

第Ⅲ部 下水道

1 調査対象地域の概要

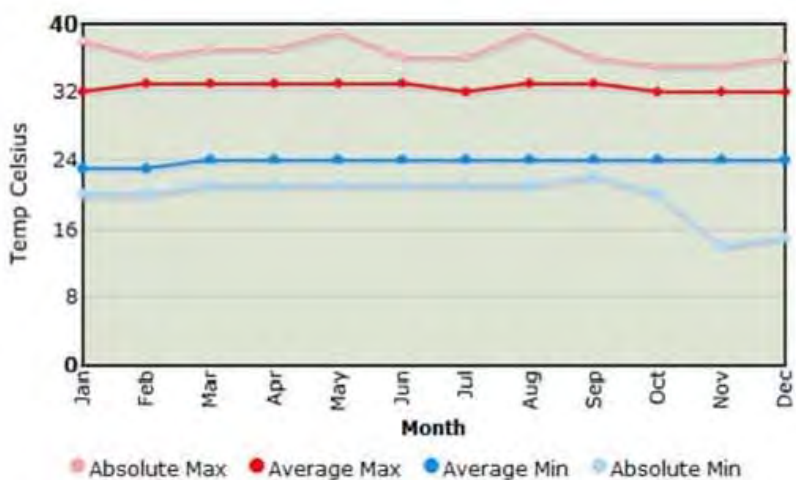
1.1 自然的条件

(1) 位置

Cheras、Kajang は Selangor 州東部にあるタウンで、Hulu Langat の郡庁所在地でもある Kajang に属する。マレーシア国の首都クアラルンプールから 21km の距離にある。

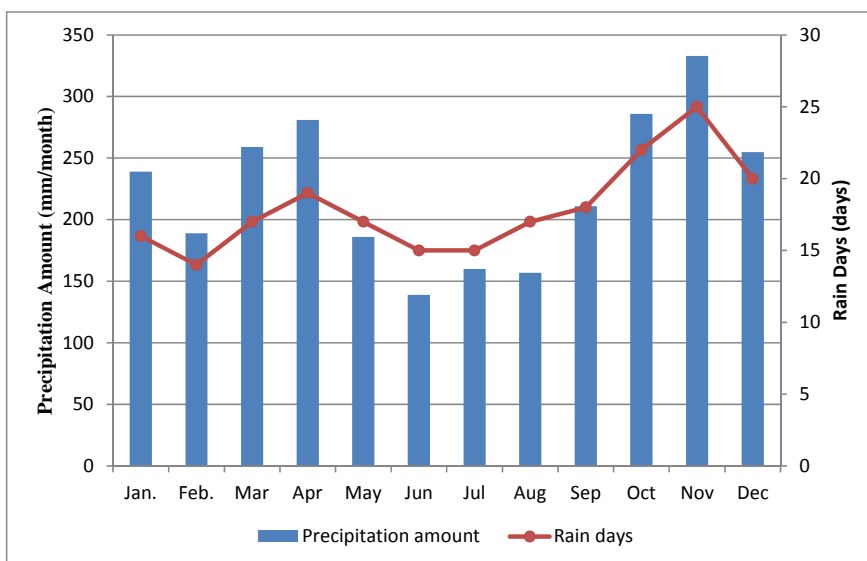
(2) 気象

Kajang の気象は図Ⅲ-1.1 に示すように夜間の 24℃ と中間の 32℃ の間で変化しており、月間変動はほとんどない。



Source: <http://www.myweather2.com/City-Town/Malaysia/>

図Ⅲ-1.1 Kajang における気温の平均値及び極大値・極小値の月間変動



Source: <http://www.myweather2.com/City-Town/Malaysia/>

図Ⅲ-1.2 月間平均降雨量と降雨日数

Kajang の年間平均降雨量は 2,695 mm で、月間平均降雨量は図 III-1.2 に示すように 11 月が最大で 333 mm、7 月が最小で 139 mm となっている。

1.2 社会的条件

(1) 人口

国全体の産業・経済の発展に伴って、クアラルンプール首都圏は拡大を続けている。クアラルンプールそのものの年間平均人口伸び率は、1980～1991 年の 2.0%から 1991～2000 年の 1.5%へと低下して、2000～2010 年の 2.2%へとすでに落ち着きを取り戻しているが、逆にクアラルンプールを取り囲むセランゴール州の伸びは著しく、年間平均人口伸び率は 1980～1991 年の 4.4%から 1991～2000 年には 6.2%へと増大しており、セランゴール州の国全体に占める人口の比率は、1980 年の 10.9%から、1991 年 13.1%、2000 年 17.8%、2010 年には 19.6%まで高まり、連邦直轄区を除く全国 13 州の中では、サバ州と並んで人口シェアを高めている数少ない州の一つとなっている。

セランゴール州の中では、Ulu Langat (1991～2000 年の年間平均人口伸び率 8.5%)、Sepang (7.9%)、Petaling (7.2%)、Klang (5.2%)、Gompak (4.8%)、Kuala Langat (4.4%)、Kuala Selangor (3.0%) と Sabak Bernam (1.4%) を除くすべての District が全国平均の 2.6%を上回る高い人口伸び率を示している。Cheras & Kajang は Ulu Langat のいわゆるランガット川上流域の中心を構成している (ただし、同じに Ulu Langat に属する Ampang はクアラルンプールと同じクラン川流域に属する)。

調査対象地域である Cheras-Kajang 地区は KL とは尾根を隔てた南東に隣接し、高速道路の整備に伴って KL の通勤圏として飛躍的な発展を遂げている。1980 年～2000 年の 20 年間の年間平均人口増加率は 9.1%という驚異的な数字で、1980 年に 69,000 人に過ぎなかった人口は 1991 年に 164,000 人、2000 年に 393,000 人に達し、2000 年～2010 年の年間伸び率は母体が大きくなった分 3.6%と鈍ってはいるが、それでも全国平均の 2.2%を遙かに上回る勢いで成長を続け、2010 年には 460,000 人を数えるに至っている。

(2) 交通

Kajang は Kajang 環状道路としての Dispersal Link Expressway、Cheras-Kajang Expressway (CKE, E7)、Kajang に入り口を持つ North-South Expressway (NSE)、Semenyih に近い Kajang の南を走る Kajang-Seremban Expressway (LEKAS, E7) と多くの主要高速道路にうまく接続されている。Kajang は、Kuala Lumpur、Seremban、Putrajaya という三つの主要都市の間に位置することから、図 III-1.3 に示すように Klang Valley または Greater Kuala Lumpur に含まれる。バス、タクシー、鉄道と言った公共輸送機関も利用できる。

KL Sentral と Seremban を結ぶミニ KTM 鉄道が Kajang を通っており Kajang Komuter 駅がある。連邦政府は、全国重要経済地区 (National Key Economic Area: NKEA) の一つとして、

政府変革プログラム (Government Transformation Programmed: GTP) の下で、Klang Valley または Greater Kuala Lumpur に MRT と呼ばれる大量高速輸送システムを建設することを公示しており、Kajang はこのシステムに含まれ Kajang 市行政区域内に 9 駅が予定されている。このシステムは 2011 年～2016 年に建設される。



Source: http://www.mpkj.gov.my/hubungi_kami/peta_lokasi

図Ⅲ-1.3 Kajang の高速道路と主要道

2 調査対象区域における下水道整備及び維持管理の状況

2.1 調査対象区域における下水道整備の状況

上記のような状況から、住宅団地の開発が至るところで展開され、Cheras で 94 ヶ所、Kajang で 83 ヶ所の合計 177 ヶ所の小規模下水処理場が乱立する結果となっている。これらは現在 IWK の維持管理の下にある。

この外に民間の下水処理場が Cheras に 19 ヶ所、Kajang に 29 ヶ所あるが、これらは、学校、大学、診療所、病院、ショッピングセンター、ゴルフコース、警察署、スタジアム等に設置されている。規模的には Police Central Brigade Camp の 4,000 PE が最大で、病院、スタジアムの 1,000 PE 程度のものがこれに続いている。総処理能力は、処理能力不明のものもあるが、Cheras で 4,211 PE、Kajang で 7,460 PE であり、公共下水処理場の 3% 相当でウェイトは大きくない。

個別腐敗槽は Cheras Batu 11、Cheras Jaya に 5,687 個、Kajang 1&3 に 6,304 個の合計 11,991 個あり、換算人口は 59,955 PE となっている。これらは全域に散らばっているのではなくいくつかの区域にまとまっていることから、開発業者が宅地として売り出して購入者が自分の家を建てる時に個別に腐敗槽を設置したものと思われる。

表Ⅲ-2.1 Upper Langkat における下水道整備の現況

Catchment	Public STP				Private STP			IST	
	No. of Units	Design PE	Connected PE	No. of NPSs	No. of Units	Design PE	PE-Unknown Units	No. of Units	Design PE
Langat	7	25,890	17,837	4	6	983	1	2,414	12,070
Cheras Batu 11	65	269,141	194,122	2	18	7,215	7	5,413	17,455
Cheras Jaya	29	145,119	111,755	5	1	499	-	274	1,310
Cheras East	17	116,750	78,824	5	5	1,240	3	720	3,600
Sub-total	111	531,010	384,701	12	24	8,954	10	4,473	22,365
Kajang 1	34	94,406	66,430	1	3	15	2	2,649	8,055
Kajang 2	7	49,445	36,260	1	6	1,098	1	2,179	5,465
Kajang 3	49	181,688	91,136	4	26	7,445	8	3,655	7,810
Sub-total	90	325,539	193,826	6	35	8,558	11	4,266	21,330
BBB North	4	102,900	52,852	1	24	2,213	16	-	-
BBB South	8	30,179	18,928	6	4	665	1	322	1,610
Sub-total	12	133,079	71,780	7	28	2,878	17	322	1,610
Bangi South	8	148,905	56,991	2	1	-	1	254	-
Semenyih	31	192,989	110,995	3	17	385	17	2,935	14,675
Beranang	3	97,313	32,447	4	3	23	2	-	-
Total	262	1,454,725	868,577	38	114	21,781	59	20,815	104,075

Source: Antara Jurutera Perunding Sdn Bhd, "Sewerage Catchment Planning and Sludge Management Strategy Study for Upper Langkat Basin - Volumes 1 & 2", JPP, November 2009

Note: Design PE of private STPs excludes those of unknown PE.

2.2 既存下水道施設の維持管理の状況

マレーシアでは、現在、エネルギー・グリーンテクノロジー・水資源省下水道局（KeTTHA 省、SSD）が主体となり、既存下水道施設の維持管理上の諸問題を解決するため、現行下水道システムの改善に着手した。

2000 年には、JICA による「全国下水道処理事業」へ有償資金協力による施策が展開され、事業優先度の高い 13 地区を対象に一連の下水道関連施設、処理施設・汚泥施設・管路施設・ポンプ施設の整備促進を支援してきた。

このような状況を踏まえて、2010 年に「マレーシア国上下水道マスタープラン（通称マスタープラン計画）」を策定し、データの更新と東京都の技術ノウハウ支援等新たな事業手法の活用が提案されてきた。

2.2.1 下水道システム

現在検討している Langat 流域は、マレーシア 2020 計画及び Great KL 計画に基づく住宅開発等の土地開発が活発に進められ、市街地の拡張、人口の集中、生活様式の高度化などが進展している。特に、KL の衛星都市としての Kajang 地区及び Cheras 地区では、一見無秩序に住宅開発が進められており、市街地がアメーバのごとく膨張している状況にある。こうした都市化の拡大は、小規模下水道の設置を増大させており、水道水源としてのランガット川に多大な影響を及ぼしている。

1) 現状と問題点

- 対象流域に多数散在するこれら小規模処理施設は、中には老朽化した施設や故障設備が放置されている状態が続く施設が存在する。
- 当然、処理水質は悪化し、放流先の河川の水質汚染を助長している。水道水源においては、アンモニア性窒素の含有が問題視されている。
- 現在の下水道施設の中には、量的にも質的にも維持管理能力を超えており、その結果から誘引する現象が悪循環を引起こしている。
- 下水道施設が未整備な地域があり、個別腐敗槽の不十分な汚泥引き抜きや機能不全などが河川の汚染源になっている。

2) 解決策の提案

- 技術的のみならず、経営的にも維持管理上の合理化が図れる新たな施策の展開が必要である。
- 多数散在する小規模処理施設を統廃合する新たな集約処理場を設置するとともに、必要な管路施設を含めた下水道システムを構築する。

- 設置にあたっては、処理水の放流河川の水質環境に配慮した技術的工夫を導入する。
- 集約すべき対象流域範囲は、効率的維持管理の執行に資する規模とする。
- 下水道施設の未整備地区の解消には、公的資金の投資と下水道計画の整備を急ぐことが急務である。

2.2.2 管路施設

該流域における下水道整備は、住宅開発単位ごとに開発事業者が法的規制に従い設置している。その整備方法は、雨水と汚水を別々に収容する分流方式を採用しており、各家庭から排出される雑排水とトイレ汚水（「下水」と呼ぶ）を基本的には自然流下型の管路施設で収集し、この下水を処理施設を通じて、公共用水域への放流基準を満たすように処理する一連のシステムを構築するものである。こうした開発行為は、各家庭から発生する下水を一応の処理することで、環境への負荷軽減の役割は果たしてきた。しかし、各開発区域における管路施設の設置は開発事業者に委ねられており、品質確保の観点からは設置状況が不明である。また、大部分が小規模開発であることから、設置されている管路施設も小口径管渠が多数を占めている。

1) 現状と問題点

- 維持管理の基本となる管渠設置情報、口径・位置・深さ・材質・勾配・人孔形状・設置年度等に加え、各家庭からの接続管の情報などが不十分である。
- 地下に設置されている管路施設は、地上からは見えないため、日常の巡視点検、さらに定期的な管路内調査が維持管理上不可欠であるが、限られた予算に制約されて実施されていない。
- このため、管路施設の損傷・劣化状況が不明であり、問題箇所に対する処置が適切に施されない状況である。
- したがって現状では、住民からの苦情や道路陥没などの現象が発生してから対処するなど後追いである。
- 調査箇所では、人孔ふたが道路舗装時に塞がれる事例が見られた。
- 各家庭と接続する取付管は、東京のように柵を設置して官民境界を明確にしているため、管理責任範囲が不明確である。
- グレーウォーター問題は、家庭汚水である雑排水が道路側溝等の雨水排除システムに直接接続されているなど不完全な下水道システムに由来するが、その結果として、河川の水質汚濁進行の原因になっている。また、処理場においては流入量の不足や流入水質の低負荷等の要因を引起こし、維持管理を一層困難にしている。
- 下水処理場への雨天時流入下水量が、例えばパンタイ処理場に見られるように晴天時の 5 倍を超える事態が繰返されており、現行下水道システムの不完全な分流化が特に処理施設における維持管理上の問題となっている。

2) 解決策の提案

- 管路施設の故障や破損等維持管理上の問題が発生してから対応するのではなく、できる限り予防保全を主体にした管理体制を構築する。施設のライフサイクルコストを最小化する観点からも、推進すべきである。
- 推進にあたっては、維持管理業務の基本となる管路施設に関する情報管理の徹底を図る。
- まずは、既存施設のデータベース化を進める。紙ベースの情報から、東京都で実施しているデジタル化による情報管理システムの導入も一考に値する。
- この施設管理情報を基に、日常点検・巡視を徹底する。そして、定期的な清掃等の作業及びTV調査等による管路施設内調査を実施して管渠機能の維持向上、施設の現況把握等に努める。
- 作業等の結果から、必要な施設修繕・改良を計画的に実施する。
- このようなPLAN/DO/CHECK/ACTIONサイクルを確立する。
- 一方、グレーウォーター対策は住民の協力なくして進展しないことから、住民に理解を求めつつ、一定の公的資金による助成との導入など施策展開が必要と管がる。
- また、対策の一つの手法として、既存の雨水排除システムを改造し、晴天時の雑排水を分水させるモデルプランとして試行することを推奨する。

2.2.3 下水処理施設

マレーシアでは、伝染病対策及び水環境保全対策として下水道の普及を促進するために、住宅開発デベロッパーに対して下水処理施設を完備することを義務付けた。かつての東京におけるコミプラによる整備促進手法に似ている。しかし、住宅開発と下水処理施設が一体的に整備された利点があるものの、その結果として多種多様な小規模下水処理施設が建設されることになり、維持管理の面においても多くの問題を抱えることとなった。

水質面から見ても、多種多様な小規模処理施設の存在は、多くの問題を抱えている。すでに、Antara Reportでも報告されている放流水質の悪化状況は、今回調査においても確認することができた。さらに、処理施設の老朽化や故障施設の放置、水質管理の不備など、現行下水道システムを維持管理することの困難性が浮上しており、対応の緊急性は高い。

1) 現状と問題点

- 処理方式が異なっても、基本的には微生物等を活用した生物学的処理法を採用している。このため処理工程では、流入水の量的、質的变化に敏感に影響を受ける。しかし、現状の運転管理では、良好な生物学的環境を維持創造することが難しい。
- 多数散在する小規模処理施設を維持管理する体制は、定期的な巡視点検を基本としており、現有の処理形態の特性に適していない。
- 放流基準を満たす水質を保持していくためには、処理工程における水質管理を徹底する必要がある。しかし、現状では放流水質の検証と必要な運転改善等の水質専門知識、的確な人員、必要な予算等が全般的に不足状態である。
- 水質面からの問題事項を以下列記する

BOD 除去率が低い施設がある。原因解明と適切な改善が必要である。
現有処理施設では、アンモニア除去が望めない。
処理工程での沈殿汚泥の除去が不適切な施設がある。
殺菌消毒設備が設置されているにもかかわらず、消毒処理が実施されていない。
伝染病予防の観点からは、望ましくない。
マレーシアの通例では、後沈砂池方式になっているため、既設処理場では同方式を採用している。しかし、後沈砂池方式によって、沈砂、しきによる主ポンプ羽根の摩耗、短命化、スカムの異常発生を引き起している。
下水の処理水の再利用が行われていない。
下水処理場は広大な敷地を有するにもかかわらず、有効利用が行われていない。

2) 解決策の提案

- 処理施設の効率的運転管理を促進し、適正な放流水質を維持生産するため、水質管理の徹底に資する方策として、すでに述べてきたように、現行の小規模処理施設群を集約化した新たな下水道システムの構築が必要である。
- 処理施設の集約化により、現有施設に由来する老朽化等の構造的かつ水質的問題を解決するほか、処理工程における水質管理がきめ細かく処置でき、専門知識の習得等人材育成が図られ、さらに新技術の導入によるアンモニア除去など良好な生物学的環境の創出が可能となる。
- 新規施設は、簡易前沈砂池+後沈砂池設備ではなく、前沈砂池設備のみの方式とする。本方式では、しき、沈砂の確実な除去により主ポンプの故障発生を抑制するとともに、点検個所の集約化、スカム発生抑制を図ることができる。東京都の歴史、経験からもこの方式を推奨する。
- 下水処理水についても従来のように処理場内の雑用水として利用するだけではなく、所定の高次処理を施せば、トイレ、修景、設備洗浄、ガーデニングなど外部利用に供することが可能である。
- 下水処理場の広大な施設の上部利用を図ることも推奨される。公園、運動場などの設置ができるほか、ソーラーパネルを展開して太陽光発電を行うことも考えられる。

2.2.4 汚泥処理施設

個別腐敗槽や小規模下水処理施設においては、適切に汚泥の処理処分が行われているとは言いがたい。一般に放流水による水源汚染、生活環境汚染としてダイレクトに影響が表れやすい下水処理に比べて汚泥処理は対応が後回しになりやすい。

汚泥処分の将来的行き詰まりへの懸念から対応模索の動きはあるものの、全体的に汚泥処理の重要性に対する認識が希薄である。現在のところ課題は潜在的に山積している。

1) 現状と問題点

- 小規模処理場における汚泥処理は、一般的に、重力濃縮処理した後、乾燥床で天日脱水し、含水率 20%程度の脱水ケーキとして場外へ搬出している。
- しかし、汚泥乾燥床が使用していないこともある。また、フィルタープレスなどの脱水機が設置されている場合でも、使用していない事例がある。
- その結果、沈殿汚泥が十分に回収されずに放流水の浮遊性物質（Suspended Solids: SS）として河川へ排出され、水質汚染と原因になっている。
- 一方、大規模処理場においても、流入下水濃度（SS、BOD）が低いこともあって、汚泥回収が計画通り回収できず、水処理工程に悪影響を及ぼすとともに、汚泥消化処理をも困難にしている。
- また、大規模処理場に設置されているロータリードラム式濃縮機は、すべて停止しているなど、汚泥処理に対する維持管理に苦慮している。
- 汚泥の最終処分は、現在、場外搬出されて単独で山間部に埋立処分か、または一般ごみとして清掃事業者の所管の下で埋立処分されている。
- さらに、個別腐敗槽からの汚泥引き抜きが不十分の結果、汚泥の流出といった環境汚染が懸念される。
- 埋め立て処分地の延命化や資源の有効利用のため、汚泥を再利用することが求められる。

2) 解決策の提案

- 汚泥処理の適正な維持管理を継続し、効率的に実施する上からも、小規模処理場の集約化を図る。
- 集約化にあたっては、汚泥の持つ特性を生かしたりサイクルへの取組みと、環境への負荷軽減を目指した新しい技術の導入を進める。
- モデルプロジェクトでは、省エネかつ濃縮効率の高いベルト式濃縮機の採用を検討している。
- 個別腐敗槽に関する適正な管理への誘導と、引抜汚泥の受け入れ施設の設置を図る。
- こうした設計思想を踏まえた汚泥処理処分計画を策定し、必要な施設を設置する。
- 消化減量後に脱水された汚泥ケーキには植物の肥料として有効な窒素(N)やリン(P)を豊富に含まれており、資源として有効利用すれば、単に廃棄物として埋め立てることにより発生する環境破壊を食い止めることができる。

2.2.5 維持管理体制

下水道施設の維持管理では、理想的には日常の点検・巡視や処理水質の測定、定期的な清掃等の作業、さらに劣化調査の実施とその結果に対応した修繕・改良の執行など、一連の業務が計画的に実施されて始めて、効率的に下水道の目的を果たすことになる。

1) 現状と問題点

- IWK の維持管理体制を鑑みると、維持管理の対象となる管路施設、ポンプ施設、

処理施設の数が増大であるのに比較して、確保された職員数が適正とは言えない。

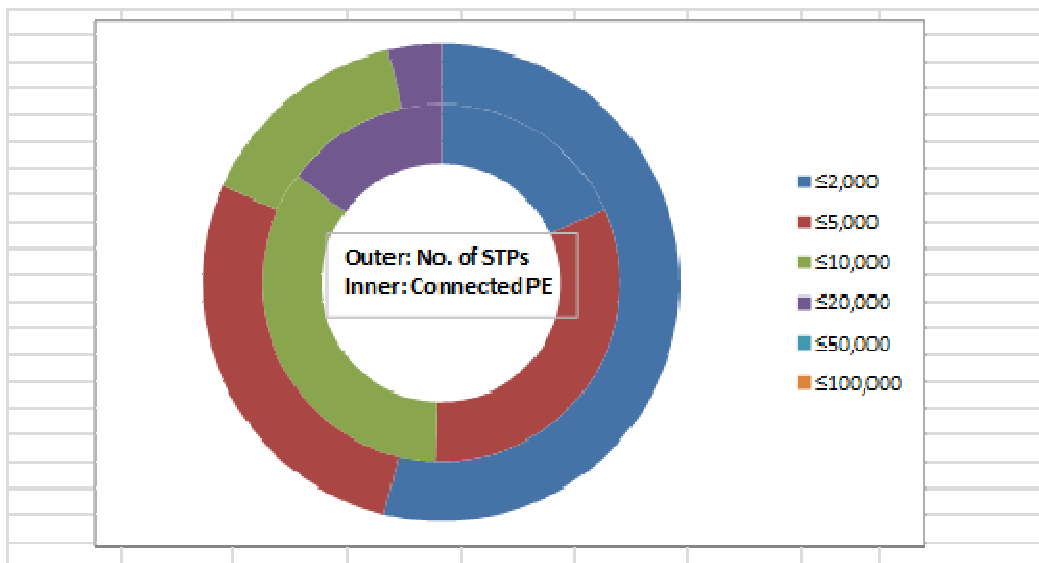
- また、施設補修・改良に必要な投資的費用が十分に確保されているとはいいがたい。
- 現在も維持管理の対象となる施設数は増加の一途にあり、管理体制が追いつかない。
- その結果、諸般の制約の中では十分な業務活動が不可能となり、維持管理内容が限定されてしまう悪循環に陥っている気配すら見受けられる。
- 例えば、処理場、ポンプ所の点検は、月1～2度程度であり、水質検査も月1～2回程度とのことであり、良好な施設の運転管理や水質管理を維持することは難しい。
- 一方、国民性も加わり、転職、転勤、退社等が当たり前のように横行し、技術の継続性、維持向上を困難にしている。
- また、下水道全体計画が皆無といった状況から、本来担当職員の技術的能力に負うことが大きい流域全体の環境状況の把握が欠如するとともに、例えば、管路施設における損傷度合い、処理施設における汚泥の循環や滞留等への配慮が欠け、またその処置能力も育たない。

2) 解決策の提案

- 維持管理の効率化を図りつつ、経営的合理化が進展し、併せて、河川等の公共用水域の水質が改善する施策として、既存小規模処理施設を統廃合し、適正な大規模処理区に再編成した新しい下水道全体計画を立案する。
- 水処理施設、汚泥処理施設等には、東京が提案する新技術を導入し、運転管理の効率化を徹底する。
- さらに、東京が経験してきた技術研修ノウハウによる、人材育成及び技術継承を進める。
- 処理技術支援の過程では、水質管理ノウハウも同様に進める。
- マレーシア国におけるモデルプロジェクトとして、下水道界の模範を示す維持管理体制を築く。

2.2.6 既存下水処理場の状況

- **図Ⅲ-2.1** に示すように処理能力が2,000 PE以下の下水処理場は数で53.8%を占めるが、総処理能力ではわずか18.3%に過ぎず、処理能力が20,000 PEを越える下水処理場は存在しない。

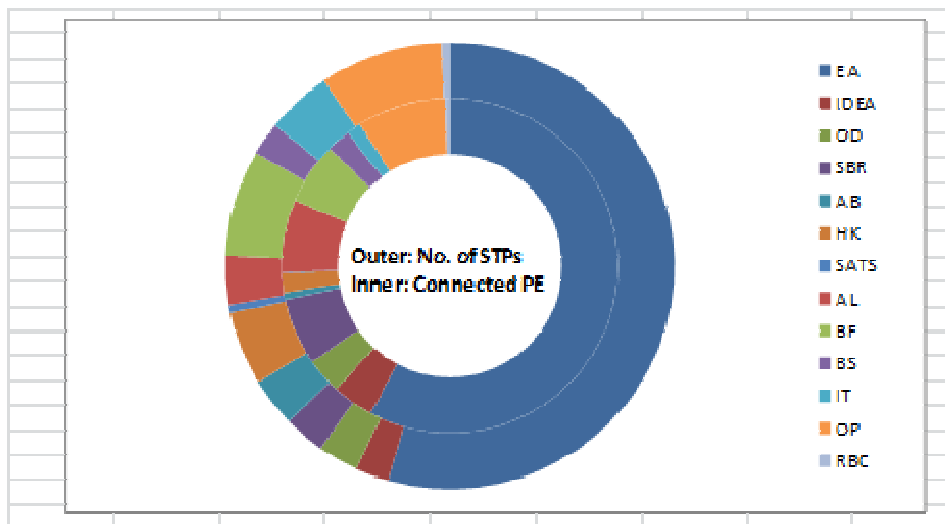


Source: Prepared by the Study Team based on the data of IWK

図Ⅲ-2.1 下水処理場規模別の数と総処理能力

- 高い浄化能力と BOD₅ 除去の安定性で知られる活性汚泥法は、長時間エアレーション法 (EA)、中間静置式長時間エアレーション法 (IDEA)、オキシデーショントリッチ法 (OD)、回分法 (SBR)、Actil Bio 法 (AB)、Hi kleen 法 (HK)、Solar Air 処理法 (SATS) で構成され、数で 72.3%、総処理能力で 74.3%を占める (図Ⅲ-2.2)。

注) AB 法、HK 法、SATS 法は商品名



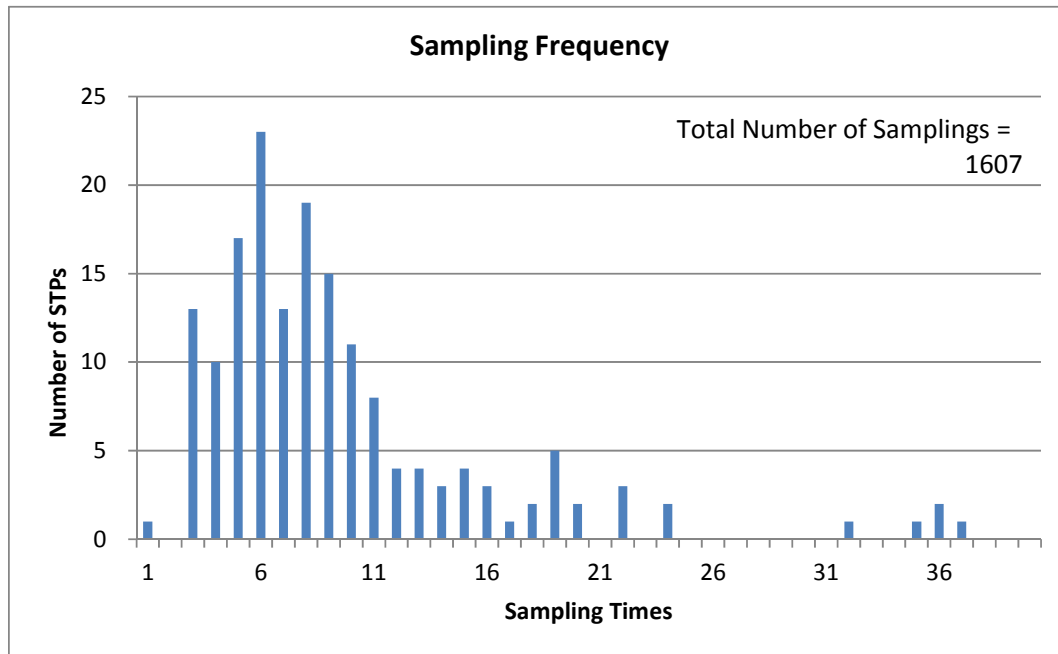
AL:エアレーティッドラグーン法、BF:生物学的ろ過法、BS:生物学的土壌処理法、IT:インホフタンク法、OP:安定化池法、RBC:生物学的回転円板接触法

Source: Prepared by the Study Team based on the data of IWK

図Ⅲ-2.2 処理方式別の下水処理場数と総処理能力

- 長時間エアレーション法が数及び総処理能力ともに群を抜いており、169 下水処理場中 92 STTPs (54.4%)、総処理能力 477,000 PE 中 276,000 PE (57.8%) を占めている。
- 2007 年には調査対象区域にある 169 下水処理場の下水処理水に対して、1,607 回の水質

検査が行われており、平均サンプリング回数は年 9.5 回となるが、**図 III-2.3** に示すように回数は下水処理場によって異なり、年 6 回というのが 23 下水処理場で最も多く、最も多いものは年 72 回行われている。検査対象は、BOD₅、COD、AMN、O&G、SS の 5 項目である。



Source: Prepared by the Study Team based on the data of IWK

図 III-2.3 既存処理場におけるサンプリング頻度

- 調査対象区域では 13 種類の処理方式が下水処理に使われている。処理方式別の下水処理水平平均水質と排水基準への適合状況を **表 III-2.2** に示す（詳細については**付属資料 III-2.1** を参照）。これからも明らかなように AMN 及び O&G の適合状況が極めて悪い。BOD₅ の除去率から見ると、データ数が限られている回転円盤接触法（RBC）と SATS を除くと、HK 法が最も処理能力が高く、これに IDEA、AB が続いている。

表 III-2.2 処理方式別下水処理水平平均水質

(Unit: mg/L)

水質項目	処理方式													排水基準
	EA	IDEA	OD	SBR	AB	HK	SATS	AL	BF	BS	IT	OP	RBC	
BOD ₅	14.1	9.9	20.5	15.0	11.4	8.5	12.8	20.9	37.2	13.4	39.7	27.6	11.8	20
COD	64.3	48.9	72.3	59.3	59.0	45.1	44.0	83.6	119.5	50.3	116.7	99.9	72.4	120
AMN	12.8	11.0	17.9	10.8	15.0	13.6	7.0	21.5	26.8	11.6	28.0	13.4	25.4	10
O&G	9.1	8.4	9.0	7.0	8.8	7.0	14.7	7.3	11.3	8.0	12.7	7.0	4.5	5
SS	28.3	18.0	30.2	22.8	24.2	19.8	5.6	30.9	56.8	17.9	27.3	46.0	28.6	50
No. of STP	92	4	5	5	6	9	1	6	13	4	8	15	1	169

Source: Prepared by the Study Team based on IWK water quality data of sewage effluent in 2007.

Not complied with standards

- 下水処理水排水基準への適合率を水質項目別に見ると、BOD₅ 69.8%、COD 87.0%、NH₃-N 36.9%、O&G 14.8%、SS 84.0%となっており、NH₃-N 及び O&G に対する適合率が極端に悪く、すべてをクリアしている下水処理場は 169 下水処理場中わずか 10 下水処理場 (6.0%) に過ぎない。

表Ⅲ-2.3 水質項目別に排水基準に適合する下水処理場数

Parameter	BOD	COD	AMN	O&G	SS	All
Cheras Batu 11	42	58	25	9	55	5
Cheras Jaya	21	25	15	2	24	-
Kajang 1	24	28	7	9	28	3
Kajang 3	31	36	15	5	35	2
合計	118	147	62	25	142	10
適合率 (%)	(69.8)	(87.0)	(36.9)	(14.8)	(84.0)	(6.0)

Source: Prepared by the Study Team IWK based on the data of IWK

- 下水処理場処理水水質 (mg/L) × Connected PE × 225 (Lpcd) × 10⁻⁶ で計算される公共下水処理場からランガット川に排出される汚濁負荷量は現在、BOD₅ 1,870 kg/day、COD 7,655 kg/day、NH₃-N 1,557 kg/day、O&G 937 kg/day、SS 3,273 kg/day となっている。これらの下水処理場がすべて統合されて新しい下水処理場が建設される場合には、新しい設計基準の設計目標の考え方では、これらをさらに BOD₅ で 42.6%、COD で 15.9%、NH₃-N で 65.6%、O&G で 77.1%、SS で 34.5%削減しなければならない。そうでなくても新しい下水処理水排水基準では 1999 年 1 月以降に建設された既存下水処理場は共同腐敗槽とインホフ槽を除き、2016 年 12 月 31 日までに新基準を遵守することを要求している。

表Ⅲ-2.4 既存下水処理場からの排出負荷量

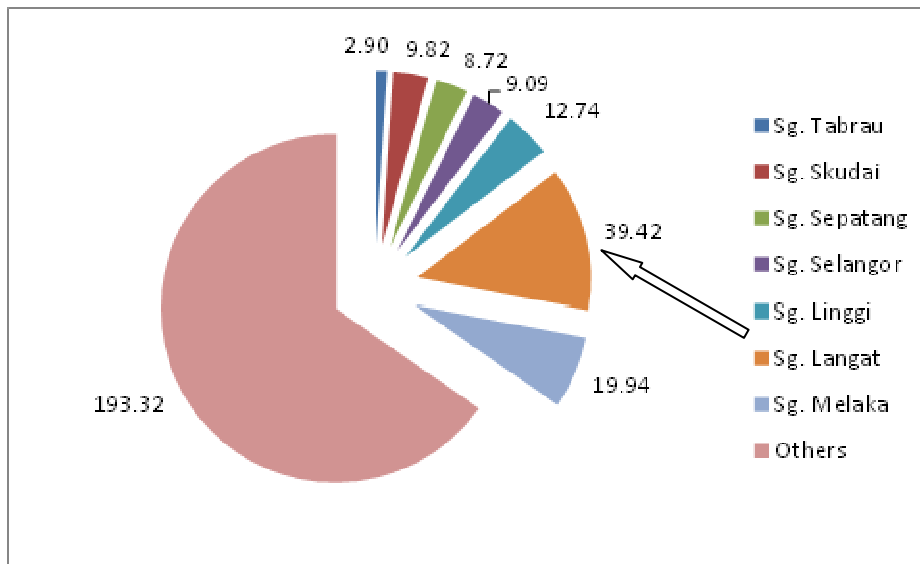
Subcatchment	CPE *1	排出負荷量 *2				
		BOD	COD	AMM	O&G	SS
	(PE)	(g/day)	(g/day)	(g/day)	(g/day)	(PE)
Cheras Batu 11	188,189	751,922	3,000,664	590,516	336,169	1,346,142
Cheras Jaya	108,259	449,165	1,816,310	354,943	247,686	772,371
Kajang 1	69,425	260,453	1,085,297	252,256	134,091	451,336
Kajang 3	110,810	408,532	1,752,589	359,041	218,874	703,439
Total	476,683	1,870,072	7,654,860	1,556,756	936,820	3,273,288
新設計目標値に基づく排出負荷量と削減率						
設計目標値	(mg/L)	10	60	5	2	20
排出負荷量	(g/day)	1,072,537	6,435,221	536,268	214,507	2,145,074
削減率	(%)	42.6	15.9	65.6	77.1	34.5

Source: Prepared by the Study Team based on the data of IWK

*1 CPE は、Connected PE が分かっているものは Connected PE を使い、分かっているものについては Design PE = Connected PE として集計。

*2 排出負荷量 (kg/day) = 下水処理場処理水水質 (mg/L) × Connected PE × 225 (Lpcd) × 10⁻⁶

- IWK は既存下水処理場の改良工事を順次行っており、“Corporate Sustainability Report 2007”によれば、汚濁が深刻なる河川流域に位置する下水処理場の改造・改良のための予算 RM388.88 百万のうちランガット川流域に最も多い RM39.42 百万（10.1%）を配分したことを報じている（**図Ⅲ-2.4** 参照）。



Source: IWK Sustainability Report 2007

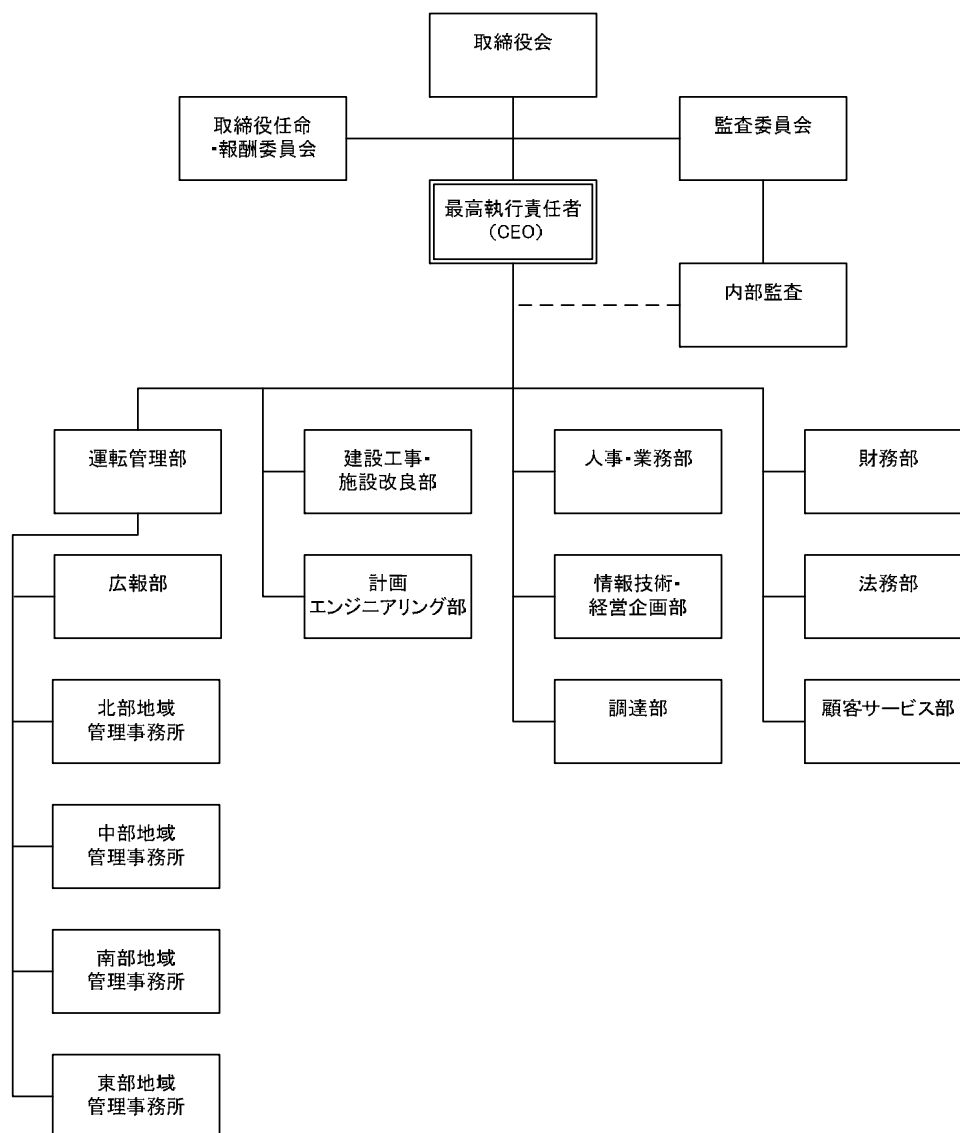
図Ⅲ-2.4 汚濁が深刻な河川流域に位置する下水処理場の改造・改良のための予算配分

2.3 下水道施設維持管理会社 IWK の概要

2.3.1 IWK の組織

調査対象地域の既存下水道施設の維持管理を行っているのは、**第 I 部 2.3** で述べたように財務省の 100% 子会社、IWK である。

IWK の組織を**図Ⅲ-2.5** に示す。



Source: <http://www.iwk.com.my/v/corporate-profile/corporate-structure>

図 III-2.5 IWK の組織図

2010 年における従業員総数は 2,733 人で、本部に 363 人、北部に 748 人、中部に 884 人、南部に 537 人、東部に 211 人が配属されている。このうち女性は 547 人で約 20% を占める。

2.3.2 IWK の財務状況

IWK は上述のとおり、財務省 100% の公営下水道サービス事業体であるが、下水道料金が非常に低廉に設定されているため年々増加する維持管理費を補うことができず、恒常的な赤字体質となっている。この赤字を賄うため毎年政府からの補助金・融資が投入されるコストセンター的な位置にあり、事業会社としては極めて不健全な財務状況にある。IWK の 2006 年から 2009 年にかけての財務諸表の主要項目は以下のとおりである。

表Ⅲ-2.5 損益計算書(Income Statements)

(単位: MR '000)

	2009	2008	2007	2006
収益	713,301	555,043	591,905	517,198
(内、下水道料金等)	(434,298)	(374,801)	(370,850)	(354,564)
(内、政府補助金等)	(250,000)	(150,000)	(194,150)	(140,000)
原価	▲647,073	▲596,343	▲536,991	▲474,366
営業活動に係る利益	66,227	▲41,301	▲54,913	42,832
金利収益及び金融費用	▲99,579	▲90,065	▲83,556	▲76,236
税引前利益	▲33,352	▲131,366	▲28,642	▲33,403
税引後利益	▲33,109	▲131,366	▲27,767	▲33,403

Source: IWK

表Ⅲ-2.6 貸借対照表(Balance Sheets)

(単位: MR '000)

	2009	2008	2007	2006
流動資産	699,547	617,996	631,425	554,148
非流動資産	536,694	542,696	533,777	546,792
資産合計	1,236,241	1,160,692	1,165,175	1,100,940
流動負債	162,839	169,063	144,097	150,605
固定負債	1,693,655	1,578,772	1,476,883	1,378,346
(内、政府からの借入金)	(1,686,074)	(1,575,760)	(1,472,799)	(1,376,697)
負債合計	1,856,493	1,747,835	1,620,980	1,528,951
資本金	100,000	100,000	100,000	100,000
剰余金	▲720,252	▲687,143	▲555,778	▲528,011
資本合計	▲620,252	▲587,143	▲455,778	▲428,011

Source: IWK

表Ⅲ-2.7 キャッシュ・フロー計算書(Cash Flow Statements)

(単位: MR '000)

	2009	2008	2007	2006
営業活動によるキャッシュ・フロー	75,027	▲7,731	105,006	69,751
投資活動によるキャッシュ・フロー	▲24,600	▲33,600	▲16,908	▲19,304
財務活動によるキャッシュ・フロー	▲9,221	▲5,691	▲5,190	▲3,701
現金及び現金同等物の増減額	41,205	▲47,023	82,908	46,746

Source: IWK

政府からの借入金は年々増加してきているが、財務活動によるキャッシュ・フローはキャッシュ・アウトとなっている。これは、政府からの借入金の金利すら支払うことができず、借入元本に金利費用が追加されていることによるものである。従い、IWK 単体としては事業継続可能な収益構造とはなっておらず、下水道料金改定、乱立する非効率な小規模処理場の統合、IWK 組織改革など下水道サービス事業の抜本的な改革が求められる。

2.3.3 下水道料金及び料金請求と徴収

IWK は、公共下水への接続と腐敗槽の汚泥引き抜きに伴い、下水道料金を顧客に請求し徴収している。料金表は、家庭用、工業用、商業用、政府用の 4 つの顧客分類からなっており、それぞれ表Ⅲ-2.8、表Ⅲ-2.9、表Ⅲ-2.10、表Ⅲ-2.11 に示されている。料金設定の考え方は次のとおりである。

- (a) 家庭用料金を低く抑える
- (b) 商業用、工業用、政府用に高い料金を設定することによって家庭用に交差補助を行う
- (c) 慈善団体への免除を行う

家庭用下水道料金（表Ⅲ-2.8）は、住宅の価値に応じた 3 つのカテゴリーのそれぞれに対して固定料金を課している。家庭用料金は、公務員専用の政府職員用住宅にも適用される。政府職員住宅は、クラス A からクラス I までのさまざまなレベルに分類されている。一般家庭のほとんどは、1 ヶ月当たり 6RM（腐敗槽）か 8RM（公共下水）請求されている。請求書は、マレーシア郵便局の子会社で作成され、年 2 回 6 か月分の請求書が郵便局を通じて顧客に送付されている。顧客は、下水道料金を全国 17 箇所の IWK 事務所において現金または銀行小切手で支払うことができる。さらに、郵便局、銀行窓口、自動現金支払機、インターネット・バンキング、クレジットカード等でも支払いを行なうことができる。

表Ⅲ-2.8 家庭用下水道料金

住宅の種類	腐敗槽	公共下水
年間価値 600RM 以上の住宅、及び政府職員専用住宅（グレード A、B、C、D、E）	6.00RM/月 6 ヶ月分請求	8.00RM/月 6 か月分請求
年間価値 600RM 以下の低所得層住宅、及び政府職員専用住宅（グレード F、G、H、I）	2.00RM/月 6 か月分請求	2.00RM/月 6 か月分請求
州自治体により村、新村落、新土地に定められる土地に位置する住宅	3.00RM/月 6 か月分請求	3.00RM/月 6 か月分請求

Source: IWK

表Ⅲ-2.9 工業用下水道料金

建物の種類	腐敗槽	公共下水
下水使用者の人数に基づき計算	2.00RM/人 毎月請求	2.50RM/人 毎月請求

Source: IWK

表Ⅲ-2.10 商業用下水道料金

毎月の基本料金			
区分	年間価値 (RM) *1	基本料金 (RM)	
		公共下水	腐敗槽
1	0 - 2,000	8.00	7.00
2	2,001 - 5,000	14.00	8.00
3	5,001 - 10,000	20.00	14.00
4	10,001 - 20,000	26.00	19.00
5	20,001 - 30,000	29.00	21.00
6	30,001 - 40,000	32.00	23.00
7	40,001 - 50,000	35.00	25.00
8	50,001 - 60,000	38.00	27.00
9	60,001 - 70,000	41.00	29.00
10	70,001 - 80,000	44.00	31.00
11	80,001 - 90,000	47.00	33.00
12	90,001 - 100,000	50.00	35.00
13	100,001 - 200,000	180.00	120.00
14	200,001 - 400,000	495.00	330.00
15	400,001 - 600,000	522.00	348.00
16	600,001 - 800,000	1,980.00	1,320.00
17	800,001 - 1,000,000	2,160.00	1,440.00
18	1,000,001 - 3,000,000	4,320.00	2,880.00
19	3,000,001 - 5,000,000	8,800.00	5,400.00
20	5,000,001 - 7,000,000	9,200.00	6,000.00
21	7,000,001 以上	9,600.00	6,600.00
毎月の超過料金			
水使用量		超過料金	
100 m ³ まで		無料	
100 m ³ 以上		30 sen / m ³	
200 m ³ 以上		45 sen / m ³	

Source: IWK

注: *1. 建物の年間賃借料の見積額

表Ⅲ-2.11 の政府用料金は、政府機関や地方自治体、連邦・州法もしくは法廷で定められた機関によって所有または占有されている建物に適用される。商業用料金は、建物の年間の賃借料の見積によって決められた年間価値に基づいて課される。

表Ⅲ-2.11 政府用下水道料金

毎月の基本料金		毎月の超過料金	
下水サービス	基本料金 (RM)	水使用量	超過料金
公共下水	40.00	100 m ³ まで	No Charge
腐敗槽	25.00	100 m ³ 以上	45 sen/m ³
		200 m ³ 以上	95 sen/m ³

Source: IWK

家庭用料金は、1997年1月以来12年間見直しはなされていない。他のカテゴリーについては、何回かの料金改定がなされてきた。最近では、商業用と政府用に関し2004年8月1日に主に以下のような改定が行われた。

- (a) 商業用のいくつかの基本料金の区分帯が狭められ、10区分から21区分に細分化された。
- (b) 商業用の超過料金が2段階から3段階に見直された。それまで同単価であった100 m³ 以上の水使用量が、100 m³ から200 m³ までと200 m³ 以上に2分割された。2004年8月以前は、100 m³ 以上は45 sen/m³ であったが、それ以降は100 m³ から200 m³ が30 sen/m³、200 m³ 以上は45 sen/m³ 課されることになった。
- (c) 政府用の超過料金が引き上げられた。

2.3.4 Selangor 州における IWK の実績

本節では、下水道セクターの財務構造、並びに Selangor 州における運営上の非効率性に関して直面する課題を審査及び分析する。IWK が直面する鍵となる課題は以下のように二つのカテゴリーに分類される。

(1) 財務上の制約

1) 収入とコスト構造

2009年におけるIWKの収入のRM4.73億は、RM2.50億に及ぶ連邦政府補助金で補完されているが、それでもなお総コストと総収入の間のギャップを賄うには十分でない。下水道料金収入では、総運営コストのRM5.39億、増してや資本的コスト(RM1.61億に及ぶ減価償却費及び支払い利息)を賄うには明らかに不十分である。運営コストは頻繁に開発業者からIWKに移管される公共下水処理場の数につれて増大するので、政府補助金はさらに増大すると見込まれる。**表Ⅲ-2.12**は2009年におけるSelangor州の収入と維持管理費のギャップを示している。

表Ⅲ-2.12 Selangor 州における損益勘定 (2009 年)

損益勘定	RM
収入	160,180,756
経費	217,291,332
EBITDA	(57,110,576)
減価償却	9,036,991
GSL 支払い利息	21,107,425
HP 利息	103,101
政府補助金	80,892,332

Source: IWK

表Ⅲ-2.12 より、Selangor 州は減価償却費及び支払い利息を勘定する以前に置いてすら赤字で運営されている。これは、現行の低い下水道料金では下水処理場で発生する経費を賄うに十分でないことによるものであるという注記は欠かせない。それに加えて、維持費が高く付く小規模下水処理場の急増がまた、経費がかかる原因となっている。

2) 貸倒予想

2009 年に IWK は約 RM0.57 億、すなわち総コストの 7.5% を貸倒予想に積んでいる。一部の使用者は彼らが受けているサービスの程度を認識しないで、下水道サービスへの支払いを拒んでいる。他のユーティリティと異なり、下水道サービスは何かに触ったり、感じたり、臭いをかいだり、使っているという実感を使用者に与えられない。

2009 年 12 月現在、Selangor 州における未払請求書の総残高は RM2.46 億に及び、全国の総残高の約 34% を占めている。RM2.46 億のうち、RM1.69 億、すなわち 89.5% は家庭用、RM0.673 億、9.15% は商業用勘定で、残りは政府用、工業用及びその他の勘定によるものである。平均的に、マレーシアの家庭は下水道サービスに対する支払いを喜ばないようである。表Ⅲ-2.13 に各州の 12 ヶ月間にわたる残高を示す。

表Ⅲ-2.13 支払遅延勘定の残高 (2009 年 12 月現在)

State	Total No. Accts	Outstanding Balance (RM)	No. Accts	Domestic (RM)	No. Accts	Commercial (RM)	No. Accts	Others (RM)
Johor	245,746	60,965,709.25	89.31%	37,880,205.91	9.31%	20,554,811.55	1.37%	2,530,691.79
Kedah	153,091	39,270,493.29	88.78%	26,808,488.93	8.09%	8,408,692.57	3.14%	4,053,311.79
Melaka	105,423	28,280,195.65	87.47%	18,973,386.08	10.74%	8,013,615.12	1.79%	1,293,194.45
Negeri Sembilan	167,149	44,693,498.46	88.28%	33,881,319.26	9.21%	8,608,928.35	2.51%	2,203,250.85
Pahang	70,897	17,376,951.31	84.30%	10,685,050.90	8.81%	4,263,859.07	6.89%	2,428,041.34
Perak	268,949	64,427,947.91	87.89%	43,276,153.95	9.21%	14,862,351.48	2.89%	6,289,442.48
Perlis	12,295	2,213,374.81	78.72%	1,392,205.18	6.95%	317,418.94	14.33%	503,750.69
Pulau Pinang	297,523	76,901,069.16	86.53%	36,750,899.49	10.49%	32,883,157.84	2.98%	7,267,011.83
Selangor	1,030,568	246,224,391.87	89.46%	169,042,691.48	9.15%	67,346,515.33	1.39%	9,835,185.06
Terengganu	26,324	9,960,541.16	81.81%	3,882,060.66	6.59%	1,836,212.68	11.60%	4,242,267.82
WP Labuan	6,906	2,340,114.31	74.12%	621,136.56	11.90%	1,267,377.88	13.97%	451,599.87
WP Kuala Lumpur	363,409	125,183,389.47	73.47%	46,643,540.70	10.27%	62,232,896.68	16.26%	16,306,952.09
WP Putrajaya	9,662	2,137,519.13	25.65%	271,775.80	3.08%	721,736.17	71.27%	1,144,007.16
Total	2,757,942	719,975,195.78	86.17%	430,108,914.90	9.41%	231,317,573.66	4.42%	58,548,707.22

