入・支出 (HIES) についての国家レベルの調査結果.....	3-7
表 3.3-1	スリランカの主要 4 都市の気温の変化.....	3-9
表 3.4-1	コロンボ圏の調査対象都市	3-11
表 3.4-2	ガンパハ県の調査対象都市	3-13
表 3.4-3	カルタラ県の調査対象都市	3-16
表 3.4-4	クルナガラ県の調査対象都市	3-17
表 3.4-5	プッタラマ県の調査対象都市	3-17
表 3.4-6	キャンディ県の調査対象都市	3-19
表 3.4-7	マータラ県の調査対象都市	3-20
表 3.4-8	ヌワラエリヤ県の調査対象都市	3-20
表 3.4-9	バドゥッラ県の調査対象都市	3-21
表 3.4-10	モネラガラ県の調査対象都市	3-22
表 3.4-11	ゴール県の調査対象都市.....	3-22
表 3.4-12	マータレ県の調査対象都市	3-23
表 3.4-13	ハンバントータ県の調査対象都市	3-23
表 3.4-14	ラトナプラ県の調査対象都市	3-24
表 3.4-15	ケゴール県の調査対象都市	3-24
表 3.4-16	アヌラーダプラ県の調査対象都市	3-25
表 3.4-17	ポロンナルワ県の調査対象都市	3-25
表 3.4-18	ジャフナ県の調査対象都市	3-26
表 3.4-19	マナー県の調査対象都市	3-26
表 3.4-20	ヴァウニア県の調査対象都市	3-27
表 3.4-21	キリノッチ県の調査対象都市	3-27
表 3.4-22	ムッライッティーヴェー県の調査対象都市.....	3-27
表 3.4-23	バットィカロア県の調査対象都市	3-28
表 3.4-24	アンパーラ県の調査対象都市	3-29
表 3.4-25	トリンコマリー県の調査対象都市	3-29
表 4.1-1	1990 年から 2015 年におけるスリランカの衛生改善状況.....	4-1
表 4.2-1	2015 年における下水道普及率 (主要都市部)	4-1
表 4.2-2	2015 年の住宅団地における下水道状況.....	4-2
表 4.3-1	承認までの計画及び設計業務	4-7
表 4.3-2	運用中の下水処理場及び海洋放流設備.....	4-9
表 4.3-3	RSC の主な業務と職員数.....	4-14
表 4.3-4	GCS における下水設備維持管理に使用される重機及び各所有数	4-15
表 4.3-5	管路施設に対する苦情件数と対応数 (2015 年)	4-15
表 4.3-6	下水処理場の流入・放流水質 (2015 年平均)	4-16
表 4.4-1	上下水道の計画・設計人員	4-16
表 4.4-2	浄水場の運転維持管理要員数と管理の課題.....	4-18
表 4.4-3	下水処理場と浄水場の運転維持管理要員数.....	4-18
表 4.4-4	下水道関連の技術研修 (2015 年)	4-19
表 4.4-5	下水関連で必要となる研修	4-20
表 4.5-1	中央政府の年間予算収支	4-21

表 4.5-2	中央政府の公共投資	4-22
表 4.5-3	NWSDB の財政状態計算書	4-23
表 4.5-4	NWSDB の包括利益計算書	4-24
表 4.5-5	NWSDB のキャッシュ・フロー計算書	4-25
表 4.5-6	セグメント情報 (IFRS) の例、本田技研工業(株)	4-26
表 4.5-7	NWSDB の経営情報	4-29
表 4.5-8	水道料金表：家庭用	4-30
表 4.5-9	水道料金表：非家庭用	4-30
表 4.5-10	下水道料金表	4-31
表 4.5-11	NWSDB 下水道部門の財務経営情報	4-32
表 4.5-12	NWSDB の各下水道スキームの契約サービス収支残高	4-33
表 4.5-13	デヒワラ / マウントラビニアにおける汚泥引受け量と請求金額推定額	4-33
表 4.5-14	NWSDB の契約サービスを除く下水道サービス収支 (過去 3 年間)	4-34
表 4.6-1	オンサイト施設の管理体制	4-36
表 4.7-1	BOI が管理する EPZ の概要と排水の状況	4-38
表 4.7-2	民間が管理する工業地域	4-39
表 4.8-1	病院のタイプ	4-40
表 5.4-1	優先都市選定のための基本的なクライテリア	5-2
表 5.4-2	AHP 分析結果	5-5
表 5.4-3	各クライテリアの点数	5-6
表 5.4-4	各都市のデータ	5-7
表 5.4-5	優先都市評価の結果	5-9
表 5.4-6	2035 年までに整備する都市	5-10
表 5.4-7	都市下水道 M/P の 5 都市	5-11
表 5.5-1	分流式下水道と合流式下水道の比較	5-12
表 5.5-2	モラトゥワ/ラトマラナ下水処理場の流入水質	5-13
表 5.5-3	代表的な下水処理プロセスの特性	5-16
表 5.5-4	既存の都市下水処理施設と処理方式	5-17
表 5.5-5	工場排水および生活排水を陸上表流水域に放流する場合の放流基準改正案	5-18
表 5.5-6	下水汚泥農業利用の場合の有害物質規制値	5-20
表 5.7-1	概算費用	5-21
表 6.2-1	腐敗槽汚泥の質	6-2
表 6.2-2	衛生の質の達成	6-6
表 6.3-1	優先順位地区	6-8
表 6.3-2	腐敗槽及び浸透ピット接続水洗トイレの建設費	6-14
表 6.3-3	腐敗槽汚泥処理施設の建設費	6-15
表 6.3-4	マンナール腐敗槽汚泥処理施設の維持管理費	6-15
表 7.1-1	下水道整備目標	7-1
表 7.1-2	下水道整備都市	7-1
表 7.1-3	概算費用	7-2
表 7.3-1	下水道事業の実施体制の選択肢	7-5
表 7.3-2	選択肢の利点と欠点 (SFA 分析表)	7-7
表 7.3-3	オプションの導入ロードマップ	7-10
表 7.3-4	下水道維持管理費用単価の試算	7-15
表 7.3-5	下水道費用単価、料金改定計画、改定後の予想回収率	7-17
表 7.3-6	提案された下水道料金改定計画 (2 段階案)	7-18
表 7.3-7	改定下水道料金表の例：家庭用 (2019 年)	7-20
表 7.3-8	改定下水道料金表の例：非家庭用 (2019 年)	7-20

表 7.3-9	官民連携の種類	7-21
表 7.4-1	オンサイト施設の目標	7-26
表 7.4-2	目標達成のための費用 (APPENDIX 14)	7-26
表 7.4-3	し尿発生量、バキューム車の必要台数及び下水処理場のし尿受入可能量.....	7-28

掲載図一覧

図 1.1-1	調査対象 79 都市の位置図	1-4
図 3.2-1	スリランカの人口及び人口増加率	3-3
図 3.2-2	スリランカの人口分布	3-4
図 3.2-3	スリランカの県別人口密度（2012 年）	3-5
図 3.3-1	スリランカの断面図	3-8
図 3.3-2	スリランカの地形の多様性	3-8
図 3.3-3	年平均降水量	3-9
図 4.3-1	NWSDB の組織図	4-5
図 4.3-2	下水部門の組織図	4-7
図 4.3-3	大コロombo圏下水道課組織図	4-8
図 4.3-4	ジャヤワダナガマ / コロンナーワ管理事務所の組織図	4-10
図 4.3-5	デヒワラ - マウントラビニア管理事務所の組織図	4-11
図 4.3-6	ジャエラ / エカラ管理事務所の組織図	4-11
図 4.3-7	シーターワカ管理事務所の組織図	4-12
図 4.3-8	各 RSC の管轄エリア	4-13
図 4.5-1	NWSDB の未返済借入金元本・金利額	4-27
図 4.5-2	総支出額に対する各収入項目及び損失の割合	4-35
図 4.5-3	営業支出項目の割合（2015 年）	4-35
図 4.6-1	腐敗槽汚泥管理の関連機関	4-36
図 4.7-1	スリランカにおける EPZ の位置図	4-38
図 5.4-1	都市成長拠点と観光地区	5-3
図 5.4-2	水道水源への影響評価の基本的な考え方	5-4
図 5.4-3	公共用水域への汚濁インパクト評価の基本的な考え方	5-4
図 5.4-4	AHP 手法の評価基準と指標項目	5-5
図 5.5-1	固形物フリー下水道の概念図	5-13
図 5.5-2	都市下水処理プロセスのフロー	5-14
図 5.5-3	活性汚泥プロセスの代表的な汚泥処理処分フロー	5-19
図 6.2-1	腐敗槽汚泥の処理と処分方法	6-3
図 6.2-2	腐敗槽汚泥受入槽を有する下水処理場への腐敗槽汚泥の許容量 ⁶⁻⁶⁾	6-4
図 6.2-3	腐敗槽汚泥を受け入れている日本の下水処理場の腐敗槽汚泥／下水の割合	6-4
図 6.2-4	マンナール腐敗槽汚泥処理施設の処理方法 ⁶⁻⁷⁾	6-5
図 6.2-5	各県の専用トイレを有する家庭の割合	6-6
図 6.3-1	マンナール腐敗槽汚泥処理施設の航空写真 ⁶⁻⁷⁾	6-10
図 6.3-2	各地方機関による建設計画の承認手続き	6-12
図 6.3-3	改良型オンサイト施設の一例	6-14
図 7.3-1	近い将来の下水道部の組織体制案	7-11
図 7.3-2	下水道料金単価の計算手順	7-14
図 7.3-3	下水道料金による営業費用の回収率	7-18
図 7.3-4	将来の下水道料金と支払可能額の比較	7-19
図 7.3-5	NWSDB の在庫の変化	7-23
図 7.3-6	リボルビングファンドのイメージ	7-25
図 7.3-7	分割払い方式の実施プロセス	7-25

略語表

ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
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	地域組織
CEA	Central Environmental Authority	中央環境局
CMC	Colombo Municipal Council	コロombo市
COD _{Cr}	Chemical Oxygen Demand	化学的酸素要求量
DCS	Department of Census and Statistics	統計局
DGM	Deputy General Manager	部長
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
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圏下水道課
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
JCC	Joint Coordinating Committee	合同調整委員会
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
JECES	Japan Education Center of Environmental Sanitation	日本環境整備教育センター
JPY	Japanese Yen	日本円
JSWA	Japan Sewage Works Agency	日本下水道協会
LKR	Sri Lanka Rupee	スリランカルピー
MASL	Mahaweli Authority in Sri Lanka	マハウェリ河川事務所
M&E	Mechanical and Electrical	機械電気
MC	Municipal Council	市評議会
M/M	Minutes of Meeting	議事録
MOPPEA	Ministry of Policy Planning and Economic Affairs	政策立案・経済問題省
MOCPWS	Ministry of City Planning and Water Supply	都市開発・上水道省
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
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
PPIAF	Public-Private Infrastructure Advisory Facility	民活インフラ助言ファシリティ
PS	Pradeshiya Sabha	地区評議会
ROA	Return on Asset	総資産利益率
ROE	Return on Equity	株主資本利益率
RSC	Regional Support Center	地域サポートセンター
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
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
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、スリランカが高い経済成長を実現している（2013年時点で経済成長率は7.3%、2016年までに中進国入りを目指す）一方で、下水道の普及率が2.4%程度で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状況を説明した。合わせて上記状況から本プロジェクトの実施の背景をまとめた。

第2章では戦略的下水道マスタープランの必要性を以下の通り説明した。

- 政府方針とミレニアム開発目標(MDG)から設定した以下の国家目標を基に、2020年までに下水道普及率7.0%を目指す下水道の整備が目標である点説明、
- 現状の下水道普及率2.4%から7.0%を達成するためには、効率的に下水道整備を行うための戦略的下水道マスタープランが必要である点を説明。

戦略的下水道マスタープランの主要なポイントは以下の通りである。

- 適切な衛生設備へのアクセス率は、2015年時点でスリランカ国民の93%に、2025年には100%を目標とする。
- 成長著しい地域や大都市には下水道施設を整備する。
- 下水施設へのアクセスの無い者に対しては適切なオンサイト衛生設備を整備する。

また、持続可能な開発目標(SDGs)では、「未処理汚水を半減し水質の改善を目指す」としているが、スリランカでは84%が腐敗槽処理を行っており、さらなる水質改善のためには、効率的に下水処理を行うことができる下水処理場の整備が必要となっている。

第3章ではスリランカの全国的な行政状況、社会経済状況、環境状況を説明した上で、調査対象の79都市の人口、水道普及率や汚水の放流先等など計画対象地域の状況を説明した。

第4章では下水セクターの現状を説明した。概要は下記の通りである。

- スリランカの90%程度の人が衛生施設にアクセスしているものの下水道普及率は2.4%で大部分は腐敗槽（オンサイト施設）で汚水を処理している。
- 腐敗槽の現状については、設置及び施設の維持管理は利用者又は住宅の所有者に責任があり、維持管理が不適切なこと、腐敗槽汚泥が適切に処理されていないことをまとめた。
- 下水道の財務状況は National Water Supply & Drainage Board (NWSDB: 国家上下水道公社) 下水道部門の収支が黒字と赤字を繰り返し、安定した事業運営のためには下水道料金の値上げが必要なことを示した。
- 他の汚水/排水については、工場排水はスリランカ投資局が整備した工業団地や民間のいくつかの工業団地以外は適切に排水処理されておらず、医療系廃水も同様な状態であることをまとめた。

第5章では対象都市に対する「都市下水道マスタープラン」について説明した。

まず、下水道施設の整備として、79都市から2035年までに下水道を行うべき都市の選定クライテリアを以下のように設定し、これらクライテリアに基づき、人口、人口密度、水系伝染病の発生率、水道給水率、観光地の有無、成長拠点都市の有無、水道料金回収率、世帯収入の中央値、取水口の有無、公共用水域への汚濁のインパクトと下水道計画の状態を指標として79都市を評価した。

- 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、国家目標の下水道普及率 7.0%を満たすために上位 15 都市（コロンボ、キャンディ、スリジャヤワルダナプラ・コッテ、アヌラーダプラ、バドゥッラ、ケラニア、ヌワラエリヤ、ゴール、デヒワラ・マウントラビニア、ネゴンボ、コティカワッテ-ムレリヤワ、ラトナプラ、ハンバントータ、トリンコマレー、マハラガマ）が優先都市として選ばれた。これら 15 都市は 79 都市の内で比較的人口密度が高く、国家成長拠点又は公共用水域への汚濁インパクトが大きい都市である。

さらに、この 15 都市の中から都市下水道マスタープランを行う 5 都市の選定を以下の項目を考慮し行った。

- コロンボ市や他ドナーの支援が重複しない都市
- 下水道の実施計画がなく、スリランカの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マスタープランの対象として選定した。

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

また、概算では 15 都市の下水道を整備するためには約 38 億 5000 万ドルが必要なる。

第 6 章ではオンサイト施設の整備計画について説明した。オンサイト施設の一番の問題は腐敗槽汚泥の処理処分であることから、し尿処理場の建設を腐敗槽が問題となる地域から優先的に整備する計画を述べた。腐敗槽が問題となる地域は以下の点から整理し、その問題の程度により 3 種類に分類した。

- ラグーン/貯水池に隣接している都市
- 水はけが悪い都市
- 上記 2 つに該当しない低地に位置する都市
- 洪水が発生するスリランカの湿潤地帯の都市。

その上で 74 都市を以下の 3 つに分け、下水道整備の優先順位が高い都市を除いて、11 都市を緊急に整備する都市（現在問題のある都市）、13 都市を潜在的に問題がある都市として改善する都市、その他に分類した。

- 緊急に整備する都市（現在問題のある都市）
湿潤地帯及び乾燥地帯でラグーンに隣接する都市、湿潤地帯の沿岸部で水はけが悪い都市、そして低地で水はけが悪い湿潤地帯の都市
- 改善が必要な都市（潜在的に問題がある都市）
湿潤地帯で沼地が埋立られた都市、乾燥地帯で水はけが悪い都市
- その他
上記の条件を満たさない都市

その結果、し尿処理場の建設費は、緊急に整備する都市で 13 億ルピー、改善が必要な都市で 24 億ルピー、そしてその他で 85 億ルピーとなった。

第 7 章では下水道整備戦略計画として、7.0%の下水道整備を達成するための課題を以下にまとめた。

- 年間 2 億 200 万ドルの建設費の確保
毎年 2 億 200 万ドルの下水道建設費の確保が必要となる。これは現在政府から NWSDB への予算の 85%を占める（2016 年の政府からの予算は 350 億ルピーで 2 億 4,100 万ドル）。
- 維持管理職員の確保
現在コロombo市及びその周辺のみを整備をしているが、現在の整備率の 3 倍以上になるためそのための人材を確保する必要がある。
- 下水処理場及びポンプ場の用地確保
下水道整備には下水処理場及びポンプ場の用地確保が必要である。下水処理場ではキャンディのオキシデーションディッチ法（容量 14,000 m³/d）で 16,700m²の面積が必要となり、ソイサプラでは嫌気―無酸素法（容量 17,000 m³/d）で 13,000 m²が必要となる。このように処理方式により、処理能力 1 m³/d 当たり 0.8m²（ソイサプラの処理法）～1.2 m²（キャンディの処理法）の用地が必要となる。
ポンプ場についてはマウントラビニア（面積 364 m²、容量 19,000m³/d(=814*24)）及びキャンディ（面積 1,012 m²、容量 14,000m³/d）の実績より 0.02m²～0.07m²の面積が必要となる。
- 汚泥処分場の確保及び汚泥の有効利用
下水処理が増加するにつれて、発生汚泥の処分が必要となる。脱水汚泥量の含水率を 80%とすると 2035 年に毎日 706m³/d の汚泥処分が必要となる。しかし、汚泥処理にコンポスト処理を加えると 282m³/d（含水率 50%と仮定）とその発生量は半減する。これら 20 年分のコンポストをすべて最終処分場で処分する場合 21ha の敷地が必要となる（最終処分場の高さを 10m と想定）。

また、NWSDB 下水道部の組織能力改善として 2 つの案を示した。

- 提案 1
今後増加する下水道プロジェクトに対応して、計画・設計業務と Operation and Maintenance（O&M：維持管理）業務を効率的に管理監督できるように DGM（計画・設計担当）と DGM（O&M 担当）のポストを新設する。また、地方における下水道事業に対応するため、必要な RSC の中に下水道課を設けて施設の O&M を担当させる。この RSC 下水道課に対しては、本庁の下水道部が技術的支援を行う。
- 提案 2
下水道プロジェクトのさらなる増加に対応するため、DGM（建設）のポストを新設しプロジェクトを効率的に管理監督する。

順番としては先ず提案 1 を導入し、プロジェクト数が増加した時点で提案 2 を導入するのが妥当と考えられる。

NWSDB 下水道部門の財務改善計画では、O&M 費は段階的な料金値上げによって賄われるという観点から下水道料金の値上げを提案した。試算の結果、下水道料金の値上げを 3 年に一度 2 段階で行った場合、2019 年と 2022 年にインフレ調整分を除きそれぞれ 23.5%の料金値上げが必要と計算された。この値上げによる家庭用の平均下水道料金は家庭の下水道サービスの支払い可能額上限の 50～60%であり（International Bank for Reconstruction and Development（IBRD：国際復興開発銀行）（世界銀行）では、支払い可能額は平均家庭所得の 1%と推定している）、経済的に受容可能な下水道料金の値上げを提案した。

第1章 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ている。

一方、都市下水の基本インフラである下水道は、2014年時点で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腐敗槽による不十分な処理のまま河川や海域に放流され、衛生状態の悪化や水道水源の急激な水質悪化を招いている。

そこで、スリランカ政府は2010年に策定された国家方針（Mahinda Chintana Vision for the Future）（出典：Department of National Planning）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。

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

1.1 本プロジェクトの概要

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 Feasibility Study（F/S：実行可能性（フイージビリティ）調査）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

本報告書（セクション I）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すため、整備の方向性を示す「戦略的下水道 M/P」について述べたものである。

本報告書の調査対象都市を表 1.1-1 と図 1.1-1 に示す。

表 1.1-1 戦略的下水道 M/P において優先都市選定の対象となる 79 都市の一覧

Local Government Authority	District	Province	
1. Colombo MC (District Capital)	Colombo	Western	
2. Dehiwala-Mount Lavinia MC			
3. Sri JayawardenapuraKotte MC			
4. Kaduwela MC			
5. Moratuwa MC			
6. Kolonnawa UC			
7. Seethawakapura UC			
8. Maharagama UC			
9. Boralesgamuwa UC			
10. Kesbewa UC			
11. Kotikawatta-Mulleriyawa PS			
12. Negombo MC	Gampaha		
13. Gampaha MC (District Capital)			
14. Wattala-Mabole UC			
15. Peilyagoda UC			
16. Katunayake-Seeduwa UC			
17. Minuwangoda UC			
18. Ja-Ela UC			
19. Katana PS			
20. Kelaniya PS			
21. Ja - Ela PS			
22. Biyagama PS			
23. Gampaha PS			
24. Wattala PS			
25. Mahara PS			
26. Panadura UC	Kalutara		
27. Horana UC			
28. Kalutara UC (District Capital)			
29. Beruwala UC			
30. Panadura PS			
31. Kurunegala MC (District Capital)	Kurunegala	North Western	
32. Kuliypitiya UC			
33. Puttalam UC (District Capital)	Puttalam		
34. Chilaw UC			
35. Kandy MC (District Capital)	Kandy	Central	
36. Wattegama UC			
37. Kadugannawa UC			
38. Gampola UC			
39. Nawalapitiya UC			
40. Akurana PS			
41. Kandy Four Gravets&GangawataKorake PS			
42. Matale MC (District Capital)			Matale
43. Dambulla MC			NuwaraEliya
44. NuwaraEliya MC (District Capital)			
45. Hatton-Dickoya UC			
46. Thalawakele-Lindula UC	Badulla	Uva	
47. Haputale UC			
48. Badulla MC (District Capital)			
49. Bandarawela MC	Moneragala		
50. Moneragala PS (District Capital)			
51. Galle MC (District Capital)	Galle	Southern	
52. Ambalangoda UC			
53. Hikkaduwa UC			
54. Matara MC (District Capital)	Matara		
55. Weligama UC			
56. Hambantota MC (District Capital)	Hambantota		
57. Tangalle UC			
58. Rathnapura MC (District Capital)	Ratnapura	Sabaragamuwa	

Local Government Authority	District	Province
59. Balangoda UC		
60. Embilipitiya UC		
61. Kegalle UC (District Capital)	Kegalle	
62. Anuradhapura MC (District Capital)	Anuradhapura	North Central
63. Thamankaduwa PS (District Capital)	Polonnaruwa	
64. Jaffna MC (District Capital)	Jaffna	Northern
65. Point Pedro UC		
66. Velvettithurai UC		
67. Chavakachchery UC		
68. Mannar UC (District Capital)	Mannar	
69. Vavuniya UC (District Capital)	Vavuniya	
70. Karachchi PS (District Capital)	Kilinochchi	
71. Maritim Pattu PS (District Capital)	Mullaitivu	
72. Batticaloa MC (District Capital)	Batticaloa	Eastern
73. Kathankudi UC		
74. Eravur UC		
75. Kalmunai MC	Ampara	
76. Akkaraipattu MC		
77. Ampara UC (District Capital)		
78. Trincomalee UC (District Capital)	Trincomalee	
79. Kinniya UC		

Source: JET

第2章 戦略的下水道 M/P の必要性

2.1 現況

スリランカの公共下水道の整備は主に下水処理場を伴わない下水管きよ整備によるもので、その下水管きよの普及率も 2.4%程度となっている。一方、人口の 84%は腐敗槽に代表されるオンサイト施設で処理が行われ、人口密度や地下水位が高いところでは土壌浸透がうまく機能せず、水質汚染が生じているところがある。

表 2.1-1 2012 年末におけるスリランカ国の衛生施設普及率

Type of Sanitation	Estimated Population Coverage	
	Nos.	%
Pipe-borne sewerage facility (off-site)	486,329	2.4
On-site sanitation facility	17,021,528	84.0
Other sanitation (including sharing with another household, common/public toilets)	2,411,383	11.9
Unknown sanitation types (not using toilets)	344,483	1.7

Source: JET

スリランカ国の公共下水道の現状は次の通りである。下水道整備は主に西部州を中心に整備され、大コロombo圏の主要都市でデヒワラ・マウントラビニア及びコロナーワ UC の一部で下水管きよが整備されている。これらの汚水は収集後未処理のままウェラワッテとムトゥワルにある 2 本の長い海洋放流管よりインド洋へ海洋放流されている。この地区に加え Swedish International Development Cooperation Agency (SIDA : スウェーデン国際開発協力庁) の資金援助による「モラトゥワ / ラトゥマラナ下水道計画」で、隣接するデヒワラ・マウントラビニア及びモラトゥワの一部に下水管きよが整備され、これらの一部の汚水は SIDA 援助の下水処理場で処理されている。

西部州ではこのコロombo市及びその周辺のほかに SIDA の資金援助による「ジャエラ/エカラ下水道計画」で、エカラの工業団地及び周辺住宅街の下水道整備も行われている。

これら西部州以外では小規模であるがウバ州の「カタラガマ下水道計画」やヒッカドゥワ州の「ヒッカドゥワ下水道計画」で公共下水道が整備されている。「カタラガマ下水道計画」はウバ州の住民やカタラガマ PS を訪れる巡礼者を対象とし、「ヒッカドゥワ下水道計画」はオーストラリア国際開発庁 (AusAID) の資金援助で観光地でもあるヒッカドゥワ UC の住民と宿泊施設を対象としたものである。

このほかに住宅団地でも独自に下水管網や下水処理施設を設置し、汚水処理を行っている。

2.2 政府方針及び国家目標

スリランカ政府は 2010 年に上下水道について、「奪うことのできない権利」とし、2025 年までにすべての国民に安全な飲料水と衛生設備へのアクセスできるインフラを建設する目標を設定した。そして、この目標を具体化するため、当時の政府は以下の開発方針を設定した。

環境汚染が進行した現在、包括的な衛生設備と給水設備を促進する。衛生と給水の分野は切離すことができないものである。例えば、ゴール、ハンバントタ、トリンコマリ、ジャフナ、キャンディ、クルネーガラ、ジャヤワルダナプラコッテ、カタラガマ神都、カスサンクッディのような人口密度の高く工業化された町は集約型排水施設を優先的に供与する。

(マヒンダ・チンタナ : Mahinda Chinthanaya 2010 年、65 ページ)

衛生に関しては、開発方針を受けて、2020年までに大きな人口を占め、経済活動の増加が見込まれている次の新興都市に下水道を整備する方向性を示した。

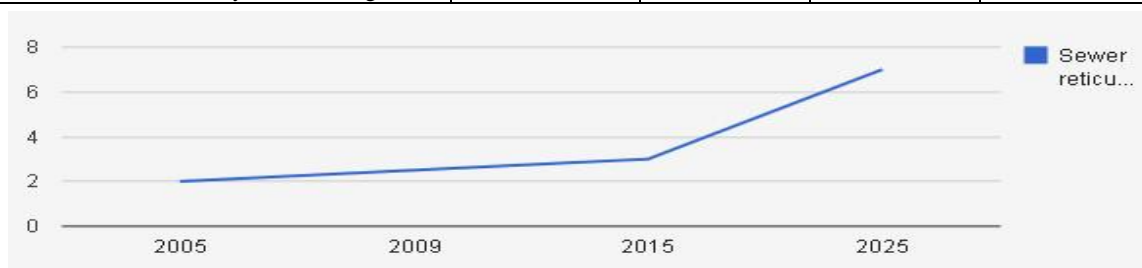
(キャンディ、ハンバントタ、トリンコマリ、ダンブッラ、ジャフナ、ゴール、ガンパハ、クルネーガラ、ヌワラエリヤ。大規模な町としてはヴァウニア、パドゥッラ、マータラ、アヌラーダプラ、ラトゥナプラ)

そして、2005年に衛生に関するミレニアム開発目標(MDG)に従って以下の目標を設定し、最終的に表 2.2-1 に示す 2020年までに 7%の下水を下水管で収集する国家目標を設定した。

- 適切な衛生設備へのアクセス率は、2015年時点でスリランカ国民の 93%に、2025年には 100%を目標とする。
- 成長著しい地域や大都市には下水道施設を整備する。
- 下水施設へのアクセスの無い者に対しては適切なオンサイト衛生設備を整備する。

表 2.2-1 スリランカ政府の下水管整備目標

Year	2005	2009	2015	2025
Sewer Reticular System Coverage	2%	2.5%	3%	7%



Source: Mahinda Chinthanaya 2010 (Page 61,62)

2012年末時点でスリランカの適切な衛生設備へのアクセス率は、98.3% (参照表 2.2-1) であり、ミレニアム開発目標に基づきスリランカが設定した 100%をほぼ達成する見込みである。

国連では 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。

スリランカでは 2012年時点で人口の 84%が腐敗槽による処理を行っている。しかし、SDGs に従いより進化した水質の改善を目指すならば、効率的に汚水を処理できる下水処理場の整備が必要となる。

2.3 戦略的下水道 M/P の必要性

スリランカでは腐敗槽などのオンサイト施設により基本的な衛生設備の整備は進んでいるが、大コロombo圏などの都市部では人口密度が高く、オンサイト施設の使用が下水道施設と比べ不経済になってきている。また、大都市が多く位置する海岸部では地下水位が高く土壌浸透が悪い場所では腐敗槽

からの排水は側溝を通して河川に直接放流され、昼間の人口密度の高さも相まって水質汚染の原因の一つとなっている。

現在スリランカの下水道の普及率は全国平均で 2.4%程度しかなく、上水道の普及率の 40%と比べかなり整備が遅れている。

このため、さらなる水環境の改善のためには腐敗槽処理から下水処理場による下水処理への質的な向上が必要であり、この整備を全国的に効率的に行うためには下水道整備の方向性を示す戦略的下水道 M/P の策定が急務となっている。

第3章 対象地域

3.1 行政状況

スリランカ政府の政策は、政治的に統治され、地方、州、中央の3つのレベルに分割された行政組織によって実施される。これら3つのレベルの行政組織とは、Municipal Council (MC : 市評議会)、Urban Council (UC : 群評議会)、Pradeshiya Sabha (PS : 地区評議会) から構成される地方自治体 (Local Authorities (LA))、州評議会 (Provincial Councils (PC))、そして多数の中央省庁である。政府機関における水の供給と規制および下水道事業についての現在の主たる責任主体は、都市計画・上水道省と NWSDB 及び地方自治体 (MC、UC、PS) である。

衛生分野に関与する中央政府機関及び組織を示す。

表 3.1-1 下水道運営に関わる中央政府機関及び組織

Government Ministry	Department/Statutory Organization Related to Sanitation Sector	Functional Areas and Responsibilities Relevant to Sanitation Sector
Ministry of City Planning and Water Supply	1.National Water Supply & Drainage Board (NWSDB) 2.Community Water Supply and Sanitation Project (CWSSP)	1. Formulation of policies, programs, projects based on national policy in respect of water supply & sewerage services and provide assistance in implementation of such programs and projects 2.Investigation, planning, design, construction, operation and maintenance of water supply and sewerage services
Ministry of Provincial Councils & Local Government	1. Provincial Councils (PCs) 2. Municipal Councils (MCs) 3. Urban Councils (UCs) 4. Pradeshiya Sabhas (PSs)	1. Implementation of policies, plans and programs related to sanitation services in respect of Provincial Councils and Local Government Authorities 2. Government functions relating to Local Authorities 3. Granting loans to Local Government Authorities for public utility works.
Ministry of Mahaweli Development and Environment	1.Central Environmental Authority (CEA) 2.Marine Pollution Prevention Authority (MPAA)	1.Implementation of policies, plans and programs in respect of environment and natural resources 2. Prevention of marine pollution; 3.Environmental protection and management 4.Conservation of river catchments and major reservoirs 5.Conservation and sustainable development of natural resources
Ministry of Megapolis and Western Region Development	1.Urban Development Authority (UDA) 2.Urban Development and Low Income Housing Project (UDLIHP) 3.Colombo Environment Improvement Project (CEIP) 4.Sustainable Cities and Township Development Project (SCTDP)	1.Formulation of policies, programs and projects in respect of physical planning, urban development and assistance in implementation of such programs and projects 2. Urban planning and development 3.Assist Urban Local Authorities to improve urban Infrastructure facilities and housing 4.Provision of public utility services to under-served settlements 5.Environmental improvement in Colombo Metropolitan Area 6.Provision of water supply and sanitation services in rural areas

Source: JET

中央政府レベルの上下水道セクターの政策策定の責任は、2015年に名称変更した Ministry of City Planning and Water Supply (MOCPPWS : 都市開発・上水道省) で、独立採算の公社である NWSDB の調整と管理を行う責任を負っている。都市計画・上水道省は、上水道と下水道の両セクターにおける大規模なインフラ計画を主導する実施機関である。同省は、事業実施を調整するものの、NWSDB によって実施される計画の資金を確保する責任はない。予算確保は支援国による資金については国家政策・経済省 (MONPEA) の Department of External Resource (ERD : 外部資源局) がおこなっている。

都市計画・上水道省は、政府の政治目標を達成するため政策方針を策定し、上下水道の事業に関し地方自治体と NWSDB のどちらかが行うべきか事業実施機関を決定し、料金の承認、紛争を解決する権限を持っている。一方、地方自治体が上下水道事業を管轄している場合は、地方自治体が上下水道事業の責任を継続して持ち、利用者に対して料金を設定することができる。

現在の制度では、NWSDB の管轄と地方自治体の管轄が重複している。1949年の市評議会の条例、および郡評議会の条例により、地方自治体は自らの行政地域内で上下水道を含む広範なサービスを提供する法律上の責任を負っている。また、地方自治体は、そうした責任に関連した税率引き上げ、料金徴収、細則制定をおこなう権限を持っている。

一方、NWSDB は 1974 年に自らの管轄地域における上下水道計画を策定し、運営するために創設された機関で、NWSDB の活動は中央政府に一定の権限があるものの、法律は公社の管轄について明記していない。しかしながら、上下水道事業は現在、都市計画・上水道省の管轄下にある。中央政府の省に与えられた一定の権限には以下が含まれる

- NWSDB の取締役会の議長、副議長、役員の任命
- 国益 (安全、経済的利益、および公益とみなされる基本サービスに係る事項) に影響を及ぼす分野における活動に対する指示。
- NWSDB と任意の地方自治体との間の自主的な計画の移転の承認、および管理が不適切であったり水道に対する未払いがあったりした場合に、地方自治体から NWSDB へ強制的な計画の移管。命令は地方政府および州評議会省とともに発行。
- NWSDB と共同で計画を行う者 (会社) の承認。これは NWSDB と民間事業者との間の契約には、都市計画・上水道省の承認が必要であることを意味する。
- NWSDB と政府機関、または NWSDB との共同計画に参画する者との間の係争を解決する権限。
- 財務省との協議を経て公社の料金の承認。

また、農村部の給水責任については、1987年の地区評議会法により、地区評議会に課されている。

3.2 社会経済状況

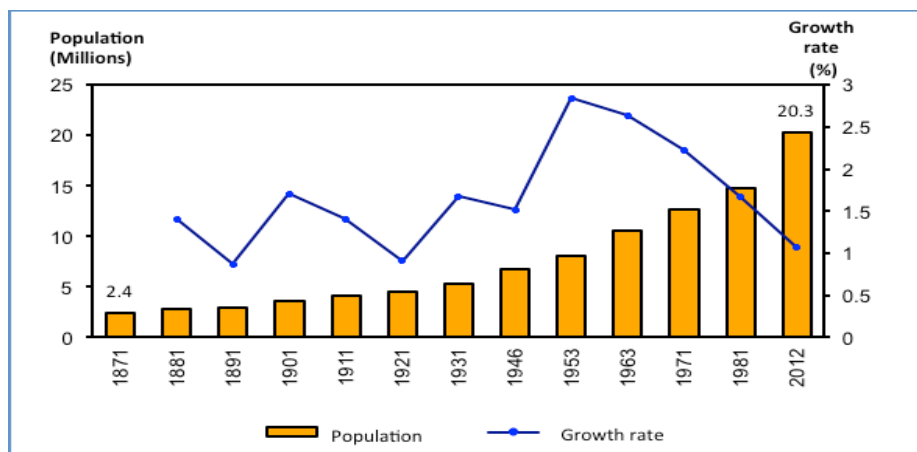
3.2.1 人口

2012年度のスリランカの総人口は 20,359,439 人である。人口は年を追って次第に増加し、2012年度の人口は 1871年の 8倍以上となった。

(1) 人口増加率

人口増加率は1953年以降きわめて明らかに低下し、1981年から2012年の間の年平均増加率は下図に示すように1.1%にとどまった。長年にわたる出生と死亡のパターン変化による人口転換が

こうした変化をもたらした。1946年頃までは出生率、死亡率ともに高く、人口増加率は1.7 %未満にとどまった。1946年直後から、死亡率が急速に低下し始めた。その結果、2%を優に上回る人口増加率が記録された。1960年以降、出生率も低下し始めたので、人口増加率の増加が抑制された。スリランカは、将来のさらなる出生率の低下をかかえて、こうした人口推移の段階を一定のペースで進んでいる。図 3.2-1に1871年から2012年までのスリランカの人口及び人口増加率を示す。



Source: Department of Census and Statistics

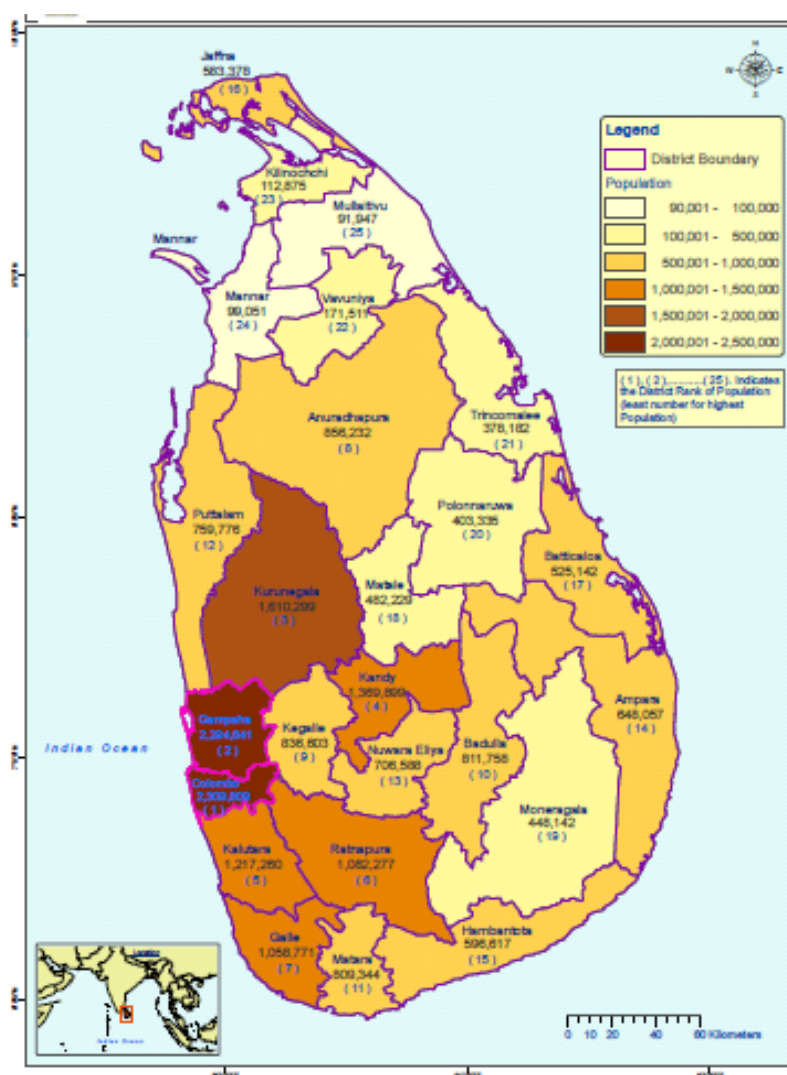
図 3.2-1 スリランカの人口及び人口増加率

(2) 人口分布と人口密度

最大の人口を擁するのはコロンボ県で（230万人、11.4%）、第二位はわずかな差でガンパハ県（230万人、11.3%）である。クルネーガラ県、キャンディ県、カルタラ県、ラトナプラ県、ゴール県の人口は100万人を超える。これら7県が国土面積に占める割合は24%であるが、7県でスリランカの総人口の54.0%を占める。

北部州のムッライッティーヴァー県、マナー県、キリノッチ県、ヴァウニア県は低人口を維持しており、ムッライッティーヴァー県とマナー県の人口はどちらも100,000人に満たない。

図 3.2-2にスリランカの人口分布を示す。



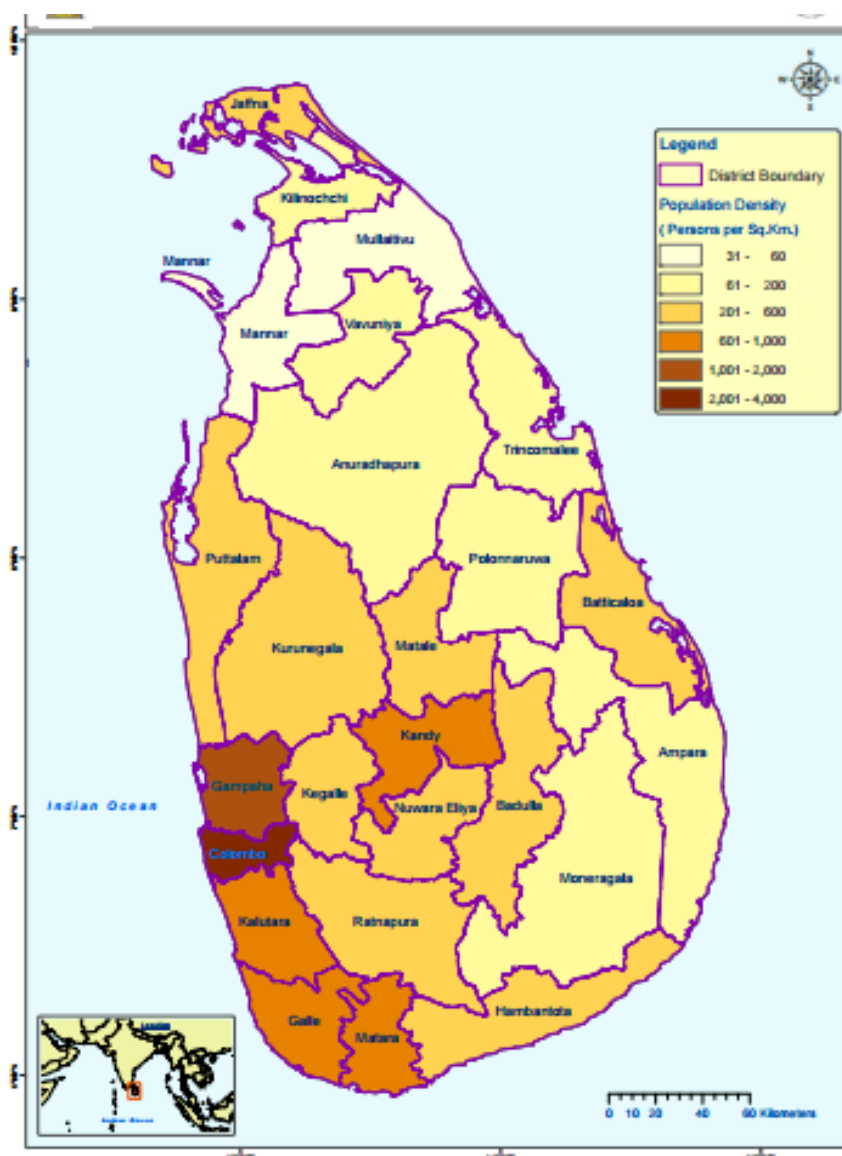
Source: Department of Census and Statistics

図 3.2-2 スリランカの人口分布

(3) 人口密度

スリランカの1km²当たりの平均人口密度は325人であり、1km²当たり230人であった1981年から41%の増加を示している。

県の間には人口密度の大きなばらつきが存在し、ムッライッティーヴー県の1km²当たり38人（全国平均値の10%をわずかに超える）から、コロombo県の1km²当たり3,438人（全国平均値の3倍を超える）におよぶ幅がある。西部州ではコロombo県に加え、隣接するガンパハ県（1,719人/km²）、カルタラ県（775人/km²）、南部州の沿岸県であるゴール県（658人/km²）、マータラ県（641人/km²）、中央州のキャンディ県（717人/km²）、北部州のジャフナ県（629人/km²）の人口密度が高い。北部州（ジャフナを除く）、東部州（バットィカロアを除く）、北中部の諸県およびウバ州のモネラガラ県の人口密度は200人/km²未満で、比較的低い。図 3.2-3にスリランカの県別人口密度を示す。



Source: Department of Census and Statistics

図 3.2-3 スリランカの県別人口密度 (2012 年)

(4) 都市化

都市化の度合いは、一国の経済発展と国民の生活水準の指標とみなされる。所期の結果を得るためには、適切な都市行政管理が不可欠である。

都市化の度合いはその定義の仕方によって決まる。すべての市評議会 (MC) および郡評議会 (UC) 管轄下の地域は、現在スリランカにおいては、都市部とみなされる。1987年以前には町評議会 Town Councilも都市部にふくまれるものとして定義されていた。1987年の州評議会の設置にともない町評議会は地区評議会に吸収され、それ以降地区評議会は農村部に分類された。

MCとUCを都市部として用いた定義付けは現実的なものではなく、この都市部の定義は人口の特性を考慮したものではなく、純粹に行政上の理由にもとづいたものである。現状の定義にしたがえば、2012年のスリランカの都市化レベルは 18.2%である。

スリランカのMCとUCの総数は64である。都市部総人口の15%をコロomboMCが占める。スリランカの都市部人口のほぼ50%をコロomboMC、カドゥウェラMC、デヒワラ・マウントラビニアMC、モラトゥワMC、ニゴンボMC、コッテMC、ケスベワUC、マハラガマUCの8大都市が占める。これらの地域がすべて西部州（7地域がコロombo県、1地域がガンパハ県）に位置する点に留意が必要であり、スリランカの中心的な都市圏は、コロombo県とその周辺に集積している、と言える。

56市の内26市は非常に小規模で、それぞれの人口は25,000人未満である。これは都市化が不均等に分布していることを示唆している。コロombo県において、人口の77.6%は都市部居住者である。東部州のバットикаロア県（28.7%）、アンパーラ県（23.6%）、トリンコモリー県（22.4%）、および北部州のマナー県（24.5%）、ヴァウニア県（20.2%）、ジャフナ県（20.1%）は、全国平均を超える都市化レベルに達している。ポロンナルワ県、モネラガラ県、ムッライッティーヴー県、キリノッチ県に都市部はない。

3.2.2 収入

収入は、賃金、給与、利益、賃料、その他の収入を意味する。収入は、労災補償、失業手当給付金、社会保険給付金、年金、利息、配当金、ロイヤルティー、トラスト、扶養料、家族に対する政府のまたは公的な財政援助などの形でも得られる。

スリランカの一世代当たりの平均月収は2012年で46,000Sri Lanka Rupee（LKR：スリランカルピー）（約35,700円）を超え、2002年の12,800LKR（約9,900円）と比べ3.6倍となっている（表3.2-1参照）。

地域間の格差については、西部州の一世代当たりの平均月収は47,118LKR（約36,500円）で北部州や東部州の2倍となっている。また、都市部、地方、農園の行政区域別の格差もある。

表 3.2-1 調査期間毎の家計収入・支出（HIES）についての国家レベルの調査結果

Variable	Unit	HIES Survey period								
		1980/81	1985/86	1990/91	1995/96	2002	2005	2006/07	2009/10	2012
Mean household income per month	Rs.	881	2,012	3,549	6,476	12,803	20,048	26,286	36,451	46,207
Median household income per month	Rs.	642	1,322	2,547	3,793	8,482	13,617	16,735	23,746	30,400
Mean per capita income per month	Rs.	180	395	724	1,439	3,056	4,896	6,463	9,104	11,932
Income receivers mean income per month	Rs.	469	941	1,819	3,367	6,959	10,563	14,457	20,427	25,778
No. of income receivers per household	Persons	1.6	2.0	2.0	1.8	1.8	1.9	1.8	1.8	1.8
Household size	Persons	4.9	5.1	4.9	4.5	4.2	4.1	4.1	4.0	3.9
Monetary income per month per household	Rs.	749	1,334	2,963	5,264	10,386	17,089	22,616	31,209	39,584
Non-Monetary income per month per household	Rs.	132	678	586	1,212	2,419	2,959	3,670	5,242	6,624
Gini coefficient of household income		0.43	0.46	0.43	0.46	0.47	0.47	0.49	0.49	0.48
Gini coefficient of household expenditure		-	-	-	0.36	0.41	0.40	0.41	0.39	0.40
Gini coefficient of income receivers income		0.43	-	0.52	0.52	0.53	0.55	0.55	0.55	0.54
Mean household expenditure per month	Rs.	1,232	2,079	3,905	6,525	13,147	19,151	22,952	31,331	40,887
Expenditure on food and drink	Rs.	801	1,198	2,377	3,552	5,848	7,593	8,641	13,267	15,358
Expenditure on non food items (excluding liquor, narcotic drugs and tobacco)	Rs.	377	802	1,384	2,753	6,993	11,079	13,819	17,399	24,791
Expenditure on liquor, narcotic drugs and tobacco	Rs.	54	79	144	219	306	479	492	655	738
Food Ratio (Food and Drink/Household expenditure)	%	65.0	57.6	64.6	54.4	44.5	39.6	37.6	42.3	37.6
Poverty Head Count Ratio	%	-	-	26.1	28.8	22.7	-	15.2	8.9	6.5

Source: Household Income and Expenditure Survey Series, Department of Census and Statistics

3.3 現在の環境状況

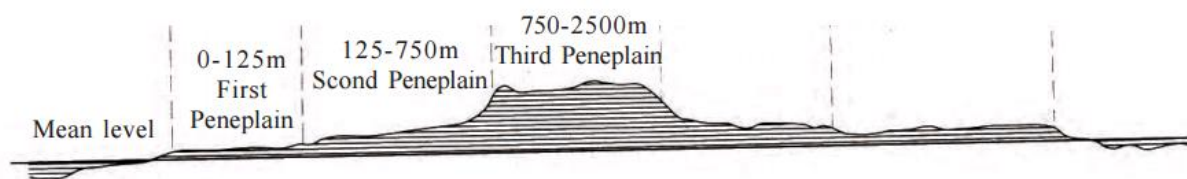
3.3.1 物理的特性

(1) 位置

スリランカは、インド亜大陸の南に位置するインド洋の島である。スリランカは北緯 5° 55' から 9° 55' の間、東経 79° 42' から 81° 52' の間に位置する。国土の総面積は 65,610 km² で豊富な多様性を示す。国土の総延長は 445 km、幅は 225 km である。

(2) スリランカの地形

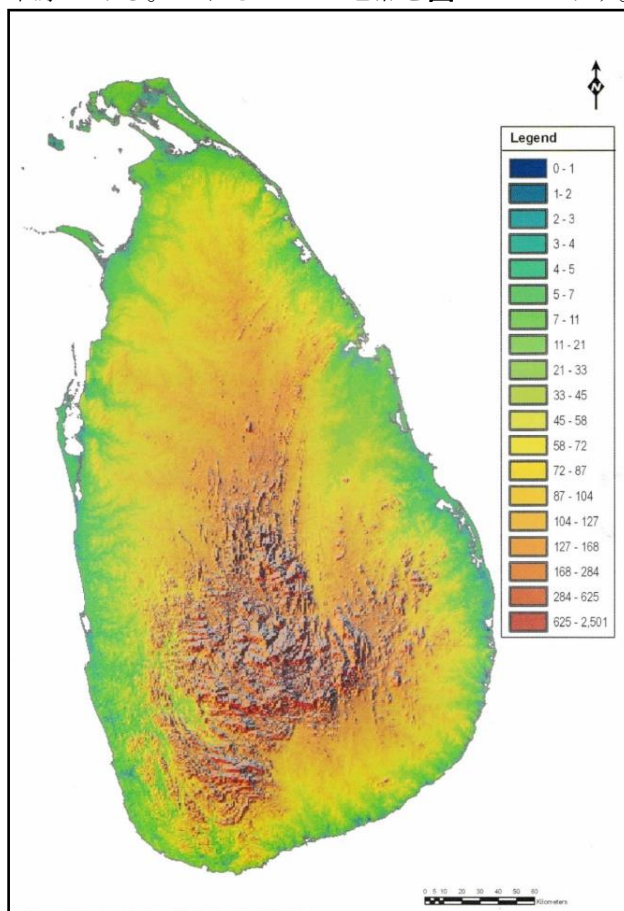
スリランカの地形は複雑な起伏をもち、内陸部に向かって高くなっている。スリランカの地形断面図から、3つの段があることが確認できる（図 3.3-1 参照）。



Source: International Institute of Geo-Information & Earth Science

図 3.3-1 スリランカの断面図

高山は中央の段（第3準平原）に位置する。最高峰は高さ 2,524 m のピドゥルタラーガラ山である。第2準平原は高い丘陵地と海岸平野との間にはさまれている。三つ目の地形領域は海岸低地で、これが第1準平原である。これら3つの地帯を図 3.3-2 に示す。



Source: International Institute of Geo-Information & Earth Science

図 3.3-2 スリランカの地形の多様性

3.3.2 気候

(1) 気温

スリランカの気候は熱帯性気候とされ、非常に暑い。北緯 5 度から 10 度の間に位置するため、スリランカの気候は年間を通して暑く、海風と高い湿度が暑さを緩和する。平均気温は、中央高原のヌワラ・エリヤ（冬期には霜が降りる日も数日ある）の最低値 16°C（60.8 °F）から、北東海岸部のトリンコマリー（気温が 38°C または 100.4 °F に達することがある）の最高値 32°C

(89.6 °F) までの幅がある。スリランカの全国年平均気温は 28°C から 30°C (82.4~86.0 °F) の間である。日中と夜の温度差は、4°C から 7°C (7.2 ~12.6 °F) である。1 月が最も気温が低く、とくに高地部では夜間の気温が 5°C (41 °F) まで低下することがある。最も暑い 5 月のあと、夏季モンスーンが雨をもたらす。

表 3.3-1 スリランカの主要 4 都市の気温の変化

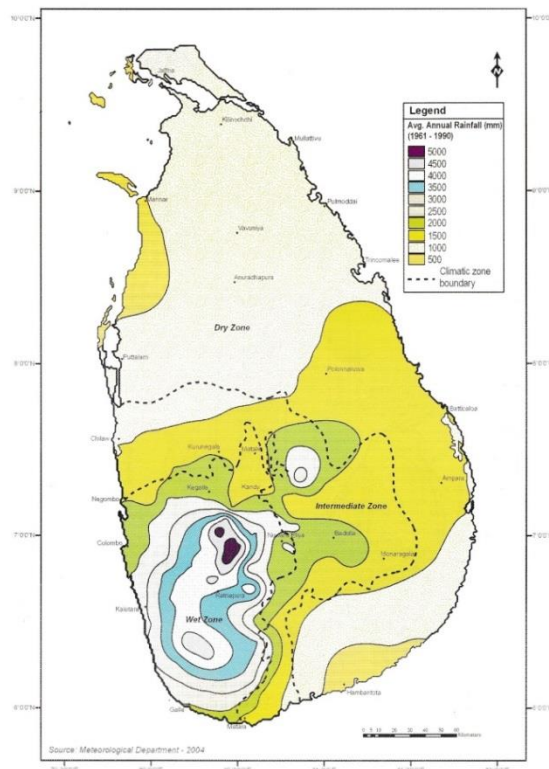
Location	January-April		May-August		September-December	
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
Colombo	30°C	22°C	30°C	24°C	29°C	22°C
Kandy	31°C	17°C	29°C	21°C	28°C	18°C
Nuwara Eliya	21°C	14°C	18°C	16°C	18°C	15°C
Trincomalee	32°C	24°C	33°C	25°C	33°C	23°C

Source: Department of Meteorology

(2) 降水量 (降雨)

スリランカは、湿潤地帯、乾燥地帯、中間地域に区分される。南東部と中央丘陵の湿潤地帯における通年の降水量は約 2,500mm である。中間地域の年間降水量は約 1,500~2,000mm、乾燥地帯の年間降水量は 1,000mm 未満である。

スリランカの降雨量は 2 つの季節風の影響を受ける。5 月から 9 月の南西モンスーンと 12 月から 2 月の北東モンスーンである。モンスーンによる降雨は主として地形性降雨であるが、3 月~4 月、10 月~11 月のモンスーンのない時期の降雨の大部分は通常型の降雨である。モンスーンが中央高原の斜面に当たると山腹と島の南西部に大雨がもたらされる。下の図に、スリランカの年平均降水量と気候帯区分の境界を示す。



Source: Environmental Atlas Sri Lanka

図 3.3-3 年平均降水量

3.3.3 環境資源

(1) 内陸部の水資源

スリランカは、北緯 6 度から 10 度に位置し、インド亜大陸に近いために、モンスーン気候と熱帯性気候によって支配されている。スリランカはインド洋の北半分に位置する島であるために、湿気を多く含む南西風と北東風にさらされ、これらの風が 3.3.2 に記したように季節的な大雨をもたらす。スリランカは降雨により年間約 1,200 億 m³ の水を受け、その内 50 % は蒸発散で失われる。さらに 20 % は地下に浸透して地下水となる。河川に流出して、灌漑やその他の目的のために利用できるのは、わずかに 30 % の約 350 億 m³ である。

天然淡水湿地の棲息環境は、9 の大河川と 94 の小河川（総延長 4,563 km でほぼ放射状に流出する）、多数の小川（とくに湿潤地帯における）、広大な沼地で構成され、これらは河川に接続するか、あるいは、河川から切り離された季節的な氾濫原湖や多数の永久的なあるいは季節的な小池になる。スリランカに大きな自然湖沼はないが、特有の湖（Villus）として知られる氾濫原湖が数多く様々なタイプで存在し、これらの総面積は約 12,500 ha である。大きなものは東部のマハウェリ川系に位置する。こうした季節的な浅い湖は 40 あり、大きさは 9～550 ha である。東部のウィルパトゥー国立公園にも非常に小さな淡水湖が多数あり、はるか内陸にはユニークな塩水湖のグループがある。

自然湿地の他にも、多数の人口淡水棲息環境が存在する。それらの内で最も重要なのはタンクまたは特有の湖（Wewa）である。この規模は溢水レベル時で数ヘクタールから 6,500 ha である。なかには複雑な稲作給水システムの一部を担っていた 1,500 年前のものもある。その他の人口湿地としては、約 2,400 km の用水路、約 833,000 ha の水田、多数の非常に小さな雨水タンク、用水路からの溢水や浸出水によって発生した氾濫区域がある。

(2) 沿岸部の資源

スリランカは約 1,536 km の風光明媚な海岸線に恵まれている。海岸線には主として、ラグーン、サンゴ礁、海藻に覆われた海底、河口、塩水湿地帯、砂丘が存在する。

(3) 河川

汚水は汚濁や有毒な物質を含有しており、放流先の表流水、特に水道の原水に悪影響を及ぼす。水道の水源となる表流水への汚濁物質放流基準は Sri Lanka Standard (SLS : スリランカ基準) 722 に規定され、水道事業を行っている NWSDB は水道取水点の水質検査データにより、表流水の水質状況を把握している。スリランカの主要河川であるマハ（Maha）川、ケラニ（Kelani）川およびギン（Gin）川は CEA により定期的にモニタリングされており、その状況は以下の通りである（出典：CEA HP, Surface Water Quality Monitoring By The Laboratory of Central Environmental Authority）。

1) マハ（Maha）川

14 取水点のデータ： マラサーナからハイリワダナまでの上流部で高いレベルの大腸菌とエシェリキア属大腸菌が検出されている。これは未処置または処理が不適切な排水が マハ 川に流入していることを示している。硝酸塩レベルは、河口近くの下流部、バンダラガマとバンブクリヤで増大する傾向を示している。農業と産業活動の増加により硝酸塩レベルが許容限度を越えていると考えられる。

2) ケラニ（Kelani）川

高いレベルの大腸菌がアンバタレ（Ambatale）浄水場取水点付近で検出されている。2014

年 3 月 26 日付の CEA レポートによると、ケラニ川の水質は「ビヤガマ工業地帯から汚染された産業排水が流れ込むラガハワッタ (Raggahawatta) の採水地点で、生態系には非常に悪い状態が報告されている。採水期間を通じて、ほとんどの水質項目が基準を越えており、工場排水による汚染を暗示している。常に基準値を越えている項目は濁度以外では COD (36%)、Biochemical Oxygen Demand (BOD：生物化学的酸素要求量) (7%)、溶解酸素 (27%)、および重金属 (7%) である。」³⁻¹⁾

また、ケラニ川の水質は 1998 年にケラニ川流域のパイロットプロジェクトとして Mahaweli 開発・環境省により開始されたクリーンリバー計画でも検査されている。2015 年に実施された主な活動は、環境汚染源の識別と図化、水質分析レポートの作成、水使用と汚濁負荷の評価等であり、川の持続可能な管理に向けた長期戦略を策定するために、ケラニ川の汚染面での包括的な研究の必要が明らかになっている。³⁻¹⁾

産業排水の表面水域への放流による汚染に関して、CEA は「たとえ産業が、環境保護認可計画によりカバーされていても、ケラニ川へ放流する排水基準の順守と負荷の制御を評価する規則的な監視メカニズムが全くない」³⁻¹⁾としている。

3) ギン (Gin) 川

取水施設はゴールの河口近くのワクウェラ (Wakwella) と上流のバッデガマ (Baddegama) の 2 か所ある。全体の大腸菌は許容限度よりもかなり高い値である。フッ化物は乾季に上流地区で高い値を示している。

これらの結果から、汚水による水質悪化が徐々に進行していることがわかる。

3.4 計画対象地区の状況

3.4.1 西部州

(1) コロンボ県

コロンボ県はスリランカの南西に位置し、面積は 699km²、気候は海岸部に位置し乾季があるため熱帯モンスーンである。雨量は 2013 年の年間降雨量は 1,991mm、平均気温は 28°C (出典：国勢調査と統計) である。県全体の人口は約 231 万人であり、平均世帯所得はスリランカで一番高い 50,071 LKR(約 38,800 円)となっている。コロンボ県では、5 つの MC と 5 つの UC、1 つの PS が調査対象となり、都市の状況は表 3.4-1 に示す。

表 3.4-1 コロンボ圏の調査対象都市

Local Government Authority	
1. Colombo MC (District Capital)	Colombo, which is biggest city in Sri Lanka, the center of Sri Lanka's economy and District Capital, is designated as the National Growth Center by National Planning Department. Land geography is mixed with canals and Beira lake, a landmark. Tourist attraction category A: National museum, Colombo Dutch museum, Arcade independence square, Vihara Mahadevi park, Galle-face Green. Population is 561,314. Piped water is supplied to 100% of population by NWSDB, water source being Kelani river. Source not affected by discharge. Water consumption is about 470,000 m ³ /d. There is sewage collection system which is developed at about 80 % of area. Collected sewage is discharged to ocean without treatment. Discharge point in Indian ocean, at 3.5km. ADB is now planning to build a sewage treatment

Local Government Authority	
	plant. Waterborne diseases: 31 patients in Colombo area in 2015 : Typhoid-15; Hepatitis-1; Diarrhoea-15
2. Dehiwala–Mt. Lavinia MC	Dehiwala–Mt. Lavinia is highly urbanised and commercialized city. It is located adjoining the southern boundary of Colombo. Its western boundary is Indian Ocean. The city comes under Metropolis Master Plan of Sri Lanka. High ground in Dehiwala & Mount Lavinia center areas, and some low level areas with canals joining Weras ganga. Tourist attraction category B : National zoological gardens, Mount-Lavinia beach, Air-force museum. Population is 184,468. Piped water is supplied to 100% of population by NWSDB, Kelani river being the raw water source. Source not affected by discharge. Water consumption is about 39,000 m ³ /d. Discharge into Weras ganga, at 1.5km. However, there is a sewage collection system which is developed for about 43 % of area and collected sewage is discharged to ocean without treatment. Having F/S. Donor not yet decided.
3. Sri Jayawardenapura Kotte MC	Sri Jayawardenepura Kotte is the national administrative capital of Sri Lanka. It is situated adjoining Colombo. Most areas with low altitude. There are some also marshy lands. Tourist attraction category C: Parliament of Sri Lanka, Diyatha Park. Population is 107,925. Piped water consumption is supplied to 100% of population by NWSDB, Kelani river being the raw water source. Source not affected by discharge. Water consumption is about 35,000 m ³ /d. Some areas have an environment of water bodies of lake/canals and marsh & paddy lands. Discharge into Kolonnawa canal, at 0.4km. However, there is a sewage collection system only for few institutions. Collected sewage is discharged to the ocean without treatment. Having F/S(Donor has not yet decided).
4. Kaduwela MC..	Kaduwela MC situated to east of Colombo on the left bank of Kelani river, and 16 km from Colombo city center on Colombo - Avissawella Old Road. It is also adjoining Sri Jayawardenepura-Kotte. Many areas close to river are with low altitudes. Piped water is supplied to 49% of population by NWSDB, Kelani river being the raw water source. Source affected by pollution. Water consumption is about 55,000 m ³ /d. Discharge into Kelani river, at 1km. No tourist attraction
5. Moratuwa MC	Moratuwa on the southwestern coast of Sri Lanka, adjoining Dehiwala-Mount Lavinia. It is situated on the Galle– Colombo (Galle road) main highway, 18 km south of Colombo city centre. MC is highly urbanized. Most of the area is flat terrain. Population is 168,280. Piped water is supplied to 100% of population by NWSDB, Kalu Ganga river being the raw water source. Source not affected by discharge. Water consumption is about 23,626 m ³ /d. Discharge into Weras ganga, at 0.9km. No tourist attraction
6. Kolonnawa UC	Kolonnawa UC is located adjoining the eastern boundary of Colombo and bordering left bank of Kelani river. Population is 11,064. Most areas are low altitude areas. Piped water is supplied to 100% of population by NWSDB, Kelani river being the raw water source. Source not affected by discharge. Water consumption is about 61,628 m ³ /d. Discharge into Kelani river, at 2km. No tourist attraction. However, there is sewage collection system which is developed for about 30% of area and collected sewage is discharged to ocean without treatment.
7. Seethawakapura UC	Seethawakapura UC is located to the east of Colombo and bordering the left bank of Kelani river. Population is 30,308. Piped water is supplied to 83% of population by NWSDB, tributary of Kelani river being the raw water source. Source affected by pollution.

Local Government Authority	
	Water consumption is about 8050 m ³ /d. Discharge into tributary of Kelani river, at 2km . Tourist attraction category C : Wetland botanical garden There is a sewage collection system which is developed only for 9,000 m ³ /d capacity Seethawaka industrial estate and collected sewage is discharged after treatment to Kelani river. Waterborne diseases: 29 patients in Seethawakapura area in 2015 : Typhoid-4; Hepatitis-5; Dysentery-20
8. Maharagama UC	Maharagama UC is located to the south-east of Colombo. Population is 196,423. Piped water is supplied to 86% of population by NWSDB, Kelani river & Kalatuwawa reservoir being the raw water sources. Source is not affected by discharge. Water consumption is about 27,300 m ³ /d. Discharge into Katu Ela canal, at 0.5km. No tourist attraction. Having F/S. Donor has decided(China-EXIM Bank). Waterborne diseases: 52 patients in Maharagama area in 2015 : Dysentery-13; Enteric fever-13; Food poisoning-26.
9. Boralesgamuwa UC	Boralesgamuwa UC is located adjoining and to the east of Dehiwala-Mt. Lavinia. Many areas with low altitudes. Several marshy lands also. Population is 60,110. Piped water is supplied to 98% of population by NWSDB, Kelani & Kalu rivers being the raw water source. Source is not affected by discharge. Water consumption is about 9,560 m ³ /d. Discharge into Weras Ganga, at 1km. No tourist attraction. Having FS. Donor has decided(China-EXIM Bank)
10. Kesbewa UC	Kesbewa UC is located adjoining and to the east of the Moratuwa MC. Population is 185,122. Piped water is supplied to 90% of population by NWSDB, Kalu river being the raw water sources. Source is not affected by discharge. Water consumption is about 21,757 m ³ /d. Discharge into Bolgoda lake, at 2km. No tourist attraction.
11. Kotikawatta-Mulleriyawa PS	Kotikawatta-Mulleriyawa PS is located to the north of Sri Jayawardenapura Kotte MC and bordering on left bank of Kelani river. Population is 131,643. Piped water is supplied to 100% of population by NWSDB, Kelani river being the raw water source. Source is affected by pollution. Water consumption is about 37,326 m ³ /d. Discharge into Kelani river, at 2km. No tourist attraction.

Source: JET

(2) ガンパハ県

ガンパハ県はスリランカの西に位置し、面積は 1,387km² である。カンパハ県は、北側にマハ川、南にケラニ川、東に標高 300 メートルの大地となっている。気候は海岸部に位置し乾季があるため熱帯モンスーン気候で 2013 年の年間降雨量は 2,024mm、平均気温は約 28℃となっている（コロンボとカトゥナヤカの国勢調査と統計より推計）。県の人口は約 229 万人で、平均家計収入は 38,807 LKR(約 30,100 円)である。ガンパハ県では、表 3.4-2 に示す 2 つの MC、5 つの UC、7 つの PS が調査対象となっている。

表 3.4-2 ガンパハ県の調査対象都市

Local Government Authority	
12. Negombo MC	Negombo MC is located around 35km to the north of Colombo, on Western coast, close to Katunayake International airport. Population is 142,449. Piped water is supplied to 100% of population by NWSDB, Maoya river being the raw water source. Water consumption is about 32,234 m ³ /d.. Tourist attraction category A : Browns beach, Boat riding, Dutch Fort, Muthurajawela marshy lands.

Local Government Authority	
	St. Mary's Church, Angurukaramulla Temple. Discharge into Maha oya, at 3km. Having F/S, Donor has decided(AFD)
13. Gampaha MC (District Capital)	Gampaha is situated to the north-east of Colombo. Population is 62,335. Piped water is supplied to 32% of population by NWSDB, Attanagalu oya being the raw water source. Source is affected by pollution. Water consumption is about 7000 m ³ /d. Discharge into Attanagalu oya, at 1km. No tourist attraction Waterborne diseases: 1768 patients in Gampaha area in 2015 : Dysentery-1,735; Hepatitis-33.
14. Wattala - Mabile UC	Situated on Western coast, few kilometers north of Colombo. Flat terrain. Population is 28,031. Piped water is supplied to 93% of population by NWSDB, Kelani river being the raw water source. Water consumption is about 4,000 m ³ /d. Discharge into Dutch cana, at 0.1kml. No tourist attraction
15. Peilyagoda UC	Situated close to Colombo, bordering right bank of Kelani river. Flat terrain. Population is 27,736. Piped water is supplied to 100% of population by NWSDB, Kelani river being the raw water source. Water consumption is about 5,778 m ³ /d. Discharge into Kelani river, at 0.6km. No tourist attraction. Having F/S. Donor has decided(AFD)
16. Katunayake -Seeduwa UC	Situated on Western coast, around 26km north of Colombo. Flat terrain. Tourist attraction category A: International Airport, Water sports, Boat tours. Population is 60,915. Piped water is supplied to 21% of population by NWSDB, Kelani river & Attanagalu oya being the raw water sources. Source is affected by pollution. Water consumption is about 6800 m ³ /d. Discharge into Attanagalu oya, at 1km. However, there is a sewage collection system which is developed only for Katunayaka Export Promotion Zone and collected sewage is discharged after treatment to oya. There is sewage collection system which is developed only for Raddoluwa housing scheme and collected sewage is discharged after treatment to Attanagalu oya. Waterborne diseases: 3 patients in Katunayake Seeduwa area in 2015 : Diarrhoea-3
17. Minuwangoda UC	Situated 35 km north east of Colombo & close to Negombo. Population is 7,523. Piped water is supplied to 100% of population by NWSDB, ground water being the raw water source. Source is polluted by pollution. Water consumption is about 1,368 m ³ /d. Discharge into Mapalana oya, at 1km. No tourist attraction
18. Ja-Ela UC	Ja-Ela UC is situated close to Western coast approximately 20 km north of Colombo. Flat area. Population is 31,232. Piped water is supplied to 100% of population by NWSDB, Kelani river being the raw water source. Water consumption is about 8,924 m ³ /d. Discharge into Attanagalu oya, at 1.5km. No tourist attraction Waterborne diseases: 3 patients in Katunayake Seeduwa area in 2015 : Diarrhoea-3
19. Katana PS	Katana PS is located around 35km to the north of Colombo, close to Western coast. Flat area. Population is 174,063. Piped water is supplied to 15% of population by NWSDB, Ma Oya being the raw water source. Water consumption is about 6,274 m ³ /d. Discharge into Maha Oya, 2.5km. No tourist attraction.
20. Kelaniya PS	Kelaniya PS is located around 10km north east of Colombo, bordering right bank of Kelani river. Flat area. Population is 109,603. Piped water is supplied to 100% of population by NWSDB, raw water source being Kelani ganga. Source is affected by pollution. Water

Local Government Authority	
	consumption is about 22,626 m ³ /d. Tourist attraction category C : Kelaniya Temple, Manelwatta Temple, Water World. Discharge into Kelani river, at 1.7km. Having F/S. Donor has decided(AFD) Waterborne diseases: 1 patient in Kelaniya area in 2015 : Hepatitis-1
21. Ja – Ela PS	Ja-Ela PS is situated close to Western coast approximately 20 km north of Colombo. Population is 170,281. Piped water is supplied to 19% of population by NWSDB, Kelani river being the raw water source. Water consumption is about 8,571 m ³ /d. Discharge into Attanagalu Oya, at 2km. No tourist attraction. However, there is a sewage collection system which is developed for Ekala area and collected sewage is discharged after treatment to Attanagalu oya. Waterborne diseases: 2 patients in Kelaniya area in 2015 : Hepatitis-1; Dysentery-1
22. Biyagama PS	Biyagama PS is located around 16km east of Colombo, bordering right bank of Kelani river. Flat area with some high ground. Population is 186,585. Piped water is supplied to 100% of population by NWSDB, Kelani river being the raw water source. Source is affected by pollution. Water consumption is about 29,705 m ³ /d. Discharge into Kelani river, at 1km. No tourist attraction. There is a sewage collection system which is developed only for Biyagama Export Promotion Zone and collected sewage is discharged after treatment to Kelani river. Waterborne diseases: 5 patients in Kelaniya area in 2015 : Typhoid-2; Dysentery-3
23. Gampaha PS	Gampaha PS is situated to the north-east of Colombo. Population is 62,335.. Population is 135,332. Piped water is supplied to 18% of population by NWSDB, Attanagalu Oya being the raw water source. Water consumption is about 7,000 m ³ /d. Discharge into Attanagalu Oya, at 3km. No tourist attraction.
24. Wattala PS	Situated close to Western coast, few kilometers north of Colombo. Flat terrain. Population is 147,494. Piped water is supplied to 68% of population by NWSDB, Kelani river being the raw water source. Water consumption is about 14,700 m ³ /d. Discharge into Kelani river, at 1.5km. No tourist attraction.
25. Mahara PS	Mahara PS is situated 13 km to the north-east of Colombo. population by NWSDB, Kelani river being the raw water source. Water consumption is about 18,948 m ³ /d. Highland/no source to discharge. No tourist attraction.