Source: IWK

上下水道サービスの統合に伴って、一括料金請求を行うことにより、貸倒予想金額を軽減することができる。

(2) 運営コストの非効率性

Selangor 州 IWK の非効率性の課題は主に運営面に起因する。以下に詳細分析と IWK 利益における運営上の非効率性の好見本を示す。

1) 運営コストの非効率性

ランガットの主要下水道区の収入と運営コストの計算によれば、**表Ⅲ-2.14** に示すように総運営コストは各下水道区の収入を上回っている。

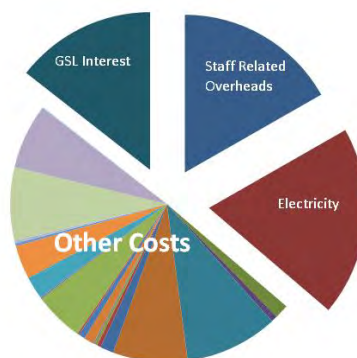
表Ⅲ-2.14 2010 年の収入と総維持管理費の高度な計算結果

Catchment Area	Revenue (RM)	Total O&M Cost (RM)
Kajang 1 & 3	1,958,760	3,307,421
Cheras Jaya	1,488,360	2,312,908
Batu 11	2,144,136	3,408,840
Total	5,591,256	9,029,169

Source: Prepared by the Study Team based on the data of IWK

図Ⅲ-2.6 はランガットの三つの下水道区の運営コストの内訳を示したものである。費用の大半は電力費、人数に関する人件費、政府サービス・ローン（Government Service Loan: GSL）利息である。GSL 利息が高いのは 2009 年 12 月現在連邦政府は IWK に RM2.50 億の補助金を供与していることによる。

新たな PAAB の設立に伴って固定及び不動産資産は PAAB に移管され、オペレーターはもはや資本コストを負担することはなくなる。オペレーターは PAAB に支払能力に基づくある率でリース料を支払って、資産を使用する権利を得る。

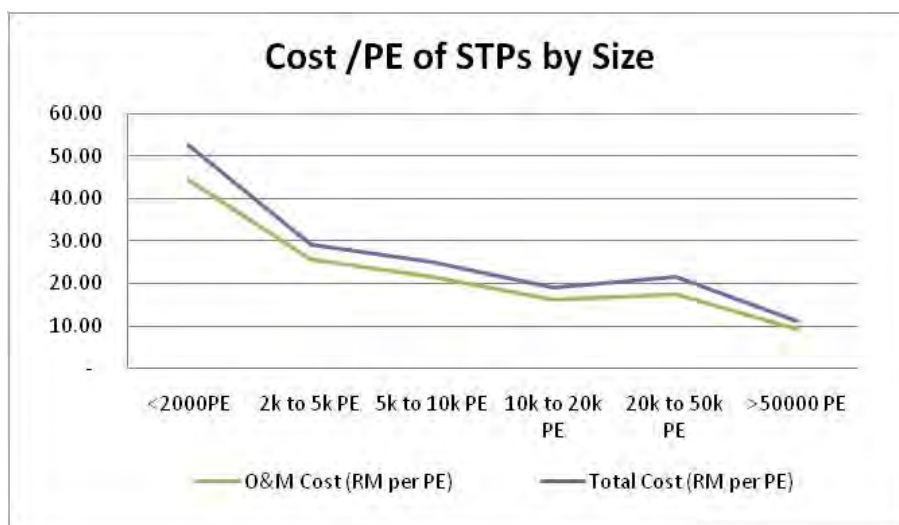


Source: Prepared by the Study Team based on the data of IWK

図Ⅲ-2.6 2009 年のコスト構成内訳

2) 大小下水処理場の維持管理費

多くのタイプ及び規模の異なる下水処理場を運転する PE 当たりコストを解析して、最もコスト効率の良い規模を定めた。2010 年に IWK はランガットで 465,938 PE を処理する 148 下水処理場を維持管理している。IWK の下水道サービスを提供するための平均総コスト（下水管網、ポンプ場、運転停止中の下水処理場及び GSL 利息を除く）は 24.86 RM/PE である。下水処理場の総コストは図 III-2.7 に示すように下水処理場規模が小さくなるに従って増大する。



Source: IWK

図 III-2.7 PE 規模別 PE 当たり年間維持管理費

148 下水処理場のうち、78%は処理能力が 5,000 PE 以下小規模下水処理場である。住宅団地開発を精査すると、多くの場合住戸の建設は比較的小さなブロック・サイズ（すなわち、1 開発当たり 3,000 戸～5,000 戸）に限られていることが分かる。これは、個々の下水処理場の規模に影響を与えており、長年にわたって処理能力の小さい下水処理場の急増をもたらしている。

2,000 PE 未満を処理する小規模処理場は最もコスト効率が悪く、50,000 PE 超を処理する大規模下水処理場に比べて約 4 倍以上の経費がかかる。2,000 PE 未満の小規模下水処理場を維持管理する PE 当たり維持管理費は、RM 52.79 で、これは平均総コスト RM 24.86 すらも超えている。表 III-2.15 は下水処理場規模が小さくなるに従って運転コストが増大することを示している。

表Ⅲ-2.15 IWK 下水処理場の PE 当たり年間コスト

PE Range (PE)	No. of STPs (nos.)	Total PE (PE)	O&M Cost (RM/PE)	Total Cost (RM/PE)
Nil	2			
<2000	3,831	2,778,914	44.48	52.79
2,000 to 5,000	925	2,817,243	25.58	29.19
5,000 to 10,000	386	2,697,157	21.49	24.92
10,000 to 20,000	174	2,352,184	16.18	18.98
20,000 to 50,000	80	2,279,082	17.40	21.59
>50,000	30	5,189,423	9.26	11.26
Total	5,428	18,114,003	21.04	24.86

Source: IWK

表Ⅲ-2.15 の全 5,428 下水処理場のうち、4,251 下水処理場は機械式（エアレーティッド・ラグーンを含む）である。エアレーティッド・ラグーンは機械式処理場に比べて運転コストが安く済むことが分かった。機械式（エアレーティッド・ラグーンを除く）の PE 当たり維持管理費は RM 30.111、一方、エアレーティッド・ラグーンのそれは僅か RM 8.262 で、非機械式下水処理場の RM 15.643 と比べても安い。

以上の分析に基づく鍵となる要点は以下の通り。

- 機械式下水処理場のコストは、2009 年に IWK が要した年間 PE 当たり維持管理費 RM 17.62 よりも高い。50,000 PE 超の下水処理場のみが IWK がかけている現行の PE 当たり維持管理費よりもコスト的に安く運転できる。
- 非機械式下水処理場は、コストは安くなるが、所要面積は機械式下水処理場よりも大きく、クラス A の BOD₅ 排出基準要求を満たさないことがある。
- 小規模下水処理場は PE 当たり維持管理費が増大するので効率的ではない。

3 既往の関連調査レポート

3.1 ランガット川上流域下水道整備計画

Upper Langat の Langat 川流域における下水道整備計画に関しては、2009 年 11 月に完成した”Sewerage Catchment Planning and Sludge Management Strategy Study for Upper Langat Basin” by Antara Jurutera Perunding Sdn Shd (以下 Antara Report という) が最新のものである。

これによれば下水道計画は、対象地域を Langat, Cheras, Kajang, Bandar Baru Bangi (BBB), Semenyih, Beranang, Bangi South の 7 Catchment に区分し、これらを表Ⅲ-3.1 に示すように Subcatchment に細分して、都合 15 統合下水処理場 (Centralised Sewage Treatment Plants: CSTPs) の建設を提案している。

表Ⅲ-3.1 Upper Langat における下水道計画

Catchment	Subcatchment	Sewerage Type	Population Equivalent (PE)	Treatment Capacity (PE)
Kajang	Kajang 1	CSTP	190,358	200,000
	Kajang 2	CSTP	52,860	60,000
	Kajang 3	CSTP	187,373	200,000
Langat		CSTP MPS	229,748	237,000
Cheras	Cheras Batu 11	CSTP	285,147	300,000
	Cheras Jaya	CSTP	247,375	250,000
	Cheras East	MPS (1 CSTP + 3 STPs)	264,517	300,000
Bandar Baru Bangi (BBB)	BBB North	CSTP	156,450	157,000
	BBB South	CSTP *1	541,476	150,000
Semenyih	(Phase 1)	CSTP	470,457	120,000
	(Phase 2)	CSTP		75,000
	(Phase 3)	CSTP		85,000
	(Phase 4)	CSTP		33,000
Beranang		CSTP	253,224	260,000
Bangi South		CSTP *2	86,073	38,000
Total		15 CSTPs	2,965,058	2,205,000

Source: Antara Report

CSTP: Centralised Sewage Treatment Plant

MPS: Multi Point System

*1 Sewerage catchment strategy for BBB South is no clear in the Antara Report. The proposed CSTP (HLT006) caters 150,000 PE only out of a total PE of 541,476.

*2 The proposed CSTP caters 38,000 PE only out of a total PE of 86,073.

一方、汚泥処理については、表Ⅲ-3.2 に見られるように Cheras East (Cheras Batu 11 へ移送) と Beranang (Semenyih に移送) を除き、長期的には個々の Catchment/Subcatchment に

おける汚泥処理を目指している。

表Ⅲ-3.2 Upper Langat における長期的汚泥処理計画

Catchment	Subcatchment	Sludge Treatment Facility	Estimated Sludge Production in 2035 (m ³ /year)
Kajang	Kajang 1	Kajang 1 CSTF	76,143
	Kajang 2	Kajang 2 CSTF	21,144
	Kajang 3	Kajang 3 CSTF	74,949
Langat		Langat CSTF (HLT094)	91,899
Cheras	Cheras Batu 11	Cheras Batu 11 CSTF	114,059
	Cheras Jaya	Cheras Jaya CSTF	98,950
	Cheras East	To Cheras Batu 11 CSTF	105,807
Bandar Baru Bangi (BBB)	BBB North	BBB CSTF (HLT217)	62,580
	BBB South		216,590
Semenyih		Semenyih CSTF (HLT287)	188,183
Beranang		To Semenyih CSTF (HLT287)	101,290
Bangi South		Bangi South CSTF	34,429
Total			1,186,023

Source: Antara Report

3.2 Kajang 2 統合下水処理場建設計画

Antara Report で提案された 15 統合下水処理場のうち Kajang 2 統合下水処理場 はすでに実施段階にあり、下水処理水排水基準 A を満足する回分式活性汚泥法 (SBR) による処理能力 150,000 PE の処理施設及び下水管渠の建設に係る入札が行われ、2011 年末現在コントラクターが選定された状況にある。

この Kajang 2 統合下水処理場の対象区域は Antara Report のものよりも拡張されており、Kajang 3 の一部、Bandar Bar Bangi South の Section 5、及び Kajang 2 の拡張区域を含んでいる (表Ⅲ-3.3 参照)。すなわち、Antara Report の内容は実施段階においてすでに一部見直しが行われている。

表Ⅲ-3.3 Kajang 2 統合下水処理場の追加区域

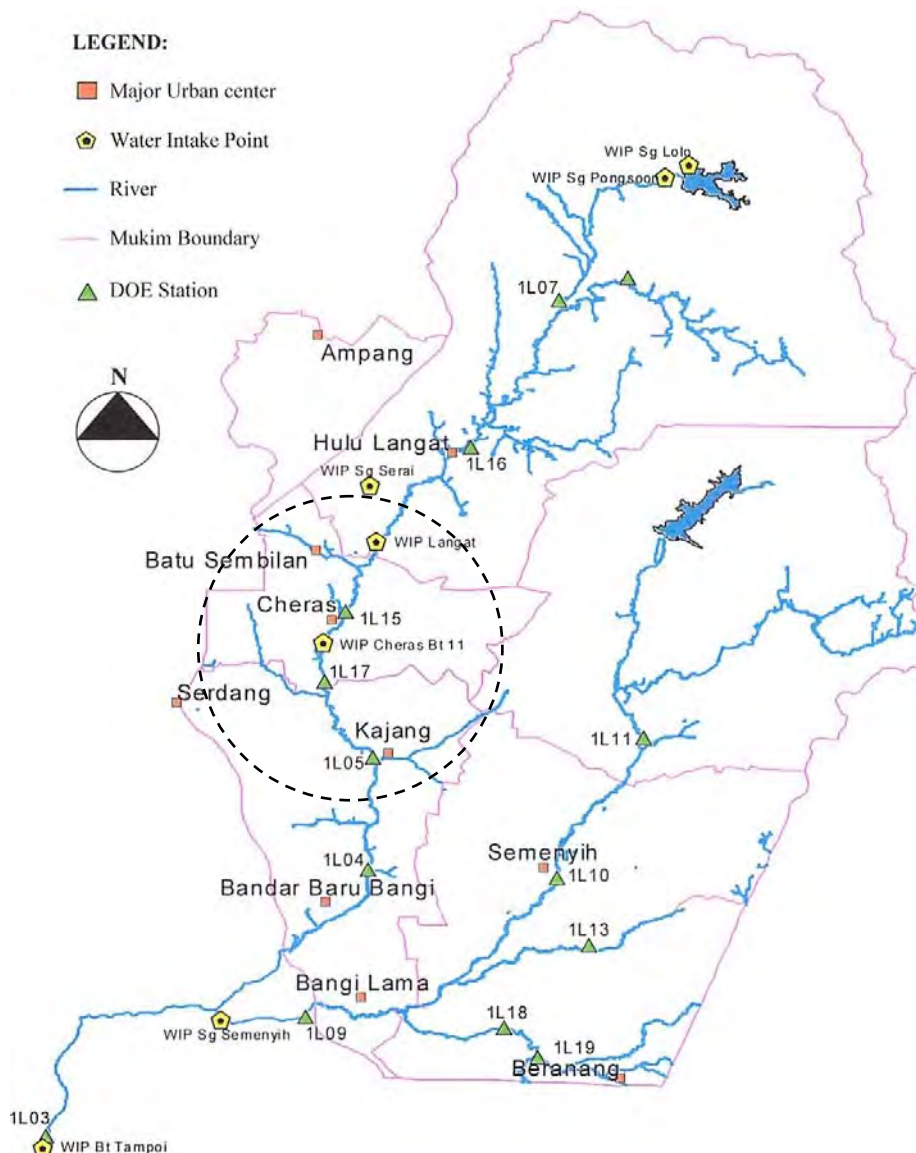
ASSET NO	CONNECTED PE	DESIGN PE	CATEGORY	Subcatchment	CPE (2010)	DPE (2035)
HLT007	200	3,190	AL	BBB-S (Sec.5)	200	3,190
HLT070	200		NPS	BBB-S (Sec.5)	200	200
HLT131	1,905	1,140	IT	BBB-S (Sec.5)	1,905	1,140
HLT150	2,295	6,200	EA	BBB-S (Sec.5)	2,295	6,200
HLT165	5,750	35,000	SBR	BBB-S (Sec.5)	5,750	35,000
HLT241	275	3,000	EA	BBB-S (Sec.5)	275	3,000
HLT297	825	1,100	NPS	BBB-S (Sec.5)	825	1,100
					11,450	49,830
HLT244	3,840	2,500	EA	Kajang 2 Ext.	3,840	2,500
					3,840	2,500
HLT015	675		SBR	Kajang 3	675	675
HLT016	1,000		OP	Kajang 3	1,000	1,000
HLT018	300		OP	Kajang 3	300	300
HLT060	8,000		BF	Kajang 3	8,000	8,000
HLT077	185	10,900	EA	Kajang 3	185	10,900
HLT093	11,000		EA	Kajang 3	11,000	11,000
HLT116	3,090		EA	Kajang 3	3,090	3,090
HLT151	2,340	17,200	EA	Kajang 3	2,340	17,200
HLT156	340	4,500	BF	Kajang 3	340	4,500
HLT215	9,440	4,350	EA	Kajang 3	9,440	4,350
HLT246	1,390	5,250	EA	Kajang 3	1,390	5,250
HLT264	2,352	4,010	EA	Kajang 3	2,352	4,010
HLT289	545	4,900	EA	Kajang 3	545	4,900
			Subtotal		40,657	75,175
			Total		55,947	127,505

Source: JPP Kajang 2 Centralised Sewage Treatment Plant Engineering Report, January 2011

4 水質環境の状況

4.1 ランガット川における水利用の状況

ランガット川上流域には表Ⅲ-4.1 及び図Ⅲ-4.1 に示すように 8 ヶ所に水道取水地点 (Water Intake Point: WIP) があり、このうちランガット川本流にある Cheras WIP 周辺においては急速に都市化が進行しており、Bukit Tampoi WIP で都市部から離れた下流部にある。最も重要な Langat WIP はランガット川の Cheras WIP の上流に、Semenyih WIP はランガット川支流の Semenyih 川にあるが、いずれも都市化が進行している区域より外れている。



Source: Antara Jerutera Perunding Sdn Bhd, "Sewerage Catchment Planning and Sludge Management Strategy Study for Upper Langat River Basin", November 2009

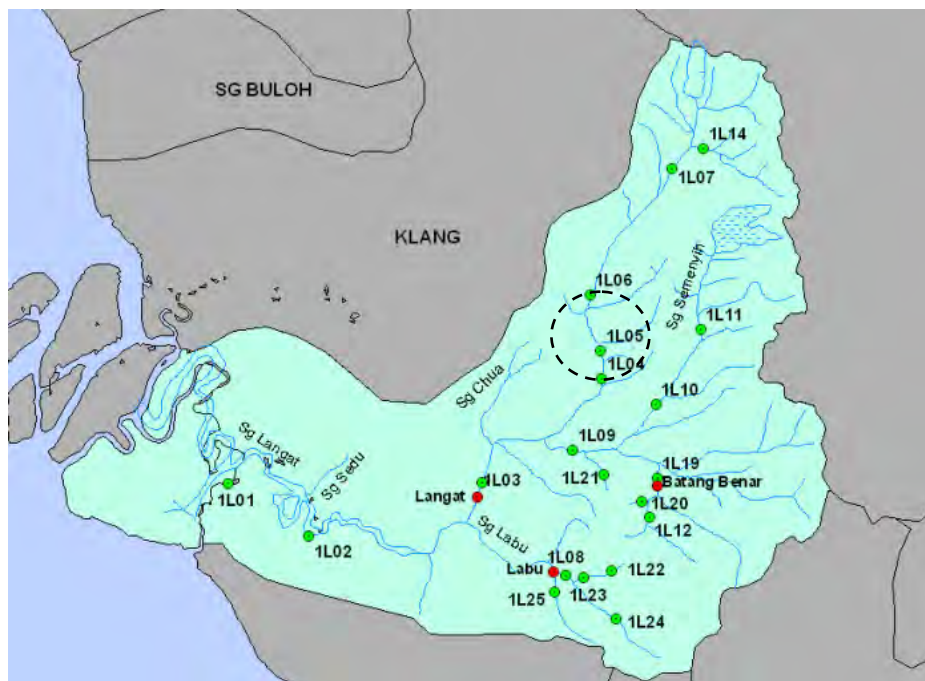
図Ⅲ-4.1 ランガット川流域における水道取水地点

表Ⅲ-4.1 ランガット川上流域における水道取水地点

	WIP	Nominal Capacity (MLD)	Water Sources	District
1	Pangsoon	1.82	Langat River	Ulu Langat
2	Lolo	0.41	Langat River	Ulu Langat
3	Serai	0.90	Langat River	Ulu Langat
4	Langat	4.54	Langat River	Ulu Langat
5	Cheras	27	Langat River	Ulu Langat
6	Semenyih	636	Semenyih River	Ulu Langat
7	Bukit Tampo	28	Langat River	Ulu Langat

Source: Antara Jerutera Perunding Sdn Bhd, "Sewerage Catchment Planning and Sludge Management Strategy Study for Upper Langat River Basin", November 2009

ランガット川には図Ⅲ-4.1 及び図Ⅲ-4.2 に示すように環境局（Department of Environment: DOE）の水質観測地点が河口から最上流まで置かれている。



Source: ASMA Website

図Ⅲ-4.2 ランガット川流域における DOE 水質観測地点

これらの観測地点における 2005 年～2009 年の水質変化には以下の傾向が見られる。

4.2 ランガット川の流下方向における水質変化

1L07 地点における BOD₅ は毎年 1.8～2.3 mg/L の範囲にある。Langat における現況人口のほとんどは観測地点の下流に居住しているので、人為的汚染のない自然負荷による濃度を

示していると考えられる。IL16 地点もまだ人為的汚染の少ない状況に置かれており、水質的傾向は IL07 地点に類似している。



Source: Prepared by the Study Team based on the data of ASMA

図Ⅲ-4.3 ランガット川流下方向における水質変化（2005年～2009年）

WIP Cheras Batu 11 の下流約 100m にある IL15 地点では、処理下水、未処理下水、雑排水流入の影響を受けて、水質は急激に悪化し、次の IL05 地点（Langat 川と Jeloh 川との合流点下流）もしくは IL04 地点（Bandar Baru Bangi）で、BOD₅、COD、NH₃-N はそのピークに達している。2009 年は IL15 地点でいずれも水質のピークが見られる。

2005 年～2007 年には水質改善傾向が見られたが、2007 年～2009 年には再び悪化し始め。生活排水に由来する有機性汚染を示す BOD₅ 及び NH₃-N にとくにその傾向が強い。

Semenyih 川合流後の IL03 地点から下流は河口に至るまでは大きな市街地もないため希釈と河川の自浄作用により水質は改善傾向されている。

4.3 ランガット川の 1L15 地点における水質変化

ランガット川の 1L15 地点は Jeloh 川との合流点上流にあり、Langat, Cheras Batu 11, Cheras Jaya, Cheras East, Kajang 1 及び Kajang 3 からの処理下水、未処理下水、雑排水による汚濁負荷量の影響を表している。このため、前述したようにランガット水系の中では水質が最も悪い。



Source: Prepared by the Study Team based on the data of ASMA

図Ⅲ-4.4 ランガット川 1L05 水質観測地点における水質変化（2005 年～2009 年）

- 2005 年～2007 年の月間水質変動にはやや改善の傾向が見られるが、2007 年～2009 年になると逆に悪化の傾向が見られる。
- 各水質項目とも年間変動が激しく季節的特徴をつかむことが難しいが 2007 年～2009 年においては 8 月に悪化のピークが来ている。
- WQI による汚染状況は Polluted (P) が 2005 年 9 回、2006 年 2 回、2007 年 4 回、2008 年

4回、2009年2回で、残りはすべて Slightly polluted (SP)となっている。

- 水質等級に関しては Class IV の判定は 2005 年 3 回、2008 年 2 回、2009 年 1 回で、残りはすべて Class III となっている。
- National Water Quality standards for Malaysia によれば水道用水としての使用については、Class II は Conventional treatment required で通常の凝集沈殿+砂ろ過で対応可能であるが、Class III では Extensive treatment required となり、付加的な処理が必要である。Class IV になると水道用水としての使用は想定されていない。Cheras Batu 11 浄水場では 1998 年以降、高濃度の NH₃-N、O&G、ディーゼル油、化学薬品によって 50 回以上の取水停止を余儀なくされており、ランガット川の水質の改善及び安定化は緊急の課題となっている。

5 下水道計画

5.1 下水道計画対象区域

下水道計画対象区域は、Antara Report で述べられている Cheras and Kajang Sewerage Catchments のうち、KeTTHA とも協議の結果、人口の増大が著しい Cheras Batu 11, Cheras Jaya, Kajang 1, Kajang 3 の sewerage subcatchment とする。このうち統合下水処理場建設工事が入札段階にある Kajang 2 の計画区域に編入される Kajang 3 の一部区域は除外する。

5.2 計画人口

Antara Report では、2005 年の Census Program に基づいて、2035 年までの人口を表Ⅲ-5.1 のように予測している。一方、2010 年については Census 2010 の調査結果が District レベルですでに公表されているので、これを利用して Antara Report の 2010 年予測結果との検証を行う。

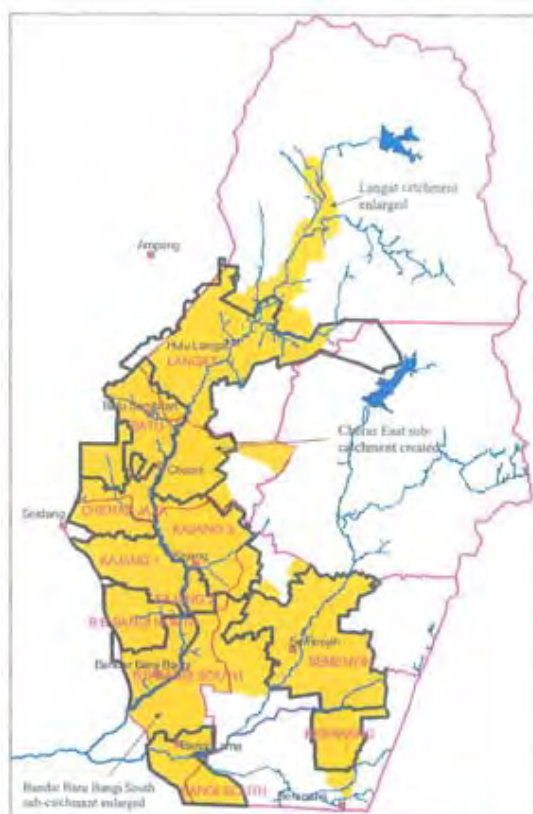
Census 2010 によれば、Kajang District で 298,500 人、Cheras District で 261,200 人、合わせて 559,700 人となっている。Census でいう Kajang、Cheras District は下水道計画で使われる Sewerage catchment の Kajang、Cheras と境界を異にする。図Ⅲ-5.1 は Census で用いられる District と下水道計画で使われる Subcatchment の area の関わりを示したもので、これより、Cheras District は Cheras Batu 11、Cheras Jaya、Cheras East、Kajang 3 の Sewerage Sub-catchment の一部または全部より構成され、一方、Kajang District は Cheras Jaya、Kajang 1、Kajang 2、Kajang 3、BBB North、BBB South、Bangi South、Semenyih の一部または全部を包含していることが分かる。

表Ⅲ-5.1 Antara Report による将来予測人口

Catchment	Population						
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035
Langat	58,100	65,944	73,857	82,350	91,409	101,007	111,107
Cheras							
Cheras Bt 11	76,024	91,989	110,847	133,016	158,289	186,781	218,534
Cheras Jaya	69,461	84,048	101,277	121,533	144,624	170,656	199,668
Cheras East	57,605	69,702	83,990	100,789	119,938	141,527	165,587
Sub-Total	203,090	245,739	296,114	355,338	422,851	498,964	583,789
Kajang							
Kajang 1	62,775	69,366	75,956	82,792	89,829	97,016	104,292
Kajang 2	31,125	34,393	37,661	41,050	44,539	48,102	51,710
Kajang 3	79,199	87,515	95,829	104,453	113,332	122,398	131,578
Sub-Total	173,099	191,274	209,446	228,295	247,700	267,516	287,580
Bandar Baru Bangi							
BBB North	92,677	99,628	106,104	111,940	117,537	122,826	127,739

BBB South	126,307	135,781	144,606	152,560	160,188	167,396	174,092
Sub-Total	218,984	235,409	250,710	264,500	277,725	290,222	301,831
Semenyih	66,400	83,996	103,735	127,075	154,397	186,820	225,118
Beranang	15,800	16,274	16,762	17,265	17,783	18,317	18,866
Bangi South	46,527	50,017	53,268	56,198	59,008	61,663	64,129
Total (Report)	782,000	888,651	1,003,891	1,131,020	1,270,872	1,424,509	1,592,420

Source: Antara Report



Source: Antara Report

図III-5.1 Census Districts と Sewerage Catchment/subcatchment 区分の関係

ここで、各 Sub-catchment 内では人口密度は一様であると仮定して、Antara の Sub-catchment の人口をおおよその面積比で Cheras District と Kajang District に配分すると表III-5.2 のようになり、これより次のことが言える。

- Antara Report の Cheras + Kajang の 2010 年予測人口は 656,500 人で、Census 2010 人口 559,700 人を約 97,000 人上回っている。
- Antara Report の Cheras District と Kajang District への人口配分は適正さに掛ける。すなわち、Antara の Cheras District の人口は Census 人口を約 66,000 人下回り、逆に Kajang District では約 163,000 人上回っている。

このように 2010 年における Antara Report の人口予測と Census 2010 の乖離は大きいので、Census の実際人口に合わせて Antara Report の人口予測を補正することが提案される。

表Ⅲ-5.2 Antara Report 予測人口と Census 2010 の関係

Catchment	Population by Antara	Population Distribution in Census District				
		Ulu Langat	Cheras	Kajang	Semenyih	Beranag
Langat	65,944	100% 65,944				
Cheras						
Cheras Bt 11	91,989	10% 9,199	90% 82,790			
Cheras Jaya	84,048		40% 33,619	60% 50,429		
Cheras East	69,702		100% 69,702			
Sub-Total	245,739	9,199	186,111	50,429	0	0
Kajang						
Kajang 1	69,366			100% 69,366		
Kajang 2	34,393			100% 34,393		
Kajang 3	87,515		10% 8,752	80% 70,012	10% 8,752	
Sub-Total	191,274	0	8,752	173,771	8,752	0
Bandar Baru Bangi						
BBB North	99,628			100% 99,628		
BBB South	135,781			80% 108,625	20% 27,156	
Sub-Total	235,409	0	0	208,253	27,156	0
Semenyih	83,996			5% 4,200	95% 79,796	
Beranang	16,274					100% 16,274
Bangi South	50,017			50% 25,009		50% 25,009
Total	888,653	75,143	194,863	461,662	115,704	41,283
Census 2010 Population	707,800	64,300	261,200	298,500	68,000	15,800
Difference	180,853	10,843	-66,337	163,162	47,704	25,483
Cheras + Kajang			656,525			

Source: Prepared by the Study Team

Antara Report の予測人口を以下の方法で補正した結果を表Ⅲ-5.3 に示す。

- 1) 過去の Census 人口に基づいて District 別に 2035 年までの人口予測を行う。
- 2) 各年度における District に関わる sewerage catchment/subcatchment の人口比率は Antara Report のものと変わらないとして、配分を行う。

表Ⅲ-5.3 Antara Report の人口予測の補正

Catchment	Adjusted Antara Population Projection						Antara 2035
	2010	2015	2020	2025	2030	2035	
Langat	56,500	63,500	70,400	78,700	86,400	93,100	111,107
Cheras	290,000	328,000	381,000	420,100	466,000	521,600	583,789
Cheras Bt 11	118,800	132,900	152,700	170,500	189,200	209,400	218,534
Cheras Jaya	77,700	91,400	109,100	116,300	128,600	148,300	199,668
Cheras East	93,500	103,700	119,200	133,300	148,200	163,900	165,587
Kajang	129,300	147,600	164,800	185,600	204,600	221,300	287,580
Kajang 1	44,800	52,100	58,700	65,400	72,000	78,700	104,292
Kajang 2	22,100	25,900	29,200	32,500	35,800	39,100	51,710
Kajang 3	62,400	69,600	76,900	87,700	96,800	103,500	131,578
Bandar Baru Bangi	150,600	167,800	182,000	210,400	231,700	243,800	301,831
BBB North	64,500	72,400	79,300	90,900	100,200	106,300	127,739
BBB South	86,100	95,400	102,700	119,500	131,500	137,500	174,092
Semenyih	49,600	59,100	69,600	73,600	80,900	92,400	225,118
Beranang	6,200	6,400	6,700	7,100	7,400	7,700	18,866
Bangi South	25,700	28,600	30,600	34,200	37,200	39,000	64,129
Total	707,900	801,000	905,100	1,009,700	1,114,200	1,218,900	1,592,420
Total (CB, CJ, K1, K3)	303,700	346,000	397,400	439,900	486,600	539,900	654,072

Source: Prepared by the Study Team

5.3 計画 PE

Antara Report では表Ⅲ-5.4 に示すように計画 PE を、①Census データ、②開発計画データ、③土地利用計画データに基づいて予測し、そのうち最小の計画 PE を与える土地利用計画に基づく予測を採用している。

表Ⅲ-5.4 Antara Report における計画 PE 予測

	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035
Census Data	931,711	1,456,264	1,865,574	2,213,280	2,503,362	2,773,593	2,996,749
Submission Data	782,000	1,283,942	1,735,689	2,137,243	2,488,602	2,789,767	3,040,738
Landuse Data (Recommended)	906,448	1,249,549	1,592,651	1,935,753	2,278,854	2,621,956	2,965,058

Source: Prepared by the Study Team

しかし、Antara Report は計画人口に計画 PE 換算係数 0.919~1.250 を掛けて計画 PE を求める過程で違算を生じている。Antara Report の説明によれば、2035 年において計画 PE は全体計画人口の 1,595,420 人はほぼ等しくなるはずであるが、実際の全体計画 PE は 2,996,749 人となっていて、結果的に計画 PE 換算係数は平均で 1.878 を使用していることになる。

人口増加による都市の発展に伴って学校、病院、レストラン等の業務施設の拡大するこ

とは一般に認められるところであり、Antara Report が言うように目標年度に計画人口に等しくなるのではなく、Cheras、Kajang のような発展の著しいところでは将来とも高い業務 PE 比率が維持されると考えるべきである。このため、Cheras Batu 11、Chera Jaya、Kajang 1、Kajang 3 については換算係数を 1.5 として計画 PE を表Ⅲ-5.5 のように予測した。

表Ⅲ-5.5 Antara Report の計画 PE の補正

Catchment	Modified Population Equivalent						Antara 2035
	2010	2015	2020	2025	2030	2035	
Cheras Bt 11	178,200	199,400	229,100	255,800	283,800	314,100	285,147
Cheras Jaya	116,600	137,100	163,700	174,500	192,900	222,500	247,375
Kajang 1	67,200	78,200	88,100	98,100	108,000	118,100	190,358
Kajang 3	93,600	104,400	115,400	131,600	145,200	155,300	187,373
Total	455,600	519,100	596,300	660,000	729,900	810,000	910,253

Source: Prepared by the Study Team

しかし、2011年7月26日及び8月4日のIWK Central Region Office の Planning 責任者との以下の協議に基づいて計画 PE を修正した。

- 1) Kajang 1 は開発が遅れているが今後の発展が期待できるので、計画 PE は予測よりも増やすべきである。
- 2) 既存の公共及び民間下水処理場の計画 PE は比較的信頼できる今後の発展ポテンシャルを示している。したがって、2035年のKajang 3の計画 PE は表Ⅲ-2.1より求められる既存下水処理場及び個別腐敗槽の計画 PE の合計 196,900 PE に等しいかそれ以上とする
- 3) 4 処理区の総計画 PE は 835,000 PE とする。

計画 PE の修正は以下のステップを踏んで行った。

ステップ 1 表Ⅲ-5.5 の Cheras Batu 11 と Cheras Jaya の計画 PE はそのままとする。

ステップ 2 Kajang 3 の東南部の一部は、表Ⅲ-3.3 に示すようにすでに在建設工事は始まっている Kajang 2 統合下水処理場の処理区域に編入される。このため 71,200 PE を Kajang 3 の計画 PE の 196,900 PE から差し引くことができ、125,800 PE となる。

ステップ 3 この 125,800 PE を 2035年のKajang 3の計画 PE とする。

ステップ 4 Cheras Batu 11、Cheras Jaya、Kajang 1 及び Kajang 3 の 2035年の合計が 835,000 PE となるように Kajang 1 の計画 PE を設定する。

ステップ 5 Kajang 1 と Kajang 3 の中間年次を比例補完により決定する。

表Ⅲ-5.6 は上記修正後の最終計画 PE を示している。

表Ⅲ-5.6 最終計画 PE

Catchment	Final Population Equivalent						DPE of Existing STPs & ISTs
	2010	2015	2020	2025	2030	2035	
Cheras Bt 11	178,200	199,400	229,100	255,800	283,800	314,100	293,811
Cheras Jaya	116,600	137,100	163,700	174,500	192,900	222,500	146,928
Kajang 1	74,500	119,900	114,300	133,700	153,100	172,600	102,476
Kajang 3	93,600	62,700	103,600	113,900	121,600	125,800	125,754
Total	462,900	519,100	610,700	677,900	751,400	835,000	668,969
Incl. ground water infiltration	510,000	570,000	670,000	750,000	830,000	920,000	

Source: Prepared by the Study Team

5.4 計画下水量

(1) PE 当たり一日下水量

PE 当たり一日下水量は、「マ」国の下水道施設基準では 225 L/PE・day となっている。セランゴール州の 1 人一日平均使用水量実績 232～234 L/capita・day (2007～2008 年) とほぼ同等であり、妥当な値と考えられる。

(2) 不明水量

地下水が侵入しないように施工することはもちろんであるが、現実的に皆無にすることはできない。下水管に流入する不明水量は、「マ」国の下水道施設基準に従って、PE 当たり一日下水量の 10% とする。

(3) 雨天時一日ピーク下水量 (PWWF)

下水管渠及びポンプ場の設計に用いるピーク一日下水量は、「マ」国の下水道施設基準に従って、一日平均下水量に次式で求められるピーク下水量係数を乗じたものとする。

$$\text{Peak Flow factor (PFF)} = 4.7 / [\text{PE} / 1000]^{0.11}$$

(4) 計画下水量

Cheras Batu 11, Chera Jaya, Kajang 1, Kajang 3 を対象区域とする統合下水処理場の計画下水量を表Ⅲ-5.7 に示す。

表Ⅲ-5.7 統合下水処理場計画下水量

(Unit: m³/day)

	2010	2015	2020	2025	2030	2035
Daily average sewage flow	115,000	128,000	151,000	169,000	187,000	207,000

Source: Prepared by the Study Team

5.6 下水道計画設計基準

下水道計画のための設計基準は“Malaysian Sewerage Industry Guidelines Volume III – Sewer Network & Pump Stations (3rd edition)”に定める以下の基準に準拠する。

(1) 下水管

表Ⅲ-5.8 推奨される下水管の管種と仕様

管材	適用管径 (mm)	仕様
陶管 (VC)	100~450	MS1061、BS EN295-3
鉄筋コンクリート管 (RC)	450~2,400	MS881、BS5911
ダクタイル鋳鉄管 (DI)	100~700	BS EN598
鋼管	3,000 以下	BS534

Source: Malaysian Sewerage Industry Guidelines Volume III: Sewer Networks & Pump Stations

表Ⅲ-5.9 推奨される下水管の管種と要求事項

流下方式及び管材	適用管径 (mm)	ライニングその他の要求事項
自然流下		
陶管 (VC)	すべての利用可能なサイズ	
鉄筋コンクリート管 (RC)	600mm 以上	要ライニング
ダクタイル鋳鉄管 (DI)	すべての利用可能なサイズ	要ライニングと塗装 埋設部にはポリエチレンスリーブが要求される 高強度が要求されるときに使用
圧力管		
ダクタイル鋳鉄管 (DI)	すべての利用可能なサイズ	要ライニングと塗装 埋設部にはポリエチレンスリーブが要求される
鋼管	700mm 以上 SSD の承認した要求事項	要ライニングと塗装

Source: Malaysian Sewerage Industry Guidelines Volume III: Sewer Networks & Pump Stations

1) 自然流下下水管

最小管径	225 mm
	150 mm (取付管)
管内流速	0.8 m/sec (満管流) ~4.0 m/sec (ピーク流量時)
最小土被り	1.2 m
流速公式	Manning の式

$$V = (R^{2/3} S^{1/2}) / n$$

V = 管内流速

S = 動水勾配

R = 径深

n = Manning 粗度係数 (表Ⅲ-5.10)

表Ⅲ-5.10 Manning 粗度係数

管材	Manning 粗度係数 n	
	良い条件下	悪い条件下
無塗装鉄管	0.012	0.015
塗装鉄管	0.011	0.013
ダクタイル鉄管	0.012	0.015
陶管	0.010	0.017
コンクリート管	0.012	0.016

Source: Malaysian Sewerage Industry Guidelines Volume III: Sewer Networks & Pump Stations

2) 圧送管

最小管径	100 mm
管内流速	0.8~3.0 m/sec (圧送管流速)
最大管内滞留時間	2 時間
流速公式(2)	Hazen-williams の式
	$h_f = 6.82 (V / C)^{1.85} (L / D)^{1.167}$
	h_f = 摩擦損失
	C = Hazen-Williams 係数 (表Ⅲ-5.11)
	V = 管内流速
	D = 換算管径
	L = 管の長さ

表Ⅲ-5.11 Hazen-Williams 係数 C

管材	Hazen-Williams 係数 C
真っ直ぐで滑らかな最高品質の管	130~140
滑らかな石造り	120
陶管	110
古い鉄管	100
悪い条件下にある古い鉄管	60~80

Source: Malaysian Sewerage Industry Guidelines Volume III: Sewer Networks & Pump Stations

3) マンホール

マンホール径 表Ⅲ-5.12 による

表Ⅲ-5.12 マンホール寸法

マンホール蓋の高さから管頂高 (内面) までの深さ (m)	マンホールに接続する管の 最大径 (mm)	最小内面寸法 (mm)
<1.5	<150	1,000
	225~300	1,200
	375~450	1,350
	525~710	1,500
	820~900	1,800
	>900	現場の状況に基づく設計者の 要求による
≥1.5	≤300	1,200
	375~450	1,350
	525~710	1,500
	820~900	1,800
	>900	現場の状況に基づく設計者の 要求による

Source: Malaysian Sewerage Industry Guidelines Volume III: Sewer Networks & Pump Stations

マンホール間隔 100m 以内 (管径 1.0m 以下)
 150m 以下 (管径 1.0m 超)

(2) ポンプ場

マレーシアの設計基準では、5,000 PE 以上の計画に対しては槽外分離型のポンプ場を推奨している。ただし、水中無閉塞インペラ型ポンプの使用も 5,000 PE までのポンプ場については認めている。

大規模ポンプ場 (20,000 PE 以上) については、ポンプ計画能力は時間最大流量の 25% とし、それぞれ 4 台の予備、2 台の補助からなる 6 台のポンプを保有することにより 50% 予備を達成する (5,000 PE 以下については、ポンプはピーク流量に対し 100% のポンプと 100% の予備とする) (表Ⅲ-5.13 参照)。

表Ⅲ-5.13 ポンプ場設計基準抜粋

パラメーター	単位	5,000<PE<20,000	PE>20,000
構造		Wet-well / dry-well up to 10,000 PE	Wet-well and dry-well
ポンプ台数		4 (2 sets) (1 duty / 1 assist) 100% standby	6 (2 sets) (2 duty / 1 assist) 50% standby
計画ポンプ能力		50% peak flow	25% peak flow
最大滞留時間	min	30 at average flow	30 at average flow
開口部最小通路	mm	75	75
最小吸込/吐出口径	mm	100	100
ポンピングサイクル	start/h	6 to 15	6 to 15

Source: Malaysian Sewerage Industry Guidelines Volume III: Sewer Networks & Pump Stations

5.7 管渠計画

Antara の Cheras and Kajang における下水道計画は、表Ⅲ-3.1、表Ⅲ-3.2 に示したように各 subcatchment を独立させて個々に下水処理場を建設し、汚泥管理も個別に行うというものであった。しかし、Cheras Batu 11、Cheras Jaya、Kajang 1、Kajang 3 はランガット川に沿って相互に隣接しており、もし下流側に下水処理場用地が確保できるならばこれらを統合することも可能である。この統合統合下水処理場候補地として考えられたのが、各 subcatchment の統合下水処理場予定地になっている四つのサイトであった。Cheras Batu 11、Chera Jaya、Kajang 1、Kajang 3 の各 Subcatchment における統合下水処理場候補地の位置を図Ⅲ-5.2 に、状況を表Ⅲ-5.14 に示す。



Source: Google Map

図Ⅲ-5.2 統合下水処理場候補地の位置

これらの各統合下水処理場の統合の可能性を考えると、各統合下水処理場候補地の状況から以下のことが挙げられる。

- 1) IWK は、Kajang 1 は DID の Retention Pond 用地として官報告示がなされていることか

- ら取得困難である、と判断している。
- 2) Cheras Jaya は統合統合下水処理場予定地としては面積が 2.44ha と狭小で配置ができない。道路を挟んだ西側に土地があるが、そこは 1)と同様に DID の Retention Pond 用地として官報告示がなされていることから取得困難である。したがって、統合統合下水処理場予定地としては不適である。
 - 3) Cheras Batu 11 は十分な広さの土地が既存下水処理場に隣接してすでに統合下水処理場予定地として官報告示されている。このサイトは Cheras Batu 11, Chera Jaya, Kajang 1、Kajang 3 の Subcatchment の中ではランガット川の最上流部にあるため、下流側の下水をすべてポンプ圧送して来なければならないというハンディを負っている。また、WIP Cheras Batu 11 の上流部にあるため、これを回避しようとすれば放流管を WIP 下流まで約 2.0 km 延伸しなければならないと欠点もある。既存下水処理場隣接予定地は既存下水処理場の地盤高から約 10m 下がっており、ランガット川の高水位によっては盛土の必要性も生じる可能性がある。
 - 4) Kajang 3 は面積の広さ (7.33 ha) は Cheras Batu 11 (8.19 ha、既存下水処理場を併せると 10.1 1ha) に遙か及ばないが、必要施設を配置できるスペースはそこそこに確保されている。Cheras Batu 11 より約 6.0 km 下流に位置するため、ポンプ圧送する下水の量及び揚程も小さくて済むため、Subcatchment の統合統合下水処理場としては有利と言える。

前述したように現状では Cheras Batu 11, Chera Jaya, Kajang 1、Kajang 3 の 4 つの Subcatchment の統合統合下水処理場候補地としては Cheras Batu 11 と Kajang 3 しかない。

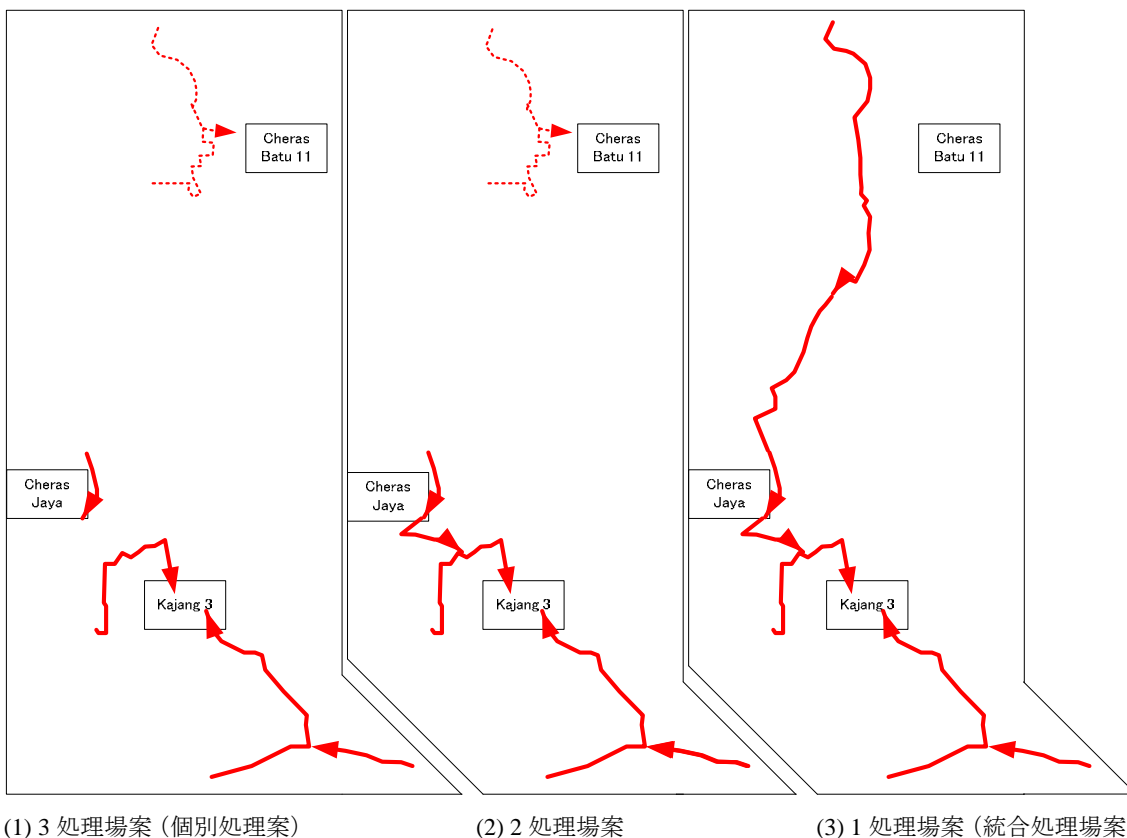
表 III-5.14 統合下水処理場候補地の状況

	Cheras Batu 11	Cheras Jaya	Kajang 1	Kajang 3
Existing STP	HLT235 IDEA DPE=45,000 PE CPE=25,944 PE	HLT165 SBR DPE=35,000 PE CPE=21,254 PE	None	None
Area	1.9309 ha	2.4395 ha		
Land Acquisition	Adjoining area is gazetted for CSTP site. Lot 614=1.9818 ha Lot 615=1.8307 ha Lot 616=4.3757 ha Total=8.1882 ha		Not available due to gazetted site for retention pond by DID.	A land of 4.4 ha is already acquired An adjoining land of 2.8 ha is under processing for acquirement.

<p>Conditions</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Along Sg. Langat ● Located upstream of WIP Cheras Batu 11 and upstreammost in the study area. ● Gazetted surrounding area includes the low-lying area 	<ul style="list-style-type: none"> ● Along Hulu Sg. Balok (tributary of Sg. Langat) ● Surrounding area is residential and industrial except for gazetted site for retention pond on the opposite. 		<ul style="list-style-type: none"> ● About 165m away from Sg. Langat. ● There are religious school and dormitory in the adjoining area but others are almost agricultural land.
-------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Source: Prepared by the Study Team

Kajang 1 の統合下水処理場 候補地はすでに IWK 自身が断念していることもあり、Kajang 1 は Kajang 3 と統合される。これより 図 III-5.3 に示すように三つの代替案、(1) 3 処理場案 (個別処理案)、(2) 2 処理場案、(3) 1 処理場案 (統合処理場案) が考えられる。



Source: Prepared by the Study Team

図 III-5.3 三つの下水道計画代替案

これらの計画概要及び建設費・維持管理費の費用比較に係る検討結果を表 III-5.15 に示す。

表Ⅲ-5.15 三つの下水道計画代替案の比較

	Alternative I (3 CSTPs)		Alternative II (2 CSTPs)		Alternative III (1 CSTP)	
Degine PE	Cheras Batu 11	315,000 PE	Cheras Batu 11	315,000 PE		
	Cheras Jaya	220,000 PE				
	Kajang 1+3	300,000 PE	Kajang 1+3	520,000 PE		
	Total	835,000 PE (920,000 PE)	Total	835,000 PE (920,000 PE)		835,000 PE (920,000 PE)
Design sewage flow	Cheras Batu 11	78,000 m ³ /d	Cheras Batu 11	78,000 m ³ /d		
	Cheras Jaya	55,000 m ³ /d				
	Kajang 1+3	74,000 m ³ /d	Kajang 1+3	128,700m ³ /d		
	Total	207,000 m ³ /d	Total	207,000 m ³ /d		207,000 m ³ /d
Sewer (Trunk)	Cheras Batu 11	-	Cheras Batu 11	-		
	Cheras Jaya	-	Cheras Jaya	1,100 m	-	
	Kajang 1+3	9,530 m	Kajang 1+3	9,530 m		
	Total	9,530 m	Total	10,630 m	Total	16,510 k m
Sewer (Branch)	Cheras Batu 11	35,590 m	Cheras Batu 11	35,590 m	Cheras Batu 11	31,300 m
	Cheras Jaya	22,370 m	Cheras Jaya	21,270m	Cheras Jaya	21,270 m
	Kajang 1+3	37,045 m	Kajang 1+3	37,045 m	Kajang 1+3	37,045 m
	Total	95,005 m	Total	93,905 m	Total	89,615 m
Advantages	<ul style="list-style-type: none"> ● Construction works can start in parallel. 				<ul style="list-style-type: none"> ● CSTP can be constructed by phase so as to meet the actual sewage inflow. ● Staff requirement can be minimised. 	
Disadvantages	<ul style="list-style-type: none"> ● The outfall pipes from Cheras Batu 11 have to extend about 1.8 km long by the downstream of WIP. ● The expansion site of Cheras Batu 11 may require the land reclamation due to the depressed area. ● The treatment process is different by CSTP site, if existing process remains as it is. 					
Construction cost (CSTP)	Cheras Batu 11	RM 276.0 M	Cheras Batu 11	RM 276.0 M		
	Cheras Jaya	RM 213.0 M	Cheras Jaya +			
	Kajang 1+3	RM 266.4 M	Kajang 1+3	RM 444.3 M		
	Total	RM 755.3 M	Total	RM 720.3 M		RM 514.4 M
(Sewer)	Trunk sewer	RM 66.0 M	Trunk sewer	RM 73.7 M	Trunk sewer	RM 114.4 M
	Branch sewer	RM 304.8 M	Branch sewer	RM 301.3 M	Branch sewer	RM 287.5 M
	Manhole	RM 4.5 M	Manhole	RM 4.5 M	Manhole	RM 4.6 M
	Pumping sta.	RM 109.1 M	Pumping sta.	RM 109.1 M	Pumping sta.	RM 109.1 M
	Total	RM 484.5 M	Total	RM 488.6 M	Total	RM 515.6 M.
Grand total		RM 1,239.8 M		RM 1,208.8 M		RM 1,030.0 M

Source: Prepared by the Study Team

これまでの検討より、統合 CSTP サイトとしては Cheras Batu 11 または Kajang 3 が広さとしては申し分ない。しかし前者の場合には四つの subcatchment の最上流に位置するために

下流側に位置する区域の下水をポンプ圧送しなければならないというという致命的な欠点がある。この点 Kajang 3 は下流側に位置するためにポンプ圧送を最小限にとどめることができるために有利であると言える。

三つの代替案の比較では 1 処理場案が建設費及び運転管理費において 3 処理場案、2 処理場案よりも優れており、かつ一ヶ所に統合することにより下水処理及び汚泥管理を効率的に行うことができ、かつ下水処理水及び下水汚泥の有効利用を図りやすくなる。したがって、Kajang 3 への一ヶ所統合が大いに推奨される。

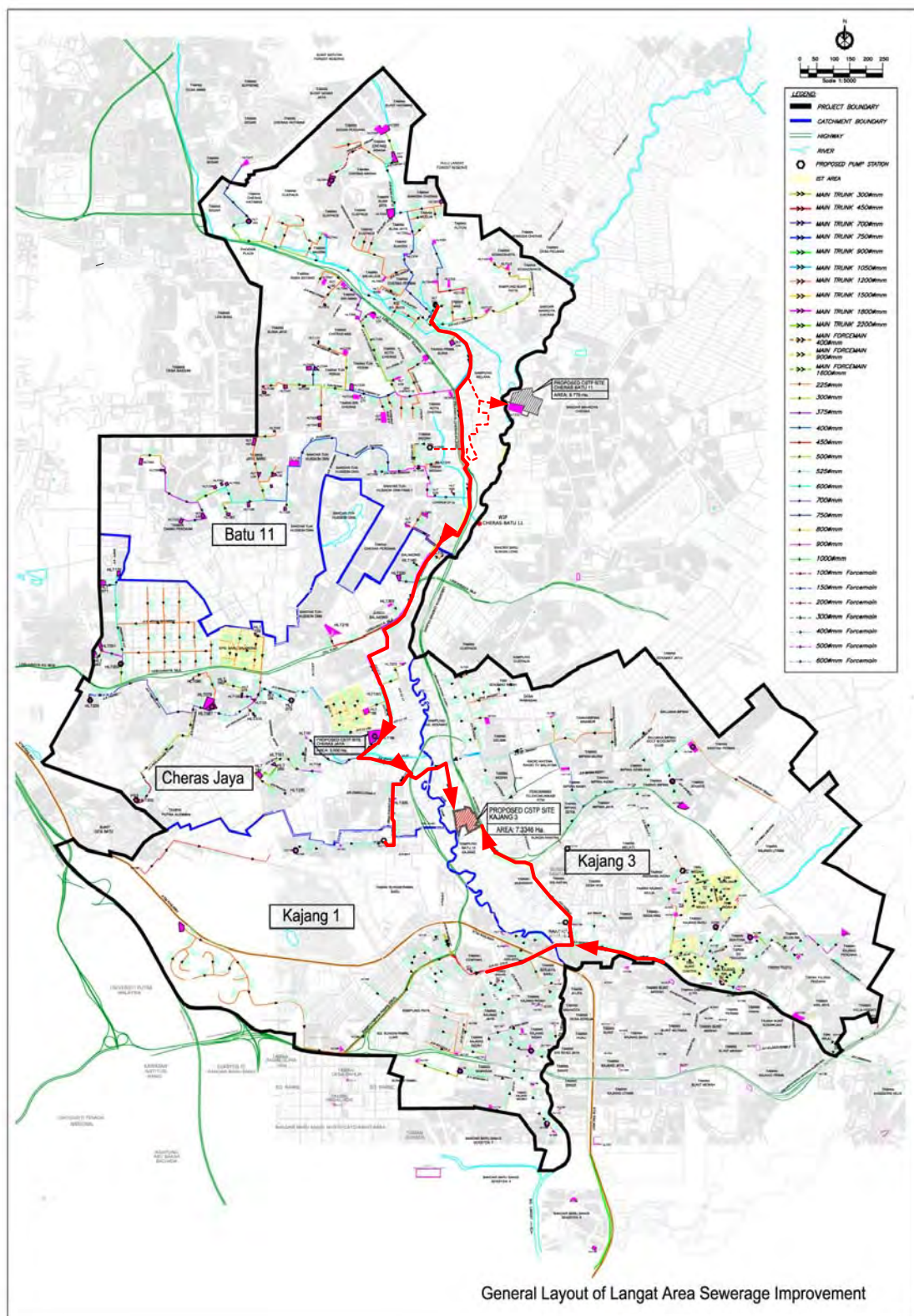
推奨案に係る下水道計画を **図 III-5.4** に示す。

調査対象地域においてランガット川は北から南へ流れ、これに左右からいくつかの支川が流れ込んでいるが、地形全体としては北から南に向かって下っている。Cheras Batu 11、Cheras Jaya、Kajang 1、Kajang 3 の四つの Sub-catchment は、ランガット側右岸に川に沿って北から Cheras Batu 11、Cheras Jaya、Kajang 1 が並び、Kajang 3 はランガット川を挟んで Cheras Jaya、Kajang 1 と向かい合う形で左岸にある。

Kajang 3 統合下水処理場は、Cheras Jaya、Kajang 1、Kajang 3 の三つの Sub-catchment の境界が交わる地点近くにあつて、調査対象地域の中央よりやや南側のランガット川左岸より東に約 160m 離れたところにある。Kajang 3 統合下水処理場に対して、Cheras Batu 11 と Cheras Jaya は北に、Kajang 1 は南に位置し、左岸の Kajang 3 は南北に区域が広がっている。

Cheras Batu 11、Cheras Jaya 地区では北から Sg. Raja、Sg. Cheras、Hulu Sg. Balak の三つの支川が北西から南東に向かって流れてランガット川に注いでいる。このため小さな丘と谷が交互に形成され、その谷間を支川がランガット川に向かって流れている。Cheras Batu 11 から Cheras Jaya を経て Kajang 3 に至る北部幹線はランガット川にできるだけ沿うようにすることにより、地形の起伏の影響をあまり受けずに自然流下で下水を流すことができる。Kajang 1 subcatchment 北部地区の下水を集める幹線は Cheras Jaya との境界に地盤高に差があるためポンプ場をもうけて北部幹線に接続する。

Kajang 1 subcatchment 南部地区の下水幹線は Jalan Sg. Chua を西に向かいランガット川を渡って Kajang 3 subcatchment に流入して Kajang 3 の幹線と合流してから Jalan Cheras を北に向かい、途中から高速道路 E7 並行して走る未舗装の道路を通して Kajang 3 統合下水処理場に至るルートとする。この南部幹線は大きな起伏はないものの基本的に逆（昇り）勾配になるためポンプ圧送が必要である。



Source: Prepared by the Study Team

図III-5.4 推奨される Cheras-Kajang 地区下水道計画

5.8 下水処理場計画

(1) 計画下水量

表Ⅲ-5.16 に計画下水量を示す。計画 PE は 1 人一日計画下水量の 225 L/capita/day に対する 10% の地下水浸透水量の人口換算分を含む。

表Ⅲ-5.16 計画下水量 – Ultimate (2035)

	PE	Sewage flow (Daily average)
Total	920,000	207,000 m ³ /day

Source: Prepared by the Study Team

(2) 下水流入水の予想水質

「マ」国下水道施設基準 Vol.4 「下水処理」は、表Ⅲ-5.17 に示す水質項別の単位汚濁負荷量を与えており、流入水水質はこれに基づいて計算される。

表Ⅲ-5.17 流入水水質

水質項目	汚濁負荷量原単位 (g/capita/day)	流入水		
		汚濁負荷量 (kg./day)	流入下水量 (m ³ /day)	流入水水質 (mg/l)
BOD	56	46,760	206,663	226.3 ≒ 230
SS	68	56,780	206,663	274.7 ≒ 270
COD	113	94,355	206,663	456.6 ≒ 457
AMN	7	5,845	206,663	28.3 ≒ 28
TN*	11	9,185	206,663	44.4 ≒ 44
O&G	11	9,185	206,663	44.4 ≒ 44

Source: Prepared by the Study Team

(3) 下水処理水の目標水質

Kajang 3 統合下水処理場は水道取水地点の上流に位置するために下水処理水排出基準 A の適用を受ける。「マ」国下水道施設基準 Vol.4 「下水処理」は、「下水処理水水質は処理場に流入する流量及び負荷の変動によって変わると予想されるため、処理場が通常運転にあるとき、いかなるグラブサンプルも下水処理水排出基準を遵守するように、処理水の計画水質目標は基準より厳しいものにする」として計画目標水質を表Ⅲ-5.18 のように定めている。

表Ⅲ-5.18 基準 A の計画目標水質

	Effluent Quality	
	Absolute (mg/L)	Design (mg/L)
BOD ₅	20	10
SS	50	20
COD	120	60
AMN	10	5
NO ₃ -N	20	10
O&G (Oil and Grease)	5	2

Source: Malaysian Sewerage Industry Guidelines Volume IV: Sewage Treatment Plants

注) 計画流入水水質は TN で与えられているが、下水処理水排出基準は NO₃-N で規制している

(4) 下水処理施設

1) 下水処理方式

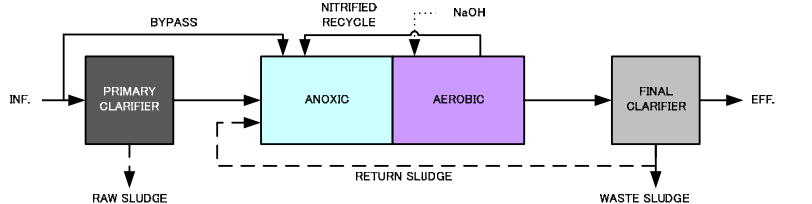
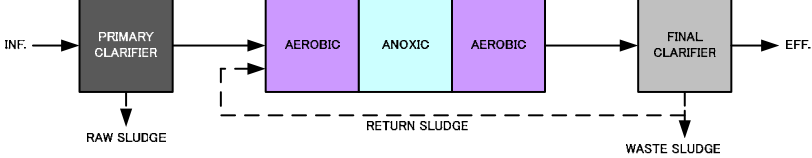
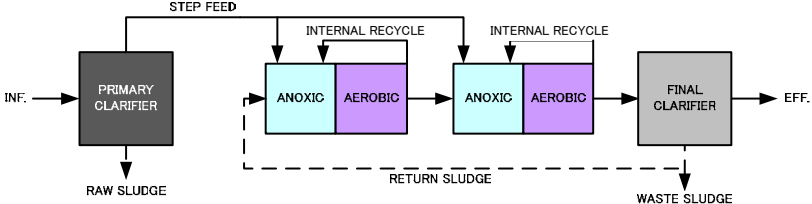
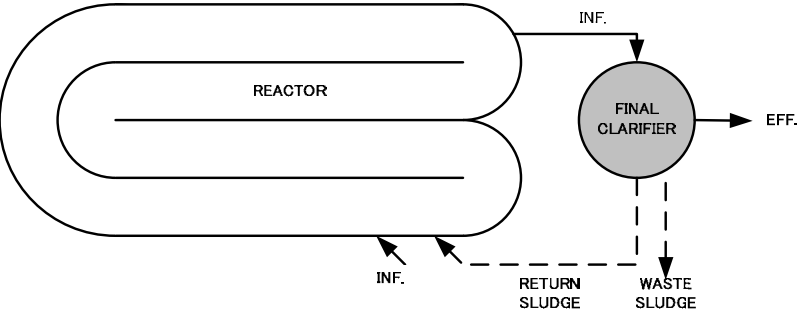
一般に下水処理には生物学的処理方式が適用される。安定化池及びエアレーテッド・ラグーンは小規模向きで、活性汚泥法とその変法はサイトの条件及び下水処理水排水基準にもよるが、大規模向きである。

本プロジェクトでは、TN 10 mg/L 以下という計画目標水質を遵守するには表Ⅲ-5.19 に示す生物学的脱窒を伴う活性汚泥変法が必要である。内生呼吸脱窒法及び高度オキシレーションディッチ法は小規模処理場に適用され、一方、循環脱窒法及びステップ流入式多段脱窒法はお規模処理場に向いている。これらの処理方式の中で、内部循環を伴うステップ流入式二段脱窒法を採用する。

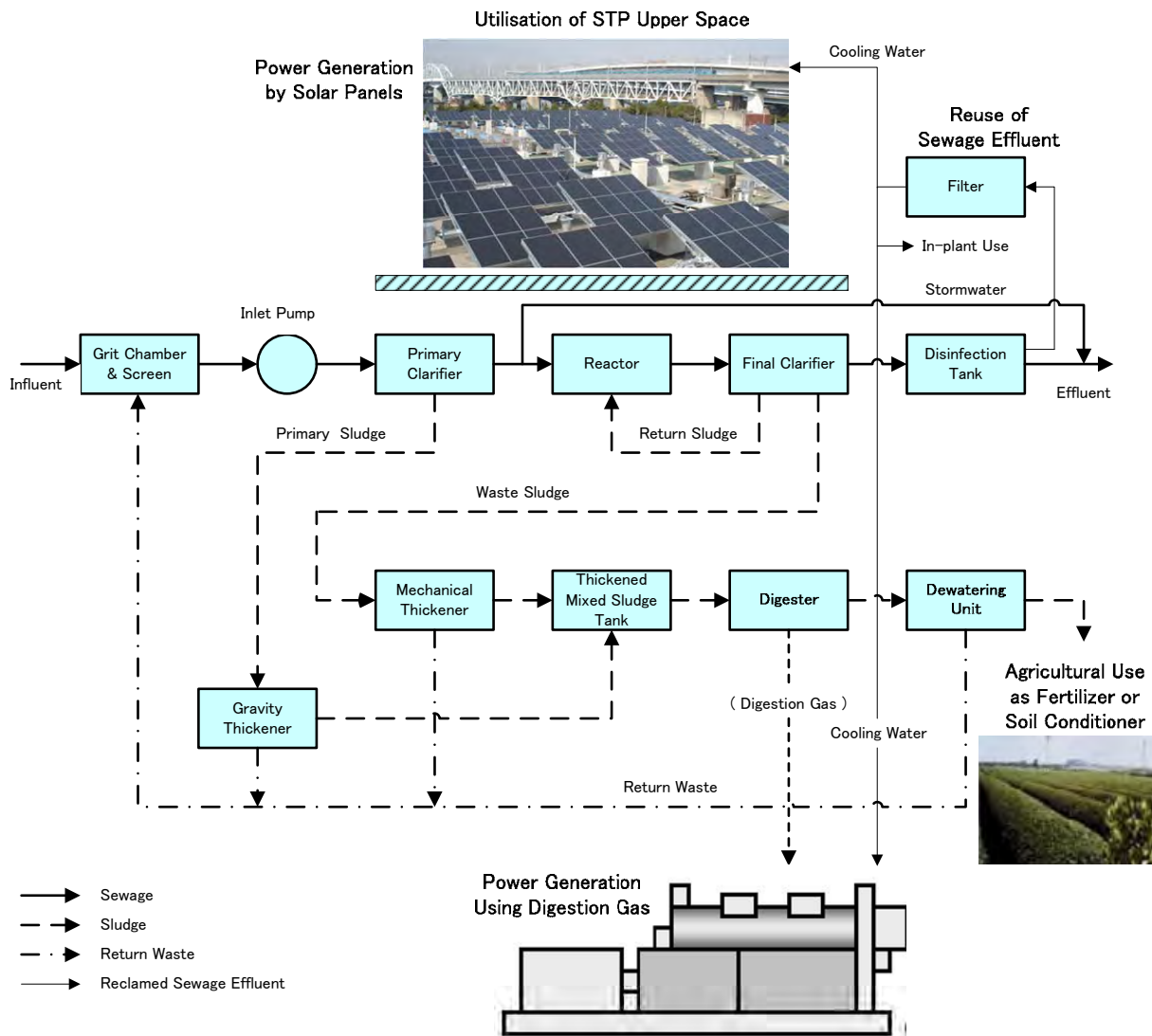
2) 処理フロー

処理方式のフローを図Ⅲ-5.5 に示す。反応タンクの詳細は表Ⅲ-5.19 に示す推奨案に従うものとする

表Ⅲ-5.19 代表的な生物学的脱窒プロセス

Process	Nitrogen Removal Rate (%)	Application
<p>Recirculation denitrification modified activated sludge process</p> 	60~70%	Large scale plants
<p>Endogenous denitrification modified activated sludge process</p> 	75~85%	Large scale plants (Recommend)
<p>Step feed two-staged denitrification modified activated sludge process</p> 	70~90%	Small scale plants
<p>Advanced oxidation ditch process</p> 	More than 85%	Small scale plants

Source : "Sewerage System Planning and Design Guidelines", Japan Sewage Works Association, 2001



Source: Prepared by the Study Team

図Ⅲ-5.5 下水及び汚泥処理フロー

a) 予備処理

下水処理場に流入する下水は流入ポンプ場で予備処理施設へ圧送され、スクリーンで浮上物質、沈砂池で土砂、油脂除去タンクで油脂がそれぞれ除去される。

b) 一次処理

下水はその後最初沈殿池に流入し沈降性物質及びそれに付着するその他の物質を沈殿・分離する。これが一次汚泥と言われるものである。

一次処理の過程で処理場流入下水の BOD は 30~50%、SS は 40~60%、COD は 30~50%が除去される。

c) 二次処理

生物学的窒素除去は反応タンクとそれに続く最終沈殿池で BOD の削減とともに硝化脱窒を行うものである。内部循環を伴うステップ流入二段式生物学的脱窒去は表Ⅲ-5.19 に示すように流入水量を分割して二つの無酸素槽のそれぞれに配分する。施設配置に余裕を持たせるため東京都が開発した有効水深が 6~10 m のディープエアレーション方式を反応タンクに採用する。最終沈殿池より一部の活性汚泥は返送汚泥として反応タンクに返送され、残りは余剰汚泥として最終沈殿池から引き抜かれて汚泥処理施設へ送られる。

二次処理を経ると処理場流入下水の BOD は 90~95%、SS は 90~95%、COD は 75~85% 除去され、総窒素は 75~85% が除去され、目標水質の達成が図られる。

d) 消毒

消毒については、(a)塩素、(b)紫外線、(c)オゾンという三つの方法がある。オゾン消毒は一般に脱色・脱臭といった副次的効果を期待して使われるが、コスト的にはイニシャル及び O&M コストともに最も高い。紫外線消毒は最近小中規模処理場でよく使われているが、コスト、とくにイニシャル・コストは塩素消毒と比べてかなり高い。一方、塩素消毒は下水処理水に含まれる原虫及び一部ウイルスの不活性化が期待できない、トリハロメタン等の副次的生成物により放流先水域に悪影響がある、という欠点はあるが、これは堅実な注入率制御で最小限にとどめることができ、残留塩素効果という利点もある。したがって、今回の統合下水処理場には塩素消毒を採用する。

e) 放流

統合下水処理場用地はランガット川から約 160m 離れている。しかし、統合下水処理場からランガット川まで流れる既存の水路があり、これを下水処理水の放流水路として使用する。

f) ディープエアレーション方式

1960 年代まで、東京の下水道は十分に整備されていなかった。経済成長に直面して、都市部では急激な都市化と人口集中が起これ、東京都は極めて限られたスペースに下水道インフラを整備しなければならなかった。言い換えると、東京都は最小の土地に最大人口を処理する高度に効率的な下水道インフラを整備しなければならなかった。

土地の制約という状況下で、東京都は以下のような効率的な下水処理場設計と開発したが、いくつかの好例として以下のものが挙げられる。

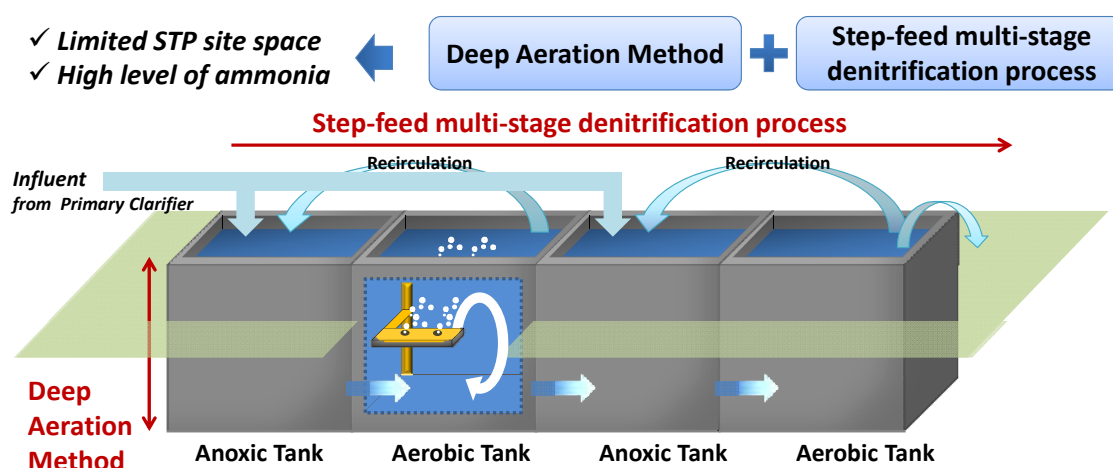
- 二階層沈殿池
- 下水処理場の上部有効利用
- ディープエアレーション方式

ディープエアレーション方式は、深さ 10 m のエアレーションタンクを設計することにより、用地を最大限利用することを目的とし、従来のエアレーションタンク（深さ 5 m）に比べて所要面積を半減するものである。一般に、タンクが深くなるとタンク内での汚

泥の沈殿と短絡流を引き起こし、空気の死水域が増大する。東京都の設計の特徴は、これらの問題を解決するタンク内に設置される阻流版とエアレーション装置の位置にある。

SPAN 発行の「マレーシア下水道施設基準」によれば、従来のエアレーションタンクでは 450,000 PE を処理するには約 9.36 ha 必要で、920,000 PE に至っては途方もない広さになる。Kajang 3 の用地は約 7.3 ha で、従来のエアレーションタンクで 920,000 PE の下水処理場を処理する下水処理場を収めるには十分でなく、よって、ディープエアレーション方式の採用を提案する。

図Ⅲ-5.6 は、ステップ流入二段式生物学的窒素法で運転されるディープエアレーション方式の概要を示したもので、ランガット処理区が直面する現行の課題を解決するものである。



Source: Prepared by the Study Team

図Ⅲ-5.6 ステップ流入二段式生物学的脱窒法

(5) 汚泥処理方式

a) 汚泥濃縮

汚泥性状が異なるため一次汚泥と余剰汚泥は別個に濃縮するものとし、一次汚泥には重力式濃縮を最終沈殿池からの余剰汚泥には機械濃縮を適用する。

濃縮によって一次汚泥の含水率は 99% から 96% に、余剰汚泥は 99.2% から 96% に減少し、汚泥量はそれぞれ 1/4、1/5 に減少する。

b) 汚泥消化

汚泥量削減及び汚泥安定化のために無加温式嫌気性中温消化法を採用する。タンクに投入する汚泥温度は 24~35℃ の範囲とする。この消化プロセスの消化日数は 30 日とする消化によって汚泥量は大きく変わらないが、汚泥中の有機物の分解が進んで汚泥中の固形分の減少及び汚泥の安定化が図られる。汚泥は分解の課程でメタンガス成分を多く含

む消化ガスを発生するためグリーン・エネルギーとして発電に使われる。

c) 汚泥脱水

脱水によって消化汚泥の含水率は 80%まで減少し、汚泥量はさらに 1/5～1/10 まで減少する。汚泥は含水率が 80%まで低下すると液状のものがいわゆるケーキ状になり触ってもべとつかず取り扱いが容易になる。

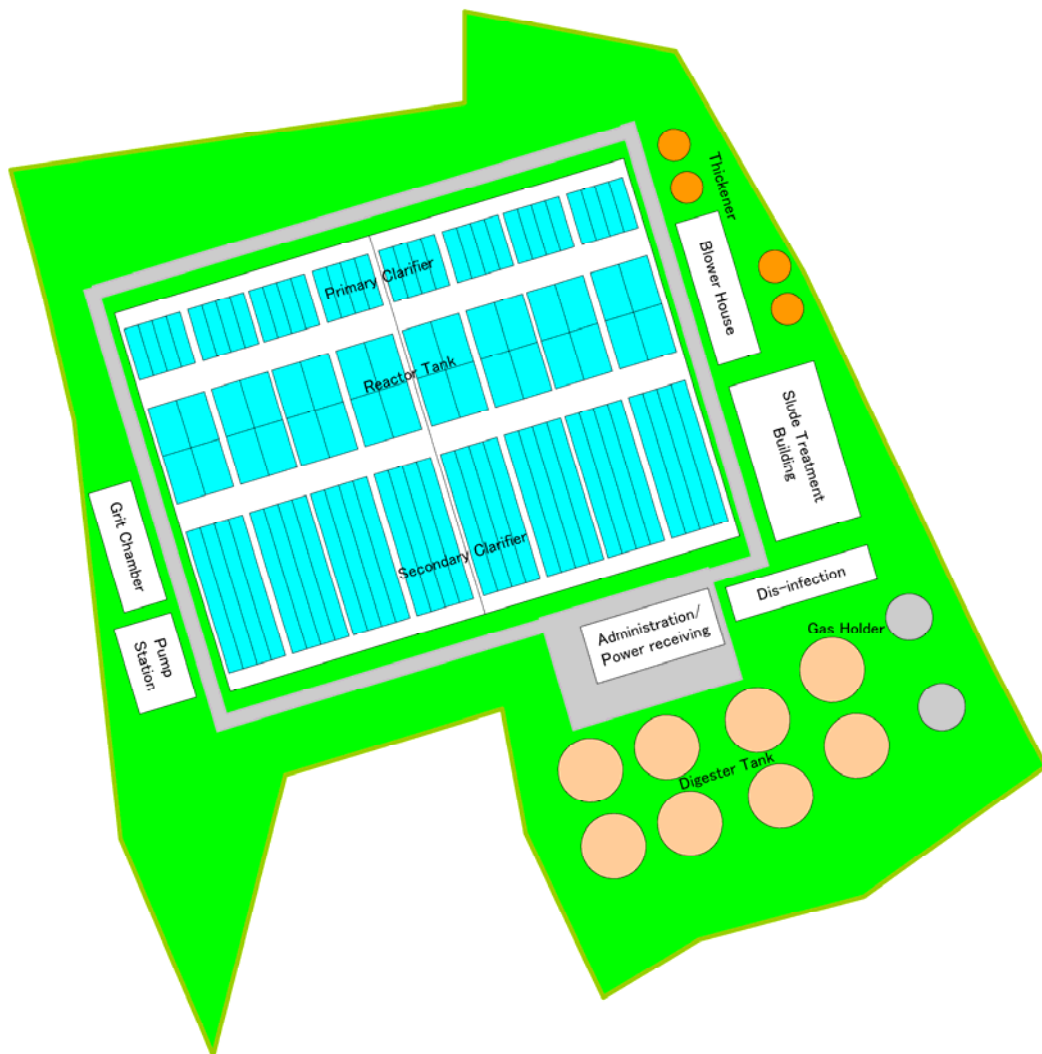
d) 汚泥処分

脱水汚泥は肥効成分としての窒素とリンを多く含んでいる。窒素とリンは、汚泥をゴム・プランテーション、造園、ガーデニングの有機肥料に変える主要成分である。窒素とリンを含む汚泥は肥料会社に引き継がれ、よって、汚泥処分費用は最小化される。提案している下水処理場汚泥が肥料会社に引き継がれると、汚泥は埋立処分場に投棄されないで、KL 大都市圏の深刻な環境問題は解決される。

(6) 下水処理施設の配置

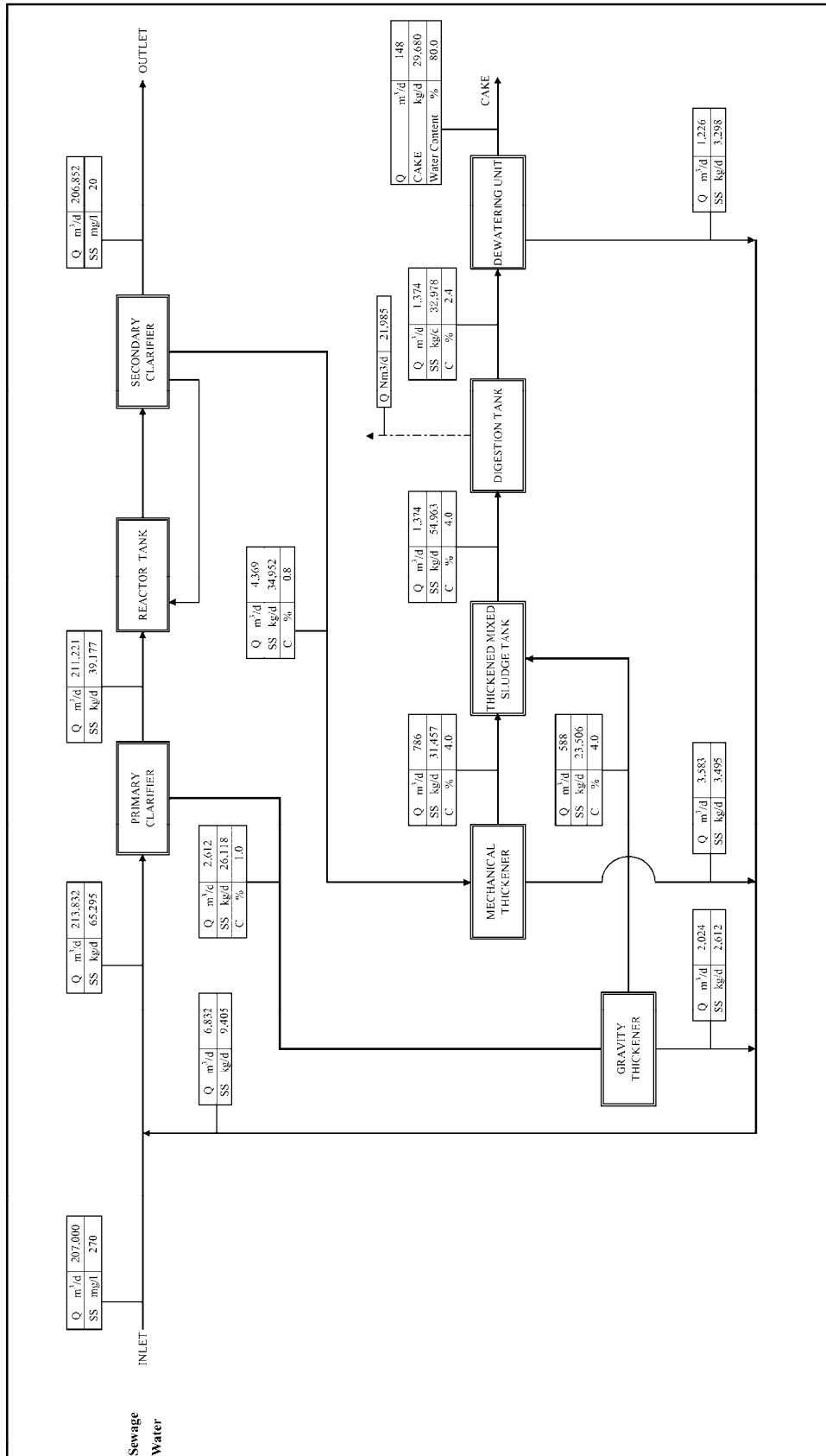
Kajang 3 統合下水処理場における下水処理施設の配置と物質収支をそれぞれ図 III-5.7、図 III-5.8 に示す。

表 III-5.20 に下水処理場主要施設・設備の一覧を示す。



Source: Prepared by the Study Team

図Ⅲ-5.7 Kajang 3 統合下水処理場一般平面図



Source: Prepared by the Study Team
 図Ⅲ-5.8 Kajang 3 統合下水処理場の物質収支

表III-5.20 下水処理場主要施設・設備の一覧

Category	Facility/ Equipment	Dimensions/Specifications	Phase I (104,000 m ³ /day)	Phase II* (207,000 m ³ /day)
Preliminary Treatment	Inlet pump	Type: Vertical Installed Centrifugal Pump Ø400 mm x 29 m ³ /minQ x 20 mH x 130 kW Ø600 mm x 54 m ³ /minQ x 20 mH x 250 kW	2 units 3 units (one as standby)	- 3 units
	Pumping station	59 m x 30 m x 33 mH (12 m + 21 m BF)	1 bldg.	-
	Grit chamber	1.8 mW x 24.0 mL x 5.0 mD	3 channels	3 channels
	Screen	Type: automatic screen 70,200 m ³ /dayQ x Opening 20 mm x 3.7 kW	3 units	3 units
	Odour control facility	Type: Biological scrubber 100 m ³ /min	1 unit	
Primary Treatment	Primary clarifier	5.0 mW x 18.5 mL x 3.0 mD	16 tanks	16 tanks
	Sludge collector	Type: Chain flight 5.0 mW x 18.5 mL x 3.0 mD x 2 trains x 0.75 kW	8 units	8 units
Secondary Treatment	Reactor	Type: Step-feed 2-stage denitrification process 10.0 mW x 74.0mL x 10.0mH	4 tanks	4 tanks
	Reactor facility			
	1 st mixer	Submersible mixer: Approx. 8.0 kW	4 sets	4 sets
	1 st air diffuser	Super fine membrane	4 tanks	4 tanks
	2 nd mixer	Submersible mixer: Approx. 6.0 kW	8 sets	8 sets
	2 nd air diffuser	Super fine membrane	4 tanks	4 tanks
	Recirculation pump	Centrifugal pump	16 units	16 units
	Blower	Type: Turbo Blower 92 m ³ /min x 70 kPa x 150 kW	4 units (one as standby)	3 units
Blower house	1F: 15 m x 50 m, 2F: 15 m x 25 m	1 bldg.	-	
Secondary clarifier	5.0 mW x 52.0 mL x 4.0 mD	16 tanks	16 tanks	
Sludge collector	Type: Chain flight 5.0 mW x 52.0 mL x 4.0 mD x 2 trains x 2.2 kW	8 units	8 units	
Disinfection	Disinfection tank	12.0 mW x 50.0 mL x 3.5 mD	One tank	-
Advanced Treatment	Utility water facility	Ø1,000 mm x 5.5 kW	2 units	0 unit
Sludge Thickening	Sludge thickener for primary sludge	Type: Gravity thickener Dia.11.0 m x 4.0 mD	2 tanks	2 tanks
	Sludge collector	Dia.11.0 m x 4.0 mD x 0.4 kW	2 units	2 units
	Sludge thickener for waste sludge	Type: Gravity-belt thickener 50 m ³ /hr x 6 kW	3 units	3 units
Sludge Digestion	Sludge digester	Dia.22.0 m x 9 mWall	4 tanks	4 tanks
	Digestion facility			
	Mixer	2,500 m ³ /hr x 22 kW	4 units	4 units
	Gas holder	2,500 m ³ /hr	1 units	1 units
	Desulfuriser	420 m ³ /hr	1 units	1 units
Gas combustion Unit	420 m ³ /hr	1 units	1 units	

Sludge Dewatering	Dewatering facility	Type: Screw press Ø900 mm x 450 kg/hr x (3.7 + 1.5)kW	4 units (one as standby)	3 units
	Sludge treatment bldg.	55 m x 31 m 21 mH (underground 7m)	1 bldg.	
Electrical Facilities	Power Supply	11 kV Switchgears, 3000jVA x2 Transformer, 2000kVA x2 Standby Diesel Generator	1 unit	1 unit
	Substation and Generator bldg.		1 bldg.	
Common	Administration bldg.		1 bldg.	

*The number of facility/equipment in Phase II shows the additional number to Phase I.

Civil	Building	Equipment
-------	----------	-----------

Source: Prepared by the Study Team

(7) Kajang 3 統合下水処理場におけるグリーンテクノロジー

気候変動及び地球温暖化による影響に関する環境意識の今日、生活のあらゆる面にグリーン・テクノロジーを組み入れる必要性は重大である。「我々は環境の世紀にいる」と言われており、かけがえのない地球上のすべての国、コミュニティ、あるいはいかなるその他の組織、または個人ですら、環境的持続可能性の追求に責任を負っている。

下水道インフラを計画する際に、妥当なレベルの投資的経費と環境的持続可能性が重要であるが、これらの二つは時には相反することもある。したがって、経済的合理性と環境的寄与の間の理想的なバランスが、下水道インフラ計画によって達成されなければならない。

以下に述べる東京都の経験に基づいて提案される技術は、コストと環境への寄与に関して大きな利点をもたらすものである。

(1) 嫌気性消化ガスによる発電

汚泥処理プロセスの消化（嫌気的条件下で有機性物質の生物学分解）期間中に発生するメタンガスは発電用の燃料として使用できる。下水汚泥から発生するメタンガスを使った発電は炭素循環法として知られている。この方法によれば、発生 CO₂ は生活サイクルの中を循環し、大気中の CO₂ レベルは増加しない。したがって、この施設は地球温暖化を引き起こす温室効果ガスの一つである CO₂ ガス排出量の削減に寄与する。

最終処理能力が 207,000 m³/day の提案下水処理場の場合、電力発生量は以下の計算から年間約 3,758,000 kWh となる。

	東京	モデルプロジェクト
汚泥消化タンクに注入する濃縮混合汚泥量	100.3 DSt/day	54.69 DSt/day
発電量	52,200 kw/day	28,000 kw/day

- 東京の場合とランガット・モデル・プロジェクト（LMP）の場合の加熱温度の違いを考慮した発電量は
 $28,000 \text{ kw/day} \times 40\% = 11,440 \text{ kw/day}$
- ある程度のバッファ（信頼度係数）を考慮すると
 $11,440 \text{ kw/day} \times 90\% = 10,296 \text{ kw/day}$
- $10,296 \text{ kw/day} \times 365 \text{ days} = 3,758,040 \text{ kWh/year}$
- $3,758,040 \text{ kWh/year} \times \text{RM}0.377/\text{kWh} = \text{RM } 1,416,781$
- 発電に適したガスを発生するには2~3ヶ月かかり、それからガス発電調整に1ヶ月かかる。したがって、消化ガス発電システムを稼働させてから4ヶ月かかる。

消化ガス発電は電力費節減だけでなく CO₂ ガス排出量削減にも寄与する。メタンガスは CO₂ 換算で 21 倍の温室効果を有する。



図Ⅲ-5.9 東京都森ヶ崎下水処理場下水汚泥ガス発電システム

(2) 肥料として利用することによる汚泥サイクル

処理汚泥は肥料の主要化学成分である窒素とリンを含む。提案脱水施設は汚泥含水率を 80%まで下げる。脱水プロセスを経た汚泥は、5.3%のリンと 4.72%の窒素を含む。農業には一般に化学肥料が使われているが、下水汚泥はいくつかの場合、例えばゴム・プランテーション、造園、パーム油プランテーション用有機肥料の主要成分として有効利用できる。

(3) 太陽光発電

下水道インフラに対する住民意識を高め限られた土地を最大限活用するために、東京都の下水処理場上部を有効利用する公園、運動場、テニスコート等多くの方法を見いだしている。太陽光パネルはそれらの様々な有効利用方法の一つであり、将来提案されている下水処理場の解決策の一つとして考えられる。太陽光発電は電力費節減のみならず、CO₂ ガス排出量削減に寄与する。また、太陽光パネルは住民の環境への意識を高める。東京における太陽光発電を図Ⅲ-5.10、図Ⅲ-5.11 に示す。

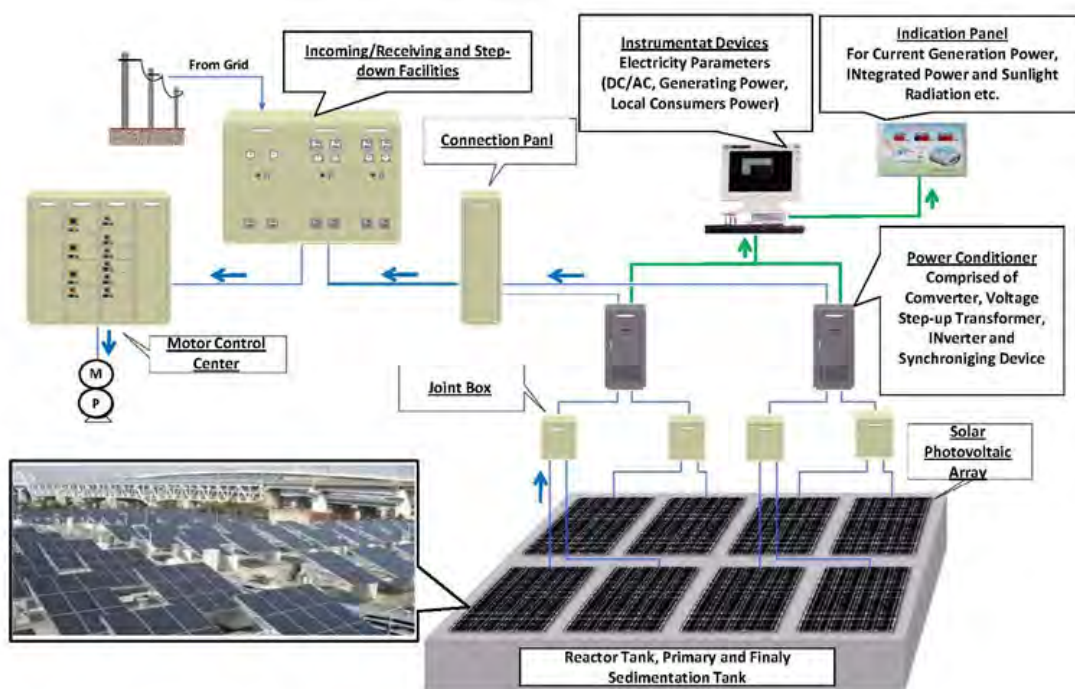


太陽光発電の仕様は以下の通り。

- 規模 : 約 1 MW
- 予想発電量 : 約 570,000 kWh/年
- 予想 CO2 ガス排出量削減 : 約 180 ton/年

Source: Tokyo Metropolitan Government

図 III-5.10 東京都葛西下水処理場の太陽光発電



Source: Tokyo Metropolitan Government

図 III-5.11 太陽光発電の概念図

懸案事項はランガット地区における高温による発電効率の劣化である。解決策としては、太陽光パネルの表面温度を下げるために水源に下水処理水再生水を使う散水装置を装備することが考えられる。

3) 下水処理水再生水

理想的な水循環及び使用量の節水は再生水の効果的有効利用を通じて達成される。TGS は再生水導入方法開発に 20 年以上の経験を積んでいる。例えば、東京都落合下水処理場の再生水は東京都庁を含むトイレの水洗用水として有効利用されている。東京の中心にある国会議事堂地区の道路冷却には東京都芝浦下水処理場の再生水が使われている。有明下水処理場の再生水は高架鉄道車両の洗浄に使われている。高度処理により、下水処理水を飲料水レベルまで処理することが可能で、落合下水処理場の一定量の再生水は（デモンストレーション目的であるが）飲用になっている。東京都における再生水使用例を図Ⅲ-5.12 及び表Ⅲ-5.21 に示す。



Source: Tokyo Metropolitan Government

図Ⅲ-5.12 下水処理水再生水使用例

表Ⅲ-5.21 下水処理水再生水使用例（2009 年）

下水処理場	用途	使用水量 (m ³ /年)
芝浦	<ul style="list-style-type: none"> 洗浄用水／地域冷却水 ガーデニング／噴水 国会議事堂地区の道路冷却水 	1,415,527 54,639 1,863
有明	<ul style="list-style-type: none"> 高架鉄道車両冷却水 道路冷却水 	800,597 2,114
落合	<ul style="list-style-type: none"> 東京都庁ビルのトイレ水洗水 池の遊び場 ガーデニング 	1,100,691 29,238,950 23
森ヶ崎	<ul style="list-style-type: none"> 工業利用 道路冷却水 	243,460 13,613
小菅等	<ul style="list-style-type: none"> 道路冷却水 ガーデニング 	1,634,240 87

	合計	34,505,804
--	----	------------

Source: Tokyo Metropolitan Government

Cheras 及び Kajang は人口増加は**表Ⅲ-5.22**のように予測されている。

表Ⅲ-5.22 Cheras 及び Kajang 地区の予想人口

Sewerage Sub-Catchment	2010	2020	2030	2035
Cheras Batu 11	118,800	152,700	189,200	209,400
Cheras Jaya	77,700	109,100	128,600	148,300
Kajang 1	44,800	58,700	72,000	78,700
Kajang 3	62,400	76,900	96,800	103,500
Total	303,700	397,400	486,600	539,900

Source: **表Ⅲ-5.3**

これらの区域は住居・商業地区として拡大することになり、水の持続可能性を確立することが不可欠である。したがって、これらの地区における（工業、トイレ水洗用水、造園・町の散水等）水利用は水の持続可能性に寄与し、近い将来良い潜在能力を有している。

(7) 機械設備計画

1) 設計方針

機械設備の設計は、経済性及び維持管理性を考慮したものとし、また、既設のパンタイ等の下水処理場の実績や改善点を反映したものとする。主要検討項目を以下に示す。

- 場内ポンプ場の流入ゲート：緊急遮断ゲートとする。
- 場内ポンプ場の主ポンプの形式：既設の立軸斜流ポンプは故障頻度が高く、維持管理にも手間を要している。軸及び羽根車が一部故障しており、槽外型のポンプが推奨される。
- 送風機の型式：既設のロータリー式は大風量で防音カバーが設置されておらず、騒音と振動が激しい。そのため、先方の要求もありターボブロワが推奨される。
- 曝気形式：電気代の削減可能な、近年実績の増加している高効率の超微細気泡装置が推奨される。
- 汚泥機械濃縮機：近年実績の増加している重力式ベルト濃縮機が推奨される。
- 汚泥脱水機：パンタイ等で実績のあるスクリュープレス型を採用する。
- 脱臭設備の設置：生物脱臭設備を設置する。

2) 設計条件

機械設備に関する主要設計諸元を**表Ⅲ-5.23**に示す。

表Ⅲ-5.23 機械設備に関する設計諸元

施設名	設計条件 (Phase I + Phase II)	参照
場内ポンプ場	459,000 m ³ /day	(時間最大汚水量)
沈砂池設備	459,000 m ³ /day	(時間最大汚水量)
最初沈殿池設備	207,000 m ³ /day	(日平均汚水量)
生物反応槽設備	207,000 m ³ /day HRT Approx. 6.5 時間 MLSS Ave. 2,400 mg/L 水温 28°C 設計水深 10m	(日平均汚水量)
最終沈殿池設備	Proposed 207,000 m ³ /day	(日平均汚水量)
重力濃縮設備	流入固形物濃度 1.0 % 濃縮汚泥固形物濃度 4.0 %	
機械濃縮設備	流入固形物濃度 0.8 % 濃縮汚泥固形物濃度 4.0 %	
汚泥消化設備	無加温型 滞留時間 30days	
汚泥脱水設備	流入固形物濃度 2.4 % 汚泥含水率 Approx. 80%	

Source: Prepared by the Study Team

主要機械設備の機器リストを**表Ⅲ-5.20**に示す。

3) 前処理設備

前処理設備は沈砂池設備、ポンプ設備より構成され、これらは後続の水処理設備への負荷軽減を図るため重要な役割をもっている。

(a) 沈砂池設備

沈砂池は主ポンプ設備の前に設置され、全体計画で 6 池からなる。沈砂池設備の主要機器は、流入ゲート、粗目スクリーン、細目スクリーンから構成される。流入ゲートは、IWK の要望により緊急遮断ゲートとし、材質は鋳鉄製を推奨する。

スクリーン設備の主要な役割は、流入下水に含まれる落ち葉や紙類等からなる粗目及び細目のゴミを除去することである。これらのゴミは各自動スクリーンにより掻き揚げられ、スクリーンコンベヤにより貯留ホッパまで移送される。

また、沈砂池設備では有機物より比重の重い砂分が重力沈降により沈み、沈殿した砂は沈砂掻寄機により沈砂ピットに集砂され、サンドポンプにて沈砂分離機へ移送される。

(b) ポンプ設備

ポンプ設備は主に、二つに分割された吸込水槽と一つのポンプ設置スペースから構

成される。

以下の理由により、槽外型の立軸渦巻斜流ポンプが推奨される。

- 機器費が安価である。
- ポンプ効率は立軸斜流ポンプとほぼ同程度である。
- ポンプが水槽外に設置されているので、維持管理が容易であり、維持管理者もポンプ及び電動機に容易にアクセスできる。
- PE が 20,000 人以上の場合、マレーシアのガイドラインにより槽外型ポンプが推奨されている。

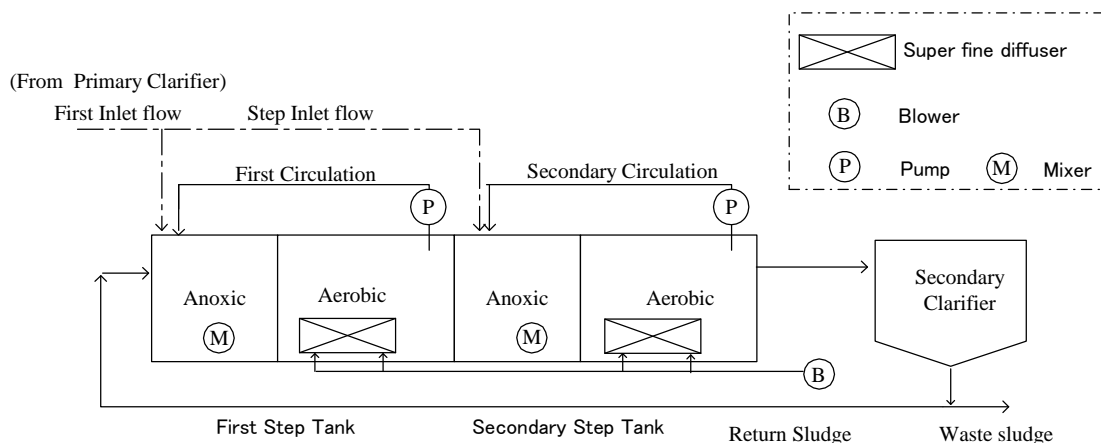
4) 最初沈殿池設備

最初沈殿池では、重力沈降により固液分離された流入下水中の汚泥は、汚泥掻寄機にて汚泥ピットに集められ、汚泥ポンプにて重力濃縮槽へ移送される。汚泥掻寄機の機種はパンタイ等と同様の、チェーンフライト式が推奨される。浮上スカムは、スカムスキマーにて分離され系統毎に設置されたスカムポンプにてスカムスクリーンまで移送され除去される。

5) 二次処理設備

(a) 生物反応槽設備

最初沈殿池の流出水は、自然流下により前段及び後段の各脱窒槽入口に設置の各ステップゲートにより分配流入する。各脱窒槽の流出水は次の各硝化槽へ流れ、各硝化槽の処理水は循環ポンプにて各脱窒槽へ循環され処理される。最終的に、生物反応槽処理水は最終沈殿池へ自然流下にて流下する。



Source: Prepared by the Study Team

図III-5.13 生物反応槽設備の概略システムフロー

反応槽の主要機器について、脱窒槽の攪拌機はパンタイ等と同様の水中ミキサー式とする。また、エアレーションシステムは、次の理由によりターボブロワと超微細気泡装置の組合せを推奨する。

- パンタイのエアレーション設備と比較し、25%程度の電気代の削減が可能である（パンタイ等が機械攪拌式であるのに対し、最新技術で効率の良い超微細気泡方式を推奨）。
- ターボブロワ型が推奨される。維持管理が容易で低騒音、低振動である新型のパッケージ型ターボブロワが推奨する。

空気の供給は、送風機と散気装置の組合せで行われ、生物処理のための酸素は下水中に溶解する。その気泡径は 1 mm 程度であり、効率的に溶解される。水中ミキサーは 24 時間連続運転で、ブロワと散気装置は回転数制御と DO 制御との組合せにより効率的に運転される。

(b) 最終沈殿池設備

最終沈殿池では、重力沈降により固液分離された流入下水中の汚泥は、汚泥掻寄機にて汚泥ピットに集められ、タイマー運転にて余剰汚泥ポンプにて汚泥貯留槽へ移送される。また、返送汚泥は、生物反応槽の MLSS を維持するために一段目脱窒槽へ返送汚泥ポンプにて返送される。

浮上スカムは、スカムスキマーにて分離され系統毎に設置されたスカムポンプにてスカムスクリーンまで移送され除去される。スカムピットは、同様にカバーを行い脱臭される。

6) 消毒設備及び再利用設備

最終沈殿池処理水に次亜塩素酸ソーダ溶液を薬注ポンプにより注入し、消毒後放流する。消毒前の処理水は、生物反応槽の消泡水として利用され、消毒後の処理水は場内の各機器や配管の洗浄水等として利用される。

7) 汚泥処理設備

(a) 汚泥濃縮設備

最初沈殿池の生汚泥は重力濃縮槽にて濃縮され、最終沈殿池の余剰汚泥は機械濃縮設備により分離濃縮される。重力濃縮汚泥と機械濃縮汚泥は、一旦濃縮汚泥貯留槽へ移送され混合後、消化槽へ移送される。

機械濃縮機の型式としては、容易な維持管理で高効率である重力式ベルト濃縮機を推奨する。

(b) 汚泥消化設備

濃縮汚泥貯留槽の混合濃縮汚泥は、消化汚泥ポンプにて消化槽へ移送される。消化後、消化汚泥は消化汚泥貯留槽へ移送される。消化機能の安定のため、消化ガス発電設備が設置されている場合にはその排熱を使って加温する。