Source: JET

(3) カルタラ県

カルタラ県は南西に位置し、面積は 1,598km² である。気候は乾季が弱い熱帯雨林気候で、雨量は年間で 2,300～2,400mm、平均気温は 27～28℃（2013 年のラテサナとゴールの国勢調査と統計より推定）となっている。県の東側にはシンハラジャ森林保護区の一部がある。県の人口は約 112 万人で、平均家計収入は 36,512 LKR(約 28,300 円)である。カルタラ県では 4 つの UC と 1 つの PS が調査対象都市でその概要を表 3.4-3 に示す。

表 3.4-3 カルタラ県の調査対象都市

Local Government Authority	
26. Panadura UC	Panadura UC is situated on Western coast , around 25km south of Colombo. Flat land. Population is 30,069. Piped water is supplied to 100% of population by NWSDB, Kalu Ganga being the raw water source. Source is affected by pollution. Water consumption is about 9,175 m ³ /d. Discharge into Indian ocean, at 3.5km. No tourist attraction Waterborne diseases: 26 patients in Panadura area in 2015 : Typhoid-6; Dysentery-6; Hepatitis-2; Food poisoning-12
27. Horana UC	Population is 9,550. Piped water is supplied to 59% of population by NWSDB, Kalu Ganga river being the raw water source. Source is affected by pollution. No tourist attraction. Water consumption is about 4,845 m ³ /d. Discharge into Kalu Ganga river, at 4km. Waterborne diseases: 27 patients Horana area in 2015 : Typhoid-5; Hepatitis-7; Diarrhoea-15
28. Kalutara UC (District Capital)	Kalutara is located on the Western coast and approximately 40 km south of Colombo, Kalu Ganga river being the raw water source. Population is 32,417. Piped water is supplied to 100% of population by NWSDB, Kalu Ganga river being the raw water source. Water consumption is about 20,973 m ³ /d. Discharge into Kalu Ganga, at 0.9km. Tourist attraction is category C : Kalutara Temple. Richmonde castle, Calido beach.
29. Beruwala UC	Beruwala UC is situated on the Western coast and approximately 53km south of Colombo Population is 37,793. Piped water is supplied to 100% of population by NWSDB. Water consumption is about 25,808 m ³ /d. Discharge into canal, at 0.5km. Tourist attraction is category C : Light House, Beris Bawa Garden, Beruwala Beach.
30. Panadura PS	Panadura PS is situated on the Western coast approximately 25km south of Colombo. Flat land and high ground. Population is 152,216. Piped water is supplied to 46% of population by NWSDB, Kalu Ganga river being the raw water source. Water consumption is about 20,372 m ³ /d. Discharge into Indian ocean, at 5.5km. No tourist attraction Waterborne diseases: 26 patients in Panadura area in 2015 : Typhoid-6; Hepatitis-2; Dysentery-6; Food poisoning-12

Source: JET

3.4.2 北西部州

(1) クルネガラ県

クルネガラ県はスリランカの北西に位置し、面積は 4,816 km² である。気候は内陸部に位置し乾季が弱いため熱帯雨林気候で、2013 年の年間降雨量は 1,805mm、平均気温は 27.8 °C となっている(出典:国政調査と統計)。県全体の人口は約 161 万人で平均家庭収入 29,343LKR(約 22,800 円)である。クルネガラ県では 1 つの MC 及び UC が調査対象で、その概要を表 3.4-4 に示す。

表 3.4-4 クルネガラ県の調査対象都市

Local Government Authority	
31 Kurunegala MC (District Capital)	Kurunegala MC is situated around 95 km north-east of Colombo. Large rocks around the city. Beyond that, coconut plantations in the district. Piped water is supplied to 31% of population by NWSDB, Daduru Oya being the raw water source. Source is affected by pollution. Population is 24,833. Water consumption is about 4,500 m ³ /d. Discharge into Maguru oya, at 1.5km. Tourist attraction is category C: World Tallest Granite Buddha statue, Ethagala, Ridee Viharaya.
32 Kuliyaipitiya UC	Kuliyaipitiya UC is situated around 80 km north-east of Colombo. Flat land. Population is 5,509. Piped water is supplied to 35% of population by UC. Source is affected by pollution. Water consumption is about 1,350 m ³ /d. No source to discharge. No tourist attraction. Waterborne diseases: 5 patients in Horana area in 2015: Dysentery-5

Source: JET

(2) プッタラマ県

プッタラマ県はスリランカの北西に位置し、面積は 3,072 km² である。気候は雨季と乾季が分かれているサバナ気候で、2013 年の年間降雨量は 905mm、年平均気温は 27.9°C である(出典:国政調査と統計)。プッタラマ県は北部にウィルパトゥ国立公園、西部にインド洋があり、県全体の人口は 76 万人、一世帯当たりの平均収入は 29,286 LKR(約 22,700 円) である。プッタラマ県では 2 つの UC が調査対象であり、その概要を表 3.4-5 に示す。

表 3.4-5 プッタラマ県の調査対象都市

Local Government Authority	
33 Puttalam UC (District Capital)	Puttalam UC is situated on western coast around 130km north of Colombo. Flat land. Population is 45,511. Piped water is supplied to 67% of population by NWSDB, ground raw water being the raw water source. Water consumption is about 6,500 m ³ /d. A new water supply scheme with new water source is being constructed. Discharge into Mee Oya, 5.5km. Tourist attraction is category A: Kalpitiya Beach, Whale Watching. Having F/S. Donor has decided(China-EXIM Bank) Waterborne diseases: 4 patients in Puttalam area in 2015: Hepatitis-1; Dysentery-3
34 Chilaw UC	Chilaw UC is situated on western coast around 75km north of Colombo. Flat area. Population is 21,441. Piped water is supplied to 94% of population by NWSDB, ground raw water being the raw water source. Water consumption is about 3,360 m ³ /d. A new water supply scheme with new water source is being constructed. Discharge into Indian ocean, at 0.1km. Tourist attraction is category C: Munneswaran Kovil, Chilaw Beach. Having F/S. Donor has decided(China-EXIM Bank) Waterborne diseases: 2 patients in Chilaw area in 2015: Dysentery-2

Source: JET

3.4.3 中部州

(1) キャンディ県

キャンディ県はスリランカの中央部に位置し、面積は 1,940 km² である。キャンディ県にはペラデニア植物園が、東部にはビクトリア・ランテンベ保護区がある。気候は熱帯雨林で 2013 年の年間降雨量は 1,925mm、年平均気温は 24.9 °C である（出典：国政調査と統計）。県全体の人口は 137 万人で一世帯当たりの平均収入は 30,371 LKR(約 23,500 円) である。調査対象は 1 つの MC と 4 つの UC、2 つの PS であり、その概要を表 3.4-6 に示す。

表 3.4-6 キャンディ県の調査対象都市

Local Government Authority	
35 Kandy MC (District Capital)	City in central hill country. Tea plantations and biodiverse rainforest on surrounding hills. Piped water is supplied to 97% of population by MC, Mahaveli river being the raw water source. Source is affected by pollution. Water consumption is about 6,500 m ³ /d. Tourist attraction is category A : Tooth Palace, International Cricket Stadium, Peradeniya Botanical gardens, Hantane Mountain, Commonwealth War Cemetary, Kandy perahera. Population is 98,828. Discharge into Kandy lake, at 0.3km. At present, a sewerage project is being constructed Waterborne diseases: 10 patients in Kandy area in 2015 : Hepatitis-3; Dysentery-4; Enteric fever-3
36 Wategama UC	City in central hills, around 10km north-east of Kandy. Population is 8,157. Piped water is supplied to 77% of population by UC, Punchimola Canal being the raw water source. Water consumption is about 3,000 m ³ /d. Highland/no source to discharge. No tourist attraction.
37 Kadugannawa UC	City in central hills, around 15km west of Kandy. Population is 12,654. Piped water is supplied to 100% of population by NWSDB, Mahaveli river being the raw water source. Water consumption is about 2,435 m ³ /d. Discharge into Nanu oya, at 2.5km. Tourist attraction is category B : Captain Dawson Tower, Knuckles Mountain Range, Tea Factory. 116 patients in Kadugannaw area in 2015 : Hepatitis-3; Waterborne diseases: Dysentery-4; Enteric fever-2; Dengue-100; Leptospirosis-7
38 Gampola UC	City in central hills, around 20km south-west of Kandy. Population is 37,871. Piped water is supplied to 61% of population by NWSDB, Ulapane Oya being the raw water source. Water consumption is about 7,563 m ³ /d. Discharge into Mahaveli river, at 1km. Tourist attraction is category C : Ambuluwawa Mount Temple, Club Lespri, Deenside Tea Factory.
39 Nawalapitiya UC	City in central hills, around 35km south-west of Kandy. Population is 13,338. Piped water is supplied to 31% of population by NWSDB, an Oya being the raw water source. Water consumption is about 2,333 m ³ /d. Discharge into Mahaveli river, at 0.1km. No tourist attraction Waterborne diseases: 5 patients in Nawalapitiya area in 2015 : Hepatitis-3; Dysentery-1; Typhoid-1
40 Akurana PS	City in central hills, around 35km south-west of Kandy. Population is 63,397. Piped water is supplied to 43% of population by NWSDB, Mahaveli river being the raw water source. Source affected by pollution. Water consumption is about 5,550 m ³ /d. Discharge into Pinga oya, at 1km. No tourist attraction. Waterborne diseases: 150 patients in Akurana area in 2015 : Dysentery-150
41 Kandy Four Gravets & Gangawata Korake PS	City in central hill country adjoining Kandy. Population is 65,015. Piped water is supplied to 57% of population by NWSDB, Mahaveli river being the raw water source.. Water consumption is about 58,466 m ³ /d. Discharge into Mahaveli river, at 4.5km. Tourist attraction is category B : Tea Museum, Knuckles Range. Waterborne diseases: 9 patients in Kandy 4 Gravets & Gangawata Korake in 2015 : Hepatitis-4; Dysentery-3; Typhoid-2

Source: JET

(2) マータラ県

マータラ県はスリランカの中央部に位置し、面積は 1,993 km² である。県には東部にワッサガムワ国立公園があり、気候は熱帯モンスーン気候である。県の人口は 48 万人で一世帯当たりの平均収入は 26,441 LKR(約 20,500 円) である。調査対象は 2 つの MC であり、その概要を表 3.4-7 に示す。

表 3.4-7 マータラ県の調査対象都市

Local Government Authority	
42 Matale MC (District Capital)	Population is 36,462. Piped water is supplied to 100% of population by NWSDB, Sudu Ganga river being the raw water source. Source is affected by pollution. Water consumption is about 8,948 m ³ /d. . Discharge into Sudu Ganga, at 0.2km. Tourist attraction is category C : Nalanda Gedige(central point of sri lanka).
43 Dambulla MC	Population is 23,814. Piped water is supplied to 100% of population by NWSDB, Ibbankatuwa tank being the raw water source. Water consumption is about 4,000 m ³ /d. . Discharge into Amban Ganga, at 21km. Tourist attraction is category A : Golden Cave Temple, Sunrise Ballooning, Namal Uyana, Prophems Arboretum, Ridiyagama National Park.

Source: JET

(3) ヌワラエリア県

ヌワラエリア県はスリランカの中央部に位置し、面積は 1,741 km² である。県には北部に丘陵地帯とビクトリア・ランテンベ保護区がありホートン平原国立公園が南部にある。ヌワラエリアは美しい丘陵地帯があり、スリランカで一番高い位置にある。気候は涼しく湿潤で、お茶の栽培には適している。2013 年の年間降雨量は 2,157mm で、平均気温は 16.1°C である (出典 : 国政調査と統計)。県の人口は 71 万人で一世帯当たりの平均収入は 28,152 LKR(約 21,800 円) である。調査対象は 1 つの MC と 2 つの UC であり、その概要を表 3.4-8 に示す。

表 3.4-8 ヌワラエリヤ県の調査対象都市

Local Government Authority	
44 Nuwara Eliya MC (District Capital)	Nuwara eliya district is the most important for tea production in the country. Population is 23,804. Piped water is supplied to 100% of population by MC, ground water being the raw water source. Source affected by pollution. Water consumption is about 19,400 m ³ /d Tourist attraction category A : Haggala Botanical Gardens, Victoria Park, Strawberry Farm, Ramboda Waterfalls, Whitewater Rafting, Labukele Tea Factory, Blue Field Tea Garden, Sitha Temple, Havaeliya Adventure Park.. Discharge into Nanu Oya, at 03km.
45 Hatton-Dickoya UC	Population is 14,585. Piped water is supplied to 84% of population by NWSDB, a branch of Dik Oya being the raw water source. Source is affected by pollution. Water consumption is about 2,262 m ³ /d. Discharge into Dik oya, at 0.5km. Tourist attraction is category B : Caslreigh Reservoir, Laxapana Falls, Horton Place. Waterborne diseases: 5 patients in Hatton Dik oya area in 2015 : Dysentery-5
46 Thalawakele-Lindula UC	It is the largest tea growing area in Sri Lanka. Population is 4,691. Piped water is supplied to 100% of population by NWSDB, Nanu Oya being the raw water source. Water consumption is about 710 m ³ /d. Discharge into Kotmale Oya, at 0.1km. Tourist attraction is category B : Devon Water Fall, St. Clair Water Fall, Galways Land National Park.

Source: JET

3.4.4 ウバ州

(1) バドゥッラ県

バドゥッラ県はスリランカの中央部に位置し、面積は 2,861km² である。県の高地はお茶や野菜の栽培が、低地は米の栽培が有名である。気候は高度によりことなり、2013 年の年間降雨量は 1,865mm、年平均気温は 27.4 °C である（出典：国政調査と統計）。県全体の人口は 81 万人で一世帯当たりの平均収入は 25,067LKR(約 19,400 円)である。調査対象は 2 つの MC と 1 つの UC であり、その概要を表 3.4-9 に示す。

表 3.4-9 バドゥッラ県の調査対象都市

Local Government Authority	
47 Haputale UC	Haputale is located in central mountain area, with tea plantations around the small city. Piped water is supplied to 100% of population by NWSDB, Badulu Oya being the raw water source. Source is affected by pollution. Tourist attraction is category B : Lipton's Seat, Benedict Monastery, Thangamalai Bird Sanctuary, St. Andrew's Church. Population is 52,88. Piped water is supplied to 47% of population by NWSDB, a natural spring being the raw water source. Water consumption is about 450 m ³ /d. No source to discharge/ highland.
48 Badulla MC (District Capital)	Badulla is situated on eastern slope of central mountain area, surrounded by tea plantations. Badulla is the end point of the Colombo- Badulla railway line. Tourist attraction is category B : Dunhinda falls, Ravana Water Fall, Dhowa Rock, Muthiyangana temple, Bogoda Bridge. Population is 42,237. Water consumption is about 9150 m ³ /d. Discharge into Badulu oya, at 0.3km. Having PF/S. Donor has not yet decided. Waterborne diseases: 17 patients in Badulla area in 2015 : Hepatitis-8; Dysentery-9
49 Bandarawela MC	Bandarawela is situated in central mountain area, overshadowed by Namunukula mountain range. Tourist attraction is category B : Dambatenna Tea Factory, Adisham Bungalow, Ravana Ella Temple. Population is 24,168. Piped water is supplied to 84% of population by NWSDB, a branch of Uma Oya being the raw water source. Source is affected by pollution. Water consumption is about 2,812 m ³ /d. Discharge into Oya/Ela, at 1km. Waterborne diseases: 38 patients in Bandarawela area in 2015 : Hepatitis-10; Dysentery-8; Typhoid-20

Source: JET

(2) モネラガラ県

モネラガラ県はスリランカの南東部に位置し、面積は 5,639 km² である。県北部にはガルオーヤ国立公園が西部にはウダワラエ国立公園がある。気候は雨季と乾季が分かれているサバナ気候で 2013 年の年間降雨量は 1,559mm、年平均気温は 27.4 °C である（出典：国政調査と統計）。県全体の人口は 45 万人で一世帯当たりの平均収入は 20,686LKR(約 16,000 円) である。調査対象は 1 つの MC でその概要を表 3.4-10 に示す。

表 3.4-10 モネラガラ県の調査対象都市

Local Government Authority	
50 Moneragala PS (District Capital)	Moneragala is situated in north- east to Badulla city. Population is 49520. Piped water is supplied to 42% of population by NWSDB, Kumbukkan Oya being the raw water source. Water consumption is about 3,900 m ³ /d. Discharge into Kumbukkan Oya, at 5km. No tourist attraction. Waterborne diseases: 260 patients in Moneragala area in 2015 : Hepatitis-254; Dysentery-4; Enteric fever-2

Source: JET

3.4.5 南部州

(1) ゴール県

ゴール県はスリランカの南部に位置し、面積は 1,652km² である。県の西部と南部はインド洋であり、北部にはシンハラジャ森林保護区がある。気候は熱帯気候で、2013 年の年間降雨量は 1,799mm、年平均気温は 27.3 °C である (出典：国政調査と統計)。県全体の人口は 106 万人で一世帯当たりの平均収入は 28,205LKR(約 21,900 円) である。ゴール県の調査対象は 1 つの MC と 2 つの UC であり、その概要を表 3.4-11 に示す。

表 3.4-11 ゴール県の調査対象都市

Local Government Authority	
51 Galle MC (District Capital)	Galle is a Southern coastal city 119km south of Colombo, with almost flat terrain. Piped water is supplied to 100% of population by NWSDB, Gin river being the raw water source. Source is affected by Pollution. Water consumption is about 16,772 m ³ /d. Population is 86,333. Having F/S. Donor has decided(AFD). Discharge into Gin Ganga, at 3km. Tourist attraction is category A : Galle Fort, Unawatuna Beach, International Cricket Stadium, National Maritime Museum, Koggala National Park of Martin Wickramasinghe, Madol Duwa, Rumassala Beach, Galle Harbour. Waterborne diseases: 2066 patients in Galle area in 2015 : Hepatitis-60; Dysentery-2004; Typhoid-2
52 Ambalangoda UC	Ambalagoda is a Southern coastal city 107km south of Colombo, with almost flat terrain. Tourist attraction is category C : Ariyapala Mask Museum, Sea Turtle Hatchery, Mask Cavers, Rock Island Sanctuaries. Population is 19,990. Piped water is supplied to 100% of population by NWSDB, Gin river being the raw water source. Water consumption is about 4,300 m ³ /d. Discharge into Madampa lake, at 1.1km.
53 Hikkaduwa UC	Hikkaduwa is a Southern coastal city 92km south of Colombo, with almost flat terrain. Tourist attraction is category A : Hikkaduwa Beach, Sinigama Devalaya, Thotagamuwa Temple, Turtle Hatchery, Tsunami Museum, Tsunami Honganji Temple, Naga Viharaya, Hikkaduwa Harbour. Population is 27,075. Piped water is supplied to 100% of population by NWSDB, Gin river being the raw water source. Water consumption is about 9,840 m ³ /d. Discharge into canal, at 1.1km.

(2) マータレ県

マータレ県はスリランカの南部に位置し、面積は 1,283 km² である。県北部にはシンハラジャ森林保護区がある。気候は雨季と乾季が分かれているサバナ気候で 2013 年の年間降雨量は 1,799mm、年平均気温は 27.3 °C である (出典：国政調査と統計)。県全体の人口は 81 万人で

世帯当たりの平均収入は 28,227LKR(約 21,900 円) である。調査対象は 1 つの MC と 1 つの UC でその概要を表 3.4-12 に示す。

表 3.4-12 マータレ島の調査対象都市

Local Government Authority	
54 Matara MC (District Capital)	Matara is on the southern coast of Sri Lanka, 160km south of Colombo. Almost flat terrain. Tourist attraction is category A : Matara Beach, Matara Bodhiya, Light House, Snake Farm, Wind Surfing, Polhena Beach, Kushta Rajagala, Star Fort, Paravi Duwa Temple. Population is 74,193. Piped water is supplied to 100% of population by NWSDB, Nilwala river being the raw water source. Water consumption is about 20,475m ³ /d. Discharge into Nilwala river, at 0.9km. Waterborne diseases: 23 patients in Matara area in 2015 : Hepatitis-18; Dysentery-5
55 Weligama UC	Weligama is on the south coast of Sri Lanka, 144 km south of Colombo. Almost flat terrain. Tourist attraction is category A : Dophine Whale Watching, Kushta Rajagala Temple. Surfing. Population is 22,377. Piped water is supplied to 100% of population by NWSDB, Kananke river being the raw water source. Water consumption is about 5,832 m ³ /d. Discharge into Polwathumodera river, at 0.3km. Waterborne diseases: 7 patients in Weligama area in 2015 : Hepatitis-1; Dysentery-5; Typhoid-1

Source: JET

(3) ハンバントータ県

ハンバントータ県はスリランカの南部に位置し、面積は 2,609 km² である。気候は雨季と乾季が分かっているサバナ気候で 2013 年の年間降雨量は 966mm、年平均気温は 28.0 °C である (出典：国政調査と統計)。県北部にはランガムベヘーラ国立公園が東部にはヤーラ自然保護区がある。県全体の人口は 60 万人で一世帯当たりの平均収入は 32,267LKR(約 25,000 円) である。調査対象は 1 つの MC と 1 つの UC でその概要を表 3.4-13 に示す。

表 3.4-13 ハンバントータ県の調査対象都市

Local Government Authority	
56 Hambantota MC (District Capital)	Hambantota MC is situated on southern coast, 195 km south of Colombo and 35 km east of Matara city. Almost flat terrain. Population is 23,236. Piped water is supplied to 100% of population by NWSDB, Walawe river being the raw water source. Water consumption is about 6,972 m ³ /d. Discharge into Walawe river, at 9km. Tourist attraction is category A : Bundala National Park, Mahapelessa Hot Springs, Bird Research Center and Resort, Ridiyagama National park. Having FS. Donor has decided (China-EXIM Bank). Waterborne diseases: 5 patients in Hambantota area in 2015 : Hepatitis-3; Dysentery-2
57 Tangalle UC	Tangalle UC is situated on southern coast, 35 km east of Matara city. Flat terrain. Tourist attraction is category B : Mulgirigala Temple, Kite Surfing, Gyambokka Beach, Medaketiya Beach. Population is 8,473. Piped water is supplied to 100% of population by NWSDB, Walawe river being the raw water source. Source is affected by pollution. Water consumption is about 5,932 m ³ /d. Discharge into Kirama oya, at 2km. Waterborne diseases: 1 patient in Tangalle area in 2015 : Dysentery-1

Source: JET

3.4.6 サバラガムワ州

(1) ラトゥナプラ県

ラトゥナプラ県はスリランカの南部に位置し、面積は 3,275km² である。県の南部にはシンハラジャ森林保護区が東部にはウダワラエ国立公園が北部には野生保護区とホートン平原国立公園がある。気候はサバナ気候で、2013 年の年間降雨量は 3,575mm、年平均気温は 27.6 °C である (出典：国政調査と統計)。県全体の人口は 108 万人で一世帯当たりの平均収入は 27,391LKR(約 21,200 円) である。ラトゥナプラ県の調査対象は 1 つの MC と 2 つの UC であり、その概要を表 3.4-14 に示す。

表 3.4-14 ラトナプラ県の調査対象都市

Local Government Authority	
58 Rathnapura MC (District Capital)	Rathnapura MC is located on Kalu Ganga river bank, 101km south-east of Co;ombo. Large plantations of tea and rubber surround the town. Tourist attraction is category A : Bopath Ella Water Fall, Kirindi Ella Water Fall, Gemmological Museum, Maha Saman Devalaya, National Museum. Population is 47,105. Piped water is supplied to 77% of population by NWSDB, Kalu Ganga river being the raw water source. Source is affected by pollution. Water consumption is about 7,200 m ³ /d. Discharge into Kalu Ganga, at 1km.
59 Balangoda UC	Balangoda UC is situated 143km south-east of Colombo and 43km from Ratnapura city. Tea plantations surround the city. Tourist attraction is category C : Duvilli Ella, Belihul Oya Resort, Fox Mountain. Population is 16,510. Piped water is supplied to 100% of population by NWSDB, Walawe river being the raw water source. Source is affected by pollution. Water consumption is about 4,744 m ³ /d. Discharge into Walawe river, at 0.1km.
60 Embilipitiya UC	Flat terrain. Tourist attraction is category C : Thuduwa Camp, Maduwawela Walawwa, Ridiyagama Safari Park. Population is 36,712. Piped water is supplied to 73% of population by NWSDB. Chandrika wewa being the raw water source. Source is affected by pollution. Water consumption is about 7,200 m ³ /d. Discharge into Walawe river, at 6.5km.

Source: JET

(2) ケゴール県

ケゴール県はスリランカの中部に位置し、面積は 1,693km² である。気候はサバナ気候である。県全体の人口は 84 万人で一世帯当たりの平均収入は 28,524LKR(約 22,100 円) である。調査対象は 1 つの UC でその概要を表 3.4-15 に示す。

表 3.4-15 ケゴール県の調査対象都市

Local Government Authority	
61 Kegalle UC (District Capital)	Kegalle city is situated 78km north-east of Colombo, between highlands from the east and plains from the west. Population is 15,993. Piped water is supplied to 70% of population by NWSDB, Mao oya & Kuda oya being the raw water source. Source is affected by pollution. Tourist attraction is category B : Rafting & Adventurous Park, Elephant Orphanage. Water consumption is about 15,000 m ³ /d. Discharge into Kuda Oya, at 0.5km.

Source: JET

3.4.7 北中部州

(1) アヌラーダプラ県

アヌラーダプラ県はスリランカの北部に位置し、面積は 7,179km² である。県の西部にはウィルパッター国立公園がある。気候はサバナ気候で、2013 年の年間降雨量は 1,193mm、年平均気温は 28.3 °C である（出典：国政調査と統計）。県全体の人口は 86 万人で一世帯当たりの平均収入は 29,689LKR(約 23,000 円) である。アヌラーダプラ県の調査対象は 1 つの MC であり、その概要を表 3.4-16 に示す。

表 3.4-16 アヌラーダプラ県の調査対象都市

Local Government Authority	
62 Anuradhapura MC (District Capital)	Anuradhapura city is situated around 170km north-east of Colombo. Flat land. Nuwara wewa and Tisa wewa are two tanks within the city. Tourist attraction is category A: Eight Historical Places, Nuwara Wewa, Tissa Wewa. Population is 50,595. Piped water is supplied to 94% of population by NWSDB, Turuwila irrigation tank, Nuwara wewa, & Thissa wewa being the raw water sources. Source is affected by pollution. Water consumption is about 20,556 m ³ /d. Discharge into Malwathu Oya, at 0.3km. Having F/S. Donor has not yet decided However, the city is to be developed under the Strategic City Development Plan of the Ministry of Megapolis & Western Development

Source: JET

(2) ポロンナルワ県

ポロンナルワ県は面積 3,293km² である。気候はサバナ気候で、2013 年の年間降雨量は 1,441mm、年平均気温は 28.6 °C である（出典：国政調査と統計）。県全体の人口は 40 万人で一世帯当たりの平均収入は 30,145LKR(約 23,300 円) である。ポロンナルワ県の調査対象は 1 つの PS であり、その概要を表 3.4-17 に示す。

表 3.4-17 ポロンナルワ県の調査対象都市

Local Government Authority	
63 Thamankaduwa PS (District Capital)	Thamankaduwa is situated around 178km north-east of Colombo. Flat land. Population is 82,426. Piped water is supplied to 33% of population by NWSDB, Mahaveli river being the raw water source. Source is affected by pollution. Water consumption is about 25,929 m ³ /d. Discharge into Mahaveli river, at 8km. Tourist attraction is category A Polonnaruwa Watadage, Parakrama Samudraya, Parakramabahu Statue, Historical Museum.

Source: JET

3.4.8 北部州

(1) ジャフナ県

ジャフナ県は低地で南部以外は海に囲まれたスリランカで最も北に位置し、面積は 1,025km² である。県の東部にはチュンディクラム自然公園がある。気候はサバナ気候で、2013 年の年間降雨量は 1,033mm、年平均気温は 28.2℃ である（出典：国政調査と統計）。県全体の人口は 58 万人で一世帯当たりの平均収入は 23,446LKR(約 18,200 円) である。ジャフナ県の調査対象は 1 つの MC と 1 つの UC であり、その概要を表 3.4-18 に示す。

表 3.4-18 ジャフナ県の調査対象都市

Local Government Authority	
64 Jaffna MC (District Capital)	Jaffna MC is situated on northern coast, 396km from Colombo, land flat and shallow. Population is 80,829. Piped water is supplied to 24% of population by NWSDB, ground water being the raw water source. Water consumption is about 2,798 m ³ /d. Discharge into Indian ocean, at 3km. Tourist attraction is category A : Nallur Kovil, Jaffna Library, Naga Pooshani Ambal Kovil, Kereemalai Temple, Charty Beach, Casuarina Beach.
65 Point Pedro UC	Point Pedro UC situated on northern coast. Population is 12,334. Piped water is supplied to 27% of population by NWSDB, ground water being the raw water source. Source is affected by pollution. Water consumption is about 458 m ³ /d. Discharge into Indian ocean, at 4.5km. No tourist attraction.
66 Velvettithurai UC	Velvettithurai UC situated on northern coast. Population is 8,283. Piped water is supplied to 12% of population by NWSDB, ground water being the raw water source. Source is affected by pollution. Water consumption is about 2,756 m ³ /d. Discharge into Indian ocean, at 2.5km. No tourist attraction.
67 Chavakachchery UC	Chavakachchery UC situated on northern coast. Population is 16,129. Piped water is supplied to 4% of population by NWSDB, ground water being the raw water source. Source is affected by pollution. Water consumption is about 1,924 m ³ /d. Discharge into Indian ocean, at 7.5km. No tourist attraction.

Source: JET

(2) マナー県

マナー県はスリランカ北部で面積は 1,996km² である。マナー県には巨大湖保護区があり、南部にはウィルパットウト国立公園がある。土地は低地で、気候は熱帯モンスーン気候で、2013 年の年間降雨量は 918mm、年平均気温は 28.1℃ である（出典：国政調査と統計）。県全体の人口は 10 万人で一世帯当たりの平均収入は 24,200LKR(約 18,800 円) である。マナー県の調査対象は 1 つの UC であり、その概要を表 3.4-19 に示す。

表 3.4-19 マナー県の調査対象都市

Local Government Authority	
68 Mannar UC (District Capital)	Mannar UC is situated on western coast, 225 km north of Colombo. Rainfall averages 1,053mm a year. Average temperature is 28.1℃. Population is 24,417. Piped water is supplied to 73% of population by NWSDB, ground water being the raw water source. Water consumption is about 6,500 m ³ /d. Discharge into Indian ocean, at 3km. Tourist attraction is category A : Shrine of Our Lady of Madhu, Mannar Island, The Doric at Arippu, Thanthirimale Temple, Mannar Fort, Baobab Tree, Yodha Wewa, Thirukitheeswaram Temple.

Source: JET

(3) ヴァウニア県

ヴァウニア県はスリランカ北部で面積は 1,997km² である。2013 年の年間降雨量は 1,304mm、年平均気温は 27.9℃ である（出典：国政調査と統計）。県全体の人口は 17 万人で一世帯当たりの平均収入は 30,967LKR(約 24,000 円) である。バブニア県の調査対象は 1 つの UC であり、その概要を表 3.4-20 に示す。

表 3.4-20 ヴァウニア県の調査対象都市

Local Government Authority	
69 Vavuniya UC (District Capital)	Vavunia UC is situated 215km north-east of Colombo. Rainfall averages 2106mm a year. Average temperature is 27.9°C. Population is 34,816. Piped water is supplied to 17% of population by NWSDB, ground water being the raw water source. Water consumption is about 880 m ³ /d. Discharge into Vavunia kulama. No tourist attraction

Source: JET

(4) キリノッチ県

キリノッチ県はスリランカ北部で面積は 1,967km² である。気候は熱帯モンスーン気候で、2013 年の年間降雨量は 1,169mm、年平均気温は 28.0℃ である（出典：ヴァウニアとジャフナの国政調査と統計より推定）。県全体の人口は 11 万人で一世帯当たりの平均収入は 20,614LKR(約 16,000 円) である。キリノッチ県の調査対象は 1 つの PS であり、その概要を表 3.4-21 に示す。

表 3.4-21 キリノッチ県の調査対象都市

Local Government Authority	
70 Karachchi PS (District Capital)	Population is 61,484. Piped water is not available. Discharge into canal/wewa, at 1.8km. Tourist attraction is low

Source: JET

(5) ムツライッティーヴァー県

ムツライッティーヴァー県はスリランカ北部で面積は 2,617km² である。2013 年の年間降雨量は 1,169mm、年平均気温は 28.0℃ である（出典：キリノッチの国政調査と統計を使用）。県全体の人口は 9 万人で一世帯当たりの平均収入は 17,714LKR(約 13,700 円) である。ムツライッティーヴァー県の調査対象は 1 つの PS であり、その概要を表 3.4-22 に示す。

表 3.4-22 ムツライッティーヴァー県の調査対象都市

Local Government Authority	
71 Maritimepattu PS (District Capital)	Population is 28,973. Piped water is not available. Discharge into Indian ocean, at 0.5km. Discharge into Indian ocean. No tourist attraction

Source: JET

3.4.9 東部州

(1) バッティカロア県

バッティカロア県はスリランカの東部に位置し、面積は 2,854km² である。土地は平らで、気候はサバナ気候、2013 年の年間降雨量は 1,973mm、年平均気温は 28.4 °C である（出典：国政調査と統計）。県全体の人口は 53 万人で一世帯当たりの平均収入は 20,359LKR(約 15,800 円) である。バッティカロア県の調査対象は 1 つの MC と 2 つの UC であり、その概要を

表 3.4-23 に示す。

表 3.4-23 バッティカロア県の調査対象都市

Local Government Authority	
72 Batticaloa MC (District Capital)	Batticaloa MC is situated on eastern coast, 111km south of Trincomalee. Flat land. Population is 86,227. Piped water is supplied to 24% of population by NWSDB, Unichchia tank being the raw water source. Water consumption is about 23,594 m ³ /d. Discharge into Indian ocean, at 3.5km. Tourist attraction is category A : Kallady Beach, Pasikuda Beach, Old Dutch Fort, Baticaloa Gte, Science Museum, Unnichchai Tank, Sri Mangalarama Budhist Temple. Having F/S, Donor has not decided.
73 Kathankudi UC	Kathankudi UC is situated on eastern coast. Flat land. Population is 40,356. Piped water is supplied to 57% of population by NWSDB, Unichcha tank being the raw water source. Water consumption is about 3,200 m ³ /d. Discharge into Indian ocean, at 0.2km. Tourist attraction is category B : Kattankudy Beach, Fishing.
74 Eravur UC	Eravur UC is situated close to eastern coast. Flat land. Population is 24,643. Piped water is supplied to 19% of population by NWSDB, Unichcha tank being the raw water source. Water consumption is about 1,188 m ³ /d. Discharge into Indian ocean, at 3.5km. No tourist attraction

Source: JET

(2) アンパーラ県

アンパーラ県はスリランカの東部に位置し、面積は 4,415km² である。西部にはガルオーヤ国立公園、南部にはヤーラ自然保護区がある。気候は熱帯モンスーン気候で、2013 年の年間降雨量は 1,613mm、年平均気温は 28.4 °C である（出典：ポトビラの国政調査と統計）。県全体の人口は 65 万人で一世帯当たりの平均収入は 23,429LKR(約 18,200 円) である。アンパーラ県の調査対象は 2 つの MC と 1 つの UC であり、その概要を表 3.4-24 に示す。

表 3.4-24 アンパーラ県の調査対象都市

Local Government Authority	
75 Kalmunai MC	Kalmunai MC is situated on eastern coast. Flat land. Population is 99,892. Piped water is supplied to 23% of population by NWSDB, Kondawattawana tank being the raw water source. Water consumption is about 6,757 m ³ /d. Discharge into Indian ocean, at 2.4km. No tourist attraction
76 Akkaraipattu MC	Akkaraipattu MC city is situated on eastern coast. Flat land. Population is 30,934. Piped water is supplied to 45% of population by NWSDB, Kondawattawana tank being the raw water source. Water consumption is about 6,691 m ³ /d. Discharge into Tillai river, at 2.8km. Tourist attraction is category B : Arugam Bay Beach, Panama Bridge.
77 Ampara UC (District Capital)	Population is 22,511. Piped water is supplied to 100% of population by NWSDB, Kondawattawana tank being the raw water source. Water consumption is about 6,660 m ³ /d. Discharge into Gal Oya, at 2.5km. No tourist attraction

Source: JET

(3) トリンコマリー県

トリンコマリー県はスリランカの東部に位置し、面積は 2,727km² である。県には海軍の要石保護区と北部にはコキライ野鳥保護区がある。気候は熱帯モンスーン気候で、2013 年の年間降雨量は 1,493mm、年平均気温は 28.5 °C である (出典：国政調査と統計)。県全体の人口は 38 万人で一世帯当たりの平均収入は 24,436LKR(約 18,900 円) である。トリンコマリー県の調査対象は 2 つの UC であり、その概要を表 3.4-25 に示す。

表 3.4-25 トリンコマリー県の調査対象都市

Local Government Authority	
78 Trincomalee UC (District Capital)	Trincomalee city is situated on eastern coast. Trincomalee is one of the fine natural deep-water harbors in the world. Trincomalee has Population is 48,351. Piped water is supplied to 100% of population by NWSDB, Kanthale tank being the raw water source. Water consumption is about 8,477 m ³ /d. Discharge into Indian ocean, at 3.3km. Tourist attraction is category B : Nilaveli Beach, Koneswaran Kovil, Navy Museum, Paravi Island, War Cemetary, Marble Beach, Fort Federic, Boat Tuors, Arisimale Beach, Trincomalee Natural Harbour.
79 Kinniya UC	Kinniya city is situated on eastern coast, 15km south of Trincomalee. Population is 36,772. Piped water is supplied to 100% of population by NWSDB, Kanthale tank being the raw water source. Water consumption is about 18,000 m ³ /d. Discharge into Uppu Aru ocean, at 2km. Tourist attraction is category B : Kinniya Hot Water Wells and Springs, Kinniya Bridge.

Source: JET

第4章 下水セクターの現状

4.1 衛生施設の現状

スリランカの衛生施設は、過去 25 年間で改善してきた。2015 年の衛生施設普及率は、表 4.1-1 に示すように 90%近くとなっており、ミレニアム開発目標の衛生施設整備の目標である「2015 年までに安全な飲料水と基礎的な衛生施設にアクセスできない人の割合を半減させる」は達成できた。

表 4.1-1 1990 年から 2015 年におけるスリランカの衛生改善状況

Year	Improved (%)	Shared (%)	Unimproved (%)	Open defecation (%)
1990	68	2	14	16
1995	74	3	11	12
2000	80	3	10	7
2005	86	3	9	2
2010	87.5	2	8	1.8
2015	89.3	2	7	1.7

Source: Sacosan VI, which quotes its source as 'UNICEF - Updated With National Census 2012'

スリランカの「衛生施設普及率」は、オンサイト施設である腐敗槽や汲み取り便所とオフサイト施設である下水道の両方の普及率で計算されている。

4.2 下水道の現状

下水道は、現在約 2.4%の普及率となっており主要都市部及び住宅団地で普及している。主要都市部で下水管が敷設された地域はコロombo、コロonnaw、デヒワラ/マウントラビニア、ジャエラ/エカラ、ヒッカドゥワ、カタラガマ及びハンタナで、コロombo市の下水道はコロombo市によって、その他の下水道は、NWSDB によって管理されている。表 4.2-1 に管渠接続された主要都市部の下水道の状況を示す。主要都市部では約 2.2%の下水道普及率である。

表 4.2-1 2015 年における下水道普及率（主要都市部）

Sewerage System	City	Total Population	Population Coverage	Population Covering Ratio % *	WWTP Process
Greater Colombo Sewerage System	Colombo	561,314	394,258	1.94	Ocean Outfalls
	Dehiwala/MountLavinia	184,468	17,035	0.08	
	Kolonnawa	60,044	10,255	0.05	
	Ratmalana/Moratuwa	168,280	15,445	0.07	Extended Aeration
	Ja-Ela/Ekala	9,000	6,600	0.03	Extended Aeration
Kataragama	Kataragama	18,220	5,045	0.02	Natural Ponds
Hikkaduwa	Hikkaduwa	27,075	3,490	0.01	Natural Ponds
	Total	1,028,401	452,128	2.23	

Note: * (Population Covering Ratio) = (Population Coverage) / (Total population of Sri Lanka in 2012 is 20,263,723)

Source: Sacosan VI, which quotes its source as 'UNICEF - Updated With National Census 2012'

大コロombo圏の下水道（Greater Colombo Sewerage System）は、現在、コロombo市とデヒワラ - マウントラビニア MC およびコロonnaw UC の一部で整備されている。コロombo市の下水道は 90 年前に英国によって整備され、1980 年代と 1990 年代に改良と拡張が行われた。下水は収集されポンプ場にて重力沈殿処理のみの前処理で 18 箇所のポンプ場を用いてヴェラワッタとムトワルの 2 か所の放流施設から海洋放流される。下水管きよの延長は約 320km で市の 75%をカバーしている。残りの地域の汚水は腐敗槽と汲み取り便所のオンサイト施設で処理されている。

デヒワラ - マウントラビニア MC は、全エリアの 5~6%に下水管が整備されている。整備地域の 5,000 戸の内、下水道に接続しているのはわずかに 1,650 戸である。このような状況を改善するため、世界銀行、スリランカ政府、NWSDB 及びコミュニティの資金を利用し下水道接続促進プロジェクトが進行中である。

コロナワ UC では世界銀行、サウジアラビア政府、スリランカ政府の資金により 1989 年に下水管を整備した。管きよの延長は 21km、1,550 戸が接続しており、市域の 60%をカバーしている。

上記以外に住宅団地でも下水道が整備され NWSDB により運転管理されている。表 4.2-2 に、住宅団地の下水道状況を示す。住宅団地では約 0.2%の下水道普及率となっている。

表 4.2-2 2015 年の住宅団地における下水道状況

Housing Scheme	No. of Connections	Population Coverage	WWTP Process
Soyzapura Housing Scheme	3,165	8,656	Trickling Filter
Mattegoda Housing Scheme	1,178	5,890	Stabilization Ponds
Jayawadanagama Housing Scheme	816	4,080	Screen + Ocean Outfall
Maddumagewatta Housing Scheme	247	1,235	Screen + Ocean Outfall
Raddolugama Housing Scheme	2,134	10,670	Extended Aeration
Hantana Housing Scheme	409	2,045	Trickling Filter
Digana Village Housing Scheme	409	1,625	Natural Ponds
Total		34,201	

Source: NWSDB

4.2.1 進行中の下水道プロジェクト

スリランカ政府は、海外機関の援助を受けて現在以下の 6 つのプロジェクトを進めている。

(1) 大コロombo圏排水管理プロジェクト (GCWMP)

本プロジェクトは、Asian Development Bank (ADB : アジア開発銀行) の資金援助を受けてコロombo市内とコロonnaワ UC およびデヒワラ - マウントラビニア MC の一部の衛生問題を解決することを目的としたものである。プロジェクトのうちコロombo市内の部分は 94.4 百万 USD の費用をかけて Colombo Municipal Council (CMC : コロombo市) により実施されており、既存ポンプ場、幹線管きよの一部、海洋放流口等を改築する。これに加えて、CMC の下水道担当部署の運転管理能力向上を目指した能力向上プログラムを実施する。コロonnaワ UC とデヒワラ - マウントラビニア MC 地区については、1,012LKR の費用で NWSDB により実施されている。このプロジェクトにより、デヒワラとマウントラビニアの 2 か所の下水ポンプ場を改築する。

(2) 大コロombo圏下水道整備拡大のための成果ベース国際パートナーシップ (GPOBAP)

本プロジェクトは、世界銀行の助成金とスリランカ政府の支援により、1,197 百万 LKR の費用で実施している。デヒワラ、マウントラビニア、モルトウワ、ラトマラナ、ジャエラ、エカラ、コロonnaワの低所得住宅地区に居住する 13,107 戸が本プロジェクトにより 3,500LKR の助成を受けて下水道に接続することを目指す。本プロジェクトの対象人口は約 76,400 人で、本プロジェクトにより、低所得家庭のトイレが既設下水管きよ網に接続するように支援し、大コロombo圏の下水道普及を拡大する。

(3) キャンディ市下水管理プロジェクト (KCWMP)

本プロジェクトは、JICA が資金提供して 22,588 百万 LKR の費用で実施されている。本プロジェクトにより、キャンディ市に下水道施設が整備され、また、加えてキャンディ市内と周辺の低所得住民 55,000 人に衛生設備を提供するものである。本プロジェクトの計画では 150,000 人の観光客等の非居住者も考慮され、約 12,600 戸の下水道への接続が見込まれている。

(4) ジャフナ/キリノッチ上水供給および衛生プロジェクト (JKWSSP)

JKWSSP は、ジャフナ半島の都市地域における健康と人権の進展を目的としている。本プロジェクトは、内戦により損害を被った地域の復旧、復興と発展に貢献する目的で行われている。本プロジェクトの成果は、目標地域における住民のための衛生インフラの改善と国内で移住した人々の以前の居住地への復帰である。本プロジェクトは ADB と Agence Française de Development (AFD：フランス開発庁) の共同出資で行われる予定で、上水供給と下水道の全費用は 18,328 百万 LKR であり、80,000 人を対象としている。下水道プロジェクトは、現在オンサイト衛生設備に依存しているジャフナ MC のみを対象に実施する。ジャフナ MC 市域内で 20,000 戸の下水道への接続が見込まれている。

(5) 大クルネーガラ上水供給および衛生プロジェクト (GKWSSP)

本プロジェクトでは大クルネーガラ圏において、上水道と下水道の両方を整備する。中国機械装置輸出入公司 (CMEC) により 13,248 百万 LKR の費用で実施中である。水道整備はクルネーガラ MC と一部の PS 地域の合計 65,000 人を対象に、下水道はが教育病院とクルネーガラ MC の人口 34,000 人を対象に、2020 年までに約 3,400 戸の接続を計画している。

(6) カタラガマ下水処理プロジェクト

本プロジェクトは、メニクガンガとその周辺の環境汚染を改善するため、カタラガマ市内および周辺の巡礼宿、ホテル、事務所等に下水道を整備することである。中心となる事業は、下水管きょ網拡張と下水処理施設改良による既存の下水道システムの改修・拡大である。カタラガマを訪れる多数の観光人口に対応するため、機械曝気装置を導入し既設処理施設の能力を 750 m³/日から 3,000 m³/日に処理能力を増強する。Uni-Credit Bank Austria AG (オーストリア銀行) が本プロジェクト実施のための資金提供を行っている。全費用は 2,040 百万 LKR と見積もられ、これにより約 26,000 人が恩恵を受ける。

4.2.2 NWSDB 投資計画の下水道プロジェクト

現在進行中のプロジェクト以外にも NWSDB は以下の 11 案件のプロジェクトを計画している。このうち 7 件はドナーが決定している。

- ネゴンボ下水道プロジェクト (AFD)
- ゴール下水道プロジェクト (AFD)
- ケラニヤーペリヤゴダ下水道プロジェクト (AFD)
- ハンバントータ下水道プロジェクト (China EXIM Bank)
- カタンクディ下水道プロジェクト (China EXIM Bank)
- デヒワラ - マウントラビニア MC 地域における下水道整備拡大 (未決定)
- マハラガマーボラレスガムワ下水道プロジェクト (China EXIM Bank)
- プタラム町区下水道プロジェクト (China EXIM Bank)
- スリジャヤワルダナプラコッテ下水道プロジェクト (未決定)
- パティコロア下水道プロジェクト (未決定)
- バドゥーラ下水道プロジェクト (未決定)

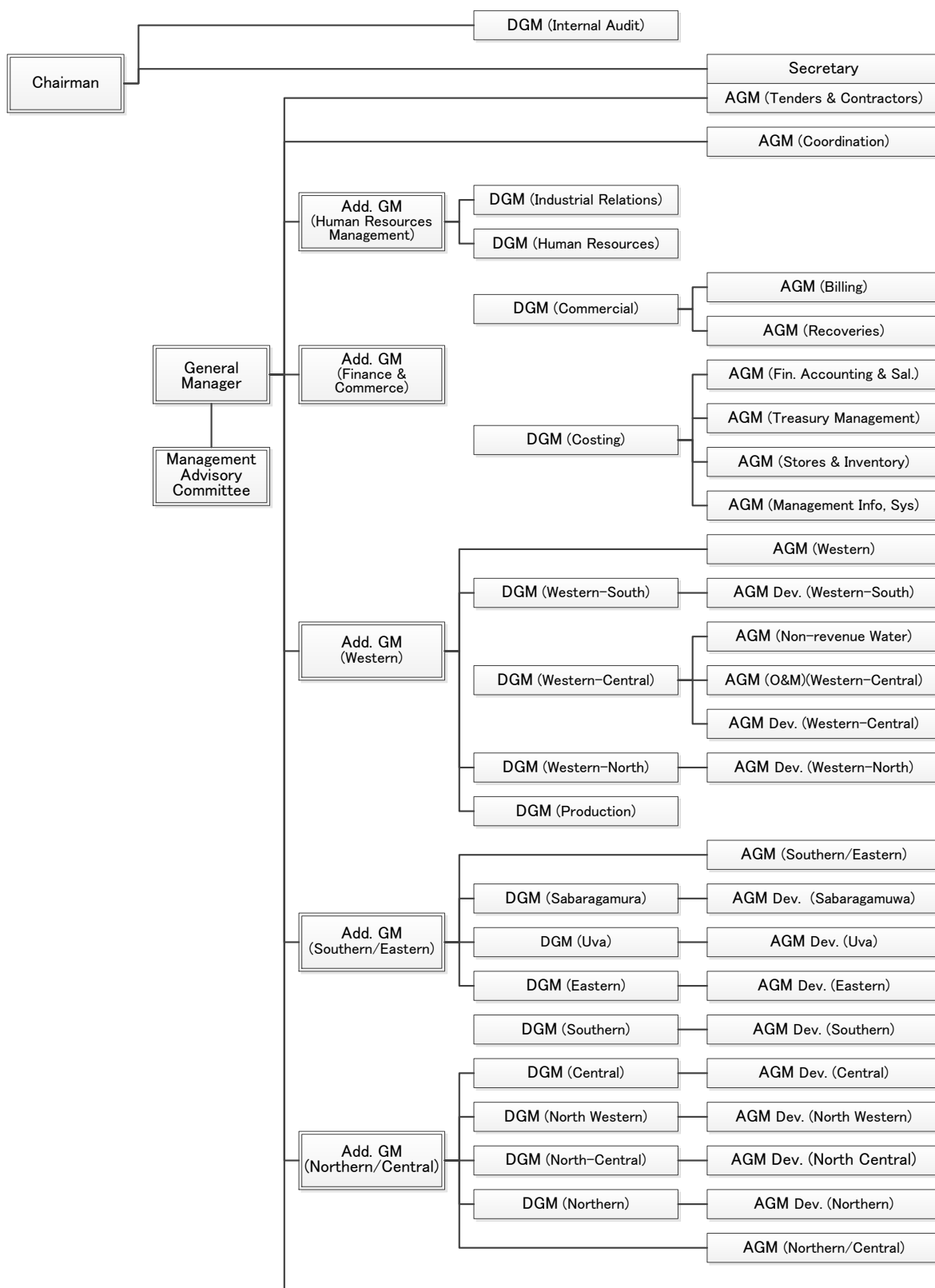
注：() 内は各プロジェクトのドナー機関。

4.3 下水道の運転維持管理

4.3.1 組織

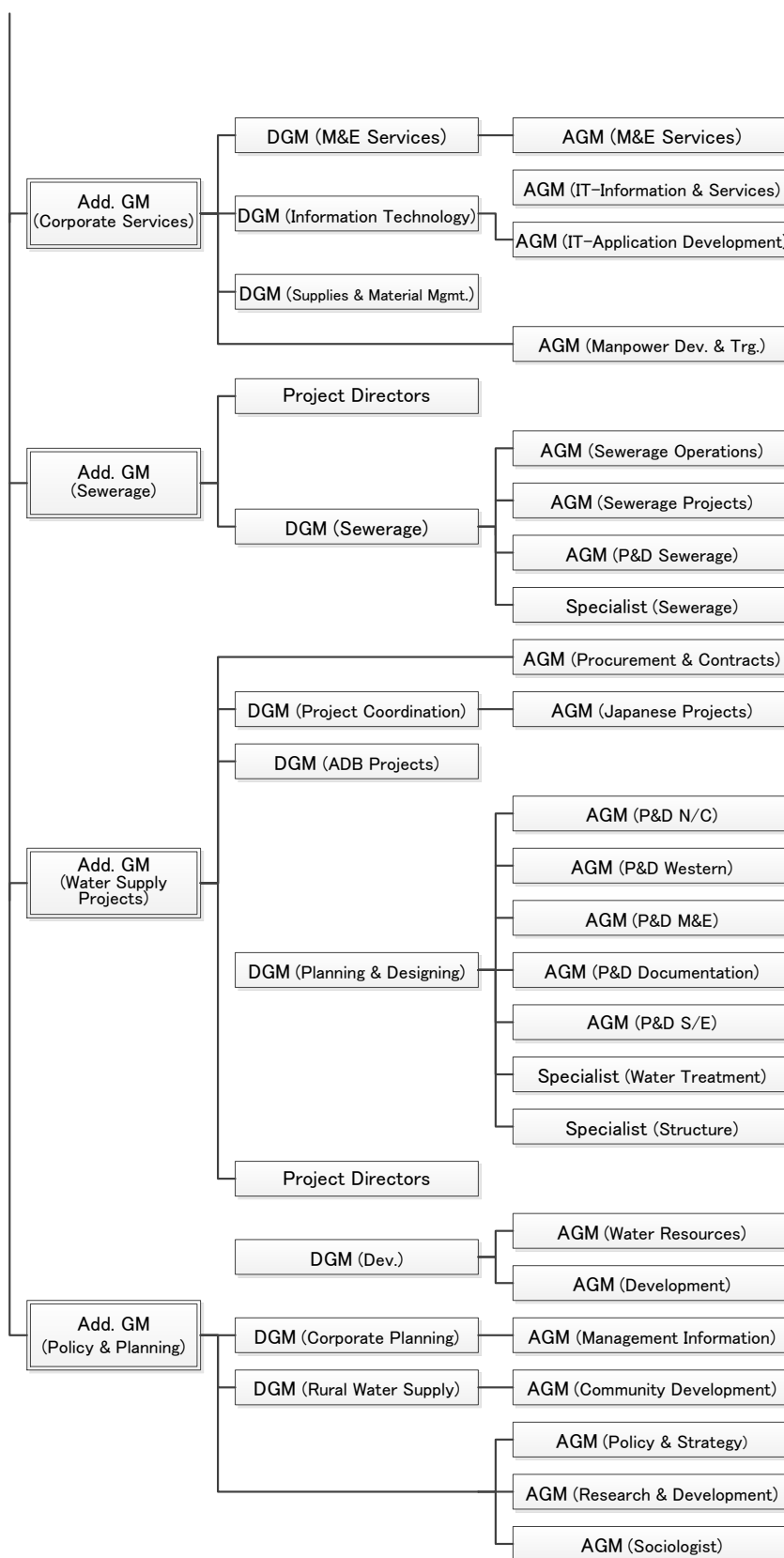
コロombo市以外全国の下水道を維持管理している NWSDB の組織図をエラー! 参照元が見つかりません。に示す。

NWSDB の下水道事業は、Additional General Manager (Addl.GM : 局長) (sewerage)が下水業務の管理責任を負う。



Source: NWSDB HP

図 4.3-1 NWSDB の組織図

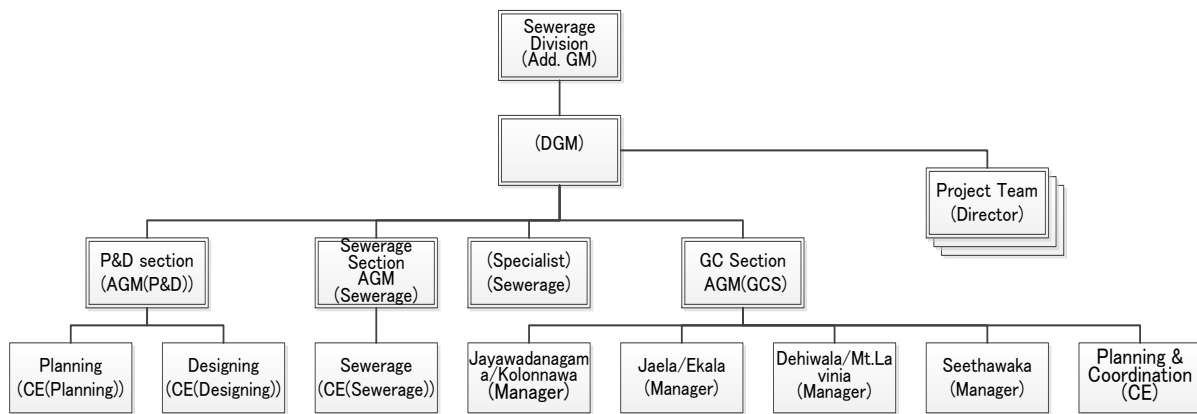


Source: NWSDB HP

図 4.3-1 NWSDB の組織図

(1) Addl. GM (sewerage)部門の組織

図 4.3-2 は、NWSDB の下水部門の組織を示している。Deputy General Manager (DGM : 部長) が Addl. GM の直下でとりわけプロジェクト管理を支援する。また、大コロombo圏下水道設備の運転・維持管理のための Assistant General Manager (AGM : 部長補佐) (Greater Colombo Sewerage (GCS : 大コロombo圏下水道課)、技術的事項を担当する専門家、現行下水プロジェクトの調整及び予算管理を担当する AGM(Sewerage)、下水プロジェクトの計画設計を担当する AGM(P&D) は全て DGM (Sewerage) の直下に配置されている。これらの他、現行の下水プロジェクト 5 つのプロジェクトディレクター、プロジェクトマネージャーが Addl. GM (Sewerage) /DGM (Sewerage) に復命する。



Source: NWSDB

図 4.3-2 下水部門の組織図

図のように、下水道部門の計画設計部門が下水関連のプロジェクトを開始する。計画書及び入札図書作成から承認までを含めた計画設計業務は表 4.3-1 に示すとおりである。

表 4.3-1 承認までの計画及び設計業務

Works		Documentation	Check	Approval
Planning	Sewer system	Sewerage Division	Project Appraisal Committee of NWSDB	Ministry of CP&WS/ Board of Director of NWSDB
	Sewage Treatment Plant (STP : 下水処理施設)	Sewerage Division with the assistance of Local Authority		
Designing	Sewer system	Sewerage Division/ Contractor	AGM (P&D)/ Design Consultants	GM of NWSDB
	STP			

Source: JET

1) 下水関連プロジェクトにおける建設

下水プロジェクトでは、計画・設計が完了すると、建設へと移行する。各プロジェクトの建設はプロジェクトディレクター率いるプロジェクトチームが担当する。

現在、キャンディ、クルネーガラ、カタラガマ、大コロombo圏で5つのプロジェクトが進行中であり、それぞれがプロジェクトディレクターの先導で行われている。

2) 家屋への接続

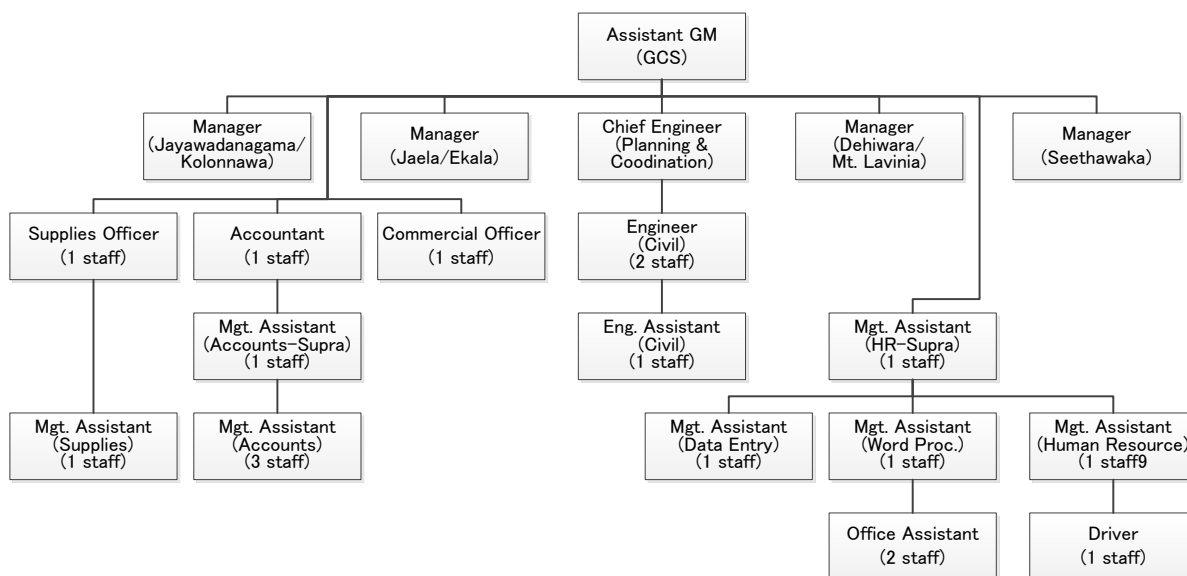
下水関連業務の殆どは大コロombo圏で行われている。よって、家屋への下水接続は、下水部門の AGM (GCS) が率いる大コロombo圏下水道課が担当している。

GCS 部門はジャヤワダナガマ/コロonnaワ、ジャエラ/エカラ、デヒワラ - マウントラ

ビニア、シーサワクプラ工業団地の 4 地域を担当している。

3) 下水管網の保守

現在、大コロombo圏の下水管網は NWSDB により管理されている。これらの保守及び下水処理場の運転・維持管理は、AGM (GCS) 率いる大コロombo圏下水道課が担当している。図 4.3-3 は同部門の組織図である。AGM の下には 4 名のマネジャーが、ジャヤワダナガマ/コロonnaワ、ジャエラ/エカラ、デヒワラ - マウントラビニア、シーターワカそれぞれの下水処理場の運転・維持管理及び下水管網の保守のために配置されている。



Source: NWSDB

図 4.3-3 大コロombo圏下水道課組織図

4) 下水処理場及び海洋放流施設

表 4.3-2 は下水処理場及び海洋放流施設を含む下水関連業務を示す。現在、スリランカには 19 ヶ所の下水処理場があり、うち 7 ヶ所 (例: ラトゥマラナーモラトゥワ、ジャエラ・エカラ) については NWSDB が所有管理し、4 ヶ所がスリランカ投資庁 (Board of Investment (BOI : スリランカ投資庁))、Urban Development Authority (UDA : 都市開発庁) が所有し、運転・維持管理が NWSDB に委託されている。その他の下水処理場の 8 ヶ所は、15~3,200m³/日程度の小規模能力で BOI が所有し、民間が維持管理している。長時間曝気処理は大規模処理場で導入されている一方で、小規模処理場では必要スタッフの人数も少なく、運転・維持管理が容易な安定化池法を導入している。

スリランカの西海岸で 5 ヶ所の地区で収集した汚水は 2 ヶ所のポンプ場及びスクリーン付き海洋放流設備から海洋放流されている。これら下水設備の殆どは 1980 年から 1990 年代に導入されたものである。

現在、大規模下水処理場は全て GCS 部門が担当している。特に、ソイサプラ処理場はデヒワラ・マウントラビニアグループが担当している。エカラ処理場はジャエラ・エカラグループが担当している。BOI によって建設されたシーサワカ処理場は、シーサワカ工業団地内にあり、シーターワカグループが担当している。ピヤガマ工業団地内の下水処理場は、処理場付きのラッドルガマ住宅計画としてジャエラ・エカラグループが担当している。その他、大コロombo

圏外に位置している小規模下水処理場の運転維持管理は各地域の RSC が担当している。

表 4.3-2 運用中の下水処理場及び海洋放流設備

	Name	Location	Capacity m ³ /day	Start of Operation	Influent Type	Treatment Process	Owner	O/M	
STP	1	Ratmalana-Moratuwa	Soyzapura	17,000	2013	I&D	Extended Aeration	NWSDB	NWSDB
	2	Jaala-Ekala	Ekala	7,250	2012	I&D	Extended Aeration	NWSDB	NWSDB
	3	Hikkaduwa	Hikkaduwa	1,020	2010	D	Stabilization ponds	NWSDB	NWSDB
	4	Kataragama	Kataragama	?	1983	D	Stabilization ponds	NWSDB	NWSDB
	5	Raddolugama Housing Scheme	Raddoluwa	6,000	1980	D	Extended Aeration	NWSDB	NWSDB
	6	Hantana Housing Scheme	Kandy	360	1981	D	Trickling filter	NWSDB	NWSDB
	7	Mattegoda Housing Scheme	Mattegoda	1,200	1980	D	Stabilization Ponds	NWSDB	NWSDB
	8	Seethawaka EPZ	Seethawaka	12,900	1999	I&D	Extended Aeration	BOI	NWSDB
	9	Biyagama EPZ	Biyagama	20,000	2012	I&D	Extended Aeration with Aerated lagoons	BOI	NWSDB
	10	Koggala EPZ	Koggala	675		I&D	Extended Aeration	BOI	NWSDB
	11	Modarawila Housing Scheme - STP	Panadura	600	2007	I&D	Activated sludge	UDA	NWSDB
	12	Katunayaka EPZ	Katunayaka	3,200	1981	I&D	Aerated lagoons	BOI	Private Operator
	13	Mirigama EPZ	Mirigama	400		I&D	Package Plant	BOI	Private Operator
	14	Wathupitiwala EPZ	Wathupitiwala	900	2002	I&D	Package Plant	BOI	Private Operator
	15	Polgahawela EPZ	Polgahawela	450	2007	I&D	Extended Aeration	BOI	
	16	Kandy EPZ	Kandy	1,000		I&D	Extended Aeration	BOI	
	17	Mawathagama EPZ	Mawathagama	500		I&D	Extended Aeration	BOI	
	18	Horana EPZ	Horana	1,000		I&D	Package Plant - Rotating Biological Contactors	BOI	Private Operator
	19	Digana Village Housing Scheme	Kandy	150	1983	D	Natural ponds		
Ocean Outfall	1	Dehiwela / Mt.Lavinia Sewerage Scheme	Dehiwela / Mt. Lavinia		1983	D	Screen + Ocean Outfall	NWSDB	NWSDB
	2	Kolonnawa Sewerage Scheme	Kolonnawa	2,100	1982	D	Screen + Ocean Outfall	NWSDB	NWSDB
	3	Jayawadanagama Housing Scheme	Jayawadanagama	1,260	1985	D	Screen + Ocean Outfall	NWSDB	NWSDB
	4	Maddumagewatte Housing Scheme	Maddumagewatte	260	1990	D	Screen + Ocean Outfall	NWSDB	NWSDB
	5	Colombo City Sewerage Scheme	Colombo			D&C	Screen + Ocean Outfall	CMC	CMC

Source: JET

大コロombo圏下水道課（GCS）（図 4.3-3）で実施している BOI 工業団地のジャヤワダナガマ / コロンナーワ、デヒワラ - マウントラビニア、ジャエラ / エカラ、そしてシーターワカ地区の管理事務所の組織図を示す。

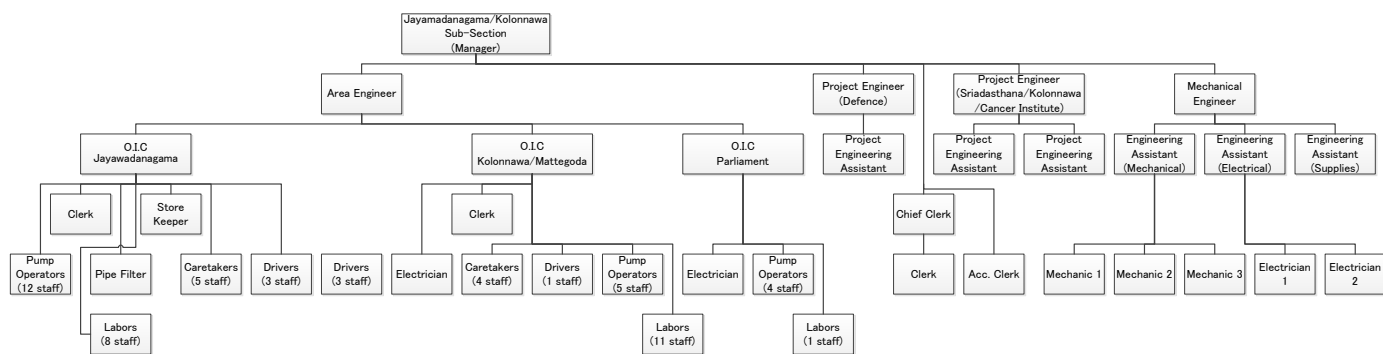
(2) ジャヤワダナガマ / コロンナーワ (Jayawadanagama/Kolonnawa) 管理事務所

ジャヤワダナガマ / コロンナーワ管理事務所の組織図を図 4.3-4 に示す。この地区で収集された下水は、ポンプ場を経て海洋放流されている。この地区はジャヤワダナガマ、コロンナーワ / マッテゴダおよび議会地区の 3 のグループに分かれ、ポンプ場及び下水管渠の維持管理を行っている。

この管理事務所内の下水道は維持管理が適切に実施されており、重大な問題も起こっていないため、一つの事務所で 3 つの維持管理グループを管理している体制は有効であると思われる。

一方、下水道サービスエリアの増加に伴って維持管理業務は増加しており、人員とバキューム・カーなどの機材を増強するだけでなく、必要に応じて民間への外注も検討する必要があると考えられる。

また、この管理事務所は地区内の下水道施設の建設も担っている。工事現場が事務所に近く工事監理が可能のため、彼らの責務の範囲内の中小規模の工事では適切に管理が行われると思われる。