(c) 汚泥脱水設備

消化汚泥は、汚泥ポンプにより汚泥脱水機へ移送される。脱水機の型式として、パンタイ等の他処理場にて好評であり、低速運転のため電力消費が少なく、運転操作の容易なスクリーブレス脱水機が推奨する。

脱水汚泥は、汚泥ケーキ搬送コンベヤにて貯留ホッパに移送され、定期的にトラックにて搬出される。

(8) 電気計装設備計画

1) 受変電設備

受電は TNB からの 11kV 50Hz 受電とし、受電した電力はモータ電圧に合わせ変圧器により全て 420V に降圧する。本処理場の最大需要電力は Phase1 で 1900kW=2600kVA と想定されるため、余裕をみて 3000kVA の変圧器を計画する。変圧器の一次電圧は 11kV であり 11kV スイッチギアを介して接続される。変圧器のタイプは屋外型油入変圧器自然冷却タイプとする。

2) 非常用電源

停電時を考慮し、非常用発電機を計画する。発電機容量は 2000kVA とし、対象負荷は汚水ポンプ、ブロワ、非常用設備などである。発電機のタイプは 3 相 420V ディーゼルエンジン発電機、レジエータ冷却、バッテリー始動タイプとする。主燃料タンクの容量は 24 時間分を計画し、騒音規制を配慮し機側 1m で 75db 相当の消音器を考慮する。

受電電源と発電機電源の切り替えに ACB を用い、インターロック機構を設ける。

3) 電気室計画

サブステーション、ポンプ棟、ブロワ棟、汚泥棟にそれぞれ電気室を計画する。サブステーションにて 11kV で受電し 420-240V に降圧後、各電気室に低圧配電する。非常用発電機もサブステーションに設置するものとする。

電気室に設置する主要機器は下記のとおり。

表 III-5.24 主要電気設備

Equipment	Feature
11kV Switchgear	VCB
420V Switchgear	ACB, MCCB
MCC (Motor Control Center)	420V Form 3b
Capacitor bank	PF > 95%
UPS	240V 60 minutes backup for SCADA and instrumentation
PLC/RTU	Open protocol (Profibus)

Source: Prepared by the Study Team

4) 運転操作制御

原則として自動制御はプログラムの変更や調整または拡張性で自由度の高いPLC (Programmable Logic Controller)により行い、手動制御は機器の信頼性が高くメンテナンスの容易なハードリレーにて行う。制御機能を分けることによりPLC故障時もハードリレーによる手動運転が継続可能なものとする。

原則とし電動機器は現場(現場操作盤)、電気室(MCC)、監視室(SCADA)の各箇所から監視制御可能なものとする。安全性を考慮し、切り替えスイッチを設け、現場側に捜査の優先権を持たせる。さらに必要に応じて各機側に非常停止ボタンを設けるものとする。

汚水ポンプの始動・制御にはVFD (Variable Frequency Drive)を採用する。VFDは少流入時など自動制御の自由度が高く省エネルギーにも有効である。

汚水ポンプ自動制御にはポンプ井水位による台数制御＋スピード制御、ブロワ自動制御にはDO一定制御を採用するものとする。

5) 計装設備

自動制御及び維持管理に必要な計測・記録を目的として計装機器を計画するものとする。主な計測項目およびタイプを表に示す。

表Ⅲ-5.25 計装設備

Measuring Items	Types
Sewage pump well level	Submersible water level meter
Inlet sewage flow	Electromagnetic or Ultrasonic flow meter
Aeration tank pH	Glass Electrode
Aeration tank temperature	Resistance Thermometer
Aeration tank DO	Polarographic oxygen electrode
Aeration tank MLSS	Penetration Light Type
Blower air flow	Orifice flow meter
Return sludge flow	Electromagnetic flow meter
Waste sludge flow	Electromagnetic flow meter
Effluent flow	Electromagnetic or Ultrasonic flow meter
Sludge holding tank level	Pressure gauge
Mechanical thickener sludge flow	Electromagnetic flow meter
Gravity thickener sludge flow	Electromagnetic flow meter
Digester pressure	Ultrasonic / Differential Pressure Type
Digester level	Differential Pressure Type
Digester sludge temperature	Resistance Thermometer
Dewatering sludge flow	Electromagnetic flow meter

Source: Prepared by the Study Team

6) SCADA システム

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)システムが処理場全体のモニタリングとコントロールを容易にするために計画される。警報、状態表示、計測値などの全ての項目はSCADAシステムにて一元的に監視・記録されるものとする。

管理棟監視室に設置されるSCADA用のマスターコンピュータは、各電気室に設置されるPLCとLANケーブルで接続され、イーサネットプロトコルによって通信を行うものとする。マスターコンピュータはインターフェイスとして機能し、グラフィックを用いて監視制御を行う。また故障履歴や各計測値はサーバコンピュータに蓄積され、データの有効活用が可能なものとする。

中継ポンプ場の無人化に対応するために、遠方監視制御を考慮するものとする。通信方式は携帯電話等の公共無線または専用線(光ケーブル)とする。

(9) 段階的施工計画

段階的施工計画を立案するには現在流入下水量の把握が基礎となる。

第 I 部 2.4 (2) 1)で述べたようにセンサスに基づく 1 世帯平均人口は全国平均で 1980 年の 5.22 人から 2010 年の 4.31 人へと低下し、Selangor 州では 5.33 人から 3.93 人へと全国平均よりも下がり方が sharp になっている。センサス 2010 については州内の District 別の 1 世帯平均人口はまだ公表されていないが、統計局ではセンサス結果とは別に”Population, Household & Living quarters Malaysia”で District 別の人口、世帯数、1 世帯平均人口予測値を毎年公表している。**表 III-5.26** に 2010 年における Selangor 州の District 別 1 世帯平均人口予測値を示す。

表 III-5.26 2010 年における Selangor 州の District 別 1 世帯平均人口予測値

State / District	Population ('000)	Household ('000)	Average Population Per Household
Selangor State	5,102.6	1,374.1	3.7
Gombak	681.3	179.8	3.8
Klang	832.6	208.2	4.0
Kuala Langat	242.1	54.3	4.5
Kuala Selangor	202.0	45.9	4.4
Petaling	1,508.9	438.0	3.4
Sabak Bernam	138.2	30.9	4.5
Selangor	151.7	40.1	3.8
Ulu Langat	1,149.6	325.1	3.5
Ulu Selangor	196.1	51.8	3.8

Source: Department of Statistics Malaysia

表Ⅲ-5.26によれば Cheras-Kajang が属する Ulu Lanagt の 1 世帯平均人口予測値は Petaling の 3.4 人に次いで低い 3.5 人となっている。全国的に見てもこれを下回るのは Pahang 州 Bentong の 3.2 人しかない。経年変化は 2008 年 3.8 人、2009 年 3.7 人、2010 年 3.5 人と減少傾向が続いており、若い世代の流入の多いことをうかがわせる。

このことはもはや 1 Connection = 5 PE が成り立たず、地域によって大きく異なることを示している。これは表Ⅰ-2.5 の 1 Connection = 5 PE より計算される州の人口が現在人口を大きく上回っているという事実からも裏付けられる。したがって、実際の流入下水量は Connected PE と以下に述べる 1 人一日計画下水量に基づいて計算されるものよりも 20%～30%少ないと予想される。

「マ」国では 1 人一日計画下水量として 225 Lpcd が標準値として用いられている。Selangor 州における 1 人一日平均使用水量は 212～239 Lpcd (2006～2010 年) であり、1 人一日計画下水量にほぼ等しい値となっている。1 人一日計画下水量について外に論拠のあるデータもないため、225 Lpcd を標準値として用いるものとする。

実測データとの比較例を表Ⅲ-5.27 に示す。これによれば HLT235、HLT165 は上記の結果に近いが、HLT217 は予想流量を遙かに上回る結果となっている。実測流量データは一日の計測結果なのか、ある時間の瞬間値なのかは不明であるが、後者の場合には必ずしも一日平均流量を表さないことに留意する必要がある。

表Ⅲ-5.27 計画流量と実測流量との比較

HLT CD		Connected PE (PE)	Estimated Flow		Measured Flow (m3/day)	Process
			5 PE/Conn. (m3/day)	3.5 PE/Conn. (m3/day)		
HLT235	Bandar Mahkota Cheras	25,944* ¹	5,837	4,086	4,079* ¹	IDEA
HLT165	CherasJaya	21,254* ¹	4,782	3,348	2,500* ¹	SBR
HLT217	Bandar Baru Bangi Sek 9	51,005* ²	11,476	8,033	14,777* ¹	EA

Source: *¹ IWK Data

*² Antara Report

統合下水処理場の全体計画処理能力は地下水浸透量を見込んで 920,000 PE であり、これに対し現在の Cheras Batu 11、Cheras Jaya、Kajang 1、Kajang 3 の Connected PE は表Ⅲ-2.1 より 463,000 PE で、全体計画の約 1/2 相当であるが、処理能力をフェーズ 1 として全体計画の 1/2 規模としたときでも、上述したように実際の流下水量は 20～30%少ないと予想されるので、直ぐに満杯になる恐れは少ない。

これに加えて、既存小規模下水処理場はフェーズ 1 ですべて新設統合下水処理場に接続

される訳ではなく、フェーズ 1 とフェーズ 2 分けて実施されるため、全体計画の 1/2 規模で
 もしくは処理能力に十分余裕があると考えられる。

下水処理施設の建設には以下のオプションが考えられる。

- オプション 1：全施設を全体規模で一度に造る。
- オプション 2：土木・建築施設は全体規模で造り、機械・電気設備は段階的に設置する。
- オプション 3：本館を含む建築施設は全体規模で造り、下水処理施設・汚泥処理施設及び機械・電気設備は段階的に設置する。

各オプションの比較を表Ⅲ-5.28 に示す。

表Ⅲ-5.28 各オプションの比較

	オプション 1	オプション 2	オプション 3
財務的負担	先行投資は最も大きい 借入の場合、遊休施設の 建設費にも返済が生じ る	先行投資をやや小さく できる	先行投資を最小化でき る
施設の有効利用率	多くの施設が遊休化し 無駄が多い 実際の使用年数は短く なる	土木施設について、オプ ション 1 と同等	無駄がない
施設・設備変更の柔軟性	機種・方式の変更は難し い	土木施設は将来設置さ れる機械設備のタイプ は変わらないとして用 意されるため実際に設 置するときの柔軟性に 乏しい	既存施設の維持管理状 況を見ながら、増設の際 に機種・方式の変更が可 能 技術の進歩に伴う最新 の資機材が利用可能
維持管理作業への影響	大きな事故が発生した ときの予備として使え る 遊休施設であっても定 期的運転調整が必要と なるため維持管理作業 が増える	大きな事故が発生して も機械電気設備が入っ ていないため予備とし ても使えない	大きな事故が発生した ときには一部無処理で 放流ということも起こ り得る

Source: Prepared by the Study Team

表Ⅲ-5.28 の検討結果より下水処理施設の建設の考え方としてはオプション 3 を採用する。
 下水処理施設の建設は施設の遊休化を防いで財務負担の軽減を図るために、全体計画を 2
 系列として、実際の予想流入下水量に合わせて Phase I、Phase II で各 1 系列を建設する。

6 建設費及び維持管理（O&M）費

6.1 事業概要

本プロジェクトの事業概要を表Ⅲ-6.1 に示す。

表Ⅲ-6.1 事業概要

No.	施設名	フェーズ 1	フェーズ 2	備考
1	下水処理場	104,000 m ³ /日	103,000 m ³ /日	合計: 207,000 m ³ /日
2	幹線施設 管渠 ポンプ場	300～2,000 mm L=16.5 km 2 箇所		
3	枝線施設 管渠 ポンプ場	100～1,050 mm L=89.7 km 24 箇所		
4	個別腐敗槽(IST)接続 枝線管渠 各戸接続	L=約 69.0 km 約 12,000 戸		

Source: Prepared by the Study Team

6.2 建設計画

6.2.1 下水処理場

下水処理場は Kajang 3 の予定地に 2 期（フェーズ 1 及びフェーズ 2）に分けて建設する。フェーズ 1 では 104,000 m³/日、フェーズ 2 では 103,000 m³/日を建設する予定である。

- 建設期間: フェーズ 1 とフェーズ 2 においてそれぞれ 3 年間
- 処理能力: フェーズ 1 104,000 m³/日、フェーズ 2 103,000 m³/日、
合計 207,000 m³/日
- 用地面積: 約 7.33 ha
- 建設予定地: Kajang-Semenyih バイパス沿いの Kajang 3 区域下水処理場予定地
- 施設概要: 汚水処理施設
沈砂池・ポンプ棟、最初沈殿池/反応槽/最終沈殿池、塩素混和池
汚泥処理施設
重力濃縮槽、機械濃縮機、脱水機、消化槽、ガスホルダー

6.2.2 幹線施設

新規下水処理場へ枝線管渠を接続する幹線管渠をフェーズ 1 に建設する。

- 建設期間: 約 3 年間 (フェーズ 1)
- 口径: 300mm~2000 mm
- 管材: VCP、RCP、DIP (圧送管用)
- 管延長: 16.5 km
- ポンプ場: 2 カ所

6.2.3 枝線施設

既存の小規模下水処理場から幹線管渠へ接続する枝線管渠を建設する。

- 建設期間: 約 6 年間 (フェーズ 1、フェーズ 2 各 3 年間)
- 口径: 100mm~1,050 mm
- 管材: VCP、RCP、DIP (圧送管用)
- 管延長: 89.7 km
- ポンプ場: 24 カ所

6.2.4 個別腐敗槽 (IST) 接続

個別腐敗槽 (IST) 地区における約 12,000 戸を下水道に接続する。個別腐敗槽地区までの枝線管渠の建設及び各家庭の個別腐敗槽との接続工事で構成される。

- 建設期間: 枝線管渠: 約 5 年間 (フェーズ 1 2 年、フェーズ 2 3 年)
各戸接続: 約 5 年間 (フェーズ 1 2 年、フェーズ 2 3 年)
- 口径: 225 mm
- 管材: VCP
- 管延長: 約 69.0 km
- 各戸接続: 約 12,000 戸

6.3 建設費

建設費算定のための条件を以下に示す。請負業者の現場経費、間接費、利益は、各経費項目に含む。

6.3.1 土木工事

土木工事に関する建設費は、工種ごとの工事単価により算定した。それぞれの項目の工事単価を付属資料 6.1 に示す。これらは収集した他の下水道関連プロジェクトやその他データから集められたコストを分析して作成した。工事単価は以下の項目を含む。1) 人件費、2) 建設資材の価格、3) 建設機器の価格、4) 請負業者の間接費・収益、5) 税金

6.3.2 幹線管渠及び枝線管渠

管路建設の単価は、最近の建設工事実績をもとに査定して採用した。

管路建設費は、掘削、埋戻し、管基礎、アスファルト舗装工等を積み上げ、単位数量当たりの単価をベースに算定した。なお、CCTV による点検費用、路面復旧、小規模処理場の廃止費用も見込んだ。

6.3.3 機械設備及び電気設備工事

主要な機械及び電気設備については業者見積を行い、その他の機械及び電気設備にかかるコストは、過去の建設費をもとに査定して採用した。

6.3.4 建築工事

建築工事にかかる費用は、最近の建設工事実績をもとに建築面積当たり単価によって算出した。

表Ⅲ-6.2 に建設費を示す。建設費の内訳は付属資料 6.1～6.3 に示す。

表Ⅲ-6.2 建設費

(Unit: RM)

No.	施設	概要	項目	フェーズ 1	フェーズ 2	合計
1	下水処理場	汚水処理施設	土木建築工事	146,278,000	84,240,000	230,518,000
			機械工事	97,733,235	80,581,875	178,315,110
		汚泥処理施設	電気工事	62,837,112	42,745,408	105,582,520
			小計	306,848,347	207,567,283	514,415,630
2	幹線管渠	φ300～2,000 mm, L=16.5 km, 2 PS	管路	115,112,520		115,112,520
			ポンプ場	38,553,130		38,553,130
			小計	153,665,650		153,665,650
3	枝線管渠	φ100～1,050 mm, L=89.7 km, 24 PS	管路			291,419,620
			ポンプ場			70,556,350
			小計			361,975,970
4	個別腐敗槽 (IST) 接続	φ225mm, L=68.9km, 12,000 戸	枝線			33,915,342
			各戸接続			71,946,000
			小計			105,861,342
合計			RM			1,135,918,592
			Round RM			1,135,919,000
			円換算			29,893 mil. Yen

Source: Prepared by the Study Team

6.4 建設工程

建設工事は、発注者の行う基本設計実施後に行う。詳細設計及び建設工事の全工程は 36 ヶ月と想定される。請負業者によって建設工事開始される前に実行する詳細設計は、準備工及び人員、設備動員、整地を含み約 6 ヶ月と見積る。工事期間は、下水処理場、ポンプ場建設及び幹線管渠・枝線管渠の敷設に約 30 ヶ月と想定される。個別腐敗槽地区に対する各戸接続工事は工事期間を 60 ヶ月と見積る。図Ⅲ-6.1 に建設スケジュールを示す。

6.5 維持管理 (O&M) 費

O&M 費は各年次における人件費、薬品費、電気代、補修費、その他経費に対して算出した。下水管の維持管理作業は専門業者に委託することを想定している。

運転維持管理における年間経費は、下水処理場に対して 20,970,000 RM、ポンプ場に対して 6,400,000 RM、下水管に対して 192,000 RM と算定した。O&M 費の内訳は表Ⅲ-6.3、表Ⅲ-6.4 及び表Ⅲ-6.5 にそれぞれ示す。O&M 費の内訳を付属資料 6.5 に示す。

表Ⅲ-6.3 下水処理場の維持管理にかかる年間経費

	項目	維持管理費(RM/年)
1	人件費	1,926,000
2	塩素	2,115,540
3	高分子凝集剤	3,704,896
4	電気代	8,288,004
5	汚泥処理費	-
6	補修費	1,295,925
7	その他	1,733,037
8	予備費 (10%)	1,906,340
	合計	20,969,742

Source: Prepared by the Study Team

表Ⅲ-6.4 ポンプ場の O&M にかかる年間経費

	項目	維持管理費 (RM/年)
1	電気	5,713,000
2	スクリーンかす処理費	96,000
3	補修費	286,000
4	その他	305,000
	合計	6,400,000

Source: Prepared by the Study Team

表Ⅲ-6.5 下水管の維持にかかる年間経費

	項目	維持管理費 (RM/年)
1	委託による下水管の清掃	192,000

Source: Prepared by the Study Team

7 「全国下水処理事業フェーズⅡ」との関係性

3.1 で述べたように 2009 年 11 月に JPP が策定した”Sewerage Catchment Planning and Sludge Management Strategy Study for Upper Langat River Basin”では、Selangor 州の Cheras 及び Kajang Sewerage Catchment をそれぞれ、Cheras Batu 11、Cheras Jaya、Kajang 1、Kajang 2、Kajang 3 の 5 つの sub-catchment に細分し、個々に統合下水処理場を有する独立した処理区にすることを提案している。

一方、2009 年 9 月に作成された JICA の「マレーシア国第二次全国下水処理場事業準備調査」においては、表Ⅲ-7.1 に示す 17 の下水処理場建設事業が優先プロジェクトとして取り上げられ優先順位付けが行われた。この中で、Selangor 州の Batu 11（優先順位 3 位）、Kajang 3（同 4 位）、Kajang 1（同 7 位）、Cheras Jaya（同 7 位）の 4 つのプロジェクトは高い優先順位が与えられているが、前述した JPP が策定した Cheras 及び Kajang Catchment の 5 処理区案の 4 処理区と同じものである（5 処理区のうち残りの Kajang 2 はすでに 2012 年 1 月現在、JPP によりコントラクターの選定が終わり工事着手の段階にある）。

本調査で提案する PPP スキームは、これらの 4 処理区を統合して Kajang 3 の予定地に建設される一つの統合下水処理場の下で管理しようとするものである。

表Ⅲ-7.1 「全国下水処理事業フェーズⅡ」優先プロジェクト

State	Location	Assessment Result	Land Status	Priority
W.P.K.L.	Pantai	40	Completed	1
W.P.K.L.	Jinjang Kepong	39	Under process	2
Selangor	Batu 11	36	Completed	3
Sabah	Kota Kinabalu	34	Completed	4
Selangor	Kajang 3	34	Under process	4
Perak	Papan	33	Completed	6
P. Pinang	Batu Feringghi	32	Completed	7
Selangor	Kajang 1	32	Under process	7
Selangor	Cheras Java	32	Completed	7
Johor	Johor Baru City	29	Under process	10
Sarawak	Miri	29	Under process	10
Pahang	Bandar Kuantan	27	Completed	12
Terengganu	Kuala Terengganu Selantan	26	Under process	13
Johor	Taman Kota Kulai & Taman Puteri Kulai	26	Completed	13
Pahang	Bandar Bentong	22	Under process	15
Kedah	Kota Setar	21	Completed	16
Perak	Kuala Kangsar	21	Under process	16

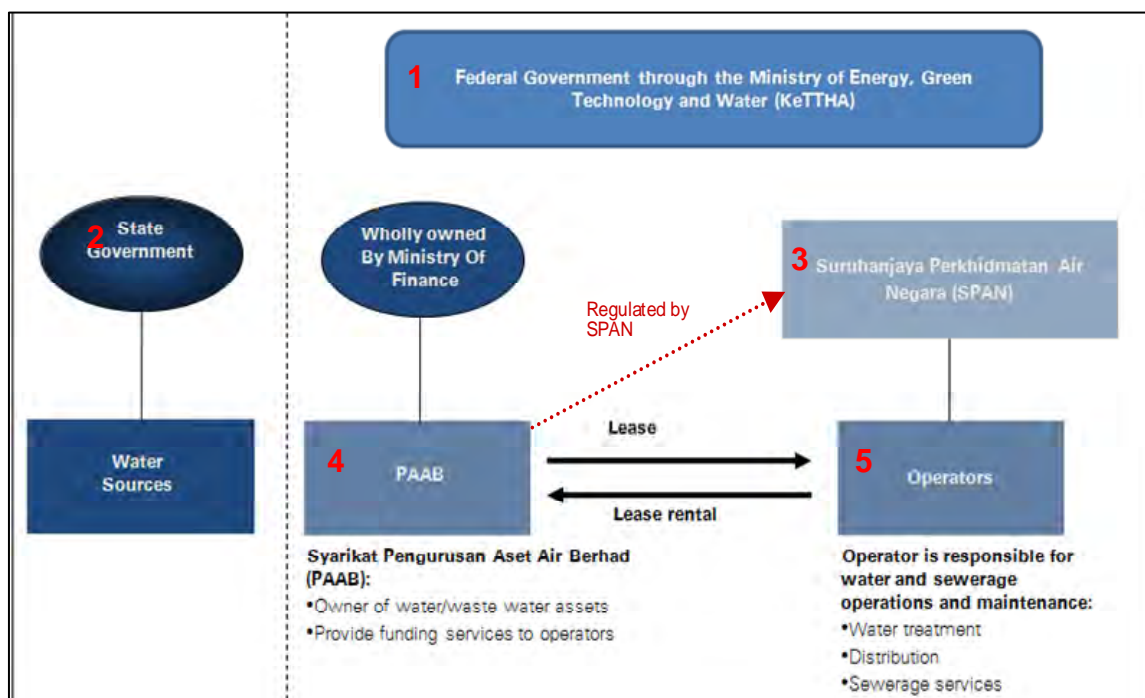
Source: “Preparatory Survey for Sewage Treatment Plant project (II)”, JICA, September 2009

なお、表Ⅲ-7.1 で最上位にランクされている Pantai については、第 I 部 3.4 で述べたように中国系企業により EPC で建設が開始されている。

8 案件ストラクチャー

8.1 PPP フレームワークの提案

2004年、マレーシア連邦政府は、水サービス産業（上下水道セクター）の改革を実施し、新しい事業モデルを導入。当モデルには、連邦政府、州政府、水事業規制当局、水事業資産保有会社、水事業オペレーターの5者により構成される。当該新規オペレーションモデルの図は以下のとおり。



Source: *The Water Tablet: Malaysian Water Reforms, 2008*

図Ⅲ-8.1 マレーシア上下水道事業の新しい事業モデル

当該オペレーションモデルの改革は、National Water Service Commission 2006 と Water Services Industry Act 2006 の発布を拠り所としている。

8.1.1 水事業の改革-2006年上下水道事業法（WSIA）施行後

- 制度改革: 水サービス産業にライセンス制度が導入され、Suruhanjaya Perkhidmatan Air Negara (以下“SPAN”)又は「水事業規制当局」の下に管理されることとなった。
- 金融改革: 当該改革の下、水サービス産業は、新規設備投資への資金調達を Pengurusan Aset Air Berhad (以下、“PAAB”又は“Water Asset Management Company”)が行うことにより、オペレーターが資産を持たずにオペレーションを行う環境に移行。

新たなオペレーションモデルにおいては、財務省（以下、“MOF”）傘下にPAABが設立された。水サービス産業は、PAABを活用することで、新規設備の資金調達負担を軽減。水事業のオペレーターは資産を持たないオペレーションのみ行う事業体として、またPAABは既存及び新規資産の資金調達を行う主体として、それぞれの役割を分担。また、PAABは以下に挙げる役割も担っている¹。

¹ “Inside PAAB” - <http://www.paab.my/inside-paab>

- a) 水関連インフラ資産及びその他関連資産の建設、改装、改善、向上、維持、修繕を行う。
- b) マレーシア国における水資産の開発に関し競争力のある資金調達を行い、SPANにより運営・維持のライセンスを付与された水事業のオペレーターに対しリースを行う。
- c) マレーシア政府が目指す効率的で品質の良い水事業サービスを提供するというビジョン実現に向けて、SPANが行う同国の水サービス産業の改革をサポートする。

更に重要なのは、PAABは通常の産業主体ではコストを回収できないような、長期設備投資資金の調達を行う手法として設立された点にある。

上下水道事業法（WSIA）のコンセプトは、水事業のオペレーターが資産を持たず、PAABが資金調達と水資産のリースを行うことにより、資金調達負担からの開放を実現する手法であると理解される。ただし、水道資産や下水道資産の改善に多額の投資が必要となることを見据えると、PAABは既存資産の集中化と新規資産の建設のため、いずれ財務体質の悪化に直面するものと考えられる。

モデルプロジェクトは、PPPスキームを導入し、公的機関（PAAB、またはJPP/IWK）の新たな下水道整備（下水処理場、下水管ネットワーク）への資金調達負担を軽減させるとともに、PAABが現行上水セクターと同様の役割を担うスキームを提案する。

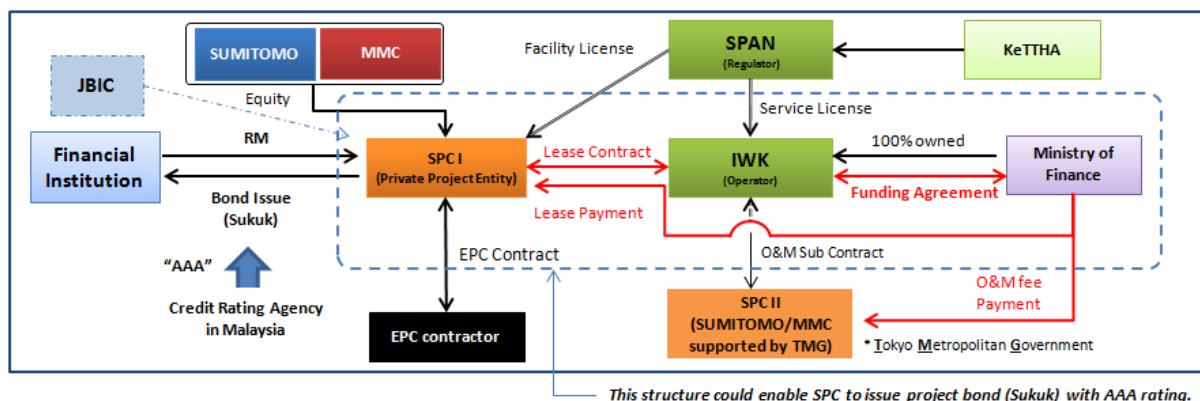
この点、モデルプロジェクトのコンセプトは、下水道セクターの改革を、現行の水道セクターの改革に追いつくべく、推進させるものである。PPPスキームの下水道インフラ開発への導入により、PAABは水道セクターの改革に注力することが可能となる。

下水道セクターが、PPP主導の下、オペレーションの効率化や財務体質の改善により合理化された際には、上下水道セクター双方の統合にも寄与できる。

8.2 投資ストラクチャー

株主からの拠出金がモデルプロジェクトの資本金となる。MMCと住友商事は二つの特別目的会社（以下、“SPC”）を設立予定：

- SPC Iは、開発・設計・エンジニアリング・調達・建設・資金調達を実施。SPC Iは、IWKとMOFとの間でリース契約を締結。SPANからファシリティライセンスを取得後、SPC Iはプロジェクトの資産所有会社となり、MOFからリース料の支払いを受ける。
- SPC IIはプロジェクトの運営・管理を実施。SPC IIは、IWKとMOFとの間でO&M下請契約を締結し、オペレーションの対価はMOFより支払われる。SPC IIは、IWKからサービスライセンスを下請けする。



Source: Prepared by the Study Team

図III-8.2 マレーシアの下水道事業を合理化するための PPP スキーム案

8.3 ファイナンスストラクチャー

プロジェクトの借入金部分は、民間機関アレンジによるプロジェクトファイナンス仕立ての下、マレーシアリング建債券の発行により行う。適切な契約形態を確立することで、長期投資家を確保。詳細は第 10 章にて後述。

8.4 契約ストラクチャー

上下水道事業法（WSIA）での現行のライセンス制度の下、モデルプロジェクトの中核契約をリース契約とする、リーススキームの適用を計画。今後のステージにおいて協議されるべき主たる契約書は以下のとおり。

- SPC I、MOF、及び IWK、3 者間におけるリース契約
- SPC I と EPC コントラクター間における EPC 契約
- SPC II、MOF、及び IWK、3 者間における O&M 契約

本モデルにおいては、連邦政府と IWK がコンセッション契約上の排他的権利を SPC I に対し放棄することにより、SPC I は上下水道事業法（WSIA）スキーム上でのファシリティライセンスを獲得できることを想定。

SPC I は、ファシリティライセンスの所有者として、プロジェクトの設備を IWK（下水道のサービスライセンス保有者）へリースを行う。

O&M 下請契約においては以下の点を強調したい：

上下水道事業法（WSIA）の第 12 条は以下のとおり規定：

“(1) The grant of an individual licence under Section 9 shall be personal to the individual licensee and the individual licence shall not be assigned, sub-licensed or transferred to any other person except with the prior written approval of the Minister.

<和訳>

(1) 第9章の下許可された個別ライセンスは、当該個別ライセンス保有者に属するものとし、当該個別ライセンスは、所管大臣の事前の書面による承認なく、第三者へ譲渡、下請、又は移転させてはならない。

(2) An individual licensee who assigns, sub-licenses or transfers its individual licence to any other person without the prior written approval of the Minister commits an offence and shall, on conviction, be liable to a fine not exceeding three hundred thousand ringgit or to imprisonment for a term not exceeding three years or to both.”

<和訳>

(2)所管大臣の事前の書面による承認なく、個別ライセンス保有者が、個別ライセンスを第三者に対して譲渡、下請、又は移転させた場合、有罪確定をもって、300千リング未満の罰金、又は3年未満の禁固刑に処する。

上記のとおり、個別ライセンスの譲渡または下請けは、所管大臣の書面による承認が必要となっている。また、IWK が既存のコンセッション契約を保有する関係上、IWK のライセンスが下請け可能なのかどうかは確認が必要である。

MMC 及び住友商事は、SPC I のスポンサーとして、下水道設備及び下水管ネットワーク設備の設計・施工の責務を負う。SPC I は有能かつ信頼できる EPC 契約者を選定。しかしながら、IWK は引き続き政府とのコンセッション契約主体であり、以下の条項「条項(c) 計画、設計、建設、及び新規公共下水システムの稼働を行う」があるため、当該排他的権利を持つ IWK 及び連邦政府に対し、新規下水道システムの建設を行うことにつき許可を要請したい。

当該モデルは上下水道事業法 (WSIA) により求められるモデルに合致している。上下水道事業法 (WSIA) は、ファシリティライセンスとサービスライセンスは、それぞれ別の主体により保有されるべきものと想定。これは、より効率的なサービスの提供を実現するため、上下水道事業法 (WSIA) スキームが形成された際に打ち出された考え方である。

9 ファイナンスプラン

9.1 ファイナンスプランの提案

モデルプロジェクトのファイナンスプランを検討するにあたり、その前提として、マレーシア政府は以下の点を考慮すべきである：

- **民間ファイナンス**を下水道プロジェクトに導入することで、公的セクターによる資金調達責任、及び建設・運営責任を軽減すること。前述のとおり、PPP ストラクチャーによる民間主導のファイナンスを導入することで、建設・運営責任及び資金調達責任を、そのまま民間側に負担させることが可能。しかしながら、マレーシアにおける債券マーケットの投資家は特にリスク逃避的である等、同国債券市場には、斯様なハードルが存在するのも事実。このため、保険会社や労働者共済組合等の年金基金が主たる投資対象とするのは、同国内格付けで AAA クラスの債券になることが通常である。
- リスク逃避的な機関投資家を、**長期資金調達が必要となる下水道インフラストラクチャープロジェクトに活用**するために、公的セクターと民間セクターのリスクシェアリングを最もバランスの取れた形で合意させる必要がある。
- 取引量において世界屈指のイスラム金融市場であるマレーシア国の金融市場環境を活用し、モデルプロジェクトとしてより多くの投資家を募ることができる。

上記に基づき、モデルプロジェクトのファイナンスについては、SPC（MOF とのリース契約による保全あり）からイスラム債を発行する形態による資金調達をベースケースとして提案したい。

9.1.1 MOF とのリース契約により保全される SPC がイスラム債を発行するスキーム

概要

本プロポーザルによるファイナンスプランにおいては、MOF とのリース契約により保全される SPC（民間セクターが株主となる）が、イスラム債（スクーク）を発行し資金調達を行う（**図Ⅲ-8.2** 参照）。

ファイナンスの詳細

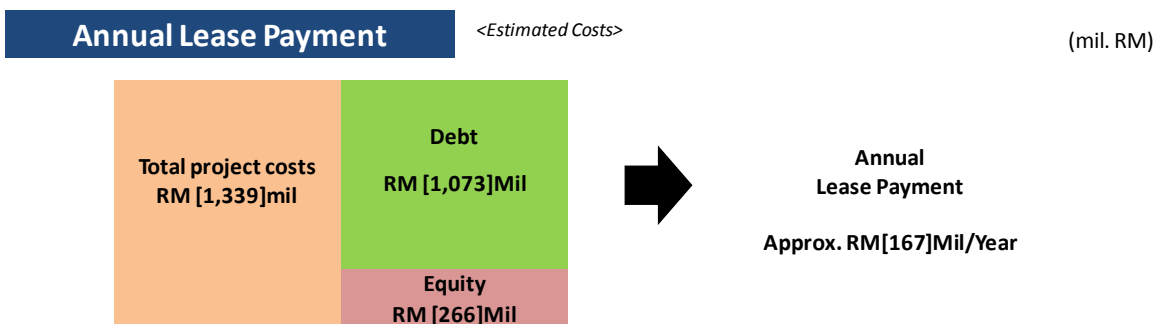
当該ストラクチャーにおいて、SPC は債券保有者に対してクーポンの支払いを行う。SPC によるイスラム債（MOF とのリース契約により保全）にかかるファイナンスコストは以下のとおり想定；

(1)参照レート： 5.24%(20年)

- 2011年10月24日付マレーシア国債利回りを参照
- プレミアム：約 1.13% (AAA 格付保有の一般事業法人の平均水準)
- マレーシア 20年国債の利回りは 4.11%

9.1.2 設備投資に対する年間リース料

総額約 1,339 百万リングとなるプロジェクトコスト想定額は、借入金及び資本金の比率 80:20 の割合で資金調達される。(借入金:約 1,073 百万リング、資本金:約 266 百万リング)。年間リース料は、操業開始となる 2016 年から開始され、20 年間に亘って MOF より支払われる。当該前提で、年間リース料は約 167 百万リングと試算。詳細は下記のとおり。



Source: Prepared by the Study Team

図Ⅲ-9.1 MOF が SPC 1 へ支払う予想年間リース料

本件によるマレーシア政府にとっての利点は以下 2 点:

- モデルプロジェクトの建設にかかる資金は、全額民間セクターにより競争力のある水準で調達される点。
- 年間リース料の支払は、下水処理場完工後から開始となるため、建設にかかる大規模な資金を初期段階で一気に負担せねばならないと言う状況から、政府を解放することができる点。

当該前提条件の鍵は、MOF が下水処理場完工後の年間リース料支払いに合意すること。

9.1.3 年間のオペレーション費用

モデルプロジェクトで建設する下水処理場のオペレーションに関与すべく、MMC 及び住友商事は O&M 下請け会社を設立予定。当社は 2016 年の操業開始から 20 年間に亘り、オペレーションサービスを行う予定。

オペレーション費用の予想年間平均コストは約 31 百万リングで、当該コストには、汚泥の廃棄にかかるコストも含む。下水汚泥には、肥料の主要成分となるリンと窒素が豊富に含まれるため、適切に処理された汚泥を肥料会社に無償で供給する場合、汚泥の廃棄にかかるコストがセーブできるので、約 6.2 百万リングのオペレーションコスト削減が見込まれる。

本提案のファイナンスプランの利点

プロジェクトファイナンスをベースとする資金調達の場合、保証料まで勘案すると 1.5% ~ 2.5% 程度 PAAB の推定ファイナンスコストより割高となる。しかしながら、本プロジェクトにおいては民間セクターに資金調達をさせるため、政府として債務負担軽減のメリットを享受できる。

本件は、MOF が年間リース料を支払うスキームとなっており、SPC が発行するイスラム債は同国内において AAA と格付される可能性が高く、多くの投資家を募ることが可能となる。

加えて、長期イスラム債の活用は、マレーシア政府が掲げる、国際イスラム金融市場のハブとして同国金融市場を拡大する、との方針に合致するものでもある。

9.2 海外からのファイナンスプログラム

日本政府のファイナンス支援の可能性

現在、日本政府は、日本企業が関与する国際的なインフラ事業を支援するため、様々なファイナンスプログラム（以下、「日本ファイナンス」と呼ぶ）がある。日本ファイナンスは、案件の信用力次第では、期間 20 年に達するような長期資金を供給することが可能であ

り、本件のようなケースも含め、プロジェクトホスト国の便益に資する資金調達を支援することが可能。

今回提案のモデルプロジェクトのファイナンスは、SPC が発行するマレーシアリング建イスラム債による資金調達により行われることを想定しているが、JBIC もまたモデルプロジェクト向けの競争力あるファイナンススキームを検討中である。

このほか、2007年、JBIC は Bank Negara Malaysia とアジア地域におけるイスラム金融推進に貢献すべく MOU を締結。JBIC はイスラム金融の研究、及びイスラム金融とのネットワーク構築に向け熱心に活動している。

日本ファイナンスの活用を通じ、日本とマレーシア両国の政府間(G2G)の関係強化に資することも見込まれ、長期間に亘るインフラ事業にとって重要な要素となりうる。

日本政府は、実際に、JICA を通じた IWK 技術者の派遣受け入れ、及びマレーシアにおける OJT での技術指導を実施するなど、インフラ整備向け資金のサポートだけでなく、下水道セクターの技術向上のための支援も視野に入れている。

本モデルプロジェクトが無事成功した際には、将来他の下水道事業にも同じスキームの適用が可能となり、マレーシア国の下水道事業は長期に亘って持続可能なものなるだろう。そのためには、長期ファイナンスが必ず必要となり、日本ファイナンスは大きな助けとなる可能性を秘めている。

10 金融・経済分析

10.1 概要

マレーシア政府は、将来の経済発展を見据え、実効性の高い公共投資を計画・実行しなければならないが、実際の計画においては効率性や効果面で疑問が持たれている。特に、途上国においては、限られたリソースの中、公的サポートなくして最良の投資計画を選択するのは困難である。

マクロ経済指標という点で、確かに GDP は政府による直接支出により成長する。しかしながら、効率性や効果を十分に検証しない公共投資は、巨額の財政赤字を生み、将来世代に大きな負担を強いるという結果をもたらす。これは、多くの先進国が既に歴史的に経験しており、かつ現在も続いている事実である。

投資の効果及び効率性を査定する方法として、費用便益分析（Cost-Benefit Analysis, 以下「CBA」と呼ぶ。）が通常適用される。この方法においては、「便益」として定量化できる要素と、「費用」として定量化できる要素の比較を行う。まずは、当該ビジネス、或いは社会全体が最終的に差し引きでどれだけの「便益」を享受できるか数量化することから始める必要がある。

当該方法においては、想定される計画によりもたらされる全ての便益と費用をシステムチックに見積り、その他選択肢との比較を行う。CBA は、想定される計画により影響を受ける全てのコミュニティに発生する利益と損失を考慮する。当該分析は、単にプロジェクトの財務的側面だけではなく、それ以外の有形無形の外的要因も含めて行われる。

本章においては、当該方法を参照のうえ、モデルプロジェクトに関係する要素の定量化を試み、定量面と定性面それぞれで比較優位であることを確かめたい。

5.7 にて言及のとおり、モデルプロジェクトの前提として、既存の Langat 地区に点在する小規模の下水処理設備は取り壊したうえで、東京都の持つ技術面での知見を活かし、Kajang 3 サイトに大型の下水処理場を建設する。これに対し、JPP の計画は、Cheras Batu 11、Cheras Jaya、Kajang 3 の 3 箇所に下水処理場を建設するもの。JPP の計画については、合理的な想定値を用いて、モデルプロジェクトとの比較を実施した。

10.2 財務及び経済分析における主要想定条件

10.2.1 ストラクチャー

(1) Langat Model Project Proposal

8.2 にて言及のとおり、MMC と住友商事が設立する SPC I と SPC II により EPC、O&M 及び資金調達までを実施。民間セクターの長期間に及ぶ深い関与が本ストラクチャーの鍵となる。

(2) JPP Project

JPP が従来からの方法に従い、コンサルタント入札及び建設工事入札を行い、下水処理場を 3 箇所に建設する計画。

10.2.2 設備投資

(1) Langat Model Project Proposal

設備投資は、実際に必要となる処理能力 (PE) に応じ、二段階に分けて実施。6.3 に記述

のとおり、両方の段階において、下水処理場、下水管ネットワーク、環境技術設備を含む。本案件で提案の下水処理設備は、4 エリア (Cheras Batu 11, Cheras Jaya, Kajang 1, Kajang 3) をカバーする大規模下水処理場を限られた土地に建設するため、東京都により開発された深層曝気法を取り入れる。

(2) JPP Project

設備投資は、当方提案と同じく、2段階に分けて行われるものと推定した。3箇所に分けて建設する下水処理場を別々に建設するため、規模の観点から、設備投資額はモデルプロジェクトより高くなるものと想定。

10.2.3 オペレーションコスト

(1) Langat Model Project Proposal

モデルプロジェクトのオペレーション費用は、塩素、ポリマー、電気代、人件費、修繕費、またポンプ場と下水管渠における電気代、及び修繕費が含まれる。汚泥処分コストも含めて試算しているが、汚泥を肥料会社が引取る場合には、汚泥処分コストの削減も可能となる。

(2) JPP Project

JPP プロジェクトにおけるオペレーション費用は、モデルプロジェクトと同じベースで試算している。JPP プロジェクトの場合、3箇所の異なる場所でオペレーションが行われるため、非効率なオペレーションとなることが想定され、それ故、消費財の余剰ストックやより多くの人員配備が必要となる点を勧告し、オペレーション費用は高めになるという結果を想定。

10.2.4 ファイナンス

(1) Langat Model Project Proposal

モデルプロジェクトの資金調達には、資本金 20%、借入金 80%を想定。借入金は SPC 発行のスクーク債による調達を想定。詳細は下記のとおり；

表Ⅲ-10.1 LMP ファイナンスの想定

Funding source	Equity	SPC Sukuk
Share	20%	80%
Tenor	-	24 years including construction period
Assumed Rate	-	5.24%

Source: Prepared by the Study Team

なお、上記期間及び金利については、今後より精緻な検証が必要でありその結果によって変わりうるものである点を補足する。

(2) JPP Project

JPP プロジェクトについては、資金調達は政府の予算配分により行われるため、参考となる金利水準は存在しない。ただし、このような形で調達を続ける場合、政府の負債は拡大し財務体質をより悪化させる結果をもたらす。本件においては、モデルプロジェクトと同じ金利水準を想定した。

表Ⅲ-10.2 JPP Project ファイナンスの想定

Funding source	Commercial Bank
Share	100%
Tenor	24 years including construction period
Assumed Rate	5.24%

Source: Prepared by the Study Team

10.2.5 収入

モデルプロジェクト及び JPP プロジェクト共に、収入は予想利用人口×平均料金とし、同じ条件を想定した。

10.2.6 経済便益

モデルプロジェクトと JPP プロジェクトの経済便益に関する詳細は後述。本分析においては全ての便益をカバーするのではなく、まずは最も明確化できかつ計測可能なものとして土地再開発に伴う便益の分析を行った。当該方法を採用した理由は、他の方法での定量化が困難という理由だけでなく、本便益はいかなるケースにも適用可能な方法だからである。また、他の可能性の高い経済便益についても検討項目として取り上げることとした。

(1) Langkat Model Project Proposal

1) 土地再開発

下水処理場を集約化することで、既存の下水処理施設を廃止し、廃止となった設備の跡地は別の目的での再利用が可能となる。また、JPP 計画では下水処理場の用地として考えられている Cheras Batu 11 と Cheras Jaya についても、モデルプロジェクトの場合は、別の目的での土地利用が可能となる。費用便益分析においては、当該利用可能となった土地の見積価格を活用した。

2) 電力コスト削減

環境技術（バイオガス発電設備）の導入により、本設備にて発電する電気を下水処理場の運転に利用できる。バイオガス発電による想定発電量は、およそ 3,500,000kwh/年。

3) CO₂ の削減

コペンハーゲン気候変動サミットにおいて、ナジブ首相は 2020 年迄に CO₂ 排出量を 2005 年の水準比 40% まで削減する宣誓を行った²。これは、42.2 百万トンに及ぶ CO₂ の削減に相当する³。汚泥から発生するメタンガスを燃料に発電を行うことにより、CO₂ 換算で 21 倍もの温暖化ガス削減効果をもたらす。

4) 再生可能エネルギー（RE）の将来

マレーシアが先進国入りするための重要戦略として、新経済モデルと第 10 次マレーシア計画は、その基礎をなすものである。特に、民間セクターの参画こそが変革を進める原動力となる点が強調されている。新経済モデルに沿う形で、マレーシア政府は環境技術や持続可能な開発を促進しようとしている。

再生可能エネルギー法の下、フィードインタリフ（“FiT”）が認められる 4 つの再生可能エネルギー（“RE”）は、バイオガス、バイオマス、小規模水力、太陽光発電。現在、

² Najib Returns from Copenhagen, The Star Online, 20 December 2009

³ Enter a New Era of Green Energy, The Star BizWeek, 3 December 2011

発電された電力は下水処理場の運転に利用することを想定するが、今後当該発電設備を拡張して、フィードインタリフ(“FiT”)制度を適用することも可能になる。斯様に環境技術を取り入れて行くことで、マレーシアの火力発電への依存度を軽減することができる。

5) Langat 川の汚染軽減

Langat 川は高レベルのアンモニアにより汚染されている。その他、Langat 川汚染の要因は、工場排水、不法投棄、ごみ埋立地からの漏出、家庭排水、河川の環境変化に伴う水質変化などである。これらの状況に加え、既存下水処理場が正常に機能しないため、下水処理場からの排水が排出基準値を満たしておらず、更なる河川の汚染を引き起こし、Cheras Batu 11 浄水場での取水停止と言う事態に至ったこともある。モデルプロジェクトでは、大型下水処理場の建設により、Langat 川上流にある既存下水処理場を廃止することができ、上述した問題の解決に繋がる。また、ステップ流入二段式生物学的脱窒法により、高レベルの脱窒作用を通じて、アンモニアを抑えることが可能となる。

6) 技術移転

東京都による技術移転を予定。技術移転による効果を定量化するのは困難だが、モデルプロジェクトを通じてオペレーションを効率化できる点は、追加的な価値向上と言える。

(2) JPP Project

JPP プロジェクトにおいては、モデルプロジェクト同様に、既存の下水処理設備を取り壊すことにより、別目的に利用できる土地の価格を経済便益として考慮。ただし、Cheras Batu 11 と Cheras Jaya は下水処理場の用地として必要となるため、これらの土地価格が含まれない分、モデルプロジェクトよりも低い価値となっている。

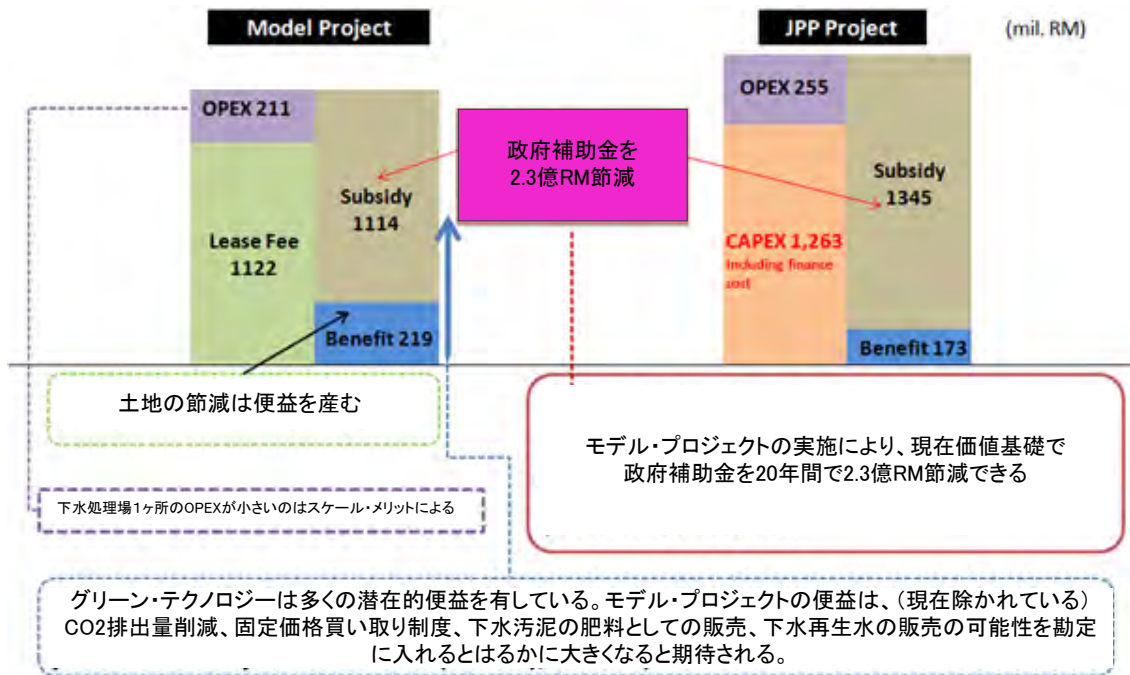
10.3 財務・経済分析による評価

上記想定条件の下、モデルプロジェクトと JPP プロジェクトの財務・経済分析を実施。現在価値ベースでの分析結果は図III-10.1 のとおり。

分析の結果、主要な財務・経済便益の詳細は以下のとおりとなる：

- 投下資金及びオペレーションコストの低減—現在価値ベースで、モデルプロジェクトの初期投資コストは 1,122 百万リング、20 年間に亘るオペレーションコストは 211 百万リングとなる。また、経済便益としては 219 百万リング。一方、JPP プロジェクトは、初期投資コストが 1,263 百万リング、オペレーションコストは 255 百万リング、経済便益は 173 百万リングとなる。その結果、JPP プロジェクトに比べて、モデルプロジェクトでは、230 百万リング分の政府補助金節約効果をもたらす。
- 優位な借入条件での民間ファイナンス活用 —モデルプロジェクトは借入金：資本金比率が 80:20 での資金調達を計画。借入金の調達コストは借入金部分の 80% に対し 5.24% を適用。JPP プロジェクトに関しては 100% に対して同等の金利を適用。

経済便益—モデルプロジェクトは様々な経済便益をもたらすが、とりわけ Cheras Batu 11 と Cheras Jaya の土地利用価値に係る部分のインパクトが大きい。その他の経済便益としては、オペレーションコストの削減、CO₂ 排出量の削減が挙げられる。環境技術を活用した Langat 川の汚染への対応や、東京都の専門家によるマレーシアへの技術移転も経済的価値となり得る。



Source: Prepared by the Study Team

図Ⅲ-10.1 LMP と JPP プロジェクト間の現在価値基礎での比較

10.4 事業採算性分析

本節は、商業上の秘密事項や、事業費等の入札関連情報を含むため本報告書に掲載しない。

11 運用・効果指標

提案プロジェクトの進捗状況及び効果を把握するための運用・効果指標を**表Ⅲ-11.1**、**表Ⅲ-11.2**のように定める。

11.1 運用指標

運用指標は目標を達成するために、どれだけ効率よく下水道事業を運用しているかを示すものである。

調査対象地域においてはすでに多数の既存小規模処理場において下水処理が行われているが、ここでは新設される統合下水処理場として運用状況を示すために現況はゼロとなる。

- 汚水処理人口と汚水処理量は既存小規模下水処理場流入下水の公共下水道への接続替え、個別腐敗槽地区の公共下水道への接続によって増大する。汚水処理人口は家庭接続数と平均1世帯人口によって求められるが、平均1世帯人口は1接続=5PE=5人ではなく、統計局が発表する人口と住宅に係るセンサス結果を基に発表する実際の平均1世帯人口とする。
- 施設使用率は増設の必要性の判断基準となるもので、増設が完成すると施設使用率は大きく低下する。
- 今回のプロジェクトは多数の小規模処理場を一つに統合することを目標の一つにしており、下水道事業の進捗状況を測る目安となる。
- 個別腐敗槽の公共下水道接続が公費負担でプロジェクトに含まれる場合には個別腐敗槽接続率も下水道事業の進捗状況を測る目安となる。
- 幹線管渠整備率はあらかじめ幹線に指定された区間における下水道事業の進捗率を測る目安となる。
- BOD₅除去率は統合下水処理場が所定の機能を発揮しているかをチェックするものである。
- 汚泥再利用率は発生汚泥が埋立処分以外に有効利用されたどうかを測るもので、消化ガス発電、肥料としての再利用が想定される