Source: NWSDB

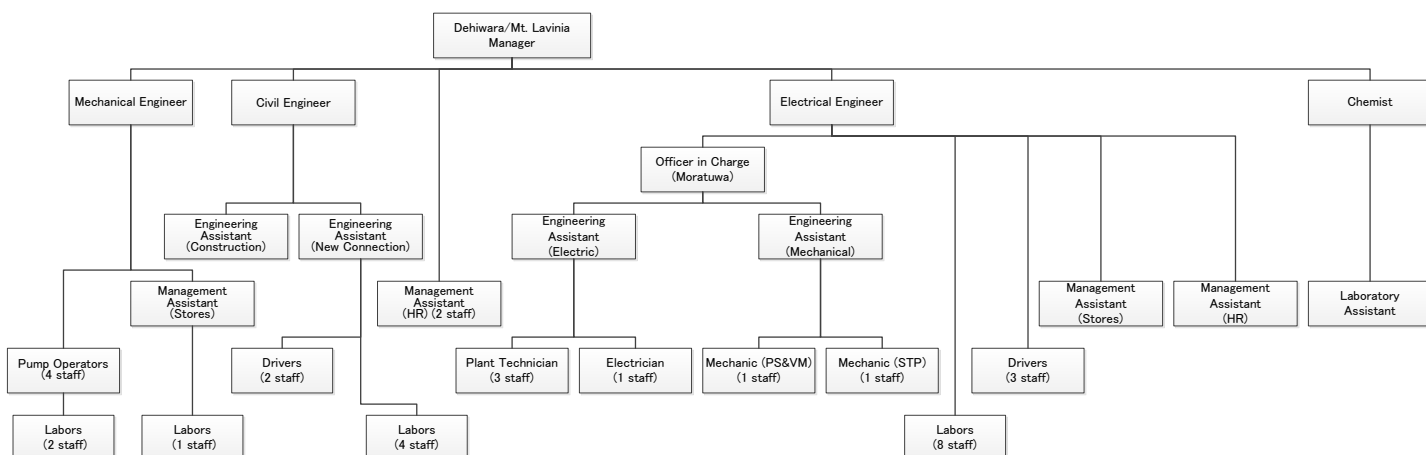
図 4.3-4 ジャヤワダナガマ / コロンナーワ管理事務所の組織図

(3) デヒワラ - マウントラビニア管理事務所

デヒワラ - マウントラビニア管理事務所の組織図を図 4.3-5 に示す。この管理事務所は、すべての下水がポンプ場によって海洋放流されるデヒワラ - マウントラビニア地区担当と下水が活性汚泥法によって処理されるモラトゥワ / ラトゥマラナ地区担当に分かれている。

モラトゥワ / ラトゥマラナ地区担当は下水道管路の管理とソイサプラ (Soysapura) 下水処理場の維持管理を担当している。現在、当下水処理場の処理効率は満足いくものであるが、これは運転開始から 4 年しか経過しておらず、流入量は設計容量の 40% 程度であるためと考えられる。

ソイサプラ下水処理場では汚泥の最終処分が確立されていないことが大きな問題であり、増加する発生汚泥対策が深刻な課題である。

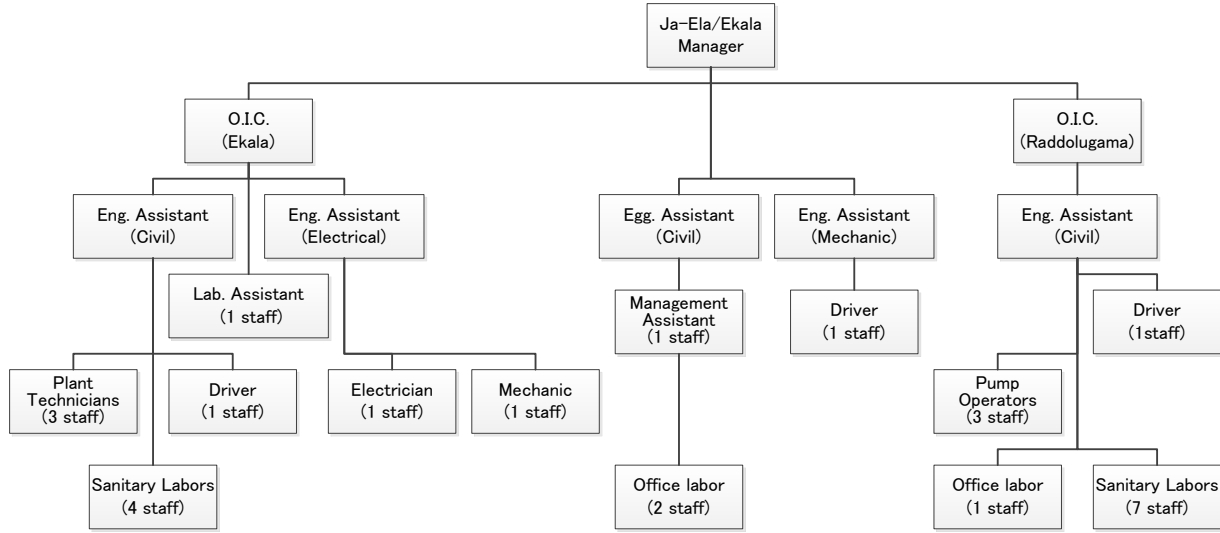


Source: NWSDB

図 4.3-5 デヒワラ - マウントラピニア管理事務所の組織図

(4) ジャエラ / エカラ管理事務所

ジャエラ / エカラ管理事務所の組織図を図 4.3-6 に示す。この事務所では、下水管路と処理場の運転維持管理を担当している。処理場の管理はエカラが、下水管路とポンプ場の管理はラドルガマが担当している。下水処理場では汚泥処理方法が確立されていないことが大きな問題であり、増加する発生汚泥対策が緊急課題である。



Source: NWSDB

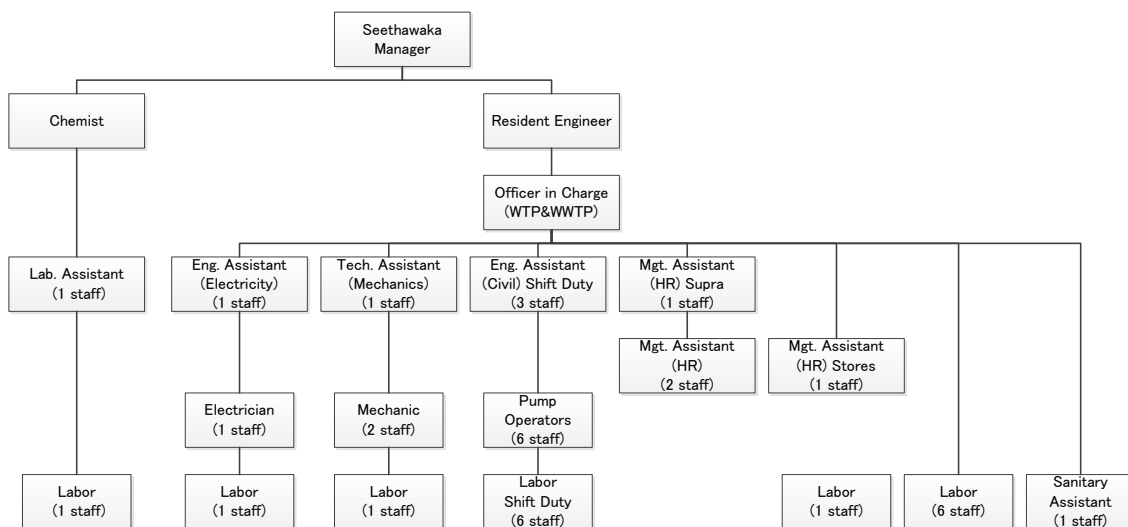
図 4.3-6 ジャエラ / エカラ管理事務所の組織図

(5) シーターワカ (Seethawaka) 管理事務所

NWSDB は、BOI により建設されたシーターワカ工業団地の浄水場と下水処理場の維持管理を委任されており、その維持管理はシーターワカ管理事務所が実施している。シーターワカの組織図を図 4.3-7 に示す。浄水場と下水処理場は隣接しており、工業団地は周辺地区から独立しているので、両施設を統合した維持管理が実施されている。

下水処理場の維持管理は現在、適切かつ効率的に実施されているが、施設の老朽化と流入水質の変化が将来的な課題として懸念されている。従って、人員の増強と必要に応じて設備の更新や補修を BOI と交渉することを検討すべきである。

下水処理場で発生した汚泥は工業団地内の廃棄物処分場で処分されており、汚泥処分地についての懸念はない。

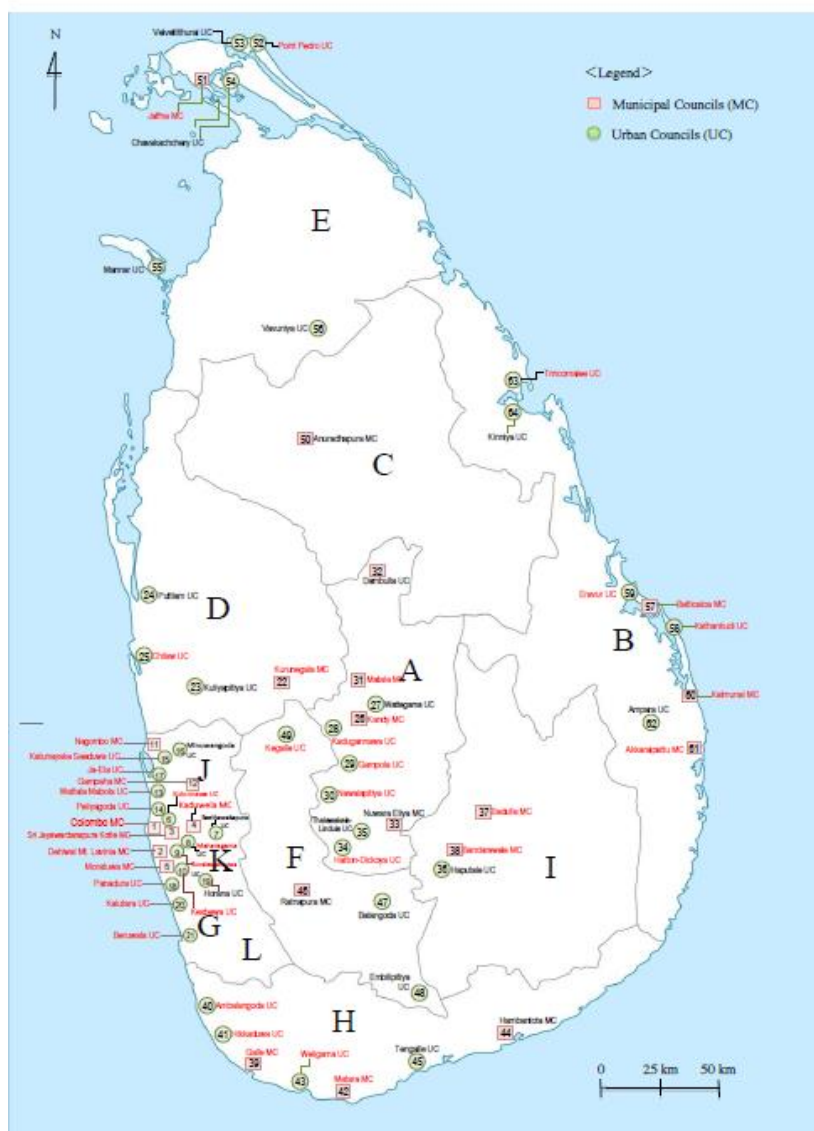


Source: NWSDB

図 4.3-7 シーターワカ管理事務所の組織図

(6) 流域サポートセンター (RSC) の組織

下水道事業における維持管理を支援するため、NWSDB は全国 12 地域に地域サポートセンター (RSC: Regional Support Centre) を配置している。図 4.3-8 には各 RSC がどの地域を担当しているか担当地区を、表 4.3-3 には各 RSC の職員数と下水道事業に関する主要な業務内容を示す。



Source: NWSDB

図 4.3-8 各 RSC の管轄エリア

スリランカでは下水道普及率が低く、また腐敗槽などのオンサイト処理施設の維持管理についても、人口密度の低い地方では活発に行われてはいない。このため、RSC で下水道に関する業務を行っているのは、西部州のコロンボ周辺の G, J, K, L の RSC である(図 4.3-8 及び表 4.3-3)。

表 4.3-3 RSC の主な業務と職員数

Position		戦略レベル	技術レベル			現場レベル				実施中の下水道事業
			2	3	4	5,6	7,8,9	10,11	12,13		14,15
RSC		DG M	AG M	チーフ	上級エンジニア/エンジニア	エンジニア補佐 Class I/II	熟練職員 Spl. Class I/II	熟練職員 Class I/II	未熟練職員	
A	Central	1	5	18	22/78	16/19/80	32/75	170/172	67/112	1. Hantana 下水道事業の O&M 2. Kandy 市下水道事業
B	East	1	4	11	8/50	13/12/92	23/72	198/136	114/211	なし
C	North Central	1	2	9	9/24	3/15/45	22/39	70/74	41/89	なし
D	North West	1	2	11	10/40	9/8/32	35/41	71/53	49/54	Greater Kurunegara 上下水道事業
E	North	1	2	6	5/24	2/2/29	2/15	25/41	34/45	Jaffna-Killinochchi 上下水道事業
-	Production	1	-	6	4/17	9/13/23	26/37	58/51	64/80	なし(水道のみ実施)
F	Sabaragamuwa	1	3	8	9/41	8/14/45	25/66	83/111	58/136	なし
G	GCS	-	1	4	1/18	5/5/14	3/22	33/49	6/73	1. CMC 地域以外の Western RSC 内の下水道事業の O&M 2. Seethawaka と Biyagama BOI 下水処理場の受託による O&M 3. Western RSC 内の住宅団地下水処理場の O&M 4. Greater Colombo 下水道事業, Jaela/Ekala & Ratmalana/Moratuwa 下水道事業, Greater Colombo 内の世銀事業
H	Southern	1	1	13	21/59	30/20/95	79/136	222/206	173/238	1. Hikkaduwa と Kataragama の下水道事業の O&M 2. Kataragama 下水道事業の拡大とリハビリ
I	Uva	1	2	9	8/29	4/16/34	11/33	74/95	93/117	なし
J	Western North	1	2	12	13/54	19/13/84	47/81	128/148	53/146	RSC が実施
K	Western Central	1	2	16	22/73	21/24/142	56/187	285/199	126/252	
L	Western South	1	2	13	15/49	13/26/73	50/96	101/105	44/187	

Source: JET

4.3.2 下水管渠の管理機器

下水道の維持管理において、管渠が詰まる事象は直接市民生活に関連しており、可能な限り早期に対処することが極めて重要である。表 4.3-4 に大コロombo圏下水部門における下水設備維持管理に使用される重機及び各所有数を示す。

今後、下水道の整備区域が拡大することにより、管路施設のトラブルは確実に増加してゆくと考えられる。そのため、NWSDB が管理する下水道事業では NWSDB が重機を適切に配置してゆく必要がある。管路施設のトラブルへの対応の遅れは、道路の浸水などにより市民生活に影響を与える可能性があるため、十分な機材を確保して、迅速で確実な対応が極めて重要である。

表 4.3-4 GCS における下水設備維持管理に使用される重機及び各所有数

	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

4.3.3 現在の維持管理状況

(1) 下水設備の維持

表 4.3-5 には NWSDB の大コロombo圏下水部門が所管する 4 つの下水道事業における管路施設への市民からの苦情件数とそれに対する対応数を示した。シーターワカ地区内は殆どが事業所であり、苦情件数は現在のところないが、他の区では 1 年間に 270 から 395 件の苦情が寄せられている。表では苦情数と対応数に差がみられるが、対応できなかったのは主として下水道管の詰まり箇所アクセスできなかったためである。

今後、各下水道事業において整備区域の拡大に伴い、苦情件数は確実に増加するため、対応できなかった箇所への対応方法も含めて、苦情に対して迅速に確実に対応できるように機材を適切に配備する必要がある。

表 4.3-5 管路施設に対する苦情件数と対応数 (2015 年)

Region	Complaints Received	Complaints Attended-To
Moratuwa/Ratmalana	320	320
Ja-ela/Ekala	270	235
Seethawaka	0	0
Jayawadanagama/Kolonnawa	395	393

Source: JET

(2) 下水処理場維持管理

表 4.3-6 には NWSDB が管理する下水処理施設の中で主要な 3 つの下水処理場、モラトゥワ/ラトマラナ、ジャエラ / エカラ、シーターワカ (BOI からの委託施設) の流入下水と放流水の年平均水質を示した。3 下水処理場共に放流基準 (BOD=30mg/L) を下回っており、良好に処理

されている。ただ、シーターワカ 処理場以外は流入下水量が処理能力の半分程度しかないため、処理区域の拡大に伴い流入下水量が増加すると、高い処理効率を維持するためには、下水処理場の適切な O&M がますます重要となる。

また、NWSDB が所管する下水道事業区域には下水を未処理で海洋放流しているところがある。今後、放流水質基準が見直しにより厳しくなれば、処理施設の建設や他処理区への下水の移送等について検討する必要がある。

表 4.3-6 下水処理場の流入・放流水質 (2015 年平均)

Parameter	BOD (mg/L)		COD (mg/L)		SS (mg/L)		T-N (mg/L)		T-P (mg/L)	
	Inf.	Eff.	Inf.	Eff.	Inf.	Eff.	Inf.	Eff.	Inf.	Eff.
Moratuwa/Ratmalana	99	3.6	260	42	340	6.3	54	12	2.7	0.71
Jaala/Ekala	190	6.7	630	56	530	18	70	12	-	-
Seethawaka	150	28	400	110	150	55	38	22	-	-

Source: NWSDB

4.4 NWSDB の下水道部の組織能力の現状

4.4.1 計画設計

下水道事業実施に関する決定は、NWSDB の政策・計画部によって原案が作られ、取締役会により決められた手続きに沿って行われる。必要な承認が得られた事業は、下水道部の計画・設計課がその実施を請け負う (エラー! 参照元が見つかりません。と表 4.3-1)。

上下水道の計画と設計の人員を表 4.4-1 に示す。現在、下水を担当する人員は少ないが、下水道事業の増加に伴い増員される予定である。

現在、計画と設計を担当する機械と電気の技術者や技術補助員は下水道部には配置されておらず、機械と電気の業務は上水道の人員で対応している。このため、計画と設計を遅滞なく実施するためには、下水道部の計画・設計に機械と電気の技術者の確保が必須である。

表 4.4-1 上下水道の計画・設計人員

	Categories	Water Works	Sewerage Works
1	DGM	1	-
2	Specialist	2	-
3	AGM (Civil)	4	1
4	AGM (Mechanical/Electrical)	1	-
5	Chief Engineer (Civil)	9	2
6	Chief Engineer (Mechanical/Electrical)	21	-
7	Engineer (Civil)	1	6
8	Engineer (Electrical)	1	-
9	Engineer (Electronic)	2	-
10	Engineer (Mechanical)	6	-
11	Assistant Engineer	1	-
12	Engineer Assistant (Mechanical)	1	-
	Others	91	10
	Total	141	19

Source: JET

4.4.2 建設

下水道事業は計画、設計から建設段階に移行する。建設はプロジェクトダイレクター（PD）を長とする事業チームにより実施される。図 4.3-2 に示すように、PD は下水道の DGM 傘下である。事業の調整と予算の管理は AGM が担当している。

建設は常設の組織ではなく、事業ごとに、その規模や要件に合わせたプロジェクトチームが設立され実施される。現在、キャンディ、クルネーガラ、カタラガマ、大コロombo圏排水管理プロジェクトおよび世銀事業の 5 事業が実施中であるが、ジャフナ、スリジャヤワルダナプラコッテ及びハンバントタの事業が始まれば、建設担当の DGM が任命され、事業をより効率的に管理する。

4.4.3 戸別接続

現在、下水道事業のほとんどは大コロombo圏で実施されている。従って、個別接続の監理は下水道部の大コロombo圏下水道課で実施されている。

下水道が全国的に実施されれば、RSC に設置される下水道部が個別接続を監理することが効率的である。下水道部傘下に AGM をトップとした週ごとに下水道課を設置し、地域の下水処理場と管路施設の維持管理を監督することが効果的と思われる。

4.4.4 運転維持管理

- 下水管渠
- 下水処理場とポンプ場

NWSDB が管理する浄水場の管理要員と各浄水場の課題を表 4.4-2 に示す。維持管理要員は運転要員よりかなり多くなっている。例えば、ビヤガマ浄水場では、運転要員が 2 人に対し維持管理要員は 11 人である。維持管理要員が多い割には、ポンプの修理や機械と電気設備の維持管理が課題として挙げられている。

表 4.4-3 に下水処理場の場合を整理した。ソイサプラ処理場では、技術補助員（機械）を含む維持管理要員は 9 人で、運転要員は 3 人である。エカラ 処理場では、機械、電気を含む維持管理要員は 6 人で、運転要員は 3 人である。両処理場とも、維持管理要員は処理場だけではなく、下水管路の維持管理も担当している。

NWSDB で管理している下水処理場は稼働から 2~3 年程度のため設備の問題は少ないが、時間が経過するに従って劣化による設備の問題が発生する頻度は増える。従って、近い将来には維持管理要員の増加がある程度必要である。要員の増加が困難な場合には、監督は NWSDB で行い、維持管理作業を民間企業に外注する方法も考えられる。

表 4.4-2 浄水場の運転維持管理要員数と管理の課題

		Ambatale WTP	Biyagama WTP	Kandana WTP	Kethhena WTP	Kalatuwawa WTP	Labugama WTP
Operation	Number of shift	3	3	3	3	3	3
	Number of Operators	13	2	2	5	6	5
Maintenance	Number of staff	41	11	13	12	13	21
Water analysis	Number of staff	9	4	5	1	4	1
Issues	In Operation	Raw water Quality deterioration, Oil contermination	1. Water level reducing 2. Water Plution, Fucdry discharge	1. Soil Errotrion 2. Fertry dicharges	1. Salality problems 2. Factry dirchagers	Amoria & iron presentages are in high level	Amoria & iron presentages are in high level
	In Maintenance	Cannot be purchase good quality goods(as per the tender procedier)	1. Pump repaining 2. Electrical & Mechanical and repaira works	1. Pumps reparing 2. Elactrical & Mechanical reappear works	1. Pretetor to be Construction 2. Circulation Pumps to be purchased	1. Pump repaining 2. Electrical & Mechanical and repaira works	1. Pump repaining 2. Electrical & Mechanical and repaira works

Source: JET

表 4.4-3 下水処理場と浄水場の運転維持管理要員数

		Operator	Maintenance
STP	Soysapura	3	9 (Including a mechanical engineer assistant and a mechanic) Not only maintenance works of STP but also that of sewer networks
	Ekala	3	6 (Including a mechanic and an electrician) Not only maintenance works of STP but also that of sewer networks
WTP	Biyagama	2	11 Maintenance works only in Water Treatment Plant (WTP : 浄水場)

Source: JET

4.4.5 研修システム

NWSDB の研修センターが技術研修を 41 コース、非技術研修を 36 コース、コンピューター/IT 研修を 19 コース実施している。また、地域事務所が技術研修を 13 コース、主に現場の運転管理業務の従事者を対象にした研修を 23 コース実施している。DGM も技術研修を 10 コース支援している。大学での博士および修士課程等の外部研修や各種学士コースも NWSDB で準備されている。付則の研修プログラムから抜粋した下水道関連の技術研修を表 4.4-4 に示す。

表 4.4-4 下水道関連の技術研修（2015 年）

Category	No. in Attach File	Title of the Program	Target Group	Term (Day)
(In House)				
Estimation and Contract	1	Procurement Management	Executives	1
	2	Pre-Contact activities in NWSDB (preparation Bidding documents, procurement process and Financial aspects of bidding process)	Engineers/EAA/and other related Executives	2
	3	FIDIC Conditions of Contracts	Project Engineers/ Accountants	1
	4	Advance bid Evaluation	Addi(GM)/DGM/AGM	2
	5	Preparation of Estimates pipe lines and structures	Engineers/EAA/QSS	3
Construction	7	Construction Management	Engineers	2
Installation	19	Design Selection Installation & Testing of water pumps	Engineers	2
On-site	15	Operation and Maintenance of Panel boards	EA/TPT /Electricians	1
	16	Maintenance of Air Conditioning Systems	EA/Mechanics/Electricians	1
	17	Maintenance and Repair of Gas Chlorinators	EA/TPT/ Mechanics/ Electricians/ Pump Operators/ labors	3
	18	Rewinding of Electrical Motors	EA(Elc)/ Electricians	1
	21	Operation and Maintenance of Water Pumps	EAA/TPT/Pump Operators	2
	23	Operation and Maintenance of wastewater Treatment Plants	Engineers/EAA/TPT	2
	30	Waste Water Treatment Process	Engineers/ Chemists	2
	41	Welding Technology	Welders	2
(In RSCC)				
On-site	8	Operation and Maintenance of Electrical Motors and Starters & Panel Board	Pump Operators	1
	9	Operation and Maintenance of Pumps	Pump Operators	1
	11	Safety Transportation of Chlorine Cylinders	Laborers/ Work supervisors	1
	12	Site Safety	Mixed Group	1
	13	Preventive Maintenance	Laborers/ Work supervisors	1
(By DGM Production)				
On-site Management	1	Monitoring and Controlling Production Process by using SCADA Systems	Engineers/EAA/TPT	1
	2	Optimize the Energy Consumption by Operational Excellence	Engineers/EAA/TPT	1
	5	Preventive Maintenance and Asset Management technique to optimize the Operational life of the Plant and Equipment	Engineers/EAA/TPT	2
	6	Energy Saving	Mixed	1
	7	Pneumatic control Systems	Mechanic/ Electrician/TPT	1
ISO	8	Training on ISO 17025	Manager/ Chemist/OICC/ Lab. Assist.	1
	9	Training on ISO 9001:2008	Mixed	1

Source: NWSDB

下水道関連の研修は充分のように見えるが、基本的には下水道技術者や作業員のみではなく、ほとんどの研修は水道の担当と合同である。

2016年2月3日に実施された NWSDB の研修センターにおける聞き取り調査によれば、下水道施設が少なく人員も少ないので、下水道担当のみの研修は少ない、とのことであった。

下水道の整備が継続的に促進されれば、下水道に携わる人員も増加し、それに伴い下水道の研修も増加するであろう。必要となる研修には表 4.4-5 に示すものが挙げられる。

表 4.4-5 下水関連で必要となる研修

Category	No.	Title of the Program
Planning	1	Planning of Sewage Works
	2	Principle of Asset Management
Designing	1	Designing of Sewer System
	2	Jacking Method
	3	Rehabilitation of Pipe Networks
	4	Designing of STP
	5	Mechanical System Design in STP
	6	Electrical System Design in STP
O&M	1	Maintenance of Sewer System
	2	Operation of STP
	3	Maintenance of Mechanical System in STP
	4	Maintenance of Electrical System in STP
	5	Water Quality Management
	6	Commercial and Industrial Wastewater Management
Safety Management	1	On-site Safety management
Risk Management	1	On-site Risk Management

Source: JET

その他、NWSDB 職員の給料、諸手当、昇格制度等に関する情報を **APPENDIX 1** に記載する。

4.5 NWSDB 下水道部門の財務状況

4.5.1 中央政府の財政状況

表 4.5-1はスリランカ政府の予算収支を示している。表 4.5-1の年間予算収支に示されるように、政府は過去5年間4,500億から5,910億LKRの巨額の赤字を計上してきた。これらの赤字額は資本支出額全体とほぼ同じであり、海外及び国内からの借入によって賄われている。外国融資（純額）は総融資額の24%から59%を占めている。資本支出に関して、スリランカ政府は2国間と国際機関を含む外国融資にまだまだ依存している状況である。さらに、近年ではあらゆる分野の公共サービスに活用される資本支出の年間予算（Capital Expenditure）は5,000億LKRを下回っている。

表 4.5-1 中央政府の年間予算収支

単位: billion LKR.

Item	2011	2012	2013	2014		2015
				Approved Estimate	Provisional	Approved Estimates
Total Revenue and Grants	983.00	1,067.53	1,153.31	1,469.49	1,204.62	1,534.70
Total Revenue	967.86	1,051.46	1,137.45	1,437.49	1,195.21	1,504.70
Tax Revenue	845.70	908.91	1,005.90	1,274.60	1,050.36	1,337.00
Non Tax Revenue	122.16	142.55	131.55	162.89	144.84	167.70
Grants	15.14	16.07	15.86	32.00	9.42	30.00
Expenditure and Lending Minus Repayments	1,433.18	1,556.49	1,669.40	1,985.62	1,795.87	2,034.08
Current Expenditure	1,024.91	1,131.02	1,205.18	1,328.28	1,322.90	1,552.04
Capital Expenditure	377.81	400.08	454.30	641.12	459.86	472.93
Lending Minus Repayment	30.46	25.39	9.91	16.21	13.11	9.11
Current Account Surplus (+) / Deficit (-)	-57.05	-79.56	-67.73	109.21	-127.69	-47.34
Overall Budget Surplus (+) / Deficit (-)	-450.18	-488.97	-516.09	-516.13	-591.24	-499.38
Financing	450.18	488.97	516.09	516.13	591.24	499.38
Foreign Financing (Net)	218.96	286.46	123.70	286.85	212.52	291.38
Gross Borrowing	317.75	486.82	327.69	382.85	395.63	495.46
Repayments	-98.79	-200.37	-203.99	-96.00	-183.11	-204.09
Domestic Financing	231.22	202.51	392.39	229.28	378.72	208.00
Market Borrowing	236.02	202.51	379.39	229.28	392.08	208.00
Non-Bank	44.17	70.98	82.41	129.28	265.16	138.00
Bank	191.85	131.53	296.98	100.00	126.93	70.00
Other Borrowing	-4.80		13.00		-13.36	
Public Debt Outstanding	5,133.37	6,000.11	6,793.25	n.a	7,390.90	n.a
Domestic	2,804.09	3,232.81	3,832.83	n.a	4,277.78	n.a
Foreign	2,329.28	2,767.30	2,960.42	n.a	3,113.12	n.a

Source : Sri Lanka Socio-Economic Data 2015

NWSDB は多くの下水道施設の建設、運転維持管理を担当しているが、下水道施設の建設資金はスリランカ政府から来ており、スリランカ国政府の資金源が借入金であっても、NWSDB に対しては、中央政府からの無償となっている。

中央政府の資本投資 (Capital Expenditure) に公営企業への貸付を加えた公共投資 (Public Investment) の内訳は、表 4.5-2 のようになっている。

表 4.5-2 中央政府の公共投資

Item	2010	2011	2012	2013	単位 : billion LKR.	
					2014	%
					Provisional	
Capital Expenditure	302.09	377.81	400.08	454.30	459.86	94.5
Lending to Public Enterprises	54.43	44.49	43.89	26.90	26.75	5.5
Public Investment	356.52	422.30	443.97	481.20	486.61	100.0
Education	19.05	22.32	28.93	31.98	50.36	10.3
Health	13.33	14.79	17.15	19.92	22.25	4.6
Police and Public Security	1.30	3.82	0.94	1.17	3.34	0.7
Civil Administration	20.21	28.67	26.57	31.63	40.28	8.3
Housing and Common Amenities	5.49	7.10	7.82	8.01	20.57	4.2
Community Services	18.33	19.14	17.27	17.73	19.15	3.9
Agriculture and Irrigation	24.86	28.62	30.35	36.72	57.10	11.7
Energy and Water Supply	66.57	83.19	85.60	87.52	51.32	10.6
(Of which Capital Transfer to NWSDB)	(19.04)	(29.18)	(31.45)	(25.89)	(26.40)	(5.4%)
Transport and Communication	165.51	190.03	204.54	210.40	177.47	36.5
Others	21.87	24.62	24.80	36.12	44.77	9.2

Source: Annual Report 2014, Ministry of Finance, Sri Lanka

表 4.5-2 より、交通・通信への公共投資が 2014 年度で全体の 36.5%と最も多く、続いて農業・灌漑 (11.7%)、エネルギー・水道 (10.6%)、教育 (10.3%) の順となっている。NWSDB への投資は全体の 5.4%で、下水道への投資はさらに少ない。スリランカ政府の予算は、あらゆる公共事業の巨額の資金需要に比較すると限られたものであり、下水道部門への予算配分が増加されるためには、下水道に高い優先順位が政府から与えられる必要がある。

4.5.2 NWSDB の財務状況

(1) 財務諸表

表 4.5-3 から表 4.5-5 は、NWSDB の過去数年間における財務諸表を示している。財務諸表は会計検査局 (Auditor General's Department) によって監査されてきた。この機関は政府機関であるが、大統領によって任命され、政府のどの省や官僚の監督下にも置かれず、独立性が高く透明性のある機関である。

NWSDB は、2012 年に、古いスリランカ会計基準 (SLAS) から新しいスリランカ会計基準 (SLFRS/LKAS) に準拠した、新たな会計システムを導入した。それ以降、財務諸表の構成は、国際財務報告基準 (IFRS) を参考にした新基準に従って作成されている。表 4.5-3 の財政状態計算書 (Statement of Financial Position) は、通常の貸借対照表に対応し、表 4.5-4 の包括利益計算書 (Statement of Comprehensive Income) は通常の損益計算書に対応しているが、全く同一ではない。

現在の NWSDB の財務諸表では、下水道サービスの収入と支出は示されておらず、水道サービスの収支と合算された金額が示されている。そのため、NWSDB の下水道部は、下水道使用者の接続数、水道使用量、ならびに下水道の収入・支出等のデータを収集・分析している。これらのデータは非常に有益だが、監査されてはならず、下水道施設の資産データや減価償却費を含んでいない。下水道サービスの財務情報の正確な理解のために、下水道を別個に分離した会計システムの整備が必要である。もしくは、現在の財務諸表に水道部門と下水道部門それぞれの「セグメント情報」を追加すること、といった方法が考えられる。セグメント情報は IFRS の定型フォーマットの一つである。セグメント情報の一例 (本田技研工業株) を表 4.5-6 に示す。

表 4.5-3 NWSDB の財政状態計算書

単位: million LKR.

Year	2010	2011	2012	2013	2014
ASSETS					
Non-Current Assets					
Property, Plant & Equipment-Net	73,488.50	84,358.60	106,084.07	107,585.12	109,865.64
Intangible Assets	255.07	204.05	153.04	102.03	52.96
Capital Work in Progress	75,122.04	93,616.62	103,647.17	121,418.02	149,059.34
Other Financial assets	65.48	47.02	37.82	31.01	22.81
Total Non-Current Assets	148,931.09	178,226.29	209,922.10	229,136.17	259,000.75
Current Assets					
Non Operating Assets	186.53	129.52	117.76	117.90	117.90
Inventories	2,888.14	2,942.96	3,193.20	3,749.73	5,623.80
Trade & Other Receivables	3,953.33	4,442.51	4,930.18	5,388.79	5,544.27
Deposit & Advances	5,573.16	4,456.41	3,496.45	4,286.65	9,530.56
Investments	357.41	892.09	12.34	340.97	244.26
Cash & Cash Equivalent	1,415.66	810.40	1,874.27	1,879.88	2,756.52
Total current assets	14,374.24	13,673.89	13,624.20	15,763.91	23,817.31
TOTAL ASSETS	163,305.33	191,900.17	223,546.30	244,900.08	282,818.05
EQUITY & LIABILITIES					
Equity					
Assets taken over from Government Dept.	185.48	185.48	185.48	185.48	185.48
Staff Welfare Fund	13.47	13.94	14.42	15.10	15.24
Retained Earnings	-12,920.39	-12,733.33	-13,466.81	-12,240.04	-10,814.26
Grants-Government Grants	62,617.52	69,440.02	77,931.82	81,070.00	88,161.76
Capital Grants	78,517.96	94,049.87	116,361.73	129,350.33	151,974.12
Total Equity & Grants	128,414.03	150,955.99	181,026.64	198,380.87	229,522.34
Non-Current Liabilities					
Loan Payable	23,070.63	27,838.90	29,011.51	32,146.72	37,715.44
Other Deferred Liabilities	2,485.30	2,529.00	2,152.08	2,152.12	2,194.04
Total Non-Current Liabilities	25,555.92	30,367.90	31,163.59	34,298.83	39,909.48
Current Liabilities					
Trade & Other Payables	3,654.78	5,290.85	4,923.02	5,246.17	6,961.19
Loan Capital Payable	2,362.32	2,687.80	3,592.78	4,470.62	3,440.62
Loan Interest Payable	3,157.13	2,464.63	2,768.28	2,431.66	2,912.50
Non Operating Liabilities	161.15	133.01	71.98	71.93	71.93
Total Current Liabilities	9,335.38	10,576.29	11,356.07	12,220.37	13,386.23
TOTAL EQUITY AND LIABILITIES	163,305.33	191,900.17	223,546.30	244,900.08	282,818.05

Source: NWSDB, website

表 4.5-4 NWSDB の包括利益計算書

単位: million LKR.

Year	2011	2012	2013	2014
Revenue	12,609.70	14,344.21	17,074.99	18,710.05
Cost of Sales	-7,470.49	-8,821.80	-10,015.14	-11,325.83
Gross Profit	5,139.21	5,522.41	7,059.85	7,384.22
Other Operating Income and Gains	1,318.54	1,586.51	1,195.41	1,443.78
Administrative Expenses	-4,680.82	-5,848.14	-5,831.43	-5,985.33
Other Operating Expenses	-227.43	-54.48	-559.43	-334.37
Operating Profit / (Loss)	1,549.51	1,206.31	1,864.40	2,508.30
Finance Income	131.26	213.96	225.69	213.24
Finance Cost	-943.36	-1,013.25	-1,039.76	-1,242.53
Profit / (Loss) before Tax	737.41	407.02	1,050.33	1,479.00
Provision for Income Taxation	-53.06	-40.22	-47.47	-53.11
Profit / (Loss) for the Year	684.35	366.80	1,002.86	1,425.89
Other Comprehensive Income for the Year, Net of Taxes	-	-	-	-
Total Comprehensive Income for the Year	684.35	366.80	1,002.86	1,425.89

Source: NWSDB, website

表 4.5-5 NWSDB のキャッシュ・フロー計算書

単位: million LKR.

Year	2011	2012	2013	2014
CASH FLOWS FROM / (Used in) OPERATING ACTIVITIES				
Net Profit / Loss(-) before tax	737.41	407.02	1,050.33	1,479.00
<i>Adjustments for:</i>				
Interest Income	-131.26	-213.96	-225.69	-213.24
Profit (-) / Loss on disposal of Fixed Assets	1.01	3.69	-0.02	-1.54
Depreciation	1,997.68	2,026.53	2,586.09	2,730.44
Amortization of intangible Assets				0.29
Grant amortization against depreciation	-277.80	-336.79	-590.25	-699.69
Revaluation surplus	474.26	776.84	-	-53.71
Retiring gratuity provision	216.76	-146.35	241.66	227.14
Opening Balance Adjustments	-496.35	-76.52	-	0.03
Non conversion adjustment	-0.47	534.44		
Interest Expenses	943.36	1,013.25	1,039.76	1,242.53
Operating Profit before Working Capital Changes	3,464.60	3,988.15	4,101.88	4,711.24
Increase (-) / Decrease in Inventories	-54.82	-250.24	-607.66	-1,874.07
Increase (-) / Decrease in Debtors, Rece'bles & Deposits	685.92	509.98	-1,264.09	-5,402.60
Increase / Decrease (-) in Creditors & Provisions	1,615.81	-463.74	335.18	1,756.95
Cash Generated from Operations	5,711.51	3,784.15	2,565.31	-808.48
Tax Paid	-53.06	-40.22	-47.47	-53.11
Gratuity paid	-180.93	-195.69	-241.66	-227.14
Net Cash Flows from Operating Activities	5,477.52	3,548.24	2,276.18	-1,088.73
CASH FLOWS FROM / (Used in) INVESTING ACTIVITIES				
Investments in Fixed Assets & Work-In-Progress	-31,841.84	-36,129.77	-21,595.00	-31,492.38
Withdrawal of other financial assets	18.46	9.20	6.81	8.20
Sale proceeds for disposal assets	4.22	8.96	0.05	5.61
Investment Income Received	129.93	188.02	240.83	216.45
Investment (-) / Withdrawal of Investments	-534.68	879.75	-328.63	96.71
Net Cash Flows used in Investing Activities	-32,223.91	-35,043.84	-21,675.93	-31,165.42
CASH FLOWS FROM / (Used in) FINANCING ACTIVITIES				
Government Grant during the Period	8,193.23	9,906.40	5,147.35	7,768.32
Capital Grant during the period	15,786.18	22,623.62	13,530.55	23,177.80
New Loans	4,768.28	2,665.42	4,213.78	5,569.22
Loan Repayments	325.48	-610.99	-200.74	-1,030.50
Interest Paid	-1,635.86	-686.43	-1,376.38	-1,871.94
VAT payments through treasury funds	-1,296.18	-1,338.56	-1,909.20	-482.11
Net Cash Flows from Financing Activities	26,141.13	32,559.46	19,405.36	33,130.79
Net Increase in Cash & Cash Equivalents	-605.26	1,063.86	5.61	876.64
Cash & Cash Equivalents at the beginning of the year	1,415.66	810.40	1,874.27	1,879.88
Cash & Cash Equivalent at the end of the year	810.40	1,874.27	1,879.88	2,756.52

Source: NWSDB, website

表 4.5-6 セグメント情報 (IFRS) の例、本田技研工業株

Business Segment Information (IFRS)			
Motorcycle business			
Unit sales and Net Sales			
	Unit sales : (thousand)	Financial Year (FY : 会計年度) 2014	FY2015
	Japan	226	199
	North America	278	286
	Europe	166	191
	Asia	7,858	8,478
	Other	1,804	1,571
Financial Data			
	Japanese Yen (JPY : 日本円) (millions)	FY2014	FY2015
	Sales revenue		
	External customers	1,689,228	1,846,666
	Intersegment	-	-
	Total	1,689,228	1,846,666
	Segment profit	176,898	192,154
	Segment assets	1,316,079	1,489,703
Financial Index			
		FY2014	FY2015
	Operating margin	10.5%	10.4%
Automobile business			
Unit sales and Net Sales			
	Unit sales : (thousand)	FY2014	FY2015
	Japan	788	696
	North America	1,754	1,750
	Europe	171	161
	Asia	531	637
	Other	286	269
Financial Data			
	JPY (millions)	FY2014	FY2015
	Sales revenue		
	External customers	9,178,773	9,603,335
	Intersegment	70,591	154,536
	Total	9,249,364	9,757,871
	Segment profit	461,156	279,756
	Segment assets	6,795,373	7,653,645
Financial Index			
		FY2014	FY2015
	Operating margin	5.0%	2.9%

Source: edited by JET with the data on web site of HONDA; http://world.honda.com/investors/financial_data/segment_ifrs/

(2) NWSDB の経営財務状況

NWSDB は独立採算制を採用している。中央政府の財政支援は、水道・下水道施設建設費の一部（無償、ローンの割合は後に記載する）の無償供与に限られている。NWSDB はこれ以外にいかなる政府の財政支援も受けていない。

表 4.5-4 に示されるように、NWSDB は 2011 年から 2014 年の間、純利益を計上しており、その額も増加してきた。2014 年には、純利益の規模は総収入の 7.6% であった。総資産利益率 (Return on Equity (ROE : 株主資本利益率) : 当期純利益 ÷ 総資産) は最低で 0.16% (2012 年)、最高で 0.50% (2014 年) であった。自己資本利益率 (ROE : 当期純利益 ÷ 自己資本) は最低で 0.20% (2012 年)、最高で 0.62% (2014 年) であった。一般的に、ROA が 5% 以上の場合、当該企業の財務状況は良好であり、ROA が 1~2% の場合、財務状況は普通である。NWSDB の ROA は小さいが、プラスの数値を示している。

表 4.5-3 財政状態計算書の流動負債の「借入金金利」および「借入金元本」は 1 年以内に NWSDB が返済しなければならない債務金額を示している。他方で、実際に返済したローンの元本・金利額は、キャッシュ・フロー計算書の「財務活動によるキャッシュ・フロー」の「借入金返済額」及び「利子支払額」に記載されている。キャッシュ・フロー計算書におけるマイナスの数字は借入金や利子の減少、すなわち返済を行った金額を示している。

図 4.5-1 に示されたように、借入金元本および借入金金利、つまり支払うべき金額 (水色) は、実際の支払額 (借入金元本・利子支払額) (小豆色) を超えている。これは、NWSDB が借入金の全額を返済できなかったことを示唆している。未返済の元本と金利 (黄緑色) は 34.5 億 LKR から 53.3 億 LKR の間で推移してきた。借入金の 96% 以上は、国庫を通じた外国融資で構成されている。そのため、NWSDB の純利益は国庫 (中央政府) に借入金返済の一部を待ってもらうことで計上されてきた。

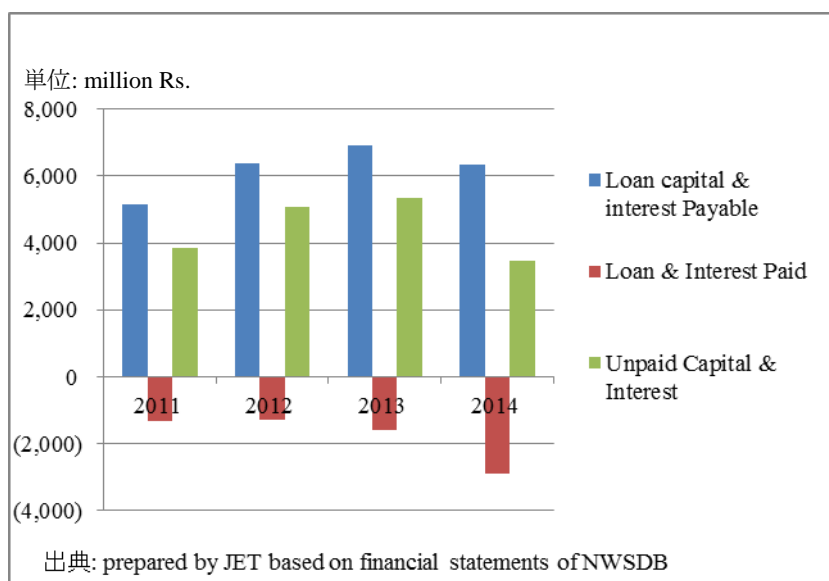


図 4.5-1 NWSDB の未返済借入金元本・金利額

2013 年 11 月に国会で発表された予算演説 2014 によると、NWSDB に対する中央政府ローンの元利残高 (約 600 億円) を、NWSDB の財務能力を強化するために政府資本に書き換えるとのことであった。また、これ以降のプロジェクト予算確保を NWSDB 自身で行うこととされた。

しかし、2015 年に中央政府の政権交代があった。財務省 (MOF) は 2016 年 1 月 26 日に、「水道と下水道事業に関する海外融資メカニズムの規制」と題した内閣覚書 (Cabinet Memorandum) を発行した。この覚書によると、「NWSDB があらゆる将来の借入において第一の借手となるであろう。しかし、仮に貸手が直接 NWSDB に貸付を望まない場合、スリランカ政府はケースバイケースでそうした借入について検討する。」としている。

そして、都市水道、村落水道、下水道の各施設建設について、(外国融資プロジェクトであろうが国内融資プロジェクトであろうが) 総負債額(元本と金利)の、以下に述べる割合に応じて中央政府の無償が供与されることが再開された。

都市水道プロジェクト:	50%を国庫負担 50%を NWSDB 負担
村落水道プロジェクト:	75%を国庫負担 25%を NWSDB 負担
下水道プロジェクト:	100%を国庫負担

覚書は、全ての水道及び下水道プロジェクトの海外融資の自国負担分についても、国庫から支払われる旨、記載されている。

NWSDB 全体の財務状況に関する、その他の特筆事項は次の通りである。

- 「土地、施設および設備の純額」は過去 5 年間(2010 年から 2014 年)で 364 億 LKR 増加した。
- 「建設途中施設」も同期間に 739 億 LKR 増加した。
- 上記 2 資産の増加(合計 1,103 億 LKR)は、「無償-政府無償」(255 億 LKR 増)、「資本無償」(735 億 LKR 増)、および非流動負債の「借入金」(146 億 LKR 増)によって賄われてきた。
- NWSDB は金銭の形で中央政府から補助金を受け取ってはいないが、水道・下水道施設建設費の一部または全部が無償提供されてきた。中央政府は、下水道施設の建設費の 100%を負担し都市水道プロジェクトに関しては、中央政府は建設費の 50%を負担してきた。残りの 50%は NWSDB が中央政府に返済を行うローンであった。村落水道プロジェクトに関しては、中央政府が建設費用の 85%を負担し、その他の 15%は NWSDB に対するローンであった(前述の「予算演説 2014」以前の割合)。中央政府の負担額は完成後の施設が NWSDB に移転される際に、財政状態計算書の「資本無償」勘定に計上される。
- 「無償-政府無償」は、建設プロジェクトの自国負担分を中央政府が負担する場合に計上される。
- 「在庫」は 2010 年から 2014 年の間に倍増し、56 億 LKR (2014 年)に上った。これは主に外国支援等による施設建設プロジェクトに伴うスペアパーツの提供に起因している。

表 4.5-7 は、NWSDB の水道部門に関する経営情報を示している。2015 年には、NWSDB は新しい料金請求システムを導入し、それに伴うシステム上の問題で 12 月の請求・徴収関連情報を入手することができなかった。水道の家庭用顧客数は、2015 年 11 月時点で約 171 万件であった。同時点の商業用と工業用を含めた総顧客数は、約 195 万件であった。

家庭の平均水使用量は過去 3 年間で 14.6~14.9 m³/月と計算された (**表 4.5-7**)。家庭の平均水道請求額は、同期間で LKR. 559.9~583.7/月と計算された。

表 4.5-7 NWSDB の経営情報

No.	Items	2013	2014	2015*
1	No. of Customers (Water Supply) (cases)			
1-1	- Household	1,469,386	1,589,341	1,714,506
1-2	- Commercial	98,723	106,807	115,845
1-3	- Industrial	851	873	987
1-4	- Governmental	9,429	8,267	8,572
1-5	- Others	128,166	126,710	107,951
	Total	1,706,555	1,831,998	1,947,861
2	Billed amount of water (m ³ /year)			
2-1	- Household	257,700,650	282,463,510	280,301,325
2-2	- Commercial	35,372,555	39,208,012	37,122,609
2-3	- Industrial	2,409,438	2,332,241	2,523,532
2-4	- Governmental	18,137,052	16,879,093	14,255,169
2-5	- Others	70,351,389	74,908,815	70,927,924
	Total billed amount of water	383,971,084	415,791,671	405,130,559
3	Billed amount of money (1,000LKR./year)			
3-1	- Household	10,074,798	11,132,385	10,559,609
3-2	- Commercial	3,561,618	3,938,483	3,733,366
3-3	- Industrial	131,876	137,896	156,983
3-4	- Governmental	1,311,230	1,222,407	1,029,038
3-5	- Others	3,086,993	3,354,108	3,314,637
	Total billed amount of money	18,166,515	19,785,279	18,793,633

Note: *: Upto November

Source: Commercial Section, NWSDB

4	Average water consumption volume (m ³ /month)	2013	2014	2015
4-1	- Household	14.6	14.8	14.9
4-2	- Commercial	29.9	30.6	29.1
4-3	- Industrial	235.9	222.6	232.4
4-4	- Governmental	160.3	170.1	151.2
4-5	- Others	45.7	49.3	59.7
5	Average bill amount (LKR./month)	2013	2014	2015
5-1	- Household	571.4	583.7	559.9
5-2	- Commercial	3,006.4	3,072.9	2,929.8
5-3	- Industrial	12,913.8	13,163.0	14,459.2
5-4	- Governmental	11,588.6	12,322.2	10,913.3
5-5	- Others	2,007.2	2,205.9	2,791.4

Source: Prepared by JET, based on the NWSDB data.

表 4.5-8 及び表 4.5-9 に、NWSDB の現在の水道料金表を示す。生活保護 (Samurdhi) 受給家庭およびテナメント・ガーデン (低所得層居住地区) 居住家庭には、比較的低い料金が適用されている。

料金改定の際には、水道・下水道の場合、NWSDB が料金改定案を作成する。改定案は、内閣で協議され承認される。

水道料金は、比較的累進性の高い逓増型の従量料金で設定されている。「生活保護受給家庭とテナメント・ガーデン居住家庭を除く家庭用」のカテゴリーで 10 m³/月と 30 m³/月の水道使用を行った場合の水道料金は、それぞれ 205 LKR/月、および 1,370 LKR/月と計算された。水使用量が 10 m³/月から 30 m³/月に 3 倍になると、水道料金は 6.7 倍になっている。

表 4.5-8 水道料金表：家庭用

Effected from: 1st October 2012

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: The Gazette of the Democratic Socialist Republic of Sri Lanka, No. 1776/13, Wednesday, September 18, 2012

表 4.5-9 水道料金表：非家庭用

Effected from: 1st October 2012

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

Source: The Gazette of the Democratic Socialist Republic of Sri Lanka, No. 1776/13, Wednesday, September 18, 2012

注: *, Small and Medium Enterprises

(3) NWSDB 下水道部門の経営財務状況

表 4.5-10 は、NWSDB の現在の下水道料金を示している。下水道料金は、水使用量で計算され、比較的累進制の低い逓増型従量料金で設定されている。水使用量が 10 m³/月と 30 m³/月の場合の下水道料金は、それぞれ 210 LKR /月および 320 LKR /月である。水使用量が 10 m³/月から 30 m³/月に 3 倍になった場合でも下水道料金は 1.5 倍にしか上がっていない。水道料金の高い累進制により、水使用量が少ない場合に下水道料金が水道料金を上回る状況が出てくる（「生活保護受給家庭」、「生活保護受給家庭ではないがテニメント・ガーデン居住家庭」、「生活保護受給及びテニメント・ガーデン居住家庭以外」において、それぞれ 15 m³/月、12 m³/月、10 m³/月以下の場合）。この状況を改善するために、下水道料金表の見直しがなされる必要がある。

表 4.5-10 下水道料金表

Effected from: 1st January 2012

Rate I

Domestic Tariff - applied to sewerage services provided to premises for domestic purposes

Water Consumption (m ³)	Usage Sewerage Tariff / m ³ (LKR.)	Service Charge (LKR.)
0		
1 - 10	1.00	200
1 - 15	1.50	200
1 - 20	2.00	200
1 - 25	2.50	200
1 - 30	4.00	200
1 - 40	6.00	200
1 - 50	8.00	200
> 50	10.00	200

Rate II

Commercial Tariff - applied to sewerage services provided for commercial purposes.

Water Consumption (m ³)	Sewerage Tariff / m ³ (LKR)
0	
> 0	40.00

Rate III

Industrial Tariff - applied to sewerage services provided to premises for mass production purposes.

Water Consumption (m ³)	Sewerage Tariff / m ³ (LKR)
0	
> 0	65.00

The sewerage charge for the relevant month of billing under Domestic tariff, Commercial tariff and industrial tariff shall be devised on the consumption of water, taking into consideration the utilization of sources of water supply.

Disconnection of Supply to Consumer who default to pay Sewerage Charges:

Where the water supply charge and sewerage charge payable by a person in respect of any month is not paid within thirty days from the date of an invoice for payment relating to such charges, water services will be cut off in accordance with Section 88 (1) of the National Water Supply and Drainage Board Law, No.2 of 1974.

注: The above is applied to consumers connected to the sewerage systems/networks owned, operated and maintained by NWSDB

Source: The Gazette of the Democratic Socialist Republic of Sri Lanka, Extraordinary, No. 1738/7, Wednesday, December 28, 2011

表 4.5-11 は、NWSDB 下水道部門の経営財務情報を示している。下水道料金の料金徴収率は過去 2 年間とも約 100%である。これは、下水道料金が水道料金と同じ請求書で請求され、使用者の支払額が請求金額の全額に満たない場合には、下水道料金支払いに優先的に配分されていることに起因している。

2014 年には下水道部門は下水道総収入の 17%に当たる 5,710 万 LKR の黒字を計上した (表 4.5-11)。しかし、2015 年には下水道総収入のマイナス 4%に当たる 1580 万 LKR の赤字を計上した。2014 年の黒字は、計画・設計と腐敗槽汚泥引抜き業務(P&D/Bowser: Planning & Design Service and Gully Bowser for desludging Septic tanks) の巨額な収入によるものである。これは、計画設計のコンサルティング業務収入や、腐敗槽からの汚泥引抜き収入、処理場やポンプ場での汚泥引受け収入、および外部機関 (BOI、UDA、自治体等) が所有する下水道施設の O&M 契約サービス収入などから構成されている。これらの巨額な収入 (2014 年、2015 年でそれぞれ総収入の 55%、44%) により、NWSDB は黒字もしくは少額の赤字を計上してきた。

NWSDB は、下水道部門の財務能力改善のために、2015 年に NWSDB 取締役会に下水道料金値上げ計画を提案した。この計画 (APPENDIX 2 を参照) は、現在まだ検討の最中である。

表 4.5-11 NWSDB 下水道部門の財務経営情報

No.	Item Description	Unit	Year	2014		2015	
			Customer Category	Amount	Share	Amount	Share
1.	No of connections ^{*1}	No.	Domestic	12,251	92%	13,130	92%
		No.	Commercial	910	7%	985	7%
		No.	Industrial	110	1%	176	1%
		No.	Total	13,271	100%	14,291	100%
			(House Connections ^{*2})	(2,579)		(2,579)	
2.	Consumption ^{*1}	m ³	Domestic	2,942,400	59%	3,215,115	51%
		m ³	Commercial	1,665,018	33%	2,242,829	36%
		m ³	Industrial	387,440	8%	782,064	13%
		m ³	Total	4,994,858	100%	6,240,008	100%
3.	Billing without VAT ^{*3}	LKR/year	Domestic	34,434,845	27%	31,674,459	21%
		LKR/year	Commercial	65,832,077	53%	74,894,583	51%
		LKR/year	Industrial	25,186,720	20%	41,233,081	28%
		LKR/year	Total	125,453,642	100%	147,802,122	100%
4.	Average consumption per connection ^{*4}	m ³ /month	Domestic	17.08		17.59	
		m ³ /month	Commercial	166.25		199.42	
		m ³ /month	Industrial	318.15		449.12	
		m ³ /month	Total	27.21		31.86	
5.	Average billing per connection ^{*4}	LKR/month	Domestic	199.85		209.11	
		LKR/month	Commercial	6,572.88		8,047.81	
		LKR/month	Industrial	20,682.19		29,689.47	
		LKR/month	Total	683.28		910.87	
6.	Income ^{*5}	LKR/year	Domestic	38,558,281	12%	40,642,725	10%
		LKR/year	Non Domestic	101,383,888	30%	154,074,726	39%
		LKR/year	O&M Bills	0		0	
		LKR/year	Connection Charge	11,093,739	3%	25,531,614	7%
		LKR/year	P&D/Bowser ^{*6}	184,122,069	55%	174,282,112	44%
		LKR/year	Treasury	0		0	
7.	Operating Expense ^{*5}	LKR/year	Total	335,157,977	100%	394,531,177	100%
		LKR/year	Salary	192,394,723	69%	288,717,091	70%
		LKR/year	Utility	36,429,394	13%	51,179,459	12%
		LKR/year	Chemical	6,064,805	2%	5,267,955	1%
		LKR/year	Connection Material	5,337,230	2%	6,895,199	2%
		LKR/year	Maintenance Cost	13,462,406	5%	20,621,824	5%
		LKR/year	Establishment cost	14,061,741	5%	18,601,399	5%
		LKR/year	Security & Rent	10,306,325	4%	18,999,938	5%
8.	Surplus / Minus (-)	LKR./year		57,101,353		-15,751,688	
9.	Collection efficiency	%		100.5%		98.1% ^{*3}	
10.	Average billing per consumption	LKR./m ³	Domestic	11.70		11.82	
		LKR./m ³	Commercial	39.54		40.07	
		LKR./m ³	Industrial	65.01		63.27	
		LKR./m ³	Total	25.12		28.42	

Note: ^{*1}; Nos. of connection (consumption) for each Domestic, Commercial, and Industrial are estimation by JET. Total No of connection (consumption) is based on actual data of NWSDB,

^{*2}; Total number of households resides in apartment / condominium which has single water meter,

^{*3}; For 2015, as at October 2015,

^{*4}; Yearly average is an average of all month's average value, as customer number increased for the year,

^{*5}; Income and expense data in December 2015 of several schemes were not available in NWSDB by technical problem, in such a case, those data were supplemented by estimations based on the consumption volumes (Jan.-Nov. and Dec.), and so on.

^{*6}; Planning and design service and gully bowser (desludging septic tanks)

Source: Prepared by JET, based on the data from Assistant GM (Sewerage)

1) NWSDB による O&M 契約サービス

契約サービスによる収入は、P&D/Bowser の大きな部分を占めている。2014 年と 2015 年の契約サービス総収入は、それぞれ、9,590 万 LKR、1 億 270 万 LKR であり、P&D/Bowser 収入の 52%、59%を占めている。表 4.5-12 は、NWSDB による各下水道スキームの契約サービスの収入から支出を控除した残額を示している。外部機関の所有する下水道施設に対して、NWSDB がサービス料を徴収して O&M を行っている契約サービスが、大きなもので 6 つ存在する。サービス料（契約サービスからの収入）は、職員給与や残業代等の NWSDB の経費に基づいて計算されており、メータで水使用量を測定して計算されているのではない。表 4.5-12 に示されるように、全ての契約サービスが、サービス料収入により継続的に黒字（プラスの残高）を毎年計上している。

表 4.5-12 NWSDB の各下水道スキームの契約サービス収支残高

単位: LKR.

No.	Scheme Name	Code No.*	2013	2014	2015
1	Sri Jayawardanapura	8101	12,477,391	5,460,967	9,758,402
2	Isurupaya	8104	2,966,510	3,538,910	4,511,075
3	Parliament complex	8110	1,789,832	706,214	794,704
4	Sethsiripaya	8111	1,768,460	1,074,918	906,111
5	Presidential Secretariat	8113	1,899,320	2,018,704	2,396,108
6	Seethawakapura	8200	12,559,646	35,217,298	25,826,453
	Total		33,431,159	48,017,011	44,192,853

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

注: *, Code number is an accounting code used by NWSDB.

2) 汚泥引抜き業務、及び処理場・ポンプ場での汚泥引受け業務

NWSDB が 2008 年 6 月 17 日に公表した「NWSDB のバキューム・カーの出張依頼と NWSDB 下水道施設における汚泥引受けに対する料金の見直し」(REVISION OF RATES CHARGED BY THE NWSDB FOR HIRING OF GULLY BOWSER ETC. AND UNLOADING OF GULLY BOWSER LOADS AT NWSDB SEWERAGE SCHEMES) によると、NWSDB の汚泥引抜き料金は、一回 4,000LKR で 10km 以上の距離の場合、35 LKR /km の追加料金がかかる。他方で、民間業者による汚泥引抜き料金は、一回 3,000 LKR から 5,000LKR とのことであった。NWSDB の汚泥引抜き業務にかかる収入と支出の詳細情報は入手できなかったが、これら民間業者の料金と比較すると、NWSDB の汚泥引抜き料金は妥当であると思われる。

また、NWSDB は腐敗槽からバキューム・カーが引き抜いた汚泥を、料金と引き換えに処理場やポンプ場で引き受けている。前述の NWSDB の「料金見直し」によると、汚泥の引受け料金は、1 台（平均 3.5m³/台）あたり 450LKR である。

表 4.5-13 デヒワラ / マウントラビニアにおける汚泥引受け量と請求金額推定額

Month - Year	Wastewater vol. by Gully Bowser (m ³)	Estimated No. of Gully Bowser	Estimated billing amount (LKR.)
Jan-2015	9,586	2,739	1,232,550
Feb-2015	8,357	2,388	1,074,600
Mar-2015	11,080	3,166	1,424,700
Apr-2015	8,861	2,532	1,139,400
May-2015	9,681	2,766	1,244,700
Jun-2015	9,480	2,709	1,219,050
Jul-2015	9,466	2,705	1,217,250
Aug-2015	8,424	2,407	1,083,150
Sep-2015	9,263	2,647	1,191,150

Oct-2015	4,727	1,351	607,950
Nov-2015	4,394	1,255	564,750
Dec-2015	4,449	1,271	571,950
TOTAL	97,768	27,936	12,571,200

注: Capacity of Gully Bowser is assumed as 3.5m³/unit.
 Source: prepared by JET based on the data of NWSDB

表 4.5-13 は、2015 年のデヒワラ / マウントラビニアにおける汚泥引受け量と請求金額推定額を示している。一つの事例（デヒワラ / マウントラビニア）ではあるが、汚泥引受けからくる年間収入は、1,260 万 LKR と推定された。汚泥引受けにかかる追加費用としては、ポンプ場と処理場における少額の職員給与と電気・薬品代と考えられる。汚泥引受け料金単価は、1 台あたり 450LKR（容量：3.5m³）、すなわち 129LKR/m³ で、工業用使用者の下水道料金単価（65 LKR/m³）の約 2 倍である。

財務的な観点からは、汚泥引受けは単価が高く、NWSDB 下水道部門において収益性が高い収入源となっている。

3) NWSDB 下水道施設による下水道サービス

表 4.5-14 は、契約サービス以外の NWSDB による下水道サービスの収支を示している。契約サービスに関する全ての収支は、この表には含まれていない。下水道サービスの財務状況は 2014 年を除き大きな損失を計上している。2014 年の黒字額は、収入の 3.8%であった。2013 年と 2015 年には、損失額はそれぞれ収入の 30.9%、20.5%であった。2014 年の例外的な黒字は、P&D/Bowser（腐敗槽汚泥引抜き、民間業者からの汚泥引受け、計画設計コンサルティング業務等）収入の前年度比 88%の増加と、総営業支出の前年度比 4.7%の増加の差から発生したものである。

表 4.5-14 NWSDB の契約サービスを除く下水道サービス収支（過去 3 年間）

Item Description	Unit	Items	2013	2014	2015
Income	LKR	Domestic	31,195,840	38,558,281	40,642,725
	LKR	Non Domestic	76,233,988	101,383,888	154,074,726
	LKR	O&M Bills	-	-	-
	LKR	Connection Charge	13,469,508	11,093,739	25,531,614
	LKR	P&D/Bowser	47,034,867	88,196,798	71,567,497
	LKR	Treasury	-	-	-
	LKR	Total	167,934,203	239,232,706	291,816,562
Operating Expense	LKR	Salary	140,822,444	150,290,564	235,483,393
	LKR	Utility	37,978,502	35,943,949	51,030,301
	LKR	Chemical	114,130	1,886,416	1,198,744
	LKR	Connection Material	5,070,735	5,337,230	6,895,199
	LKR	Maintenance Cost	10,257,630	12,996,351	20,247,304
	LKR	Establishment cost	13,725,733	13,718,518	17,906,224
	LKR	Security & Rent	11,893,128	9,975,336	18,999,938
	LKR	Total	219,862,302	230,148,364	351,761,104
Surplus	LKR		-51,928,099	9,084,342	-59,944,541

Note: The above includes income and expenditure of sewerage section (Head office, P&D, GCS) and any sewerage schemes other than contract services (Sri Jayawardanapura, Isurupaya, Parliament complex, Sethsiripaya, Presidential Secretariat, Seethawakapura).

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

下水道サービスの赤字の構造的な問題は、**図 4.5-2**に示されるように、低い下水道料金である。下水道料金収入（家庭用と非家庭用を含む）は、総支出額の 48.9%（2013 年）、60.9%（2014 年）、55.4%（2015 年）であった。下水道料金値上げは、NWSDB が契約サービス以外の下水道サービスから黒字を生み出すために不可欠である。

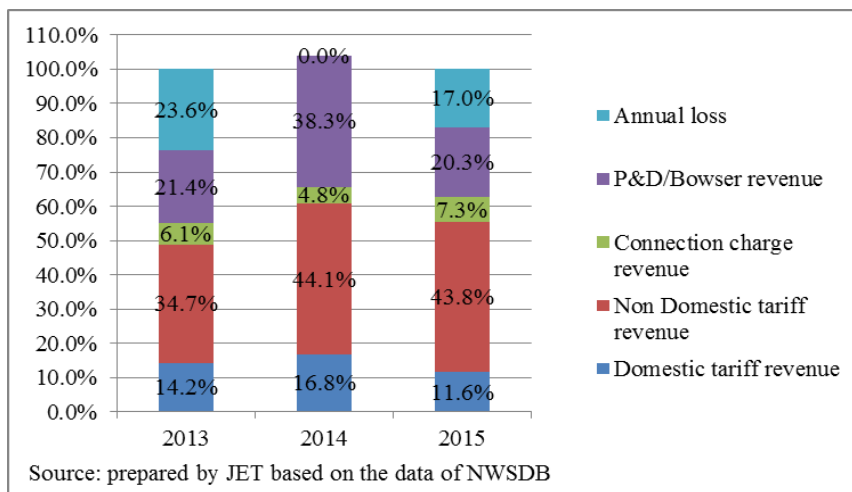
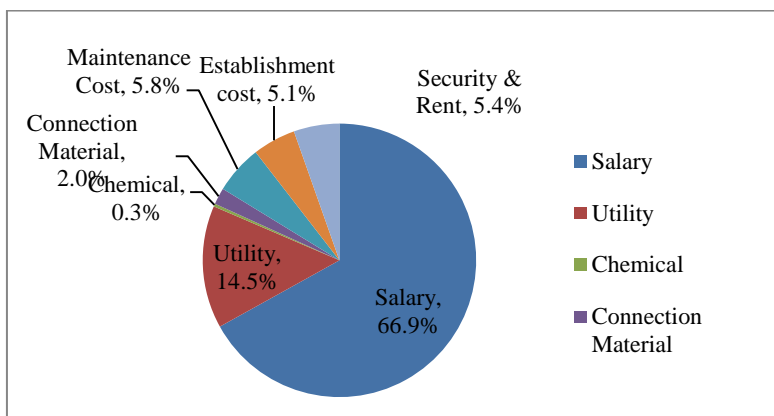


図 4.5-2 総支出額に対する各収入項目及び損失の割合

この計算における総支出額は、サービス料収入で費用全額を賄っている契約サービスにかかる費用を含んでおらず、他方で、下水道施設の O&M には直接関係のない下水道の本部、計画設計部および支所（Manager’s Office）の費用を含んでいる（**表 4.5-14** の注に記載）ことに留意する必要がある。



Source: JET, based on the data of NWSDB

図 4.5-3 営業支出項目の割合（2015 年）

図 4.5-3 は、2015 年の各営業支出項目の総支出に占める割合を示している。職員給与が明らかに費用の大部分を占め、光熱費（電気代）が二番目に大きい。NWSDB 職員によると、現在 O&M 予算に不足はないとのことである。しかし、設備や施設の老朽化に伴い、維持費（Maintenance cost）の割合は将来増加する可能性が高い。

4.6 オンサイト施設の現状

スリランカの汚水処理の 84% はオンサイト施設に依存している（表 4.1-1 参照）。腐敗槽の設置には、都市開発法 (Urban Development Authority Law) および都市開発局計画建設規定 (Urban Development Authority Planning and Building Regulations) に建設計画の承認時に必要な基準や標準が定められている。また、これらの規定によると、腐敗槽の位置づけは、「汚水処理の第一の手段は下水道であり、公共下水道が存在しない場合、もしくは公共下水が生下水を受け入れられない場合、汚水は腐敗槽を通じ処理されるべき」とされている。

腐敗槽の設置責任は、ドナーの資金による村落給水衛生プロジェクトの下で衛生施設のための資金を除き、住宅所有者や建物の所有者に設置の責任がある。

腐敗槽汚泥の引抜きについては、地方政府は補助金なしにサービス料を徴収し住宅の腐敗槽汚泥の引抜きを行っている。いくつかの都市は適切な汚泥処理施設を有しているが、森林やゴミ廃棄場に汚泥を投棄している例も散見される。

4.6.1 オンサイト施設の維持管理

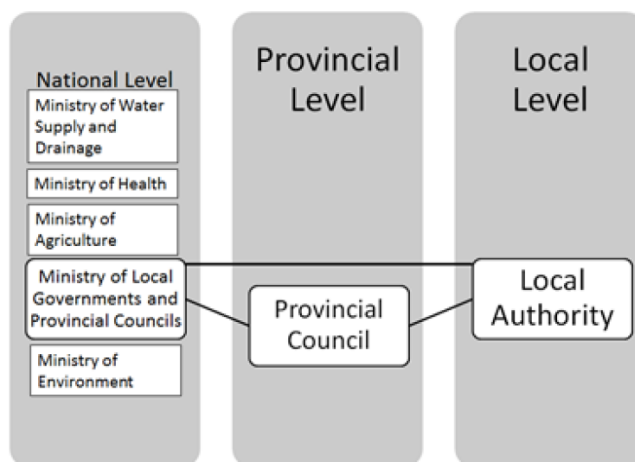
オンサイト施設の設置から引抜き汚泥の処理までの管理体制を表 4.6-1 に示す。オンサイト設備の管理は地方自治体に属し、設置と維持管理は個人の責任である。コロombo市はコロombo地区の汚泥の収集と処分を管理しており、収集汚泥は下水道のポンプ場に投入され海洋放流される。その他の地区は、NWSDB 又は民間団体が汚泥を収集して下水処理場の流入口に投入している。

表 4.6-1 オンサイト施設の管理体制

Item	Responsibility
Guidance for installation	Local Authority
Installation	Private sector upon request of individual
Maintenance	Individual
Sludge withdrawal	NWSDB/Local Authorities/Private Parties
Sludge treatment	NWSDB/Local Authorities

Source: JET

腐敗槽汚泥の管理に関しては以下の図に示す多くの機関が関係している。



Source: "A Review – Septage Management Related Regulatory and Institutional Aspects and Needs in Sri Lanka
 S. Fernando et al. Sabaragamuwa University Journal, Volume 13, No. 1, 2024

図 4.6-1 腐敗槽汚泥管理の関連機関

腐敗槽汚泥の収集処分は地元当局（Local Authority）と呼ばれる地方自治体、州または都市の責任となっており、実際に各自治体で行っているが、近年は需要の増加に伴い、民間企業が実施することが増えてきている。腐敗槽汚泥の管理に関しては詳細な規定がなく、不法投棄につながっている。腐敗槽汚泥を適切に管理するため、詳細な法規を国で定め、地方自治体に徹底することが課題となっている。

4.7 工業排水の現状

スリランカでは、工業部門が水源の 6.4%を消費し（農業部門が 87.3%、家庭を含む自治体部門が 6.2%を消費）、工業活動で発生する排水は、以下に述べる規制に従って処理処分されている。現状として、スリランカの主要な工業団地、すなわち BOI によって管理される EPZ では、年間 3,000 万 m³ の排水を処理しているが、工業排水の約 10%は未処理のまま放流されている。これは正式な許可を得ないで営業している小規模な製造業者によるものである⁴¹⁾。

4.7.1 工業開発の環境規制要求事項の現状

(1) 環境保護ライセンス

現在、工業排水は Central Environmental Authority（CEA：中央環境局）により、国家環境法（National Environmental Act：NEA）に従い、Environmental Protection License（EPL：環境保護ライセンス）を通じて規制されている。EPL は、1988 年と 2000 年に改定された国家環境法の条項に基づく規制ツールである。工業と他のサービス業を含む、すべての開発行為は、国家の環境規制に従い、営業活動を行うための有効な EPL を保持する必要がある。EPL は 3 年間有効で、工業施設が既存の規定に準拠していることを示す場合にのみ発行される。ライセンス発行手数料 21,000LKR（約 150 米ドル）は、EPL の発行に伴い支払われる。下水排水に関しては、工業は、放流先の環境に適用される妥当な排水基準に準拠する必要がある。

同基準のカテゴリは 3 つ（A、B、C）に分けられており、パート A は、80 のかなり汚染レベルの高いと予想される工業活動を含み、パート B は、33 の中程度の汚染レベルを含む。リスト A と B の工業の EPL は、当該の CEA の県の職員、もしくは各地区の職員から入手しなければならない。

パート C は 25 の MC、UC、PS といった地方政府に移譲されてきた低い汚染レベルの工業活動を含んでいる。リスト C の工業の EPL は、それぞれの地方機関から入手されなければならない。地方機関は EPL を発行し、フォローアップやモニタリング、法執行（A、B、C カテゴリープロジェクトは APPENDIX 3 を参照）を行う。

(2) 環境保護ライセンス（EPL）の目的

- 規定された（工業）活動から環境への排水・排出を、国家排水・排出基準に準拠して防止または最小化する。
- 規定された（工業）プロセスからあらゆる環境（大気、水、土地）への排出物を想定して汚染管理の方法を開発する。
- 特に、汚染プロセス管理の指針を提供することによって、工業への負担を抑える。
- 浄化装置の製造や廃棄物の最小化などの新技術と環境負荷軽減技術に柔軟に対応するシステムを整備する。

(3) EPL の有効期間

- リスト A に規定された工業活動 - ライセンス発効日から最大 1 年

- リスト B に規定された工業活動 - ライセンス発効日から最大 3 年
- リスト C に規定された工業活動 - ライセンス発効日から最大 3 年

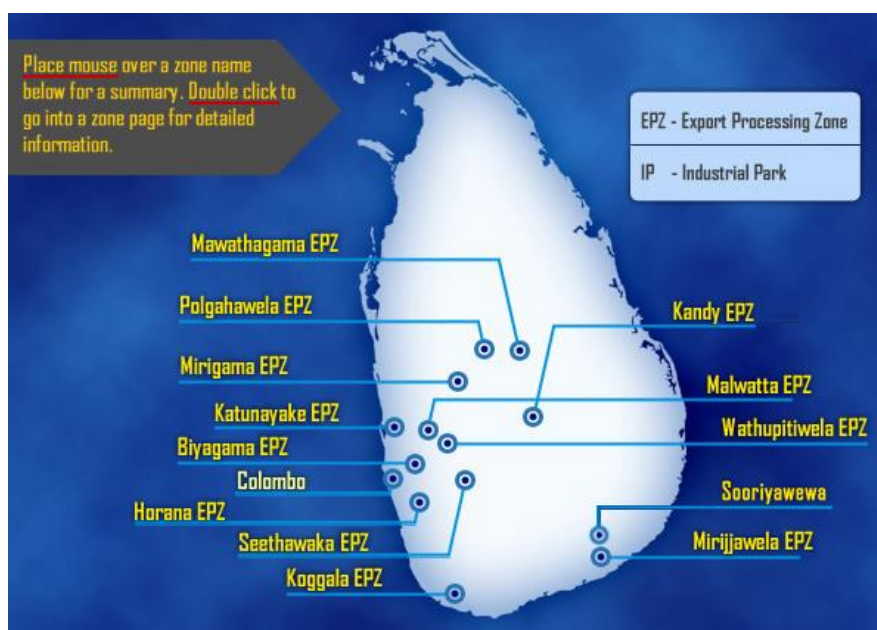
この現行の EPL のシステムでは、以下のような課題が認識され、これを改善するシステムとして Wastewater Discharge Fee (WDF: 工場排水料金) システム (APPENDIX 4) の導入が検討されている。

4.7.2 工業団地の排水処理施設の状況

国および民間部門が国の工業政策に合わせて工業団地を整備している。

(1) BOI

BOI が管理する Export Processing Zone (EPZ: 輸出加工区) 及び工業団地は、スリランカに海外直接投資を誘致するため、整備された。現在、図に示す工業地域・団地が操業している (図 4.7-1)。



Source: http://www.investsrilanka.com/setting_up_in/boi_zones

図 4.7-1 スリランカにおける EPZ の位置図

表 4.7-1 に各 EPZ の概要と、排水の状況を示す。

表 4.7-1 BOI が管理する EPZ の概要と排水の状況

Facility	Location		Land Extent	Status of Wastewater Disposal
	District	Local Authority		
1. Biyagama EPZ	Gampaha	Biyagama PS	180 ha	Central wastewater treatment plant (CWTP) of 20,000m ³ /d capacity is in operation using oxidation ditches followed by maturation ponds prior to discharge into the Kelani River along the Ruggahawatta Ela. O&M by NWSDB
2. Katunayaka EPZ	Gampaha	Katunayaka-Seeduwa UC	215ha	CWTP of 12,000m ³ /d capacity is in operation with Extended Aeration activated sludge technology before discharge into the Dandugam Oya that end up in the Negombo Lagoon. O&M by a Private Operator
3. Mirigama EPZ	Gampaha	Mirigama PS	105.5ha	CWTP of 400m ³ /d capacity is in operation with Oxidation Ditch technology. O&M by a Private

Facility	Location		Land Extent	Status of Wastewater Disposal
	District	Local Authority		
				Operator
4. Malwatta IP	Gampaha	Attanagalla PS	13.3ha	CWTP of 450m ³ /d capacity is in operation with Oxidation Ditch technology before discharge into nearby stream. O&M by a Private Operator
5. Wathupitiwela EPZ	Gampaha	Attanagalla PS	50ha	CWTP of 400m ³ /d capacity is in operation with Sequencing Batch Reactor (SBR) technology before discharge into Attanagalu Oya
6. Polgahawela EPZ	Kurunegala	Polgahawela PS	20ha	CWTP of 400m ³ /d capacity is in operation with Oxidation Ditch technology before discharge into Kuda Oya
7. Mawathagama EPZ	Kurunegala	Mawathagama PS	21.8ha	CWTP of 500m ³ /d capacity is in operation with Oxidation Ditch technology
8. Kandy EPZ	Kandy	Kundasale PS	83ha	CWTP of 1,000m ³ /d capacity is in operation
9. Horana EPZ	Kaluthara	Horana PS	159ha	CWTP of 1,000m ³ /d capacity RBC is in operation before discharge into Kalu Ganga. O&M by a Private Operator
10. Seethawaka EPZ	Colombo	Seethawaka PS	174ha	CWTP of 9,000m ³ /d capacity is in operation using oxidation ditches prior to discharge into the Kelani River. O&M by NWSDB
11. Koggala EPZ	Galle	Habaraduwa PS	92ha	CWTP of 675m ³ /d capacity package plant with extended aeration prior to discharge into the Sea. O&M by NWSDB
12. Mirijawila EPZ	Hambanthota	Hambanthota MC	8.9ha	No CWTP at present
13. Sooriyawewa EPZ	Monaragala	Sooriyawewa PS	414ha	No CWTP at present

Note: All industries shall comply with BOI standards stipulated for industrial effluent discharge into common wastewater treatment plants.
 Source: BOI

(2) 民間部門

表 4.7-2 に、民間部門による工業団地とその廃水処理施設を示す。

表 4.7-2 民間が管理する工業地域

Facility	Location		Land Extent	Status of Wastewater Disposal
	District	Local Authority		
1. MAS Fabric Park (Pvt Ltd, Thulhiriya)	Kegalle	Warakapola PS	68.3ha	CWTP of 4,000m ³ /d capacity using chemical treatment, extended aeration & wetland prior to discharge into the Maoya
2. Lanka Industrial Estate Ltd, (LINDEL) Sapugaskanda	Gampaha	Biyagama PS	51.7ha	CWTP of 2,000m ³ /d capacity using extended aeration prior to discharge into the Kelani River through a stream
3. Flinth Industrial Park, Kadawatha (subsidiary of Swedcord Development AB, Sweden)	Gampaha	Mahara PS	4.1ha	No CWTP

Source: JET

上記の EPZ と民間が所有する工業団地以外に他の公的機関が管理する工業団地がある。これらは、スリランカ港湾局 (Sri Lanka Port Authority : SLPA)、工業開発局 (Industrial Development Board : IDB)、工業サービス局 (Industrial Service Bureau : ISB)、UDA、工業商業省 (Ministry of Industry & Commerce) である。

現在、適切な汚水処理施設を備えた集約型の排水処理場 (Central Wastewater Treatment Plants : CWTP) は、BOI と民間企業が運営している数か所の EPZ、工業地域で使われているのみである。

その他の工業地域・団地では集約型の排水処理場が存在しないため、個々の工場の排水量に応じて、汚水と（もしあれば）工場排水処理のための処理施設をしなければならないが、たとえ個々の工場が処理施設を設置していても、ほとんどの工場は基準を満たす適切な処理施設を所有しておらず処理水の処分の問題に直面している。NWSDB の下水処理の第一の懸念は水源の保護であるため、下水だけでなく適正に処理された工場排水を下水処理場で受け入れる意義は大きい。

下水処理場が工場排水や工場排水を含んだに下水を受け入れる場合、少なくとも次の項目を各排水源で個々に確認・検査する必要がある。

- 生物分解物質の程度
- 難溶性物質の有無
- 有害物質（重金属、殺虫剤、フェノール性化合物、発がん性物質、突然変異原、細胞毒性薬、抗菌薬、放射性物質等）の有無
- 無機化合物の濃度（無機塩溶液、硝酸塩、遊離塩素等）
- 窒素化合物の濃度
- 定期的なモニタリング施設の利用可能性と信頼性

4.8 医療排水の現状

4.8.1 病院の状況

全国で 1,084 か所の国営健康管理施設が存在する。ベッドの数もしくは医師の数に応じて、以下のようにクラス分けされている。

表 4.8-1 病院のタイプ

Hospital Type	Number
National Hospital	01
Teaching Hospitals	20
Provincial General Hospital	03
District General Hospital	18
Base Hospital Type – A	22
Base Hospital Type – B	46
Divisional Hospital type – A (More than 100 patients Beds)	42
Divisional Hospital type – B (Between 50 to 100 patients Beds)	129
Divisional Hospital type – C (Less than 50 patients Beds)	322
Primary Medical Care Unit (Central Dispensaries & Maternity Homes)	474
Board Managed Hospitals	02
Special Hospitals	05

Source: http://www.health.gov.lk/en/index.php?option=com_content&view=article&id=323&Itemid=137

4.8.2 医療排水処理施設の現況

NWSDB は、政府系病院の既存排水処理施設の調査を行い、その結果は以下に示すものである（詳細 APPENDIX 5 参照）。

- 調査した病院の 80%以上は、性能は良くないが独自の廃水処理施設を有していた。
- 多くの処理施設は、適切な処理のため改善が必要である。
- 不十分な処理の主な理由は、運転維持管理に関し技術的に熟練した職員の不在が原因である。
- 排水処理施設の能力や規模は放流先の地下水位や水道水源の位置など特殊要因を考慮すべきである。

第5章 下水道施設（オフサイト衛生施設）の整備方針・計画

5.1 目的

本章の目的は以下の事項である。

- 提案された M/P において今後 20 年以内（2035 年）に下水道が整備されるべき 79 自治体の優先順位設定のための選定基準の策定
- 下水道整備の対象 5 都市選定
- 下水収集と処理方式の提案

5.2 下水道整備の現状

現在下水道普及率は 2012 年時点で約 2.4% であり、2020 年までに 7% の整備を目指すため、6 つのプロジェクトと複数のプロジェクトを計画している（4.2 参照）。しかし、整備資金が限られているため、海外のドナーの資金を活用しながら効率的な整備が必要である。

5.3 下水道整備の対象都市選定

スリランカは地方行政区分として、9 つの州と 25 の県に分かれており、この県の下には 335 の地方自治体がある。この地方自治体は MC、UC、PS と呼ばれる 3 つのグループに分けられており、2015 年時点で、335 の地方自治体は MC が 23、UC が 41、PS が 271 となっている。

今回の検討のための表 1.1-1 に示した 79 都市は、この 335 の地方自治体から以下の基準に基づき選定した。

- 2015 年 8 月 31 日に本プロジェクトの RD（Record of Discussions on The Project For The Strategic Master Plan under Sewerage Sector in The Democratic Socialist Republic of Sri Lanka agreed upon Between National Water Supply Drainage Board and Japan International Cooperation Agency）で決定されたすべての MC 及び UC の 64 都市

に加え、

- 全国的な視点から 25 県すべての県庁所在都市、
- 大都市の MC/UC 以外にも比較的人口密度の高い PS もあることから、円借款で下水道整備を始めたキャンディ MC が約 40 人/ha を参考にキャンディ MC の半分の人口密度 20 人/ha 以上の都市

この結果、

- MC 及び UC の 64 都市
- すべての 25 県庁所在地の内、上記 64 都市に含まれていない 4 つの県庁所在地の都市（モネラガラ県のモネラガラ PS、ポロンナルワ県のタマンカドゥア PS、キリノッチ県のカラチッチ PS、ムラティブ県のマリティメパトゥ PS）
- 人口密度 20 人/ha 以上で 64 の MC 及び UC と 4 つの県庁所在都市以外の 11 の PS

の計 79 都市を検討都市とした。

また、評価においては NWSDB の指摘により、パーナドゥラ PS、ワッタラ PS、ガンパハ PS、ジャエラ PS 及びキャンディフォーグラベット&ギャンガワッテコラケ PS の 5 つの PS は評価リストから外された。これは、同じ名前の MC 又は UC がある場合、MC 及び UC の方が投資優先順位が高く評価されるためである。その他の PS については、近隣に同名の MC または UC がないため、独立した都市として評価をする。従って、評価都市は 79 都市から 74 都市とした。

5.4 下水道整備優先都市の選定

5.4.1 下水道整備優先都市の選定のための評価項目

下水道整備優先都市選定のための評価は、上記 74 の評価対象都市から表 5.4-1 に示す 6 つのクライテリアとこれに基づく 11 の指標により実施する。

表 5.4-1 優先都市選定のための基本的なクライテリア

Criteria	Parameter	Source/Measure
1. Urbanization	Population density (Water Supply area)	Sri Lanka Census Department, Survey Department, Survey Department, and NWSDB
	Population (Equivalent population based on water Supply)	
2. Sanitation	Ratio of water borne diseases	Medical Officer of Health (MOH) Public Health Inspector (PHI)
	Water Supply Coverage ratio	NWSDB
3. Urban Development	Presence of Tourist Attraction Places	Tourism Development Authority
	Presence of Growth Centre and Industrial zones	National Planning Department, Board of Investment (BOI)
4. Sustainability of Sewerage Services	Water bill collection ratio as willingness to pay sewerage services	NWSDB
	Median household income as ability to pay sewerage services	Census Department
5. Water Environment	Presence of Drinking Water Supply Source and Environmental Protection Area	NWSDB, and CEA
	Potential pollution to public water body	Google Map CEA (kelani River, Ma Oya, Dadugam Oya, Bentota Ganga). Other rivers are not monitored.
6. Maturation for Sewerage Project	Situation of F/S and approval process	NWSDB

※CEA : Central Environmental Authority under Ministry of Environmental and Renewable Energy
 Source: JET

(1) 都市化の状況 (APPENDIX 6 参照)

現在の都市の状況を示す都市化の状況は、住居地域の人口密度と人口規模により評価する。

下水道整備は、給水システムの整備後に行われる場合がほとんどであり、下水道区域の人口密度は、居住地区の人口密度に準ずることとなる。人口密度が大きければ、小規模の整備投資で高密度の使用量回収が可能となり、投資効率が大きく向上する。

また、人口規模は現在の潜在的な需要を示す。本検討においては、都市部における移動人口、観光地における観光人口等を一定の信頼性をもって推定することが困難である事から、以下の計算式により「換算人口」を定義し、この指標をもって人口規模を評価した。

$$\text{換算人口} = \frac{\text{給水量(生活+営業+観光+工業)}}{\text{給水量原単位(130L/日/人)}^1}$$

1) 130L/日/人は NWSDB D7 設計マニュアルから引用

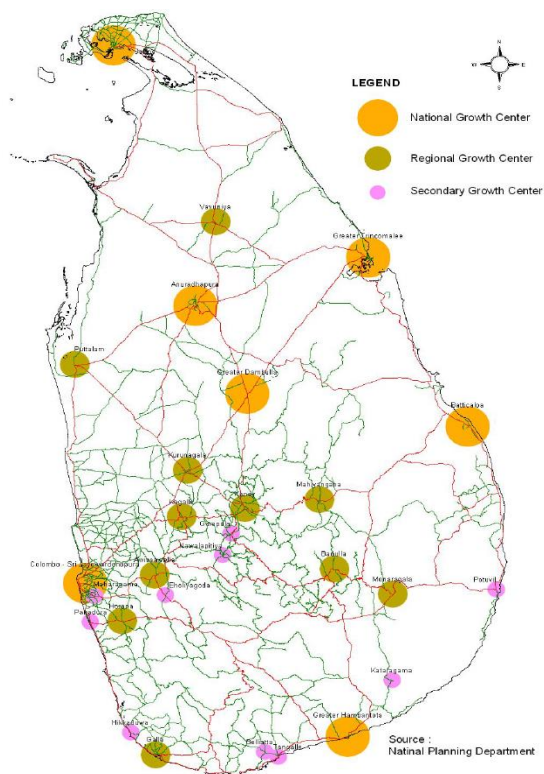
(2) 公衆衛生

公衆衛生に対する下水道の必要性は、水系伝染病の発生率と現況の給水率から評価する。

水系伝染病の発生数は衛生状態を示す指標である。水道給水率は衛生的な生活環境が得られている指標であり、将来の潜在的な汚濁負荷量を示す指標でもある。このため、高い水道給水率は水道水により、現在は高い衛生状態を確保していることを意味するが、将来的には汚濁負荷量が上昇し汚染地帯になる可能性も潜在的に示している。

(3) 都市開発

スリランカの国家戦略においては、今後の国家成長のエンジンとして観光産業と工業化の強化が示されている。よって本検討においては、国家成長のための都市成長拠点の有無、観光地区の有無、並びに工業団地の有無を指標として評価した。都市成長拠点と観光地区を図 5.4-1 に示す。都市成長拠点は国家計画局の、観光地は観光局の、そして工業団地は投資庁のデータからそれぞれ確認した。



Source: National Road Mater Plan 2007-2017, December 2007



Source: Website of Sri Lanka Tourism Development Authority

図 5.4-1 都市成長拠点と観光地区

(4) 下水道事業の持続可能性

下水道整備後の持続可能性は、水道料金回収率と世帯収入の中央値から評価する。本検討においては、下水道料金は水道料金と一緒に徴収されるので、水道料金回収率は、将来の下水道料金

への支払い意思に準じると想定し評価した。また、下水道料金の負担許容の限度は、住民の所得レベルに大きな影響を受ける点は明らかであることから、対象地区の世帯収入の中央値から、利用者負担能力を評価する。

(5) 水環境への影響

下水道整備が与える水環境への影響可能性を、水道水源への影響並びに環境保護法(No 47, 1980年)に示されている環境保護地区への影響の観点から評価する。

水道水源及び環境保護地区への影響は図 5.4-2 に示す通り、対象地区からの主要な排出経路を想定し、排出地点から下流の一定区間 (APPENDIX 7 参照) に浄水取水地点が存するか否かを評価する。

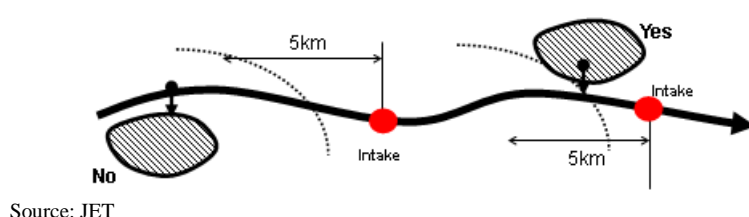


図 5.4-2 水道水源への影響評価の基本的な考え方

公共水域への汚濁インパクトは図 5.4-3 に示す通り、汚濁負荷量の生成量と公共水域から対象地区の中心部までの距離の逆数に比例すると仮定して評価する。

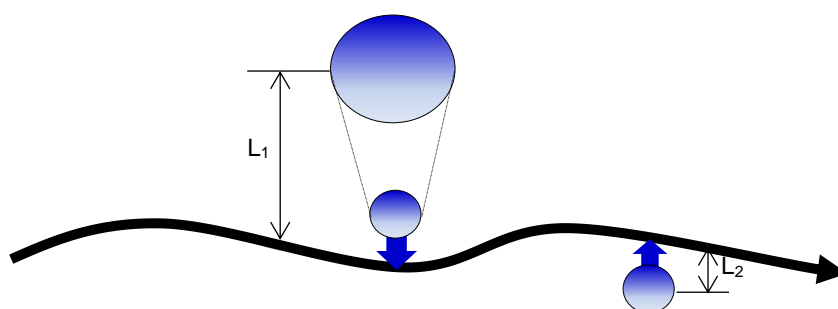


図 5.4-3 公共水域への汚濁インパクト評価の基本的な考え方

(6) 下水道計画の成熟度

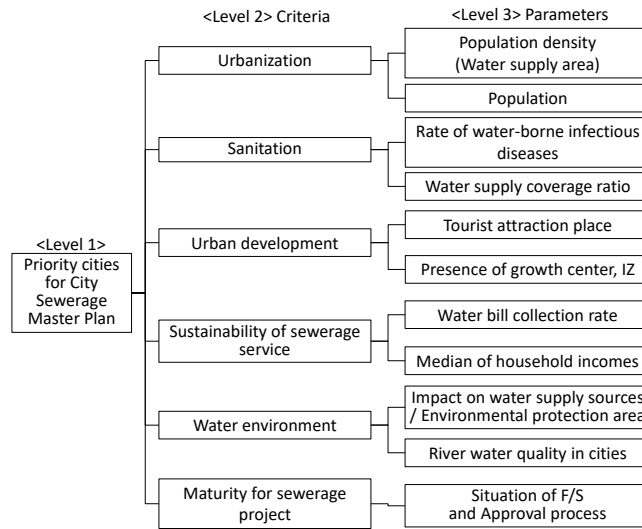
下水道計画の成熟度を、NWSDB 内の F/S 審査の状況から評価する。ドナーが決定したプロジェクトと F/S を実施したものに区分して評価する。

5.4.2 下水道整備優先都市の選定(各指標の重み付けと評価)

(1) 指標の重み付けと点数化

下水道整備優先都市は、前述の各クライテリアを具体化した指標群への重み付けと点数化により数値化して評価する。

重みづけは AHP (Analytic Hierarchy Process) により評価する。AHP は評価基準及び指標項目間での一対比較 (各指標の重要度を一対一で比較、ウェイト付け) を行い、各指標間の重み付けを算定する (図 5.4-4)。



Source: JET

図 5.4-4 AHP 手法の評価基準と指標項目

AHP 分析は合計 1.0 として整理し、その結果を表 5.4-2 に示す。

表 5.4-2 AHP 分析結果

Respondent	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	sum	Combined Weight
URBANIZATION	0.1563	0.1057	0.0885	0.2718	0.2518	0.1673	0.1650	0.1430	0.0806	0.1237	0.1627	0.0794	0.0341	0.0381	0.1110	0.1150	0.0309	2.1249	0.1259
SANITATION	0.4013	0.4412	0.1300	0.3901	0.0514	0.3397	0.2261	0.1073	0.1859	0.0589	0.0641	0.3102	0.1369	0.3199	0.0622	0.3387	0.0880	3.6519	0.2164
URBAN GROWTH	0.0657	0.0330	0.2345	0.0304	0.0902	0.1670	0.1801	0.2352	0.1549	0.1696	0.1501	0.0734	0.2298	0.0817	0.1418	0.2797	0.0725	2.3896	0.1416
SUSTAINABILITY of SERVICE	0.1056	0.1788	0.1673	0.0662	0.1147	0.0826	0.0680	0.0792	0.3540	0.3333	0.1209	0.2233	0.2122	0.1434	0.0724	0.0258	0.2144	2.5621	0.1518
EFFECT to WATER ENVIRONMENT	0.2366	0.2059	0.3142	0.1672	0.4082	0.1873	0.2539	0.3783	0.1638	0.2923	0.4042	0.2915	0.2298	0.3599	0.4428	0.1754	0.4822	4.9935	0.2959
MATURATION for PROJECT IMPLEMENTATION	0.0350	0.0350	0.0660	0.0740	0.0084	0.0056	0.1070	0.0570	0.0610	0.0220	0.0980	0.0220	0.1570	0.0570	0.1700	0.0660	0.1120	1.153	0.0683

Source: JET

この結果、「都市化の状況」が 0.13、「衛生状況」が 0.22、「都市開発」が 0.14、「下水道事業の持続可能性」が 0.15、「水環境」が 0.30、「下水道計画の成熟度」が 0.06 となったため、6 つのクライテリアのうち一番大きい「水環境」の重みづけを大きくするように設定する。

設定は、「水環境」の最大評価点数を 100 点に設定し、「都市化の状況」を 43 点、「衛生状況」を 73 点、「都市開発」を 48 点、「下水道事業の持続可能性」を 51 点、「下水道計画の成熟度」を 23 点とし、合計評価点数を 338 点にした。しかし、その結果「水環境」のみの評価点数で順位が決定され「水環境」への重み付けが大きすぎたことが判明した。このため、TC での合意を得た上、重み付けと各評価点数両方の影響が反映されるよう考慮し、「水環境」の最大評価点数を 100 点から「衛生」と同じ 73 点とし、合計評価点数を最大 311 点とした。

AHP の結果各クライテリアの点数を表 5.4-3 の通りとする。

表 5.4-3 各クライテリアの点数

I. 都市化の状況 【0.1259/0.2959 ⇒43点】		II. 衛生状況 【0.2164/0.2959 ⇒73点】	
(1)人口密度 【43 × 0.87=37点】	(2)観光客を含む人口 【43 × 0.13=6点】	(3)水道普及率 【73 × 0.67=49点】	(4)水系伝染病発生率 【73 × 0.33=24点】
【採点方法】 37点を満点として、 【区分】 A: 人口密度Pd ≥ 150人/ha ⇒37点 B: 100 ≤ Pd < 150 ⇒32点 C: 40 ≤ Pd < 100 ⇒27点	【採点方法】 6点を満点として、 【区分】 A: 人口Ep ≥ 100,000 ⇒6点 B: 50,000 < Ep < 100,000 ⇒3点 C: 10,000 < Ep < 50,000 ⇒1.5点	【採点方法】 49点を満点として、 人口普及率 50%の場合 ∴ 49 × 50/100=24.5点	【採点方法】 24点を満点として 【区分】: A: 50 ≤ 1000人当たり発生数 R < 100 ⇒24点 B: 0 < R < 50 ⇒12点
III. 都市開発 【0.1416/0.2959 ⇒48点】		IV. 下水道事業の持続可能性 【0.1518/0.2959 ⇒51点】	
(5)観光地の有無 【48 × 0.40=19点】	(6)成長拠点の有無 【48 × 0.60=29点】	(7)水道料金回収率 【51 × 0.57=29点】	(8)世帯収入 【51 × 0.43=22点】
【採点方法】 19点を満点として 【区分】 A: 国際的な観光地 19点 B: AとCの中間9.5点 C: ローカルを中心とした観光地 4.75点	【採点方法】 29点を満点として 【区分】 国家成長センター: 29点 地域成長センター: 14.5点 第二級成長センター: 7.25点 工業地帯: 7.25点 県庁所在地: 7.25点 二つ以上の区分に当てはまる場合、 一つ上の配点とする。	【採点方法】 29点を満点として、 回収率50%の場合 ∴ 29 × 50/100=14.5点	【採点方法】 スリランカの最高世帯収入を22点を 満点として、 比例で配点する。
V. 水環境 【0.2959 ⇒最大:100points】 ⇒修正最高点:73点 (II. 衛生状態と同点とする)		VI. 下水道計画の成熟度 【0.0683/0.2959 ⇒23点】	
(9)水道水源への影響 【73 × 0.50=36.5点】	(10)公共用水域への影響 【73 × 0.50=36.5点】	(11)F/Sの有無及び計画の進捗度 【23 × 1.00=23点】	
【採点方法】 36.5点を満点として 下流5km以内に水道水源がある: 36.5点 水道水源として地下水を利用してい る: 18.25点 海洋に放流するが水道水源が潮位 の影響を受ける: 2点	【採点方法】 36.5点を満点として 最大汚濁負荷量に応じて比例配点す る。	【採点方法】 23点を満点として 【区分】 A: F/S調査が完了し資金源が決まっている調査 ⇒23点 B: F/S調査が完了し資金源が決まっていないまたはプレF/Sがある調 査 ⇒11.5点 C: F/SまたはプレF/Sを作成中の場合 ⇒5点	

Source: JET

(2) 評価結果

下水道整備優先都市に関するデータを表 5.4-4 に、総合点数による評価結果を、表 5.4-5 に示す。

表 5.4-4 各都市のデータ

SI No	Local Government Authority	【 Parameters and Characters 】																										
		I. Urbanization ⇒ P.S.W : 0.43						II. Sanitation ⇒ P.S.W : 0.73						III. Development ⇒ P.S.W : 0.48				IV. Sustainability ⇒ P.S.W : 0.51				V. Water Environment ⇒ P.S.W : 1.00				VI. Maturation ⇒ P.S.W : 0.23		
		I. Population Density (Urban Area) ⇒ S.S.W : 0.87			【Reference】 Entire Area	II. Population 【Activity Indicator】 ⇒ S.S.W : 0.13			I. Water Supply Coverage Ratio ⇒ S.S.W : 0.67			【Reference】 Ground water is currently used as portal water (●)	II. Disease ⇒ S.S.W : 0.33		I. Tourist Attraction ⇒ S.S.W : 0.40		II. Growth Center & Industrial Zone ⇒ S.S.W : 0.60		I. Tariff Ratio ⇒ S.S.W : 0.57		II. Household Income ⇒ S.S.W : 0.43		I. Effectiveness on Water Source ⇒ S.S.W : 0.70		II. Pollution Impact on Water Environment ⇒ S.S.W : 0.30		I. F/S and Approval Process ⇒ S.S.W : 1.0	
①	②	③=①/② /100	④	⑤		⑥=④/⑤ x 1000	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪		⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰	⑱	⑲	⑳	㉑	㉒	㉓	㉔	㉕	㉖	㉗	㉘
【pers.】	【km ² 】	【pers./ha】	【km ² 】	【m ³ /day】	【#/pers./day】	【pers.】	【%】	【%】	【pers.】	【%】	【pers.】	【%】	【pers.】	【%】	【%】	【%】	【%】	【%】	【%】	【%】	【%】	【%】	【%】	【%】	【%】	【%】	【%】	【%】
1	M01	Colombo M.C	561,314	36.3	154.6	41.7	472,086	130	3,631,431	1.00	-	561,314	100	-	31	0.55	Yes	A	National GC	Dist.Cap.	103.0	50,071	No	196,097	3.5	Indian Ocean	56.0	-
2	M02	Kolonnawa U.C	60,044	3.2	187.6	5.2	61,628	130	474,062	1.00	-	60,044	100	-	30	5.00	No	-	-	-	103.0	50,071	No	25,599	2.0	Kelani Enga	12.8	-
3	M03	Kattankudy U.C	40,356	3.3	122.3	4.6	3,200	130	24,615	0.57	-	23,000	57	-	12	2.97	Yes	B	-	-	92.4	20,359	No	1,329	0.2	Indian Ocean	6.6	A (China- EXIM Bank)
4	M04	Dehiwala - Mount Lavinia M.C	184,468	17.3	106.6	21.6	39,000	130	300,000	1.00	-	184,468	100	-	92	4.99	Yes	B	-	-	105.0	50,071	No	16,200	1.5	Weras Ganga	10.8	A
5	M05	Moratuwa M.C	168,280	17.0	99.0	19.8	23,626	130	181,738	1.00	-	168,280	100	-	182	10.82	No	-	-	-	105.0	50,071	No	9,814	0.9	Weras Ganga Ela (natural canal)	10.9	-
6	M06	Beruwala U.C	37,793	3.2	118.1	4.6	25,808	130	198,523	1.00	-	37,793	100	-	2	0.53	Yes	C	-	-	105.0	36,512	No	10,720	0.5	Indian Ocean	21.4	-
7	M07	Peliyagoda U.C	27,736	2.2	126.1	3.5	5,778	130	44,445	1.00	-	27,736	100	-	14	5.05	No	-	-	-	102.0	38,807	No	2,400	0.6	Weras Ganga	4.0	A (AFD)
8	M08	Eravur U.C	24,643	2.0	123.2	3.2	1,188	130	9,141	0.19	0.17	4,590	19	-	22	8.93	No	-	-	-	92.4	20,359	No	494	3.5	Indian Ocean	0.1	-
9	M09	Wattala Mabolala U.C	28,031	2.5	112.1	3.8	4,000	130	30,769	0.93	-	26,136	93	-	14	4.99	No	-	-	-	102.0	38,807	No	1,662	0.1	Dutch Canal	16.6	-
10	M10	Boralesgamuwa U.C	60,110	7.9	76.1	11.6	9,560	130	73,538	0.98	-	58,784	98	-	30	4.99	No	-	-	-	103.0	50,071	No	3,971	1.0	Weras Ganga Dick Oya (small river)	4.0	A (China- EXIM Bank)
11	M11	Hatton - Dik Oya U.C	14,585	1.7	86.3	2.0	2,262	130	17,398	0.84	-	12,184	84	-	3	2.06	Yes	B	-	-	96.0	28,152	Yes	939	0.5	Indian Ocean	1.9	-
12	M12	Si Jayawandana Kotte M.C	107,925	12.5	86.3	16.9	35,000	130	269,231	1.00	-	107,925	100	-	54	5.00	Yes	C	Additional GC	-	103.0	50,071	No	14,538	0.4	Colonnawa Canal	36.3	B (NWSDB)
13	M13	Akaraipattu M.C	30,934	4.2	73.7	5.3	6,691	130	51,469	0.45	-	13,882	45	-	6	1.94	Yes	B	-	-	92.4	23,429	No	2,779	2.8	Tilali River	1.0	-
14	M14	Nawalapitiya U.C	13,338	1.9	70.2	2.4	2,333	130	17,946	0.31	-	4,200	31	-	5	3.75	No	-	Secondary GC	-	96.0	30,371	No	969	0.1	Mahavel River	9.7	-
15	M15	Maharagama U.C	196,423	34.2	57.4	38.3	27,300	130	210,000	0.86	-	169,902	86	-	236	12.01	No	-	-	-	103.0	50,071	No	11,340	0.5	Katu Ela Miha Oya (small river)	22.7	A (China- EXIM Bank)
16	M16	Negombo M.C	142,449	14.8	96.2	28.5	32,234	130	247,954	1.00	-	142,449	100	-	1	0.07	Yes	A	-	-	102.0	38,807	No	13,390	3.0	Indian Ocean	4.5	A (AFD)
17	M17	Panadura U.C	30,069	3.6	83.5	6.4	9,175	130	70,577	1.00	-	30,069	100	-	3	1.00	No	-	Secondary GC	-	105.0	36,512	No	3,811	3.5	Indian Ocean	1.1	-
18	M18	Galle M.C	86,333	15.1	57.2	19.1	16,772	130	129,015	1.00	-	86,333	100	-	325	37.64	Yes	A	Regional GC	Dist.Cap.	101.0	28,205	Yes (Coastal City)	6,967	3.0	Gin Ganga	2.3	A (AFD)
19	M19	Jaffna M.C	80,829	15.8	51.2	18.1	2,798	130	21,523	0.24	-	19,503	24	●	89	11.01	Yes	A	National GC	Dist.Cap.	89.3	23,446	No	1,162	3.0	Indian Ocean	0.4	-
20	M20	Chilaw U.C	21,441	2.5	85.0	5.0	3,360	130	25,846	0.94	0.85	20,197	94	-	3	1.40	Yes	C	-	-	99.5	29,286	No	1,396	0.1	Deduru Oya Polwatu madara Ganga	27.9	A (China- EXIM Bank)
21	M21	Weligama U.C	22,377	4.4	50.9	5.3	5,832	130	44,862	1.00	-	22,377	100	-	14	6.26	Yes	A	-	-	101.0	28,227	No	2,423	0.3	Indian Ocean	8.1	-
22	M22	Kalutara U.C	32,417	5.6	57.9	7.9	20,973	130	161,331	1.00	-	32,417	100	-	13	4.01	Yes	C	-	Dist.Cap.	105.0	36,512	No	8,712	0.9	Kalu Ganga	9.7	-
23	M23	Badulla M.C	42,237	6.4	66.0	10.5	9,150	130	70,385	1.00	-	42,237	100	-	23	5.45	Yes	B	Regional GC	Dist.Cap.	97.4	25,067	Yes	3,801	0.3	Badulu Oya	12.7	B (NWSDB)
24	M24	Trincomalee U.C	48,351	9.8	49.3	12.7	8,477	130	65,205	1.00	-	48,351	100	-	20	4.14	Yes	A	National GC	Dist.Cap.	92.4	24,436	No	3,521	3.3	Indian Ocean	1.1	-
25	M25	Ja - Ela U.C	31,232	7.5	41.6	8.3	8,924	130	68,646	1.00	-	31,232	100	-	3	0.96	No	-	-	-	105.0	38,807	No	3,707	1.5	Aharaolu Oya	2.5	-
26	M26	Kalmunai M.C	99,892	9.8	101.9	27.0	6,757	130	51,977	0.23	-	22,942	23	-	20	2.00	No	-	-	-	92.4	23,429	No	2,807	2.4	Indian Ocean	1.2	-
27	M27	Kandy M.C	98,828	18.7	52.8	27.2	30,443	130	234,177	0.97	-	96,060	97	-	10	1.01	Yes	A	Regional GC	Dist.Cap.	96.0	30,371	Yes	12,646	0.3	Kandy Lake	42.2	-
28	M28	Matara M.C	74,193	15.3	48.5	20.5	20,475	130	157,500	1.00	-	74,193	100	-	23	3.10	Yes	A	-	Dist.Cap.	101.0	28,227	No	8,505	0.9	Nilwak Ganga	9.5	-
29	M29	Hikkaduwa U.C	27,075	9.8	27.6	14.1	9,840	130	75,692	1.00	-	27,075	100	-	108	39.89	Yes	A	Secondary GC	-	101.0	28,205	No	4,087	1.1	Kmlong Canal	3.7	-
30	M30	Kesbewa U.C	185,122	36.1	51.3	51.3	21,757	130	167,365	0.90	-	167,365	90	-	93	5.02	No	-	-	-	103.0	50,071	No	9,038	2.0	Bolgoda Lake	4.5	-
31	M31	Matale M.C	36,462	10.9	33.5	11.7	8,948	130	68,828	1.00	-	36,462	100	-	255	69.94	Yes	C	-	Dist.Cap.	96.0	26,441	Yes (Coastal City)	3,717	0.2	Sudu Ganga	18.6	-
32	M32	Tangalle U.C	8,473	1.7	49.8	2.8	5,932	130	45,634	1.00	-	8,473	100	-	1	1.18	Yes	B	Secondary GC	-	101.0	32,267	Yes (Coastal City)	2,464	2.0	Kirama Oya	1.2	-
33	M33	Point Pedro U.C	12,334	2.6	47.4	4.4	458	130	3,523	0.27	-	3,375	27	●	57	46.21	No	-	-	-	89.3	23,446	Water Source	190	4.5	Indian Ocean	0.04	-
34	M34	Ambalangoda U.C	19,990	4.0	50.0	6.9	4,300	130	33,077	1.00	-	19,990	100	-	80	40.02	Yes	C	-	-	101.0	28,205	No	1,786	1.3	Madanga Lake	1.4	-
35	M35	Kaduwaela M.C	252,041	64.2	39.3	90.6	55,000	130	423,077	0.49	-	124,367	49	-	126	5.00	No	-	-	-	103.0	50,071	Yes	22,846	1.0	Kelani Ganga	22.8	-
36	M36	Bandarawela M.C	24,168	6.7	36.1	8.7	2,812	130	21,631	0.84	-	20,250	84	-	38	15.72	Yes	B	-	-	97.4	25,067	Yes	1,168	1.0	Oyal Ela	1.2	-
37	M37	Haputhale U.C	5,288	0.8	69.6	2.0	450	130	3,462	0.47	-	2,475	47	-	3	5.67	Yes	B	-	-	97.4	25,067	No	187	-	No Water Source/Highland	-	-
38	M38	Kaduganawa U.C	12,654	3.0	42.2	4.9	2,435	130	18,731	1.00	-	12,654	100	-	9	7.11	Yes	B	-	-	96.0	30,371	No	1,011	2.5	Nanu Oya	0.4	-
39	M39	Katusapke Sueduwa U.C	60,915	14.0	43.5	24.7	6,800	130	52,308	0.21	-	12,650	21	-	3	0.49	Yes	A	Extended Aeration	-	102.0	38,807	Yes (Coastal City)	2,825	1.0	Attanagalu Oya	2.8	-
40	M40	Gampaha M.C	62,335	16.7	37.3	27.8	7,000	130	53,846	0.32	-	20,038	32	-	142	22.78	No	-	-	Dist.Cap.	102.0	38,807	Yes	2,908	1.0	Hanagalu Oya	2.9	-

(次頁に続く)

(引き続き)

SI No	Local Government Authority	【 Parameters and Characters 】																											
		I. Urbanization ⇒ P.S.W : 0.43							II. Sanitation ⇒ P.S.W : 0.73							III. Development ⇒ P.S.W : 0.48				IV. Sustainability ⇒ P.S.W : 0.51			V. Water Environment ⇒ P.S.W : 1.00			VI. Maturation ⇒ P.S.W : 0.23			
		I. Population Density (Urban Area) ⇒ S.S.W : 0.87			【Reference】 Entire Area	II. Population [Activity Indicator] ⇒ S.S.W : 0.13			I. Water Supply Coverage Ratio ⇒ S.S.W : 0.67				【Reference】 Ground water is currently used as portal water (●)	II. Disease ⇒ S.S.W : 0.33		I. Tourist Attraction ⇒ S.S.W : 0.40		II. Growth Center & Industrial Zone ⇒ S.S.W : 0.60		I. Tariff Ratio ⇒ S.S.W : 0.57	II. Household Income ⇒ S.S.W : 0.43	I. Effectiveness on Water Source ⇒ S.S.W : 0.70	II. Pollution Impact on Water Environment ⇒ S.S.W : 0.30		I. F/S and Approval Process ⇒ S.S.W : 1.0				
		Population [2012]	Residential Area [2012]	(1) Population Density		Water Consumption [Domestic+Commercial+Industrial]	Water Consumption per Capita	(2) Equivalent Population	Water Supply Coverage Ratio [NWSDB]	Water Supply Coverage Ratio [Other Authorities]	Water Served Population	(3) Actual Water Supply Coverage Ratio [Population base]		Number of Waterborne Diseases [2015]	(4) Rate of Waterborne Diseases	(5) Attractive to Tourist [Attraction Places]	(6-1) Presence of Growth Center & Industrial Zone	(6-2) Urban Type	(7) Recovery of Water Tariff Ratio	(8) Median of Household Income	(9) How much affect to Intake Points	Pollution Load Generated	Impact Potential [Distance from Council Center]	(10) Pollution Impact on Water Environment	(12) Situation of F/S and Approval Process				
①	②	③=①/②/100	④	⑤	⑥=③/⑤ x 1000	⑦	⑧	⑨	⑩=⑧/① x 100	⑪	⑫=⑩/③ x 10,000							⑬=⑭ x 54g/pers./day [as BOD]	Distance from Discharging Point	Name of Major Waters	⑮=⑯ x 1000								
[pers.]	[km ²]	[pers./ha]	[km ²]	[m ³ /day]	[#/pers./day]	[pers.]	[%]	[%]	[pers.]	[%]	[pers.]	[pers./10,000pers.]							[km]	[kg/day/m]									
41	M41	Kurunegala M.C	24,833	6.7	37.1	11.5	4,500	130	34,615	0.31	-	7,600	31	-	25	10.07	Yes	C	Regional GC	Dist.Cap.	99.5	29,343	Yes	Ground Water Source	1,869	1.5	Maguru Oya	1.2	-
42	M42	Minuwangoda U.C	7,523	2.9	25.9	3.5	1,368	130	10,523	1.00	-	7,523	100	-	4	5.32	No	-	-	-	102.0	38,807	Yes	Ground Water Source	568	1.0	Mapatana Oya	0.6	-
43	M43	Gampola U.C	37,871	9.6	39.4	18.3	7,563	130	58,177	0.61	-	23,154	61	-	105	27.73	Yes	C	Secondary GC	-	96.0	30,371	No	-	3,142	1.0	Mahavali Ganga	3.1	-
44	M44	Kegalle U.C	15,993	5.3	30.2	7.8	15,000	130	115,385	0.70	-	11,187	70	-	14	8.75	Yes	B	Regional GC	Dist.Cap.	100.0	28,524	Yes	-	6,231	0.5	Kuda Oya	12.5	-
45	M45	Batticaloa M.C	86,227	19.5	44.2	43.2	23,594	130	181,492	0.24	-	21,051	24	-	215	24.93	Yes	A	National GC	Dist.Cap.	92.4	20,359	No	-	9,801	3.5	Indian Ocean	2.8	B (NWSDB)
46	M46	Puttalam U.C	45,511	8.9	51.1	23.0	6,500	130	50,000	0.67	-	30,678	67	-	8	1.76	Yes	A	Regional GC	Dist.Cap.	99.5	29,286	No	-	2,700	5.5	Meer Oya	0.5	A (China-EXIM Bank)
47	M47	Kinniya U.C	36,772	6.2	59.3	19.5	18,000	130	138,462	1.00	-	36,772	100	-	5	1.36	Yes	B	-	-	92.4	24,436	No	-	7,477	2.0	Uppu Ari	3.7	-
48	M48	Nuwara Eliya M.C	23,804	4.4	54.1	13.0	19,400	130	149,231	1.00	-	23,804	100	●	5	2.10	Yes	A	-	Dist.Cap.	96.0	28,152	Ground Water Source	8,058	0.3	Nanu Oya	26.9	-	
49	M49	Ratnapura M.C	47,105	10.8	43.6	26.2	7,200	130	55,385	0.77	-	36,112	77	-	141	29.93	Yes	A	-	Dist.Cap.	100.0	27,391	Yes	-	2,991	1.0	Kalu Ganga	3.0	-
50	M50	Horana U.C	9,550	3.9	24.5	4.9	4,845	130	37,269	0.59	-	5,661	59	-	27	28.27	No	-	Regional GC	-	105.0	36,512	Yes	-	2,013	4.0	Kalu Ganga	0.5	-
51	M51	Mannar U.C	24,417	6.0	40.7	14.0	6,500	130	50,000	0.73	-	17,928	73	-	21	8.60	Yes	A	-	Dist.Cap.	89.3	24,200	No	-	2,700	3.0	Indian Ocean	0.9	-
52	M52	Talawakele - Lindula U.C	4,691	3.0	15.6	2.7	710	130	5,465	1.00	-	4,691	100	-	1	2.13	Yes	B	-	-	97.4	28,152	No	-	295	0.1	Kaotmale Oya	3.0	-
53	M53	Wattegama U.C	8,157	3.6	22.7	4.8	3,000	130	23,077	0.77	-	6,270	77	-	8	9.81	Yes	C	-	-	96.0	30,371	No	-	1,246	5.0	high land	0.2	-
54	M54	Vavuniya U.C	34,816	12.7	27.4	22.3	880	130	6,769	0.17	-	6,026	17	-	133	38.20	No	-	Regional GC	Dist.Cap.	89.3	30,967	No	-	366	1.5	high land	0.2	-
55	M55	Valvettithurai U.C	8,283	5.1	16.2	5.4	2,756	130	21,200	0.12	-	954	12	●	38	45.88	No	-	-	-	89.3	23,446	Ground Water Source	1,145	2.5	Indian Ocean	0.5	-	
56	M56	Kuliyapitiya U.C	5,509	1.5	36.7	4.2	1,350	130	10,385	0.35	-	1,520	35	-	5	9.08	No	-	-	-	99.5	29,343	Yes	-	561	-	No Watr Source	-	-
57	M57	Seethawakapura U.C	30,308	21.6	14.0	21.1	8,050	130	61,923	0.83	-	25,187	83	-	29	9.57	Yes	C	-	-	103.0	50,071	Yes	-	3,344	2.0	Kelaniyaya Ganga	1.7	-
58	M58	Anuradhapura M.C	50,995	21.0	24.1	46.7	20,556	130	158,123	0.94	-	47,676	94	-	11	2.17	Yes	A	National GC	Dist.Cap.	102.3	29,689	Yes	-	8,539	0.3	Malawa Ganga	28.5	F/S Under Preparation (NWSDB)
59	M59	Balangoda U.C	16,510	13.9	11.9	19.3	4,744	130	36,492	1.00	-	16,510	100	-	43	26.04	Yes	C	-	-	100.0	27,391	Yes	Ground Water Source	1,971	0.1	Nalwa Ganga	19.7	-
60	M60	Chavakachcheri U.C	16,129	17.5	9.2	20.8	1,924	130	14,800	0.04	-	725	4	●	53	32.86	No	-	-	-	89.3	23,446	Ground Water Source	799	7.5	Indian Ocean	0.1	-	
61	M61	Anpara U.C	22,511	2.7	83.4	31.7	6,660	130	51,231	1.00	-	22,511	100	-	4	1.78	No	C	-	Dist.Cap.	92.4	23,429	No	-	2,786	2.5	Gali Oya	1.1	-
62	M62	Embilipitiya U.C	36,712	24.2	15.2	53.0	7,200	130	55,385	0.73	-	26,843	73	-	52	14.16	No	C	-	-	100.0	27,391	Yes	-	2,991	6.5	Walawa Ganga	0.5	-
63	M63	Dambulla M.C	23,814	22.7	10.5	55.2	4,000	130	30,769	1.00	-	23,814	100	-	159	66.77	Yes	A	National GC	-	96.0	26,441	No	-	1,662	21.0	Amban Ganga	0.1	-
64	M64	Hambantota M.C	23,236	22.4	10.4	82.3	6,972	130	53,631	1.00	-	23,236	100	-	5	2.15	Yes	A	National GC	Dist.Cap.	101.0	32,267	No	-	2,896	9.0	Walawa Ganga	0.3	A (China-EXIM Bank)
65	P-01	Katana P.S	174,063	21.4	81.3	83.7	6,274	130	48,264	0.15	-	26,460	15	-	87	5.00	No	-	-	-	102.0	38,807	Yes	-	2,606	2.5	Maha Oya	1.0	-
66	P-02	Kotikavatta - Mulleriyawa P.S	131,643	21.2	62.1	21.2	37,326	130	287,123	1.00	-	131,643	100	-	66	5.01	No	-	-	-	103.0	50,071	Yes	-	15,505	2.0	Kakani Ganga	7.8	-
67	P-03	Kelaniya P.S	109,603	13.2	83.0	18.0	22,626	130	174,045	1.00	-	109,603	100	-	55	5.02	Yes	C	-	-	102.0	38,807	Yes	-	9,398	1.7	Kelani Ganga	5.5	A (AFD)
68	P-04	Biyyagama P.S	186,585	47.7	39.2	60.6	29,705	130	228,503	1.00	-	186,585	100	-	93	4.98	No	-	L2(Q=30,000m ³ /day) Extended Aeration	-	102.0	38,807	Yes	-	12,339	1.0	Kelani Ganga	12.3	-
69	P-05	Mahara P.S	207,782	61.7	33.7	96.2	18,948	130	145,753	0.58	-	121,500	58	-	104	5.01	No	-	-	-	102.0	38,807	No	-	7,871	5.0	high land	1.6	-
70	P-06	Akurana P.S	63,397	23.5	27.0	30.5	5,550	130	42,691	0.43	-	27,081	43	-	150	23.66	No	-	-	-	96.0	30,371	Yes	-	2,305	1.0	Pinga Oya	2.3	-
71	P-07	Karachchi P.S	61,484	90.0	6.8	674.4	-	-	61,684	-	-	-	-	-	184	29.93	Yes	C	-	Dist.Cap.	89.3	20,614	Yes	-	3,331	1.8	Canal	1.9	-
72	P-08	Moneragala P.S	49,520	67.2	7.4	286.7	3,900	130	30,000	0.42	-	20,583	42	-	261	52.71	No	-	Regional GC	Dist.Cap.	97.4	20,686	No	-	1,620	5.0	Kuwukkan Oya	0.3	-
73	P-09	Thamankaduwa P.S	82,426	43.5	18.9	435.4	25,929	130	199,454	0.33	-	27,444	33	-	17	2.06	Yes	A	-	Dist.Cap.	102.3	30,145	Yes	-	10,771	8.0	mahaveli Ganga	1.3	-
74	P-10	Maritimepattu P.S	28,973	8.5	34.2	699.2	-	-	28,973	-	-	-	-	-	78	26.92	No	-	-	Dist.Cap.	89.3	17,714	No	-	1,565	0.5	Indian Ocean	3.1	-
75	P-11	Panadura P.S	152,216	29.3	52.0	37.3	20,372	130	156,708	0.46	-	70,619	46	-	61	4.01	No	-	-	-	105.0	36,512	No	-	8,462	5.5	Indian Ocean	1.5	-
76	P-12	Ja - Ela P.S	170,289	38.9	43.7	52.6	8,571	130	65,931	0.19	-	33,071	19	-	85	4.99	No	-	-	-	102.0	38,807	No	-	3,560	2.0	Ahangala Oya	1.8	-
77	P-13	Wattala P.S	147,494	26.5	55.7	54.6	14,700	130	147,077	0.68	-	99,644	68	-	74	5.02	No	-	-	-	102.0	38,807	No	-	6,106	1.5	Kerani Ganga	4.1	-
78	P-14	Gampaha P.S	135,332	48.2	28.1	65.2	7,000	130	53,846	0.18	-	24,817	18	-	68	5.02	No	-	-	-	102.0	38,807	Yes	-	2,908	3.0	Attanagalu Oya	1.0	-
79	P-15	Kandy Four Gravets & Gangawata Korale P.S	65,015	22.0	29.6	33.2	58,466	130	449,738	0.57	-	36,782	57	-	65	10.00	Yes	B	-	-	96.0	30,371	Yes	-	24,286	4.5	Mahaveli River	5.4	-

Source: JET

表 5.4-5 優先都市評価の結果

Ranking in this study	Local Government Authority	[Ranking Table]											Total Points	
		I. Urbanization [0.1259/0.2959 ⇒Max:43points]		II. Sanitation [0.2164/0.2959 ⇒Max:73points]		III. Development [0.1416/0.2959 ⇒Max:48points]		IV. Sustainability [0.1518/0.2959 ⇒Max:51points]		V. Water Environment [0.2959 ⇒Max:100points] ⇒Revised Max:73points		VI. Maturation [0.0683/0.2959 ⇒Max:23points]		
		(1) Population Density [43 × 0.87=37Points]	(2) Population including Tourist [43 × 0.13=6Points]	(3) Water Supply Coverage Ratio [73 × 0.67=49Points]	(4) Ratio of Waterborne Disease [73 × 0.33=24Points]	(5) Tourist Attraction [48 × 0.40=19Points]	(6) Growth Center & Industrial Zone [48 × 0.60=29Points]	(7) Tariff Ratio [51 × 0.57=29Points]	(8) Household Income [51 × 0.43=22Points]	(9) Impact on Water Source [73 × 0.50=36.5Points]	(10) Potential of Impact on Water Environment [73 × 0.50=36.5Points]	(11) Feasibility Study and Approval Process [23 × 1.00=23Points]		
		[Calculation Method]	[Calculation Method]	[Calculation Method]	[Calculation Method]	[Calculation Method]	[Calculation Method]	[Calculation Method]	[Calculation Method]	[Calculation Method]	[Calculation Method]	[Calculation Method]	[points]	
		37 points correspond to category below. [Category] A: Pd ≥150 ⇒37points B: 100 ≤Pd <150 ⇒32points C: 40 ≤Pd <100 ⇒27points	6 points correspond to category below. [Category] A: Ep ≥100,000 ⇒6points B: 50,000 < Ep <100,000 ⇒3points C: 10,000 < Ep <50,000 ⇒1.5points	49 points correspond to maximum rate. Max100%, in case, 50%. ∴ 49 × 50/100=24.5points [Category] A: 50 ≤R <100 ⇒24points B: 0 < R <50 ⇒12points	24 points correspond to category below. [Category] A: 19points B: 9.5points C: 4.75points	19 points put the council having attractor places. [Category] A: 19points B: 9.5points C: 4.75points	29 points put the council having growth center, industrial zone or district capital. [Category] National GC: 29points Regional GC: 14.5points Secondary GC: 7.25points Industrial Zone: 7.25points District Capital: 7.25points If a council has multiple factor then take higher one category.	29 points correspond to maximum rate. Max100%, in case, 50%. ∴ 29 × 50/100=14.5points	22 points correspond to maximum rate. Max10,000Rs, in case, 5,000Rs. ∴ 22 × 5,000/10,000 =11points	36.5 points put the council having negative impact to water source. Yes ⇒36.5points Ground water Source ⇒18.25points For Ground Water Pollution = 2 Points Yes means that pollution of the council could affect water source quality of intake point for water treatment plant at down stream.	36.5 points correspond to these calculation. PL ⇒ Pollution Load = 10,000kg/day L ⇒ Distance from a discharge points = 5km ∴ 10,000 × 15/1000 = 2.0 Then correspond to maximum rate. Max 2.0, in case, 1.0. ∴ 36.5 × 1.0/2.0 = 18.25points	23 points put the council corresponding to category below. [Category] A: having F/S (Donor has decided) ⇒23points B: having F/S (Donor has not yet decided) or P/F/S ⇒11.5points C: Under Planning of F/S or P/F/S ⇒5points		
1	Colombo M.C	37.0	6.0	49.0	12.0	B	19.00	29.00	28.4	22.0	2.0	36.5	0.0	240.9
2	Kandy M.C	27.0	6.0	47.6	12.0	B	19.00	14.50	26.5	13.3	36.5	27.5	0.0	229.9
3	Sri Jayawardanapura Kotte M.C	27.0	6.0	49.0	12.0	B	4.75	29.00	28.4	22.0	2.0	23.7	11.5	215.4
4	Anuradhapura M.C	0.0	6.0	46.2	12.0	B	19.00	29.00	28.3	13.0	36.5	18.5	5.0	213.5
5	Badulla M.C	27.0	3.0	49.0	12.0	B	9.50	14.50	26.9	11.0	36.5	8.3	11.5	209.2
6	Kelaniya P.S	27.0	6.0	49.0	12.0	B	4.75	0.00	28.2	17.1	36.5	3.6	23.0	207.1
7	Nuwara Eliya M.C	27.0	6.0	49.0	12.0	B	19.00	7.25	26.5	12.4	20.3	17.5	0.0	196.9
8	Galle M.C	27.0	6.0	49.0	12.0	B	19.00	14.50	27.9	12.4	2.0	1.5	23.0	194.3
9	Dehiwala - Mount Lavinia M.C	32.0	6.0	49.0	12.0	B	9.50	0.00	29.0	22.0	2.0	7.0	23.0	191.5
10	Negombo M.C	27.0	6.0	49.0	12.0	B	19.00	0.00	28.2	17.1	2.0	2.9	23.0	186.1
11	Kotikawatta - Muletyawa P.S	27.0	6.0	49.0	12.0	B	0.00	0.00	28.4	22.0	36.5	5.1	0.0	186.0
12	Ratnapura M.C	27.0	3.0	37.6	12.0	B	19.00	7.25	27.6	12.0	36.5	1.9	0.0	183.9
13	Hambantota M.C	0.0	3.0	49.2	12.0	B	19.00	29.00	27.9	14.2	2.0	0.2	23.0	179.5
14	Trincomalee U.C	27.0	3.0	49.0	12.0	B	19.00	29.00	25.5	10.7	2.0	0.7	0.0	178.0
15	Maharagama U.C	27.0	6.0	42.4	12.0	B	0.00	0.00	28.4	22.0	2.0	14.8	23.0	177.6
16	Chilaw U.C	27.0	1.5	46.2	12.0	B	4.75	0.00	27.5	12.9	2.0	18.2	23.0	174.9
17	Puttalam U.C	27.0	3.0	38.0	12.0	B	19.00	14.50	27.5	12.9	2.0	0.3	23.0	174.2
18	Matara M.C	27.0	6.0	49.0	12.0	B	19.00	7.25	27.9	12.4	2.0	6.2	0.0	168.7
19	Hatton - Dik Oya U.C	27.0	1.5	40.9	12.0	B	9.50	0.00	26.5	12.4	36.5	1.2	0.0	167.5
20	Peliyagoda U.C	32.0	1.5	49.0	12.0	B	0.00	0.00	28.2	17.1	2.0	2.6	23.0	167.3
21	Boralesgamuwa U.C	27.0	1.5	47.9	12.0	B	0.00	0.00	28.4	22.0	2.0	2.6	23.0	166.5
22	Kolonnawa U.C	37.0	6.0	49.0	12.0	B	0.00	0.00	28.4	22.0	2.0	8.3	0.0	164.8
23	Beruwala U.C	32.0	6.0	49.0	12.0	B	4.75	0.00	29.0	16.0	2.0	14.0	0.0	164.8
24	Biyagama P.S	0.0	6.0	49.0	12.0	B	0.00	7.25	28.2	17.1	36.5	8.0	0.0	164.0
25	Panadura U.C	27.0	1.5	49.0	12.0	B	0.00	7.25	29.0	16.0	20.3	0.7	0.0	162.8
26	Dambulla M.C	0.0	1.5	49.0	24.0	A	19.00	29.00	26.5	11.6	2.0	0.1	0.0	162.7
27	Kalutara U.C	27.0	6.0	49.0	12.0	B	4.75	7.25	29.0	16.0	2.0	6.3	0.0	159.3
28	Kattankudy U.C	32.0	1.5	27.9	24.0	A	9.50	0.00	25.5	8.9	2.0	4.3	23.0	158.7
29	Kegalle U.C	0.0	3.0	34.3	12.0	B	9.50	14.50	27.6	12.5	36.5	8.1	0.0	158.0
30	Balangoda U.C	0.0	1.5	49.0	12.0	B	4.75	0.00	27.6	12.0	36.5	12.8	0.0	156.2
31	Weligama U.C	27.0	1.5	49.0	12.0	B	19.00	0.00	27.9	12.4	2.0	5.3	0.0	156.1
32	Batticaloa M.C	27.0	6.0	12.0	12.0	B	19.00	29.00	25.5	8.9	2.0	1.8	11.5	154.8
33	Moratuwa M.C	27.0	6.0	49.0	12.0	B	0.00	0.00	29.0	22.0	2.0	7.1	0.0	154.1
34	Tangalle U.C	27.0	1.5	49.0	12.0	B	9.50	7.25	27.9	14.2	2.0	0.8	0.0	151.1
35	Wattala Mabolala U.C	32.0	1.5	45.7	12.0	B	0.00	0.00	28.2	17.1	2.0	10.8	0.0	149.2
36	Kesbewa U.C	27.0	6.0	44.3	12.0	B	0.00	0.00	28.4	22.0	2.0	2.9	0.0	144.7
37	Kinniya U.C	27.0	6.0	49.0	12.0	B	9.50	0.00	25.5	10.7	2.0	2.4	0.0	144.2
38	Ampara U.C	27.0	3.0	49.0	12.0	B	4.75	7.25	25.5	10.3	2.0	0.7	0.0	141.5
39	Kadugannawa U.C	27.0	1.5	49.0	12.0	B	9.50	0.00	26.5	13.3	2.0	0.3	0.0	141.1
40	Kaduwa M.C	0.0	3.0	24.2	12.0	B	0.00	0.00	28.4	22.0	36.5	14.9	0.0	141.0
41	Matale M.C	0.0	3.0	49.0	24.0	A	4.75	7.25	26.5	11.6	2.0	12.1	0.0	140.2
42	Thamankaduwa P.S	0.0	6.0	16.3	12.0	B	19.00	7.25	28.3	13.2	36.5	0.9	0.0	139.4
43	Bandarawela M.C	0.0	1.5	41.1	12.0	B	9.50	0.00	26.9	11.0	36.5	0.8	0.0	139.2
44	Ja - Ela U.C	27.0	1.5	49.0	12.0	B	0.00	0.00	29.0	17.1	2.0	1.6	0.0	139.2
45	Horana U.C	0.0	1.5	29.0	12.0	B	0.00	14.50	29.0	16.0	36.5	0.3	0.0	138.9
46	Jaffna M.C	27.0	1.5	11.8	12.0	B	19.00	29.00	24.7	10.3	2.0	0.3	0.0	137.5
47	Ambalangoda U.C	27.0	0.1	49.0	12.0	B	4.75	0.00	27.9	12.4	2.0	0.9	0.0	136.0
48	Mannar U.C	27.0	3.0	36.0	12.0	B	19.00	0.25	24.7	10.6	2.0	0.6	0.0	135.1
49	Hikkaduwa U.C	0.0	3.0	49.0	12.0	B	19.00	7.25	27.9	12.4	2.0	2.4	0.0	135.0
50	Katana P.S	27.0	1.5	7.4	12.0	B	0.00	0.00	28.2	17.1	36.5	0.7	0.0	130.4
51	Embilipitiya U.C	0.0	1.5	35.8	12.0	B	4.75	0.00	27.6	12.0	36.3	0.3	0.0	130.3
52	Minuwangoda U.C	0.0	1.5	49.0	12.0	B	0.00	0.00	28.2	17.1	20.3	0.4	0.0	128.3
53	Seethawakapura U.C	0.0	3.0	40.7	12.0	B	4.75	0.00	28.4	0.0	36.5	1.1	0.0	126.5
54	Kstunayake Seethuwa U.C	27.0	1.5	10.2	12.0	B	19.00	7.25	28.2	17.1	2.0	1.8	0.0	126.0
55	Kurunegala M.C	0.0	1.5	15.0	12.0	B	4.75	14.50	27.5	12.9	36.5	0.8	0.0	125.4
56	Gampaha M.C	0.0	3.0	15.8	12.0	B	0.00	7.25	28.2	17.1	36.5	1.9	0.0	121.6
57	Talawakele - Lindula U.C	0.0	0.0	49.0	12.0	B	9.50	0.00	26.9	12.4	2.0	1.9	0.0	113.7
58	Akurana P.S	0.0	1.5	20.9	12.0	B	0.00	0.00	26.5	13.3	36.5	1.5	0.0	112.3
59	Akkaraipattu M.C	27.0	3.0	22.0	12.0	B	9.50	0.00	25.5	10.3	2.0	0.6	0.0	112.0
60	Haputhale U.C	27.0	0.0	22.9	12.0	B	9.50	0.00	26.9	11.0	2.0	0.0	0.0	111.3
61	Nawalapitiya U.C	27.0	1.5	15.4	12.0	B	0.00	7.25	26.5	13.3	0.0	6.3	0.0	109.4
62	Point Pedro U.C	27.0	0.0	13.4	12.0	B	0.00	0.00	24.7	10.3	20.3	0.0	0.0	107.7
63	Kuliyapitiya U.C	0.0	1.5	17.1	12.0	B	0.00	0.00	27.5	12.9	36.5	0.0	0.0	107.5
64	Gampola U.C	0.0	3.0	30.0	12.0	B	4.75	7.25	26.5	13.3	2.0	2.0	0.0	100.9
65	Moneragala P.S	0.0	1.5	20.4	24.0	A	0.00	14.50	26.9	9.1	2.0	0.2	0.0	98.6
66	Wattagama U.C	0.0	1.5	37.7	12.0	B	4.75	0.00	26.5	13.3	2.0	0.2	0.0	97.9
67	Karachchi P.S	0.0	0.0	0.0	12.0	B	4.75	7.25	24.7	9.1	36.5	1.2	0.0	95.4
68	Mahara P.S	0.0	6.0	28.7	12.0	B	0.00	0.00	28.2	17.1	2.0	1.0	0.0	94.9
69	Eravur U.C	32.0	1.5	9.1	12.0	B	0.00	0.00	25.5	8.9	2.0	0.1	0.0	91.2
70	Vavuniya U.C	0.0	9.0	8.5	12.0	B	0.00	14.50	24.7	13.6	2.0	0.2	0.0	84.4
71	Vakkethurai U.C	0.0	1.5	5.6	12.0	B	0.00	0.00	24.7	10.3	20.3	0.3	0.0	74.7
72	Charakachchen U.C	0.0	0.0	2.2	12.0	B								

5.4.3 各都市の特徴と必要性

表 5.4-6 に国家目標である下水道整備率 7.0%を達成するための下水道整備都市を示す。

この結果、人口が比較的多く、国の発展拠点、水道水源の上流または公共用水域への汚濁負荷の影響が比較的高い、優先度の高い以下の 15 都市が優先整備都市となった。

表 5.4-6 2035 年までに整備する都市

Local Government Authority	Population (2012)	Water Served Population (2012)	Necessity of Sewerage System	Note
Colombo MC	561,314	561,314	Biggest Town in Sri Lanka National Growth Centre District Capital	Sewerage system has been developed.
Kandy MC	98,828	96,060	Regional Growth Centre District Capital World Famous Tourist Area Water intake located at the downstream	Sewerage system is under construction (JICA).
Sri Jayawardanapura Kotte MC	107,925	107,925	Capital of Nation Big impact of Pollution Load on Public water body	Sewerage system has been planned.
Anuradhapura MC	65,345	47,676	National Growth Centre District Capital World Famous Tourist Area Water intake located at the downstream Big impact of Pollution Load on Public water body	Sewerage system is under plan.
Badulla MC	42,237	42,237	Regional Growth Centre District Capital Water intake located at the downstream	Sewerage system has been planned.
Kelaniya PS	109,603	109,603	Regional Growth centre Famous Tourist Area Water intake for Colombo located at the downstream Big impact of Pollution Load on Public water body	Sewerage system has been planned (AFD).
Nuwara Eliya MC	23,804	23,804	District Capital World Famous Tourist Area Ground water as a water source	
Galle MC	86,333	86,333	Regional Growth Centre District Capital World Famous Tourist Area Water intake located at the downstream	Sewerage system has been planned (AFD).
Dehiwala-Mount Lavinia MC	184,468	184,468	Large Population Adjoining City to Colombo	Sewerage system partially has been developed and has been planned.
Negombo MC	142,449	142,449	World Famous Tourist Area	Sewerage system has been planned (AFD).
Kotikawatta-Mulle riyawa PS	131,643	131,643	Water intake for Colombo located at the downstream	
Rathnapura MC	47,105	36,112	District Capital World Famous Tourist Area Water intake located at the downstream	
Hambantota MC	23,236	23,326	National Growth Centre	Sewerage system has been planned

			District Capital World Famous Tourist Area	(china).
Trincomalee UC	48,351	48,351	National Growth Centre District Capital World Famous Tourist Area	
Maharagama UC	196,423	169,902	Impact of Pollution Load on Public water body	Sewerage system has been planned (China).
Total		1,811,103		7.1% (=1,811,103*0.9/22,645,723*100)

Note: It is assumed that sewerage served population in 2035 is 90% of water served population in 2012.