11.2 効果指標

効果指標は住民生活が快適になることと水環境が保全されることを示すものである

- 放流先の水質改善状況はランガット川のDOEの水質観測地点におけるBOD₅測定結果の平均値として、調査対象地域の下水が集まるランガット川とその支川のジェロー川合流点の上流(L04地点)とする。
- 下水道人口普及率は下水道の利用状況を示すもので調査対象区域内の人口はセンサス人口を基準とし、センサス実施後に見直しを行うものとする
- 有機性汚染の代表的指標としてのBOD₅、処理方式に採用した窒素除去プロセスの効果を示すT-N、既存下水処理場で最も達成状況の悪いO&Gに着目して、下水処理水排水基準達成状況をチェックする。
- 電力削減率はグリーンテクノロジー効果を測る目安とする

表 -11.1 下水道運用指標

区分	指標名	指標計算方法	目標値			目的	
			現在	2016	2020		2025
基本	汚水処理人口	= (家庭契約数) × (平均所帯人口)	0	570,000	670,000	750,000	
基本	汚水処理量	指標名の通り	0	128,000 m ³ /day	151,000 m ³ /day	169,000 m ³ /day	小規模下水処理場の統合が進んでいるかを評価
基本	施設使用率	= (日平均処理量) / (処理能力)	0	62%	73%	82%	
補助	既存処理場統合率	= (接続処理場数) / (既存処理場数)	0	30%	100%	100%	小規模下水処理場の統合が進んでいるかを評価
補助	個別腐敗槽接続率	= (接続個別腐敗槽数) / (既存個別腐敗槽数)	0				(オプシオン)個別腐敗槽の解消が進んでいるかを評価
補助	幹線管渠整備率	= (整備済み延長) / (計画総延長)	0	100%	100%	100%	下水道整備が適切に実施されているかを評価
補助	BOD ₅ 除去率	= (流入 BOD ₅ - 流出 BOD ₅) / 流入 BOD ₅ × 100	0	95.6%	95.6%	95.6%	下水処理が適切に行われているかを評価
補助	T-N 除去率	= (流入 T-N - 流出 T-N) / 流入 T-N × 100	0	66%	66%	66%	下水処理が適切に行われているかを評価
補助	汚泥再利用率	= (再利用量) / (発生量)	0				(オプシオン)
補助	消化ガス発電量		0				(オプシオン)グリーンテクノロジーが適切に行われているかを評価

Source: Prepared by the Study Team

表 -11.2 下水道評価指標

区分	指標名	指標計算方法	目標値			目的	
			現在	2016	2020		2025
基本	放流先水質改善状況	BOD ₅ を指標として年間24回測定の平均値					対象地域において下水道整備による水質改善効果が発揮されているかを評価
基本	下水道人口普及率	= (下水道接続人口) / (計画区域内予想人口)					整備された下水道が利用されているかを評価
補助	BOD ₅ 排水基準達成率	= (基準値以下のサンプル数) / (総サンプル数) 測定頻度：週1回		100%	100%	100%	代表的有機性汚濁指標の排水基準遵守状況
補助	T-N排水基準達成率	= (基準値以下のサンプル数) / (総サンプル数) 測定頻度：週1回		100%	100%	100%	処理方式の窒素除去効果が発揮されているか
補助	O&G排水基準達成率	= (基準値以下のサンプル数) / (総サンプル数) 測定頻度：週1回		100%	100%	100%	難しいとされる O&G 除去に対応できているか
補助	電力削減率	= [(消化ガス発電量) + (太陽光発電量)] / (総電力使用量)					(オプシオン)代替エネルギーによる電力量の節減効果を評価

Source: Prepared by the Study Team

第IV部 環境社会配慮

1 環境と社会配慮に係る一般条件

1.1 環境社会配慮に係る法的枠組み及びその組織

1.1.1 環境社会配慮に係る法制度

表IV-1.1 に、環境社会配慮に係る法律・規則を示す。

表IV-1.1 環境社会配慮に係る法と規則

環境法	内容
環境質法 1974 年、修正法 1985 年	本法は、環境影響評価 (Environment Impact Assessment: EIA) 手続き、EIA を必要とする指定活動、及び EIA に係る住民参加を規定する。
環境質 (指定活動) (環境影響評価) 命令 1987 年、修正命令 1995 年	環境影響評価に係る環境命令
環境質 (下水と工業流出水) 規則 1979 年、修正規則 1997 年、修正規則 2000 年	本規則は、下水及び工業流出水の基準値及びその環境コントロールを規定する。
環境質 (下水) 規則 2009 年	本規則は、2009 年以前に建設された既存下水処理場、及び 2009 年後に建設された新規下水処理場の陸水域への排水基準を定める。
環境質 (工業流出水) 規則 2009 年	本規則は、工業流出水に係る基準値とその環境コントロールを規定する。
環境質 (クリーンエア) 規則 1978 年; 修正規則 2000 年	本規則は、大気汚染を防止するための環境コントロールを規定する。
環境質 (指定廃棄物) 規則 2005 年	本規則は、危険物を指定廃棄物に指定し、指定廃棄物処分場、マニフェストによる廃棄物輸送・処理システムの管理、環境庁への通知、許可制度等の処分方法を規定する。
環境質 (固形廃棄物中継場と処分場の汚染コントロール) 規則 2009 年	本規則は、固形廃棄物中継所及び処分場の汚染コントロールを規定する。
工場と機械 (騒音暴露) 規則 1989 年、及び職業健康と安全法 514、1994 年	本規則は、工場及び機械に係る騒音コントロールを規定する。
侵食堆積防止に係るガイドライン、灌漑排水局、2010 年	工事建設現場からの土砂侵食や流水路における土砂堆積を防止するために、排水の濁度や TSS 基準を設け、排水濁度を減少させるための対策施設例等を示す。
環境騒音限界値とコントロールのための計画ガイドライン、環境庁、2004 年	本ガイドラインは、環境中における騒音限界値、手続き、及び環境騒音測定と環境影響評価を規定する。本ガイドラインは、「工業立地と工業地区化のためのガイドライン」及び「発電機を設置するための申請ガイドライン」に設定された騒音限界値に優先する。
騒音ラベルと戸外騒音源の放出限界値のためのガイドライン、環境庁、2004 年	本ガイドラインは、戸外騒音源の騒音放出の測定とラベル化のための騒音放出レベル、騒音ラベル化と手続きを規定する。本ガイドラインと「環境騒音限界値とコントロールのための計画ガイドライン」は、「発電機を設置するための申請ガイドライン」に設定された騒音限界値に優先する。
振動限界値とコントロールのための計画ガイドライン、環境庁、2004 年	本ガイドラインは、環境中の振動限界値、環境振動測定、及び環境影響評価方法を規定する。しかしながら、指定された振動限界値は、助言値としてのみ示される。

社会配慮関係法	内容
土地収用法 1960 年 (法令 486)、修正法 1992 年	本法は、公共目的のための用地取得手続きと必要なフォームを規定する。
国家遺産法 2005 年	本法は、国家遺産を保存するための組織、手続き、遺産資金規則、遺産保存管理プランを規定する。
工場と機械法 1967 年、修正法 1974 年	被雇用者の安全を保つために、工場は常に清潔に保ち、その構造は、安全で負荷に耐えるように頑丈に建設されていること、資格のない人は、機械を運転してはならないこと、被雇用者の安全を損なうような危険物質を扱うには安全対策が取られていなければならないこと等、安全に工場を運営し、機械を取り扱うための規則を示す。
労働の安全と健康法、1994 年	被雇用者の作業の安全と健康及び福利厚生を保証するために、雇用者はあらゆる責任を有するとし、協議会・安全健康担当者の設置及び安全な作業システムや安全なプラントの設備と維持、監督責任等を規定している。

Source: Prepared by the Study Team

1.1.2 環境社会配慮に係る関係省庁と組織

環境問題は、連邦、州、地方自治体のそれぞれのレベルで取り扱われている。連邦レベルにおける主要官庁は、自然資源・環境省所属の環境庁である。それぞれの州政府は、州全土の土地所有権や管理及び経済開発に責任を負っており、経済活動から発生する環境問題に深く関わっている。

自然資源・環境省は、2004 年 3 月に設立された。その組織には、環境影響評価等に係る重要な役所が所属している。自然資源・環境大臣の下に、副大臣及びその傘下に次官 (Secretary General)、その下部に自然資源管理担当の副次官 (Deputy Secretary General)、環境管理担当の副次官、及び組織管理担当の事務局長 (Under secretary) が所在する。これら関係者の下部に、以下の機関が設置されている。

表IV-1.2 自然資源・環境省の組織

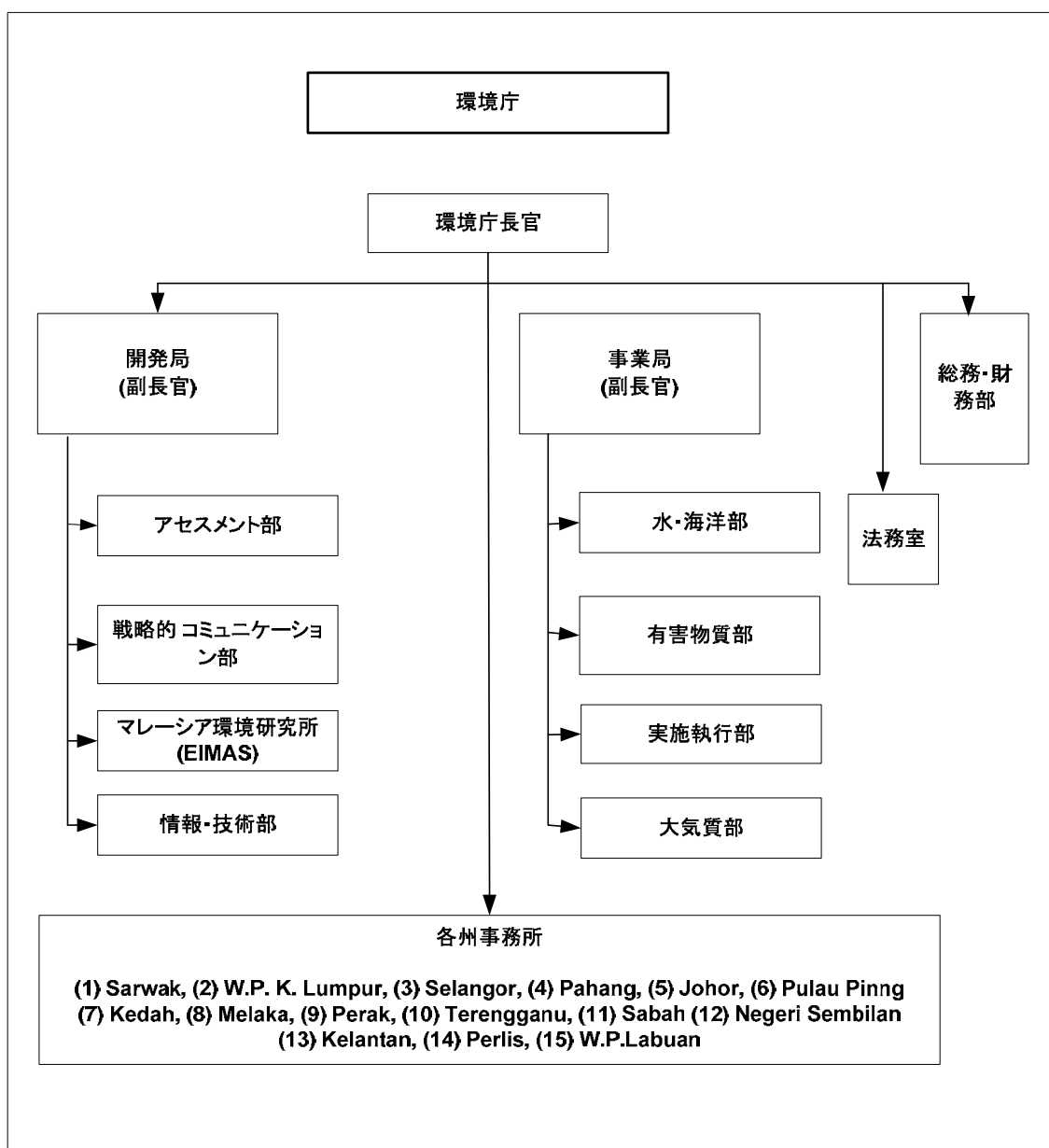
No.	部局名	英語名
1.	マレー半島森林局	Forestry Department Peninsular Malaysia (JPSM*)
2.	森林研究所	Forest Research Institute Malaysia (FRIM*)
3.	鉱物・地球科学局	Minerals and Geosciences Department Malaysia (JMG*)
4.	環境庁	Department of Environment (JAS*: DOE**)
5.	マレー半島野生生物・国立公園局	Department of Wildlife & National Parks Peninsular Malaysia (PERHILTAN*)
6.	灌漑排水局	Department of Irrigation and Drainage (JPS*: DID*)
7.	国立水理研究所	National Hydraulic Research Institute of Malaysia (NAHRIM*)
8.	土地・鉱物庁	Department of Director General of Lands and Mines (JKPTG)
9.	調査・地図局	Department of Survey & Mapping Malaysia (JUPEM)
10.	土地・調査国立研究所	National Institute of Land and Survey (INSTUN)

Source: Ministry of Natural Resources and Environment

(注：*マレー語による略名称、**英語による略名称)

これらの機関の中で、環境庁は、環境影響評価(EIA)や環境管理計画(EMP)等を主導し、灌漑排水局は、工事に係る土壌侵食防止に係る許認可権を有する重要な部門である。

環境庁は、「環境質法（1974年）」により管理・運営されている。その組織図を図IV-1.1に示す。環境庁の組織は、環境庁長官の下に、開発局と事業局の2つの主要局に分けられる。



Source: Department of Environment, Ministry of Natural Resources and Environment

図IV-1.1 環境庁組織

1.1.3 環境社会配慮に係る IEE/EIA の法律手続き

(1) EIA の必要性

「環境質法（1974年）と修正法（1985年）」は、指定活動を行う提案者が環境庁長官に EIA 報告書を提出しなければならないと規定している。「環境質法（1974年）」の下で、「環境質命令（1987年）」は、都市下水処理場の建設を EIA 報告書の提出に該当する指定活動の一つとして規定している。

本プロジェクトは、Selangor 州の Kajang 市の幾つかの支流地域から下水を収集する統合下水処理場を建設する目的を持っているため、EIA 報告書を必要とする。以下に EIA の手続きを示す。

(2) EIA 手続き

1) 予備的アセスメントと予備的 EIA 報告書の作成

プロジェクト実施初期に、予備的アセスメントが、環境庁の登録コンサルタントにより実施されなければならない。

予備的アセスメントの実施段階で、住民参加が、次の3通りの方法のどれかにより実施される必要がある。即ち、① 住民意見の抽出調査、② 住民協議又はワークショップ、③ 市民委員会との定期協議である。これらの住民参加方法は次のような特徴を有する。

表IV-1.3 予備的 EIA 手続きにおける住民参加方法

住民参加方法	特徴
① 住民意見の抽出調査	本調査は、比較的大きな村落を対象として、複雑な調査内容を取り扱う場合に適しており、有用な結果を得るために、注意深く計画される必要がある。
② 住民協議又はワークショップ	本法は、種々の問題に係る住民意見を得るために利用される。
③ 市民委員会との定期協議	本法は、大規模なプロジェクトの計画と開発段階で有効である。市民委員会は、村落の真の代表により構成される必要がある。

Source: "A Handbook of Environmental Impact Assessment Guidelines" by DOE (October 2009)

予備的アセスメントを実施する登録コンサルタントは、村落規模、都市化/農村地域、及び人口密度等を考慮した上で、住民参加のために最も適切な方法を選択しなければならない。

予備的アセスメントに於いて、評価者は、①サイト代替プラン、②処理場デザインの代替プラン、③予測される重大な環境影響と緩和手段等を含む技術的及び経済的フィージビリティの検証、をしなければならない。

アセスメント結果は予備的 EIA 報告書に集約され、承認と検証のために、環境庁長官に提出される。

2) レビュープロセスと時間的枠組み

環境庁への予備的 EIA 報告書の提出後、環境庁の州事務所により、報告書のレビューが実施される。承認手続きは、州環境管理事務官の助言と共に、アセスメント部長により実行される。アセスメント部長は、EIA 技術委員会（環境庁の組織内委員会）に予備的 EIA 報告書のレビューを諮問する。その結果を参考にして、アセスメント部長は、予備的 EIA 報告書の承認/拒否を決定する。

表IV-1.4 に示すように、予備的 EIA 報告書のレビューには、約 5 週間必要である。しかし、環境庁が更に多くの情報を必要とし、予備的 EIA の拒否を決定したならば、プロジェクト提案者（コンサルタント）は、環境庁が必要とする追加情報を提出し、予備的 EIA 報告書を修正しなければならない。その場合、EIA 法は同じ手続きを再度繰り返すことを義務付けているため、そのレビュー期間は 2 倍の期間が必要となり、合計で 10 週間となる。

そのため、EIA 手続きは、一般的に 10 週間になる（70 日間に相当）。更に、この期間は、EIA 報告書の修正と追加調査期間を含んでいないため、環境庁によるレビューを完了するためには、より長期間が必要となる。

表IV-1.4 環境庁による予備的 EIA のレビュー活動と時間的枠組み

レビュー活動	レビュー期間
(1) 環境庁へ予備的 EIA 報告書の提出 環境庁は EIA の説明・提示のためにコンサルタントを参集させる(環境庁による技術レビュー協議)	2 週間
(2) 1ヶ所参集協議 (関係機関: 地方自治体、灌漑排水局、下水道局及びその他関係機関等) 関係機関によるコメント及び環境庁による追加情報の要求	2 週間
(3) 環境庁による承認/拒否の決定	1 週間

Source: "A Handbook of Environmental Impact Assessment Guidelines" by DOE (October 2009)

注) 上記ステップは、順調に手続きが進行した場合である。環境庁が追加情報を要求し、承認しなかった場合、同じ手続きが繰り返される。

3) 詳細環境アセスメント

環境庁長官による予備的 EIA 報告書のレビュー後、提案プロジェクトが重要な環境影響を及ぼすと予想された場合、環境庁は詳細な環境アセスメントを要求する。この場合、プロジェクト提案者は、詳細アセスメントのための TOR を提出しなければならない。その TOR 及びプロジェクト内容が政府の政策や決定に違反していないかどうかを、レビューパネルが検証する。レビューパネルは、関係機関に所属する関係分野の職員/大学の専門家/NGO スタッフにより構成される。その議長は環境庁長官が務める。

詳細 EIA 報告書は、環境庁のホームページや新聞による公示と共に、環境庁本庁舎/環境庁州事務所/公共図書館/関係地方自治体事務所で公開閲覧される。住民コメントは、新聞への最初の公示日から 45 日以内に提出される規定である。詳細 EIA 報告書のためのレビュー期間は 12 週間と想定される。

表IV-1.5 環境庁による詳細 EIA のレビュー活動と時間的枠組み

レビュー活動	レビュー期間
(1) 詳細 EIA 報告書のための TOR 作成 (TOR は、プロジェクト提案者とレビューパネルにより作成される)。 (2) レビューパネルは、大学、NGO、及び関係機関の専門家から構成される。その議長は環境庁長官である。	1 ヶ月
(3) EIA 報告書のレビュー 4 週間の EIA 報告書の公開閲覧、住民コメントの受領（新聞への公共閲覧の通知から 45 日以内）、及びレビュー協議の開催を含む。	12 週間 (84 日間)
(4) 環境庁による承認/拒否の決定	

Source: "A Handbook of Environmental Impact Assessment Guidelines" by DOE (October 2009)

環境庁が詳細 EIA のための追加情報を要求し、その承認の拒否を決定した場合、プロジェクト提案者（コンサルタント）は必要な情報を提出し、詳細 EIA 報告書を修正しなければならない。その場合、EIA 法は同じ手続きを再び繰り返すことを規定している。そのレビュー期間は合計 24 週間になる。EIA 手続きのフローチャートは図IV-1.2 に示される。

(3) EIA の許可条件

EIA の承認時に、通常、許可証とともに、承認するに当たっての許可条件が付帯される。この付帯条件に関して、類似の下水処理場建設プロジェクトを参考にしてその概要を示す。

付帯条件には、1)プロジェクト概念に係る確認事項、2)環境管理計画 (EMP)に係る要求事項、a) 土木工事及び建設時期における土木工事及び建設に係る環境防止事項、b)施設完成後の施設運転時の環境防止事項、3)環境庁への各種報告書の提出事項、4)環境監査時の要求事項、5)施設建設完了時の報告事項、6)環境管理組織に係る事項、7)その他、関係各省からの承認条件として、自然資源・環境省、灌漑排水局 (DID)からの EIA 承認条件が記載されている。EIA 承認付帯条件は 65 項目にもなり、その他、灌漑排水局からの承認条件として、3つのコメントが付帯されている。その特徴は、以下のようなものである。

1) プロジェクト概念における確認事項

- EIA 報告書に記載されたプロジェクト概念の変更は、環境省長官の許可が必要である。
- 環境法への違反や周辺地域への汚染の発生や妨害があった場合は、環境省は、プロジェクトサイトの開発活動への停止を求める権利を持つ。

2) 環境管理計画(EMP)に係る要求事項

a) 土木工事と建設時期

- 土木工事により発生する土壌浸食と土砂堆積には大きな注意が払われ、「土壌浸食と土砂堆積防止ガイドライン(2010) (灌漑排水局発行)」に基づいて、土砂浸食と土砂堆積防止プランを準備し、EMP 報告書に記載しなければならない。
- 河川と排水施設の変更とデザインは、土木工事に先立って、灌漑排水局の承認を

得なければならない。

- 工事車両・機械類のタイヤは、車両が公道に進入する前に、高圧洗浄機等により洗浄すること。
 - 残土処理は法的に認められた処理場に捨てること。
 - 建設資材や土砂の輸送ルートは、予め、地方自治体から承認を得ること。
- b) 土壌侵食防止
- 土木工事により裸地となった部分は、土木工事の完了日から 14 日以内に被覆されなければならない。
- c) 表流水流出防止
- 工事現場からの表流水は、沈殿池やシルト捕捉装置を通じて排水路に排水されなければならない。その排出水の水質濃度は、濁度 250 mg/L、TSS 50mg/L 以下とする。
- d) 土砂堆積防止
- e) 水質汚染防止とモニタリング
- 土木工事期間中の土壌侵食は、常にモニタリングされ、TSS が 50mg/L を超えなければならない。水質モニタリング (TSS) は、土木工事開始から建設が終了するまで、毎月実施されなければならない。
- f) 大気汚染防止とモニタリング
- 非常用発電機やボイラー等の燃料燃焼機器の設置は、環境規則 (クリーンエア) 法 (1978 年) に示されるように、設置前に環境庁からの承認が必要である。
 - PM10 以下の浮遊粒子のモニタリングは、土木工事開始から建設完了まで毎月実施されなければならない。
- g) 騒音防止とモニタリング
- 騒音モニタリングと解析は、土木工事開始から建設完了まで、毎月実施され、モニタリング頻度と測定場所は、環境庁に通知され承認される必要がある。
- h) 施設完了後の稼働時期
- 施設建設時期と同様に、水質モニタリング/大気質モニタリング/騒音モニタリングとそれらの環境汚染防止、固形廃棄物管理について、EMP 報告書に許可条件を記載する。

3) 環境庁への報告

a) 土木工事に係る報告

- 土木工事、建設過程に関する概要説明書を、EIA 報告書の承認日から 90 日以内に提出する。詳細報告書は、土木工事開始から建設の完了まで 3 カ月ごとに提出する。
- EIA 順守報告書は、土木工事開始から建設の完了まで 3 カ月ごとに提出する。

b) モニタリング報告

土木工事開始から建設完了まで

- 騒音/水質(TSS)/大気質モニタリング報告書を毎月提出する。

施設建設完了後の操業時

- 大気質/騒音モニタリング報告書を3カ月毎に提出する。

4) 環境監査

- 環境庁に登録した監査人（第三者）によって実行されなければならない。
- 土木工事期間中は4カ月ごとに報告書を環境庁に提出する。
- 建設期間中と施設稼働時は、1年毎に1回、報告書を環境庁に提出する。
- 環境監査報告書は、毎年環境庁に提出する。

5) 環境管理組織に係る事項、

- 環境管理と緩和対策に責任をもつ環境担当者が指名され、その情報を土地整地作業の開始14日前に環境庁に提出しなければならない。

上記のように、EIA 承認条件書には、工事中の順守事項、注意事項、モニタリング内容と頻度、環境庁への報告内容、報告書提出頻度等について事細かに記載されている。これらの EIA 承認条件への具体的対応を記載したものが環境管理計画(EMP)報告書である。

1.1.4 環境管理計画（EMP）報告書

環境管理計画は、EIA の承認後、及び施設建設が始まる前に、プロジェクト提案者により委嘱されたコンサルタントにより作成される。その内容は、EIA 承認条件を実際的な行動につなげるものである。EMP は、最小限以下の内容を含む（環境庁「環境管理計画の準備と提出のためのガイドライン資料（2010年）」による）。

- (1) 序論（地方自治体により開発承認されたプロジェクト概要及び実施スケジュール）
- (2) 政策、環境管理と保護に係る法人の方針
- (3) 実施体制（環境管理者、技術コンサルタント、コントラクター、サイト管理者等）
- (4) 環境要請（EIA 承認条件とその緩和手段、侵食/堆積、水質汚染、大気汚染や騒音防止のための具体的な実施プラン）
- (5) 資材やごみ管理
- (6) 緊急時対応プラン

環境管理計画は、建設工事の実施に当たって、プロジェクト提案者により確実に実行されることが要求され、それを保証するために、宣誓書の提出が要求される。この宣誓書は、環境管理計画書と共に環境庁に提出する。

1.1.5 環境監査報告書

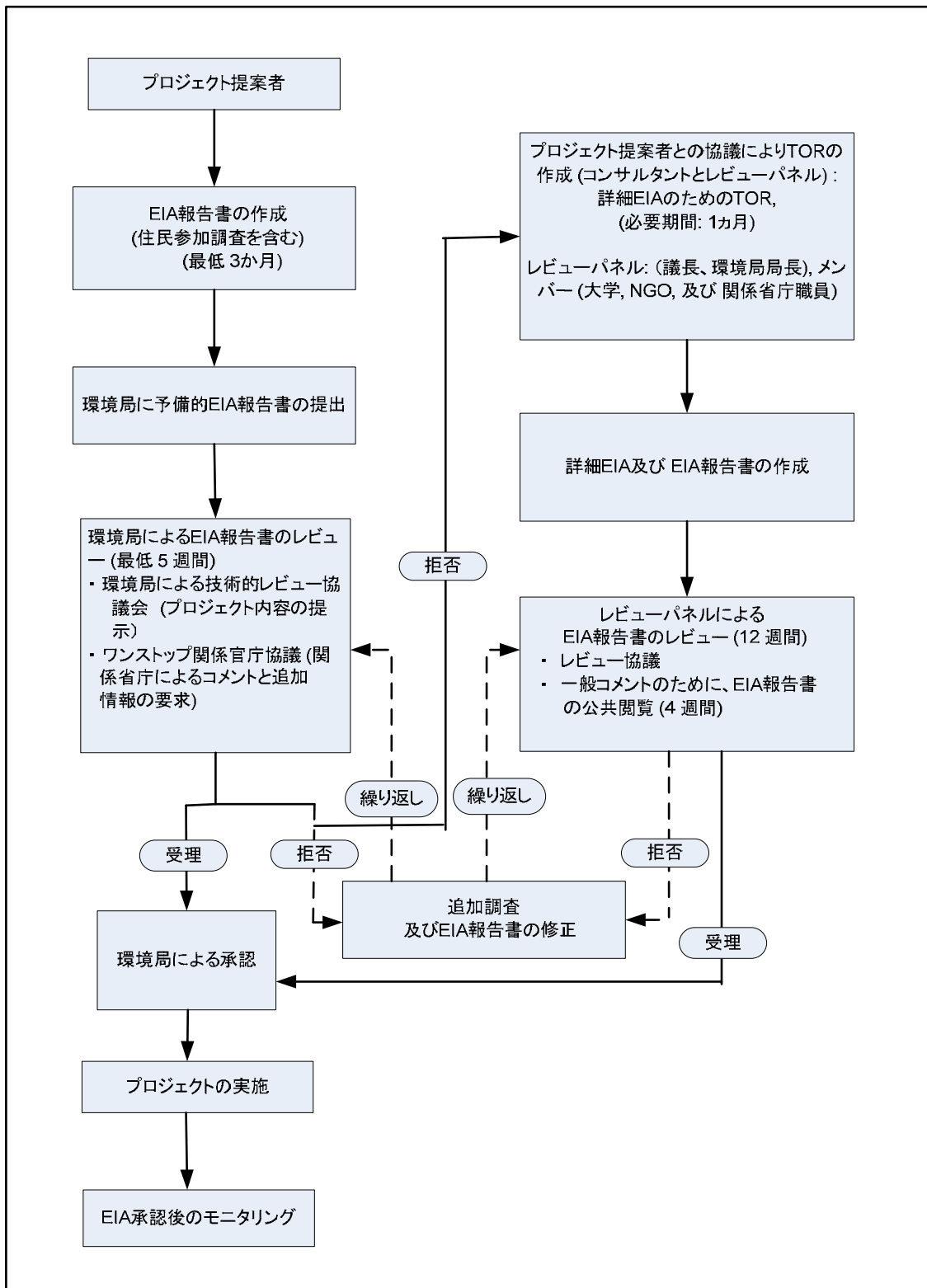
工事中或いは施設稼働時に、EIA 承認条件として環境監査の実施が要求され、工事や施設運営が、「環境質法（1974年）及び関連法」を順守しているかどうかを確認し、違反している場合は修正させられる。環境監査は、環境庁に登録した第三者（環境監査人）により実施される。

環境監査人は、最初に環境監査の準備段階として、(1)監査のスコープを作成し、予備的情報を監査対象組織から入手し、(2)監査プラン、(3)サイト監査チェックリストを作成する。

次にサイト監査を、以下の手続きにより実施する。(1)調査対象組織との公開会議、(2)建設関連やモニタリング記録等の書類審査、(3)建設や稼働状況等の確認、(4)環境サンプルの収集（DOEが事前のモニタリングデータに疑念がある場合等に限られる。）、(5)監査確認事項の確認、(6)最終会議により、調査結果を監査対象組織へ伝達する。

最終段階では、監査報告書を作成し、その中に、監査確認事項、監査提言事項をまとめ、環境庁に提出する。一方、監査対象組織は、環境監査が修正を要求した監査結果に対して、修正行動報告書を作成し、その修正後、完了報告書を環境庁に提出しなければならない。

以上のように環境監査は、工事や施設の稼働が、環境法が要求しているような条件で実施されているかどうかを確認し、実行させるシステムである。環境監査の費用は、プロジェクト提案者又はその事業実施主体により負担される。



Source: "A Handbook of Environmental Impact Assessment Guidelines" by DOE (October 2009)

図IV-1.2 EIA 承認プロセスのフロー

注) もし、環境影響評価報告書が環境庁、又はレビュー委員会によって承認されなければ、同じレビュープロセスが繰り返されることになる。もし、環境庁が予備的環境評価書の最終審査段階で詳細環境影響評価書が必要であると決定すれば、詳細環境影響評価のための TOR が最初に作成される。)

1.2 スコーピング

2011年9月～10月までの滞在中に実施されたフィールド調査を含む第1回目予備調査後、スコーピングリストが環境社会配慮に関わる法及び規則、収集資料、下水処理場予定地の現況を考慮してレビューされた。スコーピング結果は**表IV-1.6** スコーピングリストに基づいてカテゴリ B と判断される。

表IV-1.6 スコーピングリスト

分類	No	影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
汚染 対策	1	大気汚染	B-	D	工事中：建設機材の稼働等に伴い、一時的ではあるが、大気質の悪化が想定される。 供用時：ポンプ・ブロワー・モーターは、常時供給される電力により稼働するため、特に大気汚染は考慮されない。
	2	水質汚濁	B-	B+	工事中：工事現場、重機、車両及び工事宿舎からの排水等による水質汚濁の可能性がある。工事現場及び排水管の敷設工事、排水口設置工事により、濁水が既存人工排水路に排水される可能性がある。 供用時：下水処理排水質は、マレーシア下水工業ガイドラインの基準 A（水道原水取水の上流での排水用）を適用することで計画している。従来、河川に処理場や浄化槽から処理水を直接流していたのを基準以下の水質に下水処理して排水するため、水質汚濁は改善されると考えられる。
	3	廃棄物	B-	B-	工事中：建設残土や廃材の発生が想定される。 供用時：運転管理者等により通常の固形廃棄物の発生が想定される。下水汚泥は、肥料会社が全量引き取ることが計画されている。それが、不可能な場合、廃棄処分となる。
	4	土壌汚染	B-	D	工事中：建設用機材のオイルの流出等による土壌汚染の影響が考えられる。 供用時：特に影響は考慮されない。
	5	騒音・振動	B-	B-	工事中：建設工事、建設用重機、車両の稼働等により騒音・振動が想定される。 供用時：ポンプ・ブロワーの稼働による騒音等が想定される。
	6	地盤沈下	D	D	地盤沈下を引き起こすような作業等は想定されない。
	7	悪臭	D	D	供用時：汚泥処理施設等から悪臭が発生すると予想される。しかし、処理場周辺に緩衝帯を設けており、しかも、下水処理施設は密閉式で、脱臭設備を設置しているため、環境への影響は少ない、若しくはないと考えられる。
	8	底質	D	D	底質に影響を及ぼすような作業は想定されない。
自然 環境	9	保護区	D	D	事業対象地及びその周辺に、国立公園や保護区等は存在しない。
	10	生態系	D	D	事業対象地は、人工林やバナナプランテーションであ

					り、希少な動植物は存在しないことから、生態系への影響はほとんどないと考えられる。
	11	水象	D	D	工事中：河川へ下水処理水を直接排水せず、既存人工水路を介するため、河川の水流や河床の変化を引き起こすような影響は想定されない。 供用時：上記と同様
	12	地形・地質	D	D	本事業は、平地をそのまま利用して、施設建設をすることから、大規模な切土や盛土は計画されておらず、地形・地質への影響はほとんどないと考えられる。
社会 環境	13	住民移転	D	D	下水処理場及びポンプ場は、公供用地に建設され、下水幹線は公共道路脇に建設され、住民移転は発生しない。
	14	貧困層	D	D	事業対象地及びその周辺に、貧困層住民は存在しない。
	15	少数民族・先住民	D	D	事業対象地及びその周辺に、少数民族・先住民は居住していない。
	16	雇用や生計手段等の地域経済	D	D	事業は下水処理場の建設であり、周辺住民の生活・生計に変化を及ぼさず、地域経済への影響はほとんどないと考えられる。
	17	土地利用や地域資源利用	D	D	事業は、下水道処理施設の建設であり、周辺住民の土地利用・水域利用に及び地域経済への影響をほとんど影響を及ぼさない。
	18	水利用	D	D	放流予定河川の15 km 下流に水道水源の取水施設がある。そのため、放流水を Standard A（下流に水道取水施設がある場合）に合致するような水質にして放流し、水道取水が継続してできるように計画する。
	19	既存の社会インフラや社会サービス	B-	B+	工事中：事業対象地付近の道路で交通渋滞が予想される。 供用時：スラッジ、塩素、凝集剤の輸送トラックが時折通行するのみであり、交通の影響はほとんどない。 下水処理により、河川へ水質浄化した処理水が排水されるため、河川環境は改善、かつ、衛生的になり住民生活は改善されるので、社会サービスの向上となる。
	20	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	D	D	下水道事業は、社会インフラの一部である。計画下水処理場は、監督官庁により運転管理される。地域が整備されるに従って順次 STP 設備もフル稼働運転に近づく。
	21	被害と便益の偏在	D	D	下水処理場へ地域の下水が一ヶ所に集められるために、悪臭が一ヶ所に集中し、処理場周辺が悪臭で迷惑する。しかし、閉鎖式施設や脱臭設備により、悪臭が生じるような施設にはなっていない。悪臭には対処されている。
	22	地域内の利害対立	D	D	下水処理場の立地について、土地利用に係る対立が生じるかもしれない。しかし、関係機関が調整しており、地域内の利害対立は発生しないと考えられる。
	23	文化遺産	D	D	事業対象地域及びその周辺に、文化遺産等は存在しない。
	24	景観	D	D	本事業は、下水処理場の建設であり、その計画対象地域の周辺は住宅もかなり少ない、高架高速道路と河川に挟まれた林間地であり、また、リクレーション地でもないため、景観に与える影響はほとんどない。
	25	ジェンダー	D	D	本事業は下水道建設計画であり、ジェンダーへの影響

					はない。
	26	子供の権利	D	D	本事業は下水道建設計画であり、子供の権利への影響はない。
	27	HIV/AIDS の感染症	D	D	特に工事による HIV/AIDS の感染症への影響はないと 思料される。
	28	労働環境（労働安全を 含む）	B-	D	工事中：建設作業員の労働環境に配慮する必要がある。 供用時：運転機器の取り扱いに配慮する必要がある。
その他	29	事故	B-	B-	工事中：工事用重機、車両の取り扱い、事故に対する 配慮が必要である。高所からの作業員の転落防止に対 する配慮が必要である。 供用時：塩素ガス漏れ、運転機器の取り扱い事故に配 慮する必要がある。下水幹線の維持管理においては、 硫化水素や酸欠の発生に留意する必要がある。高所か らの転落防止に対する配慮が必要である。
	30	越境の影響、及び気候 変動	D	B+	本事業は、下水処理場の建設であり、越境への影響は ほとんどないと考えている。地球温暖化に対処するた め、消化ガス発電を行い、下水処理場の消費電力の一 部を賄う計画である。

Source: Prepared by the Study Team

注) STP: 下水処理場 (Sewage Treatment Plant)

A+/-: 重要な正/負のインパクトが期待される。

B+/-: ある程度の正/負のインパクトが期待される。

C+/-: 正/負のインパクトの影響範囲は不明である。(更なる検討が必要であり、そのインパクトの影響は、調査の過程で明らかにされる。)

D: インパクトが無いと想定される。

1.3 環境社会配慮分野に係る TOR

環境社会配慮調査に係るスコーピング結果に基づいて、環境社会配慮調査に係る TOR が作成された。環境社会配慮調査に係る TOR (案) を表IV-1.7 に示す。

表IV-1.7 環境社会配慮調査に係る TOR (案)

環境項目	調査項目	調査手法
大気汚染	① 環境基準等の確認 ② 現地調査 調査項目：TPS (全浮遊物質)、PM ₁₀ 、 SO ₂ 、NO ₂	① 既存資料調査 ② ベースラインデータ測定 測定予定位置 (敷地南側境界地：住宅地との境界等) 測定時間：TPS、PM ₁₀ 、SO ₂ (24時間)、NO ₂ (1時間)、(測定時間等は、マレーシア大気質ガイドライン、環境基準) による。
水質汚濁	① 環境基準等の確認 ② 現地調査 分析項目：27項目 (℃、pH、 DO、EC、濁度、TSS、NH ₄ -N、BOD、 COD、Oil & Grease、Fe、Zn、Cu、Ni、Hg、 Cd、Cr ⁶⁺ 、Cr ³⁺ 、Mn、Pb、CN、Sn、S、Phenol、 B、一般細菌、糞便性大腸菌 ③ 河川水への下水排出状況	① 既存資料調査 ② ベースラインデータ測定 測定予定位置 (Langat 川で、提案 STP 排水口設置位置から 500m、1,000m 上流側に 2 箇所、500m、1,000m 上流側に 2 箇所の採水地点を設けて水質測定。 (水質分析項目は、マレーシア国家インテリム水質基準による河川水質分類評価分析項目) ③ 既存資料
廃棄物	① 建設廃棄物の処理方法 ② 下水汚泥処理	① 関連機関へのヒアリング、類似事例調査 ② 処理基準、関係機関からの処理場の位置、所有

		者、面積、処分費用等、処分許可等の情報確認
土壌汚染	① 工事中のオイル漏れ防止策	① 防止策の検討
騒音振動	① 環境基準の確認 ② 現地調査 等価騒音レベル、最大/最小騒音レベルを測定	① 既存資料調査 ③ ベースラインデータ測定 測定予定位置（敷地南側境界地：住宅地との境界） 測定予定時間：日中及び夜間の2回、
悪臭	① 脱臭	① 脱臭方法の検討
既存の社会インフラや社会サービス	① 交通規制方法調査	① 管路敷設時の道路工事許可に係る官庁、手続き、道路使用許可の調査、類似事例調査
労働環境(労働安全を含む)	① 労働安全法調査	① 労働安全法に係る官庁、法令等の調査、類似事例調査
事故	① 工事中/供用時の安全規則調査	① 労働安全法、工事と機械の安全作業に係る官庁、法令等の調査、類似事例調査
越境の影響、及び気候変動	② 消化ガス発電調査	② 汚泥からの消化ガス発生量検討、発電量

Source: Prepared by the Study Team

1.4 プロジェクト地域の現況

1.4.1 プロジェクトサイトの現況

プロジェクトの計画予定地（Kajang 3 下水処理場建設予定地）は、Selangor 州の東部、Hulu Langat 郡、Kajang 市に立地している。予定地の面積は 7.3 ha であり、アクセス道路によって西側を、南北方向に走る Cheras Kajang 高速道路（E7）により東側を限られている。

プロジェクトサイトの西側境界に沿って、道路幅約 17 m（道路部分は 14.3 m、両側の側溝 1.2 m ずつを含めると 16.7 m の道路幅）のアクセス道路が走っている。このアクセス道路は南西側敷地付近で、小さな河川を渡って 2 つに分かれ、一方は東側に向かいイスラム学校や個人住宅に沿って伸び、やがて南へと曲がっている。この道路は未舗装で道路幅は約 4 m である。他の一方は、林地の中の未舗装道路となり南に延びている。予定地の北西部境界外には、人工林を挟んで住宅が存在し、また、アクセス道路沿いに北西部境界地付近に住宅がまばらに分布している。そのアクセス道路とその外縁部を南北に流下する Langat 川の間空地は、樹木がまばらに植えられており、その一部は固形廃棄物のごみ捨て場として利用されている。プロジェクトの計画予定地の南側半分は、現在バナナ畑として利用されている。なお、下水処理場予定地の南西側を走る小さな河川は、住民によれば、Langat 川の旧河道であり、現在、プロジェクトサイトの西側を南北に走る Langat 川は、新しく造られた人工河道であるとのことであった。本報告書では、プロジェクトサイトの西側を南北に走る新規人工河川を Langat 川とし、予定地の南西側を流れる小川を旧河道と呼ぶことにする。旧河道は、幅 4 m 程度であり、南西側に流れ、Langat 河に注いでいる。

プロジェクトの計画予定地の地形はほぼ平らである。アクセス道路の西側では、Langat 川に向かって地形は僅かに傾いている。数軒の個人住宅がアクセス道路の西側で、北側と

南側の境界付近に存在する。建設予定地の概要を図IV-1.3に示す。



Source: Prepared by the Study Team Using Google Map

図IV-1.3 Kajang 3 下水処理場建設予定地の概要

1.4.2 地方自治組織

本プロジェクト対象地域は、Selangor州、Hulu Langat郡 (District)のKajang市 (Kajang Municipality Council)に立地する。地方自治組織としては、Kajang市は、独立した行政組織であり、Hulu Langat郡役所と同等の行政機能を有している。そのため、Kajang市の上位行政機関は、Selangor州政府となる。

Kajang市は、78,761 ha (787.61 km²)の広さの行政区域を有し、図IV-1.4に示すように、Kajang, Cheras, Semenyih, Beranang, Hulu Langat, Julu Semeni の6つの亜区 (sub-district) からなる。

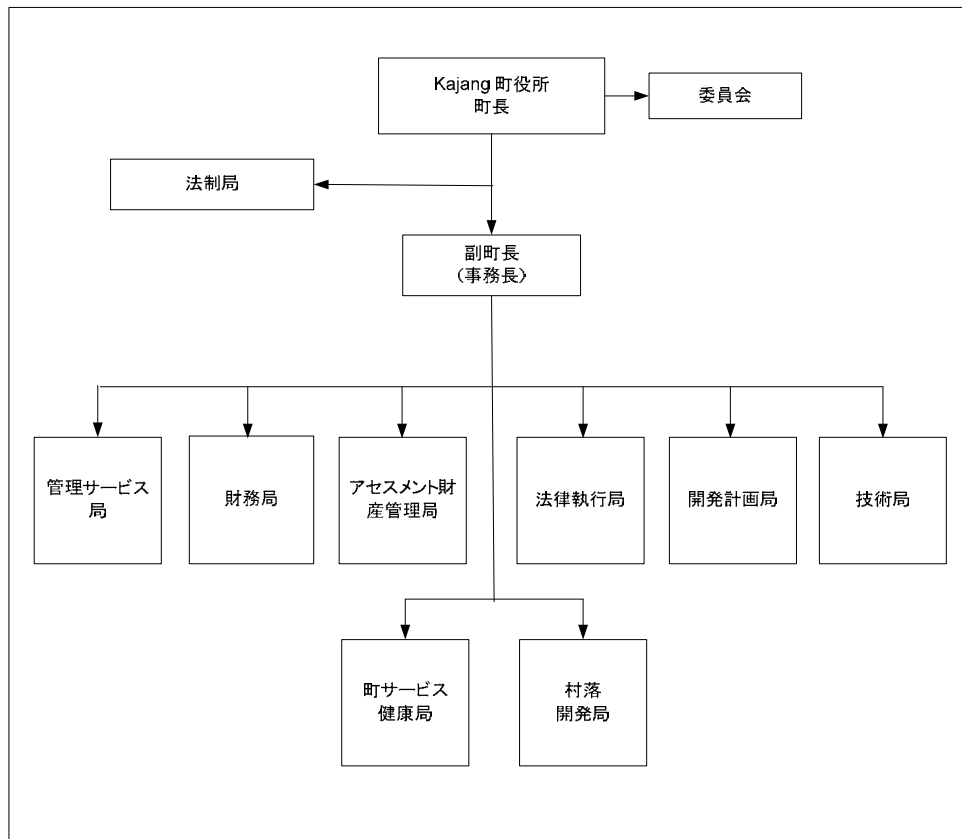


Source:

<http://www.mpkj.gov.my/home>

図IV-1.4 Kajang市の行政区域

Kajang市の行政機構を図IV-1.5に示す。Kajang市の行政組織は、市長の下に8局が存在し、市のあらゆる分野の行政に携わっている。



Source: <http://www.mpkj.gov.my/home>

図IV-1.5 Kajang 市の行政機構

主要な局の行政機能は以下の通りである。

- アセスメント・財産管理局 (Assessment and Property Management Department)
全ての不動産税の徴収、市所有財産を良好な状況に保つこと
- 村落開発局 (Community Development Department)
社会・村落開発活動を組織化すること
- 開発計画局 (Development Planning Department)
地方計画・政策・実施ガイドラインに基づいて、均一な土地利用を保証する、都市・地方計画法 1976 年に基づいて、計画許可のための申請を処理すること
- 技術局 (Engineering Department)
インフラ及び公共施設の維持管理
- 管理サービス局 (Management Services Department)
総務部、人材開発、情報システム管理等
- 市民サービス・健康局 (Town Service and Health Department)
環境・公衆衛生や食品質のコントロール
- 財務局 (Treasury Department)

1.5 代替案 (ゼロオプション)

代替え案（ゼロオプション）として、以下に下水処理状況の現況を記載しその問題点を明らかにして、計画下水処理場建設の必要性を説明する。

(1) 下水処理状況の現況

計画下水処理場の対象地域には、Cheras Batu 11、Cheras Jaya、Kajang 1、Kajang 3 の 4 つの下水集水区域よりなる。それぞれの下水集水区域の中で、169 ヶ所の既存公共下水処理場があり、下水を処理して Langat 川に放流している。これは、IWK により運営管理されている公共下水道場であり、これ以外に多くの民間下水処理場がある。表IV-1.8 に計画下水処理場の対象地域内に所在する既存公共下水処理場数/下水処理人口/処理下水量を示す。

表IV-1.8 計画下水処理場の対象地域内、既存公共下水処理場数/下水処理人口/処理下水量

No.	下水集水区域	既存公共下水処理場数	下水処理人口 (PE)	処理下水量 (m ³ /日)
1	Cheras Batu 11	64	188,189	42,343
2	Cheras Jaya	30	10,8259	24,358
3	Kajang 1	32	69,425	15,621
4	Kajang 3	43	110,810	24,932
合計		169	476,683	107,254

Source: Prepared by the Study Team based on the data from IWK

これらの下水処理場の規模を表IV-1.9 に示す。下水処理場の規模は、全般的に極めて小さく、最大でもその処理能力は 20,000 人以下となっており、しかも、その規模別分類によれば、2,000 人以下が 91 処理場で全体の 54%を占め、5,000 人以下が 47 処理場で全体の 28%を占めている。この両者を合わせると全体の 82%となり、処理場の規模は極めて小規模のものが大部分を占める。

表IV-1.9 調査対象地域内既存公共下水処理場の規模別処理場数

No.	下水集水区域	下水処理人口 (PE)			
		≤2,000	≤5,000	≤10,000	≤20,000
1	Cheras Batu 11	33	19	9	3
2	Cheras Jaya	11	11	7	1
3	Kajang 1	21	7	4	0
4	Kajang 3	26	10	5	2
合計		91	47	25	6
%		54	28	15	3

Source: Prepared by the Study Team based on the data from IWK

計画下水処理場の対象地域内に分布する既存公共下水処理場の処理方式は、活性汚泥法のうち、長時間エアレーション法 (EA)、中間静置式長時間エアレーション法 (IDEA)、オキシデーションディッチ法 (OD)、回分法 (SBR)、Actil Bio 法 (AB)、Hi Kleen 法 (HK)、Solar Air 処理法 (SATS) 等であり、そのうち、54 %を EA 処理法が占めている。

(2) 既存下水処理施設の問題点と統合下水処理場の建設計画による改善点

既存下水処理場での処理水質の、マレーシア国の基準「環境質規則(下水)2009年」(BOD5、COD、NH4-N、SS、油脂類)への適合状況を表IV-1.10に示す。

表IV-1.10 下水処理場の排水基準値への適合状況 (単位: %)

No.	下水集水区域	下水処理水の水質基準項目					全体*
		BOD	COD	NH ₄ -N	油脂類	SS	
1	Cheras Batu 11	67.2	90.6	39.7	14.1	85.9	7.9
2	Cheras Jaya	70.0	83.3	50.0	6.7	80.0	0.0
3	Kajang 1	76.0	87.5	21.9	28.1	87.5	9.4
4	Kajang 3	72.1	83.7	34.0	81.4	81.4	4.7
合計		70.4	87.0	36.0	84.0	84.0	6.0

Source: Prepared by the Study Team based on the data from IWK

注) 全体*は、水質基準5項目をクリアーしていた既存処理場が、全体で6.0%であることを意味する。
1項目でも水質基準値を超えていれば、適合しないと判定される。

下水処理場への個々の排出基準値で見れば、BOD、COD、SSはかなり高い適合率を示すが、全体としては、全ての排水基準値に適合していたのは、169箇所の既存下水処理場のうち、10箇所(6%)のみであったことを示す。これは、実際には、下水処理が良好に機能していないことを示し、排水されている河川の水質汚染を引き起こしていることを示す。

このような多数の既存下水処理場を廃止して、統合下水処理場を建設し、流域から集水される下水を一括して処理する計画である。これにより以下のような利点が生じる。

- 統合下水処理場を建設することにより、下水処理水排水基準値以下に処理水質を抑えることができようになり、Langat川の約15km下流にある水道取水場で安定した基準値以下の水質で取水できるようになる。これは、河川環境の改善にもつながる。
- 多数の下水処理場を1ヶ所に統合させるために、必要な運転要員が集約され、その人員数が縮減され、余った人材をほかの部署に振り分けることができる。

1.6 労働環境 (労働安全法)

労働安全を管轄する役所は、人的資源省、労働安全健康局である。計画事業の建設が開始される1カ月前に、州労働安全健康事務所に労働安全管理に係る登録申請をしなければならない。具体的な指示は、EIA報告書をレビューするときに、DOEが職業安全健康局を含めた関係省庁に諮問するため、通常、EIA許可条件の付帯事項の中に、職業安全健康局から作業安全管理許可を得ることについての条件が付帯されるので、それに対応することになる。

労働安全に係る重要な法律は、「工場と機械法1967年(修正法1974年)」と「労働の安全と健康法1994年」である。以下にその概要を述べる。

(1) 「工場と機械法 1967 年（修正法 1974 年）」の概要

この法律によって指名される検査官は、強い権限をもち、工場への立入り権/質問権/工場から排出されている全ての物質のサンプルを採取する権限/この法律に従わない危険な機械等にシールをはり、停止させる権利/作動不能にする権利を有している。

工場は、土台/屋根/階段共に負荷に耐える頑丈な作りになっていなければならない。床の全ての開口部は作業員の落下を防ぐために、フェンスを設置していなければならない。また、照明/換気を良くして、通路は妨害のないようにし、消火活動のための機器は有効に保つこととしている。

爆発物/有害物質等の危険物を取り扱う場合は、工場においてリスクを除外するような手段が取られなければならない。また、機械の危険なパーツは安全のために、フェンスされるべきであり、もし、従業員の安全が確保できない場合は、自動化すべきである。その他、作業員の安全を保つために、ゴーグル/手袋/安全靴/帽子/作業衣服等を付けるべき等としている。これらに違反した場合の罰則事項を定める。