Source: JET

5.4.4 都市下水道 M/P 策定対象都市の選定

都市下水道 M/P 策定対象都市（5 都市）は表 5.4-6 に基づき、以下の観点を加味して選定する。

- コロンボ市及び他ドナーの支援が重複しない都市
- 下水道の実施計画がなく、スリランカの地域的な発展に寄与する都市

この結果、首都のスリジャヤワルダナプラコッテ、国家成長都市の拠点で観光都市のアヌラーダプ
 ラ、地域の都市成長拠点であるバドゥッラ、観光都市のヌワラエリア、そして大都市に隣接する都市
 であるデヒワラ・マウントラビニアを選定した（表 5.4-7）。

表 5.4-7 都市下水道 M/P の 5 都市

Local Government Authority	Description
Sri Jayawardanapura Kotte MC	Capital of Nation Big impact of Pollution Load on Public water body
Anuradhapura MC	National Growth Centre District Capital World Famous Tourist Area Water intake located at the downstream Big impact of Pollution Load on Public water body
Badulla MC	Regional Growth Centre District Capital Water intake located at the downstream
Nuwara Eliya MC	District Capital World Famous Tourist Area Ground water as a water source
Dehiwala-Mount Lavinia MC	Large Population Adjoining City to Colombo

Source: JET

5.5 下水道技術面の検討

5.5.1 下水収集システム

下水収集システムには以下の二種類がある。

- 合流式
- 分流式

(1) 合流式下水道

合流式下水道は汚水と雨水を一つの下水管で流下させるように設計される。この場合、管きよ

径は、主として雨水を流下させることが要因で大きくなる。下水処理施設の設計においては、大雨の際には雨水の一部は処理場に流入する。合流式下水道は密集した都市部で、浸水が頻繁に発生する場合、汚水と雨水を同時に排除できるという利点がある。

大雨時には合流下水の一部は、下水処理場に流入する前に、越流堰から越流する。これは雨天時越流水（CSO）と呼ばれている。CSOは、未処理下水で病原菌、栄養塩類、化学物質等を表流水に排出するため、公衆衛生と環境への影響が懸念される。CSOの貯留や処理には、水量が大きいことから多額の費用がかかる。このようなデメリットから、合流式はスリランカの状況を鑑みると推奨しない。

(2) 分流式下水道

分流式下水道では、汚水と雨水をそれぞれ污水管と雨水管を別々に設計する。既存水路を雨水管として用いることができる。従って、汚水の収集という観点からは、分流式下水道は污水管の管径は小さくなり、雨水管を考慮しなければ建設費が安価になる。また、雨天時越流水がないため未処理下水を公共用水域に排出する懸念はない。このような利点があるため、分流式下水道はスリランカに適した下水収集システムである。合流式下水道と分流式下水道のメリット・デメリットを表 5.5-1 にまとめた。

表 5.5-1 分流式下水道と合流式下水道の比較

Separate Sewers	Combined Sewers
Storm water and sanitary sewage can be managed separately	Storm water and sanitary sewage can be managed at the same time
Limited or no risk of sewage overflow	Risk of sewage overflow
Recycling of nutrients and energy becomes easier	In dry weather, problems associated with sluggish flow, longer detention time which may lead to deposits & bad odour in pipelines.
Conventional sanitary sewerage system is smaller in dimensions and, therefore, cheaper to build.	

Source: JET

NWSDB では、汚水の収集・処理の優先度が高いため、頻繁に浸水が起こる地域や地下水位が高い場所以外は、分流式下水道を基本としている。

(3) 下水収集システムと腐敗槽

通常、下水道が整備される場合違反各戸での前処理は必要ないため、下水道が整備された地域では、家庭排水と直接、下水管に接続し、既設腐敗槽は廃止されることが一般的である。しかしながら、腐敗槽や類似の施設を前処理に用いる下水道システムも存在することから、以下に、これらのシステムについて簡単に紹介する。

(4) 固形物フリー下水道

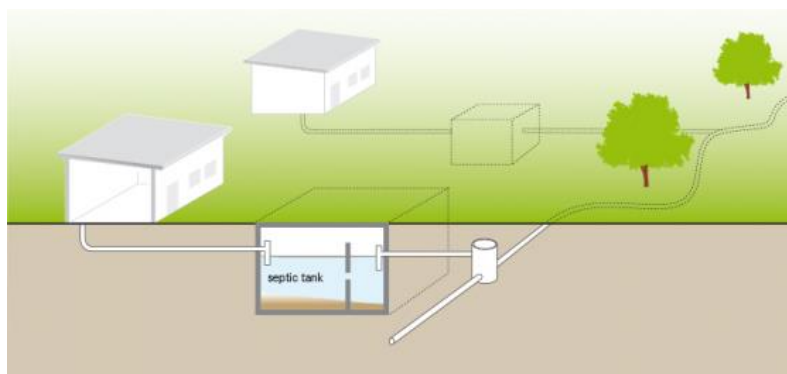
固形物フリー下水道は、「スモールボア下水道」とも呼ばれる。本システムでは汚水中の固形物は下水管に流入させる前に、単槽式腐敗槽等を通し、沈殿により固形物を除去する（図 5.5-1）。これにより、固形物の堆積や閉塞の恐れが少なくなるため、自己掃流を考慮する必要はない。また、下水管の点検口が少なくすむ。

「インターセプター下水道」はスモールボア下水道と類似しているが、腐敗槽からの流出水は、既存水路に沿って敷設された遮集管で収集され、処理場に流入する。

これらのシステムは構成が簡単であるため、安価に建設できる。しかしながら、設計、工事

管理に専門知識が必要であり、維持管理には熟練が必要である。また、ユーザー側にも、不適切な建設工事や生下水を沈殿処理せずに下水管に流入させるような不適切な維持管理を避ける責任がある。加えて、腐敗槽汚泥はバキューム吸引車で定期的に除去する必要があり、これにより生活環境の悪化の恐れがある。

以上のことを考慮すると、原則として家庭下水は下水管に直接接続し、既設の腐敗槽は廃止する手法を採用すべきと考える。



Source: TILLEY *et al.* 2014

図 5.5-1 固形物フリー下水道の概念図

5.5.2 下水処理法と推奨される技術

(1) 下水の水質

流入下水の水質は、家庭排水や工場排水といった下水の種類により異なる。家庭排水の一例として、約 5,000 m³/日を処理しているモラトゥワ/ラトマラナ下水処理場のデータを表 5.5-2 に示す。このデータは 2013 年 10 月から 2016 年 2 月にかけて測定されたものである。この処理場には、流入下水量の 2% に相当する腐敗槽汚泥が日常的に投入されているが、表 5.5-2 に見られるように、流入下水の水質は比較的低い。有機物 (BOD₅ と COD)、リン、窒素、TSS 濃度は設計値よりも低い。

表 5.5-2 モラトゥワ/ラトマラナ下水処理場の流入水質

	Influent								
	pH	BOD ₅ (mg/l)	COD (mg/l)	Total P (mg/l)	Total N (mg/l)	Ortho P (mg/l)	NH ₄ -N (mg/l)	NO ₃ -N (mg/l)	TSS (mg/l)
MIN	6.6	16	90.7	0.94	14.8	0.47	3.27	0.56	24
MAX	8.5	180	925	18.6	191	13.6	23.7	1.7	856.7
Avg	-	86.9	274.3	2.8	42.4	2.4	14.2	1.0	232.4
Design	-	355	1057	12	55	-	-	-	458*

* : SS

Source: NWSDB

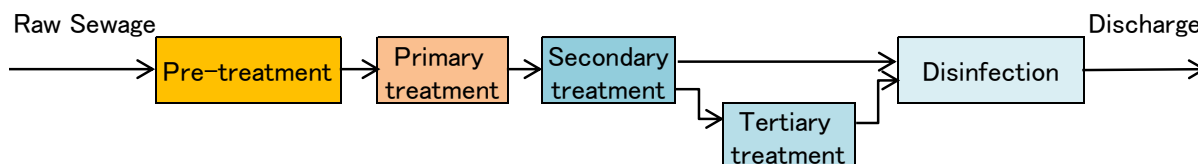
ジャエラ/エカラ下水処理場はモラトゥワ/ラトマラナ下水処理場よりもデータが少ない。1 年間の流入水 BOD₅ と COD の平均濃度は、それぞれ 187mg/L と 628mg/L であり、やはり設計値よりも低い。

流入下水濃度が低い理由として、多くの要因が考えられる。理由の一つとして、水温が高いため、下水管きょ中で有機物が分解されることが考えられるが、このような現象は高温帯の国々で時々観察されている。

(2) 各種都市下水処理プロセス

図 5.5-2 に下水処理の一般的なフローを示す。通常、都市下水処理は、前処理、一次処理、二次処理、消毒で構成されている。必要な場合には、三次処理が付加される。一次処理と二次処理が一体となっている処理プロセスもある。

海洋放流の場合には、下水は一次処理後もしくは前処理のみで海洋放流口から放流される。一次処理は、多くの場合、重力沈殿により行われるため処理法の種類はそれほど多くない。



Source: JET

図 5.5-2 都市下水処理プロセスのフロー

一方、二次処理には処理レベルや特性が異なる多様な方式がある。都市下水は有機物と栄養塩類を含み微生物増殖に適しているため、通常、都市下水処理には生物学的処理技術が適用される。

(3) 適切な処理プロセス選定の基準

如何なる条件にも適する単一の二次処理プロセスはなく、最適な処理プロセスは処理に要求される具体的条件により決定されるべきである。処理プロセスの選定においては、以下の事項を十分に検討することが必要である。

1) 安定性及び信頼性

放流基準など法令や基準の各種法令を準拠するものであることが何よりも求められる。また、政府の政策や計画に沿って、目標を達成するものである必要がある。

2) 必要面積

用地取得に制限がある場合、処理プロセスの選択肢は取得可能な用地面積によって決まる。

3) エネルギー消費

スリランカの停電と比較的高い電気料金を考慮すると、処理プロセスは電力消費量が少ないものが望ましい。

4) 腐敗槽汚泥の受入れ能力

新規に建設される下水処理場は、比較的長期間にわたって腐敗槽汚泥を受け入れなければならないと考えられる。腐敗槽汚泥の受け入れは処理施設への流入負荷の増大と変動をもたらす。処理プロセスは、このような流入負荷増大と変動に対応できることが必要である。(第6章参照)

5) 汚泥発生量

下水処理の結果、汚泥が発生するのは避けられないものである。汚泥を適切に処分あるいは有効利用することが重要である。しかしながら、汚泥処分は往々にして困難な課題である。一般的には汚泥発生量が少ない処理プロセスが望ましい。

6) **容易な維持管理**

処理プロセスが容易に運転できることに加えて、部品や消耗品の調達が容易かつ迅速にできることが必要である。

7) **周辺環境や社会への影響が小さいこと**

下水処理場から発生する騒音、臭気、不快昆虫による周辺環境やの悪影響はできるだけ小さくしなければならない。

また、下水処理場建設や稼働による、森林などの重要な自然生息地の著しい転換または劣化など生態系及び生物相への影響を回避/縮小できるよう処理プロセスに配慮する。

下水処理施設（下水処理場やポンプ場等）の用地取得に関しては、非自発的住民移転を最小化するだけでなく、地域住民等のステークホルダーとの十分な協議や情報公開により透明性を保ちながら行い（出典:国際協力機構 環境社会配慮ガイドライン 2010年4月）、これら周辺環境や社会への影響は、スリランカの環境関連法規(**APPENDX 8**)や世銀、JICAなどの環境社会配慮ガイドラインを参照し行う。

8) **処理水の再利用**

水が乏しい地域では、下水処理水は重要な水資源であり、灌漑目的の再利用が見込まれる。処理水再利用を計画する場合、再利用目的に応じて必要水質を満足するために高度処理が必要となることがある。

9) **コストの抑制**

コストの見積もりを行う場合に、各施設の信頼性と耐久性が高いかどうかには注意が必要である。機器の信頼性や耐久性が低い場合、建設コストが十分低い場合でも修繕や更新費用を含む実施の運転コストは、予想外に高くつく可能性がある。

(4) **下水処理プロセスの特性**

上記で述べた諸条件の優先順位とバランスを考慮して、最適な処理プロセスを選定することが重要である。一般的に用いられている下水処理プロセスの概略の特性を**表 5.5-3**に示す。これらは基本的に二次処理プロセスである。しかしながら、これらの内のいくつかのプロセス、例えば生物学的栄養塩除去プロセスやMBR(膜分離活性汚泥法)では三次処理を付加することなく、高度な処理水が得られる。表中に示した定性的な評価は、実際の現地条件に応じて変わることがあることに注意する必要がある。

表 5.5-3 代表的な下水処理プロセスの特性

System	Removal efficiency (%)				Land requirements (m ² /inhab.)	Energy requirements	Sludge production	Costs		Simplicity in O&M	Environmental problems (Odors, insects)	Existing plants in Sri Lanka
	BOD ₅	NH ₄ -N	T-P	FC (log)				Capital	O&M			
Ponds & lagoons												
Facultative pond	75-85	<50	<35	1-2	2.0-4.0	+++	+++	+++	+++	+++	++	Hikkaduwa (Facultative ponds + maturation pond)
Anaerobic pond- Facultative pond	75-85	<50	<35	1-2	1.2-3.0	+++	+++	+++	+++	+++	+	Digana Victoria Village (Pond type unknown)
Facultative aerated lagoon	75-85*	<30	<35	1-2	0.3-0.4*	++	+++	++	+++	+++	++	Monaragala Base Hospital (Pond type unknown)
Completely mixed aerated lagoon + sedimentation pond	75-85	<30	<35	1-2	0.2-0.4	+	++	++	++	+++	++	
Activated sludge process												
Conventional activated sludge process	85-92*	>80	30-45*	1-2	0.2-0.25*	++	+	+	++	+	+++	Seethawakapura EPZ and many other plants for industrial and hospital wastewater, Kandy
Extended aeration (including Oxidation ditch)	95-98*	>80	10-20*	1-2	0.15-0.2*	+	++	++	++	++	+++	
Biological nutrient removal process	85-93	>80	75-88	1-2	0.12-0.25	+	+	+	+	+	+++	Ekala-Jaela, Morutuwa/Ratmalana
Sequencing batch reactor (SBR)	90-97	>80	<35	1-2	0.12-0.25	++	+	+	++	++	+++	Wathupitiwela EPZ
Membrane Bioreactor (MBR)	90-97	>80	<35	>3	0.08-0.1	+	+	++	++	++	+++	
Anaerobic treatment												
UASB reactor	75-85*	<50	<35	1-2	0.03-0.10	+++	+++	++	+++	++	+	
UASB + submerged aerated biofilter	83-93	50-85	<35	1-2	0.05-0.15	++	+	++	++	+	+++	
Biofilm process												
Low rate trickling filter	80-90*	65-85	<35	1-2	0.2-0.3*	+++	+	+	++	++	+	Ratnapura Hospital and other five plants for hospital (Type unknown)
High rate trickling filter	70-87	65-85	<35	1-2	0.12-0.25	+++	+	+	++	++	+	
Submerged aerated biofilter	88-95	>80	<35	1-2	0.1-0.15	++	+	++	++	+	+++	

Notes: +++ favorable, ++ medium, + less favorable, The grading is only relative in each column and is not generalized for all the items.

Reference "Biological Wastewater Treatment in Warm Climate Regions" Marcos von Sperling et al. 2006 IWA

* from "Design manual D7, Wastewater Collection, Treatment, Disposal & Reuse" 2012 NWSDB

Source

(5) スリランカの下水処理方式

表 5.5-4に、既存の都市下水処理施設（住宅団地を除く）とその処理方式を示す。

表 5.5-4 既存の都市下水処理施設と処理方式

No	Name	Capacity (m ³ /d)	Treatment Process
1	Kandy under construction	14,000	Oxidation Ditch with nutrient removal
2	Kurunegela under Planning	4,500	Activated Sludge process with Nitrogen removal
3	Ratmalana/Moratuwa	17,000	Extended Aeration with nutrient removal
4	Jaala/Ekala	7,250	Extended Aeration with nutrient removal
5	Hikkaduwa	1,020	Stabilization Ponds
6	Kataragama	3,000	Stabilization Ponds

Source JET

スリランカでは、稼働中の都市下水処理施設は少数であるが、オキシデーションディッチ、長時間エアレーション法を含む活性汚泥法とポンドが処理プロセスとして採用されている。

工場排水処理では、表 4.7-1 に示すようにオキシデーションディッチが大部分の EPZ で採用されている。一方で、病院排水処理では APPENDIX 5 に示すように処理プロセスは様々である。長時間エアレーション法が大部分であるが、活性汚泥法やオキシデーションディッチ法を採用している病院もある。これらの用語の定義がどのようになっているのかは明らかでない点がある。この他に、浸透ピット付の腐敗槽、散水ろ床、ポンド等が表中に見られる。

まとめると、スリランカでは稼働している都市下水処理施設はわずかであるが、工場排水や病院排水では、オキシデーションディッチや長時間エアレーション、栄養塩除去活性汚泥法を含むかなり多数の活性汚泥法施設が稼働している。

(6) 最近の処理技術の開発動向

従来の下水処理技術の他、最近、多数の有望な下水処理技術が日本で開発されている。これらの最新処理技術の内、いくつかの事例を APPENDIX 9 で紹介した。

5.5.3 CEA の放流基準に基づく処理水質

下水処理プロセスを選定する場合、最も重要な要素は放流水質が基準を満足することである。従って、要求される処理レベルは当該法令に定められた放流許容基準によることになる。放流許容基準は、2008年2月に出された特別官報 No. 1534/18に定められている。下水処理場からの放流水は、上記官報の別表 1 に規定されている。(APPENDIX 10参照)

これらの基準は、改正に向けて手続きが進められているところであり、いずれ法令化される予定である。改正放流許容基準は、工場排水および生活排水を陸上表流水域に放流する場合に適用される。

表 5.5-5 工場排水および生活排水を陸上表流水域に放流する場合の放流基準改正案

Parameter	Unite type of limit	Tolerance limit values	
		Gazette No.1534/18	Proposed amendment
Particle size of the total suspended solids	μ m, less than	850	-
Total dissolved solids	mg/l, max	-	1,000
Biochemical oxygen demand (BOD ₅ in five days at 20 °C or BOD ₃ in three days at 27°C)	mg/l, max	30	-
Biochemical oxygen demand (BOD ₅ in five days at 20 °C)	mg/l, max	-	30
Temperature of discharge	°C, max	30 Shall not exceed 40°C in any section of the stream within 15m down stream from the effluent outlet.	Ambient temperature ±5 or 40 whichever is lesser
Nitrates (as N)	mg/l, max	-	10
Cyanide (as CN)	mg/l, max	0.2	0.05
Total residual chloline	mg/l, max	1.0	0.5 (as Cl ₂)
Chlorides (as Cl)	mg/l, max	-	400
Sulphide (as S)	mg/l, max	2.0	0.5
Arsenic (as As)	mg/l, max	0.2	0.05
Cadmium (as Cd)	mg/l, max	0.1	0.03
Chromium,total (as Cr)	mg/l, max	0.5	0.05
Chromium, Hexavalent (as Cr ⁶⁺)	mg/l, max	0.1	0.01
Copper (as Cu)	mg/l, max	3.0	0.05
Lead (as Pb)	mg/l, max	0.1	0.05
Mercury (as Hg)	mg/l, max	0.0005	0.001
Nickel (as Ni)	mg/l, max	3.0	0.2
Silver (as Ag)	mg/l, max	-	0.035
Faecal Coliform	MPN/100ml, max	40	150
Radio Active material (a)Alpha emitters (b)Beta emitters	micro curie/ml,max	10 ⁻⁸ 10 ⁻⁷	-

Source: CEA

表に示されるように、改正前と改正予定の基準を比較すると、有機物に関連する指標は大きくは変わらないが、重金属についてはより厳しくなる見込みである。重金属は、生物処理である程度除去されるが、これは単に排水から汚泥に移行しただけである。重金属は原則として、その発生源で制御すべきである。

生物学的下水処理の見地からは重要な改正点は、硝酸の最大値15mg/L（硝酸性窒素で3.4mg/Lに相当）という基準の導入である。SRT(固形物滞留時間：Solids Retention Time)の長い活性汚泥法では、硝化は、特にスリランカのような高温帯では水温が高いために自然に進行する。もし、オキシデーションディッチや長時間エアレーション法のような長SRTの活性汚泥法で硝酸の基準が守れない場合には、脱窒工程の導入が必要となる。

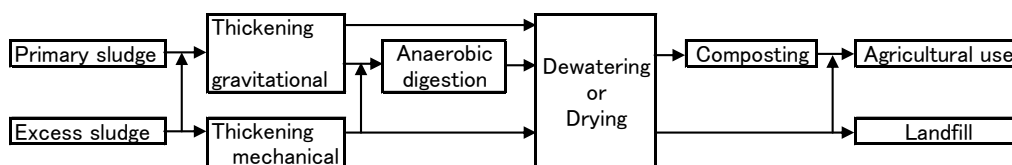
別表 1 に関連する改正の他、海洋放流に関する許容基準は根本的に改正される見込みである。沿岸放流、短距離海洋放流、長距離海洋放流の三種類の海洋放流が導入される見込みである。許容放流基準はそれぞれの希釈率によって決められる(APPENDIX 11)。改正案の法令化後は、海洋放流にはより厳しい汚濁制御が求められる。

5.5.4 汚泥、沈砂、し渣の処理

(1) 汚泥の管理

下水処理の結果、ほとんどの生物学的処理プロセスにおいて汚泥の発生は避けられない。汚泥発生量は、図 5.5-3 に示されるように処理プロセスによって大きく異なる。活性汚泥法においては、SRTの長いプロセスでは余剰汚泥の発生量が小さい。余剰汚泥発生量が少ないことは大きなメリットであるが、その代わりに長SRT条件を保持するために大きな槽容量と用地面積が必要となる。

活性汚泥法の代表的な汚泥処理・処分フローを図 5.5-3 に示す。



Source: JET

図 5.5-3 活性汚泥プロセスの代表的な汚泥処理処分フロー

標準活性汚泥法では最初沈殿池汚泥と余剰汚泥の二種類の汚泥が発生する。オキシデーションディッチ法では最初沈殿池がないため、余剰汚泥のみが発生する。最初沈殿池汚泥と余剰汚泥の性状はかなり異なる。最初沈殿池汚泥は炭水化物を多く含み、嫌気性消化により容易に分解される。これに対して、余剰汚泥の有機物は細胞の主成分であるタンパク質が主である。余剰汚泥は嫌気性消化では簡単に分解されない。汚泥処理プロセスは、下水処理プロセスに応じて選定しなければならない。

下水処理場から発生した汚泥には、なお多くの有機物が含まれていることから、衛生学的な見地から有害である。このため、汚泥処理においては安定化が第一である。下水処理プロセスから発生する汚泥は大部分が水分であるので、含水率の低下による減量化が不可欠である。汚泥の減量化により最終処分と有効利用が容易となる。

下水処理場から発生する汚泥は、通常、最初に濃縮を行ってから脱水する。脱水汚泥は多くの場合、埋め立て処分される。

下水処理場から最初沈殿池汚泥が発生する場合、汚泥はしばしば濃縮後に嫌気性消化される。汚泥の嫌気性消化によって減量化と安定化が行える。これに加えて、消化による生成物として貴重なエネルギー的価値を有するメタンガスが得られ、ガスエンジンを用いて発電を行えば電力回収が可能である。従来は、大規模なガスエンジンしか利用できなかったが、最近では小規模で高効率なガス発電機が出てきており、中小規模下水処理場でもバイオガス発電が可能となっている。

汚泥は乾燥あるいはコンポスト化して肥料として農業利用されることがある。汚泥の農業利用は資源の循環であり、埋め立て処分より好ましい。しかしながら、重金属のような汚泥中の有害物が農業利用の障害となるケースがある。現在、スリランカでは下水汚泥の農業利用における汚泥中の有害物質の規制がないため、EU指令86/278/EEC(1986)が準用されている。EU指令における重金属規制値と参考にドイツおよび日本の規制値を表 5.5-6 に示す。汚泥中の重金属を減少させ、農業利用を促進するためには、有害物質の下水道への排出を発生源で規制することが不可欠である。

表 5.5-6 下水汚泥農業利用の場合の有害物質規制値

Parameters	Unit	EU Directive (1986) 86/278/EEC	German Directive (1992)	Japanese Standard
Pb	mg/dryKg	750-1,200	900	0.01 (%)
Cd	mg/dryKg	20-40	5-10	0.0005 (%)
Cr	mg/dryKg	-	900	0.05 (%)
Cu	mg/dryKg	100-1,750	800	-
Ni	mg/dryKg	300-400	200	0.03 (%)
Hg	mg/dryKg	16-25	8	0.0002 (%)
Zn	mg/dryKg	2,500-4,00	2,000-2,500	-
As	mg/dryKg	-	-	0.005 (%)
PCB	mg/dryKg	-	0.2	-
PCDD/PCDF	mg/dryKg	-	100	-
AOX	mg/dryKg	-	500	-

Source: EU Directive 86/278/EEC (1986)

重金属の他、農業利用においては健康リスクも考慮する必要がある。下水汚泥は回虫卵や病原菌等の健康リスク要因を含んでいる可能性がある。嫌気性消化やコンポストはこれらの健康リスク要因を不活化させる効果を有している。下水汚泥を農業利用する場合には、これらのプロセスを汚泥処理に組み込むことが推奨される。

他の形態の有効利用としては、緑化や園芸といった用途がある。このような下水汚泥の利用方法は、直接、食物生産とつながらないため、潜在的な健康リスクは農業利用と比較してかなり小さくなる。下水汚泥は、建設資材としても利用できる。最も簡単な方法は、セメント製造の原材料として用いることである。下水汚泥中の固形分と有機分は粘土と燃料の代替となる。下水汚泥は、脱水汚泥あるいは焼却灰としてセメント製造者に供給される。汚泥中のリン濃度が高い場合、製品の質に悪影響が出ることがある。

(2) 沈砂とし渣の管理

前処理工程で発生する沈砂とし渣は、適切に処分して環境問題の発生を避けなければならない。しかしながら、沈砂とし渣の処分については関連する法規制がない。現在、下水処理場から発生するし渣は、通常のゴミとして処分されている。下水処理場から発生する沈砂とし渣に関する規制法令の整備が必要である。沈砂は洗浄後、下水管工事の埋戻し材として再利用されることがある。

5.6 下水道の効果

水域への下水放流は、水質に汚濁と土壌生態系や魚類を含む野生生物への汚染といった負の影響を与える。下水道事業は適正な管理により汚染物質を低減し環境への負荷を最小限とするため、生活の質と公衆衛生の改善に寄与する。下水道の主な効果は次の通りである。

(1) 疾病の削減レベル

下水処理は有害微生物を除去するため、潜在的な疾病の要因を削減する。この削減効果により細菌が水域を汚染することを防止し、疾病のリスクの少ない環境を保持するために役立つ。

(2) 自然環境の保護

腐敗槽などは防水構造でなければ汚水が地下水や表流水に流れ込む可能性がある。また、人口密度の高い都市では、腐敗槽汚泥の定期的な引抜きにより健康被害を引き起こす可能性がある。一方、下水道はコンクリート構造物で適切な維持管理を行えば、地下水や水域を汚染する可能性

が小さく、自然環境の保護に寄与する。

(3) 観光の発展

下水道による環境保護と生活の質の向上は、政府の持続可能な発展目標の一つであるエコツーリズムの推進にプラスの効果を与える。特に、下水道の効率的な汚水処理機能は、キャンディやヌワエリヤの湖やコロombo、ゴールやネゴンボなどのビーチの水環境の保全に役立ち、下水道の整備は観光地の発展に寄与する。

(4) 魚類と野生生物の保護

下水道導入により水域に放流される汚染物質が低減し、魚類と野生生物を保護することになる。魚や野生生物が豊かな社会で過ごすことを人は好むため、汚染物質の低減は生活の質の向上をもたらす。

(5) 生活と生活の質の基準

下水道は、上記で説明した効果により生活の質や市民の生活水準を高め、持続的発展なより良い環境の確保に貢献する。

5.7 費用

表 5.7-1 に費用の概算を示す。概算費用は既存下水道プロジェクトに基づいて算定した。下水道人口普及率 7.0%を達成するためには、全体で 3,840 百万 USD の費用が必要である。

算定は、下水道人口を 2012 年の水道人口の 90%、下水処理場の容量を 2012 年の水道使用量と同等と仮定し、スリランカの実績から下水処理場は施設容量 1m³あたり 2,000 USD、水管渠は下水道人口一人当たり 2,000USD とした。

表 5.7-1 概算費用

	Local Government Authority	Construction Cost, Million USD	Water Served Population (2012)	Water Consumption (2012), m ³ /d	Calculation
1	Colombo MC	950	561,314	472,086	=2,000*472,086
2	Kandy MC	240	96,060	30,443	=2,000*96,060*0.9 +2,000*30,443
3	Sri Jayawardanapura Kotte MC	270	107,925	35,000	=2,000*107,925*0.9 +2,000*35,000
4	Anuradhapura MC	130	47,676	20,556	=2,000*47,676*0.9 +2,000*20,556
5	Badulla MC	100	42,237	9,150	=2,000*42,237*0.9 +2,000*9,150
6	Kelaniya PS	250	109,603	22,626	=2,000*109,603*0.9 +2,000*22,626
7	Nuwara Eliya MC	90	23,804	19,400	=2,000*23,804*0.9 +2,000*19,400
8	Galle MC	190	86,333	16,772	=2,000*86,333*0.9 +2,000*16,772
9	Dehiwala-Mount Lavinia MC	410	184,468	39,000	=2,000*184,468*0.9 +2,000*39,000
10	Negombo MC	330	142,449	32,234	=2,000*142,449*0.9 +2,000*32,234
11	Kotikawatta-Mulleriyawa PS	320	131,643	37,326	=2,000*131,643*0.9 +2,000*37,326
12	Rathnapura MC	80	36,112	7,200	=2,000*36,112*0.9 +2,000*7,200
13	Hambantota MC	60	23,326	6,972	=2,000*23,326*0.9 +2,000*6,972
14	Trincomalee UC	60	48,351	8,477	=2,000*48,351*0.9 +2,000*8,477
15	Maharagama UC	370	169,902	27,300	=2,000*169,902*0.9 +2,000*20,000
	Total	3,850	1,783,049	784,542	

Note: It is assumed that sewerage served population in 2035 is 90% of water served population in 2012 and sewage treatment capacity in 2035 is water consumption in 2012.

It is assumed based on existing construction cost that sewer construction cost is 2,000 USD per capita and sewage treatment plant cost is USD 2,000 per capacity.

Source: JET

第6章 オンサイト施設の整備

6.1 目的

スリランカ国において汚水処理の方法として下水道を建設することは非常に重要なことではあるが、下水道の建設には時間がかかるため、腐敗槽を含めたオンサイト施設による汚水処理は依然として重要な汚水処理方式となる。本章では、腐敗槽を含めたオンサイト施設のスリランカにおける建設と管理について述べる。

6.2 オンサイト施設の現状

現在国連では 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。

2015 年時点でスリランカ国の人口の 89%が改良されたトイレへアクセス⁶⁻¹⁾しており、2030 年までにすべての人が衛生設備にアクセスできるものと考えられるが、水質改善を目指すためには下水道の整備だけでなく、腐敗槽を含めたオンサイト施設による処理の質を改善する必要がある。

6.2.1 都市地域の現状と課題

(1) 現状

スリランカ国の都市部は、一般的に密集して住宅が建設されている。そのため、原則的には集中型の下水道システムが有利である。しかし、下水道普及率はいまだに 2%と低く、人口の 84%はオンサイト施設に依存している。⁶⁻²⁾

(2) 腐敗槽の問題

浸透ピットと腐敗槽の組合せはオンサイト施設でスリランカにおいて最も広く使われている。腐敗槽は、都市衛生において重要な役割を果たしているが、設置と管理について以下に示す問題がある。

1) 不適切な適用と設置

腐敗槽と浸透ピット・もしくは溝 (trenches)、は最も一般的な形である。しかし、腐敗槽が適切に適用・設置されていないケースがある。Gampaha 市の調査結果によると、約 80%のオンサイト施設が腐敗槽と浸透ピットの組合せではなく、単に浸透ピットのみであった。これは、浸透ピットから排出された下水が腐敗槽で処理されずに直接放流されていることを意味する。すべての「腐敗槽」と呼ばれるオンサイト施設が、SLS745 (2009) の基準に準拠しているのではないことに留意する必要がある。単純な集合槽 (Collection pit) や浸透ピットはしばしば「腐敗槽」と呼ばれている。⁶⁻³⁾ Gampaha 市の調査結果は腐敗槽の 75%が井戸から 18m 以内に設置されたことを示している。SLS745 (2009) では、腐敗槽を井戸から 18m 以上の距離を取って設置することを薦めている。⁶⁻⁴⁾ 調査では、有効な腐敗槽の容量が大きすぎるために、5 年以上も污泥引抜きを行っていないケースがあることも指摘している。浸透ピットや溝 (trenches) は、地下水位が十分に低い場所で適用すべきだが、地下水位が高い場所でも浸透ピットが適用されているケースがある。⁶⁻⁴⁾ 汚水槽や浸透ピットが雨季には頻繁にあふれる

ため、バキューム・カーの稼働数は降雨量に比例している。⁶⁻⁵⁾

2) 不適切な維持管理

SLS745 (2009) は、腐敗槽の深度の 3 分の 1 から半分以上になった時に定期的に汚泥の引抜きを行うことが推奨されている。しかし、長期間汚泥引抜きをしていない腐敗槽がかなり存在する。理由の一つは、腐敗槽の所有者が引抜き料金を払わねばならないことである。この場合、腐敗槽の有効容量が減少し、汚水の処理が十分行われぬ。

また、腐敗槽に汚泥引抜き口が付いていない場合、汚泥の引抜きのために腐敗槽のコンクリートを破壊し、臭気の発生を防ぐため汚泥引抜き後に腐敗槽に灯油を吹きかける事例も報告されている。⁶⁻⁵⁾ さらに、トイレにごみを投棄し、トイレのつまりや腐敗槽の腐敗機能を阻害するなどの問題を引き起こす。

3) 腐敗槽汚泥の管理

汚泥の収集後、汚泥の処理・処分に注意すべきである。腐敗槽汚泥は、「スリランカ国家環境法 (Sri Lanka National Environment Act No.47 of 1980)」の定義によると廃棄物とみなされている。腐敗槽汚泥の処理と処分は、**6.2.1(4)**に述べる。

(3) 腐敗槽汚泥の処理と処分

適切な汚泥の管理は、その地域の地下水と環境の保護にとって重要である。現在、スリランカには腐敗槽汚泥の処理施設は 10 か所程度しかない。SLS745 には、汚泥の質に関するデータはないが、**表 6.2-1** にスリランカで実際に分析した汚泥データとインドの汚泥データを示す。インドの腐敗槽汚泥と比べると、スリランカの腐敗槽汚泥は、比較的 SS、有機物、窒素濃度が低い。これは SS 濃度の違いが有機物と窒素濃度に影響を及ぼしていると考えられる。

表 6.2-1 腐敗槽汚泥の質

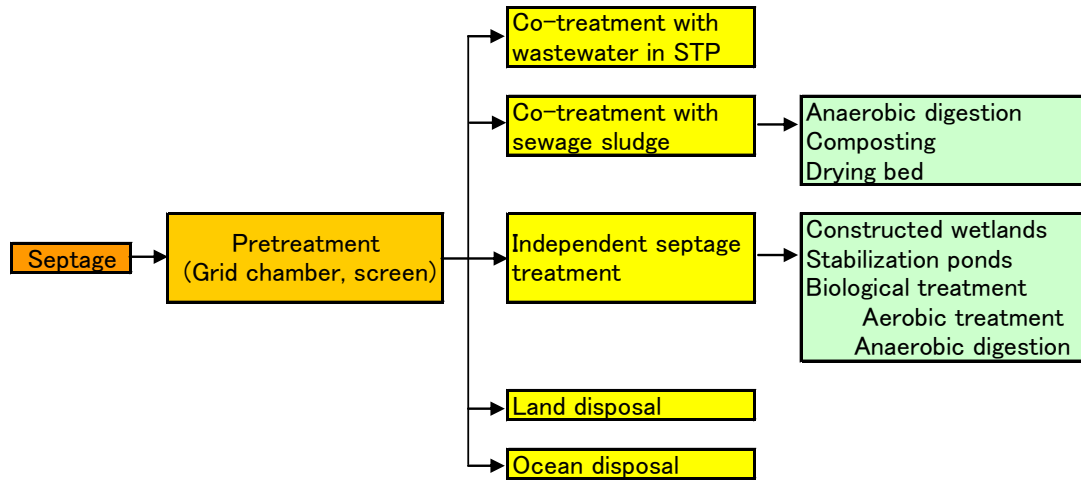
Source	Appearance	pH	Temp (°C)	COD (mg/L)	TSS (mg/L)	BOD (mg/L)	TKN (mg/L)	NH ₃ -N (mg/L)	TS (mg/L)	Remarks
Clean Tech Env. Service	Ash colour, odorous	9.32	28.2	1,499	2,145	-	-	-	-	Septage
Clean Town Gully Service	Ash colour, odorous	7.28	27.2	1,665	-	635	-	-	-	Septage
Pyramid Gully Service	Ash colour, Cloudy, odorous	7.35	26.8	1,906	-	320	-	-	-	Septage
Abans Clean Tec gully service	Sewage bluish, yellow odorous	4.95	29	1,066	64	-	20.3	4.4	1,140	Septage
Mulleriyawa Kotikawatta PS	sewage yellowish odorous	7.39	28.5	500	640	65	188	186.5	1,676	Sewage
Pyramid Gully Bowser Service	sewage yellowish odorous	7.23	29.5	1,157	524	185	291	236.5	1,688	Septage
Boralessgamuwa Municipal Council	sewage yellowish odorous	6.48	29.5	1,867	520	720	193	147.5	1,312	Septage
India **	-	-	-	31,900	12,862	6,480	588	97	34,100	Septage (Average)

* Data of Sri Lanka were measured in 2015.

** "Septage management in Urban India (draft)" WSP, 2012

Source: JET

腐敗槽汚泥の処理と処分方法を図 6.2-1 に示す。



Source: JET

図 6.2-1 腐敗槽汚泥の処理と処分方法

(4) 下水処理場での腐敗槽汚泥の処理

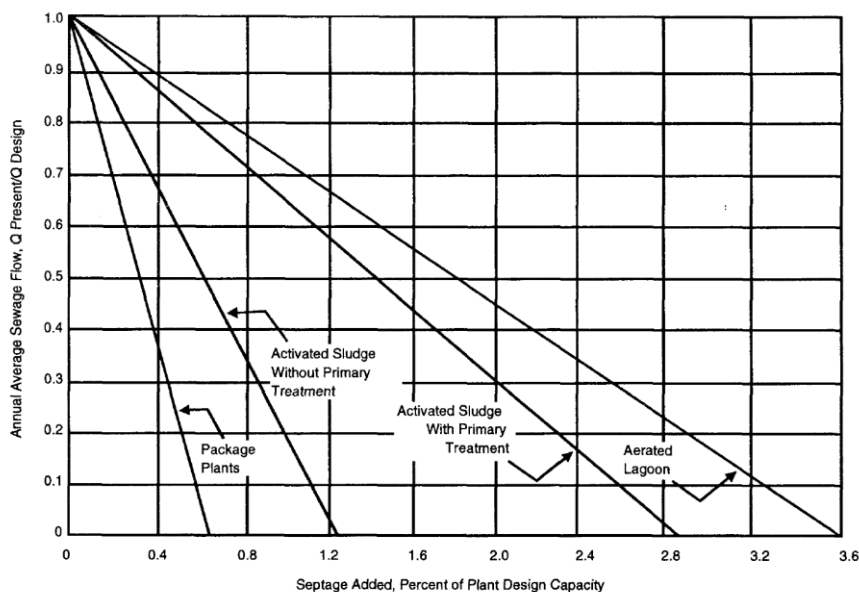
腐敗槽汚泥の最も廉価な方法として、下水道がすでに供与されている地域においては、下水処理場で下水と一緒に処理することである。腐敗槽汚泥を下水処理場で処理する場合のマイナスの効果は、次の通りである。

- スクリーンかすや砂粒の増加
- 悪臭の増加
- 沈澱池におけるスカムの発生
- 生物処理プロセスへの有機負荷の増加
- エアレーションタンクでの泡立ち悪臭の発生の可能性
- 処理場からの汚泥の発生量の増加
- 維持管理作業員の増加

特に、最初沈澱池がない場合には、下水処理場の機械設備の故障を避けるための前処理が重要である。腐敗槽汚泥に含まれる固形廃棄物や砂が、沈砂池やスクリーン、必要ならば粉砕機でできるだけ除去されるべきである。さらに、油や脂肪含量が高いならば、グリーストラップが準備されるべきである。

下水処理場で受け入れられる腐敗槽汚泥量には限界がある。受け入れ可能な腐敗槽汚泥量は、次の要素を考慮して決定されるべきである。

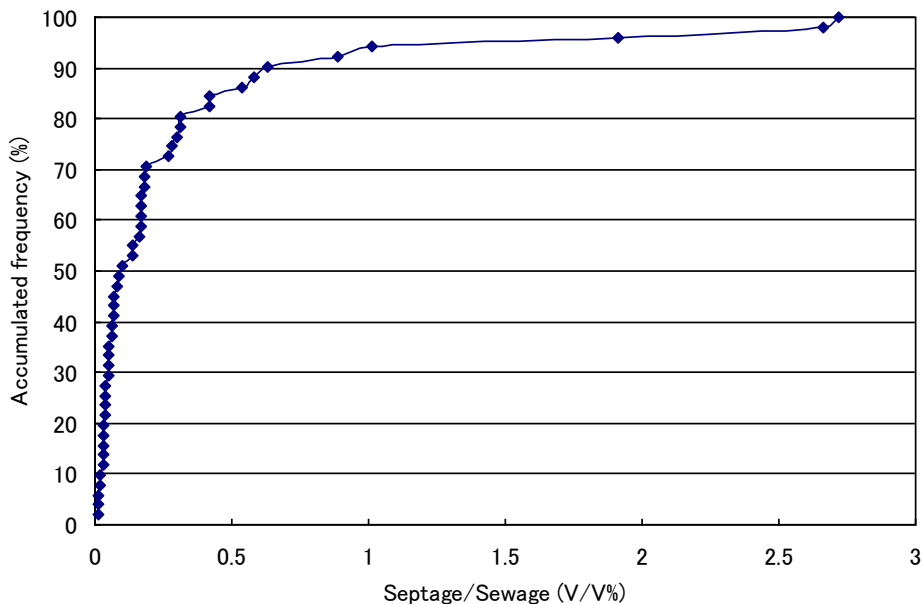
- 設計容量に対する現在の流入量の割合
- 最初沈澱池の有無
- 腐敗槽汚泥受入槽の有無
- 生物処理プロセスのタイプ



Source: US EPA

図 6.2-2 腐敗槽汚泥受入槽を有する下水処理場への腐敗槽汚泥の許容量⁶⁻⁶⁾

図 6.2-2 は、US EPA による腐敗槽汚泥受入槽を有する下水処理場への腐敗槽汚泥の許容量を示している。処理能力に余剰がある下水処理場は、より多くの腐敗槽汚泥を受け入れることができる。最初沈澱池を有する下水処理場も、それを有しない処理場よりも、より多くの腐敗槽汚泥を受け入れることができる。



Source: Japan Sewage Works Agency (JSWA : 日本下水道協会)

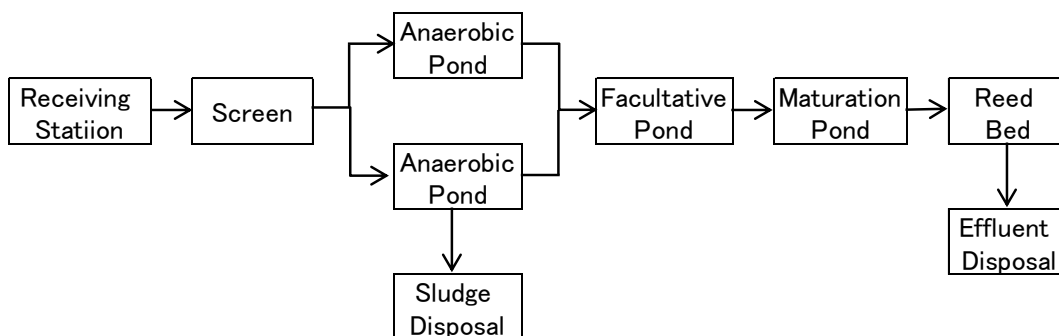
図 6.2-3 腐敗槽汚泥を受け入れている日本の下水処理場の腐敗槽汚泥／下水の割合

図 6.2-3 は、腐敗槽汚泥を受け入れている日本の下水処理場の腐敗槽汚泥／下水量の割合を示している。この場合、腐敗槽汚泥はオンサイト施設の汚泥とトイレの排泄物を含んでいる。図から示されるように、平均は 0.32% で、最大で 2% である。

スリランカでは、モラトゥワ／ラトマラナ（Moratuwa/Ratmalana）とエカラージャエラ（Ja-Ela/Ekala）の下水処理場で、深刻な悪影響を被ることなく腐敗槽汚泥を受け入れている。これら2つの処理場では、腐敗槽汚泥の流入下水に対する割合は、約2%である。これらのデータから判断すると、受け入れ可能な腐敗槽汚泥の下水水量に対する割合は、約2%であると考えることができる。しかし、もし下水処理場が大量の工場排水を受け入れるならば、受け入れ可能な腐敗槽汚泥量は減少するであろう。その場合、下水処理場で受け入れ可能な腐敗槽汚泥の割合に、十分な配慮が必要である。

1) 腐敗槽汚泥の単独処理

下水処理場で受け入れられない場合、収集された腐敗槽汚泥は単独処理しなければならない。腐敗槽汚泥処理に十分な用地を確保できる場合、安定化池が廉価な選択肢となる。腐敗槽汚泥処理の安定化池の例として、**図 6.2-4** にマンナール腐敗槽汚泥処理施設のフロー図を示す。この施設は、日量 28m³ の腐敗槽汚泥を受け入れており、2つの嫌気性地と通性池、仕上げ池で構成されている。仕上げ池からの排水は、葦原を通過し放流している。



Source: ADB

図 6.2-4 マンナール腐敗槽汚泥処理施設の処理方法⁶⁻⁷⁾

6.2.2 問題のある地域の現状（村落および私有地）

スリランカは、衛生に関する MDG を達成しているが、村落地域では改善されたトイレを利用できない人々が多数存在する。人口密度が低く分散して居住している村落地域と私有地では、集中型の処理システムよりもオンサイト施設が有利である。このため、基準を満たした腐敗槽の設置を改善されたトイレの導入時に行うことが必要である。

6.2.3 便所の形式と分布

4.1 で述べたように、スリランカは衛生施設の改善に目覚ましい進歩を遂げ、衛生面のミレニアム開発目標を達成した。改善されていないトイレを使っている人々の割合は7%で、外で排泄を行っている人々の人口は1.7%である。学校における水道と衛生施設も急激に改善され、適切な衛生施設を持つ学校の割合は2012年末に80%に達し、学校の85%は改善された飲料水源を有している⁶⁻¹⁾。

様々な衛生施設の中で、全家庭に占める汲み取り式便所の割合は約2.6%である（**APPENDIX 12**の様々なタイプの便所を参照）。

表 6.2-2 は、衛生の質の達成度を示している。表に示されるように、衛生の質はかなり改善してきた。バケツ便所はなくなり、囲いのない汲み取り式便所や露天掘り便所は報告されていない。換気改善汲み取り便所（Ventilated improved pit latrine: VIP）は農村地域で促進されている。改善された衛生

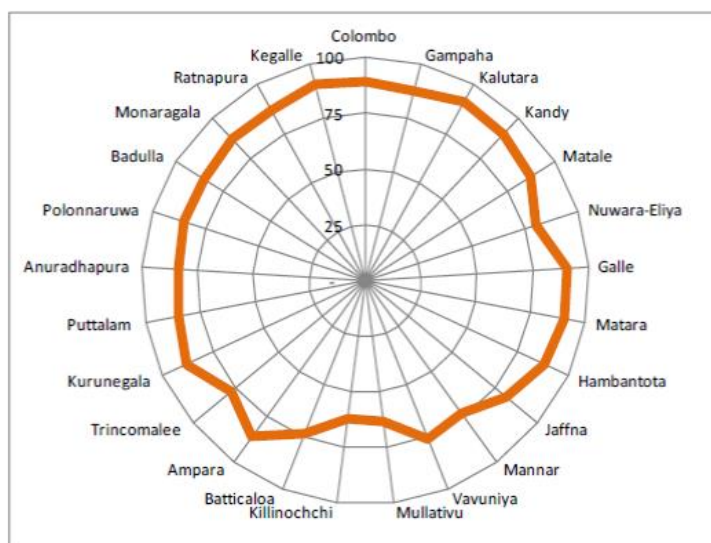
施設の目標は 2020 年までに 100%である。

表 6.2-2 衛生の質の達成

Improved Sanitation Facilities	Unimproved Sanitation Facilities
Flush or pour-flush to: <ul style="list-style-type: none"> - piped sewer system- increasing by 2% - septic tank- first choice according to SLS Standards - pit Ventilated improved pit latrine (VIP) Promoted in rural agricultural areas. Composting toilet - promoted as ecosan Public or shared sanitation Facilities	Bucket Latrines = eradicated Flush or pour - flush to non sewer - reportedly not in use Pit latrine without slab or open pit - not reported Hanging toilet or hanging latrine - none Pit latrines with slab - discouraged No facilities or bush or field (open defecation) is 1.7%

Source: Regional Center for Sanitation

図 6.2-5 は、各県ごとの専用トイレを有する家庭の割合を示している。いくつかのスリランカ北部と東部の区では、専用トイレの割合が低くなっている。



Source: Census of Population and Housing – 2012; Department of Census & Statistics, Ministry of Policy Planning and Economic Affairs (MOPPEA : 政策立案・経済問題省)

図 6.2-5 各県の専用トイレを有する家庭の割合

6.3 オンサイト施設の解決策と改善

6.3.1 オンサイト施設の基準

施設設計では、SLS745 シリーズを順守する必要がある。SLS745 は、1986 年以来何度か改訂され最新版は、「SLS745 パート 2 : 2009、腐敗槽と関連する汚水処理システム設計と建設の実施規則、パート 2 (SLS 745 PART2: 2009, Code of Practice for the design and construction of septic tanks and associated effluent disposal systems, Part2)」である。SLS745 パート 1 (2004 年発行) は、地下浸透を伴う小規模システムを扱い、SLS パート 2 は、(地下水が高いか、もしくは土壌の浸透速度が低いケースにおける) 地下浸透を伴わないシステムを、大規模システムとともに規定している。パート 2 は表流水排出基準に適合させるため、嫌気性生物膜 (anaerobic bio filters)、地湿地池 (subsurface flow constructed wetlands)、砂ろ過床 (gravel percolation bed) など腐敗槽処理後の後処理のオプションを示している。

6.3.2 オンサイト処理改善優先地区

オンサイト処理は地中に浸透させ処理するものであるため、地下水汚染の可能性がある。よって、定期的に汚泥を引抜き浸透機能を有効に機能させる必要がある。一方、引抜いた汚泥は適正に処理・処分する必要があるため、オンサイト処理の改善はし尿処理場 (腐敗槽汚泥の処理場) の建設と合わせて行うべきである。

表 4.1-1 に示すようにスリランカの衛生施設の改善済みは約 90% であり、オンサイト処理の改善はし尿処理場の導入ということになる。

オンサイト処理改善のための優先地区を決定するためには、オンサイト処理がうまくいっていない地区を選ぶ必要があるが、スリランカにおいて全国的なデータはない。このため、オンサイト施設の機能より、土壌浸透がうまく機能しない地区を改善優先度が高い地区とすることは、SLS745 (2009) のパート 2 で十分な機能を確保するため季節的な地下水位の変動からの施設の離隔の規定や設置のための土質の透水係数をなどから、合理的と考える。

よって、ここでは改善の優先地区を地中浸透機能から以下の観点を考慮し、改善地区を推定する。

- ラグーン/貯水池に隣接している都市
- 水はけが悪い都市
- 上記 2 つに該当しない低地に位置する都市
- 洪水が発生するスリランカの湿潤地帯の都市。

この視点から、74 都市を以下の 3 つに分ける (**APPENDIX 13** 参照)。

1. 現在課題のある都市
湿潤地帯及び乾燥地帯でラグーンに隣接する都市、湿潤地帯の沿岸部で水はけが悪い都市、そして低地で水はけが悪い湿潤地帯の都市
2. 潜在的に課題がある都市
湿潤地帯で沼地が埋立てられた都市、乾燥地帯で水はけが悪い都市
3. その他
上記の条件を満たさない都市

この条件により改善優先地区を**表 6.3-1**に示す。この結果、現在課題のある都市として15都市を選

定した。このうち11都市は最優先でトイレの改善及びし尿処理施設の建設を進める（5都市のコロンボ、デヒワラ・マウントラビニア、ケラニヤ及びネゴンボは下水道を整備するため緊急性は小さいとした）。また、13都市を潜在的な問題地区として第二段目に改善する都市とした（17都市が潜在的な問題地区だが、4都市は下水道を整備するため13都市となる）。それ以外の都市は、第三段目に改善する都市とした。

表 6.3-1 優先順位地区

Problem Area	Sewage Volume	Problem Potential Area	Sewage Volume
Boralesgamuwa U.C	71 m ³ /d	Batticaloa M.C	94 m ³ /d
Chavakachcheri U.C	21 m ³ /d	Beruwala U.C	53 m ³ /d
Chilaw U.C	4 m ³ /d	Hikkaduwa U.C	30 m ³ /d
Eravur U.C	29 m ³ /d	Ja-Ela U.C	35 m ³ /d
Jaffna M.C	100 m ³ /d	Kalmunai M.C	117 m ³ /d
Kattankudy U.C	48 m ³ /d	Katunayake-Seeduwa U.C	67 m ³ /d
Mannar U.C	28 m ³ /d	Kinniya U.C	45 m ³ /d
Matara M.C	41 m ³ /d	Kolonnawa U.C	71 m ³ /d
Panadura U.C	33 m ³ /d	Moratuwa M.C	184 m ³ /d
Wattala Mabola U.C	31 m ³ /d	Peliyagoda U.C	30 m ³ /d
Colombo M.C*	62 m ³ /d	Point Pedro U.C	15 m ³ /d
Dehiwala-Mount Lavinia M.C*	20 m ³ /d	Valvettithurai U.C	11 m ³ /d
Kelaniya P.S*	20 m ³ /d	Weligama U.C	26 m ³ /d
Negombo M.C*	53 m ³ /d	Sri Jayawardanapura Kotte M.C*	12 m ³ /d
		Galle M.C*	9 m ³ /d
		Kotikawatta-Mulleriyawa P.S*	58 m ³ /d
Total	406 m ³ /d Except for 4 cities		770 m ³ /d Except for 3 cities

Note:* marks that a city is proposed as a sewerage development city because of high priority.

Source: JET

この改善にかかる費用として、第一段目のし尿処理場の建設費で13億LKR(=406 m³/d*110 百万/34)、第二段目で24億LKR (=770 m³/d*110 百万/34)、そして第三段目で85億LKR (=12,340-1,300-2,491)が必要となった(APPENDIX 14)。

6.3.3 政府機関、商業、工業のオンサイト処理

政府機関、商業および工場排水のオンサイト処理は、比較的規模が大きいため、適切に管理しなければ、深刻な土壌・地下水汚染を引き起こす可能性が高い。一般に、大規模の腐敗槽は、次のような施設で使用されている。

- アパート
- 学校や宗教施設
- 事務所、工業、商業施設
- ショッピングモール
- 国営公園とキャンプ場
- レクリエーション、駐車場
- 駅・バス停
- ホテル・レストラン

特に、オンサイト処理システムは家庭用の汚水を処理するように設計されており、商業や工業施設の汚水は成分が異なるために適切に処理することはできない。

よって、有害物質を含まない工業排水や商業排水は以下のような事項を考慮して、できる限り処理

量を削減する必要がある。

(1) 排水量の削減と再利用

排水を発生させない生産工程を検討する。もし排水が発生する場合、できる限り再利用するように検討する。再生水の利用は水の消費量を削減し、合わせて水道代の費用の削減効果がある。

(2) 自治体の下水道システムへの接続

下水道が工場排水を受け入れることができるならば、排水を処理する最も安価で簡便な方法となる。この場合、**APPENDIX 15**に添付した規制基準に準拠し下水管に放流する必要がある。このため、排水基準に収まるように、必要であれば排水の前処理を行う。

有害物質を含まない少量の排水であるならば、土壌への散布も一つの方法である。土壌の自然分解が腐敗槽よりも早く排水を分解する場合もある。

この土壌散布を行う場合は土地廃棄計画（Land disposal program）を策定することが必要である。この計画は地下水を保護し、工場、自治体、小規模企業が排水を処分する安全な方法を費用効果の観点から比較検討を行うもので、排水の処分方法、有用資源の抽出方法、将来のための水の貯留方法が検討される。これらの検討により公衆と地域の安全性を安価に担保することができる。排水を土壌散布により処理する場合については、**APPENDIX 16**にその基準を示した。

(3) 排水処理施設の導入

下水道に接続できない場合、特定の汚染物質を除去し、排水量を減らすため独自の処理施設の設置を検討する。油／水分の分離器、逆浸透システム、廃液蒸発装置のような設備は、特殊な排水には有効である。このような処理施設の設備は、排水の成分、量により建設費及び維持管理費が大きく異なる。

(4) その他の選択肢

有害物質を含まない工場排水の場合は別の事業で排水を活用するなど検討する。

6.3.4 し尿処理場（腐敗槽汚泥処理場）の選定基準と候補地の選定

SLS745には、収集した腐敗槽汚泥を下水処理場で処理するか、処理ができないのならば腐敗槽汚泥が地下水や周辺環境に悪影響を引き起こさない方法で埋立て処分すべきと規定している。しかし、SLS745には、処理方法や処理施設用地選定の基準は示されていない。

このため、事例紹介としてマンアールの事例を示す。マンアールでは腐敗槽汚泥処理施設は3つの候補地から選定され、検討では以下の項目を考慮した。⁶⁻⁷⁾

- 十分な土地面積がある場所
- 地下水汚染の危険がない場所
- 住民移転の必要がない場所
- 臭気や騒音、バキューム・カーの進路と走行によってマイナスの効果がない場所
- アクセスが良い場所

図 6.3-1 にマンアール施設の航空写真を示す。28m³/日の腐敗槽汚泥処理のため 1.88ha の土地が選定された。処理法は、嫌気性池、通性池、および湿地池である。写真の通り、選定された土地の近隣に住宅はなく、道路から施設までのアクセスも良い場所である。



Source: Google Map

図 6.3-1 マニュアル腐敗槽汚泥処理施設の航空写真⁶⁻⁷⁾

6.3.5 建設の承認手続き

(1) 概要

建設事業は、都市開発機関法 (Urban Development Authority Act, no 41 in 1978) でも明記されている通り、関連する地方政府機関の規制に従って行う。MC、UC、もしくは PS は、管轄する地域のあらゆる建設に管理監督する義務がある。このため、建設に従事する者は、都市開発法の Section 3(1)の「都市開発地域」に従い、地方政府から建設許可を得なければならない。建設許可は、1年間有効で都市開発機関法の Regulation 10(06)によると、2年間の延長は可能である。

(2) 承認申請

申請書は次の書類と共に提出されなければならない。

- a) 建設行為が行われる場所に隣接した土地と道路を示す地図
- b) 仮に土地が再分割される場合、次の事項を含む 4000 分の 1 以上の縮尺の再分割地域の承認された計画：
 - 地理的な特徴
 - 土地内の建設物
 - 地域内の道路の幅
- c) 次の事項を示す 1000 分の 1 以上の縮尺の提案している建設物の詳細計画：
 - 既存の建設物
 - 変更される道路 (ある場合)
 - 土地境界
 - アクセス道路
 - 駐車場
- d) 建設行為が行われる土地の公正証書
- e) 100 分の 1 の縮尺の建設物各フロア的设计図 (建設物の複雑さに応じて 200 分の 1)
- f) トイレと下水貯留槽を示す計画
- g) 稲作地の場合、農業サービス局 (Agrarian Services Department) の発行する土地埋立て許可も必要とされる。

注釈：

- (i) 仮に、建物が道路開発局 (Road Development Authority) の監督する道路脇に建設されるならば、道路開発局からの同意を得なければならない。

- (ii) 建物が河川の 100m 以内の河川敷に建設される場合、マハウェリ開発局 (Mahaweli Development Authority) の承認を得なければならない。
- (iii) 建物が沿岸部に建設される場合、沿岸保護局 (Coast Conservation Authority) の承認を得なければならない。

(3) 承認手続き

各地方自治体による建設計画の承認手続きは、次のフロー図 (図 6.3-2) に示すとおりである。承認手続きでは水道衛生ガイドラインに則った技術職員、もしくは保健所職員による現場視察が必要で、具体的には SLS745 パート 2、NWSDB design manual D7、PHI Manual、National Policy for Rural Water Supply & Sanitation and UDA guidelines issued for housing projects 等を参照することとされている。

水道衛生ガイドラインの重要な項目は以下の通りである。

1) 水道及び下水道

- a) 全ての建物は既存の公共水道システムに接続した安全な水道システムを備えること。
- b) 公共水道に接続できない場合、民間の水道システムを備えること。
- c) 監督機関が建物の状況と現場の状況から適切な水道システムを備えることができない正当な理由がある場合、規定された容量の貯水タンクとポンプを代わりに備えること。
- d) (1) 飲料用の井戸を、汚水溜めや腐敗槽の浸透ピットから 15m 以内に設置しない。
(2) 水道が供給されていない場合、地質学者および医療機関職員 (Medical Officer) からの推薦を得ない限り、飲料用の井戸を汚水溜めや腐敗槽の浸透ピットから 10m 以内に設置してはならない。
(3) 水道が供給されていない地域では、施設面積を 20 パーチ ($14\text{m}^2=20*0.7$) 以上にしなければならない。
(4) 浸透ピット、汚水溜め、もしくは腐敗槽の底の高さは、地下水位より高くしなければならない。

2) 衛生施設

- a) あらゆる居住施設は少なくとも一つのトイレを備える。他方でほかのタイプの建物は十分な数のトイレ、小便器、手洗い、およびその他の衛生設備を備える。水道衛生ガイドラインの Schedule IV にあらゆる建物のトイレ、小便器、手洗い及びその他の衛生設備の数が明記されており、準拠すること。
- b) 全ての下水及び汚水は、既存の公共下水道システムに接続する。排水が特別の場合、当局は公共下水道で受け入れ可能な水質となるように前処理を接続者に要求できる。
- c) (1) 公共下水道がない場合、もしくは当局が当該排水が公共システムに接続できないと判断した場合汚水は腐敗槽で処理する。
(2) 汚水は適切に浸透ピットを使用し処理する。

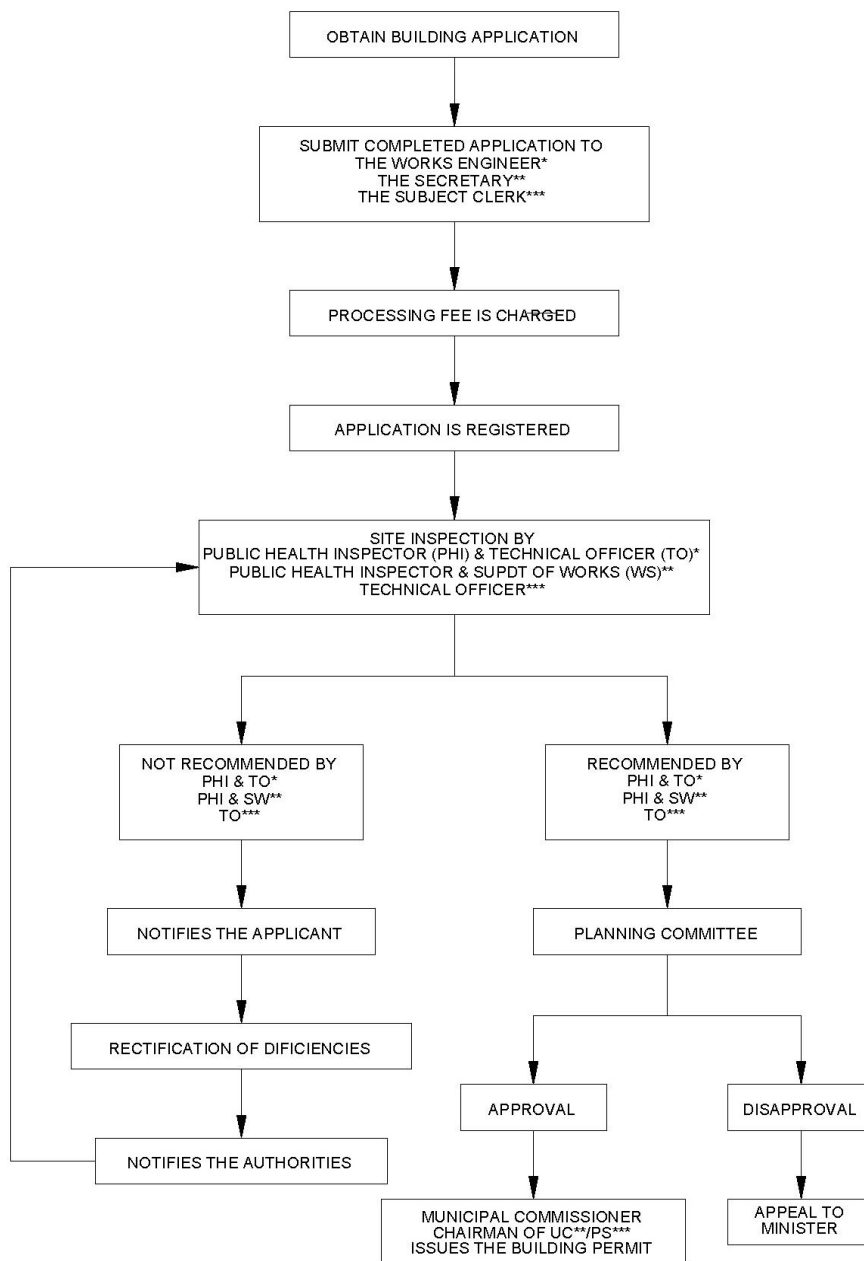
3) 排水

雨水は道路側溝、壁や建物の基礎、隣接する建物にダメージや湿気を与えない限り承認された適切な排水施設を備える。

4) 廃棄物処分

現場で発生した廃棄物は、近隣住民の健康を守るため、当局が考える適正な方法で処理処分を行う。

BUILDING PERMITS OVERVIEW



ICIPAL COUNCIL (MC)
 IAN COUNCIL (UC)
 ADESHIYA SABHA (PS)

Source: UDA

図 6.3-2 各地方機関による建設計画の承認手続き

6.3.6 し尿処理場（腐敗槽汚泥処理場）の維持管理

腐敗槽汚泥処理場の事例を以下に示す。

(1) マータラ (Matara) の事例⁶⁻⁵⁾

マータラは、腐敗槽汚泥収集により、月 77,114LKR の収益を得ている。短期的な解決策として、ココナッツ農園のオーナーは腐敗槽汚泥の受入れ 70 エーカーの堀に汚泥を（肥料として？）投棄した。スリランカでは腐敗槽汚泥を肥料として使うことは一般的ではないため、これは稀なケースであるが、生産量が 20% 増え、肥料に使用する経費は年間 70,000LKR 削減されたという報告がある。

腐敗槽汚泥の投棄については、汚泥は十分に分解されておらず、また安定していないため、ランテーションの労働者だけでなく、生産物に対しても衛生面においてリスクとなっている。回虫卵や A 型肝炎ウイルスのような健康面へのリスクに、注意を払わなければならない。腐敗槽汚泥を地面に捨てる前に、コンポスト化することで、このリスクを減少させることが必要である。

(2) Negombo の事例⁶⁻⁵⁾

Negombo 腐敗槽汚泥処理場は既存の廃棄場における汚泥引抜業者による環境問題を回避するために建設された。2005 年に稼働してから、断続的に 6 ヶ月間運転が行われている。処理工程は以下の通りである。

沈殿槽 → 調整槽 (2 槽) → 嫌気性消化槽 (4 槽) → 好気性槽 (2 槽) → 最初および最終沈殿槽、汚泥乾燥床、砂ろ過、滅菌槽、ガス収集施設

集水タンクの設計容量は 40m³/日、汚泥の想定 TSS 値は 1,500mg/L である。施設は、問題が発生したため、建設後 2 回変更が行われ、最初及び最終沈殿池が加えられた。問題は、腐敗槽汚泥に含まれている固形廃棄物の量が想定を上回ったため、沈砂池が固形廃棄物や砂によって溢れたためである。また、ポリエチレン、シャンプー容器、おむつ、生理用ナプキン、ガラス容器、魚市場での廃棄物といった本来汚泥処理施設に投棄されるべきではない廃棄物が投棄されたことにより、沈殿面積を小さくし沈殿機能が低下した。実際の汚泥濃度は TSS 値 30,000mg/L で、汚泥にクロシンが含まれていることもあり発泡しフィルターが目詰まりも発生した。

こうしたことから、収集した腐敗槽汚泥の前処理もしくはスクリーニングは、腐敗槽汚泥処理場を安定稼働させる上で重要である。さらに、様々な固形廃棄物を腐敗槽に捨てないような腐敗槽の適切な使用方法を市民に対して啓蒙することも重要である。

6.3.7 オンサイト施設の新しい技術

腐敗槽は、加熱も機械的攪拌もない嫌気性処理を採用しているため、一部の有機物のみ除去される。一方、改良型オンサイト施設のシステムは、好気性処理もシステムに含まれており、既存の腐敗槽よりも高効率で有機物除去を行うことができる。

図 6.3-3 は改良型オンサイト施設の日本の一例である。当施設は嫌気性バイオフィルターを通過して接触酸化槽へと続く方法を採用している。空気は送風機によって接触酸化槽へと供給される。維持費は電力を必要とするため既存の腐敗槽よりも電気使用量の関係で高額になってしまうが、流出水の BOD₅ は安定して、30mg/L 以下である。当施設は FRP（繊維強化プラスチック）できているため、短期間で容易に設置が可能である。また、5～5000 人に対して適用が可能である。このシステムは主にオンサイト施設向けであるが、小規模下水処理施設にも使われている。改良型オンサイト施設は、

環境面での影響を受けやすい地域又は、飲料水源取水地域での上流域でのオンサイト処理に適している。

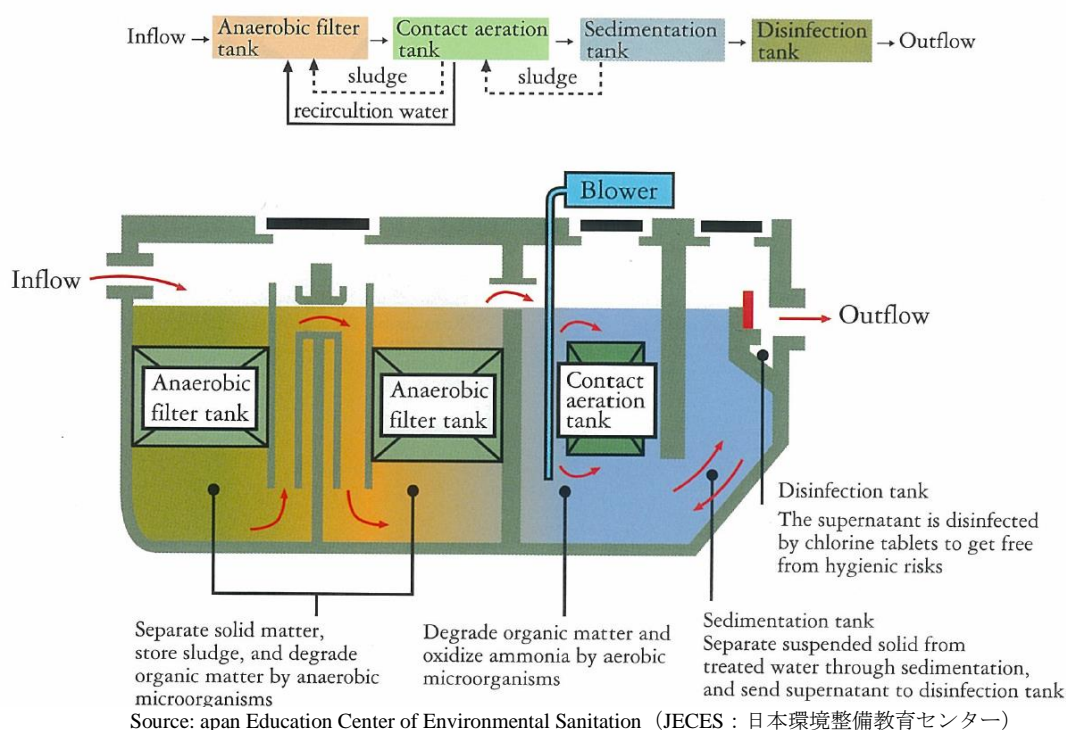


図 6.3-3 改良型オンサイト施設の一例

6.3.8 建設費と維持管理費

(1) 腐敗槽の建設費と維持管理費

表 6.3-2 に腐敗槽と浸透ピットに接続した水洗トイレの建設費を示す。⁶⁻³⁾ 資本費用は 48,000LKR から 79,000LKR で、平均は 60,920LKR である。これらの費用はトイレ、5 人分の腐敗槽と浸透ピットを含んでいる。この表 6.3-2 に示されている費用はかなり低価格なケースである。NWSDB による 2015 年の価格表によれば、8 人分の腐敗槽と浸透ピットは 270,000LKR、15 人用で 480,000LKR とされている。

表 6.3-2 腐敗槽及び浸透ピット接続水洗トイレの建設費

Location	Implementing Agency/NGO	Total Cost in LKR	Date
Kilinochi	UNICEF	55,000	Apr.06
Jaffna	UNICEF	79,000	Jun.06
Galle	UNICEF	48,761	Jul.06

Source: JET

腐敗槽の維持管理費において、多くの割合を占めているのが汚泥引抜費用である。引抜費用は地方自治体によるが、通常 1 回の処理に対して、2,000 から 4,000LKR である。例えば、マータラでは、2m³ バキュームトラックで 2,400LKR、4m³ で 3,200LKR である。しかしデニヤナ (Deniyana) のような離れた地域ではその費用は 1 回の汚泥引抜で 26,000LKR にもなる。参考までに汚泥引抜業者の従業員は月給 14,000LKR である。

一方で、コロンボ市では汚泥引抜作業は無料で実施されている。

汚泥引抜間隔は通常、年に1回、もしくは数年に1回行うことが必要である。そして、地下水位が高い地域に設置された腐敗槽の場合、汚泥引抜作業の間隔は短めにすべきである。沿岸地方チラウ（Chilaw）で潮の影響を受ける地域の場合、腐敗槽の汚泥引抜は3ヶ月毎という報告がある。⁶⁻⁸⁾

(2) 腐敗槽汚泥処理施設の建設費と維持管理費

様々な種類の腐敗槽汚泥処理施設があるが、スリランカで最も先進的な腐敗槽汚泥処理法は、チラウとマンナール汚泥処理施設に採用されている安定化池システムである。両施設は同じ処理工程で、6.3.4に記載している。

チラウ腐敗槽汚泥処理施設は34m³/日の容量を有している。建設費は1億1000万LKRで、2015年5月に供用を開始した。

マンナール腐敗槽汚泥処理施設の建設費は4800万LKRで、容量は28m³/日である。4つの腐敗槽汚泥処理施設の建設費を表6.3-3に示す。平均建設費は229万LKR/m³/日である。

表 6.3-3 腐敗槽汚泥処理施設の建設費

Name of plant	Capacity (m ³ /d)	Constructoin cost (Million LKR)	Unit Cost (Milliom LKR/m ³ /d)
Chilaw	34	110	3.24
Puttlam	39	110	2.82
Mannar	28	48	1.71
Vauniya	28	39	1.39

Source: JET

維持管理費に関して、マンナール腐敗槽汚泥処理施設のデータを例として表6.3-4に示す。この費用は容量28m³/日の腐敗槽汚泥処理施設の維持管理費である。⁶⁻⁷⁾

表 6.3-4 マンナール腐敗槽汚泥処理施設の維持管理費

Cost Component	Cost (LKR Million)
Staff	1.39
Electricity	1.06
Repairs and Maintenance	0.89
Administration/Establishment	0.50
Total	3.84

Source: JET

第7章 下水道整備戦略・計画

7.1 国家目標達成のための下水道整備戦略

表 7.1-1 に NWSDB の整備目標及び国家目標を示す。この目標に従い 2020 年及び 2035 年までに表 7.1-2 に示す都市の下水道を整備する。国家目標の達成年の 2035 年は NWSDB 及び Joint Coordinating Committee (JCC：合同調整委員会) の協議により設定した。

表 7.1-1 下水道整備目標

Institution	Target	Target Year	Source
NWSDB	3.3%	2020	Corporate Plan 2016-2020, Ministry of City Planning & Water Supply, NWSDB
Ministry of Finance and Planning	7.0%	2035*	Mahinda Chintana Vision for Future, Department of National Planning, Ministry of Finance and Planning, 2010

Note: * According to the Department of National Planning, Mahinda Chintana Vision targeted a pipe borne sewerage coverage of 7% in the Urban Sector by the year 2020.