(2) 「労働の安全と健康法 1994 年」

この法律は、製造業、鉱山/砕石業、建設業、農業/林業/漁業、公益企業（電気、ガス、水道、衛生サービス、輸送/貯蔵/通信等のあらゆる業種に適用され、下水処理施設を建設する本事業は、その適用対象の中に入っている。

この法律目的は、作業で生じる安全/健康へのリスクに対して、作業員の安全・健康・福利厚生を確保し、作業員の良好な職場環境を確保するように促進することである。

職場の安全と健康を図るために、雇用主と従業員及び関係省庁職員から構成される協議会を設置し、作業場の責任者は、安全健康担当者としてその促進のために行動する職員を 1 名雇用しなければならない。安全健康担当者は、安全と健康の確認のために、作業場への強制的立入り検査、プラント/物資/物品の調査権/サンプルの採取権/使用停止用シールを貼る等の強力な権限を有している。また、雇用主は、職場で発生した事故/危険の発生/職業病を近くの安全・健康管理事務所に通知することにより、職場の安全と健康を図る。

1.7 ステークホルダー協議

本プロジェクトは、まだ初期の段階にあり、プロジェクトの実施担当官庁もまだ、決定されていない。プロジェクトデザインもまた作成中である。このような状況下で、計画下水処理場周辺の関係住民とステークホルダー協議を持つことは、それが予期せぬ事態を生じることも想定されるために、まだ、時期尚早であると判断される。そのため、ステークホルダー協議は、実施担当官庁、プロジェクト実施計画が固まった後、実施担当官庁を通じて実施するのが適切であると考えられる。

2 用地取得と住民移転

2.1 マレーシアにおける土地所有制度

マレーシアでは、土地の管理権は、基本的に州政府に属している。州政府のこの権限は、土地が州政府の権限の下にあるという「マレーシア連邦憲法(1957年)」の国家の承認条項に由来するものである。これは、「国家土地法(1965年)」にも記載されている。土地の所有権は、土地登録を通じて認知されており、そのため、承認なしに、州の土地を占拠している人は、だれでも不法占拠者と見なされる。

2.2 用地取得と住民移転に係る法的枠組みと実施機関

用地取得に関わる行政機関は、Selangor 州政府の土地鉱山局長 (State General of Land and Mines) である。「マレーシア法 486、土地収用法 (1960年)」によれば、州政府の土地鉱山局長は、土地収用法に関して大きな権限を有しており、その傘下の土地管理官(Land Administrator) が実際の用地取得の実務に携わっている。

用地取得により事業用地を獲得するためには、以下の条件を満たすことが必要である。

- 用地取得に係る事業が公共目的であること。
- その計画事業がマレーシアの経済開発に有益であり、一般市民に役立つと州政府が判断した場合

その用地取得は、以下のようなプロセスにより実施される。用地取得手続きのフローを **図IV-2.1** に示す。

- (1) 州土地管理官へ用地取得の申請
- (2) 州土地管理官による用地取得の申請適否の検証
- (3) 上記土地の申請書のうち、土地管理官は「用地取得計画及び事業の概要計画」を州経済計画室(State Economic Planning Unit)/委員会に送付し、用地取得が公共目的のためであり、開発承認の適否を審査する。
- (4) 州経済計画室/委員会は、指定期間内に開発予定地の所有者と用地取得の申請者が土地の獲得について交渉する指示をする。州経済計画室/委員会は、土地購入交渉が不成立である場合、用地取得の申請プロセスを進めるように州政府に提言する。
- (5) 州政府は、州経済計画室/委員会の提言を参考にして、用地取得申請の承認/不承認を決定する。
- (6) 予備的公示：州政府が用地取得申請を必要であると判断した場合、官報に公示される。
- (7) 収用予定地へ調査/確認のために立入ることを、州土地鉱山局長が許可権限を与える。
- (8) 州土地管理官は、用地取得計画と収用予定地のリストを作成する。
- (9) 開発予定地が公共目的に適っていると、州政府が判断した場合、その宣言を官報に

- 公示する。
- (10) 州土地管理官は、用地取得に係る予定地の境界を定め、その土地を登録する。
 - (11) 州土地管理官は、用地取得補償費の見積りのために、州都市国家計画局長 (Director of Town and Country Planning) に情報の提供を要求する。4 週間以内に必要な情報が提供される。
 - (12) 州土地管理官は、用地取得手続きを開始する。
 - 1) 収用予定地に関係する利害関係者と用地取得補償費に関する協議を行う。そのための通知を関係者に送付する。
 - 2) 土地補償協議会を開催し、用地取得地の価値について、土地の利害関係者から情報を収集・質問を行い、収用予定地の土地価値を査定し、土地補償費を決定する。
 - 3) 収用予定地の補償費について裁定を行う。裁定は、用地取得にかかわる最終的な証拠となる。
 - (13) 用地取得手続きの完了

2.3 用地取得の進展状況

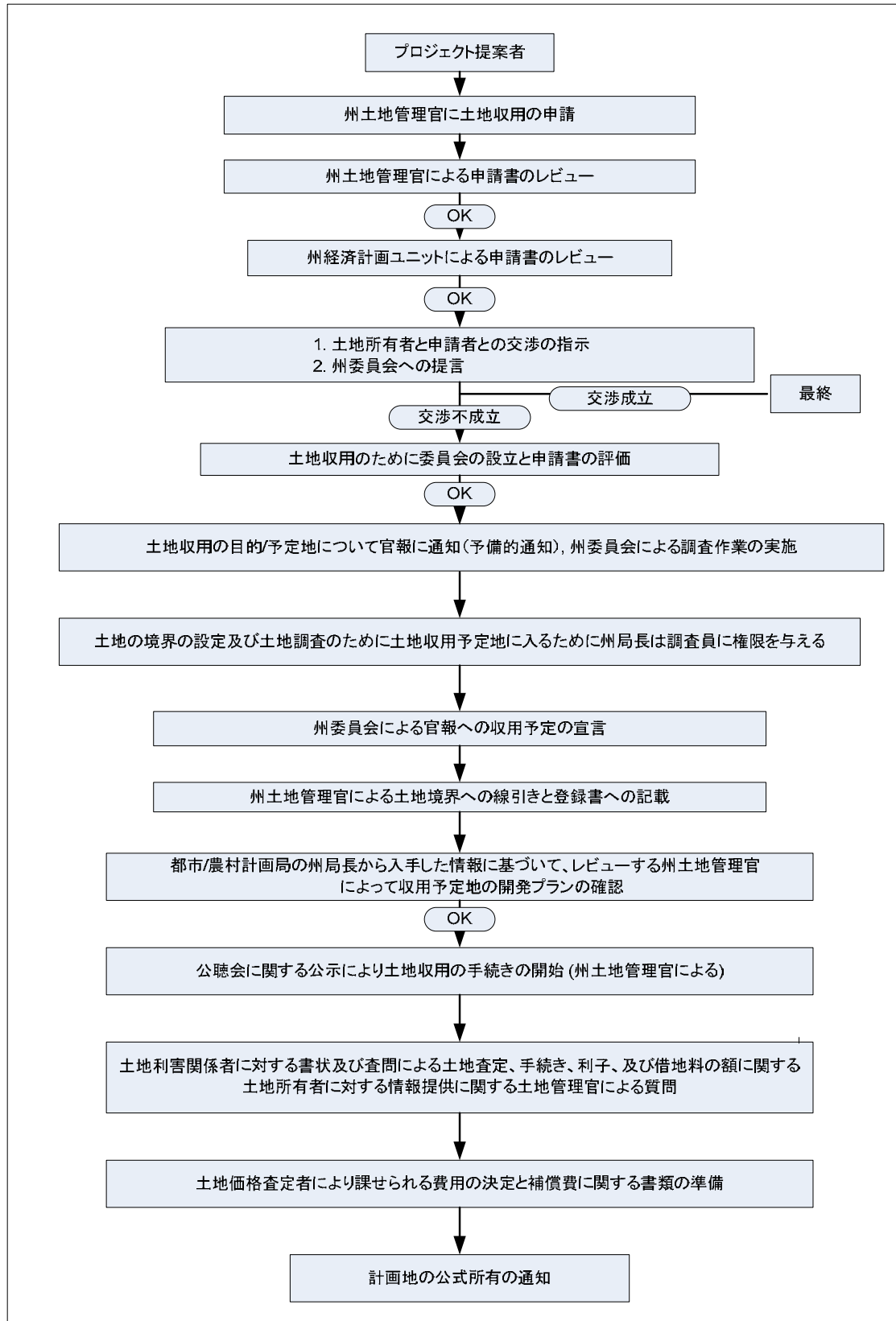
IWKによる情報に基づく計画下水処理場予定地の用地取得の現在状況(2011年12月現在)を示す。下水処理場建設予定地は、全て土地収用法に基づいて実施されている。用地取得手続きは、2011年4月に「土地収用法(1960年)」に基づいて開始された。現在、**図IV-1-3**に示す北半分側の土地(図中の赤色部分)が土地所有者と交渉中であり、南側半分の土地(図中の紫色部分)が既に用地取得を完了して州所有の土地になっている。ここで、州所有の土地とは、下水処理場用地として確保されたことを意味する。**図IV-2.2**に下水処理場予定地の用地取得地番図を、**表IV-2.1**に計画下水処理場予定地の用地取得状況を示す。

土地の購入手続きは、政府予算(National Government Fund)により、エネルギー・環境保全技術・水省傘下の下水道局(JPP)が行っている。

2.4 用地取得と住民移転の必要性

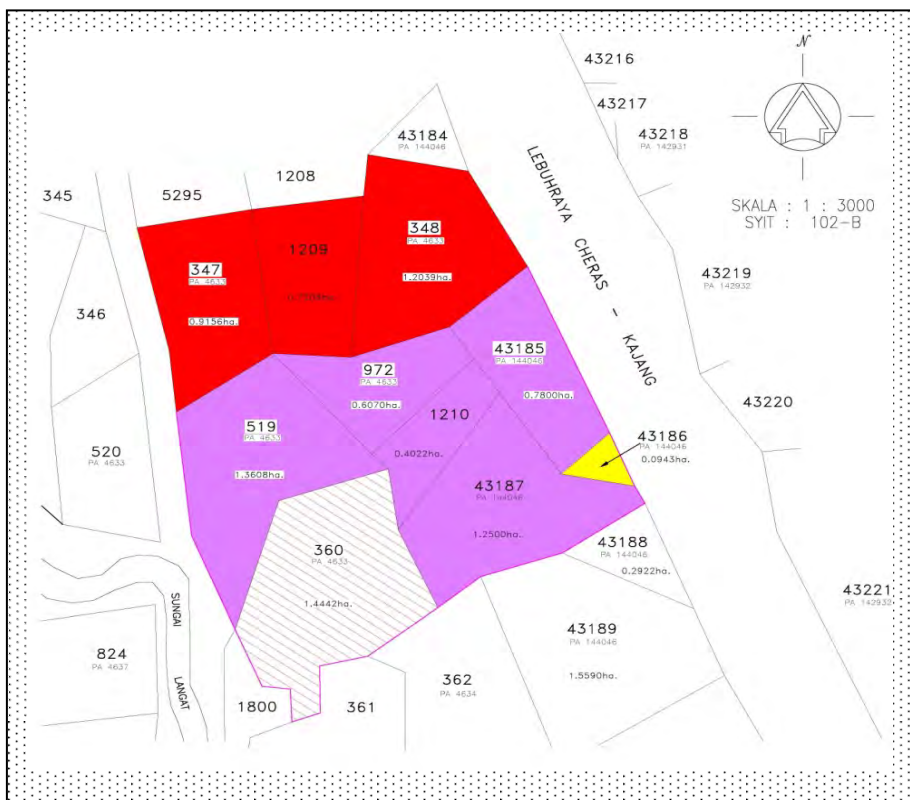
用地取得地の地番347に5軒の住居があるほかは、不法占拠者等は存在しない。IWKによれば、「この5軒の住宅は、元来、土地所有者が商業ビジネスとして、家を建てて他人に貸しているもので、所有者がどのようなビジネスをしようが彼らの自由である。土地収用法により土地所有者との売買が成立すれば、土地所有者との協議により、テナントは他の土地に移転する。ただし、この場合、通常、少なくとも1~2カ月前の通告が必要である」とのことであった。

下水処理場予定地の獲得は、土地収用法に基づいて行っており、しかも、計画対象地域には、いわゆる不法占拠者といったものは存在しないとのことであり、したがって、合法住民及び不法占拠者による住民移転の問題はない。



Source: Valuation and Property Services Department, Ministry of Finance

図IV-2.1 用地取得手続きのフロー



Source: IWK

図IV-2.2 下水処理場計画予定地の地番

表IV-2.1 下水処理場建設予定地の用地取得状況

No	下水処理場 予定地 の土地地番	用地取得状況	用地取得開始日	用地取得完了日 /完了予定日
1	347	用地取得最終段階、直ぐに購入代金の支払いに入る。	2011年4月	2012年2月予定
2	1209	用地取得最終段階、土地購入の交渉完了。	同上	同上
3	247	用地取得最終段階、土地購入代金の支払いは交渉中。	同上	同上
4	519, 972, 43185, 1210, 43186	土地収用法により、既に州所有の土地になっている。	2011年3月	2011年9月6日に手続き完了
5	43186	道路局所有地 2011年4月に土地所有権の変更について道路局とJPPとで合意された。	道路局(JKR)と下水道局(JPP)により 2011年4月に土地移管の同意されているために、何時でも移管が可能である。	

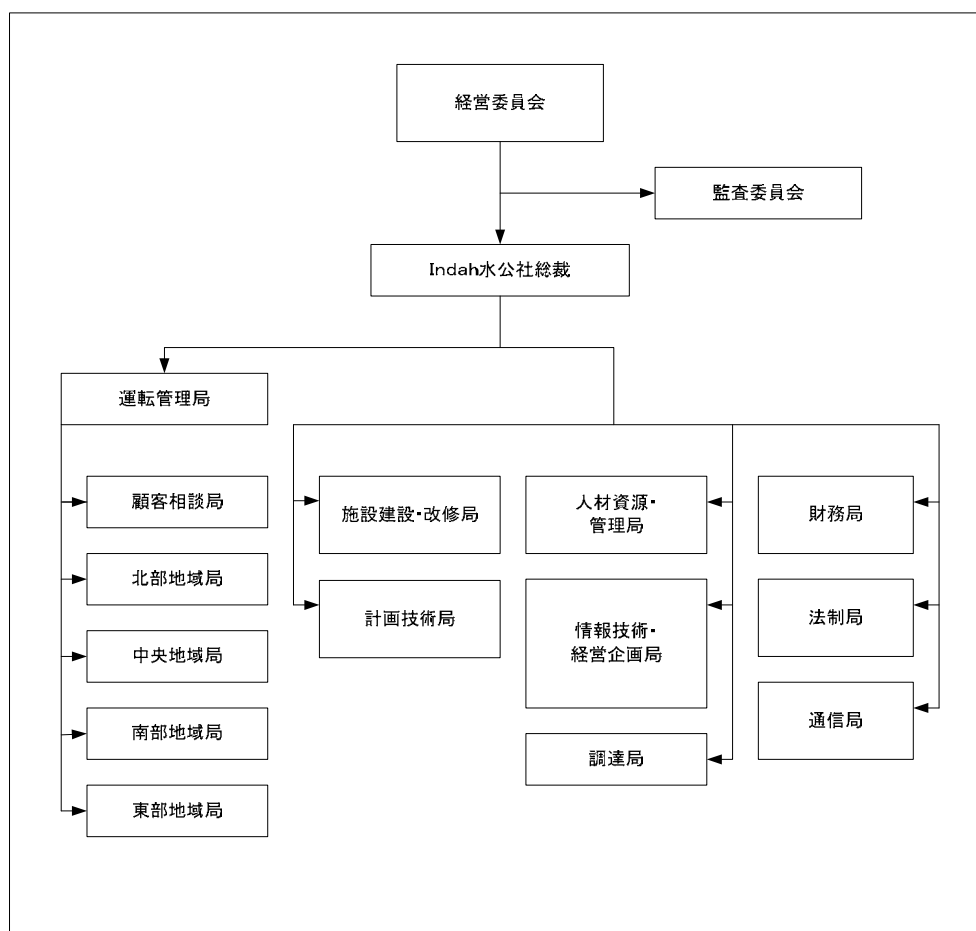
Source: IWK

2.5 苦情処理システム

用地取得に伴う苦情処理システムは、「土地収用法 (1960 年)」に組み込まれており、州土地法の下に指名された州土地管理官が、用地取得に当たって、その補償額を決定するために、土地補償協議会を開催し、収用予定地に係る全ての利害関係者を集め、彼らの意見を聞き、利害関係の調整を行う。州土地管理官は、用地取得補償協議会では、裁判所と同じ権限を有する。なお、用地取得補償協議会に利害関係者全てを徴集できなかった場合は、その開催は無効となる。

一方、財務省 (Ministry of Finance)、査定財産サービス局 (Valuation and Property Services Department)の公定査定人や土地所有者により指名された民間査定人による補償費の見積もりを勘案した上で、補償費の裁定をする。

IWK によれば、下水処理場予定地での用地取得に係る苦情処理といった問題はない。ただし、騒音がする、臭気があるとの苦情に関しては、IWK、運転管理局 (Operations Unit) が対応にあたるとのことであった。図IV-2.3にIWKの組織図を示す。



Source: IWK

図IV-2.3 IWK 組織

2.6 住民移転費用と財務手当

「土地収用法(1960年)」により開催される用地取得補償協議会には、この土地の占有者、登録所有者、登録した利害関係者、利害を持つと想定される人等全てに用地取得補償協議会開催の通知がなされ、土地の価値について質問し、補償を要求する全ての人々にそれぞれ関係する利害について質問を行う。州土地管理官は、これにより用地取得補償費を決定する。もし、用地取得予定地の中に、不法占拠者や借地人が居住していた場合、彼らに対する補償は、用地取得費の中に含まれ、用地取得申請者は、土地購入代金にその補償費を含めて土地購入代金として支払わなければならない。ただし、本プロジェクトの実施対象サイトである、下水処理場建設予定地には、不法占拠者は居住しておらず、住民移転の必要性はなく、そのための財務手当も発生しない。

3 EIA チェックリストに関係する調査項目

3.1 許可と説明

EIA 承認以外に、工事に着手するために必要な承認事項として以下が挙げられる。

(1) 環境管理計画(EMP)報告書

EIA 承認後、EIA 承認条件を具体的な行動につなげるものとして、環境管理計画報告書を環境庁に提出して承認を得ることが必要である。なお、環境管理計画を確実に実施する証明書として、宣誓書の提出が同時に要求される。

(2) 開発承認書

EIA 以外に、工事に着手するために必要な承認事項として、下水処理場予定地の開発承認が必要である。Kajang 市役所、アセスメント財産局、土地価格差定・資産課職員によれば、開発用地が、用地取得或いは土地所有者との交渉により、確保された後で、建設工事に着手する前に、開発計画アセスメント書を Kajang 市役所に提出する。環境庁より EIA が承認されていることも開発承認評価対象になるため、開発承認を得る前に、EIA 承認を得ておくことが望ましいとのことであった。開発承認は、承認までに 2 回委員会が開かれ、条件付き又は無条件で承認される。開発承認まで、1～3 カ月間必要である。

(3) 道路工事許可

公共事業省(Ministry of Public Works : JKR)、道路局(Road Department) が地方道を除く主要道路を管轄している。JKR Hulu Langat 事務所が、プロジェクト対象地域を含む、Ampang, Cheras, Kajang, Semenyih, Beranang, Langat, Bandar Baru Bangi の 7 つの亜区(sub-district)を管轄している。下水本管のパイプ敷設工事の実施前に、「交通管理プラン(Professional Traffic Management Plan)」を提出して、道路使用許可を得る必要がある。許可のための審査に係る期間は約 2 週間である。

なお、JKR では、「建設時の交通管理のための想定手続きに関するガイドライン」「交通整理機器：一時的な標識に関するマニュアル」等種々の参考資料を発行しており、それらを参考にしてパイプ敷設工事時中の道路管理計画を立案すべきである。

(4) 土壌侵食・土砂堆積に係る工事許可

土工事が開始前に、土壌侵食・土砂堆積に係る工事許可を得るために、排水に係るデザインを、自然資源・環境省 (Ministry of Natural Resources and Environment)、灌漑排水局 (Department of Irrigation and Drainage: DID) に提出しなければならない。土壌侵食・土砂堆積を防ぐためには、工事敷地内に沈殿池やシルトトラップを設置し、そこからの上澄水を排水することが必要である。

(5) 作業安全管理登録

建設作業開始の約 1 カ月前に、人的資源省 (Ministry of Human Resources)、労働安全健康

局 (Department of Occupational Safety and Health: DOSH) 、州事務所(State office) に、労働安全管理に係る登録申請をしなければならない。

3.2 汚染コントロール

(1) 計画下水処理場のポンプ、送風機、非常停電時駆動の発電機による騒音の発生

計画下水処理場では、水処理のために、以下のような騒音発生駆動機器が処理場内に設置される予定である。なお、発生騒音量は、騒音源での大きさである。

- 1) ポンプ 6 台 : 250 KW/台、発生騒音量 85 dB/台
- 2) 送風機 6 台 : 150 KW/台、発生騒音量 100 dB/台
- 3) 非常用発電機 2 台 : 2,000 KVA/台、発生騒音量 85 dB/台

これらの計画下水処理場での騒音発生駆動機器、及び周辺の住宅・学校の概略位置関係を図IV-3.1 に示す。計画下水処理場の南西側境界外側にイスラム学校及び住宅地があり、北西側のアクセス道路沿いにも多少住宅地が分布している。



Source: Prepared by the Study Team

(注) 黄色の正方形部分 : 騒音対策で考慮された住宅地、
赤の正方形部分 : 計画下水処理場での騒音発生機器の設置位置 (JICA 調査団計画案による)

図IV-3.1 計画下水処理場での騒音発生機器及び周辺住宅の概略位置関係

「環境騒音限界値とコントロールのための計画ガイドライン(2004年)」により以下の騒音

限界値が示されている。この騒音限界値は、敷地境界で測定される値である。なお、WHO 基準（推奨騒音暴露限界値）は、マレーシア基準とほぼ同じであるために、マレーシア基準を適用する。

表IV-3.1 計画及び新規開発土地利用による最大許容騒音レベル(LAeq)

分類	日中 (7:00 am – 10:00 pm)	夜間 (10:00 pm – 7:00 am)
騒音静謐地域 疎らな住居地域、公共施設（学校、病院）、 ワークショップ地域	50 dB	40 dB
半都市化地域（中間的密度地域）公共スペース、公園、リクレーション地域	55 dB	45 dB

Source: "Planning Guideline for Environmental Noise Limits and Control (2004), Schedule 1"

南西側境界外側のイスラム学校及び住宅地での騒音

イスラム学校所在地は、上記ガイドラインにより、騒音静謐地域に相当する。ただし、夜間は、生徒が在籍しないため、昼間のみ騒音静謐地域の規定が適用され、日中の騒音規制値は、50 dB である。夜間は、半都市化地域の住宅地の騒音が適用されるために、夜間の騒音規制値は、45 dB となる。

送風機から南西側敷地境界までの距離は、直線距離で約 260 m、ポンプから敷地境界までの距離は、約 350 m、発電機から敷地境界までの距離は、約 340 m である。この場合の送風機 6 台、ポンプ 6 台、発電機 2 台を同時に稼働させた場合の南西側敷地境界における合成騒音は、59.6 dB となり、騒音防止基準値の騒音静謐地域の日中 50 dB 及び半都市化地域住宅地の夜間 45 dB を超えている。

そのため、騒音防止装置（サイレンサー）により、最も騒音の大きな送風機 (100dB) の騒音を 15 dB 低下させ、音源で 85dB、ポンプ (85 dB) 及び発電機 (85 dB) を同様に騒音防止装置により、その騒音を 10 dB 低下させて、それぞれ音源で 75 dB とする。この場合のそれぞれの機器を同時に稼働させた場合の南西側敷地境界における合成騒音は、44.8 dB となり、騒音防止基準値の学校が存在する場合の日中 (50dB)、及び夜間の半都市化地域住宅地の夜間 45 dB をクリアーする。

従って、騒音基準値をクリアーするためには、騒音防止装置を付けることにより、送風機は 15 dB、ポンプ及び発電機はそれぞれ 10 dB ずつ音源レベルを低下させることが必要である。

北西側住宅地での騒音

北西側住宅地での騒音規制値は、上記ガイドラインにより、半都市化地域での住宅地域の騒音規制値が適用され、日中の騒音規制値は、55 dB、夜間での騒音規制値は、45 dB である。

上記に示したように、送風機 6 台・ポンプ 6 台・発電機 2 台を同時に稼働させた場合の南西側境界外側のイスラム学校及び住宅地での合成騒音を計算したところ、騒音基準値をクリアーするためには、騒音防止装置を付けて、送風機は 15 dB、ポンプ及び発電機

はそれぞれ 10 dB ずつ音源レベルを低下させることが必要であることが判明した。

従って、同じ条件で、北西側住宅地での合成騒音値を計算し、その騒音レベルが騒音基準値に合致しているかどうかを検討する。

送風機から北西側住宅地境界までの距離は、約 385 m、ポンプから敷地境界までの距離は、約 305 m、発電機から敷地境界までの距離は、約 315 m である。この場合のそれぞれの機器を同時に稼働させた場合の北西側敷地境界における合成騒音は、41.9 dB となり、騒音防止基準値の半都市化地域住宅地での日中 (55dB)、及び夜間の半都市化地域住宅地の夜間 45 dB をクリアーする。

北西側アクセス道路沿いの計画下水処理場隣接住宅地での騒音

上記と同様に、騒音防止装置を送風機・ポンプ・発電機に設置して、送風機の音源レベルを 15 dB 低下させ、85 dB とし、ポンプ及び発電機の音源レベルを 10 dB 低下させ、75 dB とした時のそれらを同時に稼働させた場合の合成騒音を計算する。

送風機から北西側アクセス道路沿いの計画下水処理場隣接住宅地境界までの距離は、約 320 m、ポンプから敷地境界までの距離は、約 150 m、発電機から敷地境界までの距離は、約 130 m である。この場合のそれぞれの機器を同時に稼働させた場合の敷地境界における合成騒音は、44.8 dB となり、騒音防止基準値の半都市化地域住宅地での日中 (55dB)、及び夜間の半都市化地域住宅地の夜間 45 dB をクリアーする。

以上の検討結果から、騒音防止装置を送風機 6 台・ポンプ 6 台・発電機 2 台に設置して、送風機の音源レベルを 15 dB 低下させ、85 dB とし、ポンプ及び発電機の音源レベルを 10 dB 低下させ、75 dB とした時、南西側敷地境界外に立地するイスラム学校・住宅地、北西側住宅地、北西側アクセス道路沿いの計画下水処理場隣接住宅地でのそれらの機器を同時に稼働させた場合の合成騒音は、いずれもマレーシア国の騒音基準値以下となる。そのため、送風機・ポンプ・発電機には、騒音防止装置を付けて、それぞれ、15 dB、その他の機器は 10 dB 音源レベルを低下させることが必要である。

なお、騒音計算に利用した騒音計算関係式を下記に示す。

騒音計算関係式

騒音関係式： $L_2 = L_1 - 20 \log_{10}(d_2/d_1)$

L_2 ：予測距離での騒音レベル (dB)、 L_1 ：基準距離での騒音レベル (dB)、 d_2 ：予測距離、 d_1 ：基準距離 (点音源とする。)

騒音が重なった場合の合成騒音量： $L \text{ (dB)} = 10 \log_{10} (10^{L_1/10} + 10^{L_2/10} + \dots)$

L ：合成した騒音レベル、 $L_i \text{ dB}$ ：個々の音源による騒音レベル

(2) 工事騒音

「環境騒音限界値とコントロールのための計画ガイドライン(2004年)」によれば、建設の工事騒音基準は、スケジュール 6 として示されている。その概要を表IV-3.2に示す。騒音限界値は、日中(朝 7:00～午後 7:00)、夕方(夕方 7:00～夜 10:00)、夜間(夜間 10:00～朝

7:00)までの3期間に区分され、日中は比較的大きな騒音が許されるものの、夕方は、少し許容騒音値が小さくなり、夜間は、通常の住宅地域と変わらなくなる。そのため、大きな騒音のでる建設工事は、なるべく日中(朝7:00～午後7:00)に実施するのが望ましい。工事手順上やむをえない場合や急ぐ場合は、小さな騒音を起こす機械類を使用する場合に限り、夕方(夕方7:00～夜10:00)までとする。この場合も大きな騒音がでないように、小型の機械を利用するとか、機械に消音器を付けて、騒音の軽減を図るようにする。特に、学校・病院等の付近では、工事スケジュールを工夫して、工事期間を短くするように配慮する。

表IV-3.2 建設作業中の最大許容騒音レベル

騒音影響区域	騒音パラメータ	日中 (朝7:00-午後7:00)	夕方 (夕方7:00～夜10:00)	夜間 (夜10:00～朝7:00)
住宅地域	L ₉₀	60 dB	55 dB	50-55* dB
	L ₁₀	75 dB	70 dB	50-55* dB
	L _{Max}	90 dB	85 dB	50-55* dB

Source: "Planning Guideline for Environmental Noise Limits and Control (2004), Schedule 6"

注) 夜間の最大許容騒音レベル*は、規定に従って、スケジュール1による。小さい方の騒音値(50 dB)は、病院・学校等がある場合、大きい方の値(55 dB)は一般住宅地の場合を示す。

(3) 臭気の発生

マレーシア国の環境法令には、悪臭防止に係る法令は現在存在しない。

予備的計画では、建設予定下水処理場の汚泥処分施設等は、密閉式の施設となることが計画されている。臭気を閉じ込めるために、沈砂池、最初沈殿池、反応槽、汚泥設備関連タンク、スカムピット、各機械類は覆蓋、脱臭設備により脱臭する。

脱臭は、充填塔式生物脱臭法による生物脱臭装置を用いて脱臭する。これは、生物脱臭塔の中に種々の微生物を保持した担体を充填し、微生物を繁殖させ、そこに、臭気を送気し、微生物により臭気成分を分解する方法である。

この利点として、維持管理が容易である。運転費は主に送風機の電気代であり、安価である。装置が小型である等が挙げられる。

3.3 自然環境

(1) 環境保護地域

下水処理場予定地及びその周辺地区には、環境保護地域及び国際条約で承認された保護地区等は存在しない。また、下水処理水を排水する Langat 川の河口付近にも環境保護地域は存在しない。

(2) 生態系

下水処理場予定地域は、人工林地やバナナプランテーションであり、特別に生態系に重

要な地域となっていない。

3.4 社会環境

3.4.1 少数民族と先住民

(1) 少数民族

マレーシアでは、約 2,831 万人の国家人口(2009 年)のうち少数民族は、マレー人(65 %)、中国系マレー人(26 %)、インド系マレー人(8 %)及びその他(1 %)である。これらの住民のうち、中国系及びインド系マレー人が少数民族に区分される。マレーシアでは、これらの人々の生活水準は一般的に高く、経済力を持っている。そのため、プロジェクトの実施は、かれらの生計に負の影響を与えることはなく、逆に、下水施設の改善は彼らにプラスの影響を与えるだろう。

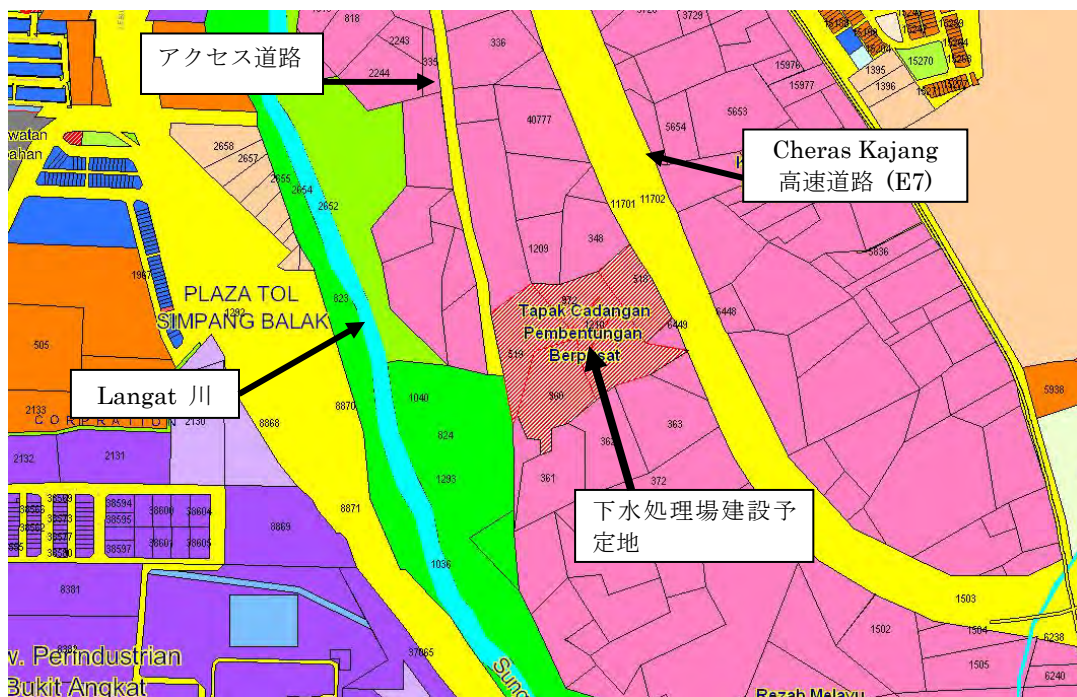
(2) 先住民

マレー半島には、オランアスリと呼ばれる先住民が生活している。彼らは、18 部族からなり、その言語や習慣により、3つの主要グループに分類される。①セマング族(又はネグリト族)、一般的に半島の北部に居住している。②セノイ族、半島の中央部に居住している。③マレー原住民(又はマレーアポリジニ)半島南部に居住している。

セノイ原住民はセランゴール州のジャングルに居住している。しかしながら、下水処理場予定地である Kajang 市には、彼らは居住していない。そのため、プロジェクトの実施は彼らの生活に何ら影響を及ぼさない。

3.4.2 歴史的文化遺産

KMC 開発計画局によれば、下水処理場予定地には、歴史的文化遺産といったものはなく、開発に問題が無いとのことであった。なお、KMC の都市開発計画図(図IV-3.2)によれば、下水処理場予定地は、既に州政府公認となっており、関係各省でも了解していて地図上でもはっきりと下水処理場建設予定地として公認されている。



Source : Kajang Municipal Council

図IV-3.2 KMC 都市開発計画図

(黄色 : 道路、水色 : 河川、緑 : 森、ピンク : コミュニティ施設、青紫色 : 工場、濃紺 : 商業等)
 下水処理場予定地は住宅地の中にあるが殆ど空き地により構成される。

3.5 施設建設時及び施設建設後の負の影響と緩和対策

3.5.1 施設建設時の環境に対する負の影響と緩和対策

建設時の環境に対する負の影響と緩和対策を表IV-3.3に示す。

表IV-3.3 施設建設時の環境に対する負の影響と緩和対策

No	負のインパクト	緩和対策	関係法制 及び関係機関
1	自然水路の一時的土砂堆積、堤切削や埋戻しによる土壌浸食	注意深く建設スケジュールを立案する。 盛り土面の安定斜面を維持すること。 不必要な掘削を避けること。 土盛りによる排水路の保護を行う。 埋め戻し土砂表面の適切な締め固めを行うこと。 浸食が激しい掘削表面に植生をすること。	環境質（指定活動）（環境影響評価）命令（1987年）、修正命令（1995年）、DOE
2	表流水に関わる負の影響	建設活動により、濁度の高い表流水を排水路に流出させないようにするため、工事排水を沈殿池に導き、土砂を沈殿させた上でその上澄みを河川に放流させる。さらに濁度がひどい場合には、シルトトラップにより濁度を下げる。	侵食堆積防止ガイドライン（2010年）、DID、河川への排水施設のデザインについて土木工事を始める前に許可を得る。
3	油、グリース、燃料による地面や表流水の汚染	流水路付近に工事機械等を置かないようにすること。 グリース等の貯留や安全廃棄 工事機械置き場や作業員宿舎場所をきれいにして、燃料や油により周辺環境を汚染しないようにすること。	環境質（指定活動）（環境影響評価）命令（1987年）、修正命令（1995年）、DOE
4	人間や動物に危険となるカや他の媒介微生物等を増殖させるような土取り場や採石場、残土処分場でのたまり水の造成	蚊等の繁殖を避けるために、盛り土をして、排水路を清潔にすること。 利用後に地形を元にもどしてきれいにする	同上
5	パイプ敷設に伴う残土処理	残土は、一般廃棄物処理場に廃棄する。	
6	パイプ敷設時及び浄水場建設時の騒音と振動	騒音防止法により騒音防止区域に指定されている、学校・病院・裁判所・図書館付近では、短期間に工事を終えるようにする。 また、小型の掘削機械や消音器を付けた機器類を採用し、極力大きな騒音と振動が出ないようにすることが大切である。	環境騒音限界値とコントロールのための計画ガイドライン（2004年）、DOE
7	工事に伴う埃やダスト	散水を行い、工事に伴うダストや埃が立たないようにする。	環境質（指定活動）（環境影響評価）命令（1987年）、修正命令（1995年）、DOE
8	道路でのパイプ敷設工事に係る交通事故防止	交通が頻繁な道路沿いでパイプ敷設工事を行う場合、JKR（公共事業省）、Hulu Langat事務所に前もって、敷設工事箇所や敷設工事スケジュールを示して許可を得ること。	工事に先だって、工事の施工計画・スケジュール・交通整理案をJKR、

		また、道路の片側ずつ工事を行ない、工事標識やポストを立て、テープ等で囲い、見張り人を置き、それに加えて、夜間は、工事箇所を示す電気信号装置等を設置し、十分な安全対策を取る。自転車や歩行者の交通に支障がないように、誘導路を設定し、見張り人が安全に誘導し、交通整理を行うこと。公共事業省本部では、「建設中の交通管理方法に関するガイドライン」や「交通整理装置マニュアル：交通信号」等の基準書が発行されているので、参考にすること。	Hulu Langat 事務所 に、「交通管理プラン」を提出し許可を得る。
9	工事に伴う工事車両の出入りに伴う危険性	下水処理場やポンプ場建設現場では、車両の出入りに注意し、複数の見張り人を立て安全に工事車両を常時誘導すること。工事車両の運転手には、安全運転を徹底させ、事故がないようにすること。 工事現場への一般人の立ち入りを禁止し、囲いをし、立ち入り禁止の立て看板を立てる。	環境質（指定活動） （環境影響評価）命令（1987年）、修正命令（1995年）、DOE
10	資材輸送や残土処理運搬車両による道路への落下物による交通事故防止や汚れたタイヤによる道路汚染	道路通行路に落下物があった場合、ただちに排除できる体制をとる。また、1日3回道路を周回して通行に支障の危険物が落下していないかを確認する。さらに、工事土砂により汚れたタイヤで道路を汚さないように、タイヤの洗浄を行い、また、道路の汚れた箇所は常に清掃を行っておく。	同上
11	工事に伴う排水	工事に伴う排水先は、空き地や側溝のある場所、ため池等にするようにして、近くない場合は、臨時の排水管や側溝を構築して、民家等に迷惑がかからないようする。	同上
12	工事現場・宿舍周辺でのごみや汚物処理	工事現場や工事作業員用の宿舍周辺は常に清潔に保たねばならない。ごみは、油や一般ごみ、危険物と分別する廃棄箱を設け、適切に処理をする。工事現場や作業員用宿舍周辺には、簡易トイレ、洗浄用給水施設を設けて清潔さを保つ。	同上
13	工事作業員の安全管理	工事現場に立ち入る人は、必ず、工事用作業靴と安全帽をかぶるようにする。また、工事現場監督は、毎朝従業員を集めて朝礼を行い、その席で従業員に工事現場の安全管理について訓示を行い、安全管理を徹底する。 工事重機の稼働する現場では、重機の作業域のなかには、関係者以外立ち入らないようする。	労働の安全と健康法（1994年）、人的資源省、労働安全健康局（DOSH）
14	機械類の設置に伴う安全管理	STPの中への機械類の設置/始動運転に関しては、工事作業員に危険が及ばないように、機械類に詳しい経験者及び資格者が監督を行う。	工場と機械法（1967年）、修正法（1974年）、人的資源省、労働安全健康局（DOSH）

Source: Prepared by the Study Team

3.5.2 施設建設後の負の影響と緩和対策

施設建設後の負の影響と緩和対策を表IV-3.4に示す。

表IV-3.4 施設建設後の負の影響と緩和対策

No	負のインパクト	緩和/対処方法（環境管理計画）	関係法制及び関係機関
1	下水処理場から下水処理に伴って発生する汚泥の廃棄。 目標年とする2035年で、水分含有量80%で、130m ³ /day (25,971kg/日)の汚泥が発生する。	下水処理場で処理される汚水は、一般家庭からのものであるため、重金属やその他の危険物質は含んでいないと想定される。このため、一般廃棄物処分場に廃棄される。	環境質（指定廃棄物）規則（2005年）；IWK
2	下水処理場に設置される送風機(6台)、ポンプ(6台)、及び発電時用の発電機(2台)による騒音の発生	送風機、ポンプ、発電機には、消音機を接続して発生騒音の軽減を図る。送風機から南西部境界に接する学校校舎まで約350m、送風機から北西部の住宅地域まで約380m、送風機から北西部の境界部分に立地する住宅まで、約320mほど離れているため、消音器により、送風機は、15dB、ポンプ及び発電機は、10dBほど騒音を軽減できれば、騒音防止法の基準値(昼間50dB、夜間45dB)以下となるため、問題は生じない。 (騒音の影響を受ける周辺地域までの距離は、最も騒音レベルの高い送風機を参考として示した。)	環境騒音限界値とコントロールのための計画ガイドライン(2004年)；DOE.
3	下水処理場からの悪臭	下水処理場からの悪臭を避けるために、汚泥処理施設等は、完全密閉式とし、換気設備等からの排気には、脱臭設備を設けて徐臭を行う。悪臭防止も兼ねて、下水処理場の周辺には緩衝帯を設ける。	

Source: Prepared by the Study Team

(1) 下水処理場から排出される汚泥の廃棄

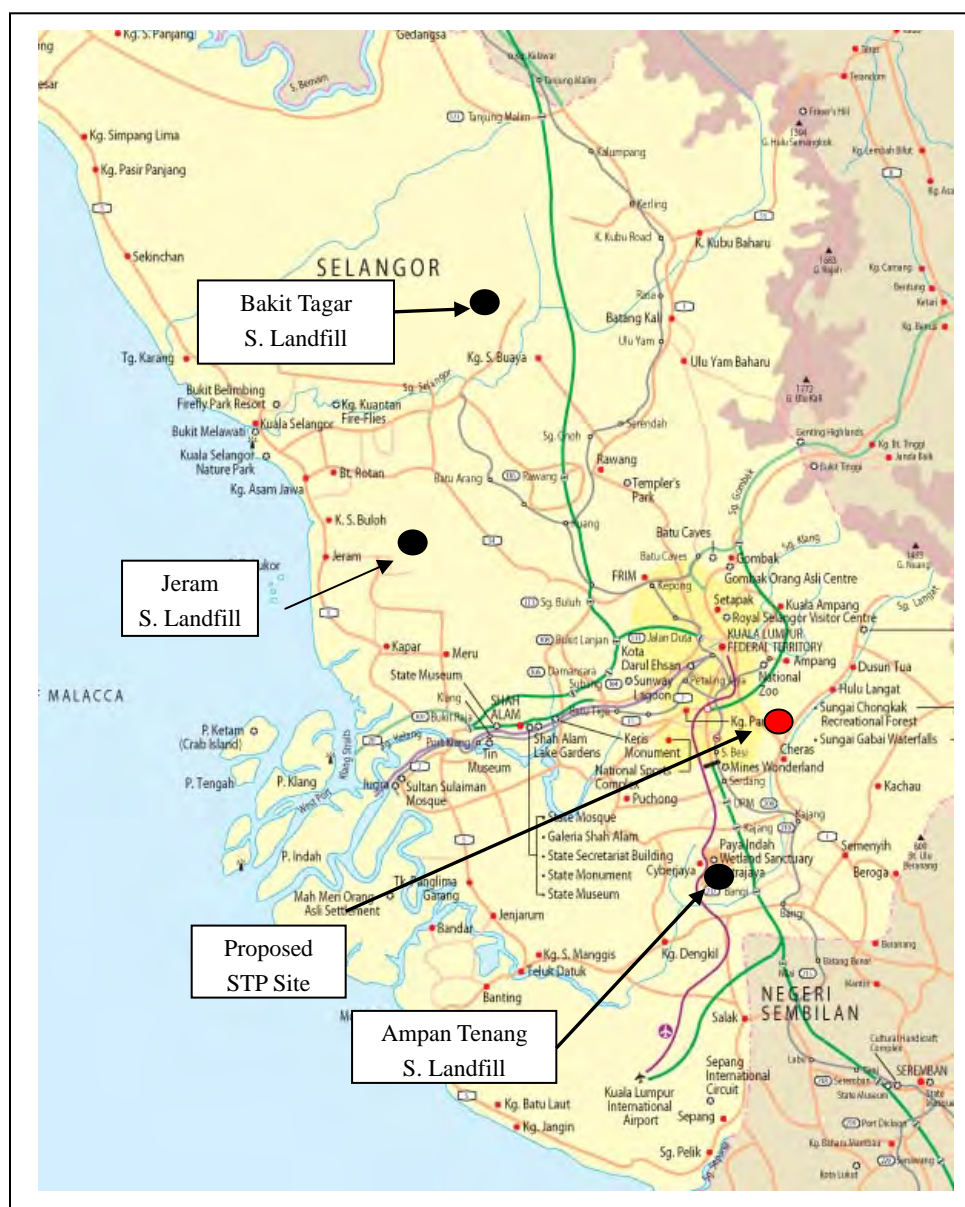
マレーシア国の環境法によれば、工場等からの排水は、それ自体の責任で下水処理を行い、その後、環境基準値以下の水質排水を河川に直接排水することに規定されている。下水処理場で処理する下水は、一般家庭からの汚水に限られている。「環境質（指定廃棄物）規則（2005）」によれば、下水処理場からの汚泥は、指定廃棄物に該当していない。もし、該当すれば、この法律により規定された特別な処分場所に捨てることになり、また、その取り扱いにも特別な注意が払われることになる。

下水処理場からの汚泥は、一般廃棄物として一般廃棄物処分場に廃棄処分されることになる。

目標年2035年における下水処理水量は207,000 m³/dayであり、その場合の汚泥発生量は、水分含有量80%で、130m³/day (25,971kg/日)の汚泥が発生する。下水処理場からの汚泥処分

は、Indah Water Konsortium (IWK) が行う。

首都圏には、IWK が一般廃棄物処分場として、汚泥を捨てている廃棄物衛生処分場が3箇所 (2010年時点) あり、環境省より認可された処分場である。このうち、Ampan Tenang 衛生処分場は、2010年2月に満杯となり、廃棄物の受け入れ中止になったために、現在、利用されている処分場は2箇所である。これらの処分場は、民間企業により運営されている。IWK は、これらの民間企業の業者と契約を結んで、汚泥を捨てている。これらの処分場の位置を図IV-3.3に、その概要を表IV-3.5に示す。



Source: Prepared by the Study Team

図IV-3.3 IWK 利用の汚泥処分場位置図

表IV-3.5 IWK 利用、汚泥処分用一般廃棄物処分場の概要

No.	処分場名	処分場場所	運営組織	処分場概要
1	Ampan Tenang 衛生処分場	Selangor 州	Alam Flora Co. Ltd.	操業停止：2010年2月、 処理場寿命：12年間 処分費用：公共ごみ RM600/m ³
2	Jeram 衛生処分場	Selangor 州、	Worldwide Landfills Co. Ltd.	面積：160 acres 操業開始：2007年1月、 処理場寿命：16年間 現在処分量：2,000 m ³ /日 処分費用：公共ごみ RM36/m ³ 特別ごみ RM141.66/m ³
3	Bukit Tagar 衛生処分場	Selangor 州	Kub-Berjaya Enviro. Co., Ltd.	面積：700 acres 操業開始：年月、 処理場寿命：40年間 現在処分量： m ³ /日 処分費用：公共ごみ RM36/m ³ 特別ごみ RM141.66/m ³

Source: IWK Website

(2) 下水処理場に設置される送風機(6台)、ポンプ(6台)、及び停電時用の発電機(2台)による騒音の発生

第3章、3.2 汚染コントロール、(1) 計画下水処理場のポンプ、送風機、非常停電時駆動の発電機による騒音の発生について詳述する。

(3) 悪臭防止

「3.2 汚染コントロール」、「(2) 臭気の発生」に記載した。

(4) 緩衝帯

環境局は、「緩衝帯ガイドライン」により、工場用地の決定に際して、環境保護の観点から緩衝帯の設置を要求している。「緩衝帯ガイドライン」は下水処理場の概念を5種類に分類している。(1) 住居・商業地域付近の開放型下水処理場、(2) 住居・商業地域付近の密閉型下水処理場、(3) 住居・商業地域付近の埋設式/覆蓋式下水処理場施設、(4) 住居地域・高層ビル付近の密閉型下水処理場、(5) 工業地域付近の小規模な開放型下水処理場（処理人口150人以下）。ガイドラインは、以下のように、上記分類に従って、緩衝帯の大きさを規定している。

表IV-3.6 下水処理場の種類と必要な緩衝帯の大きさ

No.	下水処理場の分類	必要な緩衝帯の大きさ
(1)	住居/商業地域付近の解放式下水処理場施設	<ul style="list-style-type: none"> 下水処理場のフェンスから住居/商業地域の最も近い建築物まで最低距離 30 m 下水処理場のフェンスから工業地域の最も近い建築物まで最低距離 20 m
(2)	住居/商業地域付近の密閉式下水処理場施設	<ul style="list-style-type: none"> 下水処理場のフェンスから住居/商業地域の最も近い土地境界まで最低距離 10 m
(3)	住居/商業地域付近の埋設式/覆蓋式下水処理場施設	<ul style="list-style-type: none"> 下水処理場のフェンスから住居/商業地域の最も近い建築物ラインまで最低距離 10 m
(4)	住居地域/高層ビル付近の密閉式下水処理場施設	<ul style="list-style-type: none"> 下水処理場のフェンスから住居/高層ビルの最も近い建築物ラインまで最低距離 30 m.
(5)	工業地域付近の小規模開放式下水処理場施設	<ul style="list-style-type: none"> 下水処理場のフェンスから工業地域の最も近い建築物ラインまで最低距離 20 m.