Source: JET

下水道普及率の算定は、2012 年の人口を基に 2016 年時点の各都市の水道普及人口の 90% を下水道利用者数として推定し、この下水道利用者数に 2020 年及び 2035 年及びの人口を除して行った (APPENDIX 17)。

この結果 2020 年までに上位 4 都市を整備すれば 3.4% (=731,676/21,200,000*100) となり 3.3% を達成し、2035 年までにすべての 15 都市を整備できれば人口普及率 7.1% (=1,630,076/22,645,00*100) を達成できる (表 7.1-2)。よって、これらの上位都市を対象に 2035 年までに順次処理場を整備することが必要である。

表 7.1-2 下水道整備都市

	Local Government Authority	Population (2012)	Water Served Population (2012)	Sewerage Service Population	Accumulated Sewerage Service Population	Served Population based on year 2035, %
1	Colombo MC	561,314	561,314	505,182	505,182	2.2
2	Kandy MC	98,828	96,060	86,454	591,636	2.6
3	Sri Jayawardanapura Kotte MC	107,925	107,925	97,132	688,768	3.0
4	Anuradhapura MC	65,345	47,676	42,908	731,676	3.2
5	Badulla MC	42,237	42,237	38,013	769,689	3.3
6	Kelaniya PS	109,603	109,603	98,642	868,331	3.8
7	Nuwara Eliya MC	23,804	23,804	21,423	889,754	3.9
8	Galle MC	86,333	86,333	77,699	967,453	4.2
9	Dehiwala-Mount Lavinia MC	184,468	184,468	166,021	1,133,474	5.0
10	Negombo MC	142,449	142,449	128,204	1,261,678	5.5
11	Kotikawatta-Mulleriyawa PS	131,643	131,643	118,478	1,380,156	6.0
12	Rathnapura MC	47,105	36,112	32,500	1,412,656	6.2
13	Hambantota MC	23,236	23,326	20,993	1,433,649	6.3
14	Trincomalee UC	48,351	48,351	43,516	1,477,165	6.5
15	Maharagama UC	196,423	169,902	152,911	1,630,076	7.1
	Total		1,783,049	1,630,076		

Note: It is assumed that sewerage served population in 2035 is 90% of water served population in 2012.

Source: JET

整備費用は、既存の事業を基に管渠整備は人口当たり USD 2,000、下水処理場の費用は下水処理能力 1m³あたり USD 2,000 と仮定した。この結果、2020 年までに 1,590 百万 USD の事業費が、2035 年までに 3,850 百万 USD の予算が必要となる (表 7.1-3)。

表 7.1-3 概算費用

	Local Government Authority	Construction Cost, Million USD	Accumulated Construction Cost, Million USD	Calculation	Water Served Population (2012)	Water Consumption (2012), m ³ /d
1	Colombo MC	950	950	=2,000*472,086	561,314	472,086
2	Kandy MC	240	1,190	=2,000*96,060*0.9 +2,000*30,443	96,060	30,443
3	Sri Jayawardanapura Kotte MC	270	1,460	=2,000*107,925*0.9 +2,000*35,000	107,925	35,000
4	Anuradhapura MC	130	1,590	=2,000*47,676*0.9 +2,000*20,556	47,676	20,556
5	Badulla MC	100	1,690	=2,000*42,237*0.9 +2,000*9,150	42,237	9,150
6	Kelaniya PS	250	1,940	=2,000*109,603*0.9 +2,000*22,626	109,603	22,626
7	Nuwara Eliya MC	90	2,030	=2,000*23,804*0.9 +2,000*19,400	23,804	19,400
	Galle MC	190	2,220	=2,000*86,333*0.9 +2,000*16,772	86,333	16,772
8	Dehiwala-Mount Lavinia MC	410	2,630	=2,000*184,468*0.9 +2,000*39,000	184,468	39,000
9	Negombo MC	330	2,960	=2,000*142,449*0.9 +2,000*32,234	142,449	32,234
10	Kotikawatta-Mulleriyawa PS	320	3,280	=2,000*131,643*0.9 +2,000*37,326	131,643	37,326
11	Rathnapura MC	80	3,360	=2,000*36,112*0.9 +2,000*7,200	36,112	7,200
12	Hambantota MC	60	3,420	=2,000*23,326*0.9 +2,000*6,972	23,326	6,972
	Trincomalee UC	60	3,480	=2,000*48,351*0.9 +2,000*8,477	48,351	8,477
13	Maharagama UC	370	3,850	=2,000*169,902*0.9 +2,000*20,000	169,902	27,300
	Total	3,850			1,783,049	784,542

Note: It is assumed that sewerage served population in 2035 is 90% of water served population in 2012 and sewage treatment capacity in 2035 is water consumption in 2012.

It is assumed based on existing construction cost that sewer construction cost is 2,000 USD per capita and sewage treatment plant cost is USD 2,000 per capacity.

Source: JET

上記を踏まえ今後の下水道整備の課題は次の通りである。

a) 年間 2 億 200 万 USD(=3,850/19)の建設費の確保

毎年 2 億 200 万 USD の下水道建設費が必要となる。これは政府から NWSDB への予算の 85%を占める (2016 年の政府からの予算は 350 億 LKR で 2 億 4,100 万 USD (= 35*10⁹/145/10⁶))である。

b) 維持管理職員及び維持管理費の確保

現在コロンボ市及びその周辺のみでの整備をしているが、現在の整備率の 3 倍以上になるためそのための人材を確保する必要がある。また、維持管理費は年間 74.7 億 LKR と想定され(APPENDIX18)、NWSDB の年間予算の 21% (=74.7/350*100) を占める。

c) 下水処理場及びポンプ場の用地確保

下水道整備には下水処理場及びポンプ場の用地確保が必要となる。下水処理場に関してキャンディではオキシデーションディッチ方式 (容量 14,000m³/d) で 16,700m² の面積が必要となり、ソイサプラでは嫌気—無酸素法 (容量 17,000m³/d) で 13,000m² が必要であった。このように処理能力 1m³/d 当たり 0.65m² (ソイサプラの処理法) ~1.2m² (キャンディの処理法) の用地が必要となる。ポンプ

場についてはマントラビニア（面積 364 m²、容量 19,000m³/d(=814*24)）及びキャンディ（面積 1,012 m²、容量 14,000m³/d）の実績より 0.02m²～0.07m²の面積が必要となる。

d) 汚泥処分場の確保及び汚泥の有効利用の促進

下水処理が増加するにつれ、発生汚泥の処分が必要となる。脱水汚泥量の含水率を 80%とすると 2035 年に毎日 706m³/d(=(200-20)*784,542m³/d/1,000,000/0.2)の汚泥処分が必要となる。しかし、汚泥処理にコンポスト処理を加えると 282m³/d（含水率 50%と仮定）とその発生量は半減する。また、20 年分のコンポストすべてを最終処分場で処分する場合 21ha (=282*365*20/10/10,000)が必要となる（最終処分場の高さを 10m と想定）。

また、コンポストの重金属等の安全性を確認した上で肥料として活用し、15 都市にあるココナツ畑、ゴム畑そして茶畑(47.64 百万 m²)に施肥すると仮定した場合、2035 年のコンポスト量を 2.3 年に一回(= 47.64 百万*0.005/282/365)使用することですべて処分することができる（0.5cm の高さで施肥すると仮定）。このため、下水道の整備に合わせ緑農地還元など汚泥の有効利用を進める必要がある。

7.2 NWSDB 下水道部門の財務改善計画

7.3 NWSDB 下水道部の組織能力改善に関する提案

7.3.1 現組織の制度的分析

(1) 下水道事業実施体制

NWSDB における行政能力及び組織的に関する課題は次の通りである。

下水道の計画、設計を担当する職員が水道に比較して極めて少なく、現在でも一部の業務を水道の担当者に依頼して実施している。今後、下水道プロジェクトが増加すれば、計画、設計の担当者を増やす必要がある。

下水道施設の建設については現在 5 つのプロジェクトが進行しているが、今後数が増えれば担当する技術者の増員を行う必要がある。また、5 つのプロジェクトは下水道部の DGM の下に置かれているが、今後、効果的・効率的に事業を行うためにも建設担当の DGM を設置することが望ましい。

管路維持管理については、下水道区域の拡大、設備の経年劣化により、業務量は年々確実に増加する。そのため、仮に人員を増加できないのであれば、監督業務は NWSDB に残し、実際の維持管理作業は民間に委託するのが経済的である。また、これにより一部の技術者を現場から本庁の部署に配属させられる可能性がある。人材だけでなくバキュームカー（Gullu sucker）等の機材についても年々稼働率が上がると考えられるため、必要に応じて配置しなければならない。

下水処理場の維持管理は、管路維持管理と同様に設備の経年劣化により、維持管理作業が年々難しくなると考えられるため、必要に応じて増員を行う。増員が難しければ、監督業務は NWSDB に残し、実際の維持管理作業は民間企業に委託するのが経済的である。管路維持管理と同様に民間委託により、一部の現場技術者を NWSDB の本部に移せる可能性がある。実際、表 4.7-2 に示した運用中の下水処理場及び海洋放流設備の中で 13、14、15、18 の BOI が管理する工場排水の下水処理場 4 か所では民間業者が運転維持管理を行っており、スリランカでも民間委託は可能である。

今後、大コロombo圏外の Regional Support Center (RSC : 地域サポートセンター) において下水道プロジェクトが実施され、維持管理が開始されると、その要員を確保する必要があるが、管理監督を円滑に進めるために、RSC の中に下水道係を設置して新設備の維持管理に当たるべきである。

以上の課題を解決するために、下水道の行政体制として表 7.3-1 のとおり 5 つの選択肢を提案した。

表 7.3-1 下水道事業の実施体制の選択肢

Activity	Option 1	Option 2	Option 3	Option 4	Option 5
Request for introduction of sewerage system	NWSDB	NWSDB	LA	LA	LA
Approval for implementation of sewerage works	MWSD	MWSD	MWSD through MLGPC	MWSD through MLGPC	MWSD through MLGPC
Preparation of budget	MWSD through NWSDB	MWSD through NWSDB	MLGPC through LA	MLGPC through LA	MLGPC through LA
Project Planning i.e. overall planning of the project	NWSDB assisted by LA	NWSDB assisted by LA	NWSDB assisted by LA	NWSDB assisted by LA	NWSDB assisted by LA
Engineering Planning & Design of the project	NWSDB and C/C	NWSDB and C/C	NWSDB and C/C	NWSDB and C/C	NWSDB and C/C
Construction	Private Contractor	Private Contractor	Private Contractor	Private Contractor	Private Contractor
Construction Supervision	NWSDB and C/C	NWSDB and C/C	NWSDB and C/C	NWSDB and C/C	NWSDB and C/C
Ownership of facilities	NWSDB	NWSDB	LA	LA	LA
O & M of the sewerage scheme	NWSDB	Private Operator supervised by NWSDB	NWSDB	Private Operator supervised by LA	LA
Loan Settlement	MWSD through NWSDB	MWSD through NWSDB	MLGPC through LA	MLGPC through LA	MLGPC through LA
Remarks	Sewerage works belongs to NWSDB assisted by LA.	Sewerage works belongs to NWSDB assisted by LA. Private operator conducts O&M under supervision of NWSDB	Sewerage and water works belongs to LA like solid waste. NWSDB assists for engineering, construction and O&M phase.	Sewerage and water works belongs to LA like solid waste. NWSDB assists for engineering and construction phase. Private operator conducts O&M under supervision of LA.	Sewerage and water works belongs to LA like solid waste. NWSDB assists for engineering and construction phase.

Notations

- | | |
|----------|---|
| 1. LA | - Local Authority (Municipal Council, Urban Council, Pradeshiya Sabha |
| 2. NWSDB | - National Water Supply & Drainage Board |
| 3. MWSD | - Ministry of Water Supply & Drainage |
| 4. MLGPC | - Ministry of Local Government & Provincial Councils |
| 5. C/C | - Appointed Consultants/Contractor |

Source: JET

選択肢 1 と選択肢 2 は NWSDB が下水道事業を推進する方式である。選択肢 1 と選択肢 2 の違いは維持管理を NWSDB が実施するか、民間委託で実施するかの違いである。選択肢 3 は地方自治体が下水道事業を保有し、事業を運営するが、計画から維持管理までは地方自治体での実施が技術的に困難なため、NWSDB に委託する方式である。選択肢 4 と選択肢 5 は地方自治体が主体的に下水道事業を推進する方式で、その違いは地方自治体が直接に維持管理を実施するか、民間に委託して実施するかである。地方自治体では下水道事業を計画、設計、施工管理する能力も体力もないため、両選択肢ともに計画、設計、施工管理は NWSDB が受託して行う。

評価のために、SFA（適合性、実現可能性、受容性）の観点から解析し、各選択肢の利点と欠点を表 7.3-2 に示す。

表 7.3-2 選択肢の利点と欠点 (SFA 分析表)

Option	Suitability	Feasibility	Acceptability
Option 1	<p>1. NWSDB is the leading organization/responsible authority in water supply and sewerage sector in the country to implement the Central Government's policy through the M / of CP&WS.</p> <p>2. NWSDB's vision is "being the leading national organization, to provide and facilitate access to water supply & sanitation facilities for social and economic development" whereas its mission is " to serve the nation by providing safe water and sanitation facilities ensuring affordable tariffs and environmental quality."</p> <p>3. Association with NWSDB may pave the way to obtain more synergistic benefits etc. as they have similar operations all over the country.</p> <p>4. NWSDB is the authorized Government Agency under Law No. 2 of 1974 to develop, provide, operate and control an efficient, co-ordinated water supply for public, domestic or industrial purposes as well as to provide sewerage and sanitation services.</p> <p>5. NWSDB is also mandated by law to take into its possession such services under the control of local authorities either compulsorily or voluntarily.</p>	<p>1. Under the NWSDB, this option will be technically feasible with the expertise know how they possess and the skilled staff they have within the organization.</p> <p>2. They have all physical infrastructure required in place in their centralized set-up.</p> <p>3. NWSDB is already managing water supply and sewerage schemes all over the country under their decentralized organization. To cater the requirements of these schemes, they have equipped their organization with centralized facilities at the highest level in addition to the infrastructure facilities made available at regional levels.</p> <p>4. The following resource based analysis also strengthens this position;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Specialized technical staff including about 300 engineers and skilled grade staff including technicians, plant operators, mechanics etc. • Well-equipped central design office, central laboratory and central workshop etc. • Specialized professional staff strengthening support functions required for success of the core function. <p>5. This option will also be financially feasible as NWSDB has required finance facilities in place to support any project with any gaps in financing operations until the project generates cash to become self-sufficient.</p>	<p>1. The objective of the key stakeholders is to provide sanitary facilities to the citizens of the area. However at the moment, there are significant gaps between the level of the services offered from local authorities and the expectations of the Community.</p> <p>2. Especially, the most important and the biggest sewerage scheme Colombo Sewerage Scheme operated by Colombo Municipal Council is not in a position to extend their services to the potential consumers in the municipality city limits.</p> <p>3. The implementation of new projects, under the NWSDB administration will substantially close the gap indicated above. Therefore this option will be acceptable to the most important stakeholders including Central Government, Provincial Councils, and Community etc.</p> <p>4. This option will be acceptable to the Provincial Council, as this will ease off their already drained budget.</p>

Option 2	<p>In this Option 2, except the O&M of sewerage schemes, all other activities will remain as in the Option 1. O & M of sewerage schemes is outsourced to private sector in order to reduce the management cost. When NWSDB manages small to medium scale sewerage works, their financial management will be much difficult and economic efficiency has to be pursued.</p> <p>1. NWSDB is empowered to manage any new sewerage system according to the Law No. 2 of 1974 of the NWSDB Act. Accordingly, to optimize O & M cost, operation and maintenance of sewerage schemes could be outsourced to a private party similar to contracting any other services without any policy intervention.</p> <p>2. NWSDB has already gained in experience in out-sourcing some services to private operators their operational activities.</p> <p>3. Caretaker approach adopted in maintaining small water supply schemes in reducing O & M costs is somewhat similar to out-sourcing strategy.</p>	<p>1. Currently, there are some private operators performing operation and maintenance of sewerage schemes in Sri Lanka, especially serving BOI and other private companies.</p> <p>2. However, when the sewerage projects are implemented nationwide and the number of sewerage schemes are on increase, the slow growth of private sector in the provincial areas may become an issue.</p>	<p>1.This option will be acceptable to the NWSDB, as this will reduce their O & M costs and improve its financial positions.</p> <p>2. Since NWSDB will be playing the role of a regulator and monitoring the performance of the private operator, the major stakeholder of the sewerage schemes will get a service up to their expectations. Hence, customer will be the ultimate beneficiary.</p>
Option 3	<p>1. This option will provide a solution to the overlapping jurisdiction between the NWSDB and Local Authorities while maintaining the major stakeholder's expectations within the existing legal framework.</p> <p>2. Local Authority will play the regulatory role while ensuring their obligations to their citizens.</p> <p>3. NWSDB supports a part of the works which are difficult for LA to implement technically and financially. Only a part of the works which are difficult for LA to implement like planning, designing, construction and O&M are entrusted to NWSDB.</p>	<p>1. This option will make use of NWSDB's strengths in engineering expertise in implementation of sewerage projects and skills in operation and maintenance of sewerage schemes.</p> <p>2. This will assist Local Authorities to share the NWSDB's resources in providing sewerage facilities to their community and to reduce the gaps between Local Authority and the community.</p>	<p>1. Among stakeholders of O & M of sewerage schemes, the high powered highly interested stakeholder is the community due to political reasons, and the community expects to have sewerage services at an affordable price. Then efficiency and effectiveness of the services are playing a major role in delivering the services. NWSDB could do a better job than Local Authorities using their resources already available with them.</p> <p>2. Since the ownership of the sewerage schemes is going to be with the local Authorities, there will not be any objection from them.</p> <p>3. The major stakeholder could achieve its objectives, if NWSDB is going to handle O & M of sewerage schemes.</p>

Option 4	<p>The ownership of LA is much strengthened in this option and O&M which was proposed to be implemented by NWSDB in the Option 3, is to be implemented by private sector contracted with LA under supervision of LA. In this option, NWSDB is a technical authority conducting planning, designing and construction supervision entrusted from LA. When the capacity of LA is improved in the future, the option might become suitable.</p> <p>1. This option is in line with the specific objectives of the services to be provided by Local Authorities. 2. Not required to have policy intervention in implementing this option.</p>	<p>1. This option is not going to make use of the full strength of the NWSDB. 2. Whether LAs are equipped with necessary expertise to regulate and monitor private operators in O & M of sewerage schemes are to be of concerned.</p>	<p>1. Level of service of the sewerage services mostly depend on the Local Authority who will be the regulator in this option. Capability and capacity of LAs to perform as a regulator is questionable. Therefore, level of service to the most important major stakeholder may not be up to expectations. 2. Introducing an affordable taiff to high powered and high interested stakeholders may be jeopardized.</p>
Option 5	<p>1. Under the Municipal Council Ordinance and Pradeshiya Sabha Act, local authorities within their administrative limits are responsible for the regulation, control and administration of matters relating to the public health, public utility services (including water supply, sanitation and solid waste) and public thoroughfares and generally with the protection, convenience and welfare of the people. Therefore local authorities are responsible for the welfare of the citizens of their areas. In that context, this option can be considered to be suitable for local authorities. 2. On the other hand, NWSDB is also empowered to manage any new sewerage system according to the Law No. 2 of 1974 of the NWSDB Act. 3. Provision of sewerage services is only one aspect of a number of services that come under local authorities' purview in improving the welfare of the citizens. Except Colombo Municipal Council, other Municipal Councils and Pradeshiya Sabhas never managed a sewerage scheme in the past.</p>	<p>1. The existing staff in the water sections of the Local Authorities haven't had any experience in managing a sewerage scheme. It clearly demonstrates that Local Authorities will be required to start from zero whereas NWSDB is already on the job with its resources. The following resource based analysis also highlights these weaknesses and suggests that this may not be technically feasible;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Non-availability of specialized technical staff including engineers and skilled grade staff including technicians, plant operators, mechanics etc. • Non-availability of a well-equipped design office, laboratory and workshop etc. <p>2. With no proper mechanisms in place their cash generation from the system will be not as good as from NWSDB. 3. Other than Colombo Municipal Council, other local authorities neither have experience nor strong relationships with key stakeholders such as CEA who is a very important stakeholder for this option, when compared with NWSDB. 4. Further, this will not provide any benefits such as synergistic benefits.</p>	<p>1. Local Authorities are going to take a high risk associated with finances in managing these sewerage schemes. It is highly doubtful of their ability to provide a superior quality service compared to what can be offered by NWSDB as resources they possessed is very limited compared to NWSDB. Even though, the necessary infrastructure would be in place, these resources will play a significant difference when it comes to management of schemes. 2. Taking-over of the management of sewerage schemes to local authorities will be a burden on Provincial Councils and it is a clear indicator that this will not be acceptable to Main Stakeholder. 3. Managing of sewerage scheme will not be financially viable with the local authorities at the beginning as sufficient cash will not be generated from its operations to cover the recurring expenses. Then it will be a burden on the local authorities' budgets and in turn will have to be borne by the Province Councils. Even the NWSDB has started billing for sewerage services in the recent past and it is slowly moving forward towards recovering its operation and maintenance cost. They have achieved that progress after investing their resources through awareness campaigns and it is unlikely that Local authorities will be able to do that with the limited resources available.</p>

Source: JET

選択肢 1 は現状の事業実施体制であるが、下水道事業の数が増加すると、多くの増員が必要となるため、今後は不経済になる。選択肢 2 は維持管理を民間委託して、経済性を高めるものである。

下水道は水道や廃棄物と同様に市民生活に密接に結び付いた事業であり、地方自治体が事業運営に強く関与する必要があるため、地方自治体の関与を強めたのが選択肢 3 である。選択肢 2 と選択肢 3 は 5 つの中では最も現実的な選択肢である。

選択肢 4 はキャンディ市が採用しようとしている方式で、計画、設計、施工管理までは NWSDB に委託するが、維持管理を市が独自に実施する。現在のところ、地方自治体の下水道事業実施能力は概ね低く、選択肢 4 と 5 は一部の大きな都市を除いて適用が難しい。

表 7.3-3 に各オプションを NWSDB と地方自治体が導入してゆくためのロードマップを示す。

現状ではキャンディを除くすべてのプロジェクトが選択肢 1 で事業が推進されている。先ず、第 1 段階では現場の単純な作業を民間委託する選択肢 2 を導入する。そして、第 2 段階では民間委託の対象を管理監督を除く維持管理に広げて、小規模都市で選択肢 2 による事業実施を継続する一方、中規模都市で自治体が主体性を持つ選択肢 3 を導入する。

表 7.3-3 オプションの導入ロードマップ

Stage	Option 1	Option 2	Option 3	Option 4
Present condition	In the existing schemes			In Kandy
1 st Stage		In all sewerage project Outsource simple O&M works		In major cities
2 nd Stage		In small cities Outsource O&M works except supervision	In medium size cities	In major cities

Source: JET

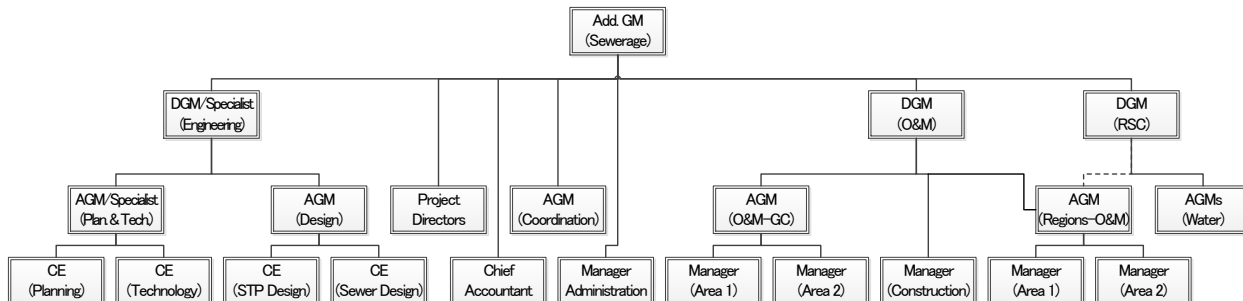
(2) NWSDB 下水道部の組織

下水道部の組織能力を調査する中で、以下の点が課題として明確になった。

- a) 現在は一人の DGM が計画・設計から建設、維持管理まで担当しているが、効率的な業務実施のために、下水プロジェクト数の増加に伴い DGM を追加し、業務を割り振る必要がある。現在、プロジェクトダイレクターが管理するプロジェクトはキャンディ、クルネーガラ、カタラガマ、GCWWP、World Bank Project の 5 つであるが、直ぐに動き出すジャフナプロジェクト、入札中のゴール、ネゴンボ、ケラニヤ / ペーリヤゴダのプロジェクトが開始されると、確実に DGM の管理監督業務となる。
- b) 今後、処理区域の拡大や機器の経年劣化、新規の下水処理場の稼働などにより、維持管理業務は年々増大することが予想される。それに対して NWSDB 職員の増員だけでなく、管路施設、下水処理場の維持管理業務の一部を民間委託して業務の効率化を図る必要がある。
- c) 今後、地方の下水道事業が推進されると、効率的な事業運営のために、地方の RSC に下水道係を設置して維持管理を実施する必要がある。

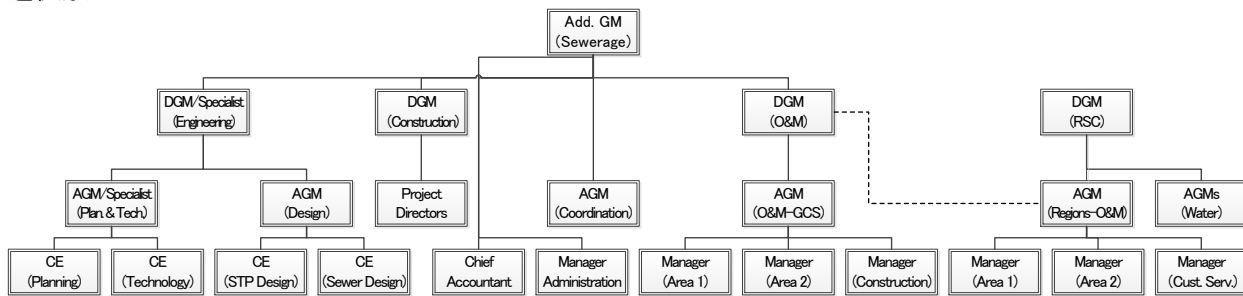
以上の課題を考慮して、近い将来の NWSDB における下水道部の組織体制として図 7.3-1 に示す 2 つの選択肢を提案した。

選択肢 1



Organization Proposed by JET – Option 1

選択肢 2



Organization Proposed by JET – Option 2

Source: JET

図 7.3-1 近い将来の下水道部の組織体制案

選択肢 1 では今後増加する下水道プロジェクトに対応して、計画・設計業務と維持管理業務を効率的に管理監督できるように新たに DGM（計画・設計担当）と DGM（維持管理担当）を設置する。また、地方における下水道事業に対応するため、必要な RSC の中に下水道課を設けて施設の維持管理を、DGM（RSC 担当）の管理及び AGM（下水担当）の技術的指導の下、担当する。

この RSC 下水道課に対しては、NWSDB の本部の下水道部が技術的支援を行う。

選択肢 2 では下水道プロジェクトのさらなる増加に対応するため、新たに DGM（建設）を設けてプロジェクトを効率的に管理監督できるようにする。

近々に、先ず選択肢 1 を導入し、プロジェクトを進め、下水管網のプロジェクト実施においては選択肢 2 を導入するのが妥当と考えられる。

7.3.2 各部門における課題

(1) 下水道の計画・設計担当者

現在のところ、下水道の計画・設計業務を担当する機械と電気のエンジニアやエンジニア補佐がおらず、必要な場合は水道の職員にお願いして実施している状況にある。今後、下水道プロジェクト数が確実に増加するため、下水道部門に機械と電気のエンジニア、エンジニア補佐の確保は極めて重要である。

(2) 維持管理

A) 民間委託

現在は計画から維持管理まで NWSDB が直接に業務を実施しているが、下水処理業務や管路維持管理業務では、管理は NWSDB が行うとしても、経済性を考えて、一部の作業（例えば、単純な運転作業、維持管理作業）については民間委託するべきである。

B) 機材の充実

管路延長の増加や施設老朽化に伴い、管路施設のトラブルは確実に増加するため、人員の増加と共に、高圧洗浄車やバキューム車を適正に配置して、市民からの苦情に速やかに対処する必要がある。

C) 予防保全

一般に、下水処理場では供用開始から、しばらくの期間は故障無く運用される。もしくは NWSDB の処理場における現状のような故障が、多少起こるかもしれない。しかしながら、年を追うごとに維持管理に時間と費用がかかるようになる。これをできるだけ低く抑えるためには、稼働当初より予防保全を導入して維持管理を行う必要がある。そのため、年間の予算と人員、資機材を明らかにし、用意する必要がある。

(3) 人材育成

水道職員を対象とした技術研修については多くのプログラムが用意されているが、下水道職員を対象としたプログラムは十分では無い。今後、下水道プロジェクトの増加に伴い、事業に携わる職員数が増加するため、プログラムの充実が必要となるだろう。また、現場の維持管理を部分的に民間委託して実施するときは、実費のみで民間企業の社員が研修を受けられるように考えるべきである。

7.3.3 下水道料金計画

(1) 基本方針

「2014年予算演説」以前の下水道施設の建設費用は、NWSDBに対しては100%無償であった。下水道施設の維持管理・設備更新費は、下水道料金及びその他の収入をもとに、NWSDBが賄っていた。「4.5 NWSDB下水道部門の財務状況」の「4.5.2 NWSDBの財務状況」で述べられたように、中央政府は「2014年予算演説」以降、NWSDBがプロジェクトの資金調達を自身で行うように決定した。

しかし、政権与党の交代後、2016年1月26日に内閣覚書が発せられ、そこでは水道と下水道のプロジェクトに対する政府無償が再開されることが記載されていた。その覚書によると、国庫が下水道プロジェクトの総負債額（元本と金利）の100%を負担することになっている。

日本を含めた多くの国々においては、下水道料金ではサービスに必要な全費用（建設、維持管

理、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: WTP) の低さから、下水道施設の維持管理費用ですら、下水道料金で回収できていない。

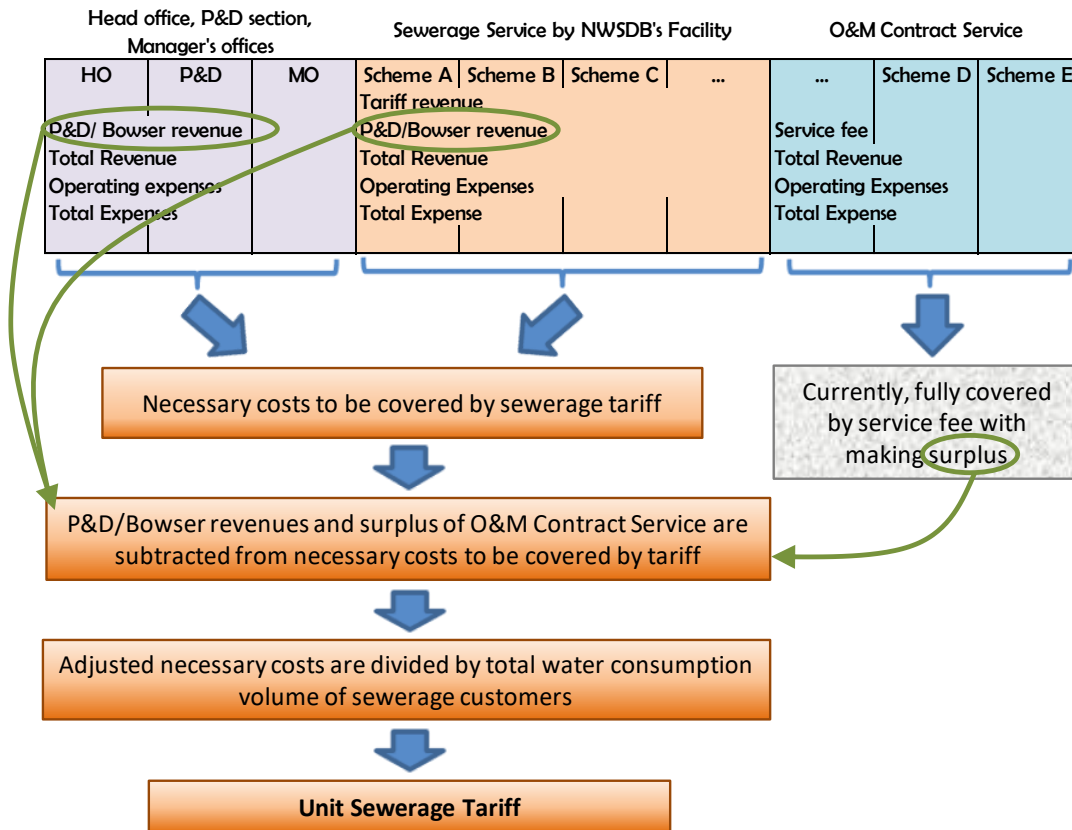
そこで本報告書では、スリランカ国における下水道サービス費用負担の原則を、次のように定めることが提案する。

- 建設費の 100%が中央政府によって負担される。NWSDB には 100%無償供与される。
- 維持管理費は段階的な料金値上げによって、下水道料金により賄われる。
- 設備更新費は、小規模の場合は NWSDB の予算で賄い、大規模の場合は国家プロジェクトとして、中央政府の負担で賄われる。

(2) 下水道料金計算の方法

下水道料金計算の最終的なアウトプットは、将来、下水道施設の維持管理費用を完全に回収できる下水道料金単価とする。計算方法は次の通りである (図 7.3-2 を参照)。

- スキーム別の収支から、契約サービスのスキームを除く。これは契約サービスがサービス料によって運営され、そのサービス料は水使用量に基づいて計算されていないためである。次に、NWSDB 所有施設による下水道スキームがまとめられ、それらの総水使用量と総費用が計算される。
- 下水道に関する本部、計画設計部、支所の費用が計算され、その費用が上述の NWSDB 所有施設の下水道スキームの総費用に加算される。これらの部所の費用を賄う特定の収入減がなく、継続的な運営のためには下水道料金によって費用回収されなければならないためである。
- 現在、NWSDB 下水道部門の契約サービスは継続的に年間黒字を計上している。さらに、いくつかの下水道スキームでは、下水道料金収入に加えて、コンサルティング業務や、腐敗槽の汚泥引抜き、ポンプ場や処理場での汚泥引受け等、P&D/Bowser 収入に計上される無視できない額の収入がある。仮に、これらの収入が下水道料金算定で考慮されなければ、改定された料金は維持管理費用を賄った後に、契約サービスの利益と P&D/Bowser 収入の分だけ、大きな利益をもたらすことになる。これは改定された下水道料金が、適切かつ最低の料金水準に比べて使用者に重い負担を課していることを意味している。そこで、P&D/Bowser 収入額と契約サービス黒字分は、下水道料金単価を計算する前に総費用から控除することとする。
- 上述の費用 (契約サービスのスキームの費用を除外し、本部、計画設計部、支所の費用を含め、契約サービス黒字分と P&D/Bowser 収入額を控除) を水道サービス使用者の総水使用量で割ることにより、維持管理費用を回収できる下水道料金単価を求める。



Source: Prepared by JET

図 7.3-2 下水道料金単価の計算手順

(3) 下水道料金計算にあたっての仮定

必要な下水道料金単価を算定するために、次のような仮定が設けられた。

- 将来の下水道の(水使用量 1m³ 当たり)維持管理費用単価は、現在と同様とする。一般に、下水道サービス区域の拡大につれて、水使用量 1m³ 当たりの平均費用は規模の利益によって減少するであろう。新たなポンプと機械設備の導入は、エネルギー効率の改善によって電気代を減少させる。これらは下水道維持管理費用単価を減少させる要因である。他方で、下水道サービス区域の拡大に伴い、都市周辺部がサービス区域に加わることになり、サービス区域の人口密度の減少を通じて、下水道維持管理費用単価が増加することにつながる。このように、下水道維持管理費用単価を増加もしくは減少させる双方の要因が存在する。そこで、本調査では、下水道維持管理費用単価は今後 15 年から 20 年は変化しないものと仮定する。
- 現在、下水道施設の契約サービスの費用は、サービス料によって完全に費用回収され、利益をも生んでいる。サービス料は将来も現在と変わらない水準で設定されると仮定する。
- 下水道管渠への各戸接続に関しては、現在、費用は接続費収入 (Connection charge) によって賄われている。こうした状況は、将来も変更がないものと仮定する。接続費の分割払いや毎月の下水道料金への上乗せは、適切な下水道料金設定後に、別途検討されるべきである。
- バキューム・カーによる汚泥引抜き業務の収支に関する詳細なデータはないが、NWSDB 所有のバキューム・カー (2015 年 12 月時点で 5 台) 費用は、汚泥引抜き費用 (LKR. 4,000/

- 回)によって完全に回収されているものと仮定する。この状況も将来変更がないものとする。
- 下水道使用者の、検針された水使用量の現在の割合は、家庭用、商業用、工業用で、それぞれ 51%、36%、13%である (表 4.9-10)。下水道サービス区域の拡大に伴い、商業用と工業用の水使用の割合は減少するであろう。将来、下水道使用者の家庭用、商業用、工業用の水使用の割合は、水道使用者全体のそれぞれの水使用の割合に近づくと仮定する。
 - 下水道にかかる本部、計画設計部、支所に関しては、直接下水道の顧客を有しているわけではないが、下水道に関する責務を有しており、これらの費用は下水道料金によって回収する費用に含める。
 - 契約サービス以外のスキームからの P&D/Bowser 収入と、契約サービスの黒字分に関しては、過去 3 年間 (2013 年から 2015 年) のそれぞれの平均を総費用から控除する。
 - 下水道料金は、必要な維持管理費用を回収するのに十分で、NWSDB 下水道部門の将来の設備更新、もしくは予期せぬ災害、費用の急激な上昇などに対応するための若干の利益を生み出せるように設定される。利益の大きさは総営業費用の 5%と設定する。

(4) 下水道料金単価の計算結果

表 7.3-4 は、過去 3 年間の本部 (HO)、計画設計部 (P&D)、支所 (MO) を含む下水道維持管理費用単価と、他の収入と契約サービスの黒字分を控除した後の費用単価等を示している。

表中の下水道維持管理費用単価 (本部、計画設計部、支所を含む) は、過去 3 年間、ほぼ安定している。しかし、収入・黒字分控除後の下水道維持管理費用単価は、P&D/Bowser 収入額に応じて、年々変動している。そこで、2016 年以降の予測では、P&D/Bowser 収入と契約サービス黒字の過去 3 年間の平均金額が使用された。

表 7.3-4 下水道維持管理費用単価の試算

Item Description	Unit	Items	2013	2014	2015
Operating Expense	LKR.	Salary	140,822,444	150,290,564	235,483,393
	LKR.	Utility	37,978,502	35,943,949	51,030,301
	LKR.	Chemical	114,130	1,886,416	1,198,744
	LKR.	Connection Material	-	-	-
	LKR.	Maintenance Cost	10,257,630	12,996,351	20,247,304
	LKR.	Establishment cost	13,725,733	13,718,518	17,906,224
	LKR.	Security & Rent	11,893,128	9,975,336	18,999,938
	LKR.	Total	214,791,567	224,811,134	344,865,905
Subtraction	LKR.	Contract service surplus	33,431,159	48,017,011	44,192,853
	LKR.	P&D/Bowser	47,034,867	88,196,798	71,567,497
	LKR.	Total	80,466,026	136,213,809	115,760,350
Operating Expense after subtraction	LKR.		134,325,541	88,597,325	229,105,555
Water Consumption	m ³		4,260,526	4,825,306	6,193,400
Unit Sewerage Expense (including HO, P&D, MO)	LKR./m ³		50.41	46.59	55.68
Unit Sewerage Expense	LKR./m ³		31.53	18.36	36.99

Note: *; The expenses include income and expenditure of sewerage section (Head office, P&D, GCS) and any sewerage schemes other than contract services. Connection material expense is not included in cost items to be covered by sewerage tariff, as it is covered by connection charge income.

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

表 7.3-5 は、下水道料金改定計画の結果と、その下水道料金収入での下水道維持管理費用の回収率を示している。

表 7.3-5 下水道費用単価、料金改定計画、改定後の予想回収率

Year	Unit	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Unit Sewerage Tariff (Current)																	
Share of water consumption volume *1																	
Domestic	%	51.5%	52.5%	53.6%	54.6%	55.6%	56.7%	57.7%	58.7%	59.8%	60.8%	61.8%	62.8%	63.9%	64.9%	65.9%	67.0%
Commercial	%	36.3%	35.6%	34.9%	34.2%	33.5%	32.8%	32.1%	31.4%	30.7%	29.9%	29.2%	28.5%	27.8%	27.1%	26.4%	25.7%
Industrial	%	12.2%	11.9%	11.5%	11.2%	10.9%	10.6%	10.2%	9.9%	9.6%	9.3%	8.9%	8.6%	8.3%	8.0%	7.6%	7.3%
Sub-total	%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Current unit sewerage tariff																	
Domestic	Rs./m ³	11.96	11.96	11.96	11.96	11.96	11.96	11.96	11.96	11.96	11.96	11.96	11.96	11.96	11.96	11.96	11.96
Commercial	Rs./m ³	40.13	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
Industrial	Rs./m ³	65.73	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00
Weighted Averaged Sewerage Tariff	Rs./m³	28.75	28.24	27.87	27.50	27.13	26.76	26.39	26.02	25.65	25.27	24.90	24.53	24.16	23.79	23.42	23.05
Unit Sewerage Operating Expense per water consumption																	
Sewerage schemes excluding contract service, head office, P&D section, and manager's offices	Rs./m ³	33.50	33.50	33.50	33.50	33.50	33.50	33.50	33.50	33.50	33.50	33.50	33.50	33.50	33.50	33.50	33.50
Sewerage schemes including head office, P&D section, and manager's offices, excluding contract service	Rs./m ³	55.68	55.68														
Adjusted Unit Operating Expense*2 (above expenses minus P&D/Bowser revenues and contract service surplus)	Rs./m ³	36.99	37.79	37.79	37.79	37.79	37.79	37.79	37.79	37.79	37.79	37.79	37.79	37.79	37.79	37.79	37.79
Necessary Unit Sewerage Tariff to cover Expenses																	
To cover Adjusted Unit Operating Expenses (sewerage schemes excluding contract services including head office, P&D section, manager's offices, minus P&D/Bowser revenue and contract service surplus)	Rs./m ³	36.99	37.79	37.79	37.79	37.79	37.79	37.79	37.79	37.79	37.79	37.79	37.79	37.79	37.79	37.79	37.79
Tariff Raise Plan and Coverage Ratio																	
Unit sewerage tariff raise ratio (%) *3	%		0.0%			23.5%			23.5%			5.0%			5.0%		
Raised Unit Sewerage Tariff	Rs./m ³	28.75	28.24	27.87	27.50	33.50	33.05	32.59	39.68	39.11	38.55	39.88	39.29	38.70	40.01	39.38	38.76
Coverage ratio of adjusted operating expenses by sewerage tariff	%	77.7%	74.7%	73.7%	72.8%	88.7%	87.4%	86.2%	105.0%	103.5%	102.0%	105.5%	104.0%	102.4%	105.9%	104.2%	102.6%

Notes: *1; Share of water consumption volume for sewerage customers of each domestic, commercial, and industry is assumed to be the same as the present share of each domestic, commercial, and industry of entire water supply customers for the year 2050.

*2; Adjusted operating expenses cover O&M costs of all sewerage schemes (other than contract services) and expenses for head office, planning & design, and manager's offices all of sewerage section. Then, subtracted the average P&D/Bowser revenue other than contract services and the average surplus of contract service. Kataragama Scheme and Hanthana Scheme have sewerage customers but they don't record sewerage operating expenses. This is because they have small number of sewerage customers and water supply staff operates and maintains sewerage facilities and records expenses as water supply expenses. Therefore, water consumption volume of sewerage customers does not include the water consumptions of these schemes.

*3; Tariff raised ratio is the real term, without including inflation adjustment. Tariff raise ratio is the ratio to be multiplied to the tariff of the previous year.

Source: prepared by JET, based on the data from NWSDB and "Sri Lanka Socio- Economic Data 2015", Central Bank of Sri Lanka, June 2015

料金改定が行われない場合の Weighted Average Sewerage Tariff (WAST:加重平均下水料金)は、わずかに減少し続ける想定となっている。これは下水道サービスの拡大に伴って、下水道利用者全体の水使用量に占める家庭用下水道使用者の水使用量の割合が増大すると想定されているからである。2015年には、WASTは28.75LKR/m³と計算されている。本部と計画設計部と支所を含む下水道費用単価(55.68LKR/m³)と比較すると、WASTは下水道費用単価の52%である。それにもかかわらず、下水道料金以外の収入(P&D/Bowserと契約サービス)を考慮すると、調整された営業費用単価は2015年で36.99LKR/m³と計算され、この場合、WAST(28.75LKR/m³)は調整された営業費用単価の77.7%である。

料金値上げは3年に一度、2段階で行われるように計画された。2019年と2022年に、インフレ調整分を除きそれぞれ23.5%の料金値上げが必要と計算された。二度目の値上げの結果、下水道料金単価は下水道費用単価の105%になると予想され、料金収入が下水道費用に対し5%の黒字を計上できる計画となった。

表 7.3-6 提案された下水道料金改定計画 (2段階案)

Year	2019	2022
Sewerage tariff raise ratio (%) ^{*1}	23.5%	23.5%
Raised Unit Sewerage Tariff (real term) ^{*2}	LKR.33.5/m ³	LKR.39.68/m ³
Coverage ratio of expenses by tariff	88.7%	105.0%
Target Coverage Ratio (example)	85%	100%

注: *1; Minor tariff raises will be conducted at 6% in 2025 and in 2028 to recover the reduction of weighted average sewerage tariff by increasing share of domestic water consumption. *2; In actual, inflation adjustment is required. Raised unit tariff is average unit sewerage tariff for 3 categories; domestic, commercial, and industry.

Source: prepared by JET

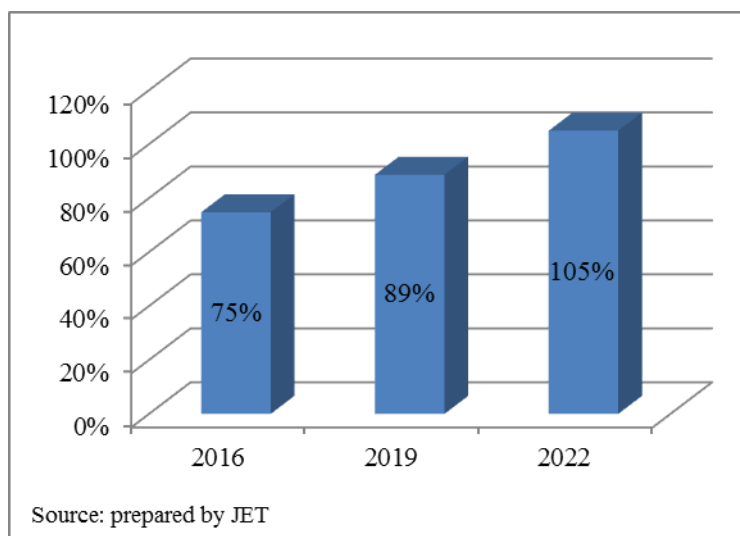


図 7.3-3 下水道料金による営業費用の回収率

図 7.3-3 は、表 7.3-6 の最終行を図示したもので、改定された下水道料金による調整後の営業費用の回収率を示している。

最初の 23.5%の料金値上げ後、回収率は 89%まで改善する。2 度目の 23.5%の料金値上げ後、回収率は 105%まで改善すると予想されている。

(5) 家庭の支払可能額

図 7.3-4 は、家庭の平均支払可能額（Affordability To Pay (ATP : 支払可能額)）上限に占める、下水道料金改定された場合の平均家庭用下水道請求金額の割合を示している。家庭の支払可能額は、平均月家庭所得の 1%と推定されている。その割合（1%）は、下水道サービスに対する家庭の支払可能性上限の IBRD（世銀）による推定である。

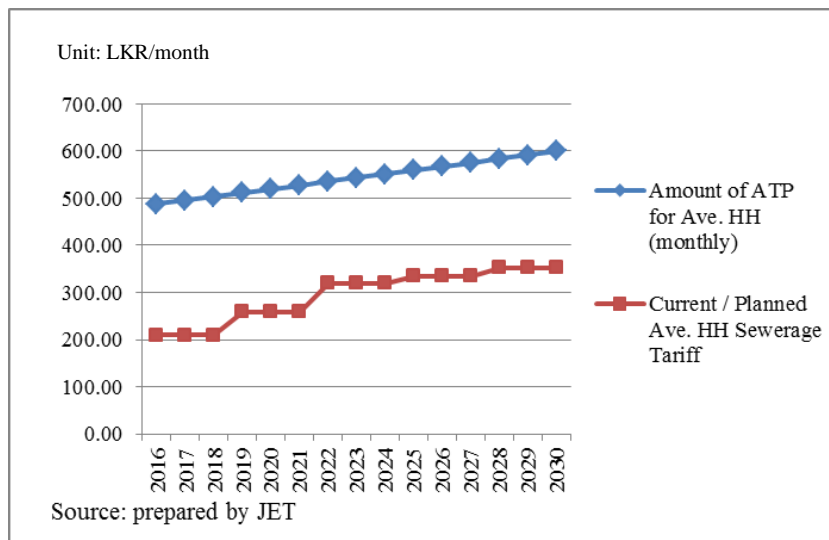


図 7.3-4 将来の下水道料金と支払可能額の比較

図 7.3-4 に示されるように家庭用の平均月下水道料金は、家庭の下水道サービスの支払可能額上限の範囲内であり、上限の 50~60%である。これは、平均的な所得水準の家庭は、料金改定後の下水道料金請求額を支払うことができることを示している。

(6) 改定された下水道料金表（例）

前述の計算で、営業費用を回収する将来の下水道料金を全顧客カテゴリーの加重平均単価として算出した。この単価を実際の料金表として具体化する場合、各カテゴリーごとに無数の料金表案が作成できる。表 7.3-7 と表 7.3-8 は、下水道料金表の無数の代替案の中の一例を示している。これは、「4.5 NWSDB 下水道部門の財務状況」の「4.5.2 NWSDB の財務状況」で記載されたように、水使用量の少ない下水道使用者で水道料金よりも下水道料金を高く請求されるケースがあり、こうした事態を避けるために水道料金表を活用して作られた。

表 7.3-7 改定下水道料金表の例：家庭用（2019年）

下水道料金：家庭用；以下の水道料金の40%

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: prepared by JET

表 7.3-8 改定下水道料金表の例：非家庭用（2019年）

下水道料金：商業用；以下の水道料金の50%

政府系病院；以下の水道料金の50%

工業用（中小規模）；以下の水道料金の120%

工業用（中小以外及び政府機関）；以下の水道料金の120%

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

Source: prepared by JET

注: *, Small and Medium Enterprises

改定下水道料金の例（表 7.3-7 及び表 7.3-8）は、現在の水道料金表をもとにしている。そのため、いかなる水使用量であっても水道料金請求額よりも下水道料金請求額が高くなることはない。さらに、NWSDBの営業職員が毎月の下水道料金を計算するのが容易になる。しかし、仮に水道料金値上げが実施された場合には、下水道料金も同時に値上げされることになるため、注意が必要がある。水道料金改定計画と下水道料金改定計画の間で調整が不可欠となる。

7.3.4 民間資金導入の可能性

表 7.3-9 は、官民連携（Public Private Partnership : PPP）の主な種類と概要を示している。

表 7.3-9 官民連携の種類

No.	Type	Contents	Contract Period
1	Outsourcing	Part of tasks is separately outsourced to private entity. (Accounting, IT, meter reading, billing & collection, maintenance of STP, sewer)	2 to 3 years
2	O&M contract	Part of O&M tasks of facilities is outsourced to private entity.	5 to 10 years
3	Lease	Sewerage infrastructures are leased to private entity to be maintained as a whole. Owner responsible for capital investment.	10 to 15 years
4	Concession	Ownership of sewerage infrastructures is transferred to be maintained as a whole. Private entity collects sewerage charge directly and also provides capital investment.	25 to 50 years
5	DBO	Design, construction, and O&M are outsourced to private entity as an all-in contract, to achieve efficiency and to save costs. Public prepares the fund for investment.	2 to 10 years
6	BOT	Private responsible for fund procurement, design, construction, O&M, as an all-in contract. Investment cost is recovered by annual contract fee. The infrastructures are transferred to public after contract period.	15 to 35 years
7	BOO	Private responsible for fund procurement, design, construction, O&M, as an all-in contract. Investment cost is recovered by annual contract fee. Private keeps owning the infrastructures.	Unlimited duration
8	Privatization	The ownership of a sewerage entity (public) as a whole is transferred to private side entirely.	Unlimited duration

Source: Prepared by JET, referring “The New Century of Water Business” by Mr. Yasushi Ujioka, and “Public Private Partnership for Urban Water Utilities: A Review of Experiences in Developing Countries” by World Bank.

上下水道事業の官民連携にはいくつかの種類がある。上表の中で、施設建設の初期投資を民間資金で行うものは、コンセッションと BOT、BOO である。その他の PPP スキームに関しては、官側が初期投資を負担し、基本的には施設の拡張に民間資金は投入されない。「民営化」は所有権の民間への移転であり、上下水道運営政策の根本的な変更を必要とするため、本分析では民営化は除外する。

仮に、下水道部門にコンセッション、BOT、BOO が適用されたならば、民間が資金調達を行うため、政府の初期投資費用を節約することにつながる。さらに、それらは経営効率の改善に寄与すると考えられる。

他方で、コンセッション、BOT、BOO では、民間企業が投資（合資や株式発行等）や負債を通じて建設資金を調達する。負債は主に銀行借入もしくは債券発行を通じて行われる。ODA と比較すると、ODA ローンの金利は利益を生むためではなく譲許的に低く設定されているため、被援助国借入人が実施機関への転貸金利を高く設定しない限りは、民間銀行や債券の市場金利は、ODA ローン金利よりも高いことが一般的である。また、猶予期間や返済期間に関しても、民間借入よりも ODA は、借手に有利に設定されている。

資本投資の場合、投資家は高い配当を期待できなければ、収益性の低い下水道プロジェクトにリスクを冒して投資を行わないと考えられるため、投資の配当利回りも ODA ローン金利より高くなると考えられる。

コンセッション、BOT、BOO の導入は、経営効率性を改善し費用節減につながると考えられる。しかし、それらは ODA もしくは政府資金の資本費用よりも、より高い金利を返済し、投資家への配当ができるだけの十分な余剰を生み出さなければならない。

自己資本内部収益率（Equity Internal Rate of Return : Equity IRR）は、資本投資の報酬率をチェック

するための指標であり、ここでの報酬とはあるプロジェクトに一定金額を投資することによる毎年得られる利益を指している。Equity IRR は、民間が出資を行うプロジェクトの財務的実行可能性をチェックするのに使われる。Equity IRR は次の公式の割引率を求めることで算出される。

$$Cap = \sum \frac{Cen}{(1+re)^n}$$

Cap : 出資額
Cen : n年後の、税引後純利益 + 減価償却費 - 借入金元本償還額
re : Equity IRR の割引率

民間資金による下水道プロジェクトが財務的に実行可能になるためには、普通投資家が指摘するように、プロジェクトの Equity IRR が 15%、もしくは 20% よりも高くなければならない。さもなければ、投資家はプロジェクトに投資を行わないであろう。これは、一般的な ODA 融資プロジェクトの基準よりも厳しい。

結局、民間資金によるプロジェクトを財務的に実行可能とするには Equity IRR が 15% 以上である必要がある。そのためには、下水道料金は、維持管理費用、設備更新費用、および初期投資（ローン元本と利子）を回収できるレベルよりも高く設定されなければならず、投資家に配当を行えるのに十分な利益をもたらせる高さに設定されなければならない。さもなければ、官側、本プロジェクトであれば NWSDB もしくは中央政府が、下水道料金収入で利益計上に不足する分を補うために、毎年、民間事業者に対してサービス料を支払わなければならない。前節では、下水道部門の維持管理費用のみを回収できる料金改定計画が提案された。同提案における下水道料金は家庭用の下水道料金単価は所属水準から考えるとまだ高くはない（11.82LKR/m³、表 4.9-10）点を考えると現実的であり、下水道部門の維持管理費用のみを回収しうる。

仮に家庭用の使用者を主な対象とするなら、下水道プロジェクトへの民間資金の導入は、民側へのサービス料として毎年の予算の提供を行わなければ、スリランカ国ではまだ困難である。しかし、商業用、工業用の使用者を主な対象とするならば、下水道プロジェクトへの民間資金の導入は、それらの下水道料金単価（商業用：40 LKR/m³ 工業用：65 LKR/m³）が現在でも比較的高いため、実行できる可能性はあると考えられる。

詳細な民間資金プロジェクトの財務的実行可能性調査は、プロジェクトごとに施工計画を立て、プロジェクト費用の見積もりを行い、将来の収入を推定し、Equity IRR を計算することにより、確認される必要がある。

Energy, Transport, and Water department of the World Bank（ETWWA：世界銀行エネルギー・運輸・水局）は、Public-Private Infrastructure Advisory Facility（PPIAF：民活インフラ助言ファシリティ）と協力して、2006年から2008年にかけて、途上国における水道の官民連携（Public Private Partnership: PPP）の経験を見直すための調査を行った。ここでは、1999年から2007年の間に5年以上継続した（マネージメント契約では3年以上）、65件の大規模 PPP プロジェクトについて追跡調査を行った。

この報告書は、途上国の水道事業における過去の PPP の経験から多くの重要な教訓を含んでいる。スリランカ国の民間資金導入の可能性を考える上で示唆に富むと考えられるため、この報告書の「概観」の「主要な調査結果」からの抜粋を以下に記載する。

「1990年代、官民連携の大きな魅力は民間が資金を提供できるという期待だった。しかし、経験を積むにつれ、そこに焦点を当てるのは間違いであることが分かった。順調に運んだ事例を検討すると、民間事業者が最も貢献した点は、経営効率化と給水サービスのレベルを向上させたことだった。」（都市水道事業の官民連携 途上国における経験を検証する（和訳）、p.6）

「1990年代に受託された水道の官民連携の多くは、特にラテン・アメリカにおいて民間資金を呼び込むことに力点が置かれ、従ってコンセッション契約が多く採用された。しかし、コンセッションは早期の契約解除を多く発生させたこともあって、経済の不安定な途上国においてこの方法は本来的にうまくいかない危険性を持つことが分かった。」(同上、p.7)

「官民連携において注力すべきは民間事業者を活用して一層の経営効率と給水サービスのレベルを上げることであり、第一義的に民間資金を呼び込もうとするためではない。」(同上、p.7)

スリランカ国の下水道部門において、民間資金活用のためにコンセッション導入を検討する際には、水道部門における途上国での過去の同様の経験が、望ましくない結果をももたらしていたということに留意する必要がある。

7.3.5 アセット・マネージメントと財務改善

図 7.3-5 は、NWSDB の過去 5 年間の在庫（上水と下水に関わるパイプ、メータ、マンホール等の交換補修用資機材）の変化を示している。

在庫は年々増えている。こうした傾向の主な原因の一つは、プロジェクト完了の際にスペアパーツや材料を提供されることであると考えられる。

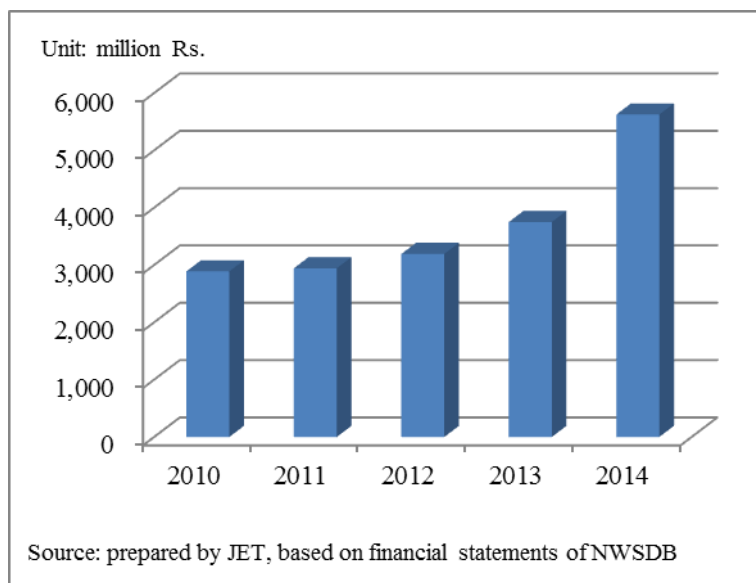


図 7.3-5 NWSDB の在庫の変化

援助機関が異なっているため、スペアパーツや材料の生産者や仕様も統一されていない。そのことが、他の地域・スキームにスペアパーツを融通することを難しくしている。

在庫を整然とした状態に保つためには、倉庫を建設・管理し、在庫の登録・管理を行うための費用が必要になる。NWSDB にとって、在庫を減らし適正な量に維持することは重要な課題の一つである。

NWSDB は在庫管理のために本部で在庫の記録を取り、必要とされるあらゆる場所で活用できるようにすることが提案される。スペアパーツや材料、設備の種類と仕様は、限定されたものに統一されるのが望ましい。

アセット・マネージメントに関しては、NWSDB は財務諸表に資産のリストと価値を記載し、主要施設の減価償却費を計上している。他方で、水道・下水道部門の一般的なアセット・マネージメントは、詳細な施設と設備、配管のデータベースを作成し、それら全ての状況をチェック、診断（例えば、高リスク、中リスク、普通、比較的安全、安全）し、破損する前の予防保全を行う優先順位を決定することである。アセット・マネージメントにより、壊れた後に修理を行う将来の総費用が、一度に発生するのを分散し、数年間である程度平準化されるとともに、早期のメンテナンスにより総修理費が節約され、ライフサイクル・コストが減少される。さらに、改修と更新にかかる投資の透明性が改善し、システムの突然の停止の可能性を減らすことで、サービスの安定性、もしくは持続性を向上させることにつながる。

財務的な観点からは、ライフサイクル・コストの削減は高く評価される。しかし、アセット・マネージメントの導入は、例えば以下のような水道・下水道事業体に多額な追加費用を発生させる。

- a) 地下管渠を含む全施設の状況を調査し登録するのに必要な人件費
- b) PC 等購入費
- c) アセット・マネージメント・データベース用のデータベースとソフトウェアの購入・維持費
- d) 予防保全優先順位とアセット・マネージメント計画を作成するためのコンサルティング費用

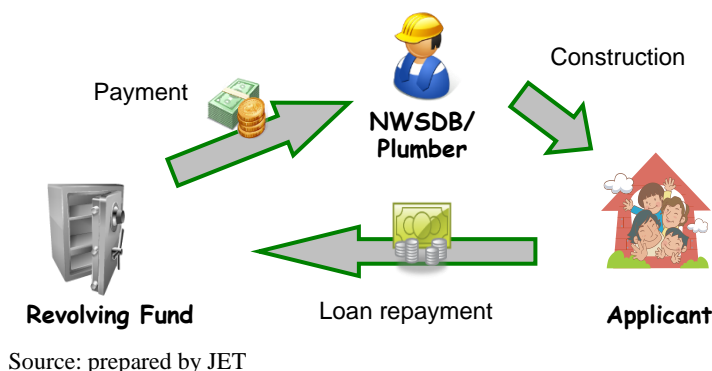
アセット・マネージメント・システムの整備に長い時間と多額の費用が必要なため、NWSDB は最初にそれを導入するかどうかの基本方針を十分に議論して決定することが望まれる。アセット・マネージメント・システムの整備費用の推定は、システム整備の経験と十分な調査期間が必要であるため、専門のコンサルタント調査チームに委託して詳細に行われることが提案される。

7.3.6 各戸接続促進策

スリランカ国では、公共下水道への各戸接続率の低さが NWSDB の重要な課題の一つとなっている。公共下水道への接続申請者は、2 種類の初期接続費用を負担しなければならない。NWSDB は、公共下水管渠から公共ます（Interceptor manhole）までの排水管設置と公共ますの建設を担当する。NWSDB によると、この建設費用は 1 件当たり LKR. 60,000 から LKR. 100,000 かかり、これは平均家庭所得月額（45,878LKR/月、2012/13 年度）の 1.3 倍から 2.2 倍に相当する。これに加え、家庭がすでに腐敗槽を有している場合は、住宅所有者は配管工に依頼して、シャワー、トイレ、台所から公共ますまでの宅地内排水管の敷設を、住宅所有者の費用で行わなければならない。これらの下水道接続申請者の初期費用は公共下水道の顧客を増加させる上での大きな障害となっている。

上記課題に対応するために、第一に、中央政府は公共下水道に区域住民が接続することを強制する法的枠組みと、低所得家庭のための補助金制度を整備することが必要である。しかし、補助金支給制度が整備されたとしても、新規申請者全員の費用を賄うには、予算総額は限られていると考えられるから、公共下水接続の初期費用の分割払いを広く制度化することを提案する。分割払い方式は、NWSDB が民間銀行もしくは公共の融資機関から資金を借り入れて行う。NWSDB は銀行から借り入れた資金を元にしたリボルビングファンドと呼ばれる基金を設立し、下水道申請者のために各戸接続の工事を推進する。新規下水道使用者は、毎月 NWSDB に対し、下水道料金に加え、利子を含めた分割払いの支払を行う。NWSDB は使用者の返済金によって銀行への融資返済を行う（図 7.3-6）。

最初に、分割払い方式は試行的に導入されることが望ましい。少額の融資を銀行等から受けて、限られた数の申請者に対して貸し付けを行い、申請者の反応（ローン返済の進捗など）を見ながら、次の分割払いの実施に向けて、融資総額と契約条件を検討する。リボルビング・ファンドを通じた分割払い方式の実施のプロセス概要を図 7.3-7 に示す。



Source: prepared by JET

図 7.3-6 リボルビングファンドのイメージ

Order	Actions
1	Detailed planning of installment payment system
2	Official decision of establishment of the revolving fund (the fund) and public announcement of installment payment system
3	Accepting the application and screening the applicants
4	Loan agreement between the fund and lending organization
5	The fund borrows money for the amount of applications from lending organization
6	Loan agreement between the fund and each applicant
7	House connection construction and payment from the fund
8	Periodical loan repayment from the customers and the fund repays to lending organization

Source: prepared by JET

図 7.3-7 分割払い方式の実施プロセス

7.3.7 下水道財政に関する今後の課題

スリランカ国の下水道財政に関する今後の課題を、以下に要約する。

- 「7.3.1 下水道料金計画」に示した下水道料金改定案の決定と実施
- 下水道施設整備への民間資金導入においては収益性が不高くないため、十分な検討・注意が必要であること
- NWSDB の会計システムにおける上水道と下水道の会計の分離もしくは、下水道・上水道のセグメント情報の作成と、上水道・下水道それぞれの詳細な収支情報の作成
- NWSDB の在庫管理の改善と、アセットマネジメントの導入可否に関する方針決定
- 各戸接続の促進のための、リボルビングファンド創設による各戸接続費分割払いの試行導入
- 下水道の建設費は現行通り 100%が中央政府負担、O&M 費用は下水道料金で回収し、設備更新費は大規模の場合は中央政府の負担で行うという、本調査の費用負担原則案の承認
- 地方自治体が下水道整備を行う場合の財務原則の確立（地方主導の場合も、建設費および大規模な更新費は中央政府が負担し、O&M 費は下水道料金で賄うことの承認）