Source: "Malaysian Sewerage Industry Guidelines – Volume 4: Sewage Treatment Plants" by SPAN (January 2009)

表IV-3.7 全ての下水処理場に必要その他の緩衝帯

No.	下水処理場の分類	その他の緩衝帯の制約内容
(1)	全ての下水処理場施設	下水処理場用地のフェンスから最低 5 m の距離が植栽美観のために確保されるべきである。

Source: "Malaysian Sewerage Industry Guidelines – Volume 4: Sewage Treatment Plants" by SPAN (January 2009)

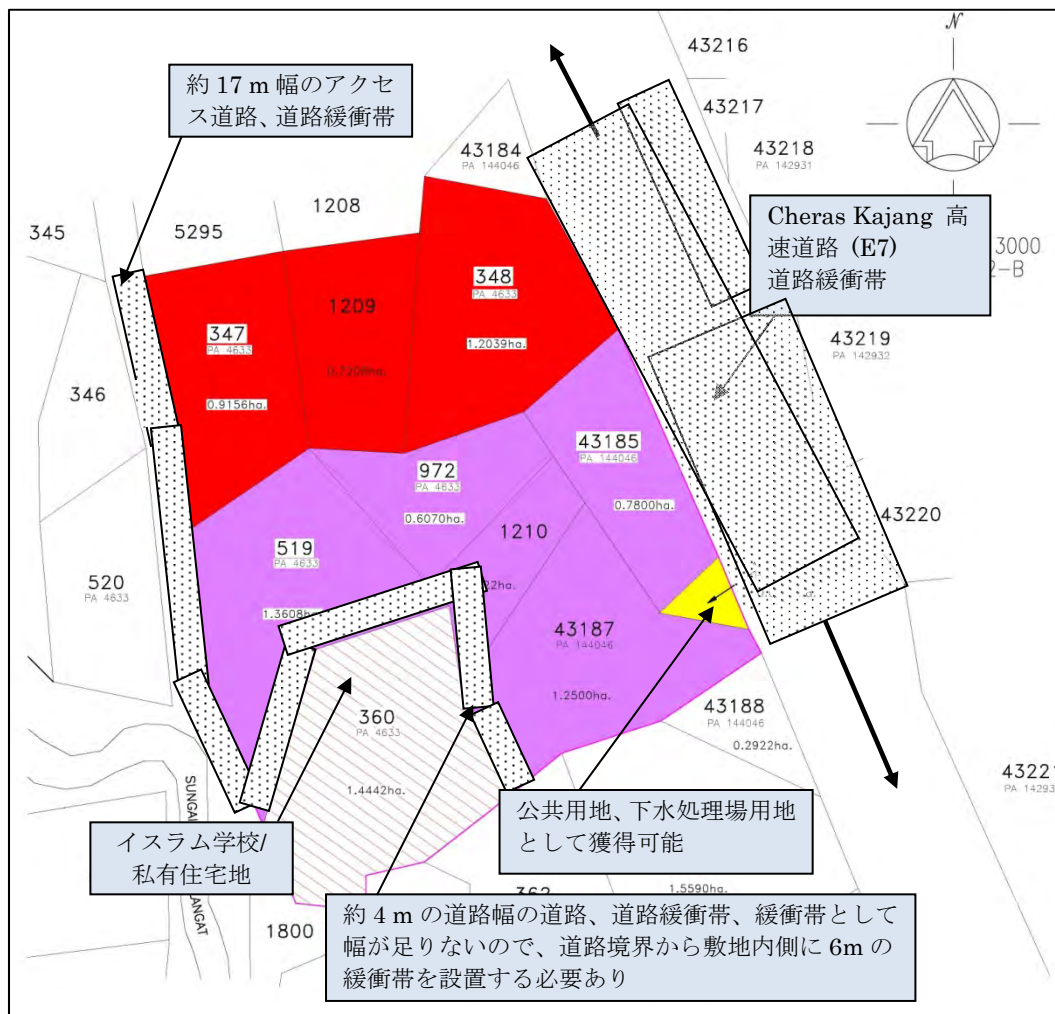
表IV-3.6 の施設方式の分類に加えて、「緩衝帯ガイドライン」は、緩衝帯として、排水池、道路や高速道路用地、送水用地、公共施設用地 及び公園を含めると規定している。

本プロジェクトの下水処理施設の予備的デザインとして、現在、汚泥処理施設等の密閉式/覆蓋式施設が考慮されている。プロジェクトサイト周辺には、高層ビルや工業地域はないので、表IV-3.2 によれば、本計画下水処理場における必要な緩衝帯の幅は、住居地域の境界から 10 m となる。さらに、敷地境界から内側に最低 5 m、植栽美観のための緩衝帯を設けなければならない。

他方、プロジェクト地域は、東側を南北方向に走る Cheras Kajang 高速道路 (E7)、及び西側を南北方向に流下する Langat 川に沿って約 17 m 幅のアクセス道路が走り、囲まれている。これらの道路は緩衝帯として利用可能である。南の境界では、何軒かの住宅とイスラム学校からなる住宅地が存在している。その住宅地の周囲は約 4 m 幅の地方道路が境界地に沿って存在している。そのため、南西側境界では、この道路幅 4 m の地方道は緩衝帯として利用できるが緩衝帯としての幅が足りないため、道路幅を含めて 10 m の緩衝帯を設定するために、道路から 6 m 内側に緩衝帯を設けなければならない。北部境界では、林地が存在している。そのため、緩衝帯を設定することは考慮されない。

さらに、「緩衝帯ガイドライン」は表IV-3.7 に示したように、下水処理場にそれ以外の緩衝帯の設定（美観的要素）を要求している。そのため、下水処理場施設は緩衝帯境界から

さらに5m内側に建設しなければならない。この緩衝帯は美観のために植生しなければならない。図IV-3.4に提案した緩衝帯の計画概要を示す。



Source: Prepared by the Study Team

図IV-3.4 緩衝帯の計画概要

注) アクセス道路及び高速道路の幅は、スケール表示ではない

(緩衝帯に加えて、植栽美観用の土地スペースが5mの幅で処理場用地の内側に用意される必要がある。上図には図示を省略)

3.6 モニタリング計画

3.6.1 実施組織によるモニタリングシステム

モニタリング結果を評価して監視しているのは環境庁である。EIA承認に伴う付帯条件として、環境庁からモニタリングに係る観測項目及び観測頻度、報告書の提出について細かく指示が提示される。そのモニタリングを実際に現場で実施するのは、工事建設中は、事業提案者/工事業者であり、施設が完成してからは、施設運営事業者となる。そのモニタリ

ング費用は、それらの当事者の負担である。水質/大気質等の分析業者は、環境庁によって登録された分析機関に限られる。

ここでは、参考とする類似の下水処理場建設計画で、環境庁により課せられたモニタリングに係る付帯条件を参考にしながら、モニタリング計画（案）を立案する。

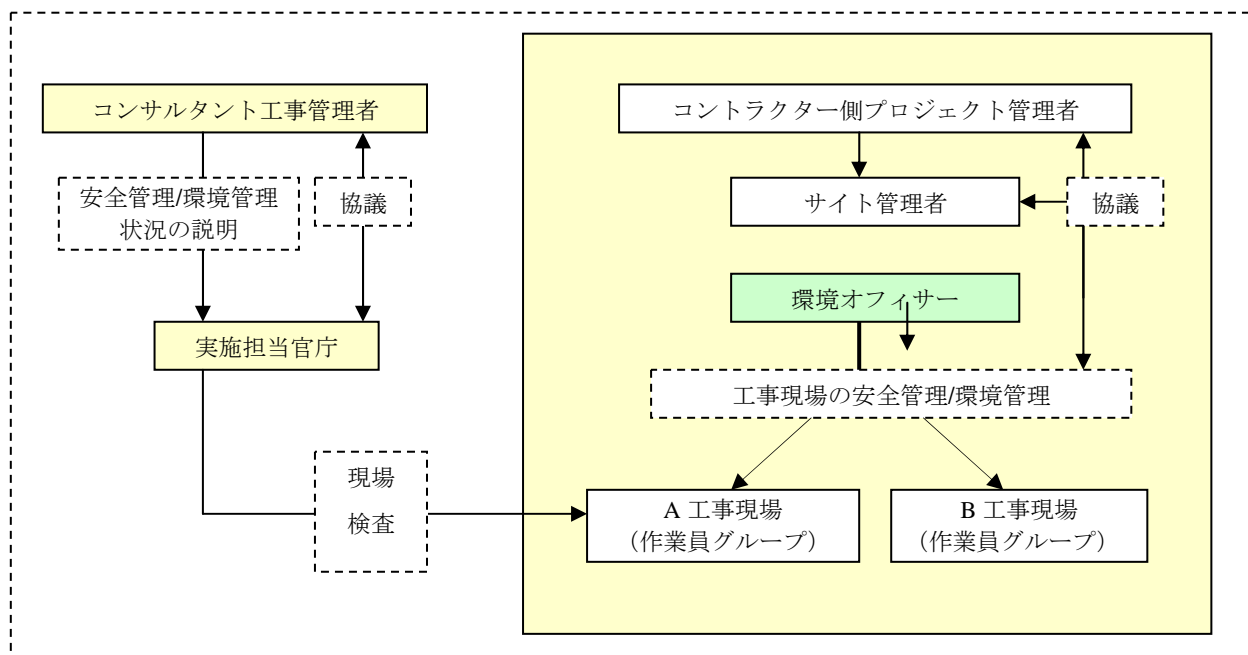
環境庁によれば、施設建設側で専属の環境オフィサーを雇用することとしている。

(1) 施設建設中のモニタリング体制

建設工事における安全管理（道路の交通安全や作業員の安全管理）や環境管理の目的は、建設活動から生じる事故を減らし、健康的な作業環境を醸成し、市民迷惑を減らすためである。環境管理計画は、現場や公共での全ての人々を保護し、事故のリスクを減少させ、地域住民や作業員の健康を保証し、環境に対するダメージを最小化するために実施される。安全管理は、工事期間中、継続して行われなければならない。

環境管理は、工事現場、機材や資材置き場のような工事現場周辺地域に対して行われる。特別な配慮が建設時の交通整理に対して払われなければならない。建設工事に当たるコントラクターのプロジェクト管理者は、サイト管理者の下に、環境関係に見識経験のある者を1名雇用し、環境管理者に選定し、全体の工事の安全環境管理に当たらせるようにしなければならない。環境管理者は、環境と安全管理について、現場状況をチェックして必要な方策を立て、プロジェクト管理者やサイト管理者と協議し、環境安全管理策を作業員全員に通達し、環境安全管理を図らなければならない。図IV-3.5に環境管理計画の実施体制を示す。工事管理に当たるコンサルタントは、コントラクターのプロジェクト管理者及び実施担当官庁と十分協議し、関係官庁の了解を得て安全に工事を進めなければならない。

監督官庁は「マ」国政府下水道部（JPP）、工事発注者はPPP事業者であり、工事業者がモニタリングを実施して、これを監督官庁に報告することとなる。モニタリング費用は工事費用に含まれる。



Source: Prepared by the Study Team

図IV-3.5 工事建設サイトの環境管理体制

3.6.2 モニタリング計画

工事中及び施設稼働中に発生する負の影響とこれを緩和する対策及び水道施設復旧後の施設稼働中の環境対策に関わるモニタリング計画（案）を表IV-3.8に示す。なお、モニタリング結果は、記録用紙に記録し保存する。

表IV-3.8 工事中及び建設後の施設稼働時の環境対策のモニタリング計画(案)

No.	負の影響と対策	モニターする要素	モニタリング場所	モニター方法	モニター頻度	モニター実施者
建設工事中						
1.	自然水路での一時的土砂堆積、堤切削や埋戻しによる土壌浸食防止	土壌侵食と表流水の濁度	STPサイトの沈殿池から河川への流出場所、	濁度と TSS 測定	工事中 1回/日	環境オフィサー、コンサルタント、実施担当官庁
2.	表流水に係る負の影響の緩和	表流水の流路への障害	河川への排水口付近	物理的観察	工事中 1回/日	同上
3.	グリース、燃料による地面や表流水の汚染対策	油による表流水汚染	河川への排水口付近	物理的観察	工事中 1回/日	同上
4.	土取り場や採石場、残土処分場、工事現場等のたまり水の造成防止	たまり水の無い環境維持	土取り場、採石場、残土処分場、工事現場	物理的観察	工事中 1回/月	同上
5.	パイプ敷設に伴う残土処分	安全で清潔な残土処理場の維持	残土処分場（公営一般廃棄物処分	物理的観察	工事中 1回/週	同上

			場)			
6.	パイプ敷設時及び下水処理場、ポンプ場建設時の騒音・振動防止	騒音・振動	全ての工事現場	住民による苦情	工事中	同上
7.	工事に伴う埃やダスト防止	埃やダスト	全ての工事現場	住民による苦情	工事中	同上
8.	道路でのパイプ敷設工事に係る交通事故防止	安全交通整理方法の適切さ	全ての配管敷設工事場所の工事車両出入り口	物理的観察	工事中 2回/週	環境オフィサー、コンサルタント、実施担当官庁、JKR
9.	工事に伴う工事車両の出入りに伴う危険性対策	安全交通整理方法の適切さ	下水処理場・ポンプ場建設サイトの車両出入り口	物理的観察	工事中 2回/週	同上
10.	資材輸送や残土処理運搬車両による道路への落下物による交通事故防止や汚れたタイヤによる道路汚染防止	道路の汚れ具合	工所用資機材及び残土等の輸送車両の通行道路	物理的観察	工事中 2回/週	同上
11.	工事に伴う排水対策	適切な排水処理の確認	全ての工事現場	物理的観察	工事中 1回/週	同上
12.	工事現場・宿舍周辺でのごみや汚物処理	ごみ及び汚物処理	全ての工事現場及び作業員宿舍周辺	物理的観察	工事中 1回/週	同上
13.	工事作業員の安全管理	工事現場の安全管理規則や安全靴、安全帽の着用等	工事作業員の安全管理	物理的観察	工事中 1回/週	環境オフィサー、コンサルタント、実施担当官庁、DOSH
建設工事完了後の施設の運転時						
1.	下水処理場から下水処理に伴って発生する汚泥の廃棄。	沈殿砂の公営処分場への適切な廃棄	下水処理場	物理的観察	月毎	実施担当官庁
2.	下水処理場に設置される送風機(6台)、ポンプ(6台)、及び停電時用の発電機(2台)による騒音の発生	騒音	下水処理場	住民による苦情	稼働中	同上
3.	下水処理場からの悪臭	悪臭	下水処理場	住民による苦情	稼働中	同上

Source: Prepared by the Study Team

4 その他

4.1 消化ガス発電計画

(1) 消化ガス発電概要

電力コストの削減や温室効果ガスの削減を目的として、下水処理場から発生する消化ガスを利用して消化ガス発電を行うことが計画されている。

その処理方式は、消化ガスを活性炭フィルターでエンジン等に損傷を与える微量不純物成分（シロキサン）の除去を行った後、ガスエンジン/ガスタービンで消化ガスを燃焼し、エンジンを回転させることで発電を行う。一方、排ガス/冷却水からの廃熱を蒸気/温水の形態で回収し、冷暖房/給湯等に利用する。

発電効率は、通常 25-35%、廃熱効率は 40-45%に達し、総合効率として約 80-90%に達し、相当に高い効率となっている。

(2) 消化ガス発電の全消費電力に占める割合

計画下水処理場では、メーカー標準容量より、発電機（400 KWh/台）を 2 台運転する。その合計発電電力量は、800 KWh/2 台となる。これを処理場で最も重要率の高い送風機（150 KW/台）の運転にこの電力を利用する。その場合の送風機の最大運転可能台数は 4 台となる。ただし、夜間（22:00-6:00）は、下水流入量が少ないので、2 台の送風機を稼働させるものとし、その発電機による送風機の消費電力量は、12,000 KWh となる。

一方、下水処理場の平均需要電力は、2,710 KWh と想定され、24 時間では、2,710 KWh×24 h = 65,040 KWh となる。その場合の消化ガス発電の全消費電力に占める割合は、12,000/65,040 = 0.18 となり、下水処理場で必要となる電力の約 18.5 %を消化ガス発電で賄うことができると考えられる。

この消化ガス発電による年間発電料金は、概算で、12,000 KWh×0.377 RM/KWh×365 日 = RM 1,651,260（¥40,620,996: 2011/12 の換算レート ¥24.6/RM）と想定される。

4.2 施設建設時及び稼働時の環境への負の影響に対する緩和手段に要する費用（概算）

施設建設時及び稼働時の環境影響に対する緩和手段に要する費用は、以下のようになると概算される。

- (1) 施設建設時に、環境対策のために、専属の環境オフィサーが 1 名雇用されることが必要である。施設建設には、施設建設開始から約 3 年間に亘ると見込まれる。
- (2) 騒音防止のために、送風機（6 台）・ポンプ（6 台）・発電機（2 台）に騒音防止器を取り付ける。
- (3) 悪臭防止のために、悪臭防止装置を取り付ける。
- (4) 消化ガス発電施設を取り付ける。

これらの緩和対策に係る費用を表IV-4.1 に示す。

表IV-4.1 施設建設時及び稼働時の環境影響に対する緩和手段に要する費用

No.	緩和対策内容と手段	費用内容	費用
1	施設建設時に環境対策のために環境オフィサーを1名雇用する費用、工事期間3年間	環境オフィサー： RM8,000/月×3年間	RM: 288,000
2	騒音防止用サイレンサー	送風機 6台 ポンプ 6台 発電機 2台	RM: 244,000 RM: 244,000 RM: 406,000
3	悪臭防止装置	一式	RM: 15,000,000
4	消化発電装置	一式	RM: 22,000,000
合 計			RM: 38,182,000
			¥: 940,040,000

Source: Prepared by the Study Team

注) (交換レート) RM=約 24.62 (JICA 換算レート 2011 年 12 月)

環境オフィサー雇用費用算出根拠: 財務省、コンサルタント調達マニュアル (2011 年) による。

4.3 モニタリングフォーム

The latest results of the below monitoring items shall be submitted to the lenders as part of Quaternary Progress Report throughout the construction phase

Construction phase

1. Imposed conditions for EIA approval and countermeasures

No.	EIA Approval Number	Approval Conditions	Countermeasures
Control Measures for Earthworks and Construction			
1	EIA Approval Condition 1		
2	EIA Approval Condition 2		
Erosion Control			
3	EIA Approval Condition 3		
4	EIA Approval Condition 4		
		-Continues-	

2. Pollution

Water Quality of effluent discharge to river

Item	Unit	Measured Value (Mean)	Measured Value (Max)	Country Standards	Standards For Contract	Measured Point	Frequency
BOD ₅	mg/L			20			Quarterly
SS	mg/L			50			ditto
COD	mg/L			120			ditto
NH ₄ -N	mg/L			10			ditto
NO ₃ -N	mg/L			20			ditto
Oil & Grease	mg/L			5			ditto

(Note) Country standards: Environmental Quality (Sewage) Regulations 2009

Air Quality (Ambient Air Quality)

Item	Unit	Measured Value (Mean)	Measured Value (Max)	Country Standards	Standards For Contract	Measured Point	Frequency
TPS	µg/m ³			260			Quarterly
PM ₁₀	µg/m ³			105			ditto
SO ₂	µg/m ³			105			ditto
NO ₂	µg/m ³			320			ditto

(Note) Country standards: Recommended Malaysian Air Quality Guidelines (Ambient standards)

Noise (Construction site)

Noise Level (L _{Aeq})	Unit	Measured Value (Mean)	Measured Value (Max)	Country Standards	Standards For Contract	Measured Point	Frequency
Day time 7:00 am-7:00 pm	dB			L ₉₀ 60 dB L ₁₀ 75 dB L _{Max} 90 dB			Quarterly
Evening 7:00 pm-10:00 pm	dB			L ₉₀ 55 dB L ₁₀ 70 dB L _{Max} 85 dB			
Night time 10:00 pm-7:00 am	dB			50-55* dB			ditto

(Note) Country standards: Planning guidelines for environmental noise level and control 2004. In noise level of the night time, smaller noise level (50dB) is applied at school and hospital, and larger noise level (55 dB) at residential areas.

Turbidity of Discharge Water-

Item	Unit	Measured Value (Mean)	Measured Value (Max)	Country Standards	Standards For Contract	Measured Point	Frequency
Turbidity	NTU			250			Quarterly
SS	mg/L			50			ditto

(Note) Country standards: Guideline for erosion and sediment control in Malaysia (2010)

The latest results of the below monitoring items shall be submitted to the lenders as part of Quaternary Progress Report throughout the construction phase

Operation phase

1. Imposed conditions for EIA approval and countermeasures

No.	EIA Approval Number	Approval Conditions	Countermeasures
Water Quality Monitoring and Control			
1	EIA Approval Condition 1		
2	EIA Approval Condition 2		
Noise Monitoring and Control			
3	EIA Approval Condition 3		
4	EIA Approval Condition 4		
Solid Waste Management			
5	EIA Approval Condition 6		
6	EIA Approval Condition 7		
		-Continues-	

2. Pollution

-Water Quality of effluent discharge to river

Item	Unit	Measured Value (Mean)	Measured Value (Max)	Country Standards	Standards For Contract	Measured Point	Frequency
BOD ₅	mg/L			20			Annually
SS	mg/L			50			Ditto
COD	mg/L			120			Ditto
NH ₄ -N	mg/L			10			Ditto
NO ₃ -N	mg/L			20			Ditto
Oil & Grease	mg/L			5			Ditto

(Note) Country standards: Environmental Quality (Sewage) Regulations 2009

Air Quality (Ambient Air Quality)

Item	Unit	Measured Value (Mean)	Measured Value (Max)	Country Standards	Standards For Contract	Measured Point	Frequency
TPS	µg/m ³			260			Annually
PM ₁₀	µg/m ³			105			Ditto
SO ₂	µg/m ³			105			Ditto
NO ₂	µg/m ³			320			Ditto

(Note) Country standards: Recommended Malaysian Air Quality Guidelines (Ambient standards)

Noise- (Operation of equipment at STP)

Noise Level (L _{Aeq})	Unit	Measured Value (Mean)	Measured Value (Max)	Country Standards	Standards For Contract	Measured Point	Frequency
Day time 7:00 am-10:00 pm	dB			50 dB			Annually
Night time 10:00 pm-7:00 am	dB			45 dB			Ditto

(Note) Country standards: Planning guidelines for environmental noise level and control 2004

3. Complaint from inhabitants living in the neighboring areas

Monitoring Item	Numbers and contents of formal comments conducted by the public	Frequency
Noise		Annually
Bad Odor		ditto

4.4 環境チェックリスト(1/7)

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
1 許認可・説明	(1)EIA および環境許認可	(a) 環境アセスメント報告書 (EIA レポート)等は作成済みか。 (b) EIA レポート等は当該国政府により承認されているか。 (c) EIA レポート等の承認は付帯条件を伴うか。付帯条件がある場合は、その条件は満たされるか。 (d) 上記以外に、必要な場合には現地の所管官庁からの環境に関する許認可は取得済みか。	(a) N (b) N (c) NA (d) NA	(a)原則として、予備的及び詳細 EIA 報告書があり、予備的 EIA 報告書を環境庁が承認すれば、環境影響評価は認可される。現在、予備的 EIA 報告書の準備中であり、最終的に予備的 EIA 報告書は、実施担当官庁及びプロジェクトデザイン、事業費が確定してから完成する。 (b)予備的 EIA 報告書の準備段階であり、EIA 報告書はマレーシア政府によりまだ、承認されていない。 (c)予備的 EIA 報告書が承認のため、該当しない。 (d)(1)EIA 承認後、工着手前に、環境管理計画(EMP)報告書を環境庁に提出して承認されなければならない。(2)開発承認を Kajang 市役所から得る必要がある。その許可は、EIA が承認された後で、建設作業が開始される前に取得しなければならない。(3)道路工事許可、JKR Hulu Langat 事務所に交通管理プランを提出して道路使用許可を得る必要がある。(4)土壌侵食・土砂堆積に係る工事許可を土木工事を開始する前に、DID から得る必要がある。(5)建設工事の 1 カ月前に、労働安全健康局に作業安全管理登録をする必要がある。
	(2)現地ステークホルダーへの説明	(a) プロジェクトの内容および影響について、情報公開を含めて現地ステークホルダーに適切な説明を行い、理解を得ているか。 (b) 住民等からのコメントを、プロジェクト内容に反映させたか。	(a) NA (b) NA	(a)予備的及び詳細 EIA 報告書作成の段階で、現地ステークホルダーに適切な説明や意見を行うことが定められている。現在、予備的 EIA 報告書の準備段階であり、実施担当官庁、プロジェクトのデザイン及び事業費も確定していない段階では、ステークホルダーへの説明をする段階ではない。 (b)上記理由により該当しない。
	(3)代替案の検討	(a) プロジェクト計画の複数の代替案は (検討の際、環境・社会に係る項目も含めて) 検討されているか。	(a) NA	(a)下水道処理場用地は、当初から 1 箇所に決まっており、唯一の計画であるため、他に代替案はない。

4.2 環境チェックリスト (2/7)

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
2 汚 染 対 策	(1)水質	(a) 下水処理後の放流水中のSS、BOD、COD、pH等の項目は当該国の排出基準等と整合するか。 (b) 未処理水に重金属が含まれているか。	(a)Y (b)N	(a)「マレーシアの環境質(下水)規則(2009年)」の下水排水基準A(放流口の下流に水道用取水施設が存在する場合の規制値)に基づいて、計画下水施設の処理方式が決定されており、当該国の排出基準値と整合している。 (b)マレーシアの下水処理場には、住宅汚水しか流入しない仕組みとなっており、未処理水に重金属は含まれていない。工場排水は、別の法律、環境質(工業排水)規則2009年で排水質が規定されており、汚水処理して基準値以下の排水を河川に直接流すことになっている。
	(2)廃棄物	(a) 施設稼働に伴って発生する汚泥等の廃棄物は当該国の規定に従って適切に処理・処分されるか。	(a)Y	(a) 下水処理場では、一般家庭からの下水のみを回収する。汚泥廃棄物は、マレーシアの法律に従って処理・処分される。
	(3)土壌汚染	(a) 汚泥等に重金属の含有が疑われる場合、これらの廃棄物からの浸出水の漏出等により土壌、地下水を汚染しない対策がなされるか。	(a)NA	(a) 下水処理場で処理される下水は、全て家庭雑排水である。従って、重金属は入っていない。汚泥は、通常、DOEより認可を受けた衛生処分場に廃棄されるので、浸出水の漏出により土壌・地下水を汚染することはないと考えられる。
	(4)騒音・振動	(a) 汚泥処理施設、ポンプ施設等からの騒音・振動は当該国の基準等と整合するか。	(a)Y	(a)汚泥処理施設、ポンプ施設からの騒音・振動は、「環境騒音限界値とコントロールのための計画ガイドライン(2004年)」の基準値に整合するように、設備と仕様が決まる。
	(5)悪臭	(a) 汚泥処理施設等からの悪臭の防止対策は取られるか。	(a)Y	(a) 汚泥処理施設等は、完全密閉方式とし、しかも、脱臭設備が設置される。

4.2 環境チェックリスト (3/7)

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
3 自然環境	(1)保護区	(a) サイト及び処理水放流先は当該国の法律・国際条約等に定められた保護区内に立地するか。プロジェクトが保護区に影響を与えるか。	(a) N	(a) 下水処理場建設予定サイト及びその周辺、及び処理水放流先には、マレーシア国・国際条約等に定められた保護区は存在しない。したがって、プロジェクトの実施が保護区に影響を与えることはない。
	(2)生態系	(a) サイト及び処理水放流先は原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地(珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等)を含むか。 (b) サイトは当該国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含むか。 (c) 生態系への重大な影響が懸念される場合、生態系への影響を減らす対策はなされるか。 (d) プロジェクトが、河川等の水域環境に影響を及ぼすか。水生生物等への影響を減らす対策はなされるか。	(a) N (b) N (c) N (d) N	(a) サイト及び処理水放流先は、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地(サンゴ礁、マングローブ湿地、干潟)を含まない。 (b) サイトはマレーシア国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含まない。 (c) サイトは、人工林とバナナプランテーションとなっており、生態系への重大な影響は与えないと考えられる。 (d) 下流に水道取水施設がある場合に適用されるカテゴリーAの水質基準に適合するよう、下水処理場の下水処理方法が計画される。そのため、河川の水質は現在よりも良好になると推察される。そのため、河川等の水域環境に影響をほとんど及ぼすことはない。

4.2 環境チェックリスト (4/7)

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
4 社会環境	(1)住民移転	<p>(a) プロジェクトの実施に伴い非自発的住民移転は生じるか。生じる場合は、移転による影響を最小限とする努力がなされるか。</p> <p>(b) 移転する住民に対し、移転前に補償・生活再建対策に関する適切な説明が行われるか。</p> <p>(c) 住民移転のための調査がなされ、再取得価格による補償、移転後の生活基盤の回復を含む移転計画が立てられるか。</p> <p>(d) 補償金の支払いは移転前に行われるか。</p> <p>(e) 補償方針は文書で策定されているか。</p> <p>(f) 移転住民のうち特に女性、子供、老人、貧困層、少数民族・先住民等の社会的弱者に適切な配慮がなされた計画か。</p> <p>(g) 移転住民について移転前の合意は得られるか。</p> <p>(h) 住民移転を適切に実施するための体制は整えられるか。十分な実施能力と予算措置が講じられるか。</p> <p>(i) 移転による影響のモニタリングが計画されるか。</p> <p>(j) 苦情処理の仕組みが構築されているか。</p>	<p>(a) NA</p> <p>(b) NA</p> <p>(c) NA</p> <p>(d) NA</p> <p>(e) NA</p> <p>(f) NA</p> <p>(g) NA</p> <p>(h) NA</p> <p>(i) NA</p> <p>(j) NA</p>	<p>(a) 下水処理場建設予定サイトには、不法滞在者等は存在せず、プロジェクトの実施により非自発的住民移転は生じない。</p> <p>(b) 上記の理由により適用されない。</p> <p>(c) 上御気理由により適用されない。</p> <p>(d) 上記理由により適用されない。</p> <p>(e) 上記理由により適用されない。</p> <p>(f) 上記理由により適用されない。</p> <p>(g) 上記理由により適用されない。</p> <p>(h) 上記理由により適用されない。</p> <p>(i) 上記理由により適用されない。</p> <p>(j) 上記理由により適用されない。</p>
(2)生活・生計		<p>(a) プロジェクトの実施により周辺の土地利用・水域利用が変化して住民の生活に悪影響を及ぼすか。</p> <p>(b) プロジェクトによる住民の生活への悪影響が生じるか。必要な場合は影響を緩和する配慮が行われるか。</p>	<p>(a) N</p> <p>(b) N</p>	<p>(a) 下水処理場建設予定地は、平地の雑木林・バナナプランテーションである。そのため、土地の大規模な切土や盛土は行われず、既存河川に比較的きれいな水質の処理水を排水するために、周辺の土地利用・水域利用が変化して住民の生活に悪影響を及ぼすことはない。</p> <p>(b) 下水処理場周辺は、比較的住宅が少ない林間地である。そのため、プロジェクトの実施により住民の生活への悪影響を及ぼすことはない。</p>

4.2 環境チェックリスト (5/7)

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
4 社会環境	(3)文化遺産	(a) プロジェクトにより、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なう恐れはあるか。また、当該国の国内法上定められた措置が考慮されるか。	(a) N	(a) 下水処理場予定地及びその周辺には、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡はなく、それらを損なう恐れはない。また、ポンプ場は、既存の下水処理場の公有地に建設される予定であり、重要な文化遺産は存在しないため、それらを損なう恐れはない。
	(4)景観	(a) 特に配慮すべき景観が存在する場合、それに対し悪影響を及ぼすか。影響がある場合には必要な対策は取られるか。	(a) N	(a) 下水処理場対象地域及びポンプ場建設予定地は、特に配慮すべき景観地に立地していないため、景観に影響はない。
	(5)少数民族、先住民族	(a) 当該国の少数民族、先住民族の文化、生活様式への影響を軽減する配慮がなされているか。 (b) 少数民族、先住民族の土地及び資源に関する諸権利は尊重されるか。	(a) NA (b) NA	(a) マレーシアでは、少数民族である中国人、インド人の方が多数を占めるマレー人よりも経済的な力を有しているため、少数民族の権利の保護という概念は当てはまらない。また、セラングール州には、オランアスリと呼ばれる先住民族が住んでいるが、北東部の内陸部に限られており、プロジェクト対象地域には居住していない。したがって、少数民族・先住民族への生活様式への配慮は該当しない。 (b) 上記理由により適用されない。
	(6)労働環境	(a) プロジェクトにおいて遵守すべき当該国の労働環境に関する法律が守られるか。	(a) Y	(a) マレーシア国の労働環境に係る法律を順守してプロジェクトが実施される。
		(b) 労働災害防止に係る安全設備の設置、有害物質の管理等、プロジェクト関係者へのハード面での安全配慮が措置されているか。	(b) Y	(b) 労働災害防止に係る安全設備の設置、有害物質の管理等、プロジェクト関係者へのハード面での安全配慮を考慮してプロジェクトが計画される。
		(c) 安全衛生計画の策定や作業員等に対する安全教育（交通安全や公衆衛生を含む）の実施等、プロジェクト関係者へのソフト面での対応が計画・実施されるか。	(c) Y	(c) 建設時に安全衛生計画の策定や作業員等に対する安全教育（交通安全や公衆衛生を含む）を実施する計画とする。
(d) プロジェクトに係る警備要員が、プロジェクト関係者・地域住民の安全を侵害することのないよう、適切な措置が講じられるか。		(d) Y	(d) プロジェクトに係る警備要員が、プロジェクト関係者・地域住民の安全を侵害することのないよう、十分な教育を実施する計画とする。	

4.2 環境チェックリスト (6/7)

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
5 そ の 他	(1) 工事中の影響	<p>(a) 工事中の汚染（騒音、振動、濁水、粉じん、排ガス、廃棄物等）に対して緩和策が用意されるか。</p> <p>(b) 工事により自然環境（生態系）に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。</p> <p>(c) 工事により社会環境に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。</p> <p>(d) 工事による道路渋滞は発生するか、また影響に対する緩和策が用意されるか。</p>	<p>(a) Y</p> <p>(b) N</p> <p>(c) N</p> <p>(d) Y</p>	<p>(a) 工事中の汚染（騒音、振動、濁水、廃棄物等）に対する緩和策が、用意される。具体的な緩和策は、報告書の第3章工事中のインパクトと緩和策に記載した。</p> <p>(b) STP の建設サイトが雑木林とバナナプランテーションであるため、その建設が自然環境に悪影響を及ぼすことはない。</p> <p>(c) STP の建設により社会環境に悪影響を及ぼすことはない。</p> <p>(d) 下水管本管の敷設工事は、交通量の多い道路路上に実施されるため、交通渋滞が発生することが予想される。そのための緩和策を報告書の第3章工事中のインパクトと緩和策に記載した。</p>
	(2) モニタリング	<p>(a) 上記の環境項目のうち、影響が考えられる項目に対して、事業者のモニタリングが計画・実施されるか。</p> <p>(b) 当該計画の項目、方法、頻度等どのように定められているか。</p> <p>(c) 事業者のモニタリング体制（組織、人員、機材、予算等とそれらの継続性）は確立されるか。</p> <p>(d) 事業者から所管官庁等への報告の方法、頻度等は規定されているか。</p>	<p>(a) Y</p> <p>(b) Y</p> <p>(c) Y</p> <p>(d) N</p>	<p>(a) 影響が考えられる項目について、工事中、施設完成後の稼働時に分けて、報告書の第4章モニタリング計画に記載した。事業者実施者はこのモニタリング計画を実施すべきである。</p> <p>(b) モニタリングの項目、方法、頻度は、バナマ下水処理場建設計画、バングラデシュ下水道改修プロジェクト等の経験及び下水道技術者の助言に基づく。</p> <p>(c) マレーシア国における多くの下水道事業は、JPP/IWK により運営・管理されている。既存の下水道事業で十分な体制をもって事業者がモニタリングを実施しているために、十分モニタリング体制は確立されると想定される。</p> <p>(d) 事業者から所管官庁(DOE)へは、モニタリングについて特に規定がない。しかし、通常、EIA 承認付帯事項で、DOE への報告の方法、頻度を指定する。</p>

4.2 環境チェックリスト (7/7)

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
6 留意点	環境チェックリスト使用上の注意	(a) 必要な場合には、越境または地球規模の環境問題への影響も確認する（廃棄物の越境処理、酸性雨、オゾン層破壊、地球温暖化の問題に係る要素が考えられる場合等）。	(a) Y	(a)汚泥より生じる消化ガスにより、発電量(12,000 KWh)を発電する計画である。これにより下水処理場の全電力の約 18.5%を賄う予定であり、年間電力料金に換算して、RM1,650,000/年（ ¥ 40,620,000/年）が生み出されると想定される。

注1) 表中『当該国の基準』については、国際的に認められた基準と比較して著しい乖離がある場合には、必要に応じ対応策を検討する。

当該国において現在規制が確立されていない項目については、当該国以外（日本における経験も含めて）の適切な基準との比較により検討を行う。

注2) 環境チェックリストはあくまでも標準的な環境チェック項目を示したものであり、事業および地域の特性によっては、項目の削除または追加を行う必要がある。

付属資料

JADUAL 3: PURATA SAIZ ISI RUMAH MENGIKUT NEGERI, 1980-2010
 TABLE 3: AVERAGE HOUSEHOLD SIZE BY STATE, 1980-2010

Negeri State	Purata saiz isi rumah Average household size			
	1980	1991	2000	2010
MALAYSIA	5.22	4.92	4.62	4.31
Johor	5.50	4.89	4.51	4.17
Kedah	5.00	4.80	4.60	4.29
Kelantan	4.83	5.10	5.03	4.86
Melaka	5.51	4.96	4.48	4.05
Negeri Sembilan	5.24	4.80	4.47	4.20
Pahang	5.08	4.96	4.52	4.59
Perak	5.23	4.71	4.35	4.04
Perlis	4.52	4.60	4.42	4.26
Pulau Pinang	5.48	5.00	4.38	3.94
Sabah	5.37	5.15	5.16	5.88
Sarawak	5.45	4.98	4.76	4.47
Selangor	5.33	4.93	4.59	3.93
Terengganu	4.89	5.30	5.06	4.78
W.P. Kuala Lumpur	4.87	4.69	4.24	3.72
W.P. Labuan	5.54	5.03	4.94	4.72
W.P. Putrajaya	(b)	5.61	5.34	3.45

Appendix III-2.1

BOD5 Discharge Load by Treatment Process

Subcatchment	EA (PE)	IDEA (PE)	OD (PE)	SBR (PE)	AB (PE)	HK (PE)	SATS (PE)	AL (PE)	BF (PE)	BS (PE)	IT (PE)	OP (PE)	RBC (PE)	Total (PE)
Langat														
Cheras Batu 11	444,889	4,881	-	44,025	2,850	3,420	-	64,282	48,923	30,656	6,258	101,738	-	751,922
Cheras East														
Cheras Jaya	172,190	-	31,106	11,536	-	9,868	-	93,163	119,405	-	-	11,897	-	449,165
Kajang 1	107,465	17,379	34,719	-	3,267	1,808	-	-	18,420	1,902	4,950	64,713	5,830	260,453
Kajang 2														
Kajang 3	149,461	20,134	9,683	49,264	2,628	1,882	1,008	-	52,192	-	48,911	73,369	-	408,532
Total	874,005	42,394	75,508	104,825	8,745	16,978	1,008	157,445	238,940	32,558	60,119	251,717	5,830	1,870,072
							1,123,463							

BOD5 Discharge Load by Treatment Process (%)

Subcatchment	EA (%)	IDEA (%)	OD (%)	SBR (%)	AB (%)	HK (%)	SATS (%)	AL (%)	BF (%)	BS (%)	IT (%)	OP (%)	RBC (%)	Total (%)
Langat														
Cheras Batu 11	59.2	0.6	-	5.9	0.4	0.5	-	8.5	6.5	4.1	0.8	13.5	-	100
Cheras East														
Cheras Jaya	38.3	-	6.9	2.6	-	2.2	-	20.7	26.6	-	-	2.6	-	100
Kajang 1	41.3	6.7	13.3	-	1.3	0.7	-	-	7.1	0.7	1.9	24.8	2.2	100
Kajang 2														
Kajang 3	36.6	4.9	2.4	12.1	0.6	0.5	0.2	-	12.8	-	12.0	18.0	-	100
Total	46.7	2.3	4.0	5.6	0.5	0.9	0.1	8.4	12.8	1.7	3.2	13.5	0.3	100
							60.1							

Number of STPs

Subcatchment	EA (Unit)	IDEA (Unit)	OD (Unit)	SBR (Unit)	AB (Unit)	HK (Unit)	SATS (Unit)	AL (Unit)	BF (Unit)	BS (Unit)	IT (Unit)	OP (Unit)	RBC (Unit)	Total (Unit)
Langat														
Cheras Batu 11	39	1	0	2	2	2	0	3	4	3	2	6	0	64
Cheras East														
Cheras Jaya	19	0	1	1	0	2	0	3	3	0	0	1	0	30
Kajang 1	16	1	3	0	3	2	0	0	1	1	1	3	1	32
Kajang 2														
Kajang 3	18	2	1	2	1	3	1	0	5	0	5	5	0	43
Total	92	4	5	5	6	9	1	6	13	4	8	15	1	169

Number of STPs (%)

Subcatchment	EA (%)	IDEA (%)	OD (%)	SBR (%)	AB (%)	HK (%)	SATS (%)	AL (%)	BF (%)	BS (%)	IT (%)	OP (%)	RBC (%)	Total (%)
Langat														
Cheras Batu 11	60.9	1.6	0.0	3.1	3.1	3.1	0.0	4.7	6.3	4.7	3.1	9.4	0.0	100
Cheras East														
Cheras Jaya	63.3	0.0	3.3	3.3	0.0	6.7	0.0	10.0	10.0	0.0	0.0	3.3	0.0	100
Kajang 1	50.0	3.1	9.4	0.0	9.4	6.3	0.0	0.0	3.1	3.1	3.1	9.4	3.1	100
Kajang 2														
Kajang 3	41.9	4.7	2.3	4.7	2.3	7.0	2.3	0.0	11.6	0.0	11.6	11.6	0.0	100
Total	54.4	2.4	3.0	3.0	3.6	5.3	0.6	3.6	7.7	2.4	4.7	8.9	0.6	100

Average Sewage Effluent BOD5

	EA	IDEA	OD	SBR	AB	HK	SATS	AL	BF	BS	IT	OP	RBC	
Ave. Eff. BOD	14.1	9.9	20.5	15.0	12.6	8.5	12.8	20.9	37.2	13.4	39.7	27.6	11.8	17.4
Ranking	7	2	9	8	4	1	5	10	12	6	13	11	3	

COD Discharge Load by Treatment Process

Subcatchment	EA (PE)	IDEA (PE)	OD (PE)	SBR (PE)	AB (PE)	HK (PE)	SATS (PE)	AL (PE)	BF (PE)	BS (PE)	IT (PE)	OP (PE)	RBC (PE)	Total (PE)
Langat														
Cheras Batu 11	1,919,141	39,917	-	149,626	13,244	26,058	-	252,619	135,793	111,880	17,035	335,351	-	3,000,664
Cheras East														
Cheras Jaya	801,616	-	105,368	56,979	-	46,682	-	376,704	381,500	-	-	47,461	-	1,816,310
Kajang 1	538,562	81,079	112,565	-	21,112	6,970	-	-	55,905	10,555	17,910	204,866	35,773	1,085,297
Kajang 2														
Kajang 3	725,340	88,076	48,805	207,765	9,009	10,460	3,465	-	194,831	-	141,579	323,259	-	1,752,589
Total	3,984,659	209,072	266,738	414,370	43,365	90,170	3,465	629,323	768,029	122,435	176,524	910,937	35,773	7,654,860
							5,011,839							

COD Discharge Load by Treatment Process (%)

Subcatchment	EA (%)	IDEA (%)	OD (%)	SBR (%)	AB (%)	HK (%)	SATS (%)	AL (%)	BF (%)	BS (%)	IT (%)	OP (%)	RBC (%)	Total (%)
Langat														
Cheras Batu 11	255.2	5.3	-	19.9	1.8	3.5	-	33.6	18.1	14.9	2.3	44.6	-	399
Cheras East														
Cheras Jaya	178.5	-	23.5	12.7	-	10.4	-	83.9	84.9	-	-	10.6	-	404
Kajang 1	206.8	31.1	43.2	-	8.1	2.7	-	-	21.5	4.1	6.9	78.7	13.7	417
Kajang 2														
Kajang 3	177.5	21.6	11.9	50.9	2.2	2.6	0.8	-	47.7	-	34.7	79.1	-	429
Total	213.1	11.2	14.3	22.2	2.3	4.8	0.2	33.7	41.1	6.5	9.4	48.7	1.9	409
							268.1							

Number of STPs

Subcatchment	EA (Unit)	IDEA (Unit)	OD (Unit)	SBR (Unit)	AB (Unit)	HK (Unit)	SATS (Unit)	AL (Unit)	BF (Unit)	BS (Unit)	IT (Unit)	OP (Unit)	RBC (Unit)	Total (Unit)
Langat														
Cheras Batu 11	39	1	0	2	2	2	0	3	4	3	2	6	0	64
Cheras East														
Cheras Jaya	19	0	1	1	0	2	0	3	3	0	0	1	0	30
Kajang 1	16	1	3	0	3	2	0	0	1	1	1	3	1	32
Kajang 2														
Kajang 3	18	2	1	2	1	3	1	0	5	0	5	5	0	43
Total	92	4	5	5	6	9	1	6	13	4	8	15	1	169

Number of STPs (%)

Subcatchment	EA (%)	IDEA (%)	OD (%)	SBR (%)	AB (%)	HK (%)	SATS (%)	AL (%)	BF (%)	BS (%)	IT (%)	OP (%)	RBC (%)	Total (%)
Langat														
Cheras Batu 11	60.9	1.6	0.0	3.1	3.1	3.1	0.0	4.7	6.3	4.7	3.1	9.4	0.0	100
Cheras East														
Cheras Jaya	63.3	0.0	3.3	3.3	0.0	6.7	0.0	10.0	10.0	0.0	0.0	3.3	0.0	100
Kajang 1	50.0	3.1	9.4	0.0	9.4	6.3	0.0	0.0	3.1	3.1	3.1	9.4	3.1	100
Kajang 2														
Kajang 3	41.9	4.7	2.3	4.7	2.3	7.0	2.3	0.0	11.6	0.0	11.6	11.6	0.0	100
Total	54.4	2.4	3.0	3.0	3.6	5.3	0.6	3.6	7.7	2.4	4.7	8.9	0.6	100

Average Sewage Effluent COD

	EA	IDEA	OD	SBR	AB	HK	SATS	AL	BF	BS	IT	OP	RBC	
Ave. Eff. BOD	64.3	48.9	72.3	59.3	62.5	45.1	44.0	83.6	119.5	50.3	116.7	99.9	72.4	71.4
Ranking	7	3	8	5	6	2	1	10	13	4	12	11	9	

AMN Discharge Load by Treatment Process

Subcatchment	EA (PE)	IDEA (PE)	OD (PE)	SBR (PE)	AB (PE)	HK (PE)	SATS (PE)	AL (PE)	BF (PE)	BS (PE)	IT (PE)	OP (PE)	RBC (PE)	Total (PE)
Langat														
Cheras Batu 11	361,114	2,495	-	37,559	4,255	5,570	-	75,304	25,510	23,771	2,546	52,392	-	590,516
Cheras East														
Cheras Jaya	131,922	-	25,538	4,798	-	16,802	-	86,580	80,697	-	-	8,606	-	354,943
Kajang 1	132,980	14,944	26,630	-	4,341	2,248	-	-	16,874	4,439	7,200	30,050	12,550	252,256
Kajang 2														
Kajang 3	164,543	29,752	13,978	32,880	1,822	2,605	551	-	49,269	-	32,677	30,964	-	359,041
Total	790,559	47,191	66,146	75,237	10,418	27,225	551	161,884	172,350	28,210	42,423	122,012	12,550	1,556,756
							1,017,327							

AMN Discharge Load by Treatment Process (%)

Subcatchment	EA (%)	IDEA (%)	OD (%)	SBR (%)	AB (%)	HK (%)	SATS (%)	AL (%)	BF (%)	BS (%)	IT (%)	OP (%)	RBC (%)	Total (%)
Langat														
Cheras Batu 11	48.0	0.3	-	5.0	0.6	0.7	-	10.0	3.4	3.2	0.3	7.0	-	79
Cheras East														
Cheras Jaya	29.4	-	5.7	1.1	-	3.7	-	19.3	18.0	-	-	1.9	-	79
Kajang 1	51.1	5.7	10.2	-	1.7	0.9	-	-	6.5	1.7	2.8	11.5	4.8	97
Kajang 2														
Kajang 3	40.3	7.3	3.4	8.0	0.4	0.6	0.1	-	12.1	-	8.0	7.6	-	88
Total	42.3	2.5	3.5	4.0	0.6	1.5	-	8.7	9.2	1.5	2.3	6.5	0.7	83
							54.4							

Number of STPs

Subcatchment	EA (Unit)	IDEA (Unit)	OD (Unit)	SBR (Unit)	AB (Unit)	HK (Unit)	SATS (Unit)	AL (Unit)	BF (Unit)	BS (Unit)	IT (Unit)	OP (Unit)	RBC (Unit)	Total (Unit)
Langat														
Cheras Batu 11	39	1	0	2	2	2	0	3	4	3	2	6	0	64
Cheras East														
Cheras Jaya	19	0	1	1	0	2	0	3	3	0	0	1	0	30
Kajang 1	16	1	3	0	3	2	0	0	1	1	1	3	1	32
Kajang 2														
Kajang 3	18	2	1	2	1	3	1	0	5	0	5	5	0	43
Total	92	4	5	5	6	9	1	6	13	4	8	15	1	169

Number of STPs (%)

Subcatchment	EA (%)	IDEA (%)	OD (%)	SBR (%)	AB (%)	HK (%)	SATS (%)	AL (%)	BF (%)	BS (%)	IT (%)	OP (%)	RBC (%)	Total (%)
Langat														
Cheras Batu 11	60.9	1.6	0.0	3.1	3.1	3.1	0.0	4.7	6.3	4.7	3.1	9.4	0.0	100
Cheras East														
Cheras Jaya	63.3	0.0	3.3	3.3	0.0	6.7	0.0	10.0	10.0	0.0	0.0	3.3	0.0	100
Kajang 1	50.0	3.1	9.4	0.0	9.4	6.3	0.0	0.0	3.1	3.1	3.1	9.4	3.1	100
Kajang 2														
Kajang 3	41.9	4.7	2.3	4.7	2.3	7.0	2.3	0.0	11.6	0.0	11.6	11.6	0.0	100
Total	54.4	2.4	3.0	3.0	3.6	5.3	0.6	3.6	7.7	2.4	4.7	8.9	0.6	100

Average Sewage Effluent AMN

	EA	IDEA	OD	SBR	AB	HK	SATS	AL	BF	BS	IT	OP	RBC	Total
Ave. Eff. BOD	12.8	11.0	17.9	10.8	15.0	13.6	7.0	21.5	26.8	11.6	28.0	13.4	25.4	14.5
Ranking	5	3	9	2	8	7	1	10	12	4	13	6	11	

O&G Discharge Load by Treatment Process

Subcatchment	EA (PE)	IDEA (PE)	OD (PE)	SBR (PE)	AB (PE)	HK (PE)	SATS (PE)	AL (PE)	BF (PE)	BS (PE)	IT (PE)	OP (PE)	RBC (PE)	Total (PE)
Langat														
Cheras Batu 11	236,005	5,071	-	15,013	2,723	2,677	-	20,787	11,804	19,225	2,561	20,303	-	336,169
Cheras East														
Cheras Jaya	149,368	-	10,631	8,798	-	8,072	-	34,338	34,454	-	-	2,025	-	247,686
Kajang 1	75,197	19,881	9,659	-	3,308	638	-	-	5,153	225	1,215	16,592	2,223	134,091
Kajang 2														
Kajang 3	104,349	10,856	12,744	25,462	410	2,688	1,155	-	21,011	-	15,471	24,728	-	218,874
Total	564,919	35,808	33,034	49,273	6,441	14,075	1,155	55,125	72,422	19,450	19,247	63,648	2,223	936,820
							704,705							

O&G Discharge Load by Treatment Process (%)

Subcatchment	EA (%)	IDEA (%)	OD (%)	SBR (%)	AB (%)	HK (%)	SATS (%)	AL (%)	BF (%)	BS (%)	IT (%)	OP (%)	RBC (%)	Total (%)
Langat														
Cheras Batu 11	31.4	0.7	-	2.0	0.4	0.4	-	2.8	1.6	2.6	0.3	2.7	-	45
Cheras East														
Cheras Jaya	33.3	-	2.4	2.0	-	1.8	-	7.6	7.7	-	-	0.5	-	55
Kajang 1	28.9	7.6	3.7	-	1.3	0.2	-	-	2.0	0.1	0.5	6.4	0.9	52
Kajang 2														
Kajang 3	25.5	2.7	3.1	6.2	0.1	0.7	0.3	-	5.1	-	3.8	6.1	-	54
Total	30.2	1.9	1.8	2.6	0.3	0.8	0.1	2.9	3.9	1.0	1.0	3.4	0.1	50
							37.7							

Number of STPs

Subcatchment	EA (Unit)	IDEA (Unit)	OD (Unit)	SBR (Unit)	AB (Unit)	HK (Unit)	SATS (Unit)	AL (Unit)	BF (Unit)	BS (Unit)	IT (Unit)	OP (Unit)	RBC (Unit)	Total (Unit)
Langat														
Cheras Batu 11	39	1	0	2	2	2	0	3	4	3	2	6	0	64
Cheras East														
Cheras Jaya	19	0	1	1	0	2	0	3	3	0	0	1	0	30
Kajang 1	16	1	3	0	3	2	0	0	1	1	1	3	1	32
Kajang 2														
Kajang 3	18	2	1	2	1	3	1	0	5	0	5	5	0	43
Total	92	4	5	5	6	9	1	6	13	4	8	15	1	169

Number of STPs (%)

Subcatchment	EA (%)	IDEA (%)	OD (%)	SBR (%)	AB (%)	HK (%)	SATS (%)	AL (%)	BF (%)	BS (%)	IT (%)	OP (%)	RBC (%)	Total (%)
Langat														
Cheras Batu 11	60.9	1.6	0.0	3.1	3.1	3.1	0.0	4.7	6.3	4.7	3.1	9.4	0.0	100
Cheras East														
Cheras Jaya	63.3	0.0	3.3	3.3	0.0	6.7	0.0	10.0	10.0	0.0	0.0	3.3	0.0	100
Kajang 1	50.0	3.1	9.4	0.0	9.4	6.3	0.0	0.0	3.1	3.1	3.1	9.4	3.1	100
Kajang 2														
Kajang 3	41.9	4.7	2.3	4.7	2.3	7.0	2.3	0.0	11.6	0.0	11.6	11.6	0.0	100
Total	54.4	2.4	3.0	3.0	3.6	5.3	0.6	3.6	7.7	2.4	4.7	8.9	0.6	100

Average Sewage Effluent O&G

	EA	IDEA	OD	SBR	AB	HK	SATS	AL	BF	BS	IT	OP	RBC	
Ave. Eff. BOD	9.1	8.4	9.0	7.0	9.3	7.0	14.7	7.3	11.3	8.0	12.7	7.0	4.5	8.7
Ranking	9	7	8	2	10	2	13	5	11	6	12	2	1	

SS Discharge Load by Treatment Process

Subcatchment	EA (PE)	IDEA (PE)	OD (PE)	SBR (PE)	AB (PE)	HK (PE)	SATS (PE)	AL (PE)	BF (PE)	BS (PE)	IT (PE)	OP (PE)	RBC (PE)	Total (PE)
Langat														
Cheras Batu 11	903,237	17,247	-	54,051	4,929	11,110	-	86,346	64,380	38,537	4,299	162,006	-	1,346,142
Cheras East														
Cheras Jaya	338,027	-	41,738	19,891	-	23,790	-	146,176	186,802	-	-	15,947	-	772,371
Kajang 1	229,737	25,764	45,919	-	9,339	1,240	-	-	26,664	4,909	3,600	90,033	14,131	451,336
Kajang 2														
Kajang 3	280,652	33,891	23,739	85,373	3,634	3,543	441	-	87,494	-	33,409	151,263	-	703,439
Total	1,751,653	76,902	111,396	159,315	17,902	39,683	441	232,522	365,340	43,446	41,308	419,249	14,131	3,273,288
							2,157,292							

SS Discharge Load by Treatment Process (%)

Subcatchment	EA (%)	IDEA (%)	OD (%)	SBR (%)	AB (%)	HK (%)	SATS (%)	AL (%)	BF (%)	BS (%)	IT (%)	OP (%)	RBC (%)	Total (%)
Langat														
Cheras Batu 11	120.1	2.3	-	7.2	0.7	1.5	-	11.5	8.6	5.1	0.6	21.5	-	179
Cheras East														
Cheras Jaya	75.3	-	9.3	4.4	-	5.3	-	32.5	41.6	-	-	3.6	-	172
Kajang 1	88.2	9.9	17.6	-	3.6	0.5	-	-	10.2	1.9	1.4	34.6	5.4	173
Kajang 2														
Kajang 3	68.7	8.3	5.8	20.9	0.9	0.9	0.1	-	21.4	-	8.2	37.0	-	172
Total	93.7	4.1	6.0	8.5	1.0	2.1	-	12.4	19.5	2.3	2.2	22.4	0.8	175
							115.4							

Number of STPs

Subcatchment	EA (Unit)	IDEA (Unit)	OD (Unit)	SBR (Unit)	AB (Unit)	HK (Unit)	SATS (Unit)	AL (Unit)	BF (Unit)	BS (Unit)	IT (Unit)	OP (Unit)	RBC (Unit)	Total (Unit)
Langat														
Cheras Batu 11	39	1	0	2	2	2	0	3	4	3	2	6	0	64
Cheras East														
Cheras Jaya	19	0	1	1	0	2	0	3	3	0	0	1	0	30
Kajang 1	16	1	3	0	3	2	0	0	1	1	1	3	1	32
Kajang 2														
Kajang 3	18	2	1	2	1	3	1	0	5	0	5	5	0	43
Total	92	4	5	5	6	9	1	6	13	4	8	15	1	169

Number of STPs (%)

Subcatchment	EA (%)	IDEA (%)	OD (%)	SBR (%)	AB (%)	HK (%)	SATS (%)	AL (%)	BF (%)	BS (%)	IT (%)	OP (%)	RBC (%)	Total (%)
Langat														
Cheras Batu 11	60.9	1.6	0.0	3.1	3.1	3.1	0.0	4.7	6.3	4.7	3.1	9.4	0.0	100
Cheras East														
Cheras Jaya	63.3	0.0	3.3	3.3	0.0	6.7	0.0	10.0	10.0	0.0	0.0	3.3	0.0	100
Kajang 1	50.0	3.1	9.4	0.0	9.4	6.3	0.0	0.0	3.1	3.1	3.1	9.4	3.1	100
Kajang 2														
Kajang 3	41.9	4.7	2.3	4.7	2.3	7.0	2.3	0.0	11.6	0.0	11.6	11.6	0.0	100
Total	54.4	2.4	3.0	3.0	3.6	5.3	0.6	3.6	7.7	2.4	4.7	8.9	0.6	100

Average Sewage Effluent SS

	EA	IDEA	OD	SBR	AB	HK	SATS	AL	BF	BS	IT	OP	RBC	
Ave. Eff. BOD	28.3	18.0	30.2	22.8	25.8	19.8	5.6	30.9	56.8	17.9	27.3	46.0	28.6	30.5
Ranking	8	3	10	5	6	4	1	11	13	2	7	12	9	

Compliance to Standard

Parameter	BOD	COD	AMN	O&G	SS	All	All (Excl. AMN)	All (Excl. OG)
Langat								
Cheras Batu 11	42	58	25	9	55	5	7	22
Cheras East								
Cheras Jaya	21	25	15	2	24	-	1	13
Kajang 1	24	28	7	9	28	3	9	7
Kajang 2								
Kajang 3	31	36	15	5	35	2	4	14
Total	118	147	62	25	142	10	21	56

Parameter	BOD	COD	AMN	O&G	SS	All	All (Excl. AMN)	All (Excl. OG)
Langat								
Cheras Batu 11	-	-	-	-	-	-	-	-
Cheras East								
Cheras Jaya	-	-	-	-	-	-	-	-
Kajang 1	-	-	-	-	-	-	-	-
Kajang 2								
Kajang 3	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	-	-	-	-	-	-	-	-

Non-Compliance to Standard

Parameter	BOD	COD	AMN	O&G	SS	All	All (Excl. AMN)	All (Excl. OG)
Langat								
Cheras Batu 11	22	6	38	55	9	58	56	41
Cheras East								
Cheras Jaya	9	5	15	28	6	30	29	17
Kajang 1	8	4	25	23	4	29	23	25
Kajang 2								
Kajang 3	12	7	28	38	8	41	39	29
Total	51	22	106	144	27	158	147	112

Compliance Rate to Standard

Parameter	BOD	COD	AMN	O&G	SS	All	All (Excl. AMN)	All (Excl. OG)
Langat								
Cheras Batu 11	65.6	90.6	39.7	14.1	85.9	7.9	11.1	34.9
Cheras East								
Cheras Jaya	70.0	83.3	50.0	6.7	80.0	0.0	3.3	43.3
Kajang 1	75.0	87.5	21.9	28.1	87.5	9.4	28.1	21.9
Kajang 2								
Kajang 3	72.1	83.7	34.9	11.6	81.4	4.7	9.3	32.6
Total	69.8	87.0	36.9	14.8	84.0	6.0	12.5	33.3

Appendix III-6.1 Breakdown of Civil/Building Cost for STP

0.038 Rm/Yen

Items	Specification	Unit	Unit Price (Rm)	Q'ty (Basic)	Phase-1		Phase-2		Total (Rm) (Phase-1+Phase-2)	Reference
					Q'ty	Amount (Rm)	Q'ty	Amount (Rm)		
Land Preparation		m ²	80	73,346	73,346	5,867,680	0	0	5,867,680	7.3346ha×10,000m ² /ha
				<i>(Q'ty: for whole)</i>						
Sub Total (Land Preparation)						5,867,680		0	5,867,680	
Round						5,868,000		0	5,868,000	
						154,421,000 yen		0 yen	154,421,000 yen	
Pump Station/Grit Chamber				<i>(Q'ty: for whole)</i>						
Sheet Pile Driving/Removing	Type V _I	pcs	5,200	436	436	2,267,200	0	0	2,267,200	
Sheet Pile Lease	Ditto	t	850	1,098	1,098	933,300	0	0	933,300	
Support Installation/ Removing	H-400×400	t	850	1,084	1,084	921,400	0	0	921,400	
Support Lease	Ditto	t	620	1,084	1,084	672,080	0	0	672,080	
Center Support Pile Driving	H-350×350	pcs	1,600	103	103	164,800	0	0	164,800	
Center Support Pile	Ditto	t	4,200	71	71	298,200	0	0	298,200	
Dewatering						525,698		0	525,698	10% of above Work
Excavation	Soil	m ³	25	22,896	22,896	572,400	0	0	572,400	
Backfilling	BH	m ³	8	4,530	4,530	36,240	0	0	36,240	
Surplus Soil Transport		m ³	25	18,366	18,366	459,150	0	0	459,150	
Foundation Piles	400×400, L=20m	pcs	4,400	521	521	2,292,400	0	0	2,292,400	
Gravel		m ³	120	306	306	36,720	0	0	36,720	
Lean Concrete		m ³	300	153	153	45,900	0	0	45,900	
Concrete		m ³	300	266	266	79,800	0	0	79,800	
Reinforced Concrete		m ³	350	6,903	6,903	2,416,050	0	0	2,416,050	
Formwork		m ²	40	16,668	16,668	666,720	0	0	666,720	
Reinforcement Bar		t	3,800	966	966	3,672,396	0	0	3,672,396	
Building Work		m ²	2,000	907	907	1,814,000	0	0	1,814,000	
Other Work						2,418,355		0	2,418,355	20% of above Work
Sub Total (Pump Station)						20,292,809		0	20,292,809	
Round						20,293,000		0	20,293,000	
						534,026,000 yen		0 yen	534,026,000 yen	

Items	Specification	Unit	Unit Price (Rm)	Q'ty (Basic)	Phase-1		Phase-2		Total (Rm) (Phase-1+Phase-2)	Reference
					Q'ty	Amount (Rm)	Q'ty	Amount (Rm)		
Primary Clarifier/ Reactor Tank/ Secondary Clarifier					<i>(Q'ty: for 4/8 trains)</i>					
Excavation	Soil	m ³	13	211,058	211,058	2,743,759	211,058	2,743,759	5,487,518	
Backfilling	BH	m ³	8	129,590	129,590	1,036,720	129,590	1,036,720	2,073,440	
Surplus Soil Transport		m ³	25	89,615	89,615	2,240,381	89,615	2,240,381	4,480,762	
Foundation Piles	400×400, L=20m	pcs	4,400	2,879	2,879	12,667,490	2,879	12,667,490	25,334,980	
Gravel		m ³	120	2,464	2,464	295,680	2,464	295,680	591,360	
Lean Concrete		m ³	300	1,232	1,232	369,600	1,232	369,600	739,200	
Reinforced Concrete		m ³	350	23,746	23,746	8,311,100	23,746	8,311,100	16,622,200	
Formwork		m ²	40	55,242	55,242	2,209,680	55,242	2,209,680	4,419,360	
Reinforcement Bar		t	3,800	3,324	3,324	12,632,872	3,324	12,632,872	25,265,744	
Other Work						10,626,821		10,626,821	21,253,641	25% of above Work
Sub Total (CAS)						53,134,103		53,134,103	106,268,206	
Round						53,134,000		53,134,000	106,268,000	
						1,398,263,000 yen		1,398,260,000 yen	2,796,526,000 yen	
Gravity Thickener					<i>(Q'ty: for 2/4 tanks)</i>					
Excavation	Soil	m ³	13	4,774	4,774	62,062	4,774	62,062	124,124	
Backfilling	BH	m ³	8	3,646	3,646	29,168	3,646	29,168	58,336	
Surplus Soil Transport		m ³	25	1,241	1,241	31,025	1,241	31,025	62,050	
Foundation Piles (Gravity Thickener)	400×400, L=20m	pcs	4,400	41	41	180,400	41	180,400	360,800	
Foundation Piles (Holding Tank)	400×400, L=20m	pcs	4,400	71	71	312,400	71	312,400	624,800	
Gravel		m ³	120	118	118	14,160	118	14,160	28,320	
Lean Concrete		m ³	300	59	59	17,700	59	17,700	35,400	
Reinforced Concrete (Gravity Thickener)		m ³	350	319	319	111,650	319	111,650	223,300	
Reinforced Concrete (Holding Tank)		m ³	350	575	575	201,250	575	201,250	402,500	
Formwork (Gravity Thickener)		m ²	40	1,149	1,149	45,960	1,149	45,960	91,920	
Formwork (Holding Tank)		m ²	40	1,567	1,567	62,680	1,567	62,680	125,360	
Reinforcement Bar (Gravity Thickener)		t	3,800	45	45	169,708	45	169,708	339,416	
Reinforcement Bar (Holding Tank)		t	3,800	81	81	305,900	81	305,900	611,800	
Building (Pump Room)		m ²	2,000	211	211	422,000	211	422,000	844,000	
Other Work						393,213		393,213	786,425	20% of above Work
Sub Total (Gravity Thickener)						2,359,276		2,359,276	4,718,551	
Round						2,359,000		2,359,000	4,718,000	
						62,079,000 yen		62,080,000 yen	124,158,000 yen	

Items	Specification	Unit	Unit Price (Rm)	Q'ty (Basic)	Phase-1		Phase-2		Total (Rm) (Phase-1+Phase-2)	Reference
					Q'ty	Amount (Rm)	Q'ty	Amount (Rm)		
Digestion Tank	2 / 8 Tanks			<i>(Q'ty: for 2/8 tanks)</i>						
Excavation	Soil	m ³	13	28,596	57,192	743,496	57,192	743,496	1,486,992	
Backfilling	BH	m ³	8	25,919	51,838	414,704	51,838	414,704	829,408	
Surplus Soil Transport		m ³	25	2,945	5,890	147,250	5,890	147,250	294,500	
Foundation Piles	400×400, L=20m	pcs	4,400	326	652	2,868,800	652	2,868,800	5,737,600	
Gravel		m ³	120	182	364	43,680	364	43,680	87,360	
Lean Concrete		m ³	300	91	182	54,600	182	54,600	109,200	
Reinforced Concrete		m ³	350	2,771	5,542	1,939,700	5,542	1,939,700	3,879,400	
Formwork		m ²	40	4,520	9,040	361,600	9,040	361,600	723,200	
Reinforcement Bar		t	3,800	388	776	2,948,344	776	2,948,344	5,896,688	
Building		m ²	2,000	111	222	444,000	222	444,000	888,000	
Other Work						1,993,235		1,993,235	3,986,470	20% of above Work
Sub Total (Digester)						11,959,409		11,959,409	23,918,818	
Round						11,959,000		11,959,000	23,918,000	
						314,711,000 yen		314,710,000 yen	629,421,000 yen	
Gas Holder	1 / 2 unit			<i>(Q'ty: for 1/2 tanks)</i>						
Excavation	Soil	m ³	13	3,407	3,407	44,291	3,407	44,291	88,582	
Backfilling	BH	m ³	8	2,386	2,386	19,088	2,386	19,088	38,176	
Surplus Soil Transport		m ³	25	1,123	1,123	28,075	1,123	28,075	56,150	
Foundation Piles	400×400, L=20m	pcs	4,400	78	78	343,200	78	343,200	686,400	
Gravel		m ³	120	45	45	5,400	45	5,400	10,800	
Lean Concrete		m ³	300	23	23	6,900	23	6,900	13,800	
Reinforced Concrete		m ³	350	1,230	1,230	430,500	1,230	430,500	861,000	
Formwork		m ²	40	1,935	1,935	77,400	1,935	77,400	154,800	
Reinforcement Bar		t	3,800	172	172	653,600	172	653,600	1,307,200	
Other Work						160,845		160,845	321,691	10% of above Work
Sub Total (Gas Holder)						1,769,299		1,769,299	3,538,599	
Round						1,769,000		1,769,000	3,538,000	
						46,553,000 yen		46,550,000 yen	93,105,000 yen	
Disinfection Tank				<i>(Q'ty: for whole)</i>	<i>for 70%</i>		<i>for 30%</i>			
Excavation	Soil	m ³	13	12,201	8,541	111,029	3,660	47,584	158,613	
Backfilling	BH	m ³	8	7,522	5,265	42,123	2,257	18,053	60,176	
Surplus Soil Transport		m ³	25	5,147	3,603	90,073	1,544	38,603	128,675	
Foundation Piles	400×400, L=20m	pcs	4,400	150	105	462,000	45	198,000	660,000	
Gravel		m ³	120	174	122	14,616	52	6,264	20,880	
Concrete		m ³	300	87	61	18,270	26	7,830	26,100	
Reinforced Concrete		m ³	350	1,272	890	311,640	382	133,560	445,200	
Formwork		m ²	40	4,114	2,880	115,192	1,234	49,368	164,560	
Reinforcement Bar		t	3,800	178	125	473,693	53	203,011	676,704	
Building (Pump Room)		m ²	2,000	190	133	266,000	57	114,000	380,000	
Other Work						380,927		163,254	544,182	20% of above Work
Sub Total (Disinfection Tank)						2,285,563		979,527	3,265,090	
Round						2,286,000		980,000	3,266,000	
						60,158,000 yen		25,790,000 yen	85,947,000 yen	

Items	Specification	Unit	Unit Price (Rm)	Q'ty (Basic)	Phase-1		Phase-2		Total (Rm) (Phase-1+Phase-2)	Reference
					Q'ty	Amount (Rm)	Q'ty	Amount (Rm)		
Sludge Treatment Building			<i>(Q'ty: for whole)</i>							
Building Work		m ²	2,000	4,950	4,950	9,900,000	0	0	9,900,000	
Foundation Piles	400×400, L=20m	pcs	4,400	454	454	1,996,500	0	0	1,996,500	
Sub Total (Sludge Treatment Building)						11,896,500		0	11,896,500	
Round						11,897,000		0	11,897,000	
						313,079,000 yen		0 yen	313,079,000 yen	
Administration / Power receiving Building			<i>(Q'ty: for whole)</i>							
Building Work		m ²	2,000	1,800	1,800	3,600,000	0	0	3,600,000	
Foundation Piles	400×400, L=20m	pcs	4,400	206	206	907,500	0	0	907,500	
Sub Total (Administration / Power receiving Building)						4,507,500		0	4,507,500	
Round						4,508,000		0	4,508,000	
						118,632,000 yen		0 yen	118,632,000 yen	
Blower House			<i>(Q'ty: for whole)</i>							
Building Work		m ²	2,000	1,125	1,125	2,250,000	0	0	2,250,000	
Foundation Piles	400×400, L=20m	pcs	4,400	129	129	567,188	0	0	567,188	
Sub Total (Blower House)						2,817,188		0	2,817,188	
Round						2,817,000		0	2,817,000	
						74,132,000 yen		0 yen	74,132,000 yen	
Discharge Pipe			<i>(Q'ty: for whole)</i>							
Excavation	Soil	m ³	13	35,438	35,438	460,694	0	0	460,694	
Backfilling	BH	m ³	8	27,488	27,488	219,904	0	0	219,904	
Surplus Soil Transport		m ³	25	8,745	8,745	218,625	0	0	218,625	
Foundation Piles	400×400, L=20m	pcs	4,400	276	276	1,214,400	0	0	1,214,400	
Gravel		m ³	120	300	300	36,000	0	0	36,000	
Lean Concrete		m ³	300	150	150	45,000	0	0	45,000	
Reinforced Concrete		m ³	350	2,700	2,700	945,000	0	0	945,000	
Formwork		m ²	40	10,800	10,800	432,000	0	0	432,000	
Reinforcement Bar		t	3,800	378	378	1,436,400	0	0	1,436,400	
Sub Total (Disinfection Tank)						5,008,023		0	5,008,023	
Round						5,008,000		0	5,008,000	
						131,789,000 yen		0 yen	131,789,000 yen	
Yard Work/ Yard Pipe							20% of above			
Round					20% of above	24,379,600	20% of above	14,039,400	38,419,000	
						641,579,000 yen		369,450,000 yen	1,011,026,000 yen	
Total Cost (Civil & Architecture)						146,278,000		84,240,000	230,518,000	
						3,849,421,000 yen		2,216,842,000 yen	6,066,263,000 yen	

Appendix III-6.2 Mechanical & Electrical Equipment Cost for STP

Langat Model Project CAPEX (Mechanical & Electrical)

No.	Category	Facility/Major Equipment	Dimensions/Specifications	Phase I (Quantity)	Phase I (Price)	Phase II (Quantity)	Phase II (Price)	Total (Quantity)	Total (Price)
(Mechanical)									
1	Preliminary Treatment								
1-1		Grit Chamber							
		Inlet gate	Ductile iron gate (emergency shut down type) 1.5m x 1.5m x 2.2kW	3		3		6	
		Grit collector	Jet spray nozzle type(pressure Approx. 5kgf/cm2)	3lots		3lots		6lots	
		Grit lift pump	Submersible sludge pump 2m3/min x 15kW	3duty+1stock		3duty+1stock		6duty+2stock	
		Girt pump for grit collector	Single stage volute type 2m3/min x 30kW	1duty + 1standby		0		1duty + 1standby	
		Storage Tank for grit collector	FRP 20m3	1		0		1	
		Grit separator	Screw conveyor type equipped with tank 3.7kW.	1		0		1	
		Grit hopper	15m3 x 3.0kW	1		0		1	
		Outlet gate	Ductile iron gate (manually) 1.5m x 1.5m	3		3		6	
		Piping & Steel works		1lot		1lot		2lots	
1-2		Screen							
		Automatic Coarse Screen	1.5mW x 5.0mH x Opening 100mm x 3.7kW (Intermittent rake type, rope type)	3		3		6	
		Automatic Medium Screen	1.5mW x 5.0mH x Opening 20mm x 3.7kW (Intermittent rake type, pinion rack type)	3		3		6	
		No.1Conveyor	Belt type 600mmWx16mx1.5kW	1		0		1	
		No.2Conveyor	Belt type 600mmWx10mx1.5kW	1		0		1	
		No.3Conveyor	Belt type 600mmWx16mx1.5kW	1		0		1	
		Screening conveyor	Skip hoist type 0.5m3 x 15mH x 3.7kW	1		0		1	
		Grit hopper	15m3 x 3.0kW	1		0		1	
		Biological Scrubber	Necessary capacity (Grit chamber & Screen facility & Pump well & Primary Treatment facility)	1		0		1	
		Fan	Necessary capacity	2		0		2	
		Piping & Steel works		1lot		1lot		2lots	
1-3		Pump Facility							
		Inlet Pump	Vertical Installed Centrifugal Pump						
			Ø400 mm x 27 m ³ /minQ x 20 mH x 130 kW	2		0		2	
			Ø600 mm x 54 m ³ /minQ x 20 mH x 250 kW	3		3		6	one as standby
		Discharge valve	Motorized butterfly valve Ø500mm x 0.4kW	2		0		2	
		Discharge valve	Motorized butterfly valve Ø700mm x 0.4kW	3		3		6	
		Piping & Steel works		1lot		1lot		2lots	
		Cost (RM)			12,980,530		10,756,384		12,980,530

No.	Category	Facility/Major Equipment	Dimensions/Specifications	Phase I (Quantity)	Phase I (Price)	Phase II (Quantity)	Phase II (Price)	Total (Quantity)	Total (Price)
2	Primary Treatment	Primary Clarifier							
		Sludge Collector	Chain flight (Notch type)						
			W5.0m x L18.5m x D3.0m x 2trains/unit x 0.75kW	8		8		16	
		Primary Sludge Pump	Centrifugal non-clog type Ø100 mm x 0.8m ³ /min x 10m x 5.5kW	3		3		6	
		Piping & Steel works		1lot		1lot		2lots	
		Cost (RM)			6,146,636		6,146,637		12,293,273
3-1	Secondary Treatment								
3-1		Reactor Tank							
		Step Gate	1000mmW x 600s.t.	8		8		16	
		1 st mixer	Submersible mixer Approx. 8.0kW (2units mixer /set)	4sets		4sets		8sets	
		1 st air diffuser	Super fine membrane (Swirling flow, SOR 3,521kgO ₂ /day/tank x Water depth 10m x Oxygen transfer efficiency not less than 27%, membrane installation level is 5m water depth)	4tanks		4tanks		8tanks	
		2 nd mixer	Submersible mixer Approx. 6.0kW (2units mixer/set)	8sets		8sets		16sets	
		2 nd air diffuser	Super fine membrane (Swirling flow, SOR 3,429kgO ₂ /day/tank x Water depth 10m x Oxygen transfer efficiency not less than 27%, membrane installation level is 5m water depth))	4tanks		4tanks		8tanks	
		Recirculation Pump	Centrifugal non-clog pump 11m ³ /min x 7mH x 22kW	16		16		32	
		Blower	Turbo blower 92m ³ /min x 70kPa x 150kW (Multi-stage type equipped with individual oil circulation system and cooling water system, or electromagnetic foil bearing type)	3duty + 1 standby		3duty		6duty + 1 standby	
		Biological Scrubber	Necessary capacity	1		0		1	
		Fan	Necessary capacity	2		0		2	
		Piping & Steel works		1lot		1lot		2lots	
		Cost (RM)			25,948,500		23,615,930		49,564,430
3-2		Final Clarifier							
		Sludge Collector	Chain flight (Notch type)						
			W5.0m x L52m x D4.0m x 2trains/unit x 2.2kW	8		8		16	
		Return Sludge Pump	Centrifugal non-clog type Ø300 mm x 9m ³ /min x 7m x 22kW	8		8		16	
		Waste Sludge Pump	Centrifugal non-clog type Ø100 mm x 1.1m ³ /min x 10m x 5.5kW	3		3		6	
		Cost (RM)			9,611,023		9,611,024		19,222,047

No.	Category	Facility/Major Equipment	Dimensions/Specifications	Phase I (Quantity)	Phase I (Price)	Phase II (Quantity)	Phase II (Price)	Total (Quantity)	Total (Price)
4	Advanced Treatment	Utility Water Facility							
		Utility Water Facility	Filter (Fiber type) Dia.1.0m x 5.5kW	2		0		2	
		Filter Feed Pump	Submersible Sewage Pump Ø80 mm x 0.3m ³ /min x 20m x 3.7kW	2		0		2	
		De-foaming pump	Submersible Sewage Pump Ø200 mm x 2.6m ³ /min x 30m x 30kW	2		2		4	
		Filter Water Transfer Pump	Submersible Sewage Pump Ø80 mm x 0.4m ³ /min x 15m x 3.7kW	2		0		2	
		Backwashing Drainage Pump	Submersible Sewage Pump Ø80 mm x 0.4m ³ /min x 15m x 3.7kW	2		0		2	
		Desulfuriser Scrubbing Pump	Submersible Sewage Pump Ø250 mm x 5.5m ³ /min x 20m x 37kW	2		0		2	
		Autostrainer for utility water	Automatic backwashing type Ø80 mm x 0.4kW	2		0		2	
		Autostrainer for de-foaming	Automatic backwashing type Ø50 mm x 0.4kW	2		0		2	
		Autostrainer for Filter	Automatic backwashing type Ø80 mm x 0.4kW	2		0		2	
		Autostrainer for Desulfuriser	Automatic backwashing type Ø250 mm x 0.4kW	2		0		2	
		Piping & Steel works		1lot		1lot		2lots	
		Cost (RM)			3,356,536		351,258		3,707,794
5	Sludge Thickening	Sludge Thickener							
		Gravity Thickener for primary sludge	Sludge collector Dia.11mx4mDx0.4kW	2		2		4	
		Primary Thickened Sludge Pump	Centrifugal non-clog type Ø100 mm x 0.6m ³ /min x 8m x 3.7kW	3		3		6	
		Mechanical Thickener for waste sludge	Belt type Thickener 50m ³ /hrx6kW	3		3		6	
		Sludge Feed Pump for Thickener	Progress Cavity Pump Ø150 mm x 25-75m ³ /hr x 15m x 22kW	3		3		6	
		Thickened Mixed Sludge Pump	Centrifugal non-clog type Ø150 mm x 0.9m ³ /min x 25m x 5.5kW	3		3		6	
		Polymer Dissolving Tank	Cylindrical Steel Tank 6m ³ x 7.5kW	2		2		4	
		Polymer Feeder	0.4kW	2		2		4	
		Polymer Feed Pump	Progress Cavity Pump Ø32 mm x 0.4- 1.2m ³ /hr x 15m x 0.75kW	3		3		6	
		Waste Sludge Mixer	Submersible Propeller Mixer 3kW	2		2		4	
		Thickened Sludge Mixer	Vertical type Propeller Mixer 30kW	2		2		4	
		Piping & Steel works		1lot		1lot		2lots	
		Cost (RM)			6,319,227		6,319,226		12,638,453
6	Sludge Digestion	Digestion Facility							
		Mixer	Mechanical mixing type equipped with draft tube	4		4		8	
		Gas Holder	2,500m ³	1		1		2	
		Desulfuriser	420m ³ /hr	1		1		2	
		Gas Combuster	420m ³ /hr(15kW + 11kW)	1		1		2	
		Digested Sludge Pump	Centrifugal non-clog type Ø100 mm x 0.8m ³ /min x 10m x 7.5kW	2		2		4	
		Piping & Steel works		1lot		1lot		2lots	
		Cost (RM)			12,272,017		12,272,017		24,544,034

No.	Category	Facility/Major Equipment	Dimensions/Specifications	Phase I (Quantity)	Phase I (Price)	Phase II (Quantity)	Phase II (Price)	Total (Quantity)	Total (Price)
7	Sludge Dewatering	Dewatering Facility							
		Dewatering press	Screw press Dia900mmx450kg/hr (3.7+1.5)kW	4		3		7	
		Digested Sludge Mixer	Vertical type Propeller Mixer 11kW	2		2		4	
		Polymer Dissolving Tank	Cylindrical Steel Tank 20m3x15kW	2		1		3	
		Polymer Feeder	0.4kW	2		1		3	
		Coagulant Storage Tank	PE, 18m3	2		0		2	
		Sludge Feed Pump for Dewatering	Progress Cavity Pump Ø125 mm x 11-33m3/hr x 30m x 11kW	4		3		7	
		Polymer Feed Pump	Progress Cavity Pump Ø65 mm x 2-6 m3/hr x 30m x 2.2kW	4		3		7	
		Coagulant Feed Pump	Progress Cavity Pump Ø25 mm x 44-132 L/hr x 30m x 0.4kW	2		0		2	
		Sludge Cake Hopper	13m3 x 3.0kW	2		0		2	
		Waste Water Tank Mixer	Submersible Propeller Mixer 3kW	2		0		2	
		Waste Water Pump	Centrifugal non-clog type Ø200 mm x 3.7m3/min x 20m x 22kW	2		0		2	
		Auto Feed Water Supply Unit	Pressure Tank Type (Two Centrifugal pumps) Ø125 mm x 2.5m3/min x 50m x 44kW	1lot		0		1lot	
		Piping & Steel works		1lot		1lot		2lots	
		Cost (RM)			12,987,681		9,740,761		22,728,442
8	Odor Control	Odour Control Facility							
		Biological Scrubber	120m3/min (Sludge Treatment Facility)	1		0		1	
		Fan	120m3/min	2		0		2	
		Piping & Steel works		1lot		1lot		2lots	
		Cost (RM)			6,322,659		0		6,322,659
9		General Requirement for Mechanical Works							
		Cost (RM)		1lot	588,885	1lot	588,885	2lots	1,177,770
10		Miscellaneous Facility							
		Cost (RM)		1lot	724,389	1lot	724,390	2lots	1,448,779
11	Disinfection	Chlorine Distribution Facility							
		Chlorine Storage Tank	PE, 10m3	2		2		4	
		Chlorine Pump	Progress Cavity Pump Ø50 mm x 20m x 0.75kW	3		3		6	
		Piping & Steel works		1lot		1lot		2lots	
		Cost (RM)			475,152		455,362		930,514
		Sub-Total Cost (RM) - Mechanical			97,733,235		80,581,875		178,315,110

No.	Category	Facility/Major Equipment	Dimensions/Specifications	Phase I (Quantity)	Phase I (Price)	Phase II (Quantity)	Phase II (Price)	Total (Quantity)	Total (Price)
(Electrical)									
1	Electrical Major Equipment								
		<u>Sub-station</u>		1lot	<u>18,992,400</u>	1lot	<u>18,399,600</u>	2lots	<u>37,392,000</u>
		<u>Pump Station</u>		1lot	<u>5,149,000</u>	1lot	<u>3,857,000</u>	2lots	<u>9,006,000</u>
		<u>Clarifier & Aeration Tank</u>		1lot	<u>7,220,000</u>	1lot	<u>6,422,000</u>	2lots	<u>13,642,000</u>
		<u>Blower</u>		1lot	<u>4,276,900</u>	1lot	<u>3,349,700</u>	2lots	<u>7,626,600</u>
		<u>Sludge Treatment</u>		1lot	<u>8,859,700</u>	1lot	<u>5,967,900</u>	2lots	<u>14,827,600</u>
		<u>SCADA</u>		1lot	<u>5,327,600</u>	1lot	<u>4,115,400</u>	2lots	<u>9,443,000</u>
		<u>Telemetry System</u>		30lots	<u>11,400,000</u>	0lot	<u>0</u>	30lots	<u>11,400,000</u>
		<u>General Requirement for Electrical Works</u>		1lot	<u>611,512</u>	1lot	<u>233,808</u>	2lots	<u>845,320</u>
		<u>Miscellaneous</u>		1lot	<u>1,000,000</u>	1lot	<u>400,000</u>	2lots	<u>1,400,000</u>
		<u>Sub-Total Cost (RM) - Electrical</u>			<u>62,837,112</u>		<u>42,745,408</u>		<u>105,582,520</u>
(Mechanical & Electrical)									
		<u>TOTAL Cost (RM) - M & E</u>			<u>160,570,347</u>		<u>123,327,283</u>		<u>283,897,630</u>

Appendix III-6.3 Constrution cost for Sewer

Summary for Sewers, Pump Stations and Manholes (Excluding IST Areas)

Catchment	Network (RM)	Pump Station (RM)	MH (RM)	Jacking Pit (RM)	Total (RM)
Trunk Sewer	96,390,870	50,168,630	735,000	10,290,000	157,584,500
Cheras Batu 11	82,112,699	10,529,400	1,299,541	19,320,000	113,261,640
Cheras Jaya	52,080,498	20,219,500	1,041,976	15,960,000	89,301,974
Kajang 1	29,684,724	10,025,750	656,812	10,360,000	50,727,286
Kajang 3	44,510,505	18,166,200	907,965	14,000,000	77,584,670
Total	304,779,297	109,109,480	4,641,293	69,930,000	488,460,070

Description	Unit	Quantity	Unit Rate	Cost (RM)
Testing and Commisioning of Sewers and CCTV inspection	m	106,135	RM 30/m	3,184,050.00
Resurfacing of road pavement (milling and 50mm asphaltic concrete)	m ²	34,250	RM70/m ²	2,397,500.00
Relocation of Utilities	-	-	Lump Sump	20,000,000.00
Connecting of STPs	no.	160	10,000	1,600,000
TOTAL				27,181,550.00

GRAND TOTAL

RM 515,641,620

Breakdown of construction cost for trunk sewer and manholes

TRUNK SEWER CONSTRUCTION COST

Diameter	Length (m)	Unit Rate (RM/m)	Cost (RM)
300mm	263	1,700.00	447,100.00
450mm	515	2,700.00	1,390,500.00
Sub-total	778		1,837,600.00
750mm	620	3,461.00	2,145,820.00
900mm	1,730	4,300.00	7,439,000.00
1050mm	2,450	4,620.00	11,319,000.00
1200mm	2,761	5,000.00	13,805,000.00
1500mm	944	6,000.00	5,664,000.00
1650mm	2,614	6,500.00	16,991,000.00
2000mm	1,872	8,500.00	15,912,000.00
400mm (DI)	545	3,500.00	1,907,500.00
900mm (DI)	1,721	7,950.00	13,681,950.00
1800mm (DI)	474	12,000.00	5,688,000.00
Sub-total	15,731		94,553,270.00
TOTAL	16,509		96,390,870.00

TRUNK SEWER MANHOLES COST

Diameter	Length (m)	No. of MH	MH Unit Rate (RM/MH)	Cost (RM)
300mm	263	5	5,000.00	25,000.00
450mm	515	7		35,000.00
750mm	620	8		40,000.00
900mm	1,730	18		90,000.00
1050mm	2,450	25		125,000.00
1200mm	2,761	28		140,000.00
1500mm	944	10		50,000.00
1650mm	2,614	27		135,000.00
2000mm	1,872	19		95,000.00
400mm (DI)	545			N/A
900mm (DI)	1,721			
1800mm (DI)	474			
	16,509	147	5,000	735,000

CHERAS BATU 11 SUB-CATCHMENT

Diameter	Length (m)	Unit Rate (RM/m)	Cost (RM)
225mm	7,152	1,545	11,049,840
300mm	2,931	1,648	4,830,288
375mm	2,201	1,751	3,853,951
400mm	1,668	2,266	3,779,688
450mm	472	2,575	1,215,400
500mm	3,504	2,781	9,744,624
525mm	0	2,900	0
600mm	4,123	3,090	12,740,070
700mm	0	3,296	0
750mm	4,898	3,461	16,950,998
900mm	1,758	4,120	7,242,960
1050mm	519	4,620	2,397,780
100mm (DI)	0	1,350	0
150mm (DI)	0	1,800	0
200mm (DI)	1,219	2,100	2,559,900
300mm (DI)	0	2,750	0
400mm (DI)	250	3,400	850,000
500mm (DI)	0	4,010	0
600mm (DI)	0	4,620	0
900mm (DI)	616	7,950	4,897,200
	31,311		82,112,699

CHERAS JAYA SUB-CATCHMENT

Diameter	Length (m)	Unit Rate (RM/m)	Cost (RM)
225mm	7,859	1,545	12,142,155
300mm	2,594	1,648	4,274,912
375mm	701	1,751	1,227,451
400mm	325	2,266	736,450
450mm	752	2,575	1,936,400
500mm	698	2,781	1,941,138
525mm	0	2,900	0
600mm	1,399	3,090	4,322,910
700mm	2,341	3,296	7,715,936
750mm	620	3,461	2,145,696
900mm	211	4,120	869,320
1050mm	1,674	4,620	7,733,880
100mm (DI)	0	1,350	0
150mm (DI)	466	1,800	838,800
200mm (DI)	471	2,100	989,100
300mm (DI)	0	2,750	0
400mm (DI)	0	3,400	0
500mm (DI)	243	4,010	974,430
600mm (DI)	916	4,620	4,231,920
800mm (DI)	0	7,000	0
900mm (DI)	0	7,950	0
	21,270		52,080,498

KAJANG 1 SUB-CATCHMENT

Diameter	Length (m)	Unit Rate (RM/m)	Cost (RM)
225mm	6,069	1,545	9,376,605
300mm	1,460	1,648	2,406,080
375mm	485	1,751	849,235
400mm	0	2,266	0
450mm	2,245	2,575	5,780,875
500mm	382	2,781	1,062,342
525mm	935	2,900	2,711,500
600mm	0	3,090	0
700mm	244	3,296	804,224
750mm	779	3,461	2,695,963
900mm	0	4,120	0
100mm (DI)	116	1,350	156,600
150mm (DI)	0	1,800	0
200mm (DI)	0	2,100	0
300mm (DI)	634	2,750	1,743,500
400mm (DI)	617	3,400	2,097,800
500mm (DI)	0	4,010	0
600mm (DI)	0	4,620	0
800mm (DI)	0	7,000	0
	13,966		29,684,724

KAJANG 3 SUB-CATCHMENT

Diameter	Length (m)	Unit Rate (RM/m)	Cost (RM)
225mm	12,700	1,545	19,621,500
300mm	2,581	1,648	4,253,488
375mm	1,475	1,751	2,582,725
400mm	0	2,266	0
450mm	65	2,575	167,375
500mm	909	2,781	2,527,929
525mm	0	2,900	0
600mm	232	3,090	716,880
700mm	507	3,296	1,671,072
750mm	1,533	3,461	5,305,406
900mm	119	4,120	490,280
100mm (DI)	1,280	1,350	1,728,000
150mm (DI)	0	1,800	0
200mm (DI)	0	2,100	0
300mm (DI)	399	2,750	1,097,250
400mm (DI)	1,279	3,400	4,348,600
500mm (DI)	0	4,010	0
600mm (DI)	0	4,620	0
800mm (DI)	0	7,000	0
900mm (DI)	0	7,950	0
	23,079		44,510,505

Breakdown of construction cost for manholes by catchment

CHERAS BATU 11 SUB-CATCHMENT

Diameter	Length (m)	No. of MH	MH Size	MH Unit Rate (RM/MH)	Excavation (RM)	Cost (RM)	
225mm	7,152	85	1,200	3,244	130	286,756	
300mm	2,931	35	1,200	3,244	130	118,076	
375mm	2,201	25	1,500	3,650	203	96,313	
400mm	1,668	20	1,500	3,650	203	77,050	
450mm	472	10	1,500	3,650	203	38,525	
500mm	3,504	40	1,500	3,650	203	154,100	
525mm	0	0	1,500	3,650	0	0	
600mm	4,123	40	1,800	3,759	292	162,024	
700mm	0	0	1,800	3,759	292	0	
750mm	4,898	55	1,800	3,759	292	222,783	
900mm	1,758	25	1,800	3,759	292	101,265	
1050mm	519	10	2,100	3,868	397	42,649	
100mm (DI)	0	N/A					
150mm (DI)	0						
200mm (DI)	1,219						
300mm (DI)	0						
400mm (DI)	250						
500mm (DI)	0						
600mm (DI)	0						
900mm (DI)	616						
	31,311						345

CHERAS JAYA SUB-CATCHMENT

Diameter	Length (m)	No. of MH	MH Size	MH Unit Rate (RM/MH)	Excavation (RM)	Cost (RM)	
225mm	7,859	100	1,200	3,244	130	337,360	
300mm	2,594	50	1,200	3,244	130	168,680	
375mm	701	10	1,500	3,650	203	38,525	
400mm	325	10	1,500	3,650	203	38,525	
450mm	752	20	1,500	3,650	203	77,050	
500mm	698	15	1,500	3,650	203	57,788	
525mm	0	0	1,500	3,650	0	0	
600mm	1,399	20	1,800	3,759	292	81,012	
700mm	2,341	40	1,800	3,759	292	162,024	
750mm	620	10	1,800	3,759	292	40,506	
900mm	211	10	1,800	3,759	292	40,506	
1050mm	1,674	0	2,100	3,868	397	0	
100mm (DI)	0	N/A					
150mm (DI)	466						
200mm (DI)	471						
300mm (DI)	0						
400mm (DI)	0						
500mm (DI)	243						
600mm (DI)	916						
800mm (DI)	0						
900mm (DI)	0						
	21,270						285

KAJANG 1 SUB-CATCHMENT

Diameter	Length (m)	No. of MH	MH Size	MH Unit Rate (RM/MH)	Excavation (RM)	Cost (RM)	
225mm	6,069	100	1,200	3,244	130	337,360	
300mm	1,460	25	1,200	3,244	130	84,340	
375mm	485	10	1,500	3,650	203	38,525	
400mm	0	0	1,500	3,650	0	0	
450mm	2,245	10	1,500	3,650	203	38,525	
500mm	382	10	1,500	3,650	203	38,525	
525mm	935	10	1,500	3,650	203	38,525	
600mm	0	0	1,800	3,759	0	0	
700mm	244	10	1,800	3,759	292	40,506	
750mm	779	10	1,800	3,759	292	40,506	
900mm	0	0	1,800	3,759	0	0	
100mm (DI)	116	N/A					
150mm (DI)	0						
200mm (DI)	0						
300mm (DI)	634						
400mm (DI)	617						
500mm (DI)	0						
600mm (DI)	0						
800mm (DI)	0						
	13,966	185				656,812	

KAJANG 3 SUB-CATCHMENT

Diameter	Length (m)	No. of MH	MH Size	MH Unit Rate (RM/MH)	Excavation (RM)	Cost (RM)
225mm	12,700	120	1,200	3,244	130	404,832
300mm	2,581	20	1,200	3,244	130	67,472
375mm	1,475	35	1,500	3,650	203	134,838
400mm	0	0	1,500	3,650	203	0
450mm	65	0	1,500	3,650	203	0
500mm	909	15	1,500	3,650	203	57,788
525mm	0	0	1,500	3,650	0	0
600mm	232	15	1,800	3,759	292	60,759
700mm	507	10	1,800	3,759	292	40,506
750mm	1,533	35	1,800	3,759	292	141,771
900mm	119	0	1,800	3,759	0	0
100mm (DI)	1,280	N/A				
150mm (DI)	0					
200mm (DI)	0					
300mm (DI)	399					
400mm (DI)	1,279					
500mm (DI)	0					
600mm (DI)	0					
800mm (DI)	0					
900mm (DI)	0					
	23,079					250

Breakdown of construction cost for network pump station (NPS) by catchment

Trunk Sewer

PS	PE	Dia (mm)	Rate (RM/PE)	Total (RM)
HLT 271	112,000	800	70	7,840,000
HLT 165	426,859	1600	70	29,880,130
HLT 280	25,170	400	150	3,775,500
HLT 245	123,900	900	70	8,673,000
Total				50,168,630

CHERAS BATU 11 SUB-CATCHMENT

PS	PE	Dia (mm)	Rate (RM/PE)	Total (RM)
HLT 035	5,500	200	400	2,200,000
HLT 037	4,000	200	400	1,600,000
HLT 043	5,000	200	400	2,000,000
HLT 162	19,500	400	150	2,925,000
HLT 133	4,511	200	400	1,804,400
HLT 271	Trunk Sewer			
Total				10,529,400

CHERAS JAYA SUB-CATCHMENT

PS	PE	Dia (mm)	Rate (RM/PE)	Total (RM)
HLT 081	56,233	600	100	5,623,300
HLT 165	Trunk Sewer			
HLT 202	4,500	200	400	1,800,000
HLT 203	29,850	500	150	4,477,500
HLT 205	2,125	150	500	1,062,500
HLT 272	72,562	600	100	7,256,200
Total				20,219,500

KAJANG 1 SUB-CATCHMENT

PS	PE	Dia (mm)	Rate (RM/PE)	Total (RM)
HLT 096	1,435	100	500	717,500
HLT 128	10,300	300	300	3,090,000
HLT 190	21,310	400	150	3,196,500
HLT 213	20,145	400	150	3,021,750
HLT 280	Trunk Sewer			
Total				10,025,750

KAJANG 3 SUB-CATCHMENT

PS	PE	Dia (mm)	Rate (RM/PE)	Total (RM)
HLT 021	19,939	400	150	2,990,850
HLT 023	9,615	300	350	3,365,250
HLT 083	27,914	400	150	4,187,100
HLT 197	3,600	200	500	1,800,000
HLT 143	905	100	300	271,500
HLT 209	21,680	400	150	3,252,000
HLT 099	12,500	300	150	1,875,000
HLT 119	1,415	100	300	424,500
HLT 245	Trunk Sewer			
Total				18,166,200

Appendix III-6.4 Basic Design Schedule

Work Item	Period (Month)	Basic Design Period									Remarks
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Basic Design											
<Review of Sewerage Plan & Topographic Survey/ Soil Investigation (Boring)>											
BD-1	Review of Sewerage Area	0.3	■								Review of PPP F/S
BD-2	Review of Sewerage Population	0.3	■								Review of PPP F/S
BD-3	Review of Sewerage Flow	0.3	■								Review of PPP F/S
BD-4	Review of Inflow and Treated Water Quality	0.3	■								Review of PPP F/S
BD-5	Investigation of Existing STP	1.0	■	■							Review of PPP F/S
BD-6	Soil Investigation (Boring)	5.0	■	■	■	■	■	■	■	■	Included sub contract period
BD-7	Topographic Survey	5.0	■	■	■	■	■	■	■	■	Included sub contract period
<STP>											
BD-8	Selection of Treatment Method	0.3	■								
BD-9	Design Criteria	0.5	■	■							
BD-10	Capacity Calculation	0.5	■	■							
BD-11	Hydraulic Calculation	0.5	■	■							
BD-12	Study of Facility Arrangement	0.5	■	■							
BD-13	Mechanical Equipment Design	2.0	■	■	■	■					
BD-14	List of Mechanical Equipment	1.0	■	■							
BD-15	Electrical Equipment Design	2.0	■	■	■	■					
BD-16	Monitoring System Design	1.0	■	■							
BD-17	Study of Facility Foundation (STP)	1.0	■	■							
BD-18	Preparation of Basic Design Drawing	3.0	■	■	■	■	■				
BD-19	Quantity Survey (STP)	1.0	■	■				■	■		
<Sewer Pipe Design>											
BD-20	Design Criteria for Sewer Pipe Design	0.5	■								
BD-21	Underground Utility Investigation	3.0	■	■	■	■	■				
BD-22	Selection of Sewer Route	3.0	■	■	■	■	■	■	■	■	
BD-23	Pipe Flow Calculation	1.0	■	■							
BD-24	Preparation of Plan & Profile Drawing	4.0	■	■	■	■	■	■	■		
BD-25	Study of Pipe Installation Method	1.0	■	■				■	■		
BD-26	Capacity & Hydraulic Calculation of Pump Station	1.0	■	■							
BD-27	Capacity & Hydraulic Calculation of MPS	1.0	■	■							
BD-28	Mechanical Design for Pump Equipment	1.0	■	■				■	■		
BD-29	Electrical Design for Pump Equipment	1.0	■	■				■	■		
BD-30	Preparation of Basic Design Drawing for PS & MPS	2.0	■	■				■	■		
BD-31	Quantity Survey (Pipe/Pump Station/MPS)	1.0	■	■					■	■	
<EIA, BOQ & Specification>											
BD-32	Social-Environmental Consideration	1.0	■	■					■	■	Submission/Approval of EIA
BD-33	Preparation of Operation & Maintenance Plan	0.5	■	■							
BD-34	Preparation of PQ Document	1.0	■	■					■	■	
BD-35	Preparation of Rough Construction Cost	2.0	■	■					■	■	
BD-36	Preparation of Implementation Plan	0.5	■	■						■	
BD-37	Preparation of Specification	3.0	■	■	■	■	■	■	■	■	
BD-38	Preparation of Bidding Document	1.5	■	■						■	■

Appendix III-6.5 Breakdown of O&M Cost

OPEX Assumption for Model Project

Major items of STP OPEX are Chlorine (for disinfection), Polymer (for coagulant), Labor, Repair, Electricity, Sludge Disposal, and others.

We regarded Labor as the fixed costs and others as variable costs. (Of course, Labor costs in Phase-1 and Phase-2 are different.)

For the variable costs projection, we estimated the ultimate amount of each variable cost, then calculated average variable cost (per PE). Once we get the per PE cost, each year's variable cost can be calculated in accordance with the PE projection.

1. Labor costs

<The 1st phase>

Position	Number	Monthly costs per person	Annual costs (in total numbers)
Head	1	RM 7,000	RM 84,000
Supervisor	2	RM 6,000	RM 144,000
Engineer	2	RM 4,000	RM 96,000
Pump operator	2	RM 3,000	RM 72,000
Sewage operator	12	RM 3,000	RM 432,000
Sludge operator	11	RM 3,000	RM 396,000
Driver	2	RM 1,500	RM 36,000
Worker	7	RM 1,500	RM 126,000
Guard	2	RM 1,500	RM 36,000
TOTAL			RM 1,422,000

<The 2nd phase>

Position	Number	Monthly costs per person	Annual costs (in total numbers)
Head	1	RM 7,000	RM 84,000
Supervisor	3 (+1)	RM 6,000	RM 216,000
Engineer	2	RM 4,000	RM 96,000
Pump operator	2	RM 3,000	RM 72,000
Sewage operator	17 (+5)	RM 3,000	RM 612,000
Sludge operator	16 (+5)	RM 3,000	RM 576,000
Driver	2	RM 1,500	RM 36,000
Worker	10 (+3)	RM 1,500	RM 180,000
Guard	3 (+1)	RM 1,500	RM 54,000
TOTAL			RM 1,926,000

2. Chlorine costs

Dosage rate : 2.0 mg/l

Required amount : $207,000 \text{ m}_3/\text{day} \times 2.0 \times 10^{-3} = 414.0 \text{ kg/day}$

$414.0 \text{ kg/day} \times 365 \text{ days} \times \text{RM}17.5/\text{kg} = \text{RM } 2,644,425 \text{ /year}$

$\text{RM } 2,644,425 \times 80\% \text{ load} = \text{RM } 2,115,540 \text{ (RM } 2.3/\text{PE/year)}$

3. Polymer costs

For thickener

Dosage rate : 4.0 kg/DS ton

Required amount : Dry Sludge of $34,952 \text{ kg/day} \times 4.0 \times 10^{-3} = 139.8 \text{ kg/day}$

$139.8 \text{ kg/day} \times 365 \times 20 \text{ RM/kg} = 1,020,540 \text{ RM/year}$

$\text{RM } 1,020,540/\text{year} \times 80\% \text{ load} = \text{RM } 816,432/\text{year}$

For dewatering

Dosage rate : 15.0 kg/DS ton

Required amount : Dry Sludge of $32,978 \text{ kg/day} \times 15.0 \times 10^{-3} = 494.6 \text{ kg/day}$

$494.6 \text{ kg/day} \times 365 \times 20 \text{ RM/kg} = \underline{3,610,580 \text{ RM/year}}$

$\text{RM } 3,610,580/\text{year} \times 80\% \text{ load} = \text{RM } 2,888,464$

$\text{RM } 816,432 + \text{RM } 2,888,464 = \text{RM } 3,704,896/\text{year}$

4. Electricity costs

Equipment	Electricity (A)	Quantity (B)	Electricity (A x B)	Operation Hour/day
Sewage Lift Pump	250.0 kw	6 units	1,500.0 kw	12h
Auto Screen	3.7 kw	6 units	22.2 kw	3h
Return Sludge Pump	22.0 kw	8 units	176.0 kw	24h
Excess Sludge Pump	3.7 kw	4 units	14.8 kw	16h
Sludge Collector (Primary Clarifier)	0.75 kw	16 units	12.0 kw	24h
Blower	150.0 kw	6 units	900.0 kw	24h
Mixer 1	8.0 kw	8 units	64 kw	24h
Mixer 2	12.0 kw	8 units	96 kw	24h
Circulation Pump	22.0 kw	16 units	352.0 kw	24h
Sludge Collector (Secondary Clarifier)	2.2 kw	16 units	35.2 kw	24h
Mechanical thickener	6.0 kw	5 units	30.0 kw	16h
Digester Stirrer	22.0 kw	8 units	176.0 kw	24h
Digested Sludge Dewatering Unit	5.2 kw	6 units	31.2 kw	16h
Total			3,409 kw	

$$1,500 \times 12/24 + 22.2 \times 3/24 + (176+12+900+64+96+352+35.2+176) \times 24/24 + (14.8 + 30 + 31.2) \times 16/24$$

$$= 2,614.6 \text{ kwh}$$

$$2,614.6 \text{ kwh} + 522.9 \text{ kwh (miscellaneous, 20\%)} = \text{about } 3,137 \text{ kwh}$$

$$3,137 \text{ kwh} \times 24\text{hours} \times 365\text{days} \times 0.377 \text{ RM/kwh} = 10,360,005 \text{ RM/year (12.4 RM/PE/year)}$$

$$\text{RM } 10,360,005 \text{ /year} \times 80\% \text{ load} = \text{RM } 8,288,004 \text{ /year}$$

5. Sludge disposal costs

Sludge amount : 148 m³/day

Sludge disposal cost : 148 m³/day x 365 days x 175 RM/m³ = 9,453,500 RM/year

In our model project, we will utilize the sludge after dewatering process for fertilizer use. We don't assume the revenues from these fertilizer sales, but at least we assume the sludge will be taken over without any charge, while JPP project will have to bear the sludge disposal costs.

6. Repair costs

0.1% of Civil cost and 0.5% of M&E cost

$$0.1\% \times \text{RM } 214,463,913 + 0.5\% \times \text{RM } 216,292,204 = \text{RM } 1,295,925/\text{year}$$

7. Others (Fixed cost + Variable cost) x 10% = RM 17,330,365 x 10% = RM 1,733,037

8. Contingency (10%) RM 1,906,340

9 Pump Stations (for ultimate cost)

- Electricity: RM 5,713,000
- Screening: RM 96,000
- Repair: RM 286,000
- Others: RM 305,000
- Total: RM 6,400,000

10 Sewer Pipe

- Cleaning of Pipe for Outsource: RM 192,000