7.4 オンサイト施設の改善策

7.4.1 改善のための費用

表 7.4-1 にオンサイト施設の目標を示す。目標は、国連のミレニアム開発目標を参考に 2020 年までにすべての腐敗槽が SLS を満たし、2035 年までにすべてのし尿をし尿処理場（腐敗槽汚泥汚泥処理場）で処理する。

表 7.4-1 オンサイト施設の目標

Target	Target Year
100 % septic tanks meeting Sri Lanka Standards is installed.	2020
100 % septage sludge is treated in Septatge Treatment Plant.	2035

Source: JET

この目標達成のための費用を表 7.4-2 に示す。

表 7.4-2 目標達成のための費用（APPENDIX 14）

Target	Cost by 2035		Annual Cost	
100 % septic tanks meeting Sri Lanka Standards is installed by 2020.	45,738	million LKR	2,407	million LKR/year (=45,738/12)
100 % septage sludge is treated in Septatge Treatment Plant by 2035.	74,590	million LKR	3,925	million LKR/year (=74,590/12)
100 % septage sludge is treated in Septatge Treatment Plant by 2035 with co-sludge treatment in Sewage Treatment Plant.	73,960	million LKR	3,892	million LKR/year (=73,960/12)
For 74 cities, 100 % septage sludge is treated in Septatge Treatment Plant by 2035.	13,490	million LKR	710	million LKR/year (=13,490/12)
For 74 Cities, 100 % septage sludge is treated in Septatge Treatment Plant by 2035 with co-sludge treatment in Sewage Treatment Plant.	12,340	million LKR	64	million LKR/year (=12,340/12)

Source: JET

すべての腐敗槽が SLS を満たすためには 457.38 億 LKR が必要となる。また、スリランカ全土で発生するし尿をし尿処理場で処理するためには、745.9 億 LKR が 74 都市では 134.9 億 LKR が必要となる。また、下水処理場で下水を整備する 15 都市のし尿を下水処理場で一緒に処理する場合、スリランカ全土で 739.6 億 LKR、74 都市では 123.4 億 LKR となる。

7.4.2 今後の課題

(1) 腐敗槽の導入手続きと設置

腐敗槽の導入に当たり、所管当局の許可が必要である。腐敗槽の導入許可は通常 6.3.5 の通り新規建設工事許可申請に含まれる。承認手続きでは、製品の現場検査や図面等の書類検査を確実に行うことが不適切な設置を防ぐために必要である。このためには、責任担当者は必ずしも当該分野の専門家である必要はないが、申請試験の担当官には腐敗槽や排水管理の専門技術が必要である。NWSDB などによる研修コースを活用し専門技術を習得すべきである。

(2) 腐敗槽の適切な利用の促進

1) 利用者

腐敗槽処理の最も深刻な問題の一つは、様々なごみが捨てられることである。これは処理量

の増加だけでなく腐敗槽の損傷を招く。また、大量の油脂類の廃棄も処理効率の悪化の原因となる。このような事態を防ぐためには、腐敗槽の適切な使用に関し、住民への啓発活動が必須である。啓蒙教材に関して、NWSDB の“水利用者に対するハンドブック“⁷⁻¹⁾が最も分かりやすい。

2) 汚泥引き抜き業者

汚泥の引抜きは地方自治体が主体となっていたが、近年では増加する需要に応じて一般企業による場合が増えてきている。そのため、腐敗槽の適切な管理に関する引き抜き業者の研修が重要である。例えば、し尿の引抜き後、悪臭防止のための軽油の散布や生物分解を促進するため 100~200L の種し尿を残す必要がある⁷⁻²⁾が全量を引抜くなどの事例がよく見受けられる。このため、民間業者の免許試験や研修の導入、免許試験導入による技術審査により質の高いサービスを提供するシステムの構築が必要である。

(3) し尿処理場建設のための年間 2 千 700 百万 USD (39 億 LKR) の予算の確保下 (APPENDIX 12)

SDG では未処理汚水の半減に加え、水質の改善も目指している。現在腐敗槽汚泥の処理施設はほとんどなく、水質改善の観点からはし尿処理場の整備も重要である。しかしながら、このし尿処理場整備のためには、地方政府省の予算の 10% に当たる費用を確保する必要 (2016 年の地方政府省の予算は 2,790 億 LKR (19 億ドル (= 279*109/145/106))) がある。

(4) 維持管理職員とバキューム車の確保

地方自治体にはし尿処理場を管理する能力のあるスタッフは少ない。このため NWSDB がし尿処理の維持管理に関する能力強化を手助けする必要がある。

また、適正な腐敗槽のし尿引抜きは重要であり約 810 台が 74 都市のし尿を引抜くために必要と推定される (表 7.4-3)。このため、民間業者を活用し、バキューム車を確保すべきである。

(5) 下水処理場でのし尿処理

し尿処理場の建設に多額の費用が必要となるため、し尿処理場の建設費を抑制するためには、下水処理場でのし尿の処理を検討することが望ましい。通常、下水処理場でのし尿処理量は流入下水量の 2% と言われている。これに基づけば、2035 年までに下水処理場を整備する都市で発生するし尿は全量下水処理場で処理可能となる。例えば、2035 年にコロンボでは人口の 10% の 56,131 人が腐敗槽を利用していると予想され、一日 62m³/d のし尿が発生する。コロンボの下水処理能力が 2012 年の水使用量に匹敵する 472,086m³/d とすると 2% は約 9,000m³/d (= 472,086*0.02) となり、し尿の全量 62m³/d は下水処理場で処理することが可能となる。

表 7.4-3 し尿発生量、バキューム車の必要台数及び下水処理場のし尿受入可能量

Sl No	Local Government Authority	Water Consumption [Domestic+Commercial+Industrial]	Water Served Population	Population [2012]	Population [2035]	Individual Treatment Population	Septage Volume	No of Gully Sucker, Sml	STP Acceptable Volume
		① [m ³ /day]	② [pers.]	③ [pers.]	④ [pers.]	⑤ ③×0.9 ④×0.9 [pers.]	⑥ ⑤×0.4/865 [m ³ /d]	⑦ ⑥/5 [No.]	⑧ ⑥×0.02 [m ³ /d]
1	Colombo M.C	472,086	561,314	561,314	561,314	56,131	62	13	9,442
2	Kandy M.C	30,443	96,060	96,828	98,828	12,374	14	3	609
3	Sri Jayawardanapura Kotte M.C	35,000	107,925	107,925	107,925	10,793	12	3	700
4	Anuradhapura M.C	20,556	47,676	50,595	50,595	7,667	8	2	411
5	Badulla M.C	9,150	42,237	42,498	43,798	5,785	6	2	183
6	Kelaniya P.S	22,626	109,603	110,751	116,844	18,202	20	4	453
7	Nuwara Eliya M.C	19,400	23,804	23,804	23,804	2,380	3	1	388
8	Galle M.C	16,772	86,333	86,333	86,333	8,633	9	2	335
9	Dehiwala - Mount Lavinia M.C	39,000	184,468	184,468	184,468	18,447	20	5	780
10	Negombo M.C	32,234	142,449	147,484	176,349	48,144	53	11	645
11	Kotikawatta - Mutturiyawa P.S	37,326	131,643	137,783	171,137	52,658	58	12	747
12	Ratnapura M.C	7,200	36,112	47,308	48,350	15,848	17	4	148
13	Hambantota M.C	6,972	23,326	24,039	30,210	9,217	10	3	138
14	Trincomalee U.C	8,477	48,351	48,351	48,351	48,351	53	11	170
15	Maharagama U.C	27,300	169,902	198,751	210,172	57,260	63	13	546
16	Chilaw U.C	3,360	20,197	21,441	21,441	3,264	4	1	
17	Puttalam U.C	6,500	30,678	46,338	50,637	50,637	58	12	
18	Matara M.C	20,475	74,193	36,550	37,049	37,049	41	9	
19	Hatton - Dik Oya U.C	2,282	12,184	14,659	15,000	15,000	16	4	
20	Peliyagoda U.C	5,776	27,736	27,736	27,736	27,736	30	7	
21	Boralesgamuwa U.C	9,560	58,784	60,885	64,727	64,727	71	15	
22	Kolonnawa U.C	61,628	60,044	60,802	64,529	64,529	71	15	
23	Beruwala U.C	25,808	37,793	39,137	48,794	48,794	53	11	
24	Biyyagama P.S	29,705	186,585	192,679	227,314	227,314	249	50	
25	Panadura U.C	9,175	30,069	30,069	30,069	30,069	33	7	
26	Dambulla M.C	4,000	23,614	24,917	32,212	32,212	35	8	
27	Kalutara U.C	20,973	32,417	32,417	32,417	32,417	36	8	
28	Kattankudy U.C	3,200	23,000	40,847	43,574	43,574	48	10	
29	Kegalle U.C	15,000	11,187	15,993	15,993	15,993	18	4	
30	Balangoda U.C	4,744	16,510	17,674	25,034	25,034	27	6	
31	Weligama U.C	5,832	22,377	22,541	23,473	23,473	26	6	
32	Batticaloa M.C	23,594	21,051	86,227	86,227	86,227	94	19	
33	Moratuwa M.C	23,626	168,280	168,280	168,280	168,280	184	37	
34	Tangalle U.C	5,932	8,473	8,473	8,473	8,473	9	2	
35	Wattala Mabolle U.C	4,000	26,136	28,031	28,031	28,031	31	7	
36	Kesbewa U.C	21,757	167,365	192,285	230,132	230,132	252	51	
37	Kinriya U.C	18,000	36,772	37,442	41,233	41,233	45	10	
38	Ampara U.C	6,660	22,511	23,614	29,930	29,930	33	7	
39	Kaduganawa U.C	2,435	12,654	12,850	13,948	13,948	15	4	
40	Kaduwa M.C	55,000	124,367	261,617	312,293	312,293	342	69	
41	Matale M.C	8,948	36,462	36,550	37,049	37,049	41	9	
42	Thamankaduwa P.S	25,929	27,444	84,460	96,388	96,388	106	22	
43	Bandarawela M.C	2,812	20,250	24,366	25,360	25,360	28	6	
44	Ja - Ela U.C	8,924	31,232	31,330	31,838	31,838	35	7	
45	Horana U.C	4,845	5,661	9,665	10,420	10,420	11	3	
46	Jaffna M.C	2,798	19,503	82,083	90,957	90,957	100	20	
47	Ambalangoda U.C	4,300	19,990	20,069	20,496	20,496	22	5	
48	Mannar U.C	6,500	17,928	24,564	25,565	25,565	28	6	
49	Hikkaduwa U.C	9,840	27,075	27,075	27,075	27,075	30	6	
50	Katana P.S	6,274	26,460	176,891	192,173	192,173	211	43	
51	Embilipitiya U.C	7,200	26,843	151,305	172,520	172,520	189	38	
52	Minuwangoda U.C	1,368	7,523	7,523	7,523	7,523	8	2	
53	Seethawakapura U.C	8,050	25,187	32,441	44,824	44,824	48	10	
54	Katunayake Seeduwa U.C	6,800	12,650	60,915	60,915	60,915	67	14	
55	Kurunegala M.C	4,500	7,600	24,833	24,833	24,833	27	6	
56	Gampaha M.C	7,000	20,038	63,835	72,140	72,140	79	16	
57	Talawakele - Lindula U.C	710	4,691	4,966	6,446	6,446	7	2	
58	Akurana P.S	5,550	27,081	65,290	76,358	76,358	84	17	
59	Akaraipattu M.C	6,691	13,882	31,807	36,509	36,509	40	9	
60	Haputhale U.C	450	2,475	5,331	5,549	5,549	6	2	
61	Nawalapitiya U.C	2,333	4,200	13,338	13,338	13,338	15	3	
62	Point Pedro U.C	458	3,375	12,504	13,698	13,698	15	4	
63	Kuliyapitiya U.C	1,350	1,920	5,505	5,505	5,505	6	2	
64	Gampola U.C	7,563	23,154	38,458	41,745	41,745	46	10	
65	Moneragala P.S	3,900	20,583	51,297	61,911	61,911	68	14	
66	Wattegama U.C	3,000	6,270	8,248	8,750	8,750	10	2	
67	Karachchi P.S	-	-	62,236	66,413	66,413	73	15	
68	Mahara P.S	18,948	121,500	215,075	256,875	256,875	282	57	
69	Eravur U.C	1,188	4,590	24,900	26,322	26,322	29	6	
70	Vavuniya U.C	880	6,026	36,598	47,804	47,804	52	11	
71	Valvettithurai U.C	2,756	954	8,490	10,005	10,005	11	3	
72	Chavakachcheri U.C	1,924	725	16,533	19,495	19,495	21	5	
73	Kalmunai M.C	6,757	22,942	101,053	106,995	106,995	117	24	
74	Maritimepattu P.S	-	-	29,334	31,339	31,339	34	7	
Total						3,807,417	4,173	874	
Total (except for top 15 Cities)						3,541,117	3,881	809	

Note: It is assumed that septage sludge production is 0.4m³/capita/year.

Source: JET

7.5 工業排水の改善策

7.5.1 工業排水の問題

環境関連の法整備に伴って、あらゆる産業活動に環境保護ライセンス（ELP）の取得が必要となっているが、適切な放流先が無いことから、大部分の工場は該当する排水規制に準拠できていない。特に処理した排水を許容レベルまで希釈・同化できる適切な放流先を見つけることは難しい状態である。⁷⁻³⁾

このような状況を踏まえ、スリランカにおける排水管理に関する問題点は以下のような項目が挙げられる。⁷⁻⁴⁾

また、特別環境保護区における排水の改善策は参考として **APPENDIX19** に示す。

- 法的効力が弱く、定期的監視に不備がある。
- 系統的データ収集システムと定期的分析、良質なアクセス、アクセス権の不備。
- 関連機関の連携の不備。
- 研修計画と法順守モニタリングの未導入
- 産業内での環境配慮意識の欠落と、各企業内のチェックシステムの不履行。
- 中小企業が適用できる安価な汚染管理技術が無い。
- 地方行政機関による不適切な法の施行や地方行政機関の適切なゾーニング（土地利用計画）策定能力の欠如。

7.5.2 今後の課題

(1) CEA の能力強化

現在 CEA を主体に JICA の技術協力により水環境基準の作成及びモニタリング能力強化を行っており、水環境関連の規制や罰則等の整備は開始されたところである。よって、法的な整備等は長期的な課題である。現在、排水規制については EPL 等を整備し、政府開発の工業団地等では機能しているが、市町村開発の工業団地や中小企業の工場にはうまく機能していない現状がある。このため、既存の仕組みを運用面で補完することが短期的には効果的な方法と考え、そのためには排水を管理監督する CEA の能力強化は必要である。

例えば、EPL の運用能力強化に関しては、下記の課題が考えられる。

- データの収集と定期監視体制の確立
- 最新の ICT を適用した系統的で自動化されたデータ収集・モニタリングシステムの確立
- 研修計画の策定や法順守能力の強化
- 関連機関との連携強化等

(2) 排水排出源企業に対する啓蒙活動

排水を管理する側だけでなく、排水を排出する企業に対し法令順守の啓蒙活動を行うことも重要である。特に、経営に携わるマネージメント層へ対する啓蒙と教育が効果的で考える。

(3) 中小零細企業に対する支援

中小企業は資金的に適正な排水施設を有することが難しい。このため、設備導入に対する支援の枠組みが必要となる。また、中小企業に相応したシンプルで安価な処理システムが望まれている。仮に用地に余裕があるならば、沈澱池のような単純な技術なども有望と考えられる。一方、

用地の制約があれば小型の処理システムが必要となる。現在小規模で高度な処理を行う施設は様々あり、これらを導入のための資金援助は有効と考える。

7.6 表流水の水質改善策

下水道普及率 7%を達成するための 15 の優先都市は人口が多く、水道使用量も大きいため、下水道を整備した場合、79 都市で発生する汚濁負荷量の約 40%を削減する。試算によれば、下水道整備により BOD10mg/L の市内河川の場合 3mg/L 程度に改善すると予想される (APPENDIX 20 参照)。

水質改善の必要性は、公衆衛生の観点からも重要である。例えば、WHO の 2015 年の報告書 (Water, sanitation and hygiene in health care facilities, Status in low-and middle-income countries and way forward, WASH in Health Care Facilities for better Health Care Services, WHO, unicef 2015) で「水道や公衆衛生の不適切なサービスが結果的に健康に与える影響は計り知れない。私は、これほど深刻で、衰弱した非人間的な悲惨な状況を引き起こす環境要因を他に思いつかない。健康に関するプロとして、多くの衛生施設が未だ基礎的な水道、衛生、手洗い設備すら備えていないことを大変憂慮している。そして WHO はこの問題を克服するため支援を約束する。」と記述している。⁷⁻⁵⁾

また、世界銀行は“水と公衆衛生” (2003) (Water, Sanitation & Hygiene, December2003) において、「水道、公衆衛生、健康は密接に関係している。不十分な衛生環境、質・量ともに不十分な飲料水、衛生施設の不足は、防ぎうる病気の原因となり最貧国で毎年何百万人も命を奪っている。主な犠牲者は女性と子供である。⁷⁻⁶⁾」と述べている。

以上の通り、飲料水質と公衆衛生は相互関係にあり、排水の規制と管理は必須である。そして、汚水の処理は汚濁量の削減、汚染物質と排水に起因する健康リスクの低減を行い、公共用水域の水質を維持し、周辺住民の保健衛生の向上に寄与する。

水質改善のためには次の 2 つが重要である。

7.6.1 排水放流基準の準拠と施行

公共用水域の水質の量・質的な改善には排水放流基準の準拠と施行が必要である。放流基準には現在以下の 2 つがあり、これらの順守を確実にするため、定期的に監視を行う必要がある。

- “Gazette Extraordinary No. 1534/18 of 01 February, 2008”の排水放流基準 (現在改定中で、改正案では実態に即した細かな放流基準が検討されている。)
- 公共水道供給の原水として利用されている内陸表流水への許容値を規定したスリランカ排水基準 722 (APPENDIX 10 参照)

7.6.2 モニタリング

法律を順守するだけでなく水質の状態を把握するモニタリングも重要である。NWSDB は取水地点を定期的にモニタリングし、CEA はいくつかの河川や湖のモニタリングを行っている。このため、ケラニ川などは NWSDB と CEA によりモニタリングが行われている。さらに、CEA は工場や他の有害物質を扱う事業所が放流している河川や湖などで定期的なモニタリングを行っている。

CEA はこれら定期的なモニタリングにより Water Quality Index (WQI : 水質指標) を開発し、この指標を用いて公共用水域の水質の状態や経年変化を分析している。包括的な水質モニタリングは以下の点から定量的な公共用水域の水質改善に利用されている。

- 一定期間における放流先水質の傾向の分析。
- 水質変化から今後発生する事故の予測。例えば、重金属の値が上昇傾向であることが水質データから判明した場合、汚染源の工業団地の特定が可能となり関連法による適切な対策を行う際の基礎データとなる。
- 蓄積された放流先水域の水質に基づいた排水汚染防止対策と管理計画の立案。

APPENDICES

APPENDIX

APPENDIX 1:

Salaries and Benefits

Table A shows the salaries and benefits of engineer, supervisor, skilled labourer and un-skilled labourer positions in the NWSDB and similar positions of a private company in the sewerage sector business. The salaries and benefits of NWSDB are much higher than those of similar positions in the private company at every level. Therefore, out-sourcing some O & M activities to the private sector will be more economical to the NWSDB while keeping the few higher level positions with experience and expertise in the sewerage sector for supervision and regulatory measures.

Table A Comparison of Salaries and Benefits Between NWSDB and Private Sector

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 Team

Promotion System

Table B shows the promotion scheme available for employees at each grade of the NWSDB. This scheme indicates any one can get promoted to a higher level grade after being in the current grade after a certain period of time and it is effective to keep the employees motivated.

When the STPs and sewer system starts deteriorating due to ageing, O&M of them becomes difficult gradually and then the experiences and knowledge of O&M staff will be required. Then, securing of excellent staff with sufficient experience will become quite important for NWSDB. Solid promotion system as well as high salary and benefits will be indispensable for keep those staff in NWSDB.

Table B Promotion Scheme of the NWSDB

1. Engineer Level		
Position	NWSDB Grade	Promotion Scheme
Engineer	6	BSc.Degree in Engineering or equivalent
Senior Engineer	5	Chartered Engineer with 5 years experience in the NWSDB
Chief Engineer	4	Chartered Engineer with 8 years experience in the NWSDB
Assistant general Manager	3	Chartered Engineer with 3 years experience as a Chief Engineer in the NWSDB
Deputy General Manager	2	Chartered Engineer with 4 years experience as an Assistant General Manager in the NWSDB
Additional General Manager	1A	Chartered Engineer with 3 years experience as a Deputy General Manager in the NWSDB
General Manager	1	Chartered Engineer with 15 years experience as an Engineer and 1 year as Addl. GM in the NWSDB
2. Supervisory Level		
Position	NWSDB Grade	Promotion Scheme
Engineering Assistant Class III	10	NDT/HNDE/NDES/Diploma in Technology of Open University or equivalent
Engineering Assistant Class II	9	Above qualifications and 2 years experience as an Engineering Assistant in Class III
Engineering Assistant Class I	8	Above qualifications and 2 years experience as an Engineering Assistant in Class II

Engineering Assistant - Sp. Class	7	Above qualifications and 12 years experience as an Engineering Assistant out of which 3 years experience
Senior Eng. Assistant - Supra	6	
3. Skilled Labor Level		
Position	NWSDB Grade	Promotion Scheme
Skilled Labor - Class II	13	GCE(O.L) in 6 subjects with Sinhala/Tamil and Math within 2 sittings and a pass in a trade test conducted by NWSDB
Skilled Labor - Class I	12	Trade Apprenticeship of NAB or 3 years experience in Class II and a pass in a trade test conducted by NWSDB
Skilled Labor Special Class II	11	5 Years experience in Class I and a pass in a trade test conducted by NWSDB
Skilled Labor Special Class I	10	7 Years experience in Special Class II and a pass in a trade test conducted by NWSDB
4. Un-skilled Labor Level		
Position	NWSDB Grade	Promotion Scheme
Un-skilled Labor – Class III	15	5th Standard education and should be physically and mentally fit
General Labor	14	Above qualifications and 5 years in Labor – Class III or GCE(O.L.) in 6 subjects with 1 year in Class III

Source: NWSDB

Securing of Human Resources

Besides 13 national universities, mostly with faculties of civil, mechanical, electrical, chemistry and environment, which are necessary to gain knowledge in sewerage works, there are 8 technical colleges/high-schools as shown in **Table C**, and many graduates are passed-out from these universities, collages and high-schools every year. Therefore, it may not be difficult to secure the technical staff required for sewerage works in the near future.

Table C Faculties in the National Universities and Colleges/Technical High Schools

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 Team

APPENDIX 2

Sewerage Tariff Revision Proposal: NWSDB

Tariff Structure Proposed for Sewerage

		Consumption Slabs	
			2015
Domestic Tariff (Slab Wise)	Unit rate (Rs.)	0 - 10	20
		1 - 15	20
		1 - 20	20
		1 - 25	20
		1 - 30	20
		1 - 40	20
		1 - 50	30
		> 50	30
	Fixed charge (Rs.)	0 - 10	300
		1 - 15	300
		1 - 20	300
		1 - 25	300
		1 - 30	300
		1 - 40	300
		1 - 50	300
		> 50	300
Commercial Tariff			2015
	Unit rate (Rs.)	> 0	65
	Fixed charge (Rs.)	> 0	2000
Industrial Tariff	Unit rate (Rs.)	> 0	65
	Fixed charge (Rs.)	> 0	4000

Note: Samurdhi Recipients would be charged 50% domestic tariff

Source: NWSDB

APPENDIX 3

No. 1533/16 - FRIDAY, JANUARY 25, 2008

The Gazette of the Democratic Socialist Republic of Sri Lanka

EXTRA ORDINARY
(Published by Authority)

PART I: SECTION (I) — GENERAL

Government Notifications

THE NATIONAL ENVIRONMENTAL ACT, No. 47 of 1980

Order under Section 23A

BY virtue of the powers vested in me by section 23A of the National Environmental Act, No. 47 of 1980 as amended by Act, Nos. 56 of 1988 and 53 of 2000. I, Patali Champika Ranawaka, Minister of Environment and Natural Resources, do by this Order, determine the activities set out in the Schedule hereto as activities for which a License is required under the aforesaid section being activities which involves or results in discharging, depositing or emitting waste into the environment causing pollution.

Colombo,
14th January, 2008.

PATALI CHAMPIKA RANAWAKA,
Minister of Environment and Natural Resources.

THE SCHEDULE

THE PRESCRIBED ACTIVITIES FOR WHICH A LICENSE IS REQUIRED

PART A

1. Chemicals manufacturing or formulating or repacking industries.
2. Soaps, detergents, softener or any other cleansing preparations manufacturing industries having a production capacity of 1,000 kilograms per day or more.
3. Bulk petroleum liquid or liquefied petroleum gas storage or filling facilities having a total capacity of 150 or more metric tons excluding vehicle fuel filling stations.
4. Industries involved in the use of fibreglass as a raw material where 10 or more workers are employed.
5. Synthetic rubber, natural rubber manufacturing or processing or rubber based industries excluding industries which manufacture less than 100 kilograms of ribbed smoke rubber sheets per day.
6. Activated carbon or carbon black manufacturing industries or charcoal manufacturing industries having a production capacity one or more metric ton per batch.
7. Industries involved in manufacturing extracting or formulating Ayurvedic, Indigenous medicinal products where 25 or more workers are employed.
8. Chemical fertilizer manufacturing, formulating, processing or repacking Industries.
9. Pesticides, insecticides, fungicides and herbicides manufacturing, formulating or repacking industries.
10. Oil (mineral oil or petroleum) refineries.
11. Dye and dye intermediate manufacturing or formulating industries.
12. Paints (emulsion or enamel), inks, pigments, varnish, polish manufacturing or formulating industries.
13. Petrochemical (basic or intermediates) manufacturing or formulating industries.
14. Industrial gas manufacturing, processing or refilling industries.
15. Asphalt processing plants.

16. Industries involved in the manufacture of polymers or polymer based products (i.e. polyethylene, polyvinyl chloride (PVC), polyurethane, polypropylene, polyester, nylon, polystyrene, resins, fibreglass or other manmade fibres etc.) or polymer or polymer based products, recycling industries.
17. All types of tyres, tubes manufacturing or tyre re-treading industries.
18. Industries involved in manufacturing or reconditioning of batteries.
19. Any industry involved in the use of asbestos fibres as a raw material.
20. Industries involved in manufacturing, extracting or formulating pharmaceuticals or cosmetic products including intermediates.
21. Adhesives manufacturing industries excluding natural gums.
22. Match sticks manufacturing industries and explosives manufacturing or formulating industries.
23. Batik industries where 10 or more workers are employed.
24. Textile processing (i.e. bleaching, dyeing, printing) industries or garment washing industries or textile sand blasting industries or commercial laundries where 10 or more workers are employed.
25. Tanneries.
26. Lather finishing industries having effluent generating operations.
27. Jute processing industries.
28. Industries involved in bleaching or dyeing of natural fibre or natural fibre based industries where 25 or more workers are employed.
29. Power looms having 25 or more machines or power looms with sizing activities.
30. Sugar manufacturing industries or sugar refineries.
31. Fermentation industries (Distilleries, Breweries) or alcoholic beverages bottling plants or bottling plants having bottle washing operations.
32. Food manufacturing and processing industries including bakery products and confectioneries where 25 or more workers are employed.
33. Abattoirs.
34. Coconut oil or cinnamon oil extraction industries where 25 or more workers are employed.
35. Plants or animal oil/fats extraction industries having production capacity of 10 litres or more per day excluding coconut oil and cinnamon oil extraction industries.
36. Instant tea or coffee processing industries.
37. Non-alcoholic beverages manufacturing industries where 25 or more workers are employed.
38. Desiccated coconut mills or coconut processing industries where 10 or more workers are employed.
39. Rice mills having wet process and having a production capacity of 5,000 kilograms or more per day.
40. All hatcheries or poultry farms having 2,500 or more birds or piggery, cattle, goats farms having animals 50 or more or having rating* for mixed farming 2,500 or more.
*Rating for Mixed Farming = No. of Birds + 50 x (No. of Pigs + No. of Cattle + No. of Goats)
41. Animal feed manufacturing industries having a capacity of 25 or more metric tons per day.
42. Cigarettes or other tobacco products manufacturing industries where 50 or more workers are employed.
43. Industries involved in surface treatment of metal or plastic including electroplating, galvanizing and powder coating industries.
44. Iron and steel mills.
45. Foundries with any type of furnaces.
46. Non-ferrous metal processing industries including secondary process, smelting and recovery of metals.
47. Metal fabricating industries or machinery, machinery parts or hardware items or electrical and electronic goods and equipment manufacturing or assembling industries where 24 or more workers are employed. (Including lathe workshops, welding shops, spray painting industries).
48. Cement industries (clinker grinding, manufacturing or repacking).
49. Concrete batching plants having a production capacity of 50 or more cubic meters per day.
50. Glass or glass based product manufacturing industries.
51. Lime kilns having a production capacity of 20 or more metric tons per day.

52. Ceramic industries where more than 25 or more workers are employed.
53. Mechanized mining activities with multi bore hole blasting or single bore hole blasting activities with production capacity having 600 or more cubic meters per month.
54. Crushing or processing of non-metallic minerals (i.e. limestone, dolomite, apatite, rock phosphate, sand stone, feldspar, quartz, ilmenite, rutile, zircon, mica, graphite, kaolin, etc) excluding lime shell and granite crushing activities.
55. Granite boulders making or processing industries (extracting, blasting, slicing, polishing).
56. Granite crushing (Metal crushing) industries having a total production capacity of 25 or more cubic meters per day.
57. Common wastewater (industrial or sewage) treatment plants.
58. Incinerators having a feeding capacity of 5 or more metric tons per day.
59. Water treatment plants having a treatment capacity of 10,000 or more cubic meters per day.
60. Municipal solid waste and other solid waste composting plants having a capacity of 10 or more metric tons per day.
61. Solid waste recovery/recycling or processing plants having a capacity of 10 or more metric tons per day.
62. Solid waste disposal facility having a disposal capacity of 10 or more metric tons per day.
63. All toxic and hazardous waste treatment facility or disposal facilities or recycling/recovering or storage facilities.
64. Industries involved in chemical treatment and preservation of wood excluding Boron treatment.
65. Saw mills having a milling capacity of 50 or more cubic meters per day or wood based industries where 25 or more workers are employed.
66. Hotels, guest houses, rest houses having 20 or more rooms.
67. Hostels and similar dwelling places where occupancy level is exceeding 200 or more.
68. Health care service centres generating infectious wastes, including medical laboratories and research centres.
69. Automobile or bicycle manufacturing or assembling industries.
70. Vehicles service stations or container yards having vehicle service activities excluding three wheeler and motor cycles services and interior cleaning.
71. Railway workshops or all bus depots having vehicle servicing activities.
72. All vehicle emission testing centres.
73. Electrical power generating utilities excluding standby generators and hydro or solar or wind power generation.
74. Printing presses with lead smelting or newspaper printing or printing process which generates wastewater or colour photographs processing centres.
75. Paper and Pulp Industries or corrugated cartons manufacturing industries.
76. Any industry where 200 or more workers per shift are employed.
77. Industrial Estates approved under the part IVC of the National environmental Act including Katunayake and Biyagama Export processing Zones.
78. Zoological gardens.
79. Transmission towers providing facilities for telecommunication and broadcasting.
80. Any industry not included above which discharges 10 or more cubic meters of wastewater per day or using toxic chemicals in its process.

PART B

1. Soaps, detergents, softener or any other cleansing preparations manufacturing industries having a production capacity less than 1,000 kilograms per day.
2. Bulk petroleum liquid storage facilities excluding filling stations or liquefied petroleum gas (LP Gas) storage or filling facilities having a total capacity less than 150 metric tons.
3. Industries involved in the use of fibre glass as a raw material where less than 10 workers are employed.

4. Ribbed smoke rubber sheet manufacturing industries having a production capacity of more than 50 kilograms and less than 100 kilograms per day.
5. Activated carbon or carbon black manufacturing industries or charcoal manufacturing industries having a production capacity less than one metric ton per batch.
6. Industries involved in manufacturing, extracting or formulating Ayurvedic, indigenous medicinal products where more than 10 workers and less than 25 workers are employed.
7. Batik industries where less than 10 workers are employed.
8. Commercial laundries where less than 10 workers are employed.
9. Leather finishing industries having dry process operations.
10. Natural fibre based industries where less than 25 workers are employed excluding industries involved in bleaching or dyeing of natural fibre.
11. Power looms having less than 25 machines.
12. Hand Looms or knitting or embroidery industry having more than 10 looms.
13. Garment industries where 25 or more workers and less than 200 workers per shift are employed.
14. Sugar cane based industries excluding sugar factories of sugar refineries.
15. Food manufacturing and processing industries including bakery products and confectioneries where 5 or more workers and less than 25 workers are employed.
16. Cinnamon oil extracting industry where less than 25 workers are employed.
17. Rice mills having wet process with a production capacity of less than 5,000 kilograms per day.
18. Grinding mills having production capacity of more than 1,000 kilograms per month.
19. Poultry farms have 250 or more and less than 2,500 birds or piggery, cattle, goats farms having animals 5 or more and less than 50 or having rating * for mixed farming 250 and less than 2,500.
Rating for Mixed Farming = No. of Birds + 50 x (No. of Pigs + No. of Cattle + No. Goats)
20. Animals feed manufacturing industries, having a capacity of less than 25 metric tons per day.
21. All ice manufacturing industries.
22. Metal fabricating industries or machinery, machinery parts or hardware items or electrical and electronic goods and equipment manufacturing or assembling industries where less than 25 workers are employed. (Including lathe workshop, welding shops, spray painting industries).
23. Concrete batching plants having a capacity less than 50 cubic meters per day.
24. Single borehole blasting with industrial mining activities using explosives, having a production capacity of less than 600 cubic meters per month.
25. Granite crushing (Metal crushing) industries having a total production capacity of less than 25 cubic meters per day excluding manual crushing operations using hand tools.
26. Municipal solid waste and other solid waste composting plants (excluding household composting) having a capacity of less than 10 metric tons per day.
27. Solid waste recovery/recycling or processing plants having a capacity of less than 10 metric tons per day.
28. Solid waste disposal facilities a disposal capacity of less than 10 metric tons per day.
29. Hostels and similar dwelling places where occupancy level or 25 or more boarders and less than 200 borders.
30. Vehicle repairing and maintaining garages including spray painting or mobile air-conditioning activities.
31. Recycling or recovering centres of refrigerants form air-conditioners or refrigerators.
32. Three wheeler or motor cycle servicing activities or vehicle interior cleaning activities.
33. Any industry not included above which discharges 3 or more and less than 10 cubic meters of industrial processing wastewater per day.

PART C

1. All vehicle filling stations (liquid petroleum and liquefied petroleum gas).
2. Manufacturing of candles where 10 or more workers are employed.
3. Coconut oil extraction industries where 10 or more workers and less than 25 workers are employed.

4. Non-alcoholic beverages manufacturing industries where 10 or more workers and less than 25 workers are employed.
5. Rice mills having dry process operations.
6. Grinding mills having production capacity of less than 1,000 kilograms per month.
7. Tobacco barns.
8. Cinnamon fumigating industries with sulphur fumigation having capacity of 500 or more kilograms per batch.
9. Edible salt packing and processing industries.
10. Tea factories excluding instant tea processing.
11. Concrete pre-cast industries.
12. Mechanized cement blocks manufacturing industries.
13. Lime kilns having a production capacity of less than 20 metric tons per day.
14. Plaster of Paris industries where less than 25 workers are employed.
15. Lime shell crushing industries.
16. Tile and brick kilns.
17. Single borehole blasting with artisanary mining activities using explosives, having capacity of less than 600 cubic meters per month.
18. Saw mills having a milling capacity of less than 50 cubic meters per day or industries involved in Boron treatment of wood or timber seasoning.
19. Carpentry workshops which use multipurpose carpentry machine or wood based industries where more than 5 workers and less than 25 workers are employed.
20. Residential hotels, guest houses, rest houses with 05 or more and less than 20 rooms.
21. Vehicle repairing or maintaining garages excluding spray-painting or mobile air-conditioning activities.
22. Repairing, maintaining or installation centres of refrigerators and air-conditioners.
23. Container yards excluding where vehicle servicing activities are carried out.
24. All electrical and electronic goods repairing centre where more than 10 workers are employed.
25. Printing presses and later press machines excluding lead smelting.

Source: Government of Sri Lanka

APPENDIX 4

Proposed Waste Disposal Fee (WDF) for New Pollution Control System

Industries discharging waste water into the environment must meet the relevant concentration based on standards established by the CEA. But there are several disadvantages could be identified in present EPL system.

- No regulations to restrict the quantity / amount of pollutants discharged into the environment. As a result, pollution load into the environment cannot be controlled adequately
- EPL System is not equitable to all, since high as well as low polluters are subject to the same license fee irrespective of the pollutant load discharged.

The WDF system is an example of a market-based instrument. This is a more equitable system in the sense that the larger the amount of pollutant discharged, the payment will be more. On the other hand, the smaller the amount payment will be less.

The WDF system encourages industries to;

- Establish of more efficient waste water treatment systems with better process control;
- Reduce costs by better housekeeping;
- Reduce use of water consumption;
- Reduce/recycling of treated waste water etc.

The WDF system also encourages third party involvement to provide high quality environmental services for industries through;

- Establishing accredited laboratories for analytical services;
- Environmental consultancy firms to provide effective technological solutions.

It is planning to establish a separate fund from the charges collected which will be used for environmental management activities in Sri Lanka, including:

- Provision of soft loans for waste water treatment systems
- Adoption of cleaner production technologies;
- Environmental clean-up programs

It is necessary to amend the National Environmental Act and regulations giving legal effect to the WDF program and to develop institutional capacity of the CEA for WDF program implementation.

As the implementation strategy, it was suggested to implement the WDF scheme using sectorial focus (Initially applied to textile, tanning sector, chemical, and sectors)

- In first phase, COD is the priority pollution parameter, later to be extended to toxics
- Industry awareness/ capacity development will be given high priority
- Share experience with other countries in Asia

WDF Work Plan consists creation of Technical Support Committee convened by the Chairman CEA to make technical decisions with the representatives from

- The Ministry of City Planning and Water Supply,
- The Ministry of Industries,
- The Ministry of Mahaweli Development and Environment,
- The NWSDB

At present legal counselling is in progress to incorporate necessary provision to existing law. Proposed provisions will cover;

- Implementing the WDF Program
- Determining the wastewater discharge fee
- Collection of wastewater discharge fee
- Discontinuance of water supply upon default
- Regulations
- Maintenance of the resulting revenues
- Provision enabling the utilization of such funds

APPENDIX 5

Status of Treatment & Disposal of Hospital Wastewater

Hospital	Bed Capacity	District/ Local Authority	Estimated Sewage Flow (m ³ /d)	Treatment Process	Status of Operation & Disposal Option
1. Ampara, District General Hospital	578	Ampara/ Ampara UC	400	Flow through process include Screening, Extended aeration, Secondary clarifier with sludge recirculation & disinfection	Wastewater from Nursing School also connected, Sludge treatment is required. Treated effluent disposal option need to be assessed
2. Anuradhapura Teaching Hospital	1861	Anuradhapura/ Anuradhapura MC	800 (Grey water not connected)	Flow through process consists collection tank, Aeration tank, secondary clarifier and disinfection	Ayurvedic Hospital effluent also connected Screening, Grit channel & Sludge recirculation & sludge treatment are required Treated effluent disposal option need to be assessed
3. Badulla General Hospital	1453	Badulla/ Badulla MC	670	Grit chamber, Primary settling, Trickling filter, secondary clarifier, disinfection, & anaerobic sludge digester	Treated effluent disposal option need to be assessed
4. Batticaloa Teaching Hospital	931	Batticaloa/ Batticaloa MC	450	Screening, extended aeration, Secondary clarifier with sludge recirculation, disinfection & anaerobic sludge digester	Sewage from the Prison also connected. Treated effluent discharged on Leaching field
5. Dambulla Base Hospital	278	Matale/ Dambulla MC	185	Flow through process consists collection tank, Grit settler, Aeration tank, secondary clarifier, disinfection & Anaerobic sludge digester	Sludge recirculation is required. Treated effluent was black in colour and suitable disposal options to be identified
6. Elpitiya Base Hospital	309	Galle/ Elpitiya PS	125	Collection well, Extended aeration tank, Secondary clarifier with sludge recirculation, disinfection, Anaerobic sludge digester	STP operation is outsourced, Treated effluent was black in colour and suitable disposal options to be identified
7. Horana Base Hospital	501	Kaluthra/ Horana UC	270	Grit chamber, Extended aeration tank, Secondary clarifier with sludge recirculation & disinfection	Treated effluent disposal option need to be assessed
8. Kalmunai South Base Hospital	320	Ampara/ Kalmunai MC	135	Combine treatment using equalization tank, anaerobic tank, aeration tank & trickling filter followed by disinfection	Treated effluent disposal option need to be assessed
9. Kalmunai North Base Hospital	413	Ampara/ Kalmunai MC	180	Septic tank & soakage pit	Onsite disposal
10. Kaluthra District General Hospital	803	Kaluthara/ Kaluthara UC	330	Collection tank, Primary settling, extended aeration Secondary clarifier with sludge recirculation, disinfection and anaerobic sludge digester	Treated effluent disposal option need to be assessed
11. Kegalle District General Hospital	746	Kegalle/ Kegalle UC	370	Grit chamber, Primary settling, trickling filter followed by disinfection and anaerobic sludge	Treated effluent disposal option need to be assessed

Hospital	Bed Capacity	District/ Local Authority	Estimated Sewage Flow (m ³ /d)	Treatment Process	Status of Operation & Disposal Option
				digester	
12. Kuliypitiya Base Hospital	590	Kurunegala/ Kuliypitiya UC	220	Collection tank, extended aeration Secondary clarifier with sludge recirculation & disinfection	Treated effluent disposal option need to be assessed
13. Mahiyangana Base Hospital	280	Badulla/ Mahiyangana PS	200 (Grey water not connected)	Grit chamber, Primary settling, trickling filter, Secondary clarifier and anaerobic sludge digester (no disinfection)	Plant capacity is inadequate, treated effluent disinfection is required and disposal option need to be assessed
14. Matale District General Hospital	760	Matale/ Matale MC	270	Flow through process including screening, grit chamber, inlet chamber, Extended aeration, secondary clarifier, disinfection and anaerobic sludge digester	Sludge recirculation shall be introduced. Treated effluent disposal option need to be assessed
15. Nawalapitiya District General Hospital	447	Kandy/ Nawalapitiya UC	170	Screening, inlet chamber, Primary settling, trickling filter secondary clarifier and anaerobic sludge digester (no disinfection)	Treated effluent disposal option need to be assessed
16. Nuwara Eliya District General Hospital	417	Nuwara Eliya/ Nuwara Eliya MC	380	Flow through process including screening, grit chamber, primary settling, Extended aeration, secondary clarifier, & disinfection	Digester is required for primary sludge. Treated effluent disposal option need to be assessed
17. Panadura Base Hospital	247	Kaluthara/ Panadura UC	175	Flow through process including collection tank, aeration tank, secondary clarifier, & disinfection	Police station wastewater also connected. Sludge recirculation is required. Treated effluent was black and disposal option need to be assessed
18. Polonnaruwa District General Hospital	854	Polonnaruwa/ Thamankaduwa PS	410	Flow through process including grit channel, aeration tank, secondary clarifier, & disinfection	Sludge recirculation is required. Treated effluent was black and disposal option need to be assessed
19. Rathnapura General Hospital	1057	Ratnapura/ Ratnapura MC	475	Grit chamber, Primary settling, trickling filter, disinfection and anaerobic sludge digester	Treated effluent was black, disposal option need to be assessed
20. Tangalla Base Hospital	264	Hambantota/ Tangalla UC	100	Flow through process including Screening, Grit Chamber, aeration tank, secondary clarifier, & disinfection	New treatment plant, no sludge recirculation provided. Treated effluent disposal option need to be assessed
21. Diyatalawa Base Hospital	368	Badulla/ Haputale PS	150	Septic tank & soakage pit	Onsite disposal (new treatment plant is required)
22. Trincomalee General Hospital	653	Trincomalee/ Trincomalee UC	310	Screening, collection tank, trickling filter (new treatment plant seems to be under capacity)	Treated effluent disposal option need to be assessed
23. Homagama Base Hospital	426	Colombo/ Homagama PS	165	Septic tank & soakage pit at present (new plant with equalization tank, anaerobic tank, aeration tank, secondary clarifier with sludge recirculation, disinfection and anaerobic	Treated effluent will be disposed on land considering percolation rate

Hospital	Bed Capacity	District/ Local Authority	Estimated Sewage Flow (m ³ /d)	Treatment Process	Status of Operation & Disposal Option
				sludge digestion under construction)	
24. Mannar District General Hospital	330	Mannar/ Mannar UC	140	Septic tank & soakage pit, Septic tank emptied weekly by gully sucker	Soaking capacity is inadequate. New STP is necessary
25. Mulativu District General Hospital	200	Mulativu/ Maritimpeattu PS	130	Septic tank & soakage pit, Septic tank emptied every other week by gully sucker	Soaking capacity is inadequate. New STP is necessary
26. Hatton-Dickoya Base Hospital	100	Nuwara Eliya/ Hatton-Dickoya UC	Not estimated	Septic tank & soakage pit at present. New treatment plant construction in progress	Treated effluent disposal option need to be assessed
27. Avissawella Base Hospital	495	Colombo/ Seethawakapura PS	Not estimated	Oxidation ditch	Treated effluent disposal option need to be assessed
28. Karawanella Base Hospital	308	Kegalla/ Yatiyantota PS	Not estimated	Oxidation ditch (abounded)	Treated effluent disposal option need to be assessed
29. Monaragala Base Hospital	370	Monaragala/ Monaragala PS	Not estimated	Waste stabilization pond	Treated effluent disposal option need to be assessed
30. Maharagama, National Cancer Institute	886	Colombo/ Maharagama UC	Not estimated	Oxidation ditch (Plant improvement is done)	Treated effluent discharge to the Rathmalana Moratuwa Central Treatment plant
31. Kalutara, National Institute of Health service	801	Kaluthara/ Kaluthara UC	Not estimated	Oxidation ditch	Sludge recirculation is required Treated effluent disposal option need to be assessed
32. Kilinochchi General Hospital	235	Kilinochchi/ Karachchi PS	Not estimated	Septic Tank	Onsite disposal
33. Vavuniya Distric General Hospital	561	Vauniya/ Vavuniya UC	Not estimated	Septic tank, soakage pit with bio filter	Onsite disposal
34. Point Pedro Base Hospital	264	Jaffna/ Point Pedro UC	Not estimated	Activated sludge system	Treated effluent disposal option need to be assessed
35. Thelippalai Base Hospital	102	Jaffna/ Valikamam North	Not estimated	Activated sludge system	Treated effluent disposal option need to be assessed
36. Sirima Bandaranayaka Teaching Hospital	115	Kandy/ Kandy Four Gravets & Gangawata Korale PS	Not estimated	Rotating Biological contactors (RBC)	Will be connected to the Kandy Central Wastewater Management Plant
37. Peradeniya Teaching Hospital	896	Kandy/ Kandy Four Gravets & Gangawata Korale P	Not estimated	Activated sludge system	Will be connected to the Kandy Central wastewater Management Plant
38. Sri Jawardanapura Nurses Training School		Colombo/ Sri Jayawardanapura MC	Not estimated	Pump to Sri Jayawardanapura Hospital Sewer system	End up in Sea outfall Colombo
39. Balapitiya Base Hospital	365	Galle/ Balapitiya PS	Not estimated	Activated sludge system	Treated effluent disposal option need to be assessed
40. Embilipitiya Base Hospital	361	Rathnapura/ Embilipitiya UC	Not estimated	No data	Treated effluent disposal option need to be assessed
41. Mawanella Base Hospital	249	Kegalle/ Mawanella PS	Not estimated	No data	Treated effluent disposal option need to be assessed

Source: NWSDB Survey Report for Improving Wastewater Disposal Systems of Government Hospitals(February 2014)

APPENDIX 6

Definition of Parameters

According to the AHP concept agreed upon at a previous JCC meeting, parameters and scoring method are set eventually. All these parameters are explained below.

(1) Urbanization

i) Population Density

Population density is calculated adopting the following formula. Unit is persons per hectare.

$$P_d = \frac{\text{Population [2012]}}{\text{ResidentialArea [2012]}} \cdot \cdot \cdot (1)$$

Population corresponds to the population living in relevant residential area.

ii) Population (Equivalent Population)

In addition to the population resides permanently in a particular area, there will be a floating population coming in to the area for economic activities such as commercial, tourism etc. It is difficult to assess this floating population by activities wise.

In order to assess the potential floating population and activity intensity, equivalent population is defined in this study. Equivalent population is calculated adopting the following formula. Unit is persons.

$$E_p = \frac{\text{WaterConsumption [Domestic + Commercial + Industrial]}}{\text{WaterConsumption per Capita}} \cdot \cdot \cdot (2)$$

(2) Sanitation

i) Water Supply Coverage Ratio

Number of people connected to the water supply service leads to the extent of impact on the sanitary environment.

Water supply coverage ratio is calculated adopting the following formula. Unit is percent.

$$W.S.C.R = \frac{\text{WaterServedPopulation}}{\text{Population}} \cdot \cdot \cdot (3)$$

ii) Diseases

Number of water-borne diseases is one of the indicators that shows how a province could ensure a desirable hygienic environment. This indicator is assessed by the figures shown below. Unit is persons per ten thousand residential population.

$$\text{RateofWaterborneDiseases} = \frac{\text{NumberofWaterborneDiseases [2015]}}{\text{Population}} \times 10,000 \cdot \cdot \cdot (4)$$

(3) Development

i) Places of Attraction (How attractive to tourists)

A council with places of attraction is to be developed much faster than councils which don't have places of attraction. Attractive Places could be classified under three (3) categories as shown below.

【Category】

A: Famous and huge

B: Moderately famous and big

C: Not so famous and relatively small

ii) Growth Center and Industrial Zone

Presence of Growth Centers and Industrial Zones is expected to represent future development and growth. Growth Centers are classified under three (3) categories as shown below.

【Category】

- A : National Growth Center
- B : Regional Growth Center
- C : Secondary Growth Center

(4) Sustainability

i) Recovery of Water Tariff Ratio

Recovery of water tariff ratio indicates the tendency for fulfillment of payment obligations. This indicator is calculated adopting the formula given below. Unit is percent.

$$R.W.T.R = \frac{WaterTariffPaid}{WaterTariffBilled} \cdot \cdot \cdot (5)$$

ii) Median of Household Income

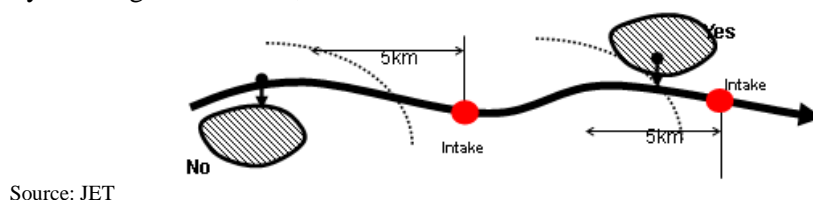
Household income indicates the affordability of each council on its sewerage scheme.

(5) Water Environment

i) Influence for Water Source

For rivers or lakes with a water intake point, potential impact to the waters are studied.

As shown in **Figure A.9-1**, intake points are set along the river. If a province is located within 5 km. upstream of the intake point then it is considered that there is an impact and marked as “Yes”. Moreover, councils which use groundwater as their water source, groundwater contamination will be prevented by sewerage installation, and these councils are also evaluated in this study.



Source: JET
Figure A.9-1 Basic Idea on Influence for Water Source

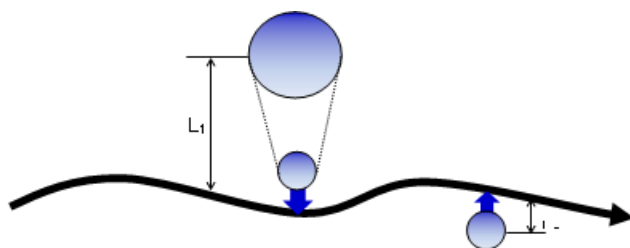
ii) Potential Pollution Impact for Water Environment

Potential pollution impact on water environment from each council is assessed along with the idea as shown in **Figure A.9-2**.

Pollution load generated in each council is calculated by the following formula as shown below. Unit of pollution load generated is kilogram per day.

【Pollution Load】

$$= EquivalentPopulation \times pollutionLoadperCapita \text{ 【BOD】 } 54g / pers./ day \cdot \cdot \cdot (6)$$



Source: JET

Figure A.9-2 Basic Idea of Pollution Impact

Pollution Impact is calculated by the following formula as shown below. This value is proportional to pollution load, inversely proportional to the distance from center of the province to waters.

$$\begin{aligned} & \text{【Pollution Impact】} \\ & = \frac{\text{Pollution Load}}{L} \cdot \cdot \cdot (7) \end{aligned}$$

(6) Maturation

i) Feasibility Study and Approval Process

Maturation for sewerage system installation in each province is assessed from the information relates to feasibility study and approval process.

Maturation of councils for sewerage system are classified under two (2) categories as shown below.

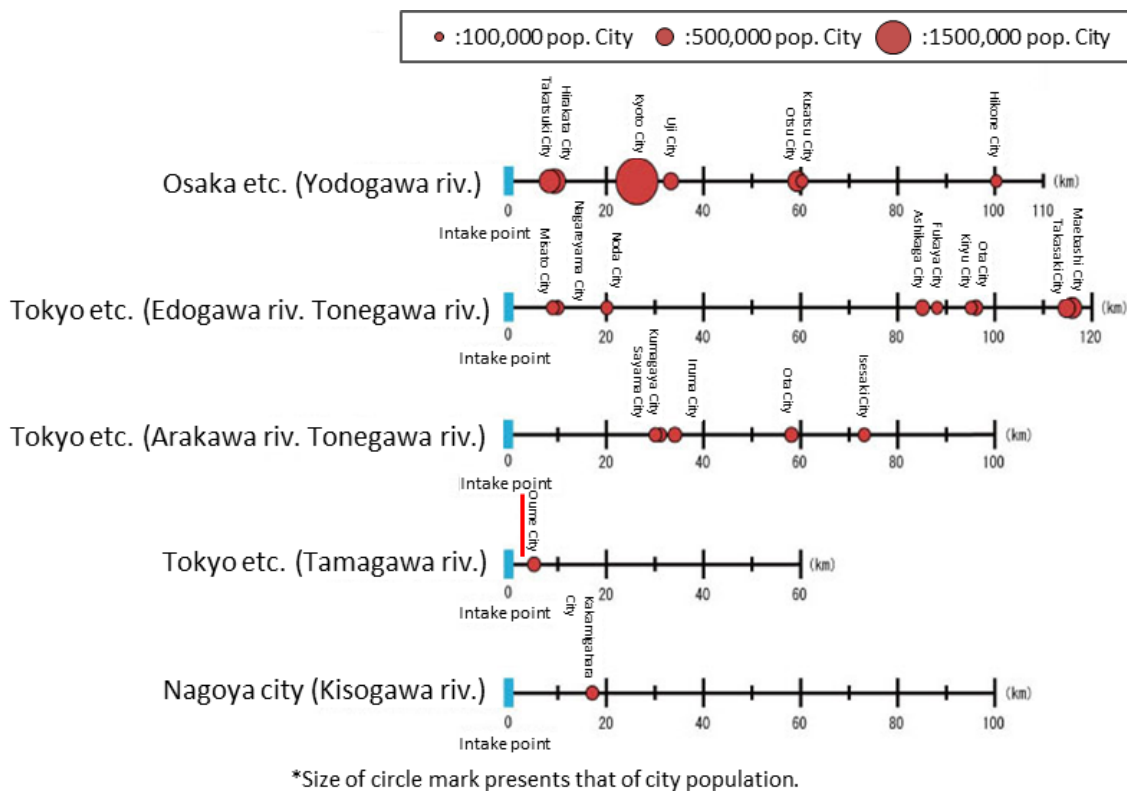
【Category】

A : Feasible Study has planned (Donor has decided already)

B - : Feasible Study or Preliminary Feasible Study has planned (Donor has not yet decided)

APPENDIX 7

Intake points of a part of Big Cities in Japan.



Source: prepared by JET, based on the data from the HP of Yodogawa River Office.
 URL of the HP <http://www.yodogawa.kkr.mlit.go.jp/know/data/problem/01/a.html>

Figure A-11-1: Relationship between main intake points of big city in Japan and upper cities.

It is considered reasonable that the minimum distance from intake point to the city is 5km, referring from the case of Oume city - there is red under line - .

APPENDIX 8

Environmental and Social Considerations

1 Master Plan for Environmental and Social Considerations

Strategic Environmental Assessment (SEA)

SEA Internationally

The Strategic Environmental Assessment (SEA) as defined in the current Project is administered during the project implementation stage. However, general interpretations of SEAs allow it to be performed in earlier stages of development projects. SEA takes into account Policy, Planning, and Programs (PPPs) to evaluate the impacts (environmental, social, economic, and others) of future projects prior to the decision making stage.

SEA at the World Bank

The World Bank uses the SEA as a tool to help improve outcomes of investment projects by integrating environmental protection into the planning and decision making processes. “The World Bank Strategic Environmental Assessment is an approach which uses a range of analytical and participatory approaches to integrate environmental considerations into Policies, Plans, and Programs (PPPs)”.

SEA at the Asian Development Bank

According to the ADB, “The term ‘Strategic Environmental Assessment’ is used exclusively for assessments of policies, plans and programs. The term ‘environmental assessment’ is used for assessments of specific projects”.

SEAs are advantageous in that:

- They allow environmental assessments to take place prior to decision making on projects
- They allow consideration of cumulative effects of multiple policies and projects on the environment
- They allow “tiering” of assessments related to the environment, resulting in optimal implementation of assessment activities, at the right time, in the right scale.

SEA at the OECD

The OECD iterates the importance of SEAs for the “integration of the principles of sustainable development into country policies and programs”.

SEA in Sri Lanka

The SEA policy in Sri Lanka is similar to the above. In a booklet published by the Central Environmental Authority (CEA) titled, A SIMPLE GUIDE TO STRATEGIC ENVIRONMENTAL ASSESSMENT, the role of SEA is given as follows:

In Sri Lanka, project level Environmental Impact Assessment has been effectively implemented since 1993. Although project level EIA is effective in addressing environmental impacts at the project level, it often fails to take into account cumulative impacts of projects. Strategic Environmental Assessment could prove to be a more effective tool in this regard, as SEA is applied at a higher strategic level, thereby ensuring that possible environmental impacts of a Policy, Plan or Programme are addressed at the strategic level.

In an interview with the CEA conducted by the survey team, SEAs in Sri Lanka “are performed at higher planning and policy stages, involving a broad range of sectors”.

According to the CEA, “since the current Project is already defined as a sewerage project, an SEA is

neither required nor effective at this stage”.

2 Environmental and Social Considerations for the Project

1) Strategic Sewerage Master Plan

Although the current phase of the Project is not suitable for SEA, aspects of it can be reviewed and verified. Recalling the fundamental principle behind the SEA, the PPPs of Sri Lanka will be reviewed, and the consistency and rationality of the current Project will be analysed in this context. Intelligence regarding the environmental and sewerage sectors will also be collected and consolidated.

2) City Master Plan

Initial Environmental Evaluations (IEE) and Environmental Impact Assessments (EIA) are valuable in mitigating environmental impacts directly related to construction activities of development projects. Therefore, they are most often implemented during the Feasibility Study (F/S) stage. The Cities Master Plan stage (or the Pre-F/S stage) will be defined as the preparatory stage for the IEE/EIA. This stage will be used to collect background information, and analyse the results. Detailed surveys (such as fauna and flora surveys, and socio-economic surveys) will be excluded at this stage. The data gathered during this stage will be used for the selection of the two cities for F/S implementation.

Furthermore, the CEA has agreed to the provisional creation of the Terms of Reference (TOR) of the IEE/EIA, ahead of the F/S. The background information required in the TOR will be collected during this M/P stage.

3 Feasibility Study

IEE or EIA, as required by CEA, will be performed for the two selected cities.

4 Survey Schedule

With consideration of the above, the Environmental Survey (and Natural Conditions Survey) is scheduled as shown in **Table -A**.

Table -A Environmental and Social Considerations Survey Schedule

Stage	Period	Experts Assignment	Target		Environmental Study	Remark
			Original	Selected		
Strategic MP	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					
Cities MP (Pre-F/S)	May		5 local authorities	2 local authorities	Preparation study for IEE/EIA	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Literature search ➤ Simple site survey
	Jun					
	Jul					
	Aug					
In case MP was agreed between the both Sri Lanka and Japanese sides						
Feasibility Study	December, 2016 to June, 2017		2 local authorities		EIA study	<ul style="list-style-type: none"> ➤ EMP(draft) ➤ Monitoring Plan(draft) ➤ EIA Report ➤ Resettlement Action Plan

Source: JET

5 Results of Primary Study

1) Sewerage Sector – Policy

Millennium Development Goals

The Millennium Development Goals (MDGs) are the eight international development goals that were established following the Millennium Summit of the United Nations in 2000, following the adoption of the United Nations Millennium Declaration. The Millennium Development Goal 7C (MDG7) Target 10 is “to halve by 2015 the proportion of people without sustainable access to safe drinking water and basic sanitation”. Although progress has been made, studies have revealed that the world remains off track to meet this sanitation target by more than half a billion people, as shown in **Table-B**. Unless the pace of change in the sanitation sector can be accelerated, the MDG target may not be reached until 2026.

Table -B Population with Sanitation Service

2000	2015	
	Target	Actual
3 billion (50% of global population)	5.5 billion (75% of global population)	4.9 billion (67% of global population)

Source: <http://www.un.org/millenniumgoals/environ.shtml>

2) National Policy

Sri Lanka's Millennium Development Goal with respect to sanitation included providing access to adequate sanitation for 93% of its population by 2015, and for 100% of its population by 2025. The goals also included provision of pipe-borne sewers in selected growth centres and major urban areas (**Table -E**), and acceptable on-site sanitation to those not connected to sewer systems. The Government of Sri Lanka has set an ambitious goal for sanitation development. It anticipates that 7% of the Sri Lankan population will be connected to a collective wastewater management system by 2020. The targets are summarized in **Table -C**.

Table -C Sri Lanka Government Targets for Reticular Systems of Sewerage

Year	2005	2009	2015	2020
Sewer reticular system coverage (%)	2	2.5	3	7

Source: Mahinda Chinthanaya 2010 (Page 61,62)

In the context of increased environmental pollution, systematic sewerage facilities will be promoted along with the water supply as these two sectors are mutually inclusive. The provision of adequate water supply and sanitation services not only serves to promote national development but also reduces government spending on medical and preventive health care for the people (especially children) who are easily susceptible to waterborne diseases by protecting natural environment.

Water supply and sewerage service provision island-wide are expected to be streamlined and delivered through the implementation of a strategic framework incorporating larger cities, townships, and rural areas. The policy is specifically stated as:

“In the context of increased environmental pollution, systematic sewerage facilities will be promoted along with the water supply as these two sectors are mutually inclusive. Highly populated and industrialized towns and areas such as Galle, Hambantota, Trincomalee, Jaffna, kandy, Kurunegala, Sri JayawardanapuraKotte, Kataragama sacred city, and Kaththankuddy will be facilitated through centralized wastewater purification systems on a priority basis”

Source: Mahinda Chinthanaya 2010 (page 65)

By 2020, all the emerging metro cities such as Kandy, Hambantota, Trincomalee, Dambulla, Jaffna, Galle, Gampaha, Kurunegala and Nuwara-Eliya, as well as large townships such as Vavuniya, Badulla, Matara, Anuradhapura and Ratnapura, which attract a substantial portion of the population and are predicted to increase economic activities in coming years, will have centralized sewerage systems, which in turn will contribute to environmental sustainability.

Table -D City and Town Development Strategy Framework

City Order	Development Strategy	Cities
Large cities	Global business city	Colombo / Hambantota / Trincomalee
	Diversified city	Jaffna
Strategic cities	Heritage city	Kandy / Galle
	Ancient city/ historical	Anuradhapura / Polonnaruwa
	Logistical corridors	Dambulla / Kurunegala / Ratnapura
	Tourism corridors	Nuwara Eliya / Batticaloa
Secondary cities	Emerging cities	Municipal and urban councils except above
Urban service centers	Community Development (Pura Neguma)	Small towns under Pradeshiya Sabhas (local authority other than urban and municipal councils)

Source: Government of Sri Lanka, Public Investment Strategy 2014–2016. Colombo

6 Sewerage Sector – Implementation

The sanitation sector is almost wholly owned and managed by the governmental institutions. The main organizations active in the sector include the Government of Sri Lanka through relevant ministries, provincial councils, local authorities, National Water Supply and Drainage Board (NWSDB) etc. Other parties such as Non-Governmental Organizations (NGOs), community based organizations (CBOs), the private sector, and plantation companies are also involved in the sanitation sector.

1) National Level

The principle government ministry is the Ministry of City Planning & Water Supply while, the agency principally responsible for the development, operation, and maintenance of water supply and sanitation schemes is the NWSDB, which reports to the ministry. Established in 1975, the NWSDB supports sector development through provision of technical expertise, develops macro-level development and investment plans, undertakes design, construction, and operation of small, medium, and major pipe-borne sanitation systems for smaller towns and cities, builds partnerships in operational areas to enhance service levels, and provides support through rural water and sanitation units to CBOs and local authorities to ensure proper operation and maintenance.

Some of the ongoing and proposed projects under NWS&DB are listed in the **Table -E** below.

Table -E Select Ongoing and Proposed Projects under NWSDB

Project Name	District
Identified priority water supply & sewerage projects	
Central Province	
Water Sector Development Project 1 Sub Project 1 Sewage disposal system for Kandy Municipal area (JICA)	Kandy
Southern Province	
Galle Sewerage (AFD)	Galle
Kataragama Sacred City Waste Water Disposal (Austria)	Monaragala
Western Province	
Greater Colombo Waste Water Rehabilitation (ADB)	Colombo
GPOBA funded project for increasing Household Access to Sewerage Services (World Bank)	Colombo
Maharagama Boralessgamuwa (China)	
Hospital Sewerage System Improvement (China)	
North Western Province	
Greater Kurunegala Water Supply & Sanitation (China)	

Source: http://www.waterboard.lk/web/index.php?option=com_content&view=article&id=74&Itemid=272&lang=en

2) Provincial and Local Level

Provincial councils and local authorities, such as municipal and urban councils as well as Pradeshiya Sabhas have been delegated responsibility for the delivery of water and sanitation services in certain areas.

The role of the provincial councils is to ensure adequate allocation of resources, and the quality and standards of services to local authorities. Local authority managed sanitation utilities vary in size. Most

are small except for the Colombo Municipal Council, which is responsible for managing the Greater Colombo sewerage system, including the operation and maintenance of piped sewers serving 80% of the city area, collection of septage from individual and community septic tanks, and disposal of large volumes of wastewater transferred to Colombo for this purpose by a number of industries.

3) Rural Level

Non-Governmental Organizations are registered with a relevant authority and engaged in providing services to rural communities. Their scope extends to a variety of functions including provision of sanitation facilities and hygiene education. Community Based Organizations are rural groups or community organizations engaged in their beneficiary communities for the provision and sustainable management of water supply and sanitation facilities.

Tea plantations were established in the hill country nearly 150 years ago and are one of the major sources of foreign exchange for the country. The terrain and land availability in plantation areas do not favour large-scale development of common sanitation facilities. Sanitation facilities consist of latrines with on-site disposal, and resulting watercourse pollution from these is common.

In the sanitation sector, private firms are providing de-sludging services to customers with septic tanks.

7 Acts and Regulations Relevant to the Implementation of Sewerage Sector Projects

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

- National Environmental Act No. 47 of 1980 and No. 56 of 1988 and its amendments
- Tolerance limits for the discharge of industrial waste in to inland surface waters
- Tolerance limits for industrial effluents discharged on land for irrigation purpose
- Tolerance limits for industrial and domestic effluents discharged into marine coastal areas
- Tolerance limits for discharge of effluents into public sewers with central treatment plants
- Hazardous Waste Disposal
- Air Quality and Offensive Odor
- Noise & 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

8 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 artifacts 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.

9 The Strategic Sewerage Master Plan in Context: Rationale, and Conformity to SEA Principles

The previous sections described the fundamental principles of SEA analyses and PPPs in relation to Government of Sri Lanka’s international goals, national goals and policies, and national and local policies and plans in the sewerage sector.

The objective of the current Project is to mitigate water environment pollution through the development

of a sewerage M/P (which involving all major urban communities of the country), and implementation of the policies developed.

This M/P includes selection of the five highest priority cities for sewerage infrastructure development based on the analysis of i) urbanization, ii) hygiene, iii) urban development, iv) environmental factors, v) sustainability of sewerage service, and vi) maturation for sewerage projects of all major urban communities.

From the above, it is clear that the pollution mitigation considerations are consistent with higher level international and national policies regarding environmental protection.

Further analysis verifies that, in addition to the “policy” considerations, the consistency to “plan and program” considerations are ensured since:

i) and iii) are applicable to the aforementioned “city and town development strategy framework” (**Table -E**)

ii) and v) are applicable to MDG, governmental and sewerage sector goals,

iv) and vi) are applicable to sewerage development projects planned and implemented by NWSDB. in the selection process of the five priority cities.

In the implementation of the M/P, the previously mentioned laws, regulations, and approvals will be strictly adhered to, to ensure consistent and efficient progress of the project.

In this section, higher level national and international policies were compared with the objectives of the current Project. The rationality of the Project was verified, and found to be consistent with national and international policies.

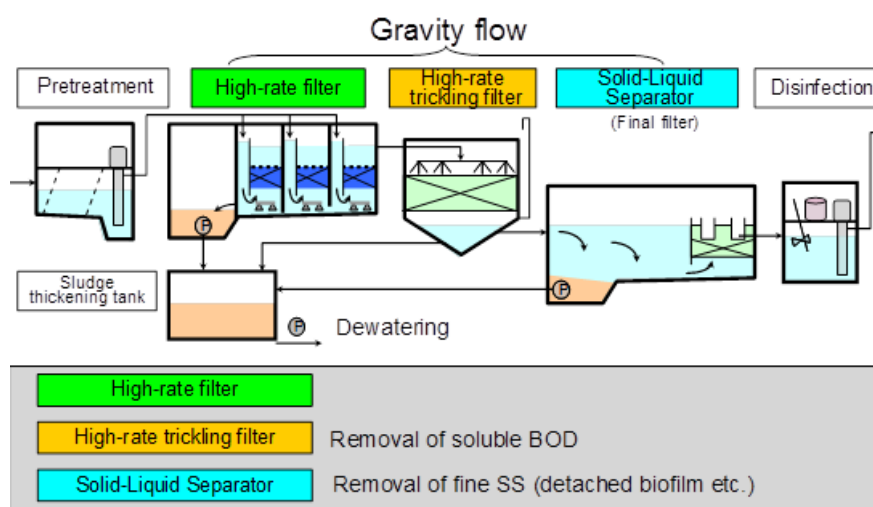
APPENDIX 9

Introduction of Innovative Wastewater Treatment Technologies

1. Improved trickling filter.

This technology is a improved trickling filter developed by Metawater Co.Ltd.. After removing suspended solids by a high rate solid-liquid separation device, influent is supplied to trickling filter. The trickling filter is filled with plastic carrier. While influent passes through the filter bed, organic matters will be captured and decomposed by biofilm on the carrier.

In conventional trickling filter method, the occurrence of odor and filter flies have been a problem, but in this process, regularly soaking of the trickling filter enables to suppress the generation of filter flies. Furthermore, power consumption is as small as 0.05kWh / m3, and operation is easy. It is expected that the process will be introduced soon in Vietnam.

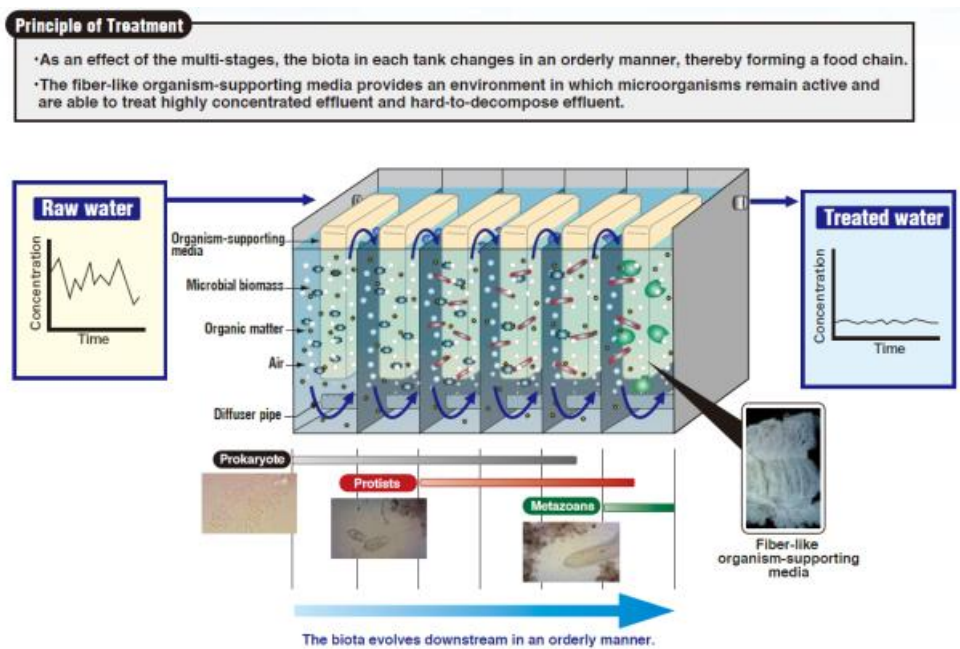


Source: Metawater Co., Ltd.

Figure A Flow scheme of improved trickling filter

2. MSABP (Multi-stage activated biological process)

This technology is a new contact oxidation process developed by Teijin Limited. Special fiber carriers are arranged in multiple stages in the reactor. Pretreated influent passes through the aerated fibrous carrier. Organic matter in the influent water will be captured by the microorganisms attached to the fiber carrier, and undergoes biodegradation. On the carrier, not only bacteria, but protozoa and metazoan also appear in the downstream of the reactor, forming the food chain and thus reducing sludge generation to 70% less than Oxidation Ditch. This method is easy to operate and has advantage of much reduced sludge production. Five MSABP plants have been introduced in China.

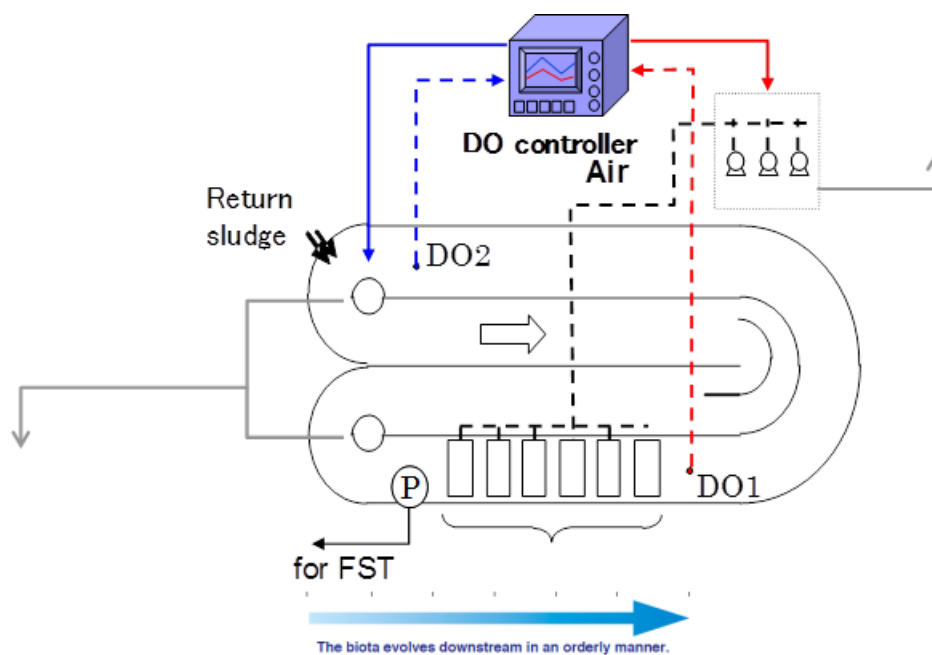


Source: Teijin Limited.

Figure B Flow scheme of MSABP

3. Dual DO control of oxidation ditch

This is a new control technology for oxidation ditch (OD) process developed by Maezawa Industries, Inc.. DO level is measured at two different points, which are just the downstream point of the aerator and just the upstream point of the mixing device in the endless waterways of the OD process. Based on the measured DO levels, aeration amount and mixing speed are controlled independently so as to maintain a decreasing gradient of DO constant. Such control enables to form stable aerobic zone and anoxic zone, thus high nitrogen removal rate can be obtained. By applying this technology, required HRT of OD can be shortened to less than 24 hours, which results in the increase of the capacity of existing facility.



Source: Maezawa Industries, Inc.

Figure C Flow scheme of dual DO control oxidation ditch

APPENDIX 10

I කොටස : (I) වරදය - ශ්‍රී ලංකා ප්‍රජාතාන්ත්‍රික සමාජවාදී ජනරජයේ අති විශේෂ ගැසට් පත්‍රය - 2008.02.01 7A
 PART I : Sec. (I) - GAZETTE EXTRAORDINARY OF THE DEMOCRATIC SOCIALIST REPUBLIC OF SRI LANKA - 01.02.2008

SCHEDULE I

TOLERANCE LIMITS FOR THE DISCHARGE OF INDUSTRIAL WASTE IN TO INLAND SURFACE WATERS

No.	Parameter	Unit type of limit	Tolerance Limit values
01.	Total suspended solids	mg/l, max.	50
02.	Particle size of the total suspended solids	µm, less than	850
03.	pH at ambient temperature	-	6.0 - 8.5
04.	Biochemical oxygen demand (BOD ₅ in five days at 20°C or BOD ₃ in three days at 27°C)	mg/l, max.	30
05.	Temperature of discharge	°C, max.	Shall not exceed 40° C in any section of the stream within 15 m down stream from the effluent outlet.
06.	Oils and greases	mg/l, max.	10
07.	Phenolic compounds (as C ₆ H ₅ OH)	mg/l, max.	1
08.	Chemical oxygen demand (COD)	mg/l, max.	250
09.	Colour	Wavelength Range	Maximum spectral absorption coefficient
		436 nm (Yellow range)	7m ⁻¹
		525 nm (Red range)	5m ⁻¹
		620 nm (Blue range)	3m ⁻¹
10.	Dissolved phosphates (as P)	mg/l, max.	5
11.	Total Kjeldahl nitrogen (as N)	mg/l, max.	150
12.	Ammoniacal nitrogen (as N)	mg/l, max.	50
13.	Cyanide (as CN)	mg/l, max.	0.2
14.	Total residual chlorine	mg/l, max.	1.0
15.	Fluorides (as F)	mg/l, max.	2.0
16.	Sulphide (as S)	mg/l, max.	2.0
17.	Arsenic (as As)	mg/l, max.	0.2
18.	Cadmium (as Cd)	mg/l, max.	0.1
19.	Chromium, total (as Cr)	mg/l, max.	0.5
20.	Chromium, Hexavalent (as Cr ⁶⁺)	mg/l, max.	0.1
21.	Copper (as Cu)	mg/l, max.	3.0
22.	Iron (as Fe)	mg/l, max.	3.0
23.	Lead (as Pb)	mg/l, max.	0.1
24.	Mercury (as Hg)	mg/l, max.	0.0005
25.	Nickel (as Ni)	mg/l, max.	3.0
26.	Selenium (as Se)	mg/l, max.	0.05

8A I කොටස : (I) වෙරළ - ශ්‍රී ලංකා ප්‍රජාතාන්ත්‍රික සමාජවාදී ජනරජයේ අති විශේෂ ගැසට් පත්‍රය - 2008.02.01
 PART I : SEC. (I) - GAZETTE EXTRAORDINARY OF THE DEMOCRATIC SOCIALIST REPUBLIC OF SRI LANKA - 01.02.2008

SCHEDULE I (Contd.)

TOLERANCE LIMITS FOR THE DISCHARGE OF INDUSTRIAL WASTE IN TO INLAND SURFACE WATERS

No.	Parameter	Unit type of limit	Tolerance Limit values
27.	Zinc (as Zn)	mg/l, max.	2.0
28.	Pesticides	mg/l, max.	0.005
29.	Detergents/surfactants	mg/l, max.	5
30.	Faecal Coliform	MPN/100 ml, max	40
31.	Radio Active Material :		
	(a) Alpha emitters	micro curie/ml, max	10 ⁻⁶
	(b) Beta emitters	micro curie/ml, max	10 ⁻⁷

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

Note 2 : These values are based on dilution of effluents by at least 8 volumes of clean receiving water. If the dilution is below 8 times, the permissible limits are multiplied by the 1/8 of the actual dilution.

Note 3 : The above mentioned general standards shall cease to apply with regard to a particular industry when industry specific standards are notified for that industry.

Note 4 : Pesticides as per World Health Organization (WHO) and Food and Agriculture Organization (FAO) requirements.

Source: CEA

APPENDIX 11

Tolerance limits for the discharge of wastewaters or effluents (industrial and/ or domestic) from a prescribed activity into the marine waters

No.	Parameter	Unit, type of limit	Tolerance limit values for an outfall leading up to near shore water	Tolerance limit values for a short sea outfall	Tolerance limit values for a long sea outfall
1.	Total suspended solids	mg/l, max.	30	50	250
2.	Total dissolved solids	mg/l, max.	1000	-	-
3.	pH at ambient temperature	-	6.0 – 8.5	5.5 – 9.0	5.5 – 9.0
4.	Biochemical oxygen demand (BOD ₅ in five days at 20°C)	mg/l,max.	15	75	400
5.	Temperature at the measurement point	°C, max	Ambient water temperature +/- 5 or 35 whichever is lesser	40	40
6.	Oil and grease	mg/l,max.	5	12	20
7.	Phenols	mg/l,max.	1	1	5
8.	Chemical oxygen demand (COD)	mg/l,max.	50	400	800
9.	Colour (Spectral absorption coefficient - Wavelength range)				
	436 nm - (Yellow range)	m ⁻¹ , max.	7		
	525 nm - (Red range)	m ⁻¹ , max.	5		
	620 nm - (blue range)	m ⁻¹ , max.	3		
10.	Dissolved phosphates (as P)	mg/l,max.	1	5	5
11.	Ammonia nitrogen (as N)	mg/l,max.	15	50	150
12.	Cyanide (as CN)	mg/l,max.	0.1	0.2	0.4
13.	Total residual chlorine(as OCl ⁻)	mg/l,max.	0.2	0.5	1.0
14.	Fluorides (as F)	mg/l,max.	2	2	5
15.	Sulphides (as S)	mg/l,max.	2	2	5
16.	Arsenic (as As)	mg/l,max.	0.08	0.1	0.2
17.	Cadmium (as Cd)	mg/l,max.	0.02	0.05	0.10
18.	Chromium, total (as Cr)	mg/l,max.	0.05	0.05	0.10
19.	Chromium, hexavalent (as Cr ⁶⁺)	mg/l,max.	0.01	0.01	0.05
20.	Copper (as Cu)	mg/l,max.	1.0	1.0	1.0
21.	Lead (as Pb)	mg/l,max.	0.10	0.10	0.10
22.	Mercury (as Hg)	mg/l,max.	0.001	0.002	0.01
23.	Nickel (as Ni)	mg/l,max.	0.1	0.2	1.0
24.	Selenium (as Se)	mg/l,max.	0.01	0.05	0.10
25.	Zinc (as Zn)	mg/l,max.	3	3	5
26.	Silver (as Ag)	mg/l,max.	0.005	0.035	0.35
27.	Pesticides (Total)	mg/l,max.	0.005	0.005	0.05
28.	Surfactants (Total)	mg/l, max.	1	5	10
29.	Faecal Coliform level	MPN/100ml, max.	150	1500	10 ⁷
30.	Radio Active Material:	microcurie/ml, max.	10 ⁻⁹	10 ⁻⁸	10 ⁻⁸
	(a) Alpha emitters	microcurie/ml, max.	10 ⁻⁹	10 ⁻⁷	10 ⁻⁷
	(b) Beta emitters	microcurie/ml, max.	10 ⁻⁹	10 ⁻⁷	10 ⁻⁷

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

Note 2: These limits are based on the premise that for an outfall leading up to near shore water the dilution factor may be zero, for short sea outfalls 1:10 and for long sea outfalls 1:100 respectively. In an event where the dilution factor for a respective category mentioned above is found to be less, the limits given in the Schedule should be adjusted on a proportional basis so as to give rise to more stringent limits.

Note 3: The limits given in the Schedule should be measured at the entrance of the outfall preferably at the pumping station or a manhole.

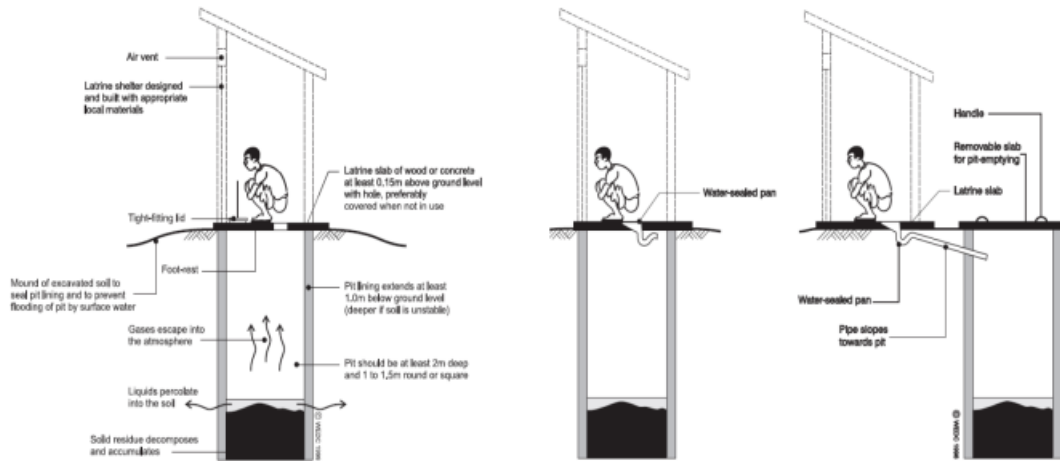
Note 4: In the case of application of this Schedule, the design incorporating bathymetry, dilution based on actual meteorological and current data at the place of construction, construction details such as pipe details, anchoring details and diffuser descriptions etc. should be approved by the Coast Conservation and Coastal Resource Management Department, the Marine Environment Protection Authority,

and any other relevant authorities as the case may be, and the letter/s of approval should be submitted to the Authority along with the application for a new Environmental Protection License or a renewal of the license.

Source: CEA

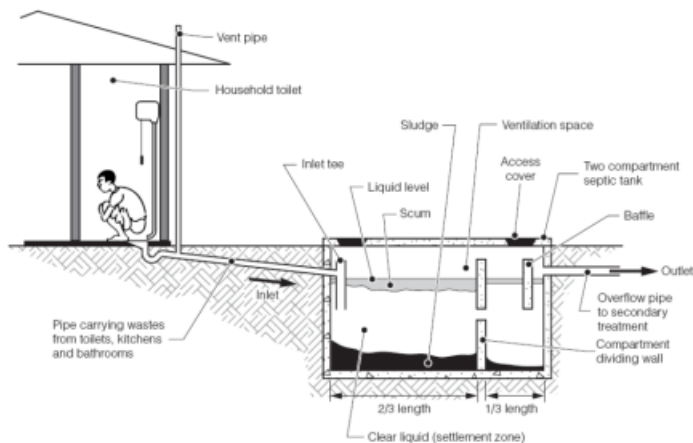
APPENDIX 12

Type of toilets



Simple latrine

Pour-flush latrines



Septic tank toilet

Source: "Types of Toilets and their suitability" by Practical Action

APPENDIX 13

Conditions of Local Municipalities for On-Site Treatment

	Local Authority		Zone	Comments
M-13	Akkaraipattu M.C	Non-priority area	Dry zone	Coastal
P-06	Akurama P.S	Non-priority area	Intermediate zone	Hill country
M-34	Ambalangoda U.C	Non-priority area	Wet zone	Coastal
M-61	Ampara U.C	Non-priority area	Dry zone	
M-58	Anuradhapura M.C	Non-priority area	Dry zone	
M-23	Badulla M.C	Non-priority area	Intermediate zone	Hill country
M-59	Balangoda U.C	Non-priority area	Wet/Intermediate zone	Hill country
M-36	Bandarawela M.C	Non-priority area	Intermediate zone	Hill country
M-45	Batticaloa M.C	Problem area	Dry zone	Coastal, lagoon
M-06	Beruwala U.C	Non-priority area	Wet zone	Coastal
P-04	Biyagama P.S	Non-priority area	Wet zone	
M-10	Boralesgamuwa U.C	Problem area	Wet zone	Waterlogged areas, Low height above MSL
M-60	Chavakachcheri U.C	Problem area	Dry zone	Coastal, lagoon
M-20	Chilaw U.C	Problem area	Intermediate zone	Coastal, septage treatment is in operation
M-01	Colombo M.C	Problem area	Wet zone	Coastal, Some waterlogged areas
M-63	Dambulla M.C	Non-priority area	Dry zone	
M-04	Dehiwala - Mount Lavinia M.C	Problem area	Wet zone	Coastal, some waterlogged areas
M-62	Embilipitiya U.C	Non-priority area	Dry zone	
M-08	Eravur U.C	Problem area	Dry zone	Coastal, lagoon
M-18	Galle M.C	Problem area	Wet zone	Coastal, some waterlogged areas
M-40	Gampaha M.C	Non-priority area	Wet zone	
M-43	Gampola U.C	Non-priority area	Wet zone	Hill country
M-64	Hambantota M.C	Non-priority area	Dry zone	Coastal
M-37	Haputhale U.C	Non-priority area	Intermediate zone	Hill country
M-11	Hatton - Dik Oya U.C	Non-priority area	Intermediate zone	Hill country
M-29	Hikkaduwa U.C	Non-priority area	Wet zone	Coastal
M-50	Horana U.C	Non-priority area	Wet zone	
M-25	Ja - Ela U.C	Potential problem area	Wet zone	Near coast, marsh areas filled up
M-19	Jaffna M.C	Problem area	Dry zone	Peninsula, close to lagoon
M-38	Kadugannawa U.C	Non-priority area	Intermediate zone	Hill country
M-35	Kaduvela M.C	Non-priority area	Wet zone	
M-26	Kalmunai M.C	Problem area	Dry zone	Coastal, lagoon
M-22	Kalutara U.C	Non-priority area	Wet zone	Wet zone, coastal
M-27	Kandy M.C	Non-priority area	Intermediate zone	Hill country
P-07	Karachchi P.S	Non-priority area	Dry zone	
P-01	Katana P.S	Non-priority area	Wet zone	
M-03	Kattankudy U.C	Problem area	Dry zone	Coastal, lagoon
M-39	Katunayake Seeduwa U.C	Non-priority area	Wet zone	Coastal
M-44	Kegalle U.C	Non-priority area	Wet zone	Hill country
P-03	Kelaniya P.S	Problem area	Wet zone	Waterlogged areas, Low height above MSL
M-30	Kesbewa U.C	Non-priority area	Wet zone	
M-47	Kinniya U.C	Non-priority area	Dry zone	Coastal
M-02	Kolonnawa U.C	Non-priority area	Wet zone	
P-02	Kotikawatta - Mulleriyawa P.S	Problem area	Wet zone	Some waterlogged areas, Low height above MSL
M-56	Kuliyapitiya U.C	Non-priority area	Intermediate zone	
M-41	Kurunegala M.C	Non-priority area	Intermediate zone	Hill country
P-05	Mahara P.S	Non-priority area	Wet zone	
M-15	Maharagama U.C	Non-priority area	Wet zone	
M-51	Mannar U.C	Problem area	Dry zone	Island, waterlogged areas
P-10	Maritimepattu P.S	Non-priority area	Dry zone	Coastal
M-31	Matale M.C	Non-priority area	Intermediate zone	Hill country
M-28	Matara M.C	Problem area	Wet zone	Coastal, waterlogged areas
M-42	Minuwangoda U.C	Non-priority area	Wet zone	
P-08	Moneragala P.S	Non-priority area	Intermediate zone	
M-05	Moratuwa M.C	Problem area	Wet zone	Coastal, some waterlogged areas
M-14	Nawalapitiya U.C	Non-priority area	Wet zone	Hill country
M-16	Negombo M.C	Problem area	Wet/Intermediate zone	coastal, lagoon
M-48	Nuwara Eliya M.C	Non-priority area	Wet/Intermediate zone	Hill country
M-17	Panadura U.C	Problem area	Wet zone	Coastal, waterlogged areas
M-07	Peliyagoda U.C	Potential problem area	Wet zone	Marsh areas filled up
M-33	Point Pedro U.C	Non-priority area	Dry zone	Coastal
M-46	Puttalam U.C	Problem area	Dry zone	Coastal, lagoon
M-49	Ratnapura M.C	Non-priority area	Wet zone	Hill country
M-57	Seethawakapura U.C	Non-priority area	Wet zone	
M-12	Sri Jayawardanapura Kotte M.C	Problem area	Wet zone	Waterlogged areas, Low height above MSL
M-52	Talawakele - Lindula U.C	Non-priority area	Wet zone	Hill country
M-32	Tangalle U.C	Non-priority area	Dry zone	Coastal
P-09	Thamankaduwa P.S	Non-priority area	Dry zone	
M-24	Trincomalee U.C	Non-priority area	Dry zone	Coastal
M-55	Valvettithurai U.C	Non-priority area	Dry zone	Coastal
M-54	Vavuniya U.C	Non-priority area	Dry zone	
M-09	Wattala Mabolala U.C	Problem area	Wet zone	Coastal, some waterlogged areas
M-53	Wattegama U.C	Non-priority area	Intermediate zone	Hill country
M-21	Weligama U.C	Problem area	Wet zone	Coastal, some waterlogged areas

Source: JET

APPENDIX 14

Toilet Improving Cost

In sanitary facilities, it could be observed that the use of water sealed toilet has become very popular in recent times. During the period from 1981 to 2012 the use of water sealed toilets has increased from 22.1% to 93.6%. According to census 2012, 86.7% of the dwelling units in Sri Lanka have a toilet for its own exclusive use while 10.9% of the units have shared toilets. Occupants of 0.7% of the dwelling units use public toilets.

During census 1981 dwelling units with no toilet facilities whatsoever were recorded as 33.5% while at census 2012 it is recorded as only 1.7%. Nevertheless, this should mean that numerically 88,280 dwelling units in the country have no toilet facilities. 68% of these dwelling units with no toilet facilities are located in the Northern, Eastern and North-central provinces.

When this position is considered district wise, it could be observed that in the districts of Mullaitivu (20.6%) and Kilinochchi (21.9%) one in every five dwelling units have no toilet facility while in Batticaloa district one in every eight dwelling units or 12.5% have no toilet facilities.

According to the 2012 census district wise distribution of toilet facility for household units are given in table below.

Toilet Facility for Household units

District	Total	Water seal and connected to a piped sewer system	Water seal and connected to a septic tank	Pour flush toilet (Not water seal)	Direct pit	Other	Not using a toilet
Colombo	572,475	457,919	95,894	8,172	8,631	1,534	325
Gampaha	604,009	561,768	24,117	10,277	6,551	536	760
Kalutara	305,737	292,195	6,638	3,284	2,710	123	787
Kandy	348,019	314,317	16,196	5,830	9,768	200	1,708
Matale	129,710	110,095	4,106	4,509	10,218	91	691
Nuwara Eliya	181,182	144,673	9,252	9,593	10,456	148	7,060
Galle	273,140	257,657	5,917	4,296	4,123	108	1,039
Matara	206,790	196,953	4,565	1,788	2,991	56	437
Hambantota	156,476	145,252	1,904	1,736	6,836	120	628
Jaffna	140,323	123,978	2,939	4,929	1,157	70	7,250
Mannar	23,975	19,382	713	1,014	353	8	2,505
Vavuniya	41,908	34,118	1,564	2,432	756	21	3,017
Mullaitivu	24,896	16,118	744	1,488	1,326	80	5,140
Kilinochchi	28,369	18,396	1,217	1,571	937	42	6,206
Batticaloa	134,966	111,166	1,697	4,297	817	64	16,925
Ampara	165,166	140,376	7,892	6,073	6,397	85	4,343
Trincomalee	96,951	83,647	2,656	4,406	2,526	75	3,641
Kurunegala	443,349	416,194	8,159	5,963	8,313	156	4,564
Puttalam	202,796	185,401	4,646	3,410	2,737	77	6,525
Anuradhapura	231,356	204,734	6,891	5,688	8,734	99	5,210
Polonnaruwa	111,010	97,262	2,817	2,404	6,333	60	2,134
Badulla	214,900	189,711	8,077	6,264	8,524	118	2,206
Moneragala	120,137	102,560	4,331	2,248	8,610	72	2,316
Ratnapura	285,893	255,586	12,250	4,775	11,490	142	1,650
Kegalle	220,749	203,790	5,140	5,285	5,250	69	1,215
Sri Lanka	5,264,282	4,683,248 88.96%	240,322 4.57%	111,732 2.12%	136,544 2.59%	4,154 0.08%	88,282 1.68%

Source: 2012 Census

According to the types of toilet considered in the 2012 census, all sealed types toilets can be taken as improved toilets. Hence, total improved toilets in the country is 4,923,570 (4,683,248 + 240,322) according to the 2012 census. Only non-sealed type toilets can be improved converting to the sealed type toilets while rest of the household required new toilet facilities. According to the 2012 census toilet improvement required for 111,732 households while new water sealed type toilet required for 228,980 (136,544 + 4,154 + 88,282) households. It was planned for 100% improved sanitation facilities by 2020 according to the Sri Lanka country paper presented in SACOSAN VI – 2016. The toilet facilities that need improvement calculated based on 2012 census was prorated using predicted population growth are given in the table below.

Number of Households where improvement and new toilet are required

	2012	2015	2020	2025	2030	2035
Growth rate	0.60%	0.58%	0.53%	0.48%	0.44%	0.41%
Population	20,277,597	20,633,623	21,189,946	21,706,994	22,190,707	22,645,723
Household units	5,264,282	5,356,710	5,501,138			
Household with improved toilet (water sealed) facilities	4,923,570	5,010,016	5,145,096			
Households with non-water sealed toilet facilities where improvements required	111,732	113,694	116,759			
Households where new toilet facilities are required	228,980	233,000	239,283			

Source: JET

Investment plan calculated for improvement of sanitation facilities based on the Rs 150,000/- per construction of new toilet (including water sealed squatting pan, precast septic tank (1.8m³), soaking pit & brickwork building) & Rs 75,000/- for improvement of existing facilities (only water sealed squatting pan & precast septic tank) are given in the table below,

Cost of Onsite Facility

Year	No of toilets to be improved	Cost for improvement (Million Rs)	No of new toilet to be constructed	Cost for new units (Million Rs)	Total investment for onsite facility in million RS
2017	29,189	2,189.22	59,820	8,973.11	11,162.33
2018	29,190	2,189.22	59,821	8,973.11	11,162.33
2019	29,190	2,189.22	59,821	8,973.11	11,162.33
2020	29,190	2,189.22	59,821	8,973.11	11,162.33
Total	116,759	8,756.9	239,283	35,892.45	44,649.35

Source: JET

With the improvement of sanitation facilities need for the septage treatment also arose to empty the septic tank at least once in five years. According to the literature septage generation rate is 0.23m³ per capita per year. Based on this, assuming 0.4m³ per capita per year as septage sludge is produced. It is proposed to complete the establishment of septage treatment facilities for the country by 2035. Hence, total volume of septage to be treated in 2035 would be 23,058 m³ per day $(= (22,645,723 - 160,737) * 0.4 / 365)$ for the predicted population of 22,645,723 and sewerage served population of 1,604,737.

Based on Chilaw Septage treatment plant of Rs 110million SLR with 34 m³/d, 74.59 billion Rs $(= 23,058 * 110 \text{ million} / 34)$ is required for all island. If co-sludge treatment with septage in 15 cities, 73.96 billion Rs $(= (22,645,723 - 1,783,049) * 0.4 / 365 * 110 \text{ million} / 34)$ for septage treatment plant is required.

For only 74 cities, 13.49 billion Rs $(= 3,807,417 * 0.4 / 365 * 110 \text{ million} / 34)$ is required. If co-sludge treatment in 15 cities, 12.34 billion Rs $(= 3,480,593 * 0.4 / 365 * 110 \text{ million} / 34)$ is required.

Cost of Septage Treatment Plant

Septage Treatment Plant	Septage User Population	Costs by 2035	Annual Cost
For all island	22,484,986 (=22,645,723-160,737)	74.59 Billion Rs	3.92 Billion Rs/year (=74.59/19)
For all island except for co-sludge treatment	20,862,674 (=22,645,723-1,783,049)	73.96 Billion Rs	3.89 Billion Rs/year (=73.96/19)
For 74 cities	3,807,417	13.49 Billion Rs	0.71 Billion Rs/year (=13.49/19)
For 74 cities except for co-sludge treatment	3,480,593	12.34 Billion Rs	0.64 Billion Rs/year (=12.34/19)

Source: JET

APPENDIX 15

Tolerance limits for the discharge of wastewaters or effluents from a prescribed activity into the public sewer network, connected either to a common treatment plant or a sea outfall or a combination of both

No.	Parameter	Unit, type of limit	Tolerance limit values
1.	Total suspended solids	mg/l, max.	500
2.	Total dissolved solids	mg/l, max.	3000
3.	pH at the ambient temperature	-	5.5 – 9.0
4.	Biochemical oxygen demand (BOD ₅ in five days at 20 ^o C)	mg/l, max.	400
5.	Temperature at the measurement point	^o C, max	45
6.	Oils and greases	mg/l, max.	20
7.	Phenols (Total)	mg/l, max.	5.0
8.	Chemical oxygen demand (COD)	mg/l, max.	800
9.	Colour		
	Maximum spectral absorption co efficient - Wave length range		
	436 nm, (Yellow range)	m ⁻¹ , max.	7
	525 nm, (Red range)	m ⁻¹ , max.	5
	620 nm, (blue range)	m ⁻¹ , max.	3
10.	Total Phosphorous(as P ^l)	mg/l, max.	3.5
11.	Total Kjeldhal nitrogen (as N)	mg/l, max.	350
12.	Free Ammonia (as N)	mg/l, max.	50
13.	Ammonical nitrogen (as N)	mg/l, max.	50
14.	Total Cyanide (as CN)	mg/l, max.	2.0
15.	Total residual chlorine (as OCl ⁻)	mg/l, max.	2.0
16.	Chlorides (as Cl)	mg/l, max.	1200
17.	Fluorides (as F)	mg/l, max.	10
18.	Sulphides (asS)	mg/l, max.	2.0
19.	Arsenic, total (as As)	mg/l, max.	0.1
20.	Cadmium, total (as Cd)	mg/l, max.	0.1
21.	Chromium, total (as Cr)	mg/l, max.	2.0
22.	Chromium, hexavalent (as Cr ⁶⁺)	mg/l, max.	0.5
23.	Copper, total (as Cu)	mg/l, max.	3.0
24.	Lead (as Pb)	mg/l, max.	0.1
25.	Mercury, total (as Hg)	mg/l, max.	0.005
26.	Nickel, total (as Ni)	mg/l, max.	3.0
27.	Selenium (as Se)	mg/l, max.	0.1
28.	Zinc, total (as Zn)	mg/l, max.	5.0
29.	Pesticides (Total)	mg/l, max.	0.005
30.	Surfactants (Total)	mg/l, max.	50
31.	Sulphates (as SO ₄ ²⁻)	mg/l, max.	1000
32.	Radio Active Material:		
	(a) Alpha emitters	μ curie/ml, max	10 ⁻⁸
	(b) Beta emitters	μ curie/ml, max	10 ⁻⁷

Note: The following materials should not include in the waste:

- Discharge of highly viscous material
- Sludge including Calcium Carbide
- Substances producing inflammable vapours
- Oil based substances

Source: CEA

APPENDIX 16

Tolerance limits for the discharge of wastewaters or effluents (industrial / domestic) from a prescribed activity on land for irrigation purposes

No.	Parameter	Unit, type of limit	Tolerance limit values for on land disposal
1.	Total dissolved solids	mg/1, max.	2000
2.	pH at ambient temperature	-	6.5 – 8.5
3.	Biochemical oxygen demand (BOD ₅ in five days at 20 ⁰ C)	mg/1,max.	250
4.	Oils and greases	mg/1,max.	10
5.	Chemical oxygen demand (COD)	mg/1,max.	400
6.	Chlorides (as Cl)	mg/1,max.	300
7.	Sulphates (as SO ₄)	mg/1,max.	1000
8.	Boron (as B)	mg/1,max.	2.0
9.	Arsenic (as As)	mg/1,max.	0.1
10.	Cadmium (as Cd)	mg/1,max.	0.01
11.	Chromium, total (as Cr)	mg/1,max.	0.1
12.	Lead (as Pb)	mg/1,max.	5.0
13.	Mercury (as Hg)	mg/1,max.	0.001
14.	Sodium adsorption ratio (SAR)	-	Less than 10
15.	Residual Sodium carbonate (RSC)	mili-equivalent /L, max.	1.25
16.	Nitrate (as NO ₃)	mg/1,max.	45
17.	Electrical conductivity	ds/m, max.	<1000
18.	Faecal coliform levels	MPN/100ml, max.	1000
19.	Copper (as Cu)	mg/1,max.	0.2
20.	Cyanide (as CN)	mg/1,max.	0.2
21.	Radioactive material (a) Alpha emitters (b) Beta emitters	micro curie/ml, max. micro curie/ml, max.	10 ⁻⁹ 10 ⁻⁸
22.	Discharge rate	m ³ /hectare. day	as decided in accordance with the notes given herein below

Note 1: The effluent discharge on land should only be allowed under the following conditions;

- a) The highest seasonal groundwater table usually envisaged during rainy season should be at least 0.5metres below the existing ground surface.
- b) The natural slope of the existing ground surface should not be steeper than 30 Percent (or 16.7 degrees).

Note 2: The in-situ infiltration rate of the land to which the effluents be discharged should be measured in accordance with the standard test method for infiltration rate of soils in the field using double- ring infiltrometer as stipulated in ASTM D3385-09 by a competent authority and the test report should be forwarded to the Authority for the approval.

Note 3: The number of in-situ tests to be carried out for the land to which the effluents discharge is planned should be decided as follows;

- (i) For a land having an extent less than 0.1 hectares (1000m²) - 1 test
- (ii) For a land having an extent less than 1.0 hectare (10,000m²) - 2 tests and greater than 0.1 hectares (1000m²)
- (iii) For a land having an extent greater than 1.0 hectares (10,000m²) -2 tests +1 test for every additional hectare in order to account for factor of safety

Note 4: The design infiltration rate should be taken as one third of the average infiltration rate obtained from the number of field tests carried out for the given land and be expressed in terms of cubic meters per hectare per day. The maximum allowable effluent discharge rate for the given land should be the rate at which the effluent discharge on to the land is allowed and it should be taken as the design infiltration rate expressed in terms of cubic meters per hectare per day.

Note 5: A report encompassing method of delivery of effluents to the land, method of irrigation over the land, number of hours of application, its storage facilities and the type of crops to be irrigated should be submitted to the Authority for the approval.

Source: CEA

APPENDIX 17

Population Projection

Area	Population				Average Annual Average Growth Rate				Year	Projection					
	1981	2001	2007	2012	81 - 01	01 - 12	81 - 12	07 - 12		2012	2015	2020	2025	2030	2035
Sri Lanka	14,846,274	18,797,257		20,277,597	1.19%	0.69%			Growth Rate	0.60%	0.58%	0.53%	0.48%	0.44%	0.41%
									Population	20,277,597	20,633,623	21,189,946	21,706,994	22,190,707	22,645,723
Western Province									Growth Rate	0.22%	0.21%	0.18%	0.16%	0.14%	0.12%
Colombo	1,675,847	2,251,274		2,323,826	1.49%	0.29%			Population	2,323,826	2,323,826	2,323,826	2,323,826	2,323,826	2,323,826
1 Colombo MC		647,100		561,314		-1.28%			Growth Rate	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
									Population	561,314	561,314	561,314	561,314	561,314	561,314
2 Kolonnawa UC		56,396		60,044		0.57%			Growth Rate	0.44%	0.42%	0.36%	0.31%	0.27%	0.24%
									Population	60,044	60,802	61,915	62,887	63,751	64,529
3 Dehiwala - Mount Lavinia MC		210,546		184,468		-1.19%			Growth Rate	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
									Population	184,468	184,468	184,468	184,468	184,468	184,468
4 Moratuwa MC		177,563		168,280		-0.49%			Growth Rate	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
									Population	168,280	168,280	168,280	168,280	168,280	168,280
5 Sri Jayawardanapura Kotte MC		116,366		107,925		-0.68%			Growth Rate	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
									Population	107,925	107,925	107,925	107,925	107,925	107,925
6 Boralesgamuwa UC		56,362		60,110		0.59%			Growth Rate	0.46%	0.43%	0.37%	0.32%	0.28%	0.25%
									Population	60,110	60,889	62,035	63,035	63,925	64,727
7 Maharagama UC		185,193		196,423		0.54%			Growth Rate	0.42%	0.39%	0.34%	0.29%	0.26%	0.23%
									Population	196,423	198,751	202,167	205,145	207,790	210,172
8 Kesbewa UC		153,257		185,122		1.73%			Growth Rate	1.35%	1.27%	1.10%	0.95%	0.83%	0.74%
									Population	185,122	192,265	203,094	212,880	221,841	230,132
9 Kuruwela MC		209,251		252,041		1.71%			Growth Rate	1.33%	1.25%	1.09%	0.93%	0.82%	0.73%
									Population	252,041	261,617	276,124	289,222	301,209	313,293
10 Seethawakapura UC		21,601		30,308		3.13%			Growth Rate	2.43%	2.29%	1.99%	1.71%	1.49%	1.33%
									Population	30,308	32,441	35,798	38,959	41,960	44,824
Koikawatta - Mulleriyawa PS		104,851		131,643		2.09%			Growth Rate	1.63%	1.53%	1.33%	1.14%	1.00%	0.89%
									Population	131,643	137,789	147,197	155,789	163,730	171,137
Gampaha	1,367,813	2,063,684		2,298,588	2.08%	0.98%			Growth Rate	0.83%	0.80%	0.72%	0.64%	0.58%	0.52%
11 Peliyagoda UC		29,820		27,736		-0.66%			Growth Rate	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
									Population	27,736	27,736	27,736	27,736	27,736	27,736
12 Wattala Mabola UC		28,740		28,031		-0.23%			Growth Rate	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
									Population	28,031	28,031	28,031	28,031	28,031	28,031
13 Negombo MC		121,701		142,449		1.44%			Growth Rate	1.21%	1.16%	1.05%	0.93%	0.84%	0.77%
									Population	142,449	147,484	155,388	162,783	169,749	176,349
14 Ja - Ela UC		30,791		31,232		0.13%			Growth Rate	0.11%	0.10%	0.09%	0.08%	0.08%	0.07%
									Population	31,232	31,330	31,478	31,610	31,730	31,839
15 Katunayake Seeduwa UC		73,030		60,915		-1.64%			Growth Rate	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
									Population	60,915	60,915	60,915	60,915	60,915	60,915
16 Gampaha MC		9,284		62,335		18.90%			Growth Rate	6.83%	8.80%	0.72%	0.64%	0.58%	0.52%
									Population	62,335	68,855	66,157	68,296	70,282	72,140
17 Minuwangoda UC		7,567		7,523		-0.05%			Growth Rate	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
									Population	7,523	7,523	7,523	7,523	7,523	7,523
Kelaniya PS		104,544		109,603		0.43%			Growth Rate	0.36%	0.35%	0.31%	0.28%	0.25%	0.23%
									Population	109,603	110,751	112,498	114,076	115,517	116,844
Ja - Ela PS		153,875		170,289		0.93%			Growth Rate	0.78%	0.75%	0.67%	0.60%	0.54%	0.49%
									Population	170,289	174,139	180,088	185,555	190,624	195,358
Biagama PS		161,300		186,585		1.33%			Growth Rate	1.12%	1.08%	0.97%	0.86%	0.78%	0.71%
									Population	186,585	192,678	202,210	211,094	219,436	227,314
Wattala PS		131,387		147,494		1.06%			Growth Rate	0.89%	0.85%	0.77%	0.68%	0.62%	0.56%
									Population	147,494	151,305	157,217	162,676	167,757	172,520
Mahara PS		177,698		207,782		1.43%			Growth Rate	1.21%	1.16%	1.04%	0.93%	0.84%	0.76%
									Population	207,782	215,079	226,529	237,238	247,323	256,875
Katana PS		161,796		174,063		0.67%			Growth Rate	0.56%	0.54%	0.49%	0.43%	0.39%	0.35%
									Population	174,063	176,891	181,226	185,174	188,806	192,173
Gampaha PS		113,579		135,332		1.61%			Growth Rate	1.35%	1.30%	1.17%	1.04%	0.94%	0.85%
									Population	135,332	140,669	149,087	157,008	164,508	171,646
Kalutara	823,964	1,066,239		1,214,880	1.30%	1.19%			Growth Rate	1.16%	1.15%	1.13%	1.10%	1.08%	1.05%
18 Beruwala UC		33,096		37,793		1.21%			Growth Rate	1.18%	1.17%	1.15%	1.12%	1.10%	1.07%
									Population	37,793	39,137	41,437	43,813	46,265	48,794
19 Panadura UC		33,514		30,069		-0.98%			Growth Rate	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
									Population	30,069	30,069	30,069	30,069	30,069	30,069
20 Kaharua UC		37,451		32,417		-1.30%			Growth Rate	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
									Population	32,417	32,417	32,417	32,417	32,417	32,417
21 Horana UC		9,127		9,550		0.41%			Growth Rate	0.40%	0.40%	0.39%	0.38%	0.37%	0.36%
									Population	9,550	9,665	9,855	10,044	10,232	10,420
Panadura PS		NA		152,216		NA			Growth Rate	1.16%	1.15%	1.13%	1.10%	1.08%	1.05%
									Population	152,216	157,537	166,637	176,028	185,712	195,692
Central Province									Growth Rate	0.53%	0.51%	0.47%	0.43%	0.39%	0.36%
Kandy	1,032,335	1,279,028		1,368,216	1.08%	0.61%			Population	1,368,216	1,368,216	1,368,216	1,368,216	1,368,216	1,368,216
22 Nawalapitiya UC		13,532		13,338		-0.13%			Growth Rate	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
									Population	13,338	13,338	13,338	13,338	13,338	13,338
23 Kandy MC		109,343		98,828		-0.91%			Growth Rate	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
									Population	98,828	98,828	98,828	98,828	98,828	98,828
24 Kaduganawa UC		1,226		12,654		23.64%			Growth Rate	0.53%	0.51%	0.47%	0.43%	0.39%	0.36%
									Population	12,654	12,850	13,156	13,439	13,702	13,948
25 Gampola UC		24,116		37,871		4.19%			Growth Rate	0.53%	0.51%	0.47%	0.43%	0.39%	0.36%
									Population	37,871	38,459	39,373	40,219	41,007	41,745
26 Wattegama UC		7,770		8,157		0.44%			Growth Rate	0.38%	0.37%	0.34%	0.31%	0.28%	0.26%
									Population	8,157	8,248	8,389	8,519	8,638	8,750
Akurana PS		55,744		63,397		1.18%			Growth Rate	1.02%	0.99%	0.90%	0.82%	0.74%	0.68%
									Population	63,397	65,290	68,287	71,115	73,800	76,358
Kandy Four Gravets & Gangawala Korale PS		57,864		65,015</											

スリランカ国下水道セクター開発計画策定プロジェクト ファイナル・レポート
 セクション I 戦略的下水道マスタープラン

Southern Province														
Galle	805,403	990,487	1,059,046	1.04%	0.61%			Growth Rate	0.53%	0.51%	0.47%	0.43%	0.39%	0.36%
32 Galle MC		90,270	86,333		-0.40%			Growth Rate	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
								Population	86,333	86,333	86,333	86,333	86,333	86,333
33 Anbalangoda UC		19,651	19,990		0.16%			Growth Rate	0.14%	0.13%	0.12%	0.11%	0.10%	0.09%
								Population	19,990	20,069	20,190	20,300	20,402	20,496
34 Hikkaduwa UC		27,932	27,075		-0.28%			Growth Rate	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
								Population	27,075	27,075	27,075	27,075	27,075	27,075
Matara	642,235	761,370	810,703	0.85%	0.57%			Growth Rate	0.51%	0.50%	0.46%	0.43%	0.40%	0.37%
35 Weligama UC		21,698	22,377		0.28%			Growth Rate	0.25%	0.24%	0.23%	0.21%	0.19%	0.18%
								Population	22,377	22,541	22,799	23,038	23,262	23,473
36 Matara MC		42,663	74,193		5.16%			Growth Rate	0.51%	0.50%	0.46%	0.43%	0.40%	0.37%
								Population	74,193	75,307	77,070	78,729	80,298	81,788
Hambantota	421,277	526,414	595,877	1.12%	1.13%			Growth Rate	1.14%	1.14%	1.14%	1.15%	1.15%	1.16%
37 Tangalle UC		10,437	8,473		-1.88%			Growth Rate	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
								Population	8,473	8,473	8,473	8,473	8,473	8,473
38 Hambantota MC		11,134	23,236		6.92%			Growth Rate	1.14%	1.14%	1.14%	1.15%	1.15%	1.16%
								Population	23,236	24,039	25,444	26,937	28,524	30,210
Northern Province														
Jaffna	734,474		559,619	583,071		NA	-0.74%	0.82%	0.82%	0.82%	0.82%	0.82%	0.82%	0.82%
39 Jaffna MC		NA	78,781	80,829		NA		Growth Rate	0.51%	0.51%	0.51%	0.51%	0.51%	0.51%
								Population	80,829	82,083	84,217	86,406	88,653	90,957
40 Point Pedro UC		NA	12,056	12,334		NA	0.46%	Growth Rate	0.46%	0.46%	0.46%	0.46%	0.46%	0.46%
								Population	12,334	12,504	12,792	13,087	13,389	13,698
41 Valvetthurai UC		NA	6,617	8,283		NA	4.59%	Growth Rate	0.82%	0.82%	0.82%	0.82%	0.82%	0.82%
								Population	8,283	8,490	8,845	9,216	9,602	10,005
42 Chavakachcheri UC		NA	15,478	16,129		NA	0.83%	Growth Rate	0.83%	0.83%	0.83%	0.83%	0.83%	0.83%
								Population	16,129	16,533	17,228	17,953	18,708	19,495
Mannar	105,276		99,063			NA	-0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%
43 Mannar UC		NA	24,417			NA		Growth Rate	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%
								Population	24,417	24,564	24,810	25,060	25,311	25,565
Vavuniya	93,694	NA	172,789			NA	1.99%	1.19%	1.15%	1.05%	0.95%	0.87%	0.80%	0.80%
44 Vavuniya UC		NA	34,816			NA		Growth Rate	1.19%	1.68%	1.54%	1.39%	1.27%	1.17%
								Population	34,816	36,598	39,501	42,331	45,097	47,804
Mullaitivu	73,886		92,228			NA	0.72%	0.43%	0.41%	0.38%	0.34%	0.31%	0.29%	0.29%
Marienepattu PS		NA	28,973			NA		Growth Rate	0.43%	0.41%	0.38%	0.34%	0.31%	0.29%
								Population	28,973	29,334	29,894	30,410	30,890	31,339
Kilinochchi	90,778		112,872			NA	0.71%	0.42%	0.41%	0.37%	0.34%	0.31%	0.28%	0.28%
Karachchi PS		NA	61,484			NA		Growth Rate	0.42%	0.41%	0.37%	0.34%	0.31%	0.28%
								Population	61,484	62,236	63,403	64,479	65,479	66,413
Eastern Province														
Batticaloa	329,343		515,857	525,186		NA	1.52%	0.36%	0.35%	0.32%	0.29%	0.26%	0.24%	0.24%
45 Kattankudy UC		NA	39,523	40,356		NA	0.42%	Growth Rate	0.42%	0.40%	0.37%	0.34%	0.31%	0.28%
								Population	40,356	40,847	41,609	42,311	42,964	43,574
46 Eravur UC		NA	24,643			NA		Growth Rate	0.36%	0.35%	0.32%	0.29%	0.26%	0.24%
								Population	24,643	24,900	25,299	25,665	26,005	26,322
47 Batticaloa MC		NA	88,459	86,227		NA	-0.51%	Growth Rate	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
								Population	86,227	86,227	86,227	86,227	86,227	86,227
Ampara	383,275	592,997	645,825	2.21%	0.78%			Growth Rate	0.63%	0.60%	0.53%	0.47%	0.42%	0.37%
48 Akkaraipattu MC		27,117	30,934		1.20%			Growth Rate	0.98%	0.93%	0.83%	0.72%	0.64%	0.58%
								Population	30,934	31,807	33,142	34,356	35,472	36,509
49 Kalmani MC		94,579	99,893		0.50%			Growth Rate	0.41%	0.39%	0.34%	0.30%	0.27%	0.24%
								Population	99,893	101,053	102,790	104,334	105,726	106,995
50 Ampara UC		17,957	22,511		2.08%			Growth Rate	1.69%	1.61%	1.42%	1.24%	1.11%	1.00%
								Population	22,511	23,614	25,342	26,959	28,483	29,930
Trincomalee	250,771		334,363	376,366		NA	2.39%	2.39%	2.31%	2.12%	1.92%	1.76%	1.62%	1.62%
51 Trincomalee UC		NA	51,524	48,351		NA	-1.26%	Growth Rate	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
								Population	48,351	48,351	48,351	48,351	48,351	48,351
52 Kinniya UC		NA	35,645	36,772		NA	0.62%	Growth Rate	0.62%	0.60%	0.55%	0.50%	0.46%	0.42%
								Population	36,772	37,442	38,489	39,463	40,375	41,233
North-Western Province														
Kurunegala	1,198,795	1,460,215	1,611,407	0.99%	0.90%			Growth Rate	0.87%	0.86%	0.84%	0.82%	0.80%	0.78%
53 Kurunegala MC		28,401	24,833		-1.21%			Growth Rate	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
								Population	24,833	24,833	24,833	24,833	24,833	24,833
54 Kuliyaipitiya UC		6,290	5,509		-1.20%			Growth Rate	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
								Population	5,509	5,509	5,509	5,509	5,509	5,509
Puttalam	485,619	709,677	760,778	1.92%	0.63%			Growth Rate	0.51%	0.49%	0.43%	0.38%	0.33%	0.30%
55 Chialw UC		23,533	21,441		-0.84%			Growth Rate	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
								Population	21,441	21,441	21,441	21,441	21,441	21,441
56 Puttalam UC		41,761	45,511		0.78%			Growth Rate	0.63%	0.60%	0.53%	0.46%	0.41%	0.37%
								Population	45,511	46,339	47,585	48,700	49,711	50,637
North-Central Province														
Anuradhapura	575,546	745,693	855,562	1.30%	1.26%			Growth Rate	1.24%	1.24%	1.23%	1.21%	1.20%	1.19%
57 Anuradhapura MC		53,151	50,595		-0.45%			Growth Rate	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
								Population	50,595	50,595	50,595	50,595	50,595	50,595
Polonnaruwa	253,411	358,804	403,859	1.75%	1.08%			Growth Rate	0.95%	0.92%	0.85%	0.77%	0.71%	0.66%
Thamankaduwa PS		74,224	82,426		0.96%			Growth Rate	0.84%	0.82%	0.75%	0.69%	0.63%	0.58%
								Population	82,426	84,460	87,687	90,735	93,629	96,388
Uva Province														
Budulla	620,839	779,983	811,225	1.15%	0.36%			Growth Rate	0.29%	0.27%	0.24%	0.21%	0.19%	0.17%
58 Budulla MC		41,005	42,237		0.27%			Growth Rate	0.22%	0.21%	0.18%	0.16%	0.14%	0.13%
								Population	42,237	42,498	42,884	43,223	43,525	43,798
59 Bandarawela MC		7,296	24,168		11.50%			Growth Rate	0.29%	0.27%	0.24%	0.21%	0.19%	0.17%
								Population	24,168	24,366	24,661	24,919	25,151	25,360
60 Haputhale UC		3,235	5,288		4.57%			Growth Rate	0.29%	0.27%	0.24%	0.21%	0.19%	0.17%
								Population	5,288	5,331	5,396	5,452	5,503	5,549
Moneragala	269,684	396,521	448,194	1.95%	1.12%			Growth Rate	0.97%	0.94%	0.86%	0.78%	0.71%	0.65%
Moneragala Ps		42,457	49,520		1.41									

APPENDIX 18

O&M of sewerage system is calculated on the existing costs of Morayuwa/ Ratmalana.

The table shows the O&M costs for 11 months.

The estimated annual costs is 47,607,000 LKR (=43,640,008 / 11 *12).

Since the present sewage flow is 5,000 m³/d, O&M cost as sewage flow is 26.1 LKR/m³/d (=47,607,000/365/5,000).

Since sewage volume of 15 cities is 784,542 m³/d, the estimated annual O&M cost is 7,474,000,000 LKR (=26.1*784,542*365).

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

APPENDIX 19

Plan for Management of Environmental Sensitive Areas

1 Environmental Sensitive Areas

According to the Gazette Extraordinary No 777/22 of 24th June, 1993, following areas were declared as environmentally sensitive for the purpose of permitting development activities.

Within 100 m from the boundaries of or within any area declared under;

- National Heritage Wilderness Act No. 3 of 1988, the Forest Ordinance [Chapter 451]
- whether or not such areas are wholly or partly within the Coastal Zone as defined in the Coast Conservation Act, No. 57 of 1981.

Within the following areas whether or not the areas are wholly or partly within the Coastal Zone:

- any erodible area declared under the Soil Conservation Act (Chapter 450).
- any Flood Area declared under the Flood Protection Ordinance (Chapter 449) and any flood protection area declared under the Sri Lanka Land Reclamation and Development Corporation Act, No.15 of 1968 as amended by Act, No. 52 of 1982.
- 60 meters from the bank of a public stream as defined in the Crown Lands Ordinance (Chapter 454) and having a 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 100 meters from the high flood level contour of, or within, a public lake as defined in the Crown Lands Ordinance (Chapter 454) including those declared under section 71 of the said ordinance.”.

For siting of any projects or undertakings wholly or partly within the above areas shall submit comprehensive EIA or IEE report irrespective to its magnitude in consideration for granting approval. In case of establishing wastewater treatment plants, final disposal point shall be a priority concern than the other issues not only for declared environmental sensitive areas

2 Assimilation Capacity

Assimilative Capacity is the ability of a body of water to cleanse itself; its capacity to receive wastewaters or toxic materials without deleterious effects and without damage to aquatic life or humans who consume the water.

Assimilative capacity is the relationship between water quality and quantity, land use, and the capability of the watercourse or lake, to resist the effects of landscape disturbance without impairment of water quality. An assimilative capacity study (ACS) develops specific scientific modelling to support and assist municipalities and other legislative authorities in predicting the impacts of land use. The ACS aims to conserve the natural resources of Lake and River in a cooperative, integrated manner that balances human needs with those of a sustainable natural environment. Combined efforts will ensure a safe drinking water supply, a healthy aquatic ecosystem and stream, increased recreational opportunities, sustainable agricultural operations, and a vibrant economy. (Source: <http://www.lsrca.on.ca/reports/acs.php#sthash.StVjW1kV.dpuf>)

3 Expected New Disposal Options

According to the prevailing environmental legislation of the country, effluent discharge standards were published in the Extraordinary Gazette No. 1534/18 of 01 February 2008. However, these norms currently being amended and will be enforced soon. More disposal options available under the new regulation as described below.

- a) Tolerance limits for the discharge of wastewaters or effluents (industrial and/ or domestic) from a prescribed activity into the marine waters through;
 - * an outfall leading up to near shore water (“Near-Shore water” means the water in the area bounded by the mean low water line and a line drawn parallel to wave breaking with an elevation of minus 2.0 metres from the mean sea level)
 - * a short sea outfall (“Short sea outfall” means a pipeline or a tunnel that discharges wastewater or effluent from a prescribed activity and is laid underneath the marine water with a mechanism to achieve intended dilution in such a manner that there should be a minimum dilution factor of 1:10 at a distance of 10 metres from the point of exit of the pipeline or tunnel)
 - * a long sea outfall (“Long sea outfall” means a pipeline or a tunnel that discharges wastewater or effluent from a prescribed activity and is laid underneath the marine water with a mechanism to achieve intended dilution in such a manner that there should be a minimum dilution factor of 1:100 at a distance of 500 metres from the point of exit of the pipeline or tunnel)
- b) Tolerance limits for the discharge of wastewaters or effluents (industrial/ domestic) from a prescribed activity into coastal waters
- c) Tolerance limits for the discharge of wastewaters or effluents (industrial/ domestic) from a prescribed activity into the inland surface waters where dilution factor not less than 1:8.
- d) Tolerance limits for the discharge of wastewaters or effluents (industrial/ domestic) from a prescribed activity on land for irrigation purposes
- e) Tolerance limits for the discharge of wastewaters or effluents from a prescribed activity into the public sewer network, connected either to a common treatment plant or a sea outfall or a combination of both

Even though the number of disposal locations specified under the new regulation discharge of treated wastewater still have a problem especially in inland areas due to several reason.

- * Seasonal variation of stream flow; most of the inland streams running dry during dry weather period. Hence, required dilution cannot be arrived to comply with the regulation even with the extensive treatment since dilution factor for many stream become zero.
- * Lowest assimilation capacity of nearby stagnant water bodies is not known, hence, regulating authorities will not permit for discharge into such water bodies. Unlike flowing water, stagnant water takes longer recovery period in case of contamination.
- * Dispose on land for irrigation also not feasible due to difficulty for finding suitable land in urban areas. However, this onsite disposal option shall be looked in carefully to avoid groundwater contamination.

Note: In case of commercial/ industrial wastewater is added to the sewage treatment plant both land disposal and stagnant water body options shall be further looked in considering the possibility for accumulation of non-degradable pollutants such as heavy metals, inorganic salts (TDS), refractory organics etc, if significant plant uptake cannot be ensured.

- * Transport and discharge into marine water through sea outfall or common treatment plant already in operation also not feasible option due to heavy transport cost, accident potential etc.

Since, there are many stagnant water bodies and flowing water bodies available in the country in close proximity to the urban areas determination of lowest assimilation capacity may be useful for disposal of treated effluent.

4 Ocean Disposal of Sewage

1) Situation of Ocean Disposal of Sewage

Ocean disposal of sewage or sewage sludge used to be a wide spreads sewage disposal method in the past. But in recent years the number of ocean disposal practices is continuing to decrease globally due to the perception of possible marine environment contamination problems. **Table -A** shows the ocean outfall

installations of the world. (Source: “Functional Appraisal of Marine Outfall For Domestic Waste Disposal through Tracer Technoque” Dr.Shivani Dhage et.al, International conference on desalination, environment and marine outfall systems, April 2014.)

Table -A Ocean Outfall Installations of the World

Continents	Country	Place
Africa	Morocco	Casablanca
Asia	Philippines	Manila Bay
	India	Mumbai
	Sri Lanka	Mutwall, Wellawaththa, Lunawa
Australia	Australia	Sydney
Europe	Spain	Barcelona, San Sebastian
	Portugal	Costa do Estoril
	Turkey	The Marmara Sea near Istanbul
	Croatia	Split
	UK	Edinburgh, The Thamed estuary down stream of London
North America	USA	Honolulu, the New York Bight, Southern California Bight
	Canada	Victoria
Latin America and the Carribbean	Colombia	Cartagena
	Brazil	Ipanema beach of Rio de Janeiro
	Dominican Republic	Sosua

Source: Dhage et al, 2014

In Sri Lanka, during 1983-1987, Greater Colombo constructed two 1,500mm diameter ocean outfalls at Mutwal and Wellawatte with the assistance of World Bank and Saudi. At these outfalls sewage is taken into the sea up to a distance of approximately 1.5 km before discharging. However, even preliminary treatment is not being done purely due to the cost factor. (Source: ”Design of Sewerage System in Kirulapone for Colombo Municipality” Shahina M Mysan and Ananda Ranasinghe, Engineer-Vol.XLVII, No.4, 2014.) Sri Lank is ranked as fifth of the word countries in the amount of plastic waste discharged into the ocean in 2010. Sufficient care should be payed to pre-treatment in ocean disposal.

2) Advantages and Disadvantages of Ocean Disposal

Table -B Summarizes the advantages and disadvantages of ocean outfall of sewage or sewage sludge. (Source: “Functional Appraisal of Marine Outfall For Domestic Waste Disposal through Tracer Technoque” Dr.Shivani Dhage et.al, International conference on desalination, environment and marine outfall systems, April 2014, and “Biological Wastewater Treatment in Warm Climate Regions” Marcos von Sperling et.al, IWA publishing, 2005)

Table -B Advantages and Disadvantages of Ocean Disposal

Advantages	Disadvantages
Use of natural dilution & dispersion of pollutants	Potential negative influence on environment
Low cost	- Water and sediment pollution
- Small energy consumption	- Alternation of the marine flora and fauna community
- Preliminary treatment is sufficient	- Contamination of elements of the food chain

Source: JET

Ocean disposal of sewage utilizes the natural dilution, dispersion and assimilation capacity of water bodies, thus it is a very simple and inexpensive way. Preliminary treatment to remove solid wastes and grit is sufficient, demanding far smaller energy than other conventional sewage treatment methods.

On the other hand, various possible negative influences on marine environment are pointed out as disadvantage of ocean disposal. Those are; water and sediment pollution, alternation of marine flora and fauna community and contamination of elements of the food chain. In installation of ocean outfall, those

negative influences should be carefully surveyed and evaluated, but difficulties in evaluation are pointed out as the followings;

- Once the ocean outfall is operational, it is cumbersome to find its functional and operational behaviour in coastal region.
- Evaluation of extent of dilution achieved is complicated due to many reasons like, variation in direction and buoyancy of upward flow, density, currents, tidal effects and also the submergence of the physical components of the diffuser.
- Accurate information on compliance of the coastal water standards is not readily computable.

(Source: “Functional Appraisal of Marine Outfall For Domestic Waste Disposal through Tracer Technoque” Dr.Shivani Dhage et.al, International conference on desalination, environment and marine outfall systems, April 2014.)

3) Ocean outfall design

NWSDB Design Manual D7 “Wastewater collection, Treatment, Disposal and Re-use” (2012) describes the design of ocean outfall. According to the manual, “ocean disposal” is an accepted means and disposal provided that the assimilative capacity of the ocean at the discharge location is not exceeded and provided that the discharge does not give unacceptable pollution levels in recreation areas or in shellfish harvesting areas. NWSDB design manual D7 states that substances which bring about the following phenomena should not be contained in the receiving marine coastal waters.

- Rise of floating or suspended matter, oil, grease and foam;
- Production of sludge banks or slime infestation;
- Rise of heavy growth of attached plants or animals or blooms of plankton;
- Rise of discolouration or turbidity or the evolution of gases and odour;
- Being injurious or toxic to the natural ecology of the disposal area or which can be concentrated in food chains.

Regarding the health risk, there are no coliform criteria for marine waters in Sri Lanka standards. But the design manual recommends that a guideline faecal coliform value of 1,000/100mL not being exceeded in 80% of samples be adopted. The most important design factor of ocean outfall is principally based on dilution effect. The design manual describes the design procedure of ocean outfall in detail.

4) Ocean outfall modifications

As introduced in 7.6.3, there will be more options of wastewater disposal in the coming amendment of regulation according to the coming amendment of the regulation. There will be two types of sea outfalls; long sea outfall & short sea outfall were introduced under the new regulation for ocean disposal of effluent with the relevant tolerance limits for each (Refer **APPENDIX 10** for tolerance limits).

Sea outfall shall be established with the approval of relevant authorities including the environmental authority, in which scientific evident are required to ensure the existence of minimum dilution factor specified for each outfall with the support of bathymetric modelling study.

APPENDIX 20

Effect of Sewerage

Effect of introducing sewerage system is estimated by the reduction of pollution loads. The assumptions of estimation are as follows;

- BOD of law sewage is 130 mg/L (Source: NWSDB Design Manual D7).
- BOD removal rate of on-site treatment facility is 20%
- BOD removal rate of sewage treatment plant is 80%.
- BOD removal rate of sewage treatment is not considered.

The estimation is carried out by comparing pollution loads after 15 city's sewerage system with before sewerage system.

Before sewerage system

Water consumption volume of 79 cities: 1,463,202 m³/d

Water consumption volume of 74 cities: 1,354,093 m³/d

Pollution loads from 79 cities: 152,172 kg as BOD/day (=130*1,463,202*0.8*10⁻³)

Pollution loads from 74 cities: 140,825 kg as BOD/day (=130*1,354,093*0.8*10⁻³)

After sewerage system

Water consumption volume of 15 cities where sewerage system is developed: 779,425 m³/d

Water consumption volume of 64 cities (=79-15): 683,777 m³/d (=1,463,202-779,425)

Water consumption volume of 59 cities (=74-15): 574,668 m³/d (=1,354,093-779,425)

Pollution loads from 15 cities: 20,265 kg as BOD/day (=130*779,425*0.2*10⁻³)

Pollution loads from 64 cities: 71,113 kg as BOD/day (=130*683,777*0.8*10⁻³)

Pollution loads from 5 cities: 59,765 kg as BOD/day (=130*574,668*0.8*10⁻³)

Reduced Pollution Load By Sewerage System

Reduced pollution load = Pollution load before sewerage system – pollution load after sewerage system:

For 79 cities, 60,794 kg as BOD/day (=152,172-20,265-71,113)

For 74 cities, 60,795 kg as BOD/day (=140,825-20,265-59,765)

Based on above calculation, about 40 % (=60,795/152,172*100) of pollution reduction is estimated by introducing sewerage system into 15 cities.

Quantitative improvement of water quality in surface water body after treated effluent is discharged into Public Water body

Consider a city with a population of 100,000 persons, presently discharging its untreated effluents into a receiving water stream like a river/tributary. It has been planned to provide a sewerage project to this city. Waste water will be treated so that the BOD is reduced to 30mg/l, the tolerance limit as per the regulations for the discharge into inland surface waters.

Purpose of the calculations:

It is necessary to get a quantitative idea, about the status of the quality of the water in stream after discharge, in terms of BOD, when the effluent is discharged, 1) without treatment and, 2) with treatment.

Following assumptions are made in this regard.

- Flow in the stream is sufficient to provide 1:8 dilution as per the regulations(to ensure this, minimum dry weather flow is considered).
- Existing BOD of the stream is 0 mg/l
- BOD of the sewage to be treated is 130mg/l
- Consumption of water is 130lpcd
- 80% of the consumed water is released to the environment as wastewater. For simplicity of calculations, no infiltration etc. into the collection system is considered

Calculations:

Total wastewater released = $100,000 \times 130 \times 0.8$ l/day = 10400 m³/day

With a 1:8 dilution, the minimum dry weather flow in the stream = 10400×8 = 83,200 m³/day

1. Discharge of effluent without treatment :

Total BOD of the effluent = $100,000 \times 130 \times 0.8 \times 130$ mg/day = 1352 kg/day
Total flow, after discharge of the effluent, = $10400 + 83200$ = 93,600 m³/day
&, BOD of the water at the discharge point = $3120 / 93600$ kg/m³ = 14.4 mg/l
(assuming that the effluent is evenly diffused in the stream flow)

Note: The BOD value of 14.4mg/l is too high and above the BOD tolerance limit of 5mg/l prescribed under SL 722 Standard.

2. Discharge of effluent with treatment :

Total BOD of the effluent = $100,000 \times 130 \times 0.8 \times 30$ mg/day = 312 kg/day
Total flow, after discharge of the effluent = $10400 + 83200$ = 93,600 m³/day
&, BOD of the water at the discharge point = $312 / 93600$ kg/m³ = 3.3 mg/l
(assuming that the effluent is evenly diffused in the stream flow)

Note: The BOD value of 3.3mg/l is within the BOD tolerance limit of 5mg/l prescribed under SL 722 Standard.

Based on above calculation, water quality of a tributary as a discharging river with about 14 mg/L as BOD improves to about 3 mg/L as BOD by sewerage system.

APPENDIX 21

List of Joint Coordinating Committee and Technical Committee Members

1) Joint Coordinating Committee (JCC) Members

Name	Position	Department/Organization
Mr. N D Hettiarachchi	Secretary	Ministry of City Planning and Water Supply
Ms. L Mangalika	Additional Secretary (Technical)	Ministry of City Planning and Water Supply
Ms. K A H K Perera	Assistant Director	Department of National Planning, Ministry of Policy Planning and Economic Affairs
Mr. Dhanushka Perera	Assistant Director	Department of External Resources, Ministry of Policy Planning and Economic Affairs
Ms. KG Samarasinghe	Project Director of GCWMP	Ministry of Provincial Council and Local Government
Mr. K A Ansar	Chairman	NWSDB
Mr. G A Kumararathna	Add.GM (Sewerage)	NWSDB
Mr. S G Jayawardena	DGM (Sewerage)	NWSDB
Mr. G D Neville	AGM (P&D-Sewerage)	NWSDB
Mr. D N Danesh Gunatilleke	Specialist (Sewerage)	NWSDB
Mr. M.M Umarlebbe	Assistant General Manager (Japanese Projects Unit)	NWSDB
JICA Sri Lanka Office		
JICA Exper Team		

Source: JET

2) Technical Committee Members

Name	Position	Department/Organization
Mr. G A Kumararathna	Add.GM (Sewerage)	NWSDB
Mr. S G Jayawardena	DGM (Sewerage)	NWSDB
Mr. G D Neville	AGM (P&D-Sewerage)	NWSDB
Mr. D N Danesh Gunatilleke	Specialist (Sewerage)	NWSDB
Ms. K P P Dharmasena	CE (P&D-Sewerage)	NWSDB
Mr. G G Suthesen	CE (P&D-Sewerage)	NWSDB
JICA Exper Team		

Source: JET

APPENDIX 22

Reference

- 3-1) CEA HP, Surface Water Quality Monitoring By The Laboratory of Central Environmental Authority
- 4-1) “Domestic Wastewater Management in Sri Lanka” Eng.G.A.Kumararathna, WEPA report, 2013
 - 6-1) “Sri Lanka country paper-6th South Asian Conference on Sanitation (Sacosan VI) “, Jan. 2016
 - 6-2) “Domestic Wastewater Management in Sri Lanka” Eng.G.A.Kumararathna, WEPA report, 2013
 - 6-3) “Assesment of appropreateness of compost toilets in Sri Lank:17key questions” Constanze Windberg,UNICEF
 - 6-4) “Compliance with Standards and Immerging Issues of Household Sewage Disposal Systems in Gampaha Municipality Area in Western Sri Lanka” H.M.K.S.Bandara, M.M.M.Najim Journal of Environment Professionals Sri Lanka, V0.2, 2013
 - 6-5) “Practical Issues of Partial Onsite Sanitaion Systems:Two Case Studies from Sri Lanka” I.P.P.Gunawardana et.al., Tropicla Agriculture Research Vol.22, 2011
 - 6-6) “Guide to Septage Treatment and Disposal” EPA/625/R-94/002, September 1994
 - 6-7) “Sri Lanak:Dry Zone Urban Water and Sanitation Project-for Mannar Septage Treatment Plant” ADB Initial Environment Examination Report, September 2012
 - 6-8) “Faecal Waste Management in Smaller Cities across South Asia: Getting Right the Policy and Practice” by FANSA & Center for Policy Research
- 7-1) “Handbook for Water Consumers 1st Edition” NWSDB, 2014
- 7-2) “Septage management guide for local Governments” David M.Robbins, 2007
- 7-3) “Wastewater Production, Treatment and use in Sri Lanka” T.B.Ananda and S.L.N.Nirishani
- 7-4) “Water Environment and its management in Sri Lanka” Dr.S.Alahapperuma (Director General,CEA), 2012
- 7-5) Water, sanitation and hygiene in health care facilities, Status in low-and middle-income countries and way forward, WASH in Health Care Facilities for better Health Care Services, WHO, unicef 2015
- 7-6) http://web.worldbank.org/archive/website01213/WEB/0__CO-81.HTM, Water, Sanitation & Hygiene, December2